

PRA RANCANGAN PABRIK PEMBUATAN NORI DARI RUMPUT LAUT  
*GRACILARIA SP.* KAPASITAS 4.000 TON/TAHUN



SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan  
Sarjana Terapan (S-1) Program Studi Teknologi Rekayasa Kimia Berkelanjutan  
Jurusan Teknik Kimia  
Politeknik Negeri Ujung Pandang

RADIA NURFADILLAH 431 20 074  
AMELIA 431 20 076

PROGRAM STUDI S-1 TEKNOLOGI REKAYASA KIMIA BERKELANJUTAN  
JURUSAN TEKNIK KIMIA  
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG  
MAKASSAR  
2024

## HALAMAN PENGESAHAN

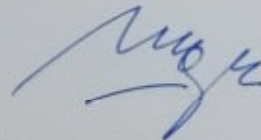
Skripsi ini dengan judul “**Pra Rancangan Pabrik Pembuatan Nori Dari Rumput Laut *Gracilaria sp.* Kapasitas 4.000 Ton/Tahun**” oleh Radia Nurfadillah, Nim 431 20 074 telah diterima dan disahkan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, Oktober 2024

Menyetujui,

Pembimbing I,

Pembimbing II,




Tri Hartono, LRSC., M.Chem.Eng.  
NIP. 19631225199202 1 001

Wahyu Budi Utomo, HND., M.Sc.  
NIP. 19650320199202 1 001

Mengetahui,

Koordinator Program Studi  
D4 Teknologi Rekayasa Kimia Berkelanjutan



  
H. Yuliani HR., S.T., M.Eng  
NIP. 19730409 200312 2 002

## HALAMAN PENGESAHAN

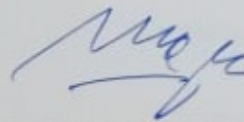
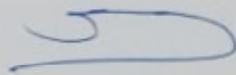
Skripsi ini dengan judul "Pra Rancangan Pabrik Pembuatan Nori Dari Rumput Laut *Gracilaria sp.* Kapasitas 4.000 Ton/Tahun" oleh Amelia, Nim 431 20 076 telah diterima dan disahkan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, Oktober 2024

Menyetujui,

Pembimbing I,

Pembimbing II,



Tri Hartono, LRSC., M.Chem.Eng.  
NIP. 19631225199202 1 001

Wahyu Budi Utomo, HND., M.Sc.  
NIP. 19650320199202 1 001

Mengetahui,

Koordinator Program Studi  
D4 Teknologi Rekayasa Kimia Berkelanjutan



Ir. Yuliani HR., S.T., M.Eng  
NIP. 19730409 200312 2 002

## HALAMAN PENERIMAAN

Pada Hari ini, Jum'at tanggal 11 Oktober 2024, tim penguji ujian skripsi telah menerima skripsi oleh mahasiswa Radia Nurfadillah NIM 431 20 074 dengan judul **“Pra Rancangan Pabrik Pembuatan Nori Dari Rumput Laut *Gracilaria sp.* Kapasitas 4.000 Ton/Tahun”**.

Makassar, 11 Oktober 2024

Tim Penguji Ujian Skripsi :

1. Muhammad Saleh, S.T., M.Si. Ketua (.....)

2. Dr. Fajriyati Mas'ud, S.T.P., M.Si. Sekertaris (.....)

3. Andi Muhammad Iqbal Akbar Asfar, S.T., M.T. Anggota (.....)

4. M. Badai, S.T., M.T. Anggota (.....)

5. Tri Hartono, L.R.S.C., M.Chem.Eng. Anggota (.....)

6. Wahyu Budi Utomo, HND., M.Sc. Anggota (.....)

## HALAMAN PENERIMAAN

Pada Hari ini, Jum'at tanggal 11 Oktober 2024, tim penguji ujian skripsi telah menerima skripsi oleh mahasiswa Amelia NIM 431 20 076 dengan judul “**Pra Rancangan Pabrik Pembuatan Nori Dari Rumput Laut *Gracilaria sp.* Kapasitas 4.000 Ton/Tahun**”.

Makassar, 11 Oktober 2024

Tim Penguji Ujian Skripsi :

1. Muhammad Saleh, S.T., M.Si. Ketua (.....)

2. Dr. Fajriyati Mas'ud, S.T.P., M.Si. Sekertaris (.....)

3. Andi Muhammad Iqbal Akbar Asfar, S.T., M.T. Anggota (.....)

4. M. Badai, S.T., M.T. Anggota (.....)

5. Tri Hartono, L.R.S.C., M.Chem.Eng. Anggota (.....)

6. Wahyu Budi Utomo, HND., M.Sc. Anggota (.....)

## KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya yang telah memberikan banyak kesempatan, sehingga kami dapat menyelesaikan skripsi dengan baik dan tepat waktu. Dalam skripsi ini penulis membahas “Pra Rancangan Pabrik Pembuatan Nori Dari Rumput Laut *Gracillaria sp.* Kapasitas 4.000 Ton/Tahun ”.

Skripsi ini disusun guna melengkapi salah satu persyaratan dalam menyelesaikan tugas akhir bagi mahasiswa Politeknik Negeri Ujung Pandang jurusan Teknik Kimia dalam dunia industri untuk meningkatkan peran serta mahasiswa.

Meskipun banyak halangan dan tantangan yang kami alami dalam menyusun skripsi ini, namun berkat bantuan dan kerjasama dari berbagai pihak, sehingga kami dapat mengatasi halangan dan tantangan tersebut. Maka dari itu, dengan tulus kami mengucapkan terima kasih khususnya kepada :

1. Bapak Ir. Ilyas Mansur, M.T., selaku Direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang
2. Bapak Wahyu Budi Utomo, HND., M.Sc. selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia.
3. Ibu Ir. Yuliani HR., S.T., M.Eng selaku ketua Program Studi D4 Teknologi Rekayasa Kimia Berkelanjutan Politeknik Negeri Ujung Pandang.
4. Bapak Drs. Amri, M.Hum. selaku Wali Kelas Program D4 Teknologi Rekayasa Kimia Berkelanjutan Politeknik Negeri Ujung Pandang.

5. Bapak Tri Hartono, LRSC., M.Chem.Eng. selaku dosen pembimbing I selama melaksanakan tugas akhir, terima kasih atas segala dukungan, ilmu, arahan, dan bimbingannya.
6. Bapak Wahyu Budi Utomo, HND., M.Sc. selaku dosen pembimbing II selama melaksanakan tugas akhir, terima kasih atas segala dukungan, ilmu, arahan, dan bimbingannya.
7. Staff Teknik Kimia, terima kasih atas segala dukungan dan bimbingan yang telah di berikan.
8. Rekan – rekan mahasiswa Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang yang selalu memberikan dukungan dan dorongan kepada kami serta semua pihak yang terlibat dan ikut membantu kami.

Penyusunan skripsi ini disusun dengan sebaik-baiknya, namun masih terdapat kekurangan didalam penyusunan skripsi, oleh karena itu saran dan kritik yang sifatnya membangun dari semua pihak sangat diharapkan, tidak lupa harapan kami semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca serta dapat menambah ilmu pengetahuan bagi kami.

Makassar, 29 September 2024

Penulis

## DAFTAR ISI

SAMPUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
HALAMAN PENERIMAAN .....	iv
KATA PENGANTAR .....	vi
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR TABEL .....	xiv
DAFTAR SIMBOL .....	xv
RINGKASAN .....	xix
<i>SUMMARY</i> .....	xx
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Kapasitas Rancangan .....	3
1.3 Penentuan Lokasi Pabrik .....	9
1.4 Tinjauan Pustaka .....	16
BAB II DESKRIPSI PROSES .....	23
2.1 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk .....	23
2.2 Konsep proses .....	26
2.3 Langkah Proses .....	27
BAB III NERACA MASSA .....	32
3.1 BAK PENCUCIAN 1 (BP-120) .....	33
3.2 BAK PERENDAMAN (BP-130) .....	34
3.3 BAK PENCUCIAN 2 (BP-121) .....	35
3.4 ROTARY CUTTER (M-140) .....	36
3.5 COOKER (C-01) .....	37
3.6 MESIN CETAK DAN PRESS (P-150) .....	38
3.7 OVEN (B-120) .....	39



3. 8	PACKER (L-160)	40
BAB IV NERACA PANAS		41
4.1	COOKER (C-01)	41
4.2	MESIN CETAK DAN PRESS (P-150)	42
4.3	OVEN (B-120)	43
BAB V SPSESIFIKASI ALAT		44
5. 1	Gudang Bahan Baku	44
5. 2	Belt Conveyor	44
5. 3	Tangki Penyimpanan Air Proses	45
5. 4	Pompa Tangki Air Proses	45
5. 5	Pompa Tangki Air Proses	46
5. 6	Pompa Tangki Air Proses	46
5. 7	Tangki Penyimpanan Asam Asetat	47
5. 8	Pompa Tangki Asam Asetat	47
5. 9	Tangki Penyimpanan Saus Tiram	48
5. 10	Pompa Tangki Saus Tiram	48
5. 11	Tangki Penyimpanan Minyak Wijen	49
5. 12	Pompa Tangki Minyak Wijen	49
5. 13	Tangki Penyimpanan Gliserol	50
5. 14	Pompa Tangki Gliserol	51
5. 15	Bak Pencucian 1	51
5. 16	Bak Perendaman	52
5. 17	Bak Pencucian 2	53
5. 18	Belt Conveyor	53
5. 19	Rotary Cutter	54
5. 20	Screw Conveyor	54
5. 21	Cooker	55
5. 22	Pompa Cooker	56
5. 23	Mesin Cetak Nori	56
5. 24	Belt Conveyor	57
5. 25	Oven	57

5. 26	Belt Conveyor .....	58
5. 27	Packer .....	58
5. 28	Belt Conveyor .....	58
5. 29	Gudang Produk .....	59
<b>BAB VI UTILITAS .....</b>		<b>60</b>
6.1	Unit Penyediaan Steam .....	60
6.2	Unit Penyediaan Air .....	60
6.3	Unit Penyediaan Listrik .....	62
6.4	Unit Penyediaan Bahan Bakar .....	62
6.5	Spesifikasi Alat Utilitas .....	63
6.6	Unit Pengolahan Limbah .....	70
<b>BAB VII INSTRUMENTASI DAN KESALAMATAN KERJA .....</b>		<b>72</b>
7.1	Instrumentasi .....	72
7.2	Keselamatan Kerja .....	75
<b>BAB VIII STRUKTUR ORGANISASI .....</b>		<b>82</b>
8.1	Bentuk Perusahaan .....	83
8.2	Struktur Organisasi .....	84
8.3	Tugas dan Wewenang .....	85
8.4	Jam Kerja .....	91
8.5	Status Karyawan dan Sistem Kerja .....	93
<b>BAB IX TATA LETAK PABRIK DAN PEMETAAN .....</b>		<b>97</b>
9.1	Deskripsi Tata Letak Pabrik .....	97
9.2	Tata Letak Alat Proses .....	103
<b>BAB X ANALISIS EKONOMI .....</b>		<b>106</b>
10.1	<i>Total Capital Investment (TCI)</i> .....	106
10.2	<i>Total Production Cost (TPC)</i> .....	107
10.3	Laba/Keuntungan .....	108
10.4	<i>Return on Investment (ROI)</i> .....	108
10.5	<i>Pay-out Time (POT)</i> .....	109
10.6	<i>Internal Rate of Return (IRR)</i> .....	109
10.7	<i>Break Event Point (BEP)</i> .....	109

10.8 <i>Shut Down Point (SDP)</i> .....	110
BAB XI PENUTUP.....	111
DAFTAR PUSTAKA.....	112
LAMPIRAN .....	1



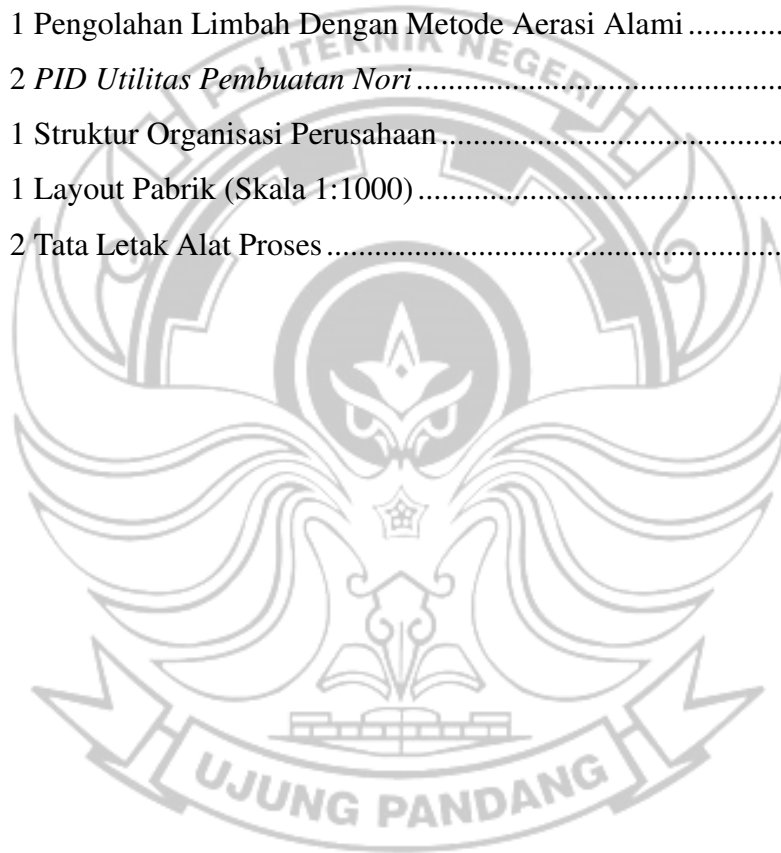
## DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A NERACA MASSA.....	A-1
LAMPIRAN B NERACA PANAS.....	B-1
LAMPIRAN C SPESIFIKASI ALAT.....	C-1
LAMPIRAN D UTILITAS.....	D-1
LAMPIRAN E ANALISIS EKONOMI.....	E-1



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Grafik Impor Nori di Indonesia setiap tahun .....	4
Gambar 1. 2 Ekspor nori di Indonesia tiap tahun .....	7
Gambar 1. 3 Lokasi Pendirian Pabrik Nori .....	15
Gambar 2. 1 Diagram Kuantitatif Pembuatan Nori.....	30
Gambar 2. 2 P&ID Proses Pabrik Pembuatan Nori dari Rumput Laut <i>Gracilaria sp.</i> Kapasitas 4.000 Ton/Tahun .....	31
Gambar 6. 1 Pengolahan Limbah Dengan Metode Aerasi Alami .....	71
Gambar 6. 2 <i>PID Utilitas Pembuatan Nori</i> .....	71
Gambar 8. 1 Struktur Organisasi Perusahaan .....	86
Gambar 9. 1 Layout Pabrik (Skala 1:1000) .....	101
Gambar 9. 2 Tata Letak Alat Proses .....	105



## DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Kebutuhan Impor Nori di Indonesia .....	4
Tabel 1. 2 Daftar pabrik nori di Indonesia .....	5
Tabel 1. 3 Ekspor nori di Indonesia .....	6
Tabel 1. 4 Daftar pabrik di Indonesia yang mengkonsumsi nori .....	7
Tabel 1. 5 Kelimpahan Rumput Laut <i>Gracilaria sp.</i> di Indonesia .....	8
Tabel 1. 6 Kelimpahan rumput laut <i>Gracilaria sp.</i> di Sulawesi Selatan .....	9
Tabel 1. 7 Spesifikasi nori berdasarkan SNI .....	21
Tabel 3. 1 Komposisi rumput laut <i>Gracilaria sp.</i> .....	32
Tabel 3. 2 Neraca Massa Bak Pencucian 1 .....	33
Tabel 3. 3 Neraca Massa Bak Perendaman .....	34
Tabel 3. 4 Neraca Massa Bak Pencucian 2 .....	35
Tabel 3. 5 Neraca Massa Rotary Cutter .....	36
Tabel 3. 6 Neraca Massa Cooker .....	37
Tabel 3. 7 Neraca Massa Mesin Cetak dan Press .....	38
Tabel 3. 8 Neraca Massa Oven .....	39
Tabel 3. 9 Neraca Massa Oven .....	40
Tabel 4. 1 Neraca Panas Cooker .....	41
Tabel 4. 2 Neraca Panas Mesin Cetak dan Press .....	42
Tabel 4. 3 Neraca Panas Oven .....	43
Tabel 6. 1 Kebutuhan Steam .....	60
Tabel 6. 2 Penggunaan Listrik Pabrik Nori .....	62
Tabel 6. 3 Penggunaan Bahan Bakar Pabrik Nori .....	63
Tabel 7. 1 Instrumentasi Pabrik Nori .....	74
Tabel 7. 2 Alat Keselamatan Kerja Pabrik Nori .....	81
Tabel 8. 1 Jadwal Kerja Karyawan Pabrik Nori .....	92
Tabel 8. 2 Kualifikasi Status Karyawan .....	95
Tabel 9. 1 Perincian Luas dan Bangunan Pabrik .....	1

## DAFTAR SIMBOL

SIMBOL	SATUAN	KETERANGAN
a	in	<i>Inside corer radius</i>
a	in	Jari-jari head
A	m <sup>2</sup>	Luas permukaan
A	m <sup>2</sup>	<i>Heating surface boiler</i>
BHP	Hp	<i>Broke Horse Power</i>
BB	kg/jam	Bahan bakar
BM	kg/kmol	Massa molekul relatif
c	in	<i>Corrosion Allowance</i>
C	in	Faktor korosi
C	m	Jarak pengaduk ke dasar tangki
Cp	kkal/kg.C	Kapasitas panas
D	m	Diameter
Dc	-	<i>Direct Coast</i>
Dj	m	Diameter jaket
Da	m	Diameter pengaduk
Dt	m	Diameter tangki
dT	°C atau °K	Perubahan temperatur bahan
E	%	<i>Welded-joint efficiency</i>
FCI	-	<i>Fixed Capital Investment</i>
Ff	Ft.lbf/lbm	Fraksi karena pipa lurus
FC	-	Fixed Charges
FPM	Ft/min	Kecepatan trolley
fk	%	Faktor Keamanan
f	psia	<i>Allowable Working Stress</i>
g	m/s <sup>2</sup>	Percepatan gravitasi
G	m <sup>3</sup> /jam	Laju volume steam
GE	-	<i>General Expenses</i>
hc	ft/lbf/lbm	Fraksi sudden contraction
hex	ft.lbf/lbm	Fraksi sudden expansion
H	m	Tinggi tangki
Ht	m	Tinggi tangki
Hv	kJ/kg	Uap jenuh
Hc	m	Tinggi cairan
Hj	m	Tinggi jaket
Hf	kJ/kg	Cair jenuh
icr	in	<i>Inside corer radius</i>

ID	m	Inside Diameter
IRR	-	<i>Internal Rate of Return</i>
m	kg	Massa
n	%	Efisiensi motor penggerak
N	rpm	Kecepatan pengaduk
Nre	Ft/jam	Bilangan Reynold
Nt	-	Jumlah <i>tube</i>
NPS	in	<i>Nominal pipe size</i>
OA	in	Tinggi <i>head</i>
P	HP	Power belt
P	lb	Berat produk
POT	-	<i>Pay-out Time</i>
Pd	kPa, Psi	Tekanan desain
Ph	kPa, Psi	Tekanan hidrostatik
Po	kPa, Psi	Tekanan operasi
Q	kkal/jam	Laju perpindahan panas
Qf	ft <sup>3</sup> /s	Laju alir volumetric
Q <sub>in</sub>	kkal/jam	Laju panas masuk
Q <sub>out</sub>	kkal/jam	Laju panas keluar
Q <sub>supply</sub>	kkal/jam	Laju Panas yang disuplai
Q <sub>pendingin</sub>	kkal/jam	Laju pendingin yang disuplai
Q <sub>steam</sub>	kkal/jam	Panas yang dibutuhkan
r	in	<i>Radius of dish</i>
ROI	-	<i>Return on Investmen</i>
SVC	-	<i>Semi Variabel Cost</i>
SDP	-	<i>Shut Down Point</i>
S	-	Hasil penjualan prodek
S	ft/menit	Kecepatan aktual belt
sf	in	<i>Straight flange</i>
s	m	Panjang sisi keranjang
t	in	Tebal <i>head</i>
t	menit	Waktu
tc	°F	Suhu rata-rata fluida dingin
ts	in	Tebal tangki
th	in	Tebal <i>head</i>
tj	m	Tebal jaket
tr	s	<i>Downcomer residence time</i>
ts	in	Tebal dinding tangki
tw	°F	Temperature dinding



t1	°F	Temperatur fluida dingin masuk
t2	°F	Temperatur fluida dingin keluar
T	°C	Temperatur
Tc	°F	Suhu rata-rata fluida panas
T <sub>ref</sub>	°C atau °K	Temperatur referensi
T1	°C	Temperatur fluida panas masuk
T2	°C	Temperatur fluida panas keluar
TCI	-	Total Capital Investment
TPC	-	Total Production Cost
Vl	m <sup>3</sup>	Volume larutan
Vt	m <sup>3</sup>	Volume tangki
Vk	m <sup>3</sup>	Volume keranjang
Vb	m <sup>3</sup>	Volume bak
Vs	m <sup>3</sup>	Volume air deminn
v	Ft/min	Kecepatan hoits
w	kg/jam; lb/h	Laju alir fluida dingin
W	kg/jam; lb/h	Laju alir fluida panas
W	m	Tebal pengaduk
W	lb	Berarat belt conveyor
WCI	-	Working Capital Investment
Wc	Gal/menit	Water contentration
Ws	Lb/jam	Kebutuhan steam
Wb	kg/jam	Kebutuhan air umpan boiler
Was	kg/jam	Kebutuhan air sanitasi
Wpr	Kg/jam	Kebutuhan air proses
Wp	kg/jam	Kebutuhan air pendingin
WELH	m, ft	<i>Water equivalent liquid height</i>
Z1	m	Kedalaman heavy liquid take off
Z2	m	Kedalaman zat cair
Z3	m	Tinggi permukaan
μ <sub>w</sub>	Btu/lb hr	<i>Viscosity at tube-wall teperaure</i>
η	%	Efisiensi
ρ	kg/m <sup>3</sup>	Densitas
μ	cP, kg/m.s	Viskositas
Σ	m <sup>2</sup>	Luas centrifuge
ΣL	ft	Menghitung panjang pipa
ε	mm	<i>Absolute roughness</i>
ΔH	kkal/kmol	Perubahan entalpi
ΔH <sup>o</sup> f	kkal/kmol	Panas pembentukan

$\Delta H_{rx}$	kkal/kmol	Panas reaksi
$\Delta T$	$^{\circ}K$	Perubahan suhu
$\Delta P$	psi	<i>Pressure drop</i>
$\Delta L$	ft	Perkiraan panjang pipa
s	-	<i>Shell</i>
t	-	<i>Tube</i>

---



## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Radia Nurfadillah

Nim : 431 20 074

menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam skripsi pra rancangan pabrik ini, yang berjudul **Pra Rancangan Pabrik Pembuatan Nori Dari Rumput Laut *Gracilaria Sp.* Kapasitas 4.000 Ton/Tahun** merupakan gagasan dan hasil karya saya sendiri dengan arahan komisi pembimbing, dan belum pernah diajukan dalam bentuk apapun pada perguruan tinggi dan instansi manapun.

Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam skripsi ini.

Jika pernyataan saya tersebut diatas tidak benar, saya siap menanggung resiko yang ditetapkan oleh pihak Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, Oktober 2024



Radia Nurfadillah

431 20 074

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Amelia

Nim : 431 20 076

menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam skripsi pra rancangan pabrik ini, yang berjudul **Pra Rancangan Pabrik Pembuatan Nori Dari Rumput Laut *Gracilaria Sp.* Kapasitas 4.000 Ton/Tahun** merupakan gagasan dan hasil karya saya sendiri dengan arahan komisi pembimbing, dan belum pernah diajukan dalam bentuk apapun pada perguruan tinggi dan instansi manapun.

Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam skripsi ini.

Jika pernyataan saya tersebut diatas tidak benar, saya siap menanggung resiko yang ditetapkan oleh pihak Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, Oktober 2024



Amelia

431 20 076

## RINGKASAN

Pra rancangan pabrik pembuatan nori dari rumput laut *Gracillaria* sp. Dengan kapasitas 4.000 ton/tahun. Rumput laut *Gracilaria* sp. adalah jenis rumput laut dari kelas rhodophyceae (ganggang merah) yang termasuk jenis rumput laut penghasil agar-agar yang memiliki nilai ekonomis tinggi. Jenis rumput laut ini memiliki banyak manfaat dalam kehidupan sehari-hari baik sebagai bahan pangan, obat-obatan, dan bahan baku industri. Dalam dunia industri dan perdagangan, nori mempunyai manfaat sebagai pembungkus sushi dan bola-bola nasi serta makanan khas Jepang lainnya. Sebagai makanan ringan (snack), nori juga digunakan sebagai hiasan dan penyedap berbagai macam masakan Jepang.

Pabrik nori direncanakan akan didirikan pada tahun 2028 di Waetuo Kecamatan Tanete Riattang Timur Kabupaten Bone Provinsi Sulawesi Selatan dengan kapasitas 4.000 ton/tahun yang beroperasi selama 330 hari. Proses pembuatan nori dilakukan menggunakan metode casting seperti pada pembuatan edible film. Pada teknik ini rumput laut dicuci bersih dengan menggunakan air PDAM lalu di rendam dengan menggunakan Asam Asetat 4% lalu dilakukan pencucian dua setelah itu dihaluskan dengan menggunakan alat rotary cutter lalu dimasak selama 30 menit dengan suhu 98°C dengan menambahkan air dan bumbu-bumbu (saus tiram, minyak wijen dan gliserol). Setelah itu dicetak dan dipress dan dikeringkan dalam oven 50-60°C selama 6 jam kemudian di packing.

Bentuk perusahaan adalah Perseroan Terbatas dengan bentuk organisasi type garis dengan total tenaga kerja 175 orang. Sistem kerja karyawan berdasarkan pembagian menurut jam kerja yang terdiri dari shift dan non shift.

Pabrik ini layak untuk didirikan karena memberikan keuntungan yang ditinjau dari segi ekonomi, dimana data hasil analisis ekonomi yang diperoleh *Return on investment* (ROI) = 41,4324 %, *Pay out time* (POT) = 3,5547 tahun, *Internal rate of return* (IRR) = 29,80647197888 %, *Break event point* (BEP) = 46,7392 %

**Kata kunci** : rumput laut, *gracilaria* sp, nori

## SUMMARY

*For the design of a nori production factory from Gracillaria Sp. seaweed with a capacity of 4,000 tons per year. Gracilaria Sp. seaweed is a type of seaweed from the class Rhodophyceae (red algae) that is classified as a type of seaweed that produces agar-agar and has high economic value. This type of seaweed has many benefits in daily life, both as a food source, medicine, and raw material for industry. In the world of industry and trade, nori has benefits as a wrapping for sushi and rice balls, as well as other traditional Japanese foods. As a snack, nori is also used as a garnish and flavoring for various Japanese dishes*

*A nori factory is planned to be established in 2028 in Waetuo, Tanete Riattang Timur District, Bone Regency, South Sulawesi Province, with a capacity of 4,000 tons per year, operating for 330 days. The process of making nori is carried out using the casting method, similar to the production of edible film. In this technique, the seaweed is thoroughly washed with tap water, then soaked in 4% acetic acid, followed by two rinses. After that, it is ground using a rotary cutter and cooked for 30 minutes at a temperature of 98°C, with the addition of water and spices. (saus tiram, minyak wijen dan gliserol). After that, it is printed, pressed, and dried in an oven at 50-60°C for 6 hours, then packed.*

*The company is a Limited Liability Company with a line organizational structure and a total workforce of 175 people. The employee work system is based on division according to working hours, which consists of shifts and non-shifts.*

*This factory is worthy of establishment because it provides benefits from an economic perspective, where the results of the economic analysis show a Return on investment (ROI) of 41.4324%, a Pay Out Time (POT) of 3.5547 years, an Internal Rate of Return (IRR) of 29.80647197888%, and a Break Even Point (BEP) of 46.7392%.*

**Keywords :** seaweed, gracilasia sp, nori

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara kepulauan dengan jumlah pulau mencapai 17.001 dan panjang pantai mencapai 95.181 km yang merupakan pantai terpanjang keempat di dunia. Indonesia memiliki berbagai sumber daya hayati yang beragam dan melimpah (Badan Geospasial). Sumber daya hayati tersebut memiliki nilai ekonomi tinggi apabila diolah dengan baik. Salah satu sumber daya hayati andalan ekspor Indonesia dari sektor perikanan dan kelautan adalah rumput laut.

Data Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) tahun 2023 menunjukkan, produksi rumput laut Indonesia mencapai 9,12 juta ton pada 2021. Dengan potensi yang dimiliki, sampai dengan September 2022, volume ekspor rumput laut Indonesia di angka 180,6 ribu ton dengan nilai mencapai USD455,7 juta, atau meningkat 93% dibanding periode sama di 2021. Menurut Badan Pusat Statistik (BPS), produksi rumput laut di Indonesia tersebar adalah di Sulawesi Selatan mencapai 1,63 juta ton basah pada 2020 (Sari, 2023).

Salah satu wilayah di Sulawesi Selatan yang memiliki potensi besar dalam produksi rumput laut *Gracilaria sp.* adalah Kab. Bone. Kab. Bone merupakan salah satu kabupaten di pesisir timur Sulawesi Selatan yang memiliki luas wilayah 4.559 km<sup>2</sup>, panjang garis pantai 138 km dan mempunyai 10 kecamatan pesisir, dengan areal pertambakan seluas 15,424,31

hektar. Areal pertambakan di wilayah Kab. Bone ini sangat sesuai untuk budidaya rumput laut *Gracilaria sp.* (Syahrir, 2017). Data produksi *Gracilaria sp.* di Kab. Bone berjumlah 88.894,7 ton (DPK SULSEL 2023). Selain tersedia sepanjang tahun, harga *Gracilaria sp.* relatif lebih murah, sehingga dalam hitungan ekonomis lebih menguntungkan (Fransiska, 2022).

Ma'ruf et al. (2013) mengatakan bahwa ganggang merah (*Rhodophyceae*) seperti *Gracilaria sp.* mengandung karbohidrat 72,50%, protein 4,61%, lemak 3,32%, abu 19,58%, dan beberapa mineral yang memiliki kadar karaginan 54-73% sehingga bisa dimanfaatkan untuk bahan baku pembuatan nori dengan teknik *edible film* (Alwahida, 2023). Dalam dunia industri dan perdagangan, nori mempunyai manfaat sebagai pembungkus sushi dan bola-bola nasi serta makanan khas Jepang lainnya. Sebagai makanan ringan (*snack*), nori juga digunakan sebagai hiasan dan penyedap berbagai macam masakan Jepang, (Teddy, 2009).

Berkembangnya restoran Cina dan Jepang yang menyajikan menu siap saji di Indonesia menyebabkan kebutuhan nori meningkat sebesar 80%. Sehingga dalam pemenuhan kebutuhan nori yang terus meningkat yaitu dengan melakukan impor nori dari Jepang, China dan Korea. Pada tahun 2023 data BPS menunjukkan nilai impor produk nori mencapai 104.153 ton. Nilai impor nori yang besar menjadi perhatian oleh pemerintah karena berkaitan dengan program pemerintah untuk mengurangi ketergantungan pada produk impor. Dengan adanya ketersediaan bahan baku yang melimpah



memungkinkan untuk mendirikan pabrik nori di Indonesia khususnya di Bone, Sulawesi Selatan.

Pendirian pabrik nori diharapkan dapat mencukupi kebutuhan nori dalam negeri dan dapat menaikkan pertumbuhan ekonomi melalui ekspor. Manfaat lainnya untuk membuka lapangan kerja baru sehingga mengurangi angka pengangguran dan meningkatkan pendapatan asli daerah setempat.

## **1.2 Kapasitas Rancangan**

Penentuan kapasitas produksi nori dapat dilihat dari beberapa aspek, salah satunya adalah aspek kebutuhan produk nori di Indonesia dan melimpahnya ketersediaan bahan baku. Adapun pertimbangan lain yang perlu diperhatikan dalam perancangan kapasitas pabrik nori yaitu *suplay* dan *demand*. *Suplay* adalah jumlah produk yang tersedia sedangkan *demand* adalah jumlah permintaan terhadap produk tersebut.

### a) *Suplay*

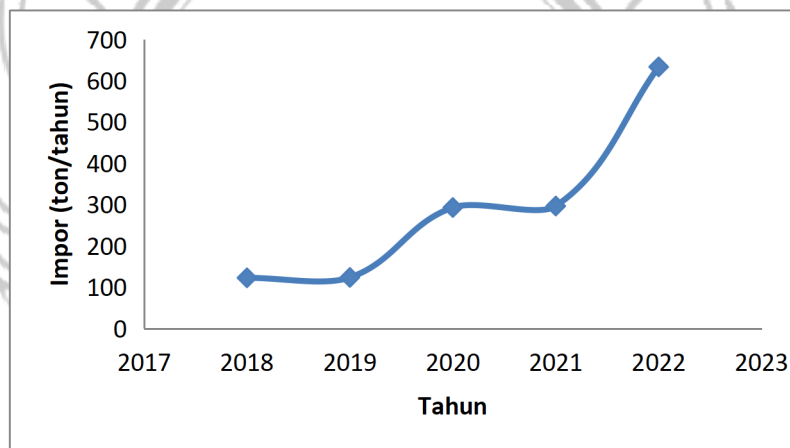
*Suplay* diperoleh dari data impor nori dan produksi nori dalam negeri. Indonesia masih mengimpor nori dari luar negeri. Berdasarkan data BPS (Badan Pusat Statistik), data impor nori dari tahun 2020-2023 adalah sebagai berikut :

Tabel 1. 1 Kebutuhan Impor Nori di Indonesia

Tahun	Impor (ton/tahun)	%P
2018	122,847	0
2019	123,719	1%
2020	292,999	137%
2021	296,621	1%
2022	633,476	114%
$\Sigma\%P$		252%
I		0,5

Sumber : BPS (2023)

Berdasarkan data Tabel 1.1, maka diperoleh grafik hubungan antara impor nori di Indonesia setiap tahun.



Gambar 1. 1 Grafik Impor Nori di Indonesia setiap tahun

Untuk mengetahui prediksi jumlah impor nori pada tahun pendirian pabrik yaitu tahun 2028 maka dapat dihitung dengan Persamaan disconted sebagai berikut (Ulrich, 1984) :

$$m = P (1+i)^n \dots\dots\dots (1.1)$$

Dimana :

m = jumlah produk pada tahun yang diperhitungkan

P = jumlah produk pada tahun terakhir yang diketahui

$i$  = rata-rata pertumbuhan pertahun

$n$  = selisih tahun

Sehingga :

$$m = 633,476 (1+50\%)^5$$

$$m = 4.885,852 \text{ ton/tahun}$$

. Dari persamaan yang diperoleh, dapat diproyeksikan kebutuhan impor di Indonesia pada tahun 2028 sebesar 4.886 ton/tahun.

Sebagai bahan tinjauan dan tolak ukur dalam penentuan kapasitas produksi juga dibutuhkan data pabrik di Indonesia yang memproduksi nori. Daftar pabrik nori di Indonesia tahun 2023 disajikan dalam Tabel 1.2

Tabel 1. 2 Daftar pabrik nori di Indonesia

<b>Nama Pabrik</b>	<b>Kapasitas Produksi (ton/tahun)</b>
PT. Indonusa Algemes Prima	6.000
PT. Asia Sejahtera Mina	4.800
UD. Agrindo Prima Sejati	4.800
PT. Yuxing Algae Internasional	4.000
PT. Karya Samudra Global	3.600
UD. Rahmat Bahari	3.000
PT. Rula Lautan Nusantara	2.400
PT. Yonkou Indonesia	2.400
CV. Bahana Cipta Mandiri	1.300
CV. Tirta Surya Sri Rejeki	900
PT. Phoenix Jaya	600

PT. Agar Sari Jaya	500
PT. Sentosa Sumber Galesong	240
<hr/>	
Jumlah	34.540

Sumber : UPI Jawa Timur (2014); Otoritas Jasa Keuangan (2016); Juarsa (2019)

Berdasarkan data impor dan produksi nori di Indonesia pada tahun 2028 maka nilai *supply* dapat ditentukan yaitu :

$$\begin{aligned}
 \text{Supply} &= \text{Impor} + \text{Produksi} \\
 &= 4.886 \text{ ton/tahun} + 34.540 \text{ ton/tahun} \\
 &= 39.426 \text{ ton/tahun}
 \end{aligned}$$

b) *Demand*

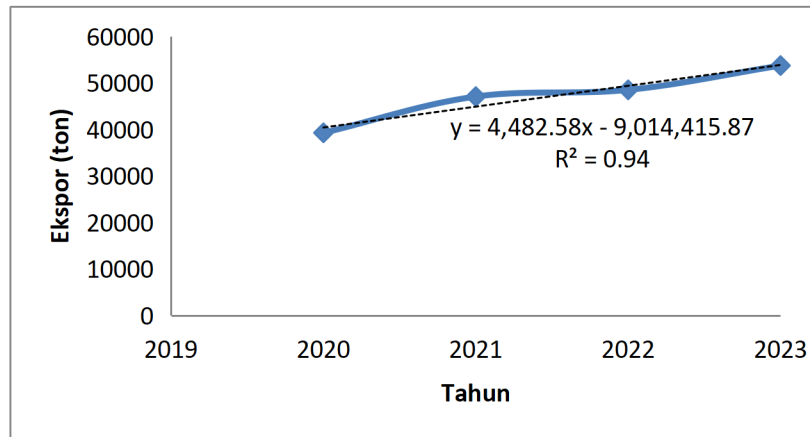
Nilai *demand* diperoleh dari nilai ekspor dan konsumsi nori. Berdasarkan data dari BPS (Badan Pusat Statistik), data ekspor nori dari tahun 2020-2023 adalah sebagai berikut:

Tabel 1. 3 Ekspor nori di Indonesia

Tahun	Ekspor (ton/tahun)
2020	39.250
2021	47.046
2022	48.493
2023	53.710

Sumber : BPS (2023)

Untuk mengetahui pediksi jumlah ekspor nori pada tahun perancangan yaitu 2028, maka dibuat dengan metode linierisasi seperti pada Gambar 1.2



Gambar 1. 2 Ekspor nori di Indonesia tiap tahun

Berdasarkan grafik linierisasi diatas diperoleh persamaan  $y = 4.482,58x - 9.014.415,87$  dimana “x” merupakan tahun dan “y” adalah nilai ekspor nori pertahun dalam ton. Kebutuhan ekspor nori di Indonesia pada tahun 2028 dapat diprediksikan dari persamaan yang telah diperoleh yakni sebesar 76.262 ton.

Sebagai bahan tinjauan dalam perhitungan demand juga dibutuhkan data konsumsi nori atau daftar industri yang menggunakan nori di Indonesia. Daftar pabrik di Indonesia yang mengkonsumsi nori tahun 2023 dapat dilihat pada Tabel 1.4

Tabel 1. 4 Daftar pabrik di Indonesia yang menggunakan nori sebagai bahan baku

<b>Perusahaan</b>	<b>Konsumsi (ton/tahun)</b>
PT. Hong Algae Internasional	4.000
PT. Aneka Dasuib Jaya	1.000
PT. Tokinori Kilau Perkasa	500
PT. Tata Rasa Boga	500
PT. Bestagor Pureindo Internasional	200
<b>Jumlah</b>	<b>6.200</b>

Sumber : KEMENPERIN (2023)

$$\begin{aligned}
 Demand &= \text{Ekspor} + \text{Konsumsi} \\
 &= 76.262 \text{ ton/tahun} + 6.200 \text{ ton/tahun} \\
 &= 82.462 \text{ ton/tahun}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan proyeksi impor, ekspor, konsumsi dan produksi pada tahun 2028, maka penentuan kapasitas perancangan pabrik nori sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Peluang} &= Demand - \text{Suplay} \\
 &= 82.462 \text{ ton/tahun} - 39.426 \text{ ton/tahun} = 43.036 \text{ ton/tahun}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan, kebutuhan nori pada tahun 2028 diperoleh sebesar 43.036 ton/tahun, sehingga diambil kapasitas 4.000 ton/tahun untuk memenuhi 10% dari peluang atau kebutuhan nori di Indonesia.

c) Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan dalam produksi nori yaitu rumput laut *Gracilaria sp.* Rumput laut tersebut banyak dimanfaatkan sebagai bahan pangan dan kebutuhan lainnya. Kelimpahan rumput laut *Gracilaria sp.* di Indonesia dapat dilihat pada Tabel 1.5

Tabel 1. 5 Kelimpahan Rumput Laut *Gracilaria sp.* di Indonesia

Provinsi	2019 (ton)	2020 (ton)	2021(ton)
Banten	48.588,22	48.601,23	23.898,23
Daerah Istimewa	474,80	0,00	0,00
Gorontalo	0,00	8.667,07	6.017,56
Jawa Barat	89.149,24	87.274,92	94.030,26
Jawa Tengah	46.445,49	56.735,40	56.553,28
Jawa Timur	12.164,85	11.543,92	18.741,65
Kalimantan Timur	21.661,49	25.152,21	21.981,22
Lampung	0,00	113,70	0,00
Nusa Tenggara Barat	28.857,02	167.293,20	22.035,89
Sulawesi Selatan	969.351,10	1.041.941,67	1.106.996,49
Sulawesi Tengah	7.347,04	6.306,44	562.791,93

Sulawesi Tenggara	0,00	3.097,23	3.138,68
Sulawesi Utara	0,00	3,40	0,00

Sumber : KKP (2021)

Provinsi Sulawesi Selatan merupakan daerah penghasil rumput laut *Gracilaria sp.* terbanyak di Indonesia mencapai 1.106.996,49 ton pada tahun 2021. Kelimpahan rumput laut *Gracilaria sp.* di Sulawesi Selatan tahun 2023 dapat dilihat pada Tabel 1.6

Tabel 1. 6 Kelimpahan rumput laut *Gracilaria sp.* di Sulawesi Selatan

Kabupaten	Jumlah Produksi (ton)
Luwu	168.461,80
Luwu Utara	91.449,70
Luwu Timur	75.430,00
Wajo	23.635,40
Bone	88.894,00
Sinjai	9.165,30
Bulukumba	19,00
Takalar	47.394,10
Maros	2.525,00
Pangkep	6.360,00
Pinrang	148,50
Palopo	68.812,90

Sumber : DKP SULSEL (2023)

Daerah penghasil *Gracilaria sp.* terbesar kedua di Sulawesi Selatan adalah Kabupaten Bone. Produksi *Gracilaria sp.* di Kabupaten Bone mencapai 88.894 ton pada tahun 2023. Data menunjukkan bahwa ketersediaan bahan baku di Kabupaten Bone dapat memenuhi kebutuhan pabrik Nori yang akan dirancang dengan kapasitas produk 4.000 ton/tahun.

### 1.3 Penentuan Lokasi Pabrik

Secara geografis, penentuan lokasi pabrik sangat menentukan kemajuan serta kelangsungan dari suatu industri kini dan pada masa yang akan datang

karena berpengaruh terhadap faktor produksi dan distribusi air pabrik yang didirikan. Pemilihan lokasi pabrik harus tepat berdasarkan perhitungan biaya produksi dan distribusi yang minimal serta pertimbangan sosiologi dan budaya masyarakat di lokasi pabrik. Oleh karena itu perlu diadakan evaluasi sehingga lokasi terpilih benar-benar memenuhi persyaratan bila ditinjau dari segala segi, sehingga proses dapat berjalan dengan baik, aman dan kontinyu.

Faktor- faktor yang harus dipertimbangkan dalam pemilihan lokasi pabrik dapat digolongkan menjadi dua, yaitu (Anna & Jumrah, 2022):

#### 1.3.1 Faktor utama

##### 1. Penyediaan bahan baku

Lokasi pabrik nori dipilih dekat bahan baku dan harga dari bahan baku, maka pabrik hendaknya didirikan dekat dengan sumber bahan baku itu, sehingga masalah pengadaan dapat teratasi. Hal-hal yang perlu diperhatikan mengenai bahan baku adalah:

- a) Letak sumber bahan baku
- b) Kapasitas sumber bahan baku dan berapa lama sumber tersebut dapat diandalkan pengadaanya
- c) Kualitas bahan baku yang ada, apakah memenuhi syarat
- d) Cara memperoleh dan cara pengangkutan ke lokasi pabrik
- e) Apakah masih ada kemungkinan bahan baku lain yang dapat digunakan sebagai bahan baku alternatif



## 2. Pemasaran (marketing)

Pemasaran merupakan salah satu faktor penting dalam industri kimia karena berhasil atau tidaknya pemasaran akan menentukan kebutuhan industri tersebut.

Hal-hal yang harus diperhatikan adalah

- a) Tempat produk yang akan dipasarkan
- b) Kebutuhan produk saat sekarang dan akan datang
- c) Pengaruh persaingan yang ada
- d) Jarak pemasaran dari lokasi, dana sarana pengangkut untuk daerah pemasaran

## 3. Utilitas (sumber air, tenaga listrik dan bahan bakar)

Unit utilitas dalam suatu pabrik sangatlah penting karena merupakan sarana bagi kelancaran proses produksi. Unit utilitas terdiri dari

### a. Air

Air merupakan kebutuhan yang sangat penting dalam suatu industri. Air digunakan untuk kebutuhan proses dan kebutuhan lainnya. Untuk memenuhi kebutuhan ini air dapat diambil dari tiga macam sumber yaitu:

- a) Air Sungai
- b) Air Kawasan
- c) Air PDAM

Bila air dibutuhkan dalam jumlah besar, maka pengambilan air Sungai (sumber) akan lebih ekonomis. Hal-hal yang diperhatikan dalam pemilihan sumber air:

- a) Kemampuan sumber air untuk melayani pabrik
- b) Kualitas air yang disediakan
- c) Pengaruh musim terhadap kemampuan penyediaan air
- d) Memperkirakan kebutuhan air yang mendukung industri termasuk untuk air yang tersedia untuk mencegah kebakaran
- e) Memperhatikan efek pembuangan limbah dari aktivitas industri terhadap lingkungan sekitar yang dapat menyebabkan kontaminasi terhadap air.

Untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari diambil dari dua sumber, yaitu air Sungai dan air PDAM. Air Sungai diolah terlebih dahulu pada unit utilitas untuk menghasilkan air yang berkualitas sesuai dengan ketentuan. Apabila dalam masa kemarau air Sungai surut maka ditambahkan air PDAM untuk memenuhi kebutuhan pabrik. Jadi air PDAM hanya bersifat cadangan.

#### b. Tenaga listrik dan bahan bakar

Listrik dan bahan bakar dalam industri mempunyai peranan penting terutama sebagai motor penggerak selain penerang untuk memenuhi kebutuhan yang lainnya. Hal-hal yang harus diperhatikan:

- a) Ada tidaknya jumlah tenaga listrik yang tersedia di daerah tersebut
- b) Harga tenaga listrik di daerah tersebut
- c) Harga tenaga listrik dan bahan bakar dimasa yang akan datang
- d) Mudah atau tidaknya mendapatkan bahan bakar
- e) Kemungkinan terjadi polusi udara

Sumber listrik diperoleh dari PLN, walaupun demikian tenaga generator sangat diperlukan sebagai cadangan yang harus siap bila setiap saat diperlukan karna listrik PLN tidak akan selamanya berfungsi dengan baik yang disebabkan pemeliharaan atau perbaikan jaringan listrik.

#### 4. Undang-undang dan peraturan pemerintah

Hal-hal yang perlu diperhatikan yaitu:

- a) Bagaimana ketentuan mengenai penentuan daerah-daerah industri
- b) Ketentuan-ketentuan mengenai jalan umum bagi industri di daerah tersebut

#### 5. Karakteristik dari lokasi yang dipilih

- a) Susunan tanah, daya dukung terhadap pondasi bangunan pabrik, kondisi jalan serta pengaruh air
- b) Penyediaan fasilitas tanah untuk perluasan atau pengembangan unit baru harga tanah

#### 6. Pengontrol terhadap bahaya banjir dan kebakaran

Hal-hal yang perlu diperhatikan antara lain;

- a) Apakah pabrik diluar jangkauan bahaya kebakaran
- b) Bagaimana kecepatan angin dan arahnya, perlu dipelajari situasi terbentuk yang pernah terjadi di tempat itu
- c) Bagaimana kemungkinan perluasan pabrik dimasa akan datang

### 1.3.2 Faktor khusus

#### 1. Transportasi

Masalah transportasi perlu diperhatikan agar kelancaran pembekalan *supply* bahan baku dan penyaluran produk dapat terjamin dengan biaya serendah mungkin dan dalam waktu yang singkat. Karna itu perlu diperhatikan faktor-faktor yang ada seperti :

- a) Jalan raya yang dapat dilalui kendaraan bermotor
- b) Adanya pelabuhan laut dan lapangan udara
- c) Sungai atau laut yang dilalui perahu atau kapal jarak sumber bahan baku dengan daerah pemasaran

#### 2. Tenaga Kerja

Kebutuhan tenaga kerja baik tenaga kerja kasar atau tenaga kerja ahli perlu diperhatikan karena akan berpengaruh terhadap kinerja dan kelancaran dari Perusahaan.

#### 3. Iklim dan alam sekitar

Hal-hal yang dapat diperhatikan adalah bagaimana keadaan alamnya, karena alam yang menyulitkan konstruksi akan mempertinggi ongkos konstruksi.

#### 4. Buangan Pabrik

Apabila buangan pabrik (*waste dipposal*) berbahaya bagi kehidupan disekitarnya, maka yang harus diperhatikan adalah:

- a) Cara menentukan bentuk buangan, terutama yang berhubungan dengan peraturan pemerintah dan peraturan setempat



## 1.4 Tinjauan Pustaka

### 1.4.1 Rumput laut

Rumput laut adalah tanaman laut yang termasuk ke dalam kelas makroalga (Dawezyński *et al.* 2007). Rumput laut ini sebenarnya merupakan tanaman tingkat rendah yang tidak memiliki perbedaan susunan kerangka seperti akar, batang dan daun. Meskipun wujudnya tampak seperti ada perbedaan, tetapi sesungguhnya merupakan bentuk thallus (Teddy, 2009). Menurut McHugh (2003), rumput laut terbagi kedalam tiga kelompok berdasarkan pigmen yang terkandung dalam rumput laut, yaitu *Rhodophyceae* (merah), *Phaeophyceae* (coklat) dan *Chlorophyceae* (hijau), sedangkan menurut Glicksman (1983), rumput laut dikelompokkan menjadi empat kelas berdasarkan pigmen yang dikandungnya yaitu *Rhodophyceae* (merah), *Cyanophyceae* (hijau biru), *Chlorophyceae* (hijau) dan *Phaeophyceae* (coklat).

Rumput laut merah dan rumput laut coklat memiliki nilai ekonomi yang cukup tinggi karena merupakan rumput laut penghasil hidrokoloid (agar, karagenan, alginat) yang digunakan sebagai pengental (*thickening*) dan pembuatgel (*gelling agent*) di berbagai industri terutama industri pangan. *Eucheuma*, *Gracilaria* dan *Gelidium* adalah rumput laut yang telah dimanfaatkan di Indonesia dan merupakan jenis-jenis rumput laut ekonomis (McHugn, 2003).

#### 1.4.2 *Gracilaria sp.*

Rumput laut *Gracilaria sp.* adalah jenis rumput laut dari kelas *Rhodophyceae* (ganggang merah) yang termasuk jenis rumput laut penghasil agar-agar yang memiliki nilai ekonomis tinggi. Jenis rumput laut ini memiliki banyak manfaat dalam kehidupan sehari-hari baik sebagai bahan pangan, obat-obatan dan bahan baku industri (Fidyansari et al., 2015). Agar-agar mengandung senyawa hidrokoloid yang bersifat gelatin yang digunakan sebagai pengental makanan. Oleh karena itu, permintaan industri agar-agar dari tahun ke tahun terus meningkat, sehingga memberikan keuntungan yang besar (Kusuma et al., 2013).

Jenis rumput laut *gracilaria* memiliki potensi untuk berkembang dengan baik secara vegetatif (Anton, 2017). Selain itu, jenis rumput laut ini sangat toleran terhadap perubahan kondisi lingkungan, baik di perairan laut, perairan payau sehingga sangat potensial untuk dibudidayakan di area tambak. Oleh sebab itu, banyak para petambak ikan yang kemudian beralih menjadi pembudidaya rumput laut. Pemindahan lokasi budidaya dari laut ke area tambak bertujuan untuk memudahkan para buruh tambak rumput laut untuk mengontrol perkembangan rumput laut (Widyorini, 2010).

Adapun klasifikasi rumput laut *Gracilaria sp.* adalah sebagai berikut menurut (Anggadiredja et al., 2006).

Divisi : *Rhodophyta*

Kelas : *Rhodophyceae*

Ordo : *Gigartinales*

Familia : *Gracilariaceae*

Genus : *Gracilaria*

Spesies : *Gracilaria sp.*

#### 1.4.3 Nori

Nori merupakan salah satu produk makanan dari rumput laut yang mendunia. Nori banyak digunakan dalam pembuatan makanan Jepang seperti sushi dan onigiri. Nori mengandung 37% karbohidrat, 2,8% lemak, 33,2% protein, 1602 mg/100 g potasium, 728,2 mg/100 g sodium, 720,2 mg/100 g fosfor, 359,2 mg/100 g kalsium, 9,73 mg/100 g vitamin C, 9,3 mg/100 g vitamin E, 23,830 IU/kg vitamin A, dan 2,90 µg/100 g vitamin B12 (Taboada et al., 2013). Komponen serat pangan pada nori didominasi oleh serat larut (soluble fiber). Serat pangan pada nori adalah jenis fucoidan dan alginat yang memiliki efek sebagai antioksidan apabila dikonsumsi (Kuda et al., 2005).

Nori memiliki nutrisi yang tinggi, kandungan protein nori mencapai 25-50% berat kering, lemak 2-3% berat kering dan berbagai macam vitamin. Kandungan protein dalam rumput laut berbeda-beda, hal ini dipengaruhi oleh faktor iklim dan kondisi lingkungan atau habitatnya. Vitamin B12 dalam nori sebesar 29 µg. Kandungan nutrisi yang cukup tinggi yang menjadikan nori sebagai salah satu makanan diet oleh masyarakat Jepang. Nori mengandung beberapa asam amino selain kandungan nutrisi yang menguntungkan diantaranya asam glutamat, glisin dan alanin yang berperan dalam menciptakan rasa pada nori, (Winarno, 2008).



Ukuran standar satu lembar nori di Jepang berbeda-beda tergantung pada kegunaannya, yaitu 20x18 cm<sup>2</sup> (Korringa, 1976) dan 21x19 cm<sup>2</sup>. Warna tidak dapat dijadikan pegangan kualitas, namun lembaran nori berkualitas tinggi umumnya berwarna hitam kehijauan, sedangkan nori berkualitas lebih rendah berwarna hijau hingga hijau muda. Satu lembar nori kering memiliki berat 2,5 sampai 3 g (Korringa, 1976) atau 3,5 sampai 4 g (FAO, 2008)

#### 1.4.3.1 Pemanfaatan nori

Nori merupakan salah satu produk olahan rumput laut alami yang dikeringkan berbentuk lembaran tipis yang bernilai gizi tinggi. Nori sering digunakan sebagai bahan pelengkap untuk membuat temakizushi, makizushi, onigiri, ajitsuke nori, okazunori, donburi, chirashizushi, okonomiyaki, takoyaki, yakisoba dan bisa dimakan secara langsung sebagai cemilan (Tianasari et al., 2018). Menurut Teddy (2009) Nori adalah persediaan berupa rumput laut yang dikeringkan berbahan baku rumput laut merah jenis *Porphyra* yang dapat ditambahkan bumbu di dalamnya seperti ajitsuke nori. Berikut ini adalah beberapa jenis nori dan pemanfaatannya dalam pangan :

- Yakinori ukuran standar

Nori tawar untuk menggulung temakisushi dan makisushi.

- Yakinori tipe setengah

Satu lembar nori ukuran standar dibagi dua, digunakan untuk membungkus seluruh bagian onigiri.

- Yakinori tipe sepertiga

Satu lembar nori dibagi tiga, diletakkan di bagian dasar onigiri sehingga mudah dipegang dengan tangan.

- Ajitsuke nori atau okazunori

Satu lembar nori standar yang sudah diberi bumbu garam dapur, kecap asin, gula atau mirin dipotong menjadi 8 atau 12 potongan kecil. Pada umumnya dimakan sebagai teman makan nasi sewaktu sarapan pagi atau dimakan begitu saja sebagai makanan ringan.

- Mominori

Ajitsuke nori yang sudah diberi bumbu garam, kecap asin, gula atau mirin dan dicabik-cabik sampai menjadi potongan berukuran kecil yang tidak seragam. Digunakan sebagai hiasan pada makanan Jepang seperti donburi atau chirashisushi.

- Kizaminori

Yakinori yang dipotong halus-halus dengan ukuran seragam, berfungsi sebagai hiasan seperti mominori.

- Aonori

Nori berwarna hijau berbentuk serbuk kasar berukuran 2-3 mm yang ditaburkan di atas okonomiyaki, takoyaki dan yakisoba. Berbeda dengan bahan baku nori standar, aonori menggunakan alga hijau jenis *Monostroma* dan *Enteromorpha* yang banyak dibudidayakan di Teluk Ise.

#### 1.4.3.2 Spesifikasi Nori

Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI 9015:2022) nori didefinisikan sebagai salah satu produk yang terbuat dari rumput laut jenis *Pyropial/Porphyra*, *Gracilaria*, *Ulva*, *Caulerpa* atau rumput laut lainnya. Produk dapat berupa lembaran, serpihan dan lembar gulungan, berbentuk kering dan/atau panggang dengan atau tanpa bumbu. Spesifikasi nori berdasarkan SNI dapat dilihat pada Tabel 1.7

Tabel 1. 7 Spesifikasi nori berdasarkan SNI

Parameter	Satuan	Persyaratan
a. Sensori	-	Min 7
b. Kimia		
- Kadar air	%	Maks 14,0
c. Cemarkan logam		
- Merkuri (Hg)		Maks 0,03
- Timbal (Pb)	mg/kg	Maks 0,2
- Kadmium (Cd)		Maks 0,05
- Arsen (As)		Maks 1,0

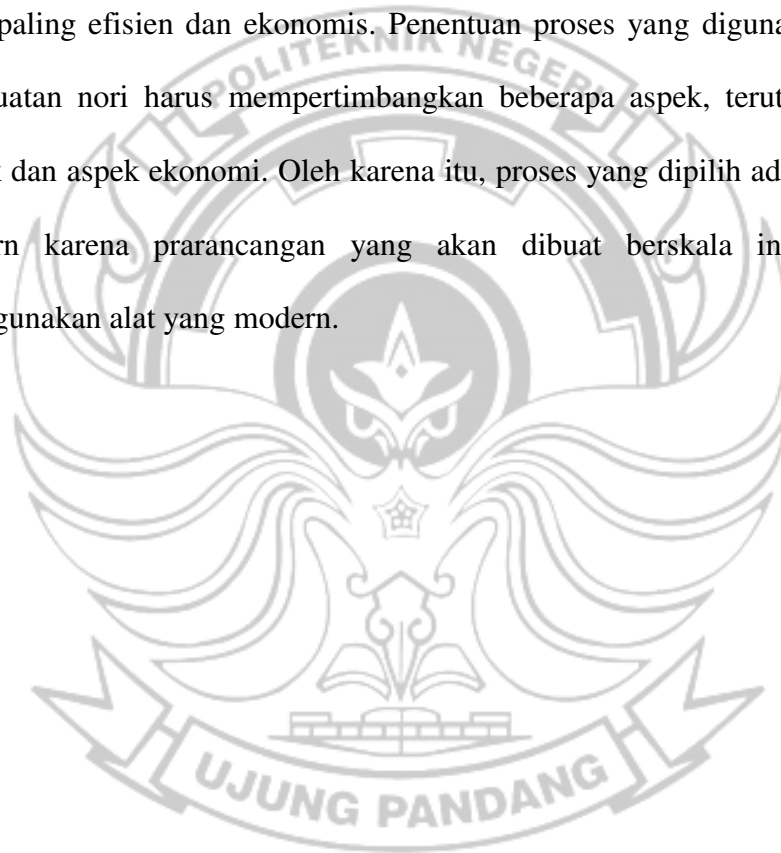
Sumber : SNI 9015:2022

#### 1.4.3.3 Uraian Proses Pembuatan Nori

Teknologi pengolahan nori di Jepang sudah berkembang. Dahulu pengolahan nori masih sangat sederhana dan tradisional, namun sekarang sudah menggunakan teknologi modern. Pengolahan secara tradisional adalah rumput laut dicuci bersih, kemudian dimasak sampai menjadi bubur. Selanjutnya bubur rumput laut dicetak dan dikeringkan dengan sinar matahari (Tanikawa 1971; Wikipedia, 2012). Sedangkan teknologi pengolahan nori secara modern adalah rumput laut dicuci bersih dan dipotong kecil-kecil secara mekanik. Hasil pemotongan dapat direndam dengan asam asetat 4%

ataupun tidak. Selanjutnya dimasak sampai menjadi bubur. Dalam proses perebusan dapat ditambahkan kecap, gula, minyak wijen, MSG ataupun ikan teri. Selanjutnya dicetak dan dikeringkan menjadi lembaran tipis (Wikipedia, 2012; Korringga, 1976; Terramoto, 1990).

Pemilihan proses dilakukan guna memperoleh proses yang efisien dengan produk terbaik. Proses yang dipilih diharapkan merupakan proses yang paling efisien dan ekonomis. Penentuan proses yang digunakan dalam pembuatan nori harus mempertimbangkan beberapa aspek, terutama aspek teknik dan aspek ekonomi. Oleh karena itu, proses yang dipilih adalah proses modern karena prarancangan yang akan dibuat berskala industri dan menggunakan alat yang modern.



## BAB II DESKRIPSI PROSES

### 2.1 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk

#### 2.1.1 Bahan baku

- Rumput laut *Gracilaria sp.*
  - Kadar abu : 8,09 %
  - Kadar lemak : 11,05 %
  - Kadar protein : 0,31 %
  - Kadar karbohidrat: 79,08 %
  - Iodium : 29,94 ppm

(Masrikhiyah & Wahyani, 2020)

- Air
  - Rumus Kimia :  $H_2O$
  - Berat molekul : 18,02 g/mol
  - Titik didih : 100°C
  - Titik beku : 0°C
  - Densitas : 1 g/cm<sup>3</sup>
  - Spesifik gravity : 1
  - Kenampakan : cairan, tidak berwarna
  - pH : 7

(Perry & Green, 1997)

- Asam asetat 4%
  - Rumus Kimia :  $\text{CH}_3\text{COOH}$
  - Berat molekul : 60,05 g/mol
  - Bentuk : Cairan
  - Warna : Tidak berwarna
  - Titik didih : 118°C
  - Spesifik gravity : 1,049<sup>20/4</sup>

(Perry's hal 2-28 tabel 2-2)

#### 2.1.2 Bahan Tambahan

- Minyak Wijen
  - Berat jenis : 0,916 – 0,921
  - Indeks bias : 1,4763
  - Bilangan iodium : 103 – 112
  - Bilangan penyabunan : 188 – 193
  - Bilangan Reichert-meissl : 1,2
  - Bilangan Hehnet : 95,6 – 95,9
  - Campuran asam-asam lemak bilangan iod : 109 – 122
  - Titik beku : 21 – 24 °C
  - Titik cair : 21 – 31,5 °C

(Restika, 2013)

- Saus Tiram
  - Lemak : 0,25 gr
  - Lemak jenuh : 0,043 gr

- Lemak tak jenuh ganda : 0,066 gr
- Lemak tak jenuh tunggal : 0,073 gr
- Protein : 1,35 gr
- Karbohidrat : 10,92 gr
- Serat : 0,3 gr
- Sodium : 2.733 mg
- Kalium : 54 mg

(Informasi Nilai Gizi Fatsecret, 2017)

▪ Gliserol

- Rumus Kimia :  $C_3H_5(OH)_3$
- Berat molekul : 92,094 g/mol
- Densitas : 1,257 g/mL
- Titik didih : 289 °C
- Suhu kritis : 450 °C
- Tekanan kritis : 40 bar
- Kapasitas panas : 260,94 J/mol K
- Viskositas : 1499 cP
- Panas pembentukan (25 °C) gas : kJ/mol K

(Vallepi, 2020)

### 2.1.3 Sifat produk

- Nori

- Kadar air : 9,82 – 12,89 %
- Kadar abu : 4,36 – 7,26 %
- Kadar lemak : 0,04 – 0,11 %
- Kadar protein : 5,91 – 6,84 %
- Karbohidrat : 70,71 – 73,51 %

(Teddy, 2009)

## 2.2 Konsep proses

Saat ini, teknik pembuatan nori semakin berkembang, apalagi dengan banyaknya produk nori dengan berbagai inovasi, seperti nori kering, nori berbumbu, nori panggang dan nori panggang berbumbu. Beberapa metode pengeringan digunakan dalam produksi nori, antara lain pengeringan tradisional menggunakan sinar matahari dan pengeringan mekanis menggunakan oven listrik. Pengeringan bertujuan untuk mengurangi kadar air rumput laut. Segi kualitas alat pengering oven listrik akan memberikan produk nori yang lebih baik dalam proses pembuatan. Pengeringan nori dimaksudkan untuk membentuk nori menjadi lembaran kering dan memberikan tekstur yang renyah.

Pembuatan nori rumput laut terlebih dahulu dilakukan pencucian I selama 15 menit untuk membersihkan dari pasir, kerang dan kotoran yang masih menempel pada rumput laut. Setelah itu dilakukan perendaman rumput laut *Gracilaria sp.* selama 2 jam dengan perbandingan rumput laut : air : asam asetat = 2 : 60 : 1, pencucian II ini bertujuan untuk membersihkan rumput laut dari asam



asetat dari proses perendaman, penghalusan menggunakan rotary cutter selama 15 menit hingga halus sampai menjadi bubur, pemasakan dengan suhu 100°C selama 30 menit dan selama proses pemasakan berlangsung, bubur rumput laut ditambahkan bumbu yaitu saus tiram, minyak wijen, garam dapur dan gliserol. Pencetakan dan pengepresan menggunakan mesin cetak dan pres. Pengeringan dilakukan menggunakan oven listrik dengan suhu optimum 70°C selama 6 jam dan selesai.

Bahan pengemas merupakan indikator yang paling penting untuk dapat mempertahankan mutu dan masa simpan nori. Nori dikemas menggunakan jenis pengemas yang sesuai seperti aluminium foil karena masa simpan nori menggunakan aluminium foil lebih lama dibandingkan jenis pengemas *Polypropylene* dan HDPE (*High Density Polyethylene*).

### **2.3 Langkah Proses**

Pembuatan nori terdiri dari beberapa tahapan yaitu :

1. Tahap persiapan bahan baku

Bahan baku yang berasal dari petani berupa rumput laut *Gracilaria sp.* yang telah kering disimpan di gudang penyimpanan bahan baku pada suhu 30°C dan tekanan 1 atm. Rumput laut diangkut menggunakan Belt Conveyor menuju tangki pencucian I.

2. Pencucian

Rumput laut selanjutnya dicuci dalam tangki pencucian I menggunakan air proses selama 15 menit pada suhu 30°C dan tekanan 1 atm. Rasio berat rumput

laut (kg) terhadap volume air (L) yaitu 1:6 (Jawara,2019). Proses pencucian ini bertujuan untuk menghilangkan partikel-partikel yang tidak diinginkan.

### 3. Perendaman

Dengan menggunakan penjepit cucian, rumput laut yang telah dicuci dipindahkan ke tangki perendaman. Sistem kerja mesin penjepit rumput laut ini yaitu berjalan dari tangki pencucian I ke tangki perendaman kemudian kembali ke tangki pencucian I, lama waktu yang digunakan penjepit rumput laut dari tangki pencucian I ke tangki perendaman  $\pm 30$  detik. Rumput Laut *Gracilaria sp.* direndam menggunakan air dan larutan asam asetat 4% dengan perbandingan rumput laut kering (kg) : air (L) : asam asetat 4% (L) = 2 : 60 : 1 selama  $\pm 2$  jam pada suhu 30°C dan tekanan 1 atm. Fungsi dari perendaman ini untuk melunakkan jaringan rumput laut menghilangkan bau amis yang terdapat pada rumput laut (Terramoto, 1990).

### 4. Pencucian II

Setelah perendaman di tangki kedua, selanjutnya dilakukan proses pencucian II di tangki ketiga dengan cara yang sama seperti pada proses pencucian pertama. Pencucian II dilakukan guna menghilangkan kadar asam asetat pada rumput laut yang sudah direndam selama  $\pm 2$  jam.

### 5. Penghalusan

Rumput laut yang sudah direndam akan dibawa menggunakan belt conveyor ke tempat rotary cutter. Rumput laut ditambahkan air dengan perbandingan antara rumput laut kering (kg) dengan air mineral (L) = 1 : 8, kemudian dihaluskan

menggunakan rotary cutter selama 15 menit pada suhu 30°C dan tekanan 1 atm. Proses ini bertujuan untuk mempermudah proses pemasakan dan pencetakan.

#### 6. Pemasakan

Bubur rumput laut hasil proses penghalusan selanjutnya dialirkan menggunakan screw conveyor ke tempat pemasakan. Bubur rumput laut dimasak dengan cooker pada suhu 100°C dan tekanan 1 atm selama kurang lebih 30 menit. Selama proses pemasakan, bubur rumput laut ditambahkan saos tiram dengan perbandingan 3 kg saos tiram : 20 kg rumput laut kering, minyak wijen dengan perbandingan 1 kg minyak wijen : 25 kg rumput laut kering, gliserol sebanyak 1,96% (v/v).

#### 7. Pencetakan dan pengepresan

Selanjutnya bubur hasil pemasakan menuju ke proses pencetakan di mesin pembuat nori dengan bantuan pompa reciprocation. Pompa reciprocation ini berfungsi mengalirkan bubur ke mesin pembuat nori dengan cara menyemprotkan bubur ke cetakan marker menjadi lembaran tipis (nori), kemudian dilakukan pengepresan dengan suhu 30°C dan menggunakan spons untuk menghilangkan kadar air nori.

#### 8. Pengeringan

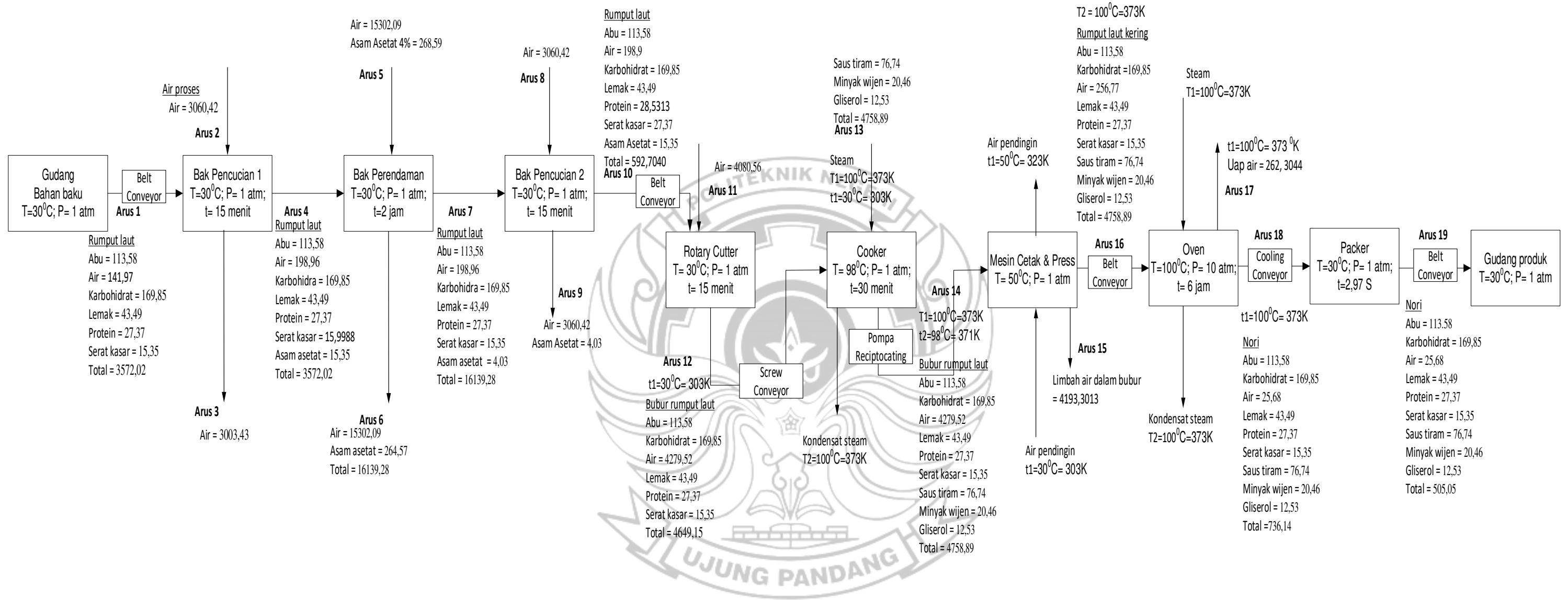
Pengeringan dilakukan dengan menggunakan oven pada suhu 70°C dan tekanan 1 atm selama 6 jam. Proses pengeringan ini bertujuan untuk mengurangi kandungan air di dalam nori sehingga dihasilkan nori yang lebih tahan lama dan mempunyai tekstur yang renyah.

## 9. Pengemasan

Nori selanjutnya dibawa menggunakan belt conveyer untuk dikemas lalu disimpan di dalam gudang penyimpanan pada suhu 30°C dan tekanan 1 atm.

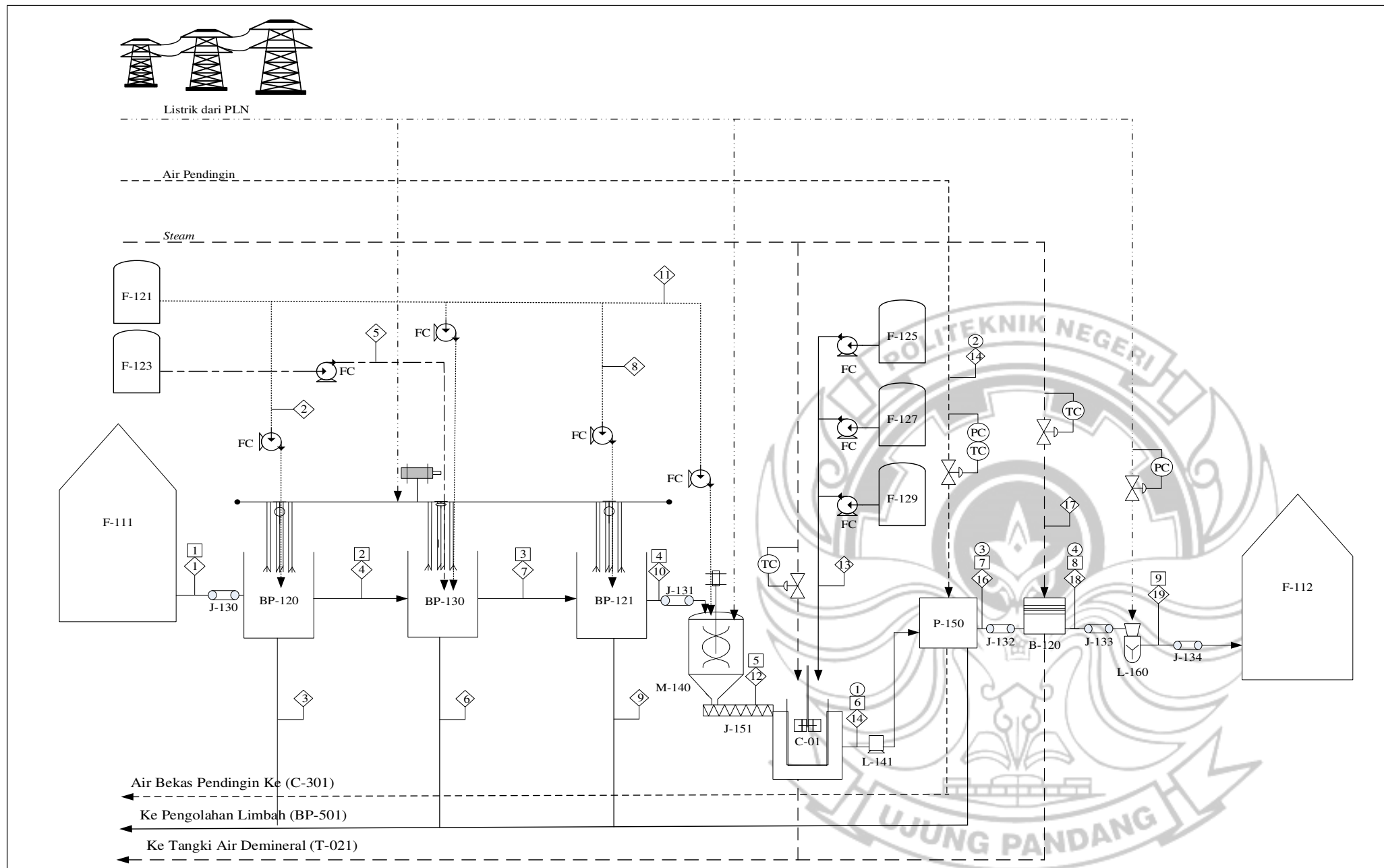


Gambar Diagram Kuantitatif Pembuatan Nori



PRA-RANCANGAN PABRIK PEMBUATAN NORI DARI RUMPUT LAUT

GRACILARIA SP. KAPASITAS 4.000 TON/TAHUN



Kode	Keterangan
F-111	Gudang Bahan Baku
F-121	Tangki Penyimpanan Air Proses
L-123	Tangki Penyimpanan Asam Asetat
F-125	Tangki Penyimpanan Saus Tiram
F-127	Tangki Penyimpanan Minyak Wijen
F-129	Tangki Penyimpanan Gliserol
J-130	Belt Conveyor
BP-120	Bak Pencucian 1
BP-130	Bak Perendaman
BP-121	Bak Pencucian
J-131	Belt Conveyor
M-140	Rotary Cutter
J-151	Screw Conveyor
C-01	Cooker
P-150	Mesin Cetak Nori
J-132	Belt Conveyor
B-120	Oven
J-133	Belt Conveyor
L-160	Packer
J-134	Belt conveyor
F-122	Gudang Produk
L-122	Pompa
L-136	Pompa
L-123	Pompa
L-124	Pompa
L-137	Pompa
L-138	Pompa
L-139	Pompa
L-141	Pompa
◇	Nomor Arus
□	Tekanan
○	Suhu
—	Arus Utama

Komponen	Bak Pencucian 1				Bak Perendaman				Bak Pencucian 2				Rotary Cutter		Cooker		Mesin Cetak & Press				Oven		Packer		
	Arus 1	Arus 2	Arus 3	Arus 4	Arus 4	Arus 5	Arus 6	Arus 7	Arus 7	Arus 8	Arus 9	Arus 10	Arus 10	Arus 11	Arus 12	Arus 12	Arus 14	Arus 14	Arus 15	Arus 16	Arus 16	Arus 17	Arus 18	Arus 18	Arus 19
Abu	113,58			113,58	113,58			113,58	113,58			113,58	113,58			113,58	113,58		113,58	113,58		113,58	113,58	113,58	113,58
Air	141,97	3060,42	3003,43	198,96	198,96	15302,09	15302,09	198,96	198,96	3060,42	3060,42	198,96	198,96	4080,56	4279,52	4279,52	4279,52	4279,52	4022,75	256,77	256,77	231,09	25,68	25,68	25,68
Karbohidrat	169,85			169,85	169,85			169,85	169,85			169,85	169,85			169,85	169,85		169,85	169,85		169,85	169,85	169,85	169,85
Lemak	43,49			43,49	43,49			43,49	43,49			43,49	43,49			43,49	43,49		43,49	43,49		43,49	43,49	43,49	43,49
Protein	27,37			27,37	27,37			27,37	27,37			27,37	27,37			27,37	27,37		27,37	27,37		27,37	27,37	27,37	27,37
Serat kasar	15,35			15,35	15,35			15,35	15,35			15,35	15,35			15,35	15,35		15,35	15,35		15,35	15,35	15,35	15,35
Asam asetat 4%						268,59	264,57	4,03	4,03			4,03													
Saus tiram																76,74	76,74	76,74		76,74	76,74		76,74	76,74	76,74
Minyak wijen																20,46	20,46	20,46		20,46	20,46		20,46	20,46	20,46
Gliserol																12,53	12,53	12,53		12,53	12,53		12,53	12,53	12,53
Total	3572,02	3572,02	3572,02	16139,28	16139,28	3633,04	3633,04	4649,15	4649,15	4758,89	4758,89	4758,89	4758,89	4758,89	4758,89	736,14	736,14	736,14	505,05	505,05	505,05	505,05	505,05	505,05	505,05



PRODI D-4 TEKNOLOGI REKAYASA KIMIA  
BERKELANJUTAN  
JURUSAN TEKNIK KIMIA  
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG  
2024

PRA-RANCANGAN PABRIK PEMBUATAN NORI  
DARI RUMPUT LAUT GRACILARIA SP.  
KAPASITAS 4000 TON/TAHUN

Digambar oleh:

1. Radia Nurfadillah (431 20 074)
2. Amelia (431 20 076)

Dosen Pembimbing:

1. Tri Hartono, LRSC., M.Chem.Eng.
2. Wahyu Budi Utomo. HND., M.Sc.

### BAB III NERACA MASSA

Produk = Nori

Kapasitas produksi = 4.000 ton/tahun  
= 4.000.000 kg/tahun

Waktu operasi = 330 hari/tahun

Satu hari kerja = 24 jam

Rate produksi =  $4.000.000 \text{ kg/tahun} \times \frac{1 \text{ tahun}}{330 \text{ hari}} \times \frac{1 \text{ hari}}{24 \text{ jam}}$   
= 505.0505 kg/jam

Basis yang digunakan = 100 kg/jam umpan rumput laut

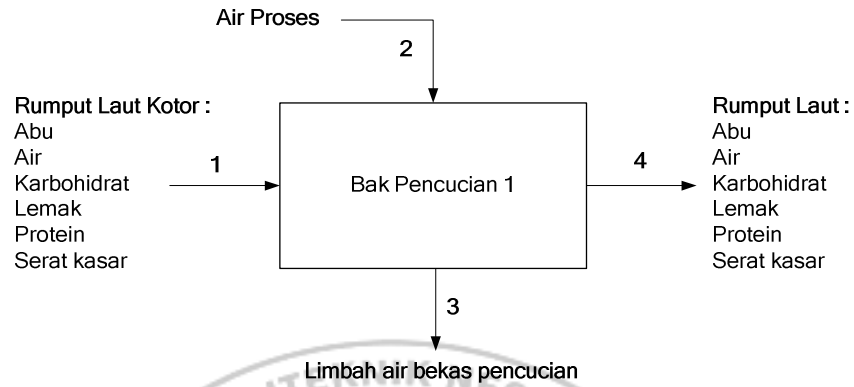
Data yang diketahui =

Tabel 3. 1 Komposisi rumput laut *Gracilaria* sp.

Komponen	Kadar %
Abu	22,2
Air	27,75
Karbohidrat	33,2
Lemak	8,5
Protein	5,35
Serat kasar	3
Jumlah	100

Sumber : ( Anggadiredja dkk., 2009).

### 3.1 BAK PENCUCIAN 1 (BP-120)



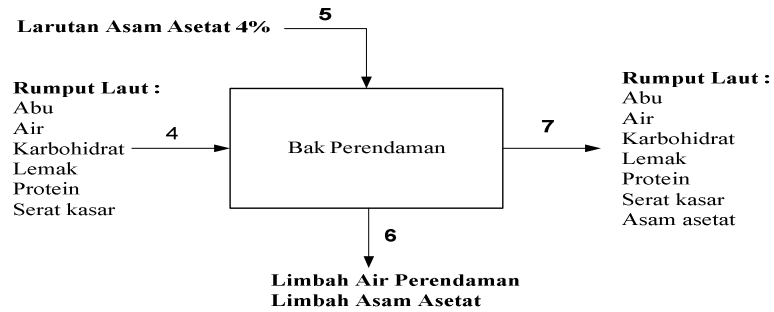
Fungsi : menghilangkan partikel-partikel yang tidak diinginkan.

Tabel 3. 2 Neraca Massa Bak Pencucian 1

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)	
	1	2	3	4
Abu	113,5762	-	-	113,5762
Air	141,9702	3.060,4179	3.003,4252	198,9630
Karbohidrat	169,8527	-	-	169,8527
Lemak	43,4864	-	-	43,4864
Protein	27,3708	-	-	27,3708
Serat Kasar	15,3481	-	-	15,3481
Total	3.572,0224		3.572,0224	



### 3.2 BAK PERENDAMAN (BP-130)

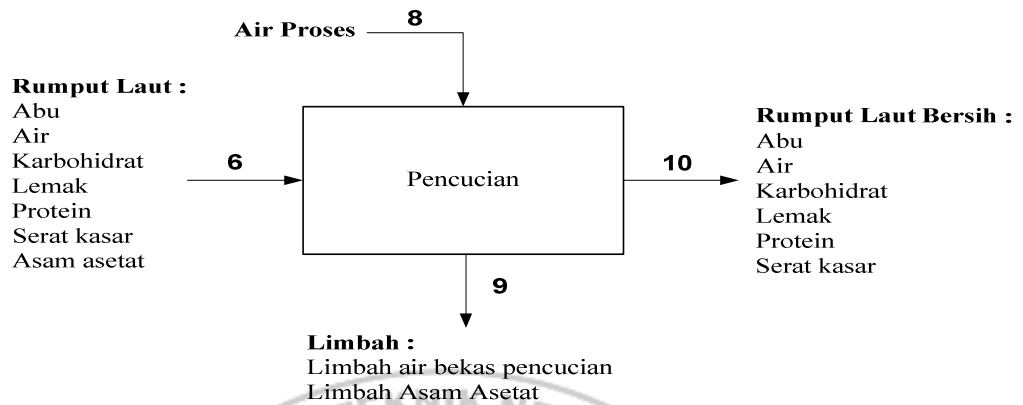


Fungsi : melunakkan jaringan rumput lauk dan menghilangkan bau amis

Tabel 3. 3 Neraca Massa Bak Perendaman

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)	
	4	5	6	7
Abu	113,5762	-	-	113,5762
Air	198,9630	15.302,0896	15.302,0896	198,9630
Karbohidrat	169,8527	-	-	169,8527
Lemak	43,4864	-	-	43,4864
Protein	27,3708	-	-	27,3708
Serat Kasar	15,3481	-	-	15,3481
Asam Asetat	-	268,5923	264,5660	4,0263
<b>Total</b>	<b>16.139,2791</b>		<b>16.139,2791</b>	

### 3.3 BAK PENCUCIAN 2 (BP-121)

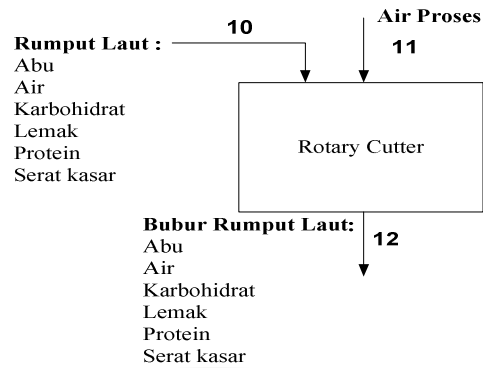


Fungsi : menghilangkan larutan asam asetat yang ada pada rumput laut yang telah direndam.

Tabel 3. 4 Neraca Massa Bak Pencucian 2

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)	
	7	8	9	10
Abu	113,5762	-	-	113,5762
Air	198,9630	3.060,4179	3.060,4179	198,9630
Karbohidrat	169,8527	-	-	169,8527
Lemak	43,4864	-	-	43,4864
Protein	27,3708	-	-	27,3708
Serat Kasar	15,3481	-	-	15,3481
Asam Asetat	4,0263	-	4,0263	-
<b>Total</b>	<b>3.633,0414</b>		<b>3.633,0414</b>	

### 3.4 ROTARY CUTTER (M-140)

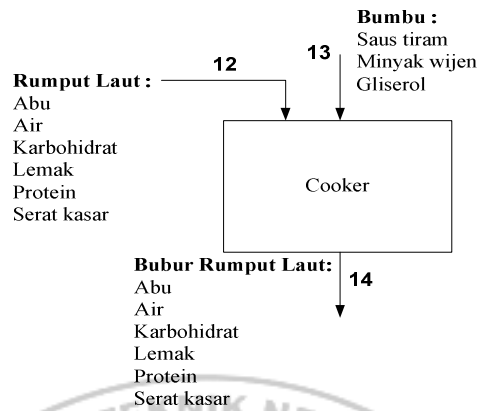


Fungsi : mempermudah proses pemasakan dan pencetakan

Tabel 3. 5 Neraca Massa Rotary Cutter

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)
	10	11	12
Abu	113,5762	-	113,5762
Air	198,9630	4.080,5572	4.279,5202
Karbohidrat	169,8527	-	169,8527
Lemak	43,4864	-	43,4864
Protein	27,3708	-	27,3708
Serat Kasar	15,3481	-	15,3481
<b>Total</b>	<b>4.649,1544</b>		<b>4.649,1544</b>

### 3.5 COOKER (C-01)

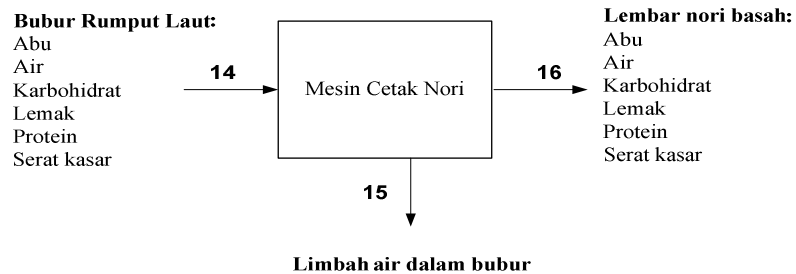


Fungsi : pemasakan dan penambahan bumbu pada bubur rumput laut.

Tabel 3. 6 Neraca Massa Cooker

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)
	12	13	14
Abu	113,5762	-	113,5762
Air	4.279,5202	-	4.279,5202
Karbohidrat	169,8527	-	169,8527
Lemak	43,4864	-	43,4864
Protein	27,3708	-	27,3708
Serat Kasar	15,3481	-	15,3481
Saus Tiram	-	76,7407	76,7407
Minyak Wijen	-	20,4642	20,4642
Gliserol	-	12,5343	12,5343
<b>Total</b>	<b>4.758,8936</b>		<b>4.758,8936</b>

### 3.6 MESIN CETAK DAN PRESS (P-150)

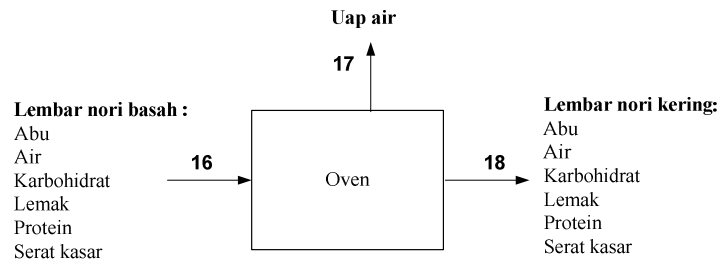


Fungsi : memotong dan mengurangi kadar air nori

Tabel 3. 7 Neraca Massa Mesin Cetak dan Press

Komponen	Input (Kg/Jam)		Output (Kg/Jam)	
	14	15	16	
Abu	113,5762	-	113,5762	
Air	4.279,5202	4.022,7490	256,7712	
Karbohidrat	169,8527	-	169,8527	
Lemak	43,4864	-	43,4864	
Protein	27,3708	-	27,3708	
Serat Kasar	15,3481	-	15,3481	
Saus Tiram	76,7407	-	76,7407	
Minyak Wijen	20,4642	-	20,4642	
Gliserol	12,5343	-	12,5343	
Total	4.758,8936	4.758,8936		

### 3.7 OVEN (B-120)

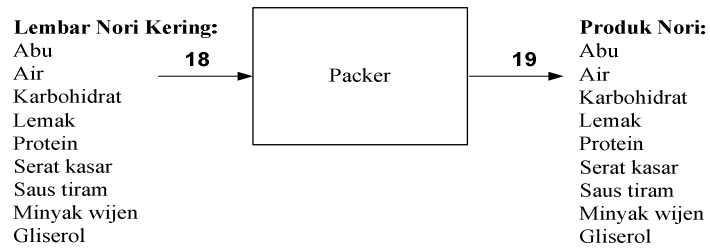


Fungsi : mengurangi kandungan air di dalam nori

Tabel 3. 8 Neraca Massa Oven

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)	
	16	17	18	
Abu	113,5762	-	113,5762	
Air	256,7712	231,0941	25,6771	
Karbohidrat	169,8527	-	169,8527	
Lemak	43,4864	-	43,4864	
Protein	27,3708	-	27,3708	
Serat Kasar	15,3481	-	15,3481	
Saus Tiram	76,7407	-	76,7407	
Minyak Wijen	20,4642	-	20,4642	
Gliserol	12,5343	-	12,5343	
Total	736,1446	231,0941	736,1446	

### 3.8 PACKER (L-160)



Fungsi : pengepakan produk agar tidak mudah rusak dan aman

Tabel 3. 9 Neraca Massa Packer

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)
	18	19
Abu	113,5762	113,5762
Air	25,6771	25,6771
Karbohidrat	169,8527	169,8527
Lemak	43,4864	43,4864
Protein	27,3708	27,3708
Serat Kasar	15,3481	15,3481
Saus Tiram	76,7407	76,7407
Minyak Wijen	20,4642	20,4642
Gliserol	12,5343	12,5343
Total	505,0505	505,0505

## BAB IV NERACA PANAS

Kapasitas produksi : 4.000 ton/tahun

Operasi pabrik : 330 hari/tahun

Basis perhitungan : 1 jam operasi

Satuan perhitungan : kkal/jam

Temperatur referensi : 298 °K (25°C)

Tekanan referensi : 1 atm

### 4.1 COOKER (C-01)

Tabel 4. 1 Neraca Panas Cooker

Komponen	Q in (kkal/jam)		Q out (kkal/jam)
	12	13	14
Air	21.437,2731	-	311.874,9486
Karbohidrat	321,9167	-	4.699,9837
Abu	180,2353	-	2.598,0083
Lemak	107,3081	-	1.537,7000
Protein	73,6887	-	1.081,6705
Serat kasar	36,2420	-	518,3610
Saus tiram	-	199,9073	2.918,6471
Minyak wijen	-	46,9252	685,1085
Gliserol	-	41,3524	603,7444
Sub total	22.444,8489		32.6518,1721
Steam	304.073,3232		
Total	326.518,1721		326.518,1721



#### 4.2 MESIN CETAK DAN PRESS (P-150)

Tabel 4. 2 Neraca Panas Mesin Cetak dan Press

Komponen	Input (kkal/Jam)	Output (kkal /Jam)	
	14	15	16
Air	311.874,9486	-	8.975,4252
Karbohidrat	4.699,9837	14.0614,9946	2.253,4169
Abu	2.598,0083	-	1.255,9056
Lemak	1.537,7000	-	745,5770
Protein	1.081,6705	-	517,1654
Serat Kasar	518,3610	-	251,6424
Saus Tiram	2.918,6471	-	1.399,3513
Minyak Wijen	685,1085	-	328,4767
Gliserol	603,7444	-	289,4665
Sub total	326.518,1721	156.631,4214	
Air Pendingin	-	169.886,7507	
Total	326.518,1721	326.518,1721	

### 4.3 OVEN (B-120)

Tabel 4. 3 Neraca Panas Oven

Komponen	Q in (kkal/jam)		Q out (kkal/jam)	
	16	17	18	
Air	6.416,0752	-	1.922,7072	
Karbohidrat	1.609,5835	1.7304,3652	4.828,7504	
Abu	898,6089	-	2.667,8267	
Lemak	533,9530	-	1.578,8067	
Protein	369,0981	-	1.111,4509	
Serat kasar	180,2615	-	532,1775	
Saus tiram	999,5367	-	2.998,6100	
Minyak wijen	234,6262	-	703,8786	
Gliserol	206,7618	-	620,2854	
Sub total	11.448,5048		34.268,8586	
Steam	22.820,3538		-	
Total	34.268,8586		34.268,8586	

## BAB V SPSESIFIKASI ALAT

### 5.1 Gudang Bahan Baku

Kode	: F-111
Fungsi	: Menyimpan bahan baku rumput laut <i>Glacilaria sp.</i>
Bentuk	: Bangunan persegi
Bahan Konstruksi	: Beton bertulang
Waktu Penyimpanan	: 7 hari
Kapasitas	: 511,6045 kg/jam
Volume Gudang	: 98,4155 m <sup>3</sup>
Panjang	: 7,0148 m
Lebar	: 7,0148 m
Tinggi Gudang	: 2 m

### 5.2 Belt Conveyor

Kode	: J-130
Fungsi	: mengangkut rumput laut dari gudang bahan baku menuju bak pencucian 1
Tipe	: <i>Flat belt on flat-belt idlers</i>
Kapasitas	: 511,6045 kg/jam
Panjang belt	: 9,144 m
Lebar belt	: 14 in
Power	: 0,5 HP

### 5.3 Tangki Penyimpanan Air Proses

Kode	: F-121
Fungsi	: tempat penyimpanan air proses
Bentuk	: tangki silinder horizontal dengan bentuk tutup <i>torispherical head</i>
Bahan Kontruksi	: Stainless Steel SA 283 grade C
Volume tangki	: 153,0209 m <sup>3</sup>
OD Shell	: 5,4864 m
ID Shell	: 5,4642 m
Tebal Shell	: 0,3811 in
Tinggi head	: 1,1975 m
Tebal head	: 0,4718 in
Tinggi total tangki	: 9,5170 m

### 5.4 Pompa Tangki Air Proses

Kode	: L-122
Fungsi	: mengalirkan air proses dari tangki F- 121 ke Bak Pencucian 1 (BP-120)
Tipe	: <i>Centrifugal pump single stage</i>
Bahan Konstruksi	: <i>Commercial Steel</i>
Kapasitas	: 3.060,4179kg/jam
Ukuran nominal	: 1,25 in
Sch	: 80
Inside diameter	: 1,278 in

Outside diameter : 1,66 in

Daya : 0,5 HP

### **5.5 Pompa Tangki Air Proses**

Kode : L-123

Fungsi : mengalirkan air proses dari tangki F- 121 ke Bak  
Pencucian 2 (BP-122)

Tipe : *Centrifugal pump single stage*

Bahan Konstruksi : *Commercial Steel*

Kapasitas : 3.060,4179kg/jam

Ukuran nominal : 1,25 in

Sch : 80

Inside diameter : 1,278 in

Outside diameter : 1,66 in

Daya : 0,5 HP

### **5.6 Pompa Tangki Air Proses**

Kode : L-124

Fungsi : mengalirkan air proses dari tangki F- 121 ke Rotary Cutter  
(M-140)

Tipe : *Centrifugal pump single stage*

Bahan Konstruksi : *Commercial Steel*

Kapasitas : 4.080,5572 kg/jam

Ukuran nominal : 1,5 in

Sch : 80

Inside diameter : 1,5 in  
Outside diameter : 1,9 in  
Daya : 1,0 HP

### 5.7 Tangki Penyimpanan Asam Asetat

Kode : L-123  
Fungsi : tempat penyimpanan asam asetat  
Bentuk : tangki silinder horizontal dengan bentuk tutup  
*torispherical head*  
Bahan Kontruksi : Stainless Steel SA 283 grade C  
Volume tangki : 51,6189 m<sup>3</sup>  
OD *Shell* : 3,9624 m  
ID *Shell* : 3,9465 m  
Tebal *Shell* : 0,2921 in  
Tinggi *head* : 0,7723 m  
Tebal *head* : 0,4129 in  
Tinggi total tangki : 7,0455 m

### 5.8 Pompa Tangki Asam Asetat

Kode : L-136  
Fungsi : mengalirkan asam asetat dari tangki F- 123 ke Bak  
Perendaman (M-140)  
Tipe : *Centrifugal pump single stage*  
Bahan Konstruksi : *Commercial Steel*  
Kapasitas : 268,5923 kg/jam

Ukuran nominal	: 0,5 in
Sch	: 80
Inside diameter	: 0,546 in
Outside diameter	: 0,84 in
Daya	: 0,5

### 5.9 Tangki Penyimpanan Saus Tiram

Kode	: F-125
Fungsi	: tempat penyimpanan saus tiram
Bentuk	: tangki silinder horizontal dengan bentuk tutup <i>torispherical head</i>
Bahan Kontruksi	: Stainless Steel SA 283 grade C
Volume tangki	: 12,6811 m <sup>3</sup>
OD <i>Shell</i>	: 2,4384 m
ID <i>Shell</i>	: 2,4257 m
Tebal <i>Shell</i>	: 0,2208 in
Tinggi <i>head</i>	: 0,4698 m
Tebal <i>head</i>	: 0,3040 in
Tinggi total tangki	: 4,3848 m

### 5.10 Pompa Tangki Saus Tiram

Kode	: L-137
Fungsi	: mengalirkan saus tiram dari tangki F-125 ke Cooker (C-01)
Tipe	: <i>Centrifugal pump single stage</i>

Bahan Konstruksi : *Commercial Steel*  
Kapasitas : 76,7407 kg/jam  
Ukuran nominal : 0,25 in  
Sch : 80  
Inside diameter : 0,302 in  
Outside diameter : 0,54 in  
Daya : 0,5

### **5.11 Tangki Penyimpanan Minyak Wijen**

Kode : F-127  
Fungsi : tempat penyimpanan minyak wijen  
Bentuk : tangki silinder horizontal dengan bentuk tutup  
*torispherical head*  
Bahan Kontruksi : Stainless Steel SA 283 grade C  
Volume tangki : 3,9768m<sup>3</sup>  
OD *Shell* : 1,6764 m  
ID *Shell* : 1,6669 m  
Tebal *Shell* : 0,1834 in  
Tinggi *head* : 0,3388 m  
Tebal *head* : 0,2356 in  
Tinggi total tangki : 3,0182 m

### **5.12 Pompa Tangki Minyak Wijen**

Kode : L-138  
Fungsi : mengalirkan minyak wijen dari tangki F-127 ke Cooker



(C-01)

Tipe : *Centrifugal pump single stage*

Bahan Konstruksi : *Commercial Steel*

Kapasitas : 20,4642 kg/jam

Ukuran nominal : 0,25 in

Sch : 80

Inside diameter : 0,302 in

Outside diameter : 0,54 in

Daya : 0,5 HP

### **5.13 Tangki Penyimpanan Gliserol**

Kode : F-129

Fungsi : tempat penyimpanan gliserol

Bentuk : tangki silinder horizontal dengan bentuk tutup  
*torispherical head*

Bahan Kontruksi : Stainless Steel SA 283 grade C

Volume tangki : 2,0215 m<sup>3</sup>

OD *Shell* : 1,3716 m

ID *Shell* : 1,3621 m

Tebal *Shell* : 0,1713 in

Tinggi *head* : 0,2862 m

Tebal *head* : 0,2151 in

Tinggi total tangki : 2,4404 m

#### 5.14 Pompa Tangki Gliserol

Kode : L-139

Fungsi : mengalirkan Gliserol dari tangki F-129 ke Cooker  
(C-01)

Tipe : *Centrifugal pump single stage*

Bahan Konstruksi : *Commercial Steel*

Kapasitas : 12,5343 kg/jam

Ukuran nominal : 0,125 in

Sch : 80

Inside diameter : 0,215 in

Outside diameter : 0,405 in

Daya : 0,5 HP

#### 5.15 Bak Pencucian 1

Kode : BP-120

Fungsi : Tempat pencucian *Gracilaria sp.*

Bentuk : Bak berbentuk persegi

Spesifikasi keranjang pencucian :

Bahan : Stainless Steel (SS-316)

Panjang sisi : 0,6821 m

Diameter lubang : 10 mm

Jumlah unit : 1

Spesifikasi bak pencucian :

Bahan : Beton  
Panjang sisi : 1,3036 m  
Jumlah unit : 1

Spesifikasi crane dan hoist :

Kecepatan trolley : 100 ft/min  
Panjang crane : 12,19 m  
Daya trolley : 0,5 HP  
Kecepatan hoist : 25 ft/min  
Diameter rope : 0,625 in  
Daya hoist : 1,0 HP

#### 5.16 Bak Perendaman

Kode : BP-130  
Fungsi : Tempat perendaman *Gracilaria sp.*  
Tipe : bak berbentuk persegi

Spesifikasi keranjang perendaman :

Bahan : Stainless Steel (SS-316)  
Panjang sisi : 1,1215 m  
Diameter lubang : 10 mm  
Jumlah unit : 7

Spesifikasi tangki perendaman :

Bahan : Beton  
Panjang sisi : 3,4211 m  
Jumlah unit : 7

### 5.17 Bak Pencucian 2

Kode : BP-121  
Fungsi : Tempat pencucian 2 *Gracilaria sp.* setelah direndam  
Bentuk : Bak berbentuk persegi

Spesifikasi keranjang pencucian :

Bahan : Stainless Steel (SS-316)  
Panjang sisi : 0,7082 m  
Diameter lubang : 10 mm  
Jumlah unit : 1

Spesifikasi tangki pencucian :

Bahan : Beton  
Panjang sisi : 1,2765 m  
Jumlah unit : 1

Spesifikasi crane dan hoist :

Kecepatan trolley : 100 ft/min  
Panjang crane : 12,19 m  
Daya trolley : 0,5 HP  
Kecepatan hoist : 25 ft/min  
Diameter rope : 0,625 in  
Daya hoist : 1,5 HP

### 5.18 Belt Conveyor

Kode : J-131

Fungsi : mengangkat rumput laut dari bak pencucian 2 menuju Rotary Cutter

Tipe : *Flat belt on flat-belt idlers*

Kapasitas : 568,5972 kg/jam

Panjang belt : 9,144 m

Lebar belt : 14 in

Power : 0,5 HP

### 5.19 Rotary Cutter

Kode : M-140

Fungsi : menghaluskan rumput laut

Tipe : *Rotary Knife Cutter*

Bahan : Stainless Steel

Feed rate : 4.649,1544 kg/jam

Screen opening : 1,5 in

Power mesin : 11 HP

Floor space : 54 x 34 in<sup>2</sup>

Jumlah unit : 2

### 5.20 Screw Conveyor

Kode : J-151

Fungsi : mengangkat bubur rumput laut dari rotary cutter menuju cooker

Tipe : *Horizontal Screw Conveyor*

Kapasitas : 4.649,1544 kg/jam

Kecepatan : 55 rpm  
Diameter of shafts : 2 in  
Diameter of fligts : 10 in  
Panjang : 25 ft  
Power : 1,5 HP

### 5.21 Cooker

Kode : C-01  
Fungsi : tempat proses pemasakan dan penambahan bumbu  
Bentuk : Tangki silinder vertikal dengan bentuk tutup *torispherical head* yang dilengkapi dengan jaket pemanas dan pengaduk jenis *six flat blades turbin with 4 baffle*  
Bahan Kontruksi : *Carbon Steel SA-299*  
Volume tangki : 2,7246 m<sup>3</sup>  
OD *Shell* : 1,3716 m  
ID *Shell* : 1,3621 m  
Tebal *Shell* : 0,1576 in  
Tinggi *head* : 0,2854 m  
Tebal *head* : 0,1848 in  
Tinggi total tangki : 2,5548 m

Desain pengaduk :

Diameter impeller : 0,6810 m  
Panjang blade : 0,1703 m  
Lebar blade : 0,1362 m

Lebar baffle : 0,1102 m  
Jumlah baffle : 2 buah  
Power motor : 6 HP

Desain jaket pemanas :

Tinggi jaket : 1,6665 m  
Diameter jaket : 1,6256 m  
Luas jaket : 10,5811 m<sup>2</sup>

### 5.22 Pompa Cooker

Kode : L-141  
Fungsi : mengalirkan hasil dari Cooker (C-01) ke Mesin Cetak dan Press (P-150)  
Tipe : *Reciprocation pump*  
Bahan Konstruksi : *Commercial Steel*  
Kapasitas : 4.758,8936 kg/jam  
Ukuran nominal : 1,5 in  
Sch : 80  
Inside diameter : 1,5 in  
Outside diameter : 1,9 in  
Daya : 1,0 HP

### 5.23 Mesin Cetak Nori

Kode : P-150  
Fungsi : mencetak dan mempress bubur rumput laut menjadi lembaran Nori

Jenis : Mesin pencetak nori Seri TEDW18  
Panjang : 12,28 m  
Lebar : 3,625 m  
Tinggi : 2,65 m  
Jumlah panel : 6 buah  
Kapasitas : 7.200 – 10.000 lembar/jam  
Daya : 15,7436 HP

#### 5.24 Belt Conveyor

Kode : J-132  
Fungsi : mengangkut lembar nori basah dari mesin cetak menuju oven  
Tipe : *Flat belt on flat-belt idlers*  
Kapasitas : 736,1446 kg/jam  
Panjang belt : 9,144 m  
Lebar belt : 14 in  
Power : 0,5 HP

#### 5.25 Oven

Kode : B-120  
Fungsi : mengurangi kandungan air di dalam nori  
Tipe : *Tunnel Oven JY-800*  
Panjang oven : 5 m  
Lebar oven : 1,5 m  
Tinggi oven : 1,35 m  
Panjang nampan : 60 cm



Lebar nampan : 40 cm

Lebar belt : 80 cm

### 5.26 Belt Conveyor

Kode : J-133

Fungsi : mengangkut lembar nori kering dari oven menuju packer

Tipe : *Flat belt on flat-belt idlers*

Kapasitas : 505,0505 kg/jam

Panjang belt : 9,144 m

Lebar belt : 14 in

Power : 0,5 HP

### 5.27 Packer

Kode : L-160

Fungsi : pengepakan produk agar tidak mudah rusak dan aman

Bahan Konstruksi : Carbon steel SA-240 Grade M type 316

Kecepatan pengemasan: 1.212,1212 kemasan/jam

Volume kemasan : 954 cm<sup>3</sup>

### 5.28 Belt Conveyor

Kode : J-134

Fungsi : mengangkut produk nori dari packer menuju ke gudang produk

Tipe : *Flat belt on flat-belt idlers*

Kapasitas : 505,0505 kg/jam

Panjang belt : 9,144 m

Lebar belt : 14 in

Power : 0,5 HP

### **5.29 Gudang**

Kode : F-112

Fungsi : Tempat penyimpanan produk (nori)

Bentuk : Gudang berbentuk persegi

Bahan Konstruksi : Beton bertulang dan konstruksi baja berat

Waktu Penyimpanan : 7 hari

Kapasitas : 505,0505 kg/jam

Volume Gudang : 97,1548 m<sup>3</sup>

Panjang : 6,9697 m

Lebar : 6,9697 m

Tinggi Gudang : 2 m



## BAB VI UTILITAS

Utilitas adalah sekumpulan unit-unit atau bagian dari sebuah pabrik yang berfungsi untuk menyediakan ke butuhan penunjang proses produksi. Unit utilitas keberadaannya sangat penting dan harus ada dalam suatu pabrik agar proses produksi dapat berjalan dengan baik. Pada prarancangan pabrik nori ini, digunakan utilitas yang terdiri dari sebagai berikut:

### 6.1 Unit Penyediaan Steam

Unit ini bertujuan untuk mencukupi kebutuhan steam sebagai pemanas pada proses produksi pabrik nori. Kebutuhan steam pada pabrik pembuatan dekstrin dapat dilihat pada tabel 6.1

Tabel 6. 1 Kebutuhan Steam

No.	Nama Alat	Jumlah Steam (kg/jam)
1	Cooker	658,8478
2	Oven	42,3041
<b>Total</b>		<b>701,1519</b>

Faktor keamanan (fk) = 10% lebih besar dari kebutuhan steam, maka:

Total kebutuhan steam ( $W_s$ ) =  $(100\% + fk) \times$  kebutuhan steam normal

$$= (100\% + 10\%) \times 701,1519 \text{ kg/jam}$$

$$= 771,2671 \text{ kg/jam}$$

$$= 1.700,3508 \text{ lb/jam}$$

### 6.2 Unit Penyediaan Air

Kebutuhan air suatu industri dapat diperoleh dari berbagai sumber, seperti air sumur, air sungai, air danau maupun air laut. Pada prarancangan pabrik nori ini

sumber air yang digunakan untuk air umpan boiler, air sanitasi, air proses dan air pendingin berasal dari Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM). Pemilihan air PDAM sebagai sumber air umpan boiler, air sanitasi, proses dan air pendingin didasarkan atas pertimbangan lokasi pabrik dekat dengan pesisir pantai sehingga sulitnya air bersi. Penyediaan air dimaksudkan untuk memenuhi air yang meliputi:

1. Air Umpan Boiler

Berdasarkan perhitungan pada lampiran D, diperoleh total kebutuhan air umpan boiler = 771,1466 kg/jam

2. Air Sanitasi

Berdasarkan perhitungan pada lampiran D, diperoleh total kebutuhan air sanitasi = 1.781 kg/jam

3. Air Proses

Berdasarkan perhitungan pada lampiran D, diperoleh total kebutuhan air proses = 28.053,8309 kg/jam

4. Air Pendingin

Berdasarkan perhitungan pada lampiran D, diperoleh total kebutuhan air pendingin = 8.418,5503 kg/jam

Jadi, total kebutuhan air yang digunakan adalah sebagai berikut:

Air umpan boiler = 771,1466 kg/jam

Air sanitasi = 1.781 kg/jam

Air proses = 28.053,8309 kg/jam

Air pendingin = 8.418,5503 kg/jam +

---

$$\text{Total} = 39.959,55 \text{ kg/jam}$$

### 6.3 Unit Penyediaan Listrik

Tenaga Listrik pada pabrik digunakan untuk menggerakkan motor, penerangan, instrumentasi, dan kebutuhan lainnya. Kebutuhan listrik pada pabrik ini dipenuhi oleh 2 sumber, yaitu PLN dan generator. Generator digunakan jika sewaktu-waktu ada gangguan dari PLN. Adapun total kebutuhan listrik pada prarancangan pabrik nori ini dapat dilihat pada tabel 6.2

Tabel 6. 2 Penggunaan Listrik Pabrik Nori

No.	Penggunaan	Jumlah kW
1	Listrik untuk unit pabrikasi	56,482
2	Listrik untuk alat control	13,556
3	Listrik untuk penerangan	13,556
4	Listrik untuk bengkel dll	33,889
<b>Total</b>		<b>128,779</b>

### 6.4 Unit Penyediaan Bahan Bakar

Bahan bakar yang digunakan pada pabrik, untuk kebutuhan boiler dan generator adalah diesel oil. Pemilihan jenis bahan yang digunakan berdasarkan pertimbangan-pertimbangan sebagai berikut:

- Harganya relatif murah
- Mudah didapat
- Heating valuenya relatif tinggi
- Tidak menyebabkan kerusakan pada alat-alat

Total kebutuhan bahan bakar pada pabrik nori dapat dilihat pada Tabel 6.3

Tabel 6. 3 Penggunaan Bahan Bakar Pabrik Nori

No.	Penggunaan	Jumlah L/jam
1	Boiler	900,2115
2	Generator	1,04
<b>Total</b>		<b>901,252</b>

## 6.5 Spesifikasi Alat Utilitas

### 1. Bak Penampungan Air PDAM

Kode : BP-501

Fungsi : Tempat penyimpanan air bersih (air PDAM)

Bentuk : Persegi panjang

Material : Beton

Volume : 39,9595 m<sup>3</sup>

Panjang : 5,85 m

Lebar : 3,51 m

Tinggi : 2,34 m

### 2. Bak Penampung Air Bekas Perendaman

Kode : BP-502

Fungsi : Menampung air limbah bekas pencucian, perendaman dan pengepresan

Bentuk : Persegi panjang

Material : Beton bertulang

Volume : 33,8676 m<sup>3</sup>

Panjang : 5,21 m

Lebar : 3,12 m

Tinggi : 2,08 m

### 3. Electro Deionization

Kode : ED-101

Fungsi : Menghilangkan kandungan kation dan anion pada air

Tipe : *Electro deionization (EDI) stacks (E-cell-3X stack)*

Lebar : 31 cm

Tinggi : 61 cm

Kedalaman : 64 cm

Daya : 9 Hp

### 4. Tangki Penyimpanan Air Demineral

Kode : T-201

Fungsi : Tempat penyimpanan air demineral

Bentuk : Silinder tegak dengan tutup atas dan alas berbentuk torispherical

Material : *Stainless steel S A-28 grade C*

Tinggi : 1,744 m

Tebal : 0,2012 in

*Outside diameter:* 1,219 m

*Inside diameter:* 1,210 m

### 5. Boiler

Kode : B-301

Fungsi : Alat penyedia *steam*  
Tipe : *Water tube boiler*  
Bahan : *Carbon steel SA-285 grade C*  
Kapasitas : 771,2671 kg/jam  
Kebutuhan bahan bakar: 900,2115 liter/jam

#### 6. Cooling Tower

Kode : E-620  
Fungsi : Mendinginkan air panas yang keluar dari alat  
Tipe : Induced Draft Tower  
Suhu air masuk: 50°C  
Suhu air keluar: 30°C  
Laju Volume : 4,1185 gal/mnt  
Luas tower : 0,1701 m<sup>2</sup>  
Volume tower : 0,7652 m<sup>3</sup>  
Tinggi tower : 5 m  
Daya : 0.5 Hp

#### 7. Tangki Penyimpanan Bahan Bakar

Kode : T-202  
Fungsi : Tempat penyimpanan bahan bakar solar (*diesel fuel*)  
Tipe : Silinder tegak dengan tutup atas dan alas berbentuk torispherical  
Bahan konstruksi : *Stainless steel SA-283 grade C*  
Tinggi : 3,2096 m



Tebal : 0,264 in

Volume tangki : 25,9603 m<sup>3</sup>

#### 8. Generator

Kode : (G-401)

Fungsi : Alat penyedia cadangan listrik apabila terjadi gangguan

PLN

Tipe : Generator *diesel*

Kapasitas : 129 kW

Kebutuhan bahan bakar : 901,252 liter/jam

#### 9. Pompa (P-01)

Fungsi : Mengalirkan air dari PDAM menuju ke bak penampung

Tipe : Centrifugal pump

Bahan : Comercial steel

NPS : 4 in

Sch : 40

*Inside diameter:* 4,026 in

*Outside diameter:* 4,500 in

Daya standar : 5 Hp

#### 10. Pompa (P-02)

Fungsi : Mengalirkan air menuju bagian sanitasi

Tipe : Centrifugal pump

Bahan : Comercial steel

NPS : 1 in

Sch : 40

*Inside diameter:* 1,049 in

*Outside diameter:* 1,315 in

Daya standar : 0,5 Hp

#### 11. Pompa (P-03)

Fungsi : Mengalirkan air menuju bagian proses

Tipe : Centrifugal pump

Bahan : Comercial steel

NPS : 5 in

Sch : 40

*Inside diameter:* 4,026 in

*Outside diameter:* 4,500 in

Daya standar : 1 Hp

#### 12. Pompa (P-04)

Fungsi : Mengalirkan air pendingin ke alat yang membutuhkan air pendingin

Tipe : Centrifugal pump

Bahan : Comercial steel

NPS : 2 in

Sch : 40

*Inside diameter:* 2,067 in

*Outside diameter:* 2,375 in

Daya : 0,5 Hp

13. Pompa (P-05)

Fungsi : Mengalirkan air dari cooling tower menuju ke bak penampung

Tipe : Centrifugal pump

Bahan : Comercial steel

NPS : 1 in

Sch : 40

*Inside diameter:* 1,049 in

*Outside diameter:* 1,315 in

Daya : 0,5 Hp

14. Pompa (P-06)

Fungsi : Mengalirkan air dari bak penampung menuju tangki air demineral

Tipe : Centrifugal pump

Bahan : Comercial steel

NPS : 1 in

Sch : 40

*Inside diameter:* 1,049 in

*Outside diameter:* 1,315 in

Daya : 0,5 Hp

15. Pompa (P-07)

Fungsi : Mengalirkan air dari tangki air demineral menuju ke boiler

Tipe : Centrifugal pump

Bahan : Comercial steel

NPS : 1 in

Sch : 40

*Inside diameter:* 1,049 in

*Outside diameter:* 1,315 in

Daya : 0,5 Hp

#### 16. Pompa (P-08)

Fungsi : Mengalirkan bahan bakar dari tangki penyimpanan bahan bakar menuju boiler

Tipe : Centrifugal pump

Bahan : Comercial steel

NPS :  $\frac{1}{4}$  in

Sch : 40

*Inside diameter:* 0,364 in

*Outside diameter:* 0,540 in

Daya : 0,5 Hp

#### 17. Pompa (P-09)

Fungsi : Mengalirkan air limbah ke area persawahan

Tipe : Centrifugal pump

Bahan : Comercial steel

NPS : 4 in

Sch : 40

*Inside diameter:* 4,026 in

*Outside diameter: 4,500 in*

Daya : 1 Hp

## **6.6 Unit Pengolahan Limbah**

Proses pembuatan nori dari rumput laut *Gracilaria Sp* ini menghasilkan limbah yang akan langsung dibuang ke lingkungan karena tidak memiliki zat kimia yang berbahaya bagi lingkungan sekitar dan jumlahnya terbilang sedikit.

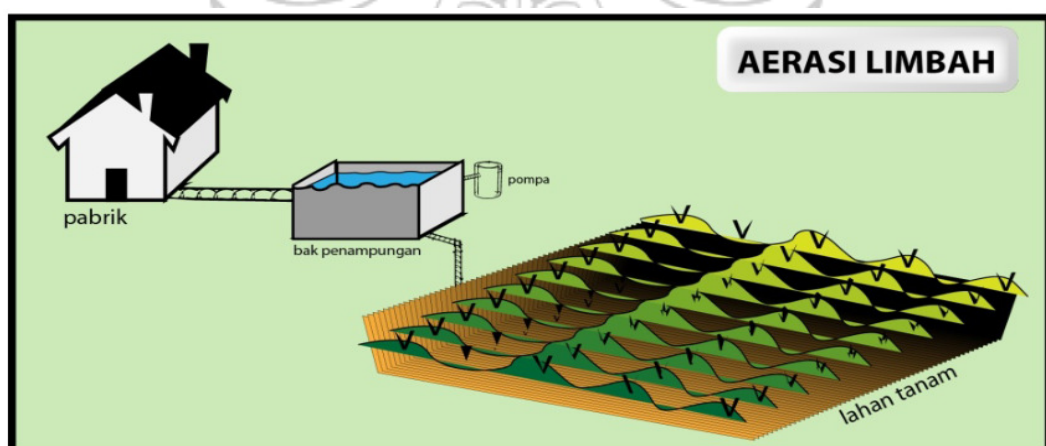
Untuk mengurangi nilai investasi dan biaya operasional, dalam pengolahan limbah pengolahan ATC ini dilakukan secara alami. Hasil penelitian menunjukkan bahwa beberapa limbah industri dapat digunakan sebagai pupuk organik yang dapat memperbaiki kesuburan dan produktivitas tanah. Pupuk organik sangat berguna untuk memperbaiki sifat-sifat kimia dan biologi tanah. Pemanfaatan limbah industri sebagai pupuk dalam budidaya pertanian selain berguna dalam mensubsitisi kebutuhan pupuk anorganik yang semakin mahal.

Menurut Yuni Hendrawati, (2016). Proses pengolahan limbah cair dapat dilakukan dengan aerasi limbah. Aerasi merupakan proses yang bertujuan untuk meningkatkan kontak antara udara dengan air. Pada prakteknya, proses aerasi terutama bertujuan untuk meningkatkan konsentrasi oksigen di dalam air limbah. Peningkatan konsentrasi oksigen didalam air ini akan memberikan berbagai manfaat dalam pengolahan limbah. Proses aerasi sangat penting terutama pada pengolahan limbah yang proses pengolahannya memanfaatkan bakteri aerob. Bakteri aerob adalah kelompok bakteri yang mutlak memerlukan oksigen bebas untuk proses metabolismenya. Dengan tersedianya oksigen yang mencukupi selama proses biologi, maka bakteri-bakteri tersebut dapat bekerja dengan optimal.

Hal ini akan bermanfaat dalam penurunan konsentrasi zat organik di dalam air limbah. Selain diperlukan untuk proses oksidasi senyawa-senyawa kimia di dalam air limbah serta untuk menghilangkan bau. Aerasi dapat dilakukan secara alami, difusi, maupun mekanik.

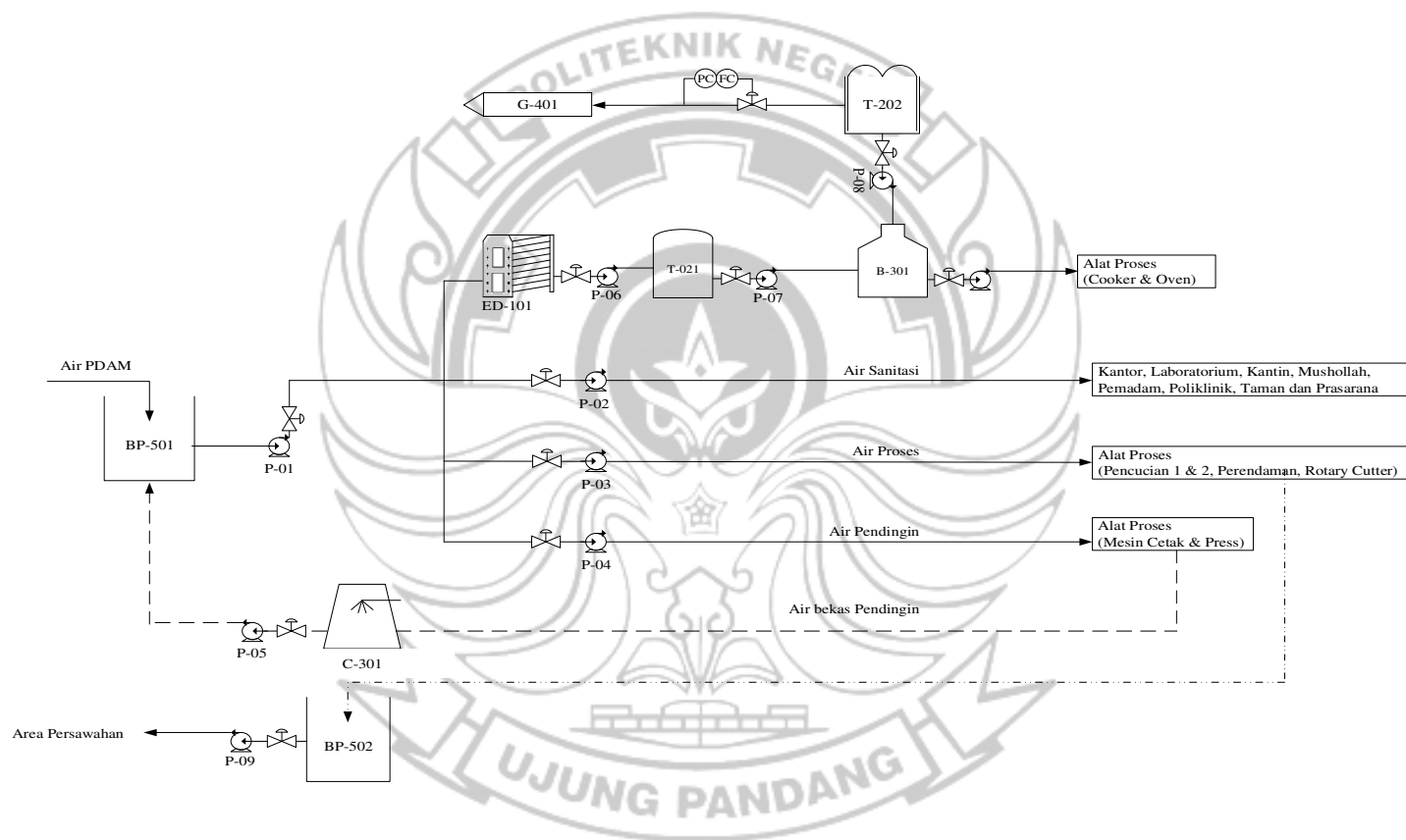
Pengolahan untuk yang diterapkan untuk pengolahan rumput laut disarankan dengan menggunakan aerasi alami karena tidak membutuhkan biaya yang besar. Aerasi alami merupakan kontak antara air dan udara yang terjadi karena pergerakan air secara alami. Metode yang digunakan yakni pengayaan limbah asli dengan udara ( $O_2$ ) untuk meningkatkan aktivitas mikroorganisme dengan tersedianya oksigen sebagai sumber energi dan pernafasan di dalam limbah, memacu terjadi proses biodegradasi.

Sehingga limbah cair pabrik nori disalurkan dan ditampung dalam kolam metode waterfalls dan dibiarkan terbuka sehingga paparan oksigen terpenuhi. Air selanjutnya di alirkan ke area persawahan. Ilustrasi dapat digambarkan dalam gambar 6.1 berikut:



Gambar 6. 1 Pengolahan Limbah Dengan Metode Aerasi Alami

Gambar 6. 2 PID Utilitas Pembuatan Nori



## BAB VII INSTRUMENTASI DAN KESALAMATAN KERJA

Dalam proses industri pembuatan nori dari rumput laut, instrumentasi dan keselamatan kerja adalah faktor penting dalam suatu industri karena digunakan sebagai parameter proses produksi untuk monitor dan pengontrol efisiensi serta mencegah terjadinya suatu kerugian baik adanya korban jiwa, kerugian alat, sarana dan prasarana pabrik yang dapat terjadi. Sehingga kondisi operasi selalu berada dalam kondisi yang diharapkan dan mendapatkan hasil yang optimal.

### 7.1 Instrumentasi

Instrumentasi merupakan bagian yang penting dalam pengadiln proses suatu pabrik industri. Dengan adanya instrumentasi yang memadai, maka bagian-bagian dari pabrik yang penting memerlukan pengendalian operasi/proses. Fungsi dari instrumentasi antara lain adalah sebagai pengontrol (*Controller*), petunjuk (*Indicator*), pencatat (*Recorder*) dan pemberi tanda-tanda adanya bahaya (*Alarm*). Instrumentasi pada industri sangat penting untuk menjaga variabel proses untuk mengukur dan mengontrol seperti laju alir, suhu, tekanan dan lain-lain pada batas aman dan memastikan produk tetap berada pada kualitas yang optimal. Pada umumnya instrumentasi dapat dibedakan berdasarkan proses kerjanya, yaitu :

1. Proses secara manual : pada proses manual yaitu peralatan dipasang pada alat proses dengan kondisi yang tidak membutuhkan ketelitian berupa penunjuk (*Indicator*) atau perekam (*Recorder*).
2. Pengendalian secara otomatis : yaitu peralatan dipasang pada alat proses dengan kondisi yang membutuhkan ketelitian dengan alat kontrol yang



dapat bekerja dengan sendirinya dan terhubung oleh monitor agar setiap saat kita dapat memantau alat proses.

Beberapa tujuan pemasangan instrumentasi ini adalah sebagai berikut :

1. Menjaga kondisi operasi suatu peralatan agar berada dalam kondisi operasi yang aman.
2. Mengatur laju produksi agar berada dalam batas yang direncanakan.
3. Kualitas produksi lebih terjaga dan terjamin.
4. Membantu memudahkan pengoperasian suatu alat.
5. Kondisi-kondisi berbahaya dapat diketahui secara dini melalui alarm peringatan.
6. Efisiensi kerja akan lebih meningkat.

Pada pra rancangan pabrik Nori dari Rumput Laut *Gracilaria Sp.*, instrumen yang digunakan berupa alat kontrol otomatis maupun manual. Hal tersebut bergantung dari sistem peralatan dan faktor pertimbangan teknis serta dari segi ekonomi.

Instrumen yang digunakan pada pabrik Nori adalah:1

- a. Flow Control (FIC)

Berfungsi sebagai parameter dan pengendali laju aliran fluida yang mengalir pada pipa.

- b. Temperature Control (TIC)

Berfungsi sebagai parameter dan pengendali temperatur proses pada alat.

- c. Pressure Control (PIC)

Berfungsi sebagai parameter dan pengendali tekanan pada alat yang beroperasi.

d. Weight Control (WIC)

Berfungsi sebagai pengatur jumlah berat bahan yang masuk.

e. Level Control (LIC)

Berfungsi sebagai parameter dan pengendali tinggi bahan yang ada dalam alat yang beroperasi (Kusnarjo, 2010)

Berikut merupakan beberapa faktor yang harus diperhatikan dalam pemilihan instrumentasi adalah sebagai berikut:

1. Jenis instrumentasi
2. Range yang diperhitungkan untuk pengukuran
3. Ketelitian instrument
4. Bahan konstruksi serta pengaruh pemasangan instrument pada kondisi operasi
5. Mudah perawatan dan perbaikan
6. Mudah dalam pengoperasian
7. Faktor ekonomis

Pemasangan instrument pada Pra Rancangan Pabrik Nori dari Rumput Laut *Gracilaria sp.* adalah sebagai berikut:

Tabel 7. 1 Instrumentasi Pabrik Nori

No	Kode Alat	Nama Alat	Instrumentasi	Jumlah
1	BP-120	Bak Pencucian 1	PC	1
2	BP-130	Bak Perendaman	PC	3
3	BP-121	Bak Pencucian 2	PC	1
4	M-140	Rotary cutter	LC	2
5	C-01	Cooker	TC	1

6	P-150	Mesin Cetak dan Press Nori	TC	1
7	B-120	Oven	TC	1
8	L-160	Packer	PC	1
9	L-122	Pompa Air Proses Bak Pencucian 1	FC	1
10	L-136	Pompa Asam Asetat 4%	FC	1
11	L-123	Pompa Air Proses Bak Pencucian 2	FC	1
12	L-124	Pompa Rotary Cutter	FC	1
13	L-137	Pompa Saus Tiram	FC	1
14	L-138	Pompa Minyak Wijen	FC	1
15	L-139	Pompa Gliserol	FC	1
16	L-141	Pompa Cooker Ke Mesin Cetak & Press	FC	1

## 7.2 Keselamatan Kerja

Keselamatan kerja suatu pabrik harus mendapatkan perhatian cukup besar dan tidak boleh diabaikan karena menyangkut keselamatan manusia dan keselamatan kerja dengan baik dan teratur. Dengan memperhatikan keselamatan kerja dengan baik dan teratur, secara psikologi akan membuat para pekerja merasa aman sehingga konsentrasi para pekerja pada pekerjaannya akan lebih baik dengan demikian, produktivitas dan efisiensi kerja akan meningkat.

Usaha untuk menjaga keselamatan kerja bukan semata-mata ditjukan pada faktor manusianya saja tetapi juga menjaga peralatan yang ada di dalam pabrik. Dengan terpeliharanya saja tetapi juga menjaga peralatan yang ada di dalam pabrik.

Dengan terpeliharanya peralatan dengan baik maka peralatan dapat digunakan dalam jangka waktu yang lebih lama.

Beberapa sifat yang dapat menyebabkan terjadinya kecelakaan kerja:

- a. Lingkungan fisik meliputi mesin, peralatan dan lingkungan kerja. Kecelakaan kerja dapat dilihat karena kesalahan perencanaan, arus, kerusakan alat, kesalahan pembelian, kesalahan dalam penyusunan atau peletakan dari peralatan dan lain sebagainya.
- b. Latar belakang pekerja sifat yang tidak baik dari pekerja yang merusak sifat dasar pekerja maupun lingkungannya. Sifat-sifat tersebut meliputi:
  - Kurangnya pengetahuan dan keterampilan
  - Ketidakmampuan fisik dan mental
  - Kurangnya motivasi kerja dan kesadaran akan keselamatan kerja
- c. Sistem manajemen pabrik ini merupakan unsur terpenting karena menjadi pengatur kedua unsur diatas, kesalahan sistem manajemen dapat menyebabkan kecelakaan kerja antara lain:
  - Prosedur tidak diterapkan dengan baik
  - Kurangnya pengawasan terhadap kegiatan pemeliharaan
  - Tidak adanya sistem penanggulangan terhadap bahaya kecelakaan

Usaha-usaha untuk mencegah dan mengurangi terjadinya bahaya kecelakaan di dalam pabrik antara lain:

- Memberikan pelatihan-pelatihan pencegahan kecelakaan terhadap karyawan, khususnya karyawan yang bekerja pada bagian proses alat berat.

- Memberikan pengaman berupa berupa pakaian serta perlengkapan sebagai pelindung.
- Selalu menyediakan perlengkapan berupa unit pertolongan pertama pada kecelakaan.

Secara umum ada 3 macam bahaya yang umumnya terjadi dalam pabrik, yang harus diperhatikan dalam perencanaannya yaitu:

- Bahaya kebakaran dan ledakan
- Bahaya mekanik
- Bahaya terhadap kesehatan

#### **7.2.1 Bahaya Kebakaran dan Peledakan**

Pencegahan terhadap bahaya kebakaran dan peledakan bertujuan untuk memperkecil kemungkinan adanya kecelakaan yang membahayakan pekerja, kerusakan pada peralatan serta terhentinya proses produksi. Oleh sebab itu diperlukan pengaman yang sebaik-baiknya. Penyebab kebakaran antara lain:

- Kemungkinan terjadinya nyala terbuka yang datang dari utilitas, workshop, laboratorium dan unit prosesnya.
- Terjadinya loncatan bunga api pada saklar dan stop kontak serta pada alat lainnya.
- Gangguan peralatan utilitas seperti pada saklar pada combustion, chamber boiler.

Cara mengatasi bahaya kebakaran meliputi:

1. Pencegahan bahaya kebakaran

- Penempatan alat-alat utilitas yang cukup jauh dari power plant tetapi praktis dari unit proses
- Bangunan seperti workshop, laboratorium, dan kantor sebaiknya diletakkan sejauh mungkin dari unit proses
- Bila terpaksa antara unit yang satu dengan yang lainnya harus dipisahkan dengan dinding beton agar dapat dihindari pengaruh kebakaran dari unit yang satu dengan unit yang lain
- Pemasangan isolasi yang baik pada seluruh panel transmisi yang ada
- Diberi tanda-tanda larangan suatu tindakan yang dapat mengakibatkan kebakaran seperti tanda larangan merokok

2. Pengamatan dan pengontrolan kebakaran

Apabila terjadi kebakaran api harus dilokalisasi dan harus dapat diketahui kemungkinan apa saja yang dapat terjadi dan bagaimana cara mengatasinya. Untuk pemakaian alat pemadam kebakaran harus diketahui jenis apinya sebagai berikut:

- Kelas A

Api yang ditimbulkan oleh barang-barang yang dapat terbakar seperti kayu, kertas dan kotoran-kotoran yang terdapat di dalam pabrik. Untuk penanganan jenis api ini diperlukan pembahasan pada bagian yang terbakar dan sekitarnya.

- Kelas B

Api yang ditimbulkan oleh cairan yang mudah terbakar seperti residu. Penanganan api jenis ini dengan cara memberikan penutup atau pembungkus bahan-bahan tersebut.

- Kelas C

Api dari perlengkapan listrik atau dari hubungan arus pendek. Penanganan api jenis ini yaitu menggunakan alat yang tidak mengandung listrik.

- Kelas D

Api ditimbulkan oleh bahan-bahan yang mudah meledak. Untuk hal ini diperlukan jenis pengamatan tertentu. Media atau zat-zat yang dapat digunakan untuk jenis-jenis api di atas antara lain sebagai berikut:

- a. Soda Extinguished untuk api kelas A, C dan D
- b. Dry Chemical Extinguished untuk api kelas A, B, C dan D

### **7.2.2 Bahaya Mekanik**

Bahaya mekanik biasanya disebabkan oleh pengerjaan konstruksi yang tidak memenuhi syarat yang berlaku. Hal-hal yang harus diperhatikan untuk mencegah kecelakaan adalah sebagai berikut:

- Perencanaan tangki dan alat harus sesuai dengan aturan yang berlaku termasuk pemilihan bahan konstruksi, memperhitungkan waktu korosip dan lain-lain.
- Pemasangan alat control yang baik dan sesuai serta pemberian alat pengaman bagi proses-proses yang berbahaya.

### 7.2.3 Bahaya Terhadap Kesehatan

Untuk menjaga keselamatan karyawan perlu adanya kesadaran dari seluruh karyawan agar dapat bekerja dengan baik sehingga tidak membahayakan keselamatan jiwanya dan jiwa orang lain. Untuk itu pengetahuan akan bahaya masing-masing alat sangatlah penting untuk diketahui oleh semua karyawan terutama operator kontro. Karyawan harus menggunakan pelindung diri seperti helm pengaman, sepatu, sarung tangan dan masker. Selain itu untuk menghindari bahaya mekanik maka alat-alat seperti reaktor, heater dan lain-lain dapat menggunakan isolasi sebagai pengaman. Selain itu bahaya kesehatan karyawan perlu diwaspadai umumnya berasal dari bahan baku yaitu bahan yang akan diproses dan produk. Karena itu diusahakan agar pertukaran udara dapat berlangsung dengan baik. Pada umumnya alat-alat pelindung tersebut terdiri dari:

- *Safety Helmet*, berfungsi sebagai pelindung kepala dari benda yang bisa mengenai kepala secara langsung.
- Sepatu Pelindung (*Safety Shoes*), berfungsi untuk mencegah kecelakaan fatal yang menimpah kaki karena tertimpa benda tajam atau benda berat, benda panas, cairan kimia dan sebagainya.
- Sarung Tangan, berfungsi sebagai alat pelindung tangan pada saat bekerja di tempat aytau situasi yang dapat mengakibatkan cedera tangan.
- Penutup Telinga (*Ear Plug/Ear Muff*), berfungsi sebagai pelindung telinga pada saat bekerja di tempat yang bising.
- Kacamata Pengaman (*Safety Glasses*), berfungsi sebagai pelindung mata ketika bekerja (missal mengelas).



- Masker (*Respirator*), berfungsi sebagai penyaring udara yang dihirup saat bekerja di tempat dengan kualitas udara yang buruk (misal: berdebu, beracun, berasap, dan sebagainya).
- *Hydrant* (Unit pemadam kebakaran), berfungsi untuk mencegah terjadinya kebakaran pada semua areal pabrik (Kusnarjo, 2010).

Alat-alat keselamatan kerja yang disediakan pada Pra Rencana Pabrik Etilen dari Etanol adalah sebagai berikut:

Tabel 7. 2 Alat Keselamatan Kerja Pabrik Nori

No.	Nama Alat Pengaman	Lokasi Penggunaan
1.	Pengamanan alat-alat	Semua area proses
2.	Masker	Laboratorium, area proses
3.	Helm Pengaman	Area proses, gudang
4.	Sepatu pengaman	Area proses, gudang
5.	Sarung tangan	Area proses, gudang
6.	Hydrant	Area pabrik

## BAB VIII STRUKTUR ORGANISASI

Perusahaan memiliki tujuan utama demi tercapainya kelancaran dan kontinuitas pabrik. Di dalam Pra Rancangan Pabrik Pembuatan Nori untuk mencapai suatu target atau sasaran secara efektif dengan hasil produksi yang besar. Oleh karena itu perlu ditinjau dengan struktur organisasi yang baik. Secara umum organisasi dibuat dalam bentuk struktur untuk menciptakan hubungan atau kerjasama antar departemen yang terjalin dalam suatu kerangka usaha dalam mencapai tujuan. Struktur organisasi mempunyai tugas memberikan wewenang pada masing-masing perusahaan untuk melaksanakan tugas dan mengatur hubungan struktural antar fungsi maupun antar orang-perorang dalam hubungan satu dengan yang lainnya pada pelaksanaannya. Untuk memperoleh tujuan utama tersebut, harus dipertimbangkan beberapa elemen dasar yang diperlukan dalam suatu perusahaan sebagai pelaksanaannya. Elemen dasar tersebut sangat diperlukan karena merupakan faktor penentu untuk mencapai keberhasilan dari suatu perusahaan dalam mencapai tujuan bersama di dalam organisasi perusahaan, adapun elemenelemen dasar tersebut antara lain:

- Manusia (*Man*)
- Uang (*Money*)
- Bahan (*Material*)
- Mesin (*Machine*)
- Metode (*Method*)
- Pasar (*Market*)

## 8.1 Bentuk Perusahaan

- Bentuk perusahaan : Persero Terbatas (PT)
- Lokasi pabrik : Kel. Waetuo, Kec. Tanete Riattang Timur, Kab. Bone,  
Provinsi Sulawesi Selatan
- Lapangan usaha : Industri Nori dari Rumput Laut *Gracilaria SP.*
- Kapasitas produksi : 4.000 ton/tahun
- Status perusahaan : Swasta
- Status investasi : Penanaman Modal Dalam Negeri (PMDN)

Pemilihan bentuk perusahaan menurut Widjaja & Yani (2006) didasarkan atas beberapa faktor, antara lain

1. Mudah mendapatkan modal dengan cara menjual saham di pasar modal atau perjanjian tertutup dan meminta pinjaman dari pihak yang berkepentingan seperti bahan usaha atau perseorangan.
2. Tanggung jawab pemegang saham bersifat terbatas, artinya kelancaran produksi hanya akan ditangani oleh direksi beserta karyawan sehingga gangguan dari luar dapat dibatasi.
3. Kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin karena tidak terpengaruh dengan berhentinya pemegang saham, direksi beserta stafnya dan karyawan perusahaan.
4. Mudah mendapat kredit bank dengan jaminan perusahaan.
5. Pemilik dan pengurus perusahaan terpisah satu sama lain, pemilik perusahaan adalah pemegang saham dan pengurus perusahaan adalah direksi beserta stafnya yang diawasi oleh dewan komisaris.

6. Efisiensi dan manajemen, para pemegang saham dapat memilih orang yang ahli sebagai dewan komisari dan direktur utama.
7. Lapangan usaha lebih luas, suatu PT dapat menarik modal yang sangat besar dari masyarakat.
8. Merupakan bidang usaha yang memiliki kekayaan tersendiri yang terpisah dari kekayaan pribadi.
9. Mudah bergerak di pasar modal.

## **8.2 Struktur Organisasi**

Struktur organisasi merupakan salah satu faktor penting untuk menunjang kemajuan perusahaan. Untuk struktur organisasi yang digunakan pada pra rencana pabrik Etanol adalah sistem garis dan staf (fungsional). Dasar pemilihan sistem garis dan staf (fungsional) adalah sebagai berikut:

1. Kebanyakan digunakan untuk organisasi berskala besar dengan produksi terus menerus atau kontinyu.
2. Terdapat koordinasi yang terorganisir yaitu satu kesatuan pimpinan dan perintah, sehingga tercipta kedisiplinan kerja menjadi lebih baik.
3. Perusahaan sering digunakan untuk produksi secara massal.
4. Tanggung jawab terhadap aktivitas yang dilakukan untuk mewujudkan tercapainya tujuan bersama merupakan tugas dari masing-masing kepala bagian atau manajer.
5. Pimpinan tertinggi pabrik adalah seorang direktur yang bertanggung jawab kepada Dewan Komisaris. Sedangkan anggota dewan komisaris yang

merupakan wakil-wakil dari pemegang saham dan dilengkapi dengan staf ahli yang bertugas memberikan saran kepada direktur.

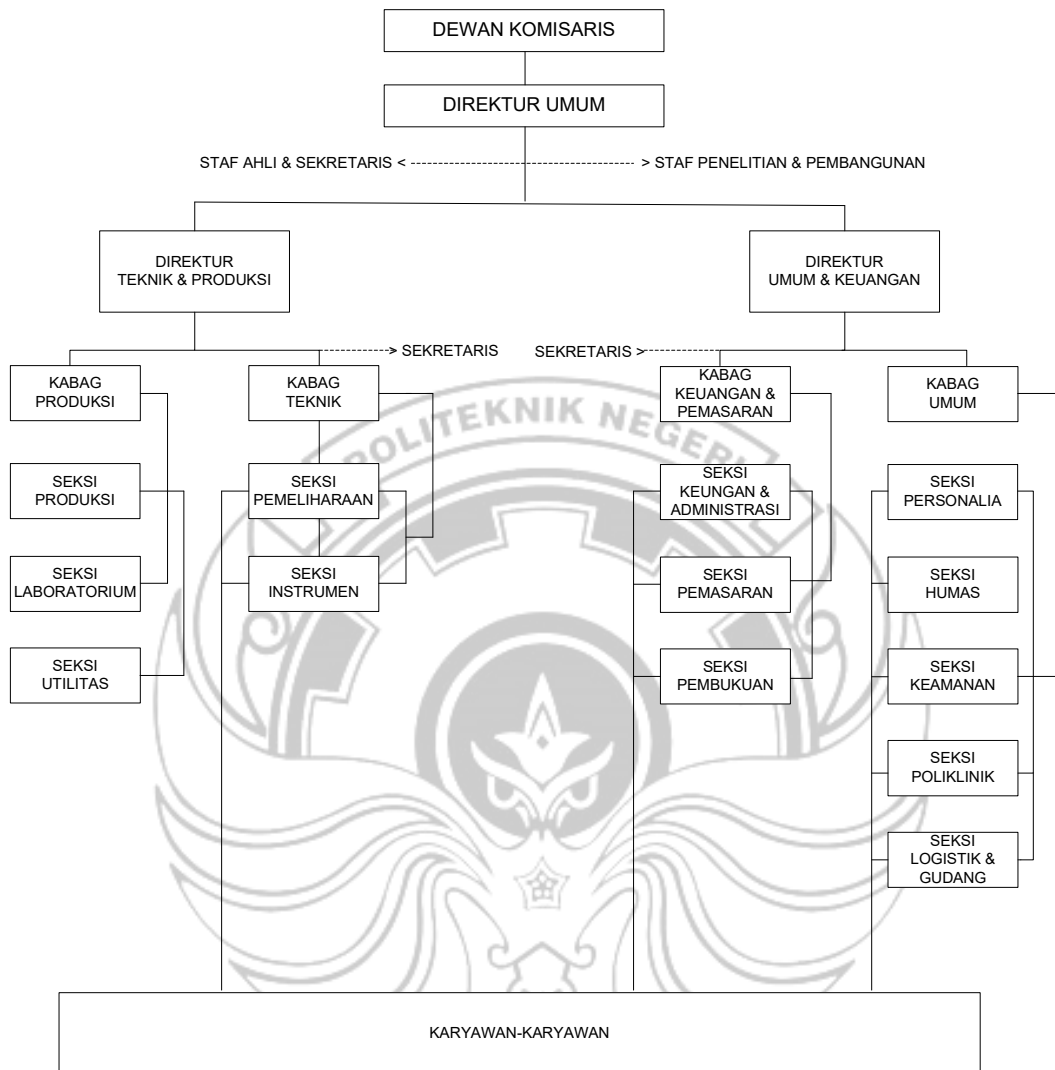
Di samping alasan tersebut ada beberapa keuntungan yang dapat mendukung pemakaian sistem organisasi staf dan garis (fungsional) yaitu:

1. Dapat digunakan oleh setiap organisasi besar, apapun tujuannya, berapapun besar tugasnya dan seperti apapun kompleks susunan organisasinya.
2. Pengambilan keputusan yang logis lebih mudah untuk diambil, karena adanya staf ahli.
3. Perwujudan "*The Right Man In The Right Place*" lebih mudah dilaksanakan.

Dari beberapa alasan dan keuntungan menggunakan sistem organisasi garis dan staf (fungsional) di atas maka dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan untuk menentukan sistem organisasi perusahaan pada Pra Rancangan Pabrik Nori dengan menggunakan sistem organisasi garis dan staf (fungsional). di dalam suatu departemen yang dipimpin oleh seorang manajer yang dibantu oleh asisten manajer kemudian setiap departemen tersebut akan dibagi lagi menjadi divisi yang dipimpin oleh seorang divisi manajer yang dibantu oleh asisten divisi manajer. Selanjutnya tiap divisi dibagi menjadi unit-unit.

### **8.3 Tugas dan Wewenang**

Pada perusahaan ini pimpinan dipegang oleh direktur utama yang bertanggung jawab langsung kepada dewan komisaris yang merupakan wakil dari para pemegang saham. Direktur utama membawahi direktur tehnik produksi dan direktur umum keuangan. Bagan struktur organisasi perusahaan nori dari rumput laut *Gracilaria SP*. Disajikan pada gambar 8.1 berikut:



Gambar 8. 1 Struktur Organisasi Perusahaan

### 1. Pembagian Tugas dan Wewenang

Tugas dan wewenang dalam perusahaan ini ditetapkan sebagai berikut:

#### a) Pemegang Saham

Pemegang saham adalah beberapa orang yang mengumpulkan modalnya untuk perusahaan dengan cara membeli saham perusahaan. Tugas dan wewenangnya adalah melakukan rapat untuk memilih, menentukan dan

memberhentikan dewan komisaris, menetapkan gaji direktur utama, meminta pertanggungjawaban dewan komisaris, mengesahkan hasil-hasil usaha, neraca dan perhitungan laba rugi perusahaan tahunan paling sedikit sekali dalam setahun.

b) Dewan Komisaris

Bertindak sebagai pengawas pada semua kegiatan yang dilakukan oleh dewan direksi dan menetapkan kebijaksanaan umum yang dilaksanakan. Dewan komisaris yang memiliki wewenang untuk mengangkat dan memberhentikan direksi.

c) Direktur

Direktur bertanggungjawab langsung kepada dewan komisaris dalam pelaksanaannya dan pengawasan kerja, melaksanakan kebijaksanaan yang telah digariskan oleh dewan komisaris. Mengambil kebijaksanaan dalam hal keuangan serta meningkatkan efisiensi kerja dan memilih tingkat karyawan untuk tingkat pimpinan.

d) Manager

Mengatur, mengawasi dan mengkoordinasi pekerjaan dari bagian-bagian yang dibawahinya, serta memberi laporan-laporan kepada direktur tentang kegiatan-kegiatan yang dibawahinya.

e) Kepala Bagian

Dalam melakukan tugasnya, manager membawahi beberapa bagian yang masing-masing bagian dikepalai oleh kepala bagian. Bagian-bagian tersebut terdiri dari :

a. Kepala bagian umum

Bertugas menangani masalah-masalah kepegawaian, administrasi, humas dan logistik. Dalam melaksanakan tugasnya kepala bagian umum dibantu oleh kepala seksi personalia, kepala seksi administrasi, kepala seksi humas.

b. Kepala bagian keuangan

Bertugas menangani pembelian atau pengadaan bahan baku serta keuangan perusahaan dan kebutuhan lainnya. Dalam tugasnya kepala bagian keuangan dibantu oleh seksi pembelian dan pengadaan bahan baku.

c. Kepala bagian pemasaran

Bertugas mengatur pelaksanaan efektifitas perdagangan hasil produksi sesuai dengan kebutuhan konsumen. Dalam hal ini dibantu oleh kepala seksi pemasaran.

d. Kepala bagian produksi

Bertanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan dengan produksi dan processing serta mengatur dan menangani masalah yang bersangkutan dengan produksi pengembangannya. Dalam tugasnya, kepala bagian produksi dibantu oleh kepala seksi proses, kepala seksi lab dan riset dan kepala seksi utilitas.

e. Kepala bagian teknik

Bertugas menangani masalah perawatan atau pemeliharaan peralatan pabrik dan utilitas, serta merencanakan dan mengatur pelaksanaan-



pelaksanaan kegiatan Teknik agar diperoleh hasil yang maksimal dan efektif. Dalam melaksanakan tugasnya kepala bagian Teknik dibantu oleh kepala seksi pemeliharaan dan kepala seksi instrument.

f) Kepala Seksi

Bertugas membantu pelaksanaan kerja kepala bagian dan bertanggung jawab atas kelancaran kerja sesuai dengan bidang masing-masing.

g) Sekretaris

Untuk membantu direktur dalam membuat berbagai laporan dan proposal.

2. Jaminan Sosial

Jaminan sosial adalah jaminan yang diterima oleh pihak karyawan apabila terjadi sesuatu hal yang menyebabkan pekerja tidak dapat melakukan pekerjaannya dikarenakan adanya cedera atau luka. Salah satu tujuan diberikan jaminan sosial kepada karyawan agar kesejahteraan lebih terjamin dan diharapkan akan bekerja lebih giat.

Badan Penyelenggara Jaminan Sosial (BPJS) Ketenagakerjaan menyelenggarakan program jaminan kecelakaan kerja program jaminan kematian dan program jaminan hari tua dan program jaminan pensiun sesuai dengan ketentuan UU Republik Indonesia Nomor 40 Tahun 2004 tentang Sistem Jaminan Sosial Nasional (SJSN) Pasal 18. Adapun jaminan sosial yang diberikan oleh perusahaan pada karyawan adalah:

a. Tunjangan

- Tunjangan di luar gaji pokok, diberikan kepada tenaga kerja tetap berdasarkan prestasi yang telah dilakukannya dan lama pengabdianya kepada perusahaan tersebut.
- Tunjangan lembur yang diberikan kepada tenaga kerja yang bekerja di luar jam kerja yang telah ditetapkan (khusus untuk tenaga kerja shift).
- Tunjangan tahunan dapat diberikan setahun sekali kepada karyawan yaitu dengan penambahan satu bulan gaji.

b. Fasilitas

Fasilitas yang diberikan berupa seragam kerja untuk karyawan, perlengkapan keselamatan kerja (misal helm, sarung tangan, sepatu boot, kacamata pelindung dan lain-lain), antar jemput bagi karyawan, kendaraan dinas, tempat tinggal dan lain-lain.

c. Pengobatan dan kesehatan

Untuk keperluan kesehatan karyawan perusahaan menyediakan poliklinik yaitu untuk pengobatan karyawan yang menderita sakit, kecelakaan kerja dan biayanya ditanggung oleh perusahaan dengan ketentuan sebagai berikut :

- Untuk pengobatan dan perawatan yang dilakukan pada rumah sakit yang telah ditunjuk akan diberikan secara cuma-cuma.
- Karyawan yang mengalami kecelakaan atau terganggu kesehatannya dalam menjalankan tugas perusahaan, akan mendapat penggantian ongkos pengobatan penuh.

d. Insentif atau bonus

Insentif atau bonus dari perusahaan diberikan dengan tujuan untuk meningkatkan produktivitas dan memacu semangat kerja karyawan. Besarnya insentif ini dibagi menurut golongan dan jabatan. Pemberian insentif untuk golongan operatif (golongan kepala seksi ke bawah) diberikan setiap bulan sedangkan untuk golongan di atasnya diberikan pada akhir tahun produksi dengan melihat besarnya keuntungan dan target yang dicapai.

e. Cuti

- Cuti tahunan selama 12 hari kerja dan diatur dengan menunjukkan permohonan satu minggu sebelumnya untuk dipertimbangkan ijinnya.
- Cuti sakit bagi tenaga kerja yang memerlukan istirahat total berdasarkan surat keterangan dokter.
- Cuti hamil selama 3 bulan bagi tenaga kerja wanita.
- Cuti untuk keperluan dinas atas perintah atasan berdasarkan kondisi tertentu perusahaan

f. Perumahan

Perumahan diberikan terutama bagi karyawan yang menduduki jabatan penting, mulai dari direksi sampai kepala seksi.

#### 8.4 Jam Kerja

Pabrik nori direncanakan beroperasi selama 330 hari/tahun dan 24 jam per hari, dan sisa harinya dialokasikan untuk perbaikan dan perawatan proses produksi serta *shut down*. Pengaturan jam kerja harus disesuaikan dengan

peraturan pemerintah yaitu jumlah jam kerja untuk karyawan adalah 40 jam dalam satu minggu, yang dibedakan dalam dua bagian yaitu:

a) Karyawan *Shift*

Karyawan shift adalah karyawan yang langsung menangani proses produksi yang membutuhkan pengawasan terus menerus selama 24 jam dan langsung mengatur bagian-bagian tertentu di pabrik yang ada hubungannya dengan keamanan dan kelancaran produksi. Tenaga karyawan tersebut diberi pekerjaan bergilir (*shift work*). Karyawan shift ini antara lain: Kepala shift, operator, karyawan produksi, karyawan bagian gudang serta keamanan dan keselamatan kerja. Pekerjaan dalam satu hari terbagi dalam tiga *shift* yaitu tiap *shift* bekerja selama 8 jam dan 15 menit pergantian *shift* dengan pembagian sebagai berikut:

1. Shift I (pagi) : Jam 08.00 - 16.00 WITA
2. Shift II (siang) : Jam 16.00 - 24.00 WITA
3. Shift III (malam) : Jam 24.00 - 08.00 WITA

Karyawan yang telah bekerja selama 2 kali *shift* malam akan mendapatkan hari libur selama 2 hari.

Tabel 8. 1 Jadwal Kerja Karyawan Pabrik Nori

Regu	Hari kerja						
	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu
A	I	I	II	II	III	III	--
B	II	II	III	III	--	--	I
C	III	III	--	--	I	I	II
D	--	--	I	I	II	II	III

Keterangan:

A, B, C, D : Regu kerja shift

I, II, III : Jam kerja shift

Waktu siklus : 20 hari

Karena kemajuan suatu pabrik atau perusahaan tergantung pada kedisiplinan karyawannya, maka salah satu cara untuk menciptakan kedisiplinan adalah dengan memberlakukan absensi. Dari mulai direktur utama sampai karyawan kebersihan diberlakukan absensi setiap jam kerjanya yang nantinya dapat menjadi pertimbangan perusahaan dalam meningkatkan karier karyawannya.

b) Karyawan Non Shift

Karyawan non shift adalah karyawan yang tidak langsung menangani pabrik yaitu; direktur, kepala bagian, seksi-seksi dan bawahan yang ada di kantor atau dengan kata lain bekerja untuk pabrik yang pekerjaannya yang tidak kontinue.

Ketentuan jam kerja karyawan non shift adalah sebagai berikut:

- Senin - Kamis : 08.00 - 16.00 (istirahat: 12.00 - 13.00)
- Jumat : 08.00 - 16.00 (istirahat: 11.00 - 13.00)
- Sabtu : 08.00 - 15.00 (istirahat: 12.00 - 13.00)

### 8.5 Status Karyawan dan Sistem Kerja

Pabrik Etilen ini mempunyai sistem pembagian gaji yang berbeda-beda kepada karyawan. Hal ini berdasarkan pada kriteria sebagai berikut:

1. Tingkat pendidikan
2. Pengalaman kerja

3. Tanggung jawab dan kedudukan
4. Keahlian
5. Pengabdian pada perusahaan (lamanya bekerja)

Berdasarkan kriteria di atas, karyawan akan menerima gaji sesuai dengan status kepegawaiannya. Status kepegawaiannya dibagi menjadi 3 bagian, yaitu:

1. Karyawan regular Karyawan reguler adalah karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan surat keputusan (SK) dan mendapat gaji bulanan berdasarkan kedudukan, keahlian, dan masa kerjanya. Upah bulanan diberikan kepada karyawan tetap yang besarnya berbeda-beda untuk setiap karyawan dan diberikan pada setiap akhir bulan.

2. Karyawan harian

Karyawan harian adalah pekerja yang diangkat dan diberhentikan oleh manajer pabrik berdasarkan nota persetujuan manajer pabrik atas pengajuan kepala yang membawahinya dan menerima upah harian yang dibayarkan setiap akhir pekan. Upah borongan diberikan kepada karyawan harian lepas atau karyawan borongan yang besarnya tidak tetap, tergantung pada macam pekerjaan yang dilakukan dan diberikan setelah pekerjaan itu selesai.

3. Karyawan borongan

Karyawan borongan adalah pekerja yang dipergunakan oleh pabrik bila diperlukan saja, misalnya bongkar muat barang dan lain-lain. Pekerja ini menerima upah borongan untuk pekerjaan tersebut. Upah mingguan diberikan kepada karyawan harian tetap yang besarnya berbeda-beda untuk setiap karyawan dan diberikan setiap akhir pekan.

Tabel 8. 2 Kualifikasi Status Karyawan

No.	Jabatan	Pendidikan
1	Dewan Komisaris	S2 Teknik Kimia
2	Direktur Utama	S2 Teknik Kimia
3	Direktur Teknik & Produksi	S2 Teknik Kimia/S2 Teknik Industri
4	Direktur Keuangan & Pemasaran	S2 Ekonomi
5	Staf Ahli	S1 Teknik Kimia/S1 Teknik Industri
6	Staf Penelitian & Pengembangan	S1 Kimia (MIPA)
7	Sekretaris	S1 Administrasi Perkantoran
8	Kepala Bagian Produksi	S1 Teknik Kimia/S1 Teknik Industri
9	Kepala Bagian Teknik	S1 Teknik Mesin
10	Kepala Bagian Keuangan & Pemasaran	S1 Ekonomi
11	Kepala Bagian Umum	S1 Teknik Industri
12	Kepala Seksi Proses	S1 Teknik Kimia
13	Kepala Seksi Laboratorium	S1 Teknik Kimia
14	Kepala Seksi Utilitas	S1 Teknik Kimia
15	Kepala Seksi Pemeliharaan	S1 Teknik Mesin
16	Kepala Seksi Instrumen	S1 Teknik Elektro
17	Kepala Keuangan & Administrasi	S1 Ekonomi/Manajemen
18	Kepala Seksi Pemasaran	S1 Manajemen Pemasaran
19	Kepala Seksi Pembukuan	S1 Manajemen/Akuntansi
20	Kepala Seksi Personalia	S1 Hukum dan Psikologi
21	Kepala Seksi Humas	S1 Hukum/D3 <i>Public Relation &amp; Promotion</i>
22	Kepala Seksi Keamanan	Pensiunan ABRI
23	Kepala Seksi Poliklinik	S1 Kedokteran
24	Kepala Seksi Logistik & Gudang	S1 Logistik
25	Karyawan Proses	S1/D3 Teknik Kimia
26	karyawan Laboratorium	S1/D3 Kimia Analisis/MIPA Kimia
27	Karyawan Utilias	S1/D3 Teknik Kimia
28	Karyawan Pemeliharaan	S1/D3 Teknik Mesin
29	Karyawan Instrumentasi	S1/D3 Teknik Elektro
30	Karyawan Keuangan & Administrasi	S1/D3 Administrasi
31	Karyawan Pemasaran	S1/D3 Manajemen Pemasaran
32	Karyawan Pembukuan	S1/D3 Akuntansi
33	Karyawan Personalia	S1/D3 Hukum dan Psikologi

34	Karyawan Humas	S1/D3 Ilmu Komunikasi
35	Karyawan Logistik & Gudang	SLTP/STM/SMU/D1
36	Anggota Poliklinik	S1 KESMAS & Keperawatan
37	Anggota Keamanan	SMU/STM
38	Sopir	SMU/STM
39	Karyawan Kebersihan	SLTP/SMU





## **BAB IX TATA LETAK PABRIK DAN PEMETAAN**

Pabrik nori ini direncanakan akan berdiri di Waetuo Kecamatan Tanete Riattang Timur, Kabupaten Bone, Provinsi Sulawesi Selatan dengan mempertimbangkan area yang dekat dengan bahan baku, transportasi, tenaga kerja, penyediaan utilitas, pembuangan limbah, perizinan yang mudah, geografis yang baik serta harga tanah terjangkau, sehingga pabrik dapat beroperasi dengan biaya murah, pemasaran yang mudah, waktu efisien, keuntungan yang melimpah serta mudah dalam mengembangkan pabrik tersebut.

### **9.1 Deskripsi Tata Letak Pabrik**

Tata letak pabrik adalah susunan penempatan seluruh bagian pabrik meliputi seluruh tempat peralatan proses, tempat utilitas, unit pengolahan limbah, tempat kerja karyawan, gudang barang, dan lain-lain. Tata letak pabrik harus dirancang seefisien mungkin dengan tujuan:

1. Mempermudah arus masuk dan keluar barang pada lingkungan produksi.
2. Proses pengolahan produk lebih efisien karena ditempatkan pada tempat khusus.
3. Mempermudah proses penanggulangan dan evakuasi kecelakaan kerja yang mungkin terjadi.
4. Mempermudah pemasangan, pemeliharaan dan perbaikan alat proses.
5. Menekan biaya konstruksi.

Pengaturan tata letak pabrik yang baik akan memberikan beberapa keuntungan, dengan mempertimbangkan faktor-faktor sebagai berikut: (Peter & Timmerhause, 1991).

1. Urutan proses produksi.
2. Pengembangan lokasi baru atau penambahan/perluasan lokasi yang belum dikembangkan pada masa yang akan datang.
3. Distribusi ekonomi pada pengadaan air, *steam* proses, tenaga listrik dan bahan baku.
4. Pemeliharaan dan perbaikan.
5. Keamanan (*safety*) terutama kemungkinan kebakaran dan keselamatan kerja.
6. Fleksibilitas dalam perencanaan tata letak pabrik dengan mempertimbangkan kemungkinan perubahan dari proses/mesin, sehingga perubahan-perubahan yang dilakukan tidak memerlukan biaya yang tinggi.
7. *Service area*, seperti kantin, tempat parkir, ruang ibadah dan sebagainya diatur sedemikian rupa sehingga tidak terlalu jauh dari tempat kerja.

Hal yang perlu diperhatikan selama penyusunan layout pabrik untuk mencapai hasil yang maksimal sebagai berikut:

1. Penyediaan area perluasan guna untuk pengembangan pabrik dimasa mendatang.
2. Perencanaan faktor keamanan dan menanggulangi bahaya kebakaran dan ledakan dengan memisahkan sumber api dan panas dari bahan yang mudah meledak.
3. Penggunaan sistem konstruksi *outdoor* untuk menekan biaya bangunan dan gedung. Hal ini didukung dengan iklim di Indonesia yang tidak terlalu ekstrim.

4. Fasilitas untuk karyawan seperti masjid, tempat parkir, poliklinik dan sebagainya diletakkan strategis pada kompleks perkantoran sehingga tidak mengganggu proses produksi.
5. Jarak antara pompa dan alat proses harus diperhitungkan agar mempermudah proses pemeliharaan.

Perancangan tata letak pabrik yang baik akan memberikan beberapa keuntungan seperti (Peter, 2004) :

1. Mengurangi biaya produksi.
2. Meningkatkan pengawasan operasi dan proses agar lebih baik.
3. Meningkatkan keselamatan kerja.
4. Mengurangi jarak transportasi bahan baku dan produksi, sehingga dapat mengurangi *material handling*.
5. Memberikan ruang gerak untuk mempermudah dalam perbaikan peralatan dan mesin ketika terjadi kerusakan.

Pada pra rancangan pabrik ini, tata letak pabrik dibagi menjadi beberapa area berdasarkan efisiensi, keselamatan dan keamanan proses produksi, diantaranya sebagai berikut:

1. *Area Main Office*

*Area main office* merupakan pusat administrasi pabrik. Ini biasanya ditempatkan di bagian depan pabrik agar kegiatan administrasi tidak mengganggu jalannya proses produksi.

## 2. Area Proses

Area proses merupakan pusat proses operasi pabrik dan tempat peralatan proses. Letak area ini direncanakan seaman dan seefektif mungkin agar memudahkan pergerakan bahan dari proses satu ke proses lainnya.

## 3. Area Utilitas

Area utilitas merupakan pusat penyediaan penunjang keperluan proses produksi, seperti steam, udara, air, listrik, dan lain-lain. Area ini harus dekat dengan area proses agar mempermudah dan menghemat biaya sistem pemipaan.

## 4. Area Laboratorium

Area laboratorium merupakan tempat untuk menganalisis kualitas bahan baku, produk, dan limbah produksi, Laboratorium terletak di dekat area proses sehingga mempermudah menganalisa suatu bahan.

## 5. Area Bengkel

Area bengkel merupakan tempat perbaikan atau tempat penyimpanan suku cadang yang digunakan apabila dilakukan perawatan dan perbaikan alat proses produksi, instrumentasi kantor dan lain-lain.

## 6. Area Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)

Area K3 merupakan area untuk memantau keselamatan dan keamanan di area pabrik. Area ini ditempatkan dekat dengan area yang memiliki risiko bahaya yang tinggi seperti area produksi.

## 7. Area Perluasan

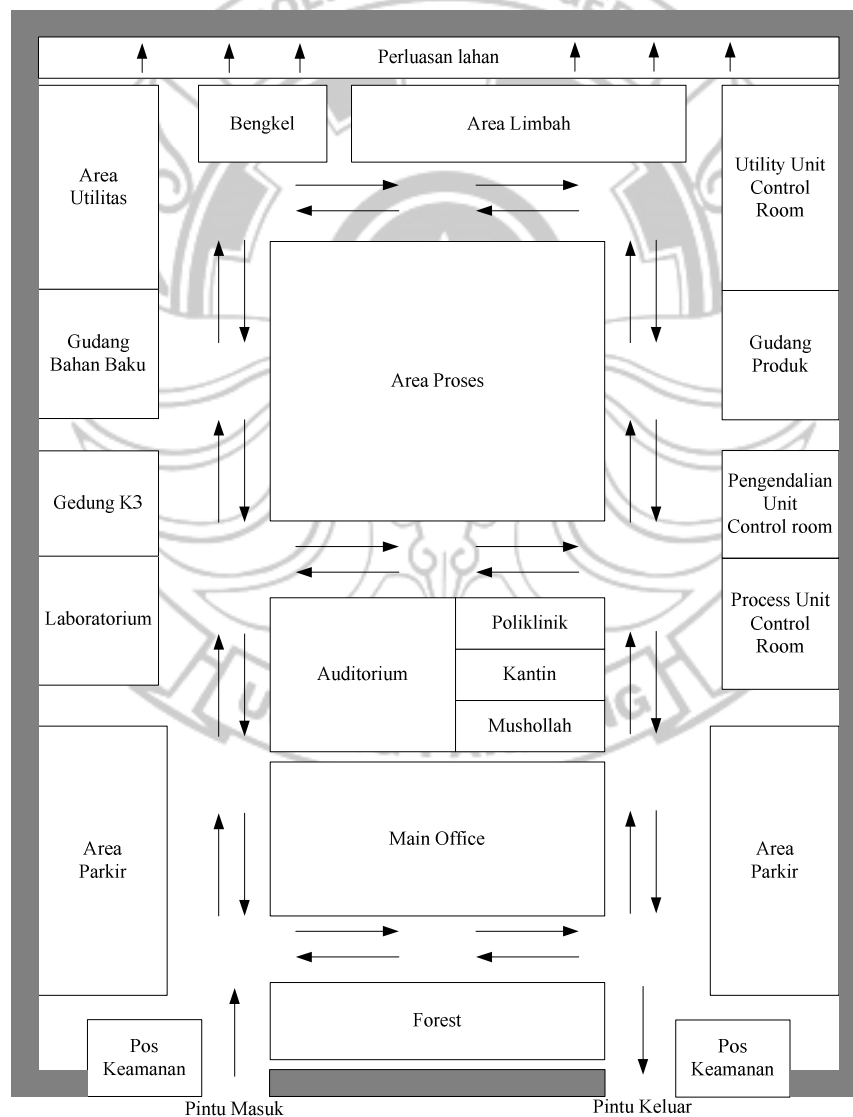
Area perluasan harus dengan pusat pabrik supaya memudahkan operasi dan hemat waktu. Area merupakan faktor penting pada pabrik untuk waktu yang akan

datang. Sehingga harga tanah menjadi tolak ukur agar tidak membebani para investor.

#### 8. Area Fasilitas Lainnya

Area fasilitas lainnya ini meliputi kantin, mushollah, aula, dan pos keamanan, dan fasilitas tambahan lainnya.

Tata letak pabrik dan perincian luas tanah dapat dilihat pada gambar 9.1 dan tabel 9.1



Gambar 9. 1 Layout Pabrik (Skala 1:1000)

Direncanakan pabrik menempati lahan 12.526 m<sup>2</sup> terpakai untuk prarancangan

pabrik nori, dengan 1500 m<sup>2</sup> area perluasan. Adapun perincian lahan untuk

bangunan pabrik dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 9. 1 Perincian Luas dan Bangunan Pabrik

No.	Nama Bangunan	Ukuran		Luas (m <sup>2</sup> )	Jumlah	Total
		Panjang (m)	Lebar (m)			
1	Pos keamanan	4	4	16	2	32
2	Forest	20	10	200	1	200
3	Area parkir	15	15	225	2	450
4	Main office	45	20	900	1	900
5	Mushollah	16	9	144	1	144
6	Kantin	16	10	160	1	160
7	Poliklinik	20	10	200	1	200
8	Auditorium	23	15	345	1	345
9	Laboratorium	15	15	225	1	225
10	Gedung K3	20	12	240	1	240
11	Proses unit control room	18	10	180	1	180
12	Pengendalian unit control room	20	10	200	1	200
13	Gudang bahan baku	20	10	200	1	200
14	Area proses	100	60	6000	1	6000
15	Gudang produk	20	10	200	1	200
16	Area utilitas	60	20	1200	1	1200
17	Utility unit control	30	10	300	1	300
18	Area limbah	60	20	1200	1	1200

19	Bengkel	15	10	150	1	150
20	Area perluasan	50	30	1500	1	1500
<b>Total</b>						<b>14026</b>

## 9.2 Tata Letak Alat Proses

Tata letak alat proses yang dirancang dengan baik akan memberikan keuntungan dalam operasinya yang mana operasi yang dijalankan dapat berjalan secara efisien dan biaya konstruksi minimum. Selain itu tata letak yang baik akan memiliki hubungan dengan perencanaan pendirian pabrik dengan tujuan yaitu:

1. Proses produksi berjalan lancar dan efisien
2. Karyawan bekerja secara aman, dan nyaman

Hal-hal yang perlu dipertimbangkan dalam penyusunan tata letak proses pada pabrik asam nitrat:

### 1. Aliran bahan baku

Aliran bahan baku dan produk yang tepat dapat memberikan keuntungan, yang besar dalam segi ekonomi, serta kelancaran dan keamanan pada produksi dapat tercapai.

### 2. Aliran udara

Aliran udara perlu diperhatikan terutama arah hembusan udara untuk menghindari terjadinya stagnasi udara di suatu tempat yang akan mengakibatkan terjadinya akumulasi bahan kimia berbahaya dan mengganggu keselamatan serta kenyamanan pekerja.

### 3. Cahaya

Cahaya sebagai media penerangan sangat diperhatikan guna menghindari terjadinya kecelakaan kerja. Penerangan ditempatkan pada bagian tempat yang minim pencahayaan.

### 4. Operasi

Operasi diperlukan sebagai penunjang pabrik, maka peralatan yang memerlukan perhatian operator seperti valve dan peralatan instrumentasi diletakkan dekat dengan ruang kontrol.

### 5. Lalu lintas manusia dan alat berat

Agar dapat mencapai seluruh alat proses dengan cepat dan mudah ketika terjadi gangguan, maka jarak antara alat dan lebar jalan diatur seoptimal mungkin agar keamanan karyawan dalam bekerja terjamin.

### 6. Jarak alat proses

Jarak alat proses pada pabrik perlu diperhatikan seperti alat-alat yang memiliki tekanan dan suhu yang tinggi harus di beri jarak dengan alat lainnya agar apabila terjadi ledakan pada alat tersebut tidak mengganggu pada alat lain.

### 7. Kemudahan pemeliharaan

Peralatan didalam pabrik diberi ruang gerak supaya memudahkan dalam perbaikan, perawatan, dan pergantian alat tersebut sehingga alat dapat berumur lebih lama dan berfungsi sebagaimana semestinya.

### 8. Keamanan

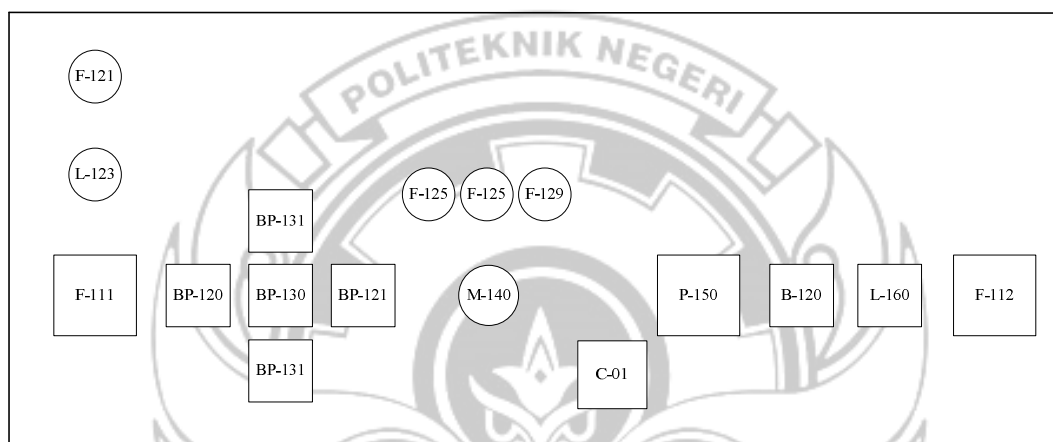
Untuk menghindari kejadian yang tidak diinginkan seperti terjebak di dalam pabrik ketika terjadi kecelakaan kerja atau kebakaran, maka alat- alat proses



disusun dengan baik agar kendaraan atau pemadam kebakaran dapat menjangkau lokasi dengan mudah.

#### 9. Pertimbangan ekonomi

Menempatkan peralatan produksi dengan baik akan memberikan dampak yang baik seperti meminimaliskan biaya operasi dan dapat menjamin kelancaran dan keamanan saat pabrik beroperasi.



Gambar 9. 2 Tata Letak Alat Proses

Keterangan:

No	Kode	Keterangan	No	Kode	Keterangan
1	F-121	Tangki air proses	8	BP-121	Bak pencucian 2
2	L-123	Tangki asam asetat	9	M-140	Rotary cutter
3	F-111	Gudang bahan baku	10	C-01	Cooker
4	BP-120	Bak pencucian 1	11	P-150	Mesin cetak & press
5	BP-130	Bak perendaman 1	12	B-120	Oven
6	BP-131	Bak perendaman 2	13	L-160	Packer
7	BP-132	Bak perendaman 3	14	F-112	Gudang produk

## BAB X ANALISIS EKONOMI

Kelayakan pendirian suatu pabrik tidak hanya ditinjau dari faktor teknis melainkan harus juga ditinjau dari segi ekonominya sehingga perlu dilakukan analisis ekonomi terhadap pabrik tersebut. Analisis ekonomi bertujuan untuk memperkirakan kelayakan modal yang diinvestasikan ke pabrik dapat memberikan keuntungan atau sebaliknya. Parameter-parameter ekonomi yang dapat digunakan sebagai pedoman untuk memperkirakan kelayakan pendirian pabrik, yaitu sebagai berikut:

1. *Return on Investment* (ROI)
2. *Pay out time* (POT)
3. *Internal rate of return* (IRR)
4. *Break event point* (BEP)

Adapun terdapat beberapa biaya yang perlu diperkirakan sebelum melakukan analisis pada parameter-parameter diatas, diantaranya yaitu:

1. *Total capital investment* (TCI)
2. *Total production cost* (TPC)
3. Laba atau keuntungan

### **10.1 Total Capital Investment (TCI)**

*Total capital investment* (TCI) atau modal investasi merupakan jumlah biaya yang harus disediakan atau dikeluarkan agar suatu pabrik dapat berdiri dan dapat beroperasi. Pada prarancangan pabrik ini modal investasi ditentukan melalui

metode perkiraan yaitu semua investasi pabrik yang dihitung berdasarkan harga peralatan. Secara umum modal investasi terbagi menjadi dua, yaitu:

1. *Fixed capital investment* (FCI) atau modal tetap, yaitu modal yang diperlukan untuk pembelian dan pemasangan peralatan proses serta fasilitas pendukung lainnya. Total biaya FCI yaitu Rp 83.760.820.429,47 yang terdiri dari biaya langsung (Direct Cost, DC) sebesar Rp 69.630.178.204,35 dan biaya tidak langsung (Indirect Cost, IC) sebesar Rp 14.130.642.225,13 (Lampiran E).
2. *Working capital investment* (WCI) atau modal kerja, yaitu modal yang diperlukan untuk menjalankan pabrik yang telah siap beroperasi pada awal masa operasi. Total biaya WCI sebesar Rp 14.781.321.252,26 (Lampiran E)

*Total capital investment* (TCI) merupakan jumlah *fixed capital investment* (FCI) dan *working capital investment* (WCI) yang sebesar Rp98.542.141.681,73.

Sumber modal yang direncanakan pada pra rancangan ini yaitu berasal dari modal sendiri sebesar 60% dari TCI dan modal pinjaman sebesar 40% dari TCI.

## **10.2 Total Production Cost (TPC)**

*Total production cost* (TPC) atau biaya produksi merupakan biaya yang harus dikeluarkan selama proses produksi hingga menghasilkan suatu produk.

Biaya ini terdiri dari:

1. *Manufacturing cost* (MC), yaitu jumlah semua biaya dipenuhi setiap waktu agar pabrik dapat terus beroperasi yang terdiri dari *direct production cost*, *fixed charges*, dan *plant-overhead cost*. Total MC yaitu sebesar Rp 290.928.693.187,79 (Lampiran E).

2. *General expenses* (GE), yaitu biaya-biaya pabrik yang perlu dikeluarkan selain biaya manufaktur, yang meliputi biaya administrasi, biaya distribusi, biaya penelitian dan pengembangan, serta *financing*. Total biaya GE sebesar Rp 78.644.701.797,85 (Lampiran E). Total production cost (TPC) merupakan jumlah manufacturing cost (MC) dan General expenses (GE) yang sebesar Rp 369.573.394.985,64

### **10.3 Laba/Keuntungan**

Laba atau keuntungan merupakan hasil yang diperoleh dari total penjualan dikurangi dengan total biaya produksi. Terdapat dua jenis laba yaitu laba kotor yang merupakan laba sebelum dipotong pajak dan laba bersih merupakan laba setelah dipotong pajak. Rata-rata laba kotor dan laba bersih yang diperoleh selama 10 tahun pendirian pabrik yaitu berturut-turut sebesar Rp 60.252.506.599,10 dan Rp 42.176.754.619,37.

### **10.4 Return on Investment (ROI)**

*Return on investment* (ROI) adalah laju pengembalian investasi (modal) yang dapat dihitung dari laba bersih per tahun dibagi modal. Kategori resiko pengembalian modal sebagai berikut:

- $ROI \leq 15$  resiko pengembalian modal rendah.
- $15 \leq ROI \leq 45$  resiko pengembalian modal rata-rata.
- $ROI \geq 45$  resiko pengembalian modal tinggi.

Dari hasil perhitungan diperoleh ROI sebesar 50,3538 % sehingga pabrik yang akan didirikan ini termasuk resiko laju pengembalian modal tinggi.

### **10.5 Pay-out Time (POT)**

*Pay-out Time* (POT) merupakan waktu minimum pengembalian modal investasi (*capital investment*) dari pendapatan yang diperoleh (akumulasi arus kas perusahaan). Waktu pengembalian modal pada pra rancangan ini selama 3,0126 tahun (Lampiran E). Waktu pengembalian modal ini memenuhi waktu yang dipersyaratkan yaitu 2-5 tahun (Aries & Newton, 1955, Hal. 196), sehingga dapat dikatakan bahwa pabrik layak untuk didirikan.

### **10.6 Internal Rate of Return (IRR)**

*Internal Rate of Return* (IRR) berdasarkan *discounted cash flow* merupakan suatu tingkat bunga tertentu dimana seluruh penerimaan akan tetap menutup seluruh jumlah pengeluaran modal (Ifa & Nurdjannah, 2019, Hal. 130). Nilai IRR yang diperoleh yaitu 36,295349974375 % (Lampiran E). Nilai ini lebih besar dari pada bunga bank yang sebesar 12%. Hal ini menunjukkan bahwa pabrik layak untuk didirikan dengan kondisi tingkat bunga bank 12% per tahun.

### **10.7 Break Event Point (BEP)**

*Break event point* (BEP) atau titik impas bertujuan untuk mengetahui kapasitas produksi pabrik yang paling minimal agar total biaya produksi sama dengan total penghasilan. Pada kondisi ini perusahaan tidak mendapatkan keuntungan tetapi juga tidak menimbulkan kerugian. Nilai BEP yang baik yaitu 40% - 60% (Ifa & Nurdjannah, 2019, Hal. 89). Adapun nilai BEP yang diperoleh yaitu 44,2342 % pada kapasitas pabrik 1769,3694 ton/tahun (Lampiran E), nilai ini memenuhi nilai BEP yang dipersyaratkan sehingga dapat dikatakan bahwa pabrik layak untuk didirikan.

### **10.8 Shut Down Point (SDP)**

*Shut down point* (SDP) adalah kondisi dimana jumlah kerugian pada daerah rugi sama dengan pengeluaran tetap atau *fixed charges*. Pada kondisi ini pabrik tidak mendapatkan keuntungan meskipun melanjutkan operasi produksi sehingga lebih baik untuk menutup pabrik. Nilai SDP yang diperoleh yaitu 34,2287 % pada kapasitas pabrik 1369,1473 ton/tahun (Lampiran E).



## BAB XI PENUTUP

Kesimpulan berdasarkan uraian dan hasil perhitungan pada Pra Rancangan Pabrik Pembuatan Nori Dari Rumput Laut *Gracillaria sp.* Kapasitas 4.000 Ton/Tahun, yaitu:

1. Pabrik direncanakan mulai beroperasi pada tahun 2028 selama 330 hari per tahun dan 24 jam perhari dengan kapasitas 4.000 ton/tahun.
2. Lokasi pendirian pabrik terletak di Kel. Waetuo, Kec. Tanete Riattang Timur, Kab. Bone, Provinsi Sulawesi Selatan. Bentuk perusahaan yang direncanakan yaitu Perseroan Terbatas (PT) dengan sistem organisasi garis dan staff serta jumlah karyawan yang dibutuhkan sebanyak 175 orang.
3. Pabrik ini layak untuk didirikan karena memberikan keuntungan yang ditinjau dari segi ekonomi, dimana data hasil analisis ekonomi yang diperoleh sebagai berikut:
  - *Return on Investment (ROI)* = 50,3538 %
  - *Pay out time (POT)* = 3,0126 tahun
  - *Internal rate of return (IRR)* = 36,295349974375 %
  - *Break event point (BEP)* = 44,2342 %

## DAFTAR PUSTAKA

- Alwahida, N., & Syam, H. (2023). Pengaruh Perbedaan Komposisi Rumput Laut *Eucheuma Cottonii* dan *Ulva Lactuca* Terhadap Kualitas Nori. *Jurnal Patani: Pengembangan Teknologi Pertanian dan Informatika*, 6(2), 1-5.
- Alibaba, 2020. Alibaba. [Online] Available at: <https://indonesian.alibaba.com/produk-detail/Factory-Price-Electric-Baking-Machine-Line-1600663719975.html> [Accessed 01 September 2024].
- Anggadiredja, J. T., Istini, S., Purwoto, H., dan Zatnika, A., 2009. Rumput Laut. Penebar Swadaya. Jakarta
- Anna, N., & Jumrah, J. (2022). Prarancangan Pabrik Pembuatan Nori dari Rumput Laut *Gracilaria Sp.* Berkapasitas 65.000 Ton/Tahun (Doctoral dissertation, Politeknik Negeri Ujung Pandang).
- Bank Indonesia, 2020. Bank Indonesia. [Online] Available at: <https://www.bi.go.id/id/default.aspx> [Accessed 11 September 2024].
- Brownell, L. E. & Young, E. H. , 1959. *Process Equipment Design*. New York: Chapman & Hall, Limited.
- Buthod, P., 1995. *Pressure Vassel Handbook*. 10th ed. Tulsa: Pressure Vassel Publishing, Inc..
- Chevron, 2007. *Diesel Fuels Technical Review*, San Ramon: Chevron Corporation
- Coulson, J. & Richardson, J., 1983. *Chemical Engineering Design : Fluid Flow, Heat Transfer and Mass Transfer*. 6th ed. Amsterdam: Elsevier.
- Dawczynski, C. (2007). Schbert, & Jahreis, G. *Amino acids, fatty acids and dietary fiber in edible seaweed Product. Food chemistry*, 103, 891-899.
- DPK Jawa Timur, 2014. *Laporan Tahunan Statistik Pengolahan dan Pemasaran Hasil Perikanan di Jawa Timur Tahun 2014*. Jawa Timur
- DKP Sulawesi Selatan, (2023). *Nilai Produksi Komoditas Unggulan Perikanan Budidaya Semester 1 2023*. Sulawesi Selatan.
- El-Beltagi, H. S., Mohamed, A. A., Mohamed, H. I., Ramadan, K. M. A., Barqawi, A. A., & Mansour, A. T., 2022, Phytochemical and potential properties of



seaweeds and their recent applications: A review, *Marine drugs*, 20(6): 342.

Fatonny, N., Nurmalina, R., & Fariyanti, A. (2023, March). Analisis Sistem Agribisnis Rumput Laut di Kabupaten Takalar Provinsi Sulawesi Selatan. In *Forum Agribisnis* (Vol. 13, No. 1, pp. 35-49).

Fransiska, D., Nurhayati, N., Sinurat, E., Subaryono, S., Utomo, B. S. B., Kusumawati, R., & Sihono, S. (2022). Karakteristik Nori Campuran Rumput Laut *Ulva sp.* dan *Gracilaria sp.* yang Diproses dengan Metode Casting. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*, 17(2), 99-110.

Geankoplis, C. J., 1993. *Transport Processes and Unit Operations*. 3th ed. United States of America: Prentice-Hall International, Inc.

Hangga, U. K. H., & Meiyasa, F. (2023, March). Kajian Sifat Kimiawi Dan Organoleptik Nori Dengan Perbandingan *Ulva Reticulata* Dan *Gracilaria Sp.* In *Seminar Nasional Sustainable Agricultural Technology Innovation (SATI)* (Vol. 1, No. 1, pp. 151-160).

Ifa, L. (2019) 'E-BOOK Ekonomi Pabrik new OKE,' [www.academia.edu](http://www.academia.edu) [Preprint]. [https://www.academia.edu/51551901/E\\_BOOK\\_Ekonomi\\_Pabrik\\_new\\_OKE](https://www.academia.edu/51551901/E_BOOK_Ekonomi_Pabrik_new_OKE).

Jawara, R. R., 2019. Karakterisasi Mutu Alkali Treated *Cottonii* dengan Variasi Bibit Rumput Laut (*Euclima Cottonii*) dan Umur Panen, Jember: Universitas Jember.

Juarsa, R. P. (2019). Analisis dan Strategi Untuk Mendukung Prospek Perdagangan Rumput Laut Indonesia. *Cendekia Niaga*, 3(2), 51-60

KEMENPERIN, (2023). Peningkatan Penggunaan Produk Dalam Negeri.

KKP, (2021). *Kementerian Kelautan dan Perikanan Tentang Produksi Perikanan*.

Kurniawan, K., Bintoro, N., & Saputro, A. D. Pengaruh Temperatur Pengeringan pada Karakteristik Pengeringan Nori dari Campuran *Ulva lactuca* dan *Euclima cottonii*. *AgriTECH*, 42(4), 309-320.

Kusnarjo, *Desain Pabrik Kimia*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2010.

Langford, Z., Waldron, S., Nuryartono, N., Pasaribu, S., Julianto, B. S., Siradjuddin, I., ... & Zhang, J. (2023). Peningkatan industri rumput laut Sulawesi Selatan secara berkelanjutan.

- Lalopua, V. M. (2018). Karakteristik fisik kimia nori rumput laut merah *Hypnea* saidana menggunakan metode pembuatan berbeda dengan penjemuran matahari. *Majalah Biam*, 14(01), 28-36.
- Loupatty, V. D. (2014). Nori nutrient analysis from seaweed of *Porphyra marcosii* in Maluku Ocean. *EKSAKTA: Journal of Sciences and Data Analysis*, 34-48
- Martinus, dan Adiasa Arianto. 2003. Prarancangan Pabrik Karaginan Kapaistas 4000 Ton/Tahun. Universitas Khatolik Widya Mandala. Surabaya.
- Ma'ruf, W. F., Ibrahim, R., Dewi, E. N., Susanto, E., & Amalia, U. (2013). *Caulerpa racemosa* dan *Gracilaria verrucosa* sebagai edible food. 9(1), 68–74.
- Masrikhiyah, R., & Wahyani, A. D. (2020). Karakteristik Kimia dan Fisik Bubuk Rumput laut *Gracilaria* sp dengan agen Pemucat NaOCl. *Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan*, 11(1), 93-98.
- Otoritas Jasa Keuangan, 2016. *Profil Usaha Budidaya Rumput laut*.
- Pamungkas, A., Sedayu, B. B., Hakim, A. R., Wullandari, P., Fauzi, A., & Novianto, T. D. (2023). Perkembangan penelitian aplikasi rumput laut sebagai bahan pangan di Indonesia: tinjauan literatur. *Agrointek: Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 17(3), 557-570.
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.32 tahun 2017
- Perry, R. H. & Green, D., 1997. *Chemical Engineers' Handbook*. 7 th ed. New York: Mc. Graw-Hill Book Company.
- Peters, M.S., and Timmerhaus, K.D., 2004, "Plant Design and Economics for Chemical Engineers", 5th ed., Mc Graw Hill Book Co., Inc., New York.
- Peters, M. S. & Timmerhaus, K. D., 1991. *Plant Design and Economics for Chemical Engineers*. 4th ed. New York: Mc Graw-Hill, Inc
- Prasiwi, G. (2018). Pembuatan Nori dari Rumput Laut Jenis *Sargassum* Sp. dan *Gracilaria* Sp.
- Putri, Rosi C.T, and Ningtyas, Seta Ayu. 2017. Pembuatan Nori Dari Rumput Laut Campuran Jenis *Ulva Lactuca* Linnaeus Dan *Gracilaria* Sp. Universitas Sebelas Maret Surakarta.

- Rizaldi, F. (2020). *Analisis Pemanfaatan Saus Keong Gondang dalam Olahan Ayam Saus Tiram* (Doctoral dissertation, STP AMPTA Yogyakarta).
- Sanghvi Enterprise, 1973. Sanghvi Enterprise. [Online] Available at: <https://www.sanghvienterprise.com> [Accessed 27 Agustus 2024].
- Sari, N., Husain, H., & Arief, F. (2023). Wanita Bekerja Di Luar Rumah Perspektif Hukum Ekonomi Syariah (Studi Kasus Pada Buruh Pengikat Bibit Rumput Laut Di Kel. Waetuwo Kab. Bone). *An-Nisa: Jurnal Studi Gender dan Anak*, 16(2), 59-68.
- SHOFA, M. N., Rohadi, I., Larasati, I. D., & File, N. J. F. Pengaruh Berbagai Konsentrasi Ekstrak Biji Duwet (*Syzygium cumini* L) Untuk Penghambatan Kerusakan Oksidatif Minyak Biji Wijen (Virgin sesame oil).
- Sihono, S., Sinurat, E., Fateha, F., Supriyanto, A., Suryaningrum, T. D., Nurhayati, N., ... & Muzayyanah, A. L. (2023). Optimasi formula nori like product dari *Ulva* spp., *Gracilaria* sp. dan gliserol menggunakan metode mixture design. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 26(3), 433-447.
- Severn, W. H., & Degeler, H. E. (1959). *steam, Air, and Gas Power* (3rd ed.). New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Soeprijadi, L., Panjaitan, T. F. C., & Prabhita, T. S. A. (2023). Pengamatan Uji Sensori Nori Berbahan Dasar Rumput Laut *Eucheuma Cottoni* Dan *Gracilaria* Sp. *Marinade*, 6(02), 124-134.
- Suez, 2017. *Water Technologies & Solutions Fact Sheet (E-Cell-3X Stack)*, USA: Suez
- Syahrir, M. (2017). Analisis strategi pemasaran rumput laut gracilaria SP di Kabupaten Bone (Studi kasus di Kecamatan Sibulue). In *Prosiding Seminar Nasional Kemaritiman dan Sumber Daya Pulau-Pulau Kecil* (Vol. 2, No. 1).
- Takeshita Industrial, 2008. Takeshita Industrial. [Online] Available at: <https://takeshita-ind.co.jp/news/2017-05-11/358> [Accessed 01 September 2024].
- Teddy, M. (2009). *Pembuatan Nori Secara Tradisional dari Rumput Laut Jenis Gracilaria sp.* Bogor : IPB University
- Vallepi, R. R. (2020). *Prarancangan Pabrik Glycerol Tertiary Butyl Ether dari Gliserol dan Isobuten Kapasitas 75.000 Ton/Tahun.* Universitas Bung Hatta : Padang.

- Wahab, N. (2020). Analisa Pemurnian Garam Dengan Metode Hidro Ekstraksi Batch Dan Kontinue Di Kabupaten Jeneponto. *Journal Techno Entrepreneur Acta*, 5(1).
- Walas, S. M., 1988. Chemical Process Equipment. Boston: Butterworth Publisher
- Widjaja, G. & Yani, A., 2006. Seri Hukum Bisnis Perseroan Terbatas. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Scribd* (2014). [Online] Available at: [https://www.scribd.com/embeds/504318937/content?start\\_page=1&view\\_mode=sgulung&access\\_key=key-fFexxf7MbzEfWu3HKwf](https://www.scribd.com/embeds/504318937/content?start_page=1&view_mode=sgulung&access_key=key-fFexxf7MbzEfWu3HKwf). [Accessed 11 September 2024].
- Index of process equipment costs* (2014). [Online] Available at: <https://www.matche.com/equipcost/EquipmentIndex.html>. [Accessed 11 September 2024].
- Yaws, C. L., 1999.. Chemical Properties Handbook. New York: McGraw-Hill.
- Yudiono, Lasminto, U. & Ratnasari, V., 2018. Analisis Biaya untuk Pemilihan Sumber Daya Listrik Utama Rumah Pompa Greses. *ITS Journal of Civil Engineering*, XXXIII(1), p. 21.
- Yuni Hendrawati, T. (2016). Pengolahan rumput laut dan kelayakan industrinya.

## LAMPIRAN A

### PERHITUNGAN NERACA MASSA

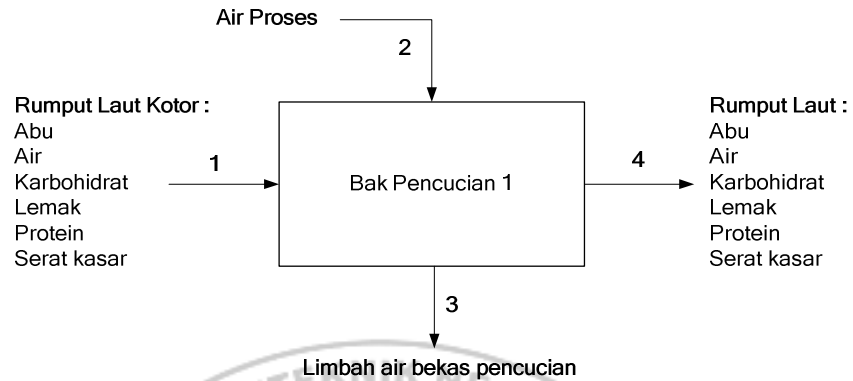
Produk	= Nori
Kapasitas produksi	= 4.000 ton/tahun
	= 4.000.000 kg/tahun
Waktu operasi	= 330 hari/tahun
Satu hari kerja	= 24 jam
Rate produksi	= $4.000.000 \text{ kg/tahun} \times \frac{1 \text{ tahun}}{330 \text{ hari}} \times \frac{1 \text{ hari}}{24 \text{ jam}}$
	= 505.0505 kg/jam
Basis yang digunakan	= 100 kg/jam umpan rumput laut
Data yang diketahui	=

Tabel L A.1 Komposisi rumput laut *Gracilaria* sp.

Komponen	Kadar %
Abu	22,2
Air	27,75
Karbohidrat	33,2
Lemak	8,5
Protein	5,35
Serat kasar	3
Jumlah	100

Sumber : (Anggadiredja dkk., 2009).

## 1. BAK PENCUCIAN 1 (BP-120)



Fungsi : menghilangkan partikel-partikel yang tidak diinginkan.

### Arus 1

(Rumput laut kering dari gudang penyimpanan)

Abu :  $22,2\% \times 100 \text{ kg/jam} = 22,2 \text{ kg/jam}$

Air :  $27,75\% \times 100 \text{ kg/jam} = 27,75 \text{ kg/jam}$

Karbohidrat :  $33,2\% \times 100 \text{ kg/jam} = 33,2 \text{ kg/jam}$

Lemak :  $8,5\% \times 100 \text{ kg/jam} = 8,5 \text{ kg/jam}$

Protein :  $5,35\% \times 100 \text{ kg/jam} = 5,35 \text{ kg/jam}$

Serat kasar :  $3\% \times 100 \text{ kg/jam} = 3 \text{ kg/jam}$

Rumput laut = 100 kg/jam

### Arus 2

Data :

- Rasio berat rumput laut (kg) terhadap volume air (L) yaitu 1:6

(Jawara:2019)

- $\rho_{\text{H}_2\text{O}} = 0,997 \text{ kg/L}$

Air proses untuk pencucian :

Rumput laut (kg) : air proses (L) = 1 : 6

100 (kg) : air proses (L) = 1 : 6

Volume air proses = 600 L/jam

Laju massa air proses = berat jenis x volume

$$= 0,997 \text{ kg/L} \times 600 \text{ L/jam}$$

$$= 598,2 \text{ kg/jam}$$

### **Arus 3**

Data :

- Air yang menempel atau terikat yaitu 11,14% dari berat rumput laut yang masuk (Martinus & Adiasa Arianto, 2023)

$$\text{Air yang terikat} = \frac{11,14}{100} \times 100 \text{ kg/jam} = 11,14 \text{ kg/jam}$$

Air bekas pencucian = air pencucian – air yang terikat rumput laut

$$= 600 \text{ kg/jam} - 11,14 \text{ kg/jam}$$

$$= 588,86 \text{ kg/jam}$$

### **Arus 4**

Data :

- Air yang menempel atau terikat yaitu 11,14% dari berat rumput laut yang masuk (Martinus & Adiasa Arianto, 2023)

$$\text{Air yang terikat} = \frac{11,14}{100} \times 100 \text{ kg/jam} = 11,14 \text{ kg/jam}$$

Total air = air dalam rumput laut + air yang terikat

$$= 27,75 \text{ kg/jam} + 11,14 \text{ kg/jam}$$

$$= 38,89 \text{ kg/jam}$$

Abu = massa abu arus 1 = 22,2 kg/jam  
 Karbohidrat = massa karbohidrat arus 1 = 33,2 kg/jam  
 Lemak = massa lemak arus 1 = 8,5 kg/jam  
 Protein = massa protein arus 1 = 5,35 kg/jam  
 Serat kasar = massa serat kasar arus 1 = 3 kg/jam

Tabel L A.2 Neraca Massa Bak Pencucian

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)	
	1	2	3	4
Abu	22,2	-	-	22,2
Air	27,75	598,2	587,06	38,89
Karbohidrat	33,2	-	-	33,2
Lemak	8,5	-	-	8,5
Protein	5,35	-	-	5,35
Serat kasar	3	-	-	3
<b>Total</b>	<b>698,2</b>		<b>698,2</b>	

## 2. BAK PERENDAMAN (BP-130)



Fungsi : melunakkan jaringan rumput laut dan menghilangkan bau amis



### Arus 5

Data :

- Perendaman menggunakan air proses dan larutan asam asetat 4% dengan perbandingan rumput laut kering (kg) : air proses (L) : asam asetat (L) = 2 : 60 : 1 (Prasiwi, G., 2018).

Kebutuhan asam asetat 4% :

$$\text{Rumput laut (kg) : asam asetat 4\% (L)} = 2 : 1$$

$$100 \text{ kg : asam asetat 4\% (L)} = 2 : 1$$

$$\text{Volume asam asetat 4\%} = 50 \text{ L/jam}$$

$$\begin{aligned} \text{Laju massa asam asetat 4\%} &= \text{berat jenis} \times \text{volume} \\ &= 1,05 \text{ kg/L} \times 50 \text{ L/jam} \\ &= 52,5 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

Kebutuhan air proses :

$$\text{Rumput laut kering (kg) : air proses (L)} = 2 : 60$$

$$100 \text{ kg : air proses (L)} = 2 : 60$$

$$\text{Volume air proses} = 3000 \text{ L/jam}$$

$$\begin{aligned} \text{Laju massa air proses} &= \text{berat jenis} \times \text{volume} \\ &= 0,997 \text{ kg/L} \times 3000 \text{ L/jam} \\ &= 2.991 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

### Arus 6

Data :

- 98,5% larutan asam asetat terbuang sebagai limbah (asumsi)

- Air yang menempel atau terikat yaitu 11,14% dari berat rumput laut yang masuk (Martinus & Adiasa Arianto, 2023)

$$\begin{aligned} \text{Massa limbah asam asetat} &= 98,5\% \times 52,5 \text{ kg/jam} \\ &= 51,713 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Air yang terikat} &= 11,14\% \times \text{berat rumput laut (kg/jam)} \\ &= 11,14\% \times 100 \text{ kg/jam} \\ &= 11,14 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total limbah air} &= \text{air proses (kg/jam)} + \text{air yang terikat arus 4} \\ &\quad (\text{kg/jam}) - \text{air yang terikat arus 7 (kg/jam)} \\ &= 2.991 \text{ kg/jam} + 11,14 \text{ kg/jam} - 11,14 \text{ kg/jam} \\ &= 2.991 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

### Arus 7

$$\begin{aligned} \text{Massa asam asetat} &= \text{total asam asetat} - \text{limbah asam asetat} \\ &= 52,5 \text{ kg/jam} - 51,713 \text{ kg/jam} \\ &= 0,787 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

$$\text{Air yang terikat} = \frac{11,14}{100} \times 100 \text{ kg/jam} = 11,14 \text{ kg/jam}$$

$$\begin{aligned} \text{Total air} &= \text{air dalam rumput laut} + \text{air yang terikat} \\ &= 27,75 \text{ kg/jam} + 11,14 \text{ kg/jam} \\ &= 38,89 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

$$\text{Abu} \quad : \text{ massa abu arus 4} \quad = 22,2 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Karbohidrat} \quad : \text{ massa karbohidrat arus 4} \quad = 33,2 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Lemak} \quad : \text{ massa lemak arus 4} \quad = 8,5 \text{ kg/jam}$$

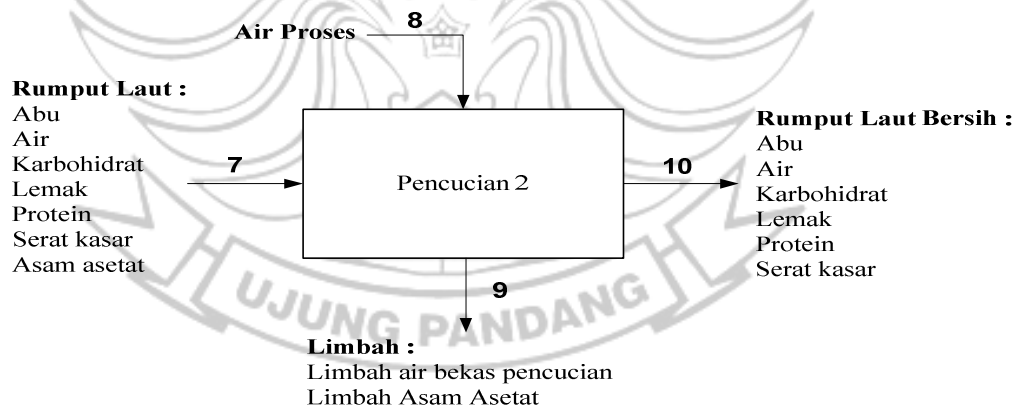
$$\text{Protein} \quad : \text{ massa protein arus 4} \quad = 5,35 \text{ kg/jam}$$

Serat kasar : massa serat kasar arus 4 = 3 kg/jam

Tabel L A.3 Neraca Massa Bak Perendaman

Komponen	Input (Kg/Jam)		Output (Kg/Jam)	
	4	5	6	7
Abu	22.2	-	-	22.2
Air	38.89	2991	2991	38.89
Karbohidrat	33.2	-	-	33.2
Lemak	8.5	-	-	8.5
Protein	5.35	-	-	5.35
Serat Kasar	3	-	-	3
Asam Asetat	-	52.5	51.713	0.787
<b>Total</b>	<b>3154.64</b>		<b>3154.64</b>	

### 3. BAK PENCUCIAN 2 (BP-121)



Fungsi : menghilangkan larutan asam asetat yang ada pada rumput laut yang telah direndam.

### Arus 8

Data :

- Rasio berat rumput laut (kg) terhadap volume air proses (L) yaitu 1:6 (Jawara:2019)

Air untuk pencucian :

$$\text{Rumput laut (kg) : air proses (L)} = 1 : 6$$

$$100 \text{ (kg) : air proses (L)} = 1 : 6$$

$$\text{Volume air proses} = 600 \text{ L/jam}$$

$$\begin{aligned} \text{Laju massa air proses} &= \text{berat jenis} \times \text{volume} \\ &= 0,997 \text{ kg/L} \times 600 \text{ L/jam} \\ &= 598,2 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

### Arus 9

Data :

- Air yang menempel atau terikat yaitu 11,14% dari berat rumput laut yang masuk (Martinus & Adiasa Arianto, 2023)

$$\text{Air yang terikat} = \frac{11,14}{100} \times 100 \text{ kg/jam} = 11,14 \text{ kg/jam}$$

$$\begin{aligned} \text{Total limbah air} &= \text{air proses (kg/jam)} + \text{air yang terikat arus 7} \\ &\quad \text{(kg/jam)} - \text{air yang terikat arus 10 (kg/jam)} \\ &= 598,2 \text{ kg/jam} + 11,14 \text{ kg/jam} - 11,14 \text{ kg/jam} \\ &= 598,2 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total limbah} &= \text{limbah air (kg/jam)} + \text{asam asetat yang terikat} \\ &= 598,2 \text{ kg/jam} + 0,787 \text{ kg/jam} \\ &= 598,987 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

## Arus 10

Data :

- Air yang menempel atau terikat yaitu 11,14% dari berat rumput laut yang masuk (Martinus & Adiasa Arianto, 2023)

$$\text{Air yang terikat} = \frac{11,14}{100} \times 100 \text{ kg/jam} = 11,14 \text{ kg/jam}$$

$$\begin{aligned} \text{Total air} &= \text{air dalam rumput laut} + \text{air yang terikat} \\ &= 27,75 \text{ kg/jam} + 11,14 \text{ kg/jam} \\ &= 38,89 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

$$\text{Abu} : \text{massa abu arus 4} = 22,2 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Karbohidrat} : \text{massa karbohidrat arus 4} = 33,2 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Lemak} : \text{massa lemak arus 4} = 8,5 \text{ kg/jam}$$

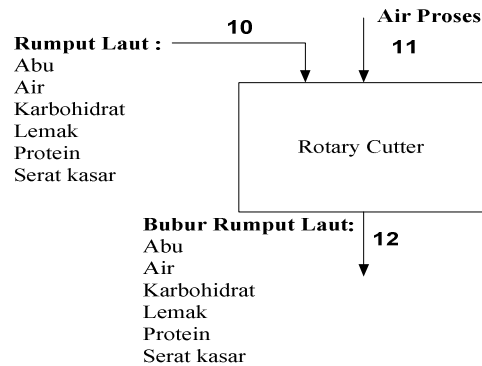
$$\text{Protein} : \text{massa protein arus 4} = 5,35 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Serat kasar} : \text{massa serat kasar arus 4} = 3 \text{ kg/jam}$$

Tabel L A.4 Neraca Massa Bak Pencucian 2

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)	
	7	8	9	10
Abu	22.2	-	-	22.2
Air	38.89	598.2	598.2	38.89
Karbohidrat	33.2	-	-	33.2
Lemak	8.5	-	-	8.5
Protein	5.35	-	-	5.35
Serat Kasar	3	-	-	3
Asam Asetat	0.787	-	0.787	-
Total	710.127		710.127	

#### 4. ROTARY CUTTER (M-140)



Fungsi : penghalusan untuk mempermudah proses pemasakan dan pencetakan

##### Arus 11

Data :

- Rumput laut ditambahkan air dengan perbandingan antara rumput laut kering (kg) dengan air proses (L) = 1 : 8 (Putri & Seta, 2017)

Air untuk pencucian :

Rumput laut (kg) : air proses (L) = 1 : 8

100 (kg) : air proses (L) = 1 : 8

Volume air proses = 800 L/jam

Laju massa air proses = berat jenis x volume  
 = 0,997 kg/L x 800 L/jam  
 = 797,6 kg/jam

##### Arus 12

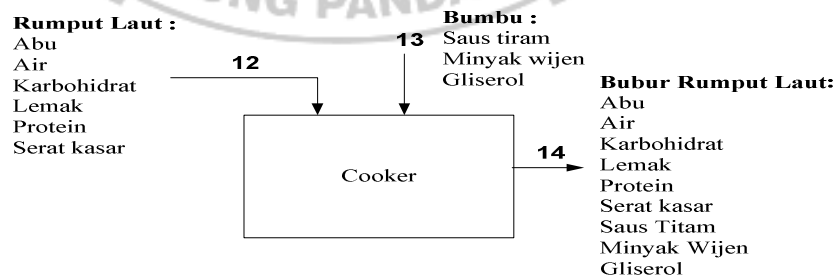
Total air = total air arus 10 + air proses  
 = 38,89 kg/jam + 797,6 kg/jam  
 = 836,49 kg/jam

Abu : massa abu arus 10 = 22,2 kg/jam  
 Karbohidrat : massa karbohidrat arus 10 = 33,2 kg/jam  
 Lemak : massa lemak arus 10 = 8,5 kg/jam  
 Protein : massa protein arus 10 = 5,35 kg/jam  
 Serat kasar : massa serat kasar arus 10 = 3 kg/jam

Tabel L A.5 Neraca Massa Rotary Cutter

Komponen	Input (Kg/Jam)		Output (Kg/Jam)
	10	11	12
Abu	22.2	-	22.2
Air	38.89	797.6	836.49
Karbohidrat	33.2	-	33.2
Lemak	8.5	-	8.5
Protein	5.35	-	5.35
Serat Kasar	3	-	3
<b>Total</b>	<b>908.74</b>		<b>908.74</b>

### 5. COOKER (C-01)



Fungsi : pemasakan dan penambahan bumbu pada bubur rumput laut.

### Arus 13

Data :

- Bubur rumput laut ditambahkan saos tiram dengan perbandingan 3 kg saos tiram : 20 kg rumput laut kering, minyak wijen dengan perbandingan 1 kg minyak wijen : 25 kg rumput laut kering, gliserol sebanyak 1,96% (v/v) (Pratiwi. G, 2018).

Saus tiram :

$$\text{Saus tiram (kg) : rumput laut (kg)} = 3 : 20$$

$$\text{Saus tiram (kg) : 100 kg} = 3 : 20$$

$$\text{Saus tiram} = 15 \text{ kg/jam}$$

Minyak wijen :

$$\text{Minyak wijen (kg) : rumput laut (kg)} = 1 : 25$$

$$\text{Minyak wijen (kg) : 100 kg} = 1 : 25$$

$$\text{Minyak wijen} = 4 \text{ kg/jam}$$

Gliserol :

$$\text{Gliserol } 1,96 \% \text{ (v/v)} = \frac{1,96 \text{ L}}{100 \text{ L}}$$

$$\text{Laju massa gliserol} = \text{Berat jenis gliserol} \times \text{volume gliserol}$$

$$= 1,25 \text{ kg/L} \times 1,96 \text{ L/jam}$$

$$= 2,45 \text{ kg/jam}$$

### Arus 14

$$\text{Abu} = \text{massa abu arus 12} = 22,2 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Air} = \text{massa air arus 12} = 836,49 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Karbohidrat} = \text{massa karbohidrat arus 12} = 33,2 \text{ kg/jam}$$

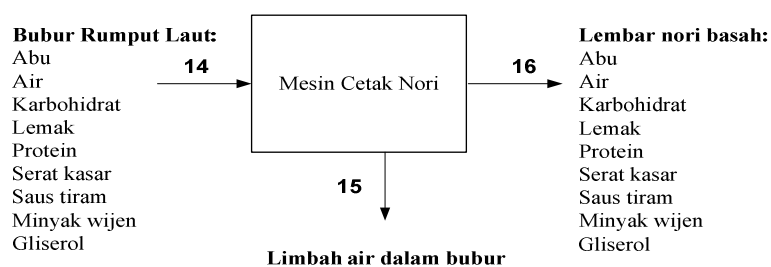


Lemak = massa lemak arus 12 = 8,5 kg/jam  
 Protein = massa protein arus 12 = 5,35 kg/jam  
 Serat kasar = massa serat kasar arus 12 = 3 kg/jam  
 Saus tiram = massa saus tiram arus 12 = 15 kg/jam  
 Minyak wijen = massa minyak wijen arus 12 = 4 kg/jam  
 Gliserol = massa gliserol arus 12 = 2,45 kg/jam

Tabel L A.6 Neraca Massa Cooker

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)
	12	13	14
Abu	22.2	-	22.2
Air	836.49	-	836.49
Karbohidrat	33.2	-	33.2
Lemak	8.5	-	8.5
Protein	5.35	-	5.35
Serat Kasar	3	-	3
Saus Tiram	-	15	15
Minyak Wijen	-	4	4
Gliserol	-	2.45	2.45
Total	930.19		930.19

## 6. MESIN CETAK DAN PRESS (P-150)



Fungsi : memotong dan mengurangi kadar air nori

### **Arus 15**

Data :

- Air bubur rumput laut yang hilang pada proses press 94% (asumsi)

$$\begin{aligned}\text{Limbah air rumput laut} &= 94\% \times \text{air dalam bubur rumput laut} \\ &= 94\% \times 836,49 \text{ kg/jam} \\ &= 786,3006 \text{ kg/jam}\end{aligned}$$

### **Arus 16**

Lembar nori basah :

$$\begin{aligned}\text{Air} &= \text{air dalam bubur rumput laut} - \text{limbah air rumput laut} \\ &= 836,49 \text{ kg/jam} - 786,3006 \text{ kg/jam} \\ &= 50,1894 \text{ kg/jam}\end{aligned}$$

$$\text{Abu} = \text{massa abu arus 14} = 22,2 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Karbohidrat} = \text{massa karbohidrat arus 14} = 33,2 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Lemak} = \text{massa lemak arus 14} = 8,5 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Protein} = \text{massa protein arus 14} = 5,35 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Serat kasar} = \text{massa serat kasar arus 14} = 3 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Saus tiram} = \text{massa saus tiram arus 14} = 15 \text{ kg/jam}$$

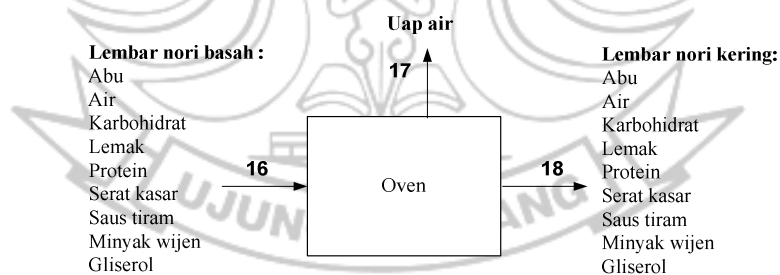
$$\text{Minyak wijen} = \text{massa minyak wijen arus 14} = 4 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Gliserol} = \text{massa gliserol arus 14} = 2,45 \text{ kg/jam}$$

Tabel L A.7 Neraca Massa Mesin Cetak dan Press

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)	
	14	15	16	15
Abu	22.2	-	22.2	-
Air	836.49	786.3006	50.1894	-
Karbohidrat	33.2	-	33.2	-
Lemak	8.5	-	8.5	-
Protein	5.35	-	5.35	-
Serat Kasar	3	-	3	-
Saus Tiram	15	-	15	-
Minyak Wijen	4	-	4	-
Gliserol	2.45	-	2.45	-
<b>Total</b>	<b>930.19</b>	<b>786.3006</b>	<b>930.19</b>	<b>50.1894</b>

**7. OVEN (B-120)**



Fungsi : mengurangi kandungan air di dalam nori

**Arus 17**

Data :

- Kadar air produk nori 10%

$$\begin{aligned} \text{Kadar air nori kering} &= 10\% \times \text{kadar air nori basah} \\ &= 10\% \times 50,1894 \text{ kg/jam} \\ &= 5,0189 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Air yang menguap} &= \text{kadar air nori basah} - \text{kadar air nori kering} \\ &= 50,1894 \text{ kg/jam} - 5,0189 \text{ kg/jam} \\ &= 45,1705 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

### **Arus 18**

Lembar nori kering :

$$\begin{aligned} \text{Kadar air nori kering} &= \text{kadar air nori basah} - \text{air yang menguap} \\ &= 50,1894 \text{ kg/jam} - 5,0189 \text{ kg/jam} \\ &= 45,1705 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

$$\text{Abu} = \text{massa abu arus 16} = 22,2 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Karbohidrat} = \text{massa karbohidrat arus 16} = 33,2 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Lemak} = \text{massa lemak arus 16} = 8,5 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Protein} = \text{massa protein arus 16} = 5,35 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Serat kasar} = \text{massa serat kasar arus 16} = 3 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Saus tiram} = \text{massa saus tiram arus 16} = 15 \text{ kg/jam}$$

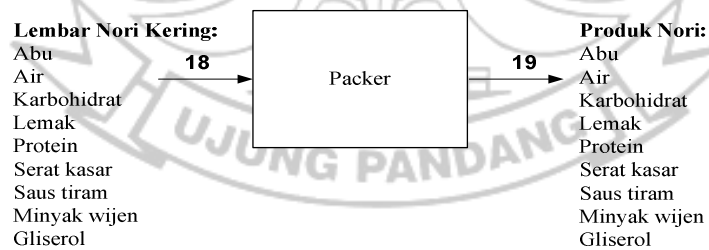
$$\text{Minyak wijen} = \text{massa minyak wijen arus 16} = 4 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Gliserol} = \text{massa gliserol arus 16} = 2,45 \text{ kg/jam}$$

Tabel L A.8 Neraca Massa Oven

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)	
	16	17	18	
Abu	22.2	-	22.2	
Air	50.1894	45,1705	5,0189	
Karbohidrat	33.2	-	33.2	
Lemak	8.5	-	8.5	
Protein	5.35	-	5.35	
Serat Kasar	3	-	3	
Saus Tiram	15	-	15	
Minyak Wijen	4	-	4	
Gliserol	2.45	-	2.45	
<b>Total</b>	<b>143.8894</b>	<b>143.8894</b>		

**8. PACKER (L-160)**



Fungsi : pengepakan produk agar tidak mudah rusak dan aman

### Arus 19

Asumsi : tidak ada produk nori yang rusak dan dibuang

Abu	= massa abu arus 18	= 22,2 kg/jam
Air	= massa air arus 18	= 1,0038 kg/jam
Karbohidrat	= massa karbohidrat arus 18	= 33,2 kg/jam
Lemak	= massa lemak arus 18	= 8,5 kg/jam
Protein	= massa protein arus 18	= 5,35 kg/jam
Serat kasar	= massa serat kasar arus 18	= 3 kg/jam
Saus tiram	= massa saus tiram arus 18	= 15 kg/jam
Minyak wijen	= massa minyak wijen arus 18	= 4 kg/jam
Gliserol	= massa gliserol arus 18	= 2,45 kg/jam

Tabel L A.9 Neraca Massa Packer

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)	
	18	19	18	19
Abu	22.2		22.2	
Air	5,02		5,02	
Karbohidrat	33.2		33.2	
Lemak	8.5		8.5	
Protein	5.35		5.35	
Serat Kasar	3		3	
Saus Tiram	15		15	
Minyak Wijen	4		4	
Gliserol	2.45		2.45	
Total	98,7189		98,71894	

Ditetapkan kapasitas produksi nori = 4.000 ton/tahun. Satu tahun pabrik beroperasi selama 330 hari dengan satu hari kerja selama 24 jam sehingga produksi pabrik tiap jam :

$$\begin{aligned}\text{Rate produksi} &= 4.000.000 \text{ kg/tahun} \times \frac{1 \text{ tahun}}{330 \text{ hari}} \times \frac{1 \text{ hari}}{24 \text{ jam}} \\ &= 505.0505 \text{ kg/jam}\end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan dengan menggunakan basis umpan diperoleh kapasitas basis = 98,7189 kg/jam, maka faktor pengali yaitu :

$$\begin{aligned}\text{Faktor pengali} &= \frac{\text{kapasitas produksi aktual}}{\text{kapasitas produksi basis}} \\ &= \frac{505,0505 \text{ kg/jam}}{98,7189 \text{ kg/jam}} \\ &= 5,1160 \text{ kg/jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Bahan baku aktual} &= \text{basis} \times \text{faktor pengali} \\ &= 100 \text{ kg/jam} \times 5,1160 \text{ kg/jam} \\ &= 511,6045 \text{ kg/jam}\end{aligned}$$

Dengan demikian, neraca massa setelah dikali faktor pengali disajikan dalam tabel sebagai berikut :

## 1. BAK PENCUCIAN 1 (BP-120)

Tabel L A.9 Neraca Massa Bak Pencucian 1

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)	
	1	2	3	4
Abu	113,5762	-	-	113,5762
Air	141,9702	3.060,4179	3.003,4252	198,9630
Karbohidrat	169,8527	-	-	169,8527
Lemak	43,4864	-	-	43,4864
Protein	27,3708	-	-	27,3708
Serat Kasar	15,3481	-	-	15,3481
<b>Total</b>	<b>3.572,0224</b>		<b>3.572,0224</b>	

## 2. BAK PERENDAMAN (BP-130)

Tabel L A.11 Neraca Massa Bak Perendaman

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)	
	4	5	6	7
Abu	113,5762	-	-	113,5762
Air	198,9630	15.302,0896	15.302,0896	198,9630
Karbohidrat	169,8527	-	-	169,8527
Lemak	43,4864	-	-	43,4864
Protein	27,3708	-	-	27,3708
Serat kasar	15,3481	-	-	15,3481
Asam asetat 4%		268,5923	264,5660	4,0263
<b>Total</b>	<b>16.139,2791</b>		<b>16.139,2791</b>	



### 3. BAK PENCUCIAN 2 (BP-121)

Tabel L A.11 Neraca Massa Bak Pencucian 2

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)	
	7	8	9	10
Abu	113,5762	-	-	113,5762
Air	198,9630	3.060,4179	3.060,4179	198,9630
Karbohidrat	169,8527	-	-	169,8527
Lemak	43,4864	-	-	43,4864
Protein	27,3708	-	-	27,3708
Serat Kasar	15,3481	-	-	15,3481
Asam Asetat 4%	4,0263	-	4,0263	-
<b>Total</b>	<b>3.633,0414</b>		<b>3.633,0414</b>	

### 4. ROTARY CUTTER (M-140)

Tabel L A.12 Neraca Massa Rotary Cutter

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)
	10	11	12
Abu	113,5762	-	113,5762
Air	198,9630	4.080,5572	4.279,5202
Karbohidrat	169,8527	-	169,8527
Lemak	43,4864	-	43,4864
Protein	27,3708	-	27,3708
Serat Kasar	15,3481	-	15,3481
<b>Total</b>	<b>4.649,1544</b>		<b>4.649,1544</b>

## 5. COOKER (C-01)

Tabel L A.13 Neraca Massa Cooker

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)
	12	13	14
Abu	113,5762	-	113,5762
Air	4.279,5202	-	4.279,5202
Karbohidrat	169,8527	-	169,8527
Lemak	43,4864	-	43,4864
Protein	27,3708	-	27,3708
Serat Kasar	15,3481	-	15,3481
Saus Tiram	-	76,7407	76,7407
Minyak Wijen	-	20,4642	20,4642
Gliserol	-	12,5343	12,5343
Total	4.758,8936		4.758,8936

## 6. MESIN CETAK DAN PRESS (P-150)

Tabel L A.14 Neraca Massa Mesin Cetak dan Press

Komponen	Input (Kg/Jam)		Output (Kg/Jam)
	14	15	16
Abu	113,5762	-	113,5762
Air	4.279,5202	4.022,7490	256,7712
Karbohidrat	169,8527	-	169,8527
Lemak	43,4864	-	43,4864
Protein	27,3708	-	27,3708
Serat Kasar	15,3481	-	15,3481

Saus Tiram	76,7407	-	76,7407
Minyak Wijen	20,4642	-	20,4642
Gliserol	12,5343	-	12,5343
<b>Total</b>	<b>4.758,8936</b>		<b>4.758,8936</b>

## 7. OVEN (B-120)

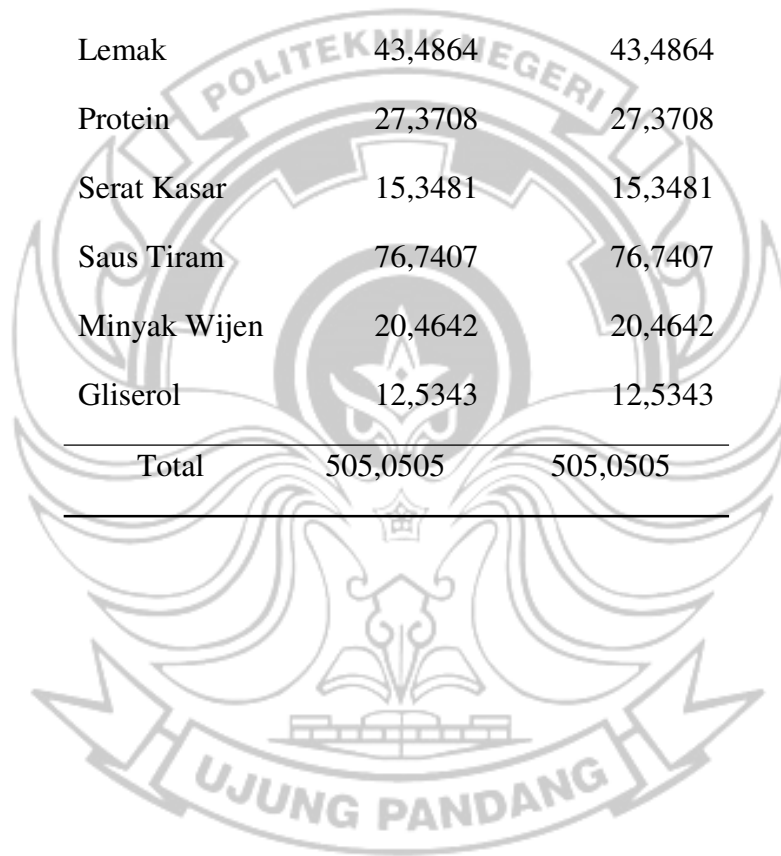
Tabel L A.15 Neraca Massa Oven

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)	
	16	17	18	
Abu	113,5762	-	113,5762	
Air	256,7712	231,0941	25,6771	
Karbohidrat	169,8527	-	169,8527	
Lemak	43,4864	-	43,4864	
Protein	27,3708	-	27,3708	
Serat Kasar	15,3481	-	15,3481	
Saus Tiram	76,7407	-	76,7407	
Minyak Wijen	20,4642	-	20,4642	
Gliserol	12,5343	-	12,5343	
<b>Total</b>	<b>736,1446</b>		<b>736,1446</b>	

## 8. PACKER (L-160)

Tabel L A.16 Neraca Massa Packer

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)
	18	19
Abu	113,5762	113,5762
Air	25,6771	25,6771
Karbohidrat	169,8527	169,8527
Lemak	43,4864	43,4864
Protein	27,3708	27,3708
Serat Kasar	15,3481	15,3481
Saus Tiram	76,7407	76,7407
Minyak Wijen	20,4642	20,4642
Gliserol	12,5343	12,5343
Total	505,0505	505,0505



## LAMPIRAN B

### PERHITUNGAN NERACA PANAS

Kapasitas produksi : 4.000 ton/tahun

Operasi pabrik : 330 hari/tahun

Basis perhitungan : 1 jam operasi

Satuan perhitungan : kkal/jam

Temperatur referensi : 298 °K (25°C)

Tekanan referensi : 1 atm

Data yang diperlukan dalam perhitungan neraca panas :

Besar perubahan panas dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$Q = M \times \int_{T_{ref}}^T dT$$

Ket:

Q = Laju alir energi (kJ/jam)

m = laju alir massa zat (kg/jam)

Cp = kapasitas panas (Kj/kgmol.°K)

Tref = suhu referensi (°C atau °K)

T = Suhu operasi (°C atau °K)

dT = Perubahan temperature bahan (°C atau °K) (Perry,1997)

nilai panas spesifik suatu bahan yang dipengaruhi suhu dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$C_p = A + BT + CT^2 + DT^3$$

Kapasitas panas ( $C_p$ )

$$\int_{T_{ref}}^T C_p dT = \int_{T_{ref}}^T (A + BT + CT^2 + DT^3) dT$$

$$\int_{T_{ref}}^T C_p dT = (A(T - T_{ref})) + \frac{B}{2}(T^2 - T_{ref}^2) + \frac{C}{3}(T^3 - T_{ref}^3) + \frac{D}{4}(T^4 - T_{ref}^4)$$

(Yaws, 1999)

Ket :

A, B, C, D = Konstanta kapasitas panas

Nilai  $C_p$  konstan, besar entalpi dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$Q = m \times C_p \times (T - T_{ref})$$

Data kapasitas panas dapat dilihat pada Tabel L-B.1 berikut

Tabel L-B.1 Kapasitas Panas Komponen

Komponen	Cp	Satuan	Sumber
Abu	$1,0926+1,8896 \times 10^{-3}T+(-3,6817 \times 10^{-6}T^2)$	kJ/kg.K	Ashrae, 2006
Air	$1,2215+(-5,3015 \times 10^{-4}T)+(-2,8003 \times 10^{-6}T^2)+7,0950 \times 10^{-9}T^3$	kkal/kg.K	Yaws,1999
Karbohidrat	1,586	kJ/kg.K	Heldman, 1992
Lemak	$1,9842+1,4733 \times 10^{-3}T+(-4,0084 \times 10^{-6}T^2)$	kJ/kg.K	Ashrae, 2006
Protein	$2,0082+1,2089 \times 10^{-3}T+(-1,3129 \times 10^{-6}T^2)$	kJ/kg.K	Ashrae, 2006
Serat kasar	$1,8459+1,8306 \times 10^{-3}T+(-4,6509 \times 10^{-6}T^2)$	kJ/kg.K	Ashrae, 2006
Asam asetat	$-18,94+1,09T+(-2,89 \times 10^{-3}T^2)+2,93 \times 10^{-6}T^3$	kJ/kmol.K	Yaws,1999

Tabel L-B.2 Data Perhitungan Kapasitas Panas Berdasarkan Elemen

Elemen	Cp (kJ/kmol.K)
C	11,7
H	18
O	25,5
N	0,029

Sumber : Tabel 8.2 hal 32 (Coulson & Richardson, 1983)

Tabel L B.3 Data Berat Molekul

Komponen	BM (kg/kmol)
Saus tiram	$C_5H_9NO_4$ 147,13
Minyak wijen	$C_7H_6O_3$ 138,12
Gliserol	$C_3H_8O_3$ 92,09

Cp saus tiram, minyak wijen dan gliserol didapatkan dengan rumus :

- Saus tiram ( $C_5H_9NO_4$ )

$$\begin{aligned}
 C &= C_p C \times 5 \\
 &= 11,7 \text{ kJ/kmol.K} \times 5 \\
 &= 58,5 \text{ kJ/kmol.K}
 \end{aligned}$$

$$H = C_p H \times 9$$

$$= 18 \text{ kJ/kmol.K} \times 9$$

$$= 162 \text{ kJ/kmol.K}$$

$$\text{N} = \text{Cp N} \times 1$$

$$= 0,029 \text{ kJ/kmol.K} \times 1$$

$$= 0,029 \text{ kJ/kmol.K}$$

$$\text{O} = \text{Cp O} \times 4$$

$$= 25,1 \text{ kJ/kmol.K} \times 4$$

$$= 100,4 \text{ kJ/kmol.K}$$

$$\text{Sehingga Cp C}_7\text{H}_6\text{O}_3 \text{ yaitu} = (58,5 + 162 + 0,029 + 100,4) \text{ kJ/kmol.K}$$

$$= 320,93 \text{ kJ/kmol.K}$$

$$320,93 \frac{\text{kJ}}{\text{kmol.K}} \times \frac{0,23885 \text{ kkal}}{\text{kJ}} \times \frac{1}{147,13 \frac{\text{kg}}{\text{kmol}}} = 0,521 \text{ kkal/kg.K}$$

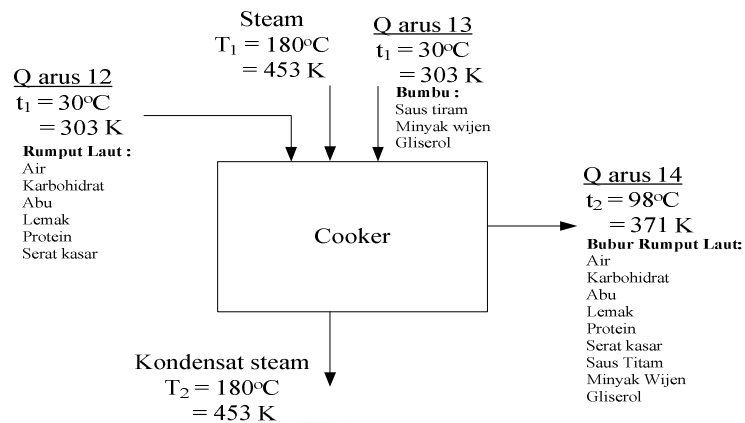
Berdasarkan hasil perhitungan di atas, data Cp untuk komponen lainnya dapat dilihat pada Tabel L B.4

Tabel L B.4 Data Hasil Perhitungan Kapasitas Panas Elemen

	Komponen	Cp Elemen				Cp Komponen	
		C	H	O	N	kJ/kmol.K	kkal/kg.K
Saus tiram	C <sub>5</sub> H <sub>9</sub> NO <sub>4</sub>	58,5	162	100,4	0,029	320,93	0,521
Minyak wijen	C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O <sub>3</sub>	81,9	108	75,3	-	265,2	0,459
Gliserol	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O <sub>3</sub>	35,1	144	75,3	-	254,4	0,659

## 1. COOKER (C-01)





a. Panas komponen masuk Cooker, Q in

**Q arus 12**

- $Q_{12} \text{ air} = m \int_{T_{ref}}^T C_p \times dT$   
 $= 4.279,5202 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} \int_{298\text{ K}}^{303\text{ K}} \left( 1,2215 - 5,3015 \times 10^{-4}T - 2,8003 \times 10^{-6}T^2 + 7,0950 \times 10^{-9}T^3 \right) \frac{\text{kkal}}{\text{kg.K}} \cdot dT$   
 $= 21.437,2731 \text{ kkal/jam}$

- $Q_{12} \text{ karbohidrat} = m \times C_p \times dT$   
 $= 169,8527 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} \times (1,586) \frac{\text{kJ}}{\text{kg.K}} \cdot (303 - 298)\text{K}$   
 $= 1.346,9318 \text{ kJ/jam}$   
 $= 1.346,9318 \frac{\text{kJ}}{\text{jam}} \times \frac{0,239 \text{ kkal}}{\text{kJ}}$   
 $= 321,9167 \text{ kkal/jam}$

- $Q_{12} \text{ abu} = m \int_{T_{ref}}^T C_p \times dT$

$$\begin{aligned}
&= 113,5762 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} \int_{298 \text{ K}}^{303 \text{ K}} x (1,0926 + 1,8896 \times 10^{-3} T - \\
&\quad 3,6817 \times 10^{-6} T^2) \frac{\text{kJ}}{\text{kg.K}} \cdot dT \\
&= 754,1225 \text{ kJ/jam} \\
&= 754,1225 \frac{\text{kJ}}{\text{jam}} \times \frac{0,239 \text{ kkal}}{\text{kJ}} \\
&= 180,2353 \text{ kkal/jam}
\end{aligned}$$

- $Q_{12} \text{ lemak} = m \int_{T_{ref}}^T C_p \times dT$ 

$$\begin{aligned}
&= 43,4864 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} \int_{298 \text{ K}}^{303 \text{ K}} x (1,9842 + 1,4733 \times 10^{-3} T - \\
&\quad 4,8008 \times 10^{-6} T^2) \frac{\text{kJ}}{\text{kg.K}} \cdot dT \\
&= 448,9879 \text{ kJ/jam} \\
&= 448,9879 \frac{\text{kJ}}{\text{jam}} \times \frac{0,239 \text{ kkal}}{\text{kJ}} \\
&= 107,3081 \text{ kkal/jam}
\end{aligned}$$

- $Q_{12} \text{ protein} = m \int_{T_{ref}}^T C_p \times dT$ 

$$\begin{aligned}
&= 27,3708 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} \int_{298 \text{ K}}^{303 \text{ K}} x (2,0082 + 1,2089 \times 10^{-3} T - \\
&\quad 1,3129 \times 10^{-6} T^2) \frac{\text{kJ}}{\text{kg.K}} \cdot dT \\
&= 308,3211 \text{ kJ/jam} \\
&= 308,3211 \frac{\text{kJ}}{\text{jam}} \times \frac{0,239 \text{ kkal}}{\text{kJ}} \\
&= 73,6887 \text{ kkal/jam}
\end{aligned}$$

- $Q_{12} \text{ serat kasar} = m \int_{T_{ref}}^T C_p \times dT$

$$\begin{aligned}
&= 15,3481 \frac{kg}{jam} \int_{298 K}^{303 K} x (1,8459 + 1,8306 \times 10^{-3} T - \\
&\quad 4,6509 \times 10^{-6} T^2) \frac{kJ}{kg.K} \cdot dT \\
&= 151,6402 \text{ kJ/jam} \\
&= 151,6402 \frac{kJ}{Jam} \times \frac{0,239 \text{ kkal}}{kJ} \\
&= 36,2420 \text{ kkal/jam}
\end{aligned}$$

### Q Arus 13

- Q<sub>13</sub> saus tiram =  $m \times Cp \times dT$

$$= 76,7407 \frac{kg}{jam} \times (0,521) \frac{kkal}{kg.K} \cdot (303 - 298)K$$

$$= 199,9073 \text{ kkal/jam}$$
- Q<sub>13</sub> minyak wijen =  $m \times Cp \times dT$

$$= 20,4642 \frac{kg}{jam} \times (0,459) \frac{kkal}{kg.K} \cdot (303 - 298)K$$

$$= 46,9252 \text{ kkal/jam}$$
- Q<sub>13</sub> gliserol =  $m \times Cp \times dT$

$$= 12,5343 \frac{kg}{jam} \times (0,659) \frac{kkal}{kg.K} \cdot (303 - 298)K$$

$$= 41,3524 \text{ kkal/jam}$$

$$\begin{aligned}
Q_{in} &= Q_{\text{ arus 12}} + Q_{\text{ arus 13}} \\
&= Q_{\text{ air}} + Q_{\text{ karbohidrat}} + Q_{\text{ abu}} + Q_{\text{ lemak}} + Q_{\text{ protein}} + Q_{\text{ serat}} \\
&\quad \text{kasar} + Q_{\text{ saus tiram}} + Q_{\text{ minyak wijen}} + Q_{\text{ gliserol}} \\
&= (21.437,2731 + 321,9167 + 180,2353 + 107,3081 + 73,6887 + \\
&\quad 36,2420 + 199,9073 + 46,9252 + 41,3524) \text{ kkal/jam}
\end{aligned}$$

$$= 22.444,8489 \text{ kkal/jam}$$

b. Panas komponen keluar Cooker, Q out

### Q arus 14

$$\begin{aligned} \text{▪ } Q_{14} \text{ air} &= m \int_{T_{ref}}^T C_p \times dT \\ &= 4.279,5202 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} \int_{298 \text{ K}}^{371 \text{ K}} x (1,2215 - 5,3015 \times 10^{-4}T - \\ &\quad 2,8003 \times 10^{-6}T^2 + 7,0950 \times 10^{-9}T^3) \frac{\text{kkal}}{\text{kg.K}} \cdot dT \\ &= 311.874,9486 \text{ kkal/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{▪ } Q_{14} \text{ karbohidrat} &= m \times C_p \times dT \\ &= 169,8527 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} \times (1,586) \frac{\text{kJ}}{\text{kg.K}} \cdot (371 - 298) \text{K} \\ &= 19.665,2039 \text{ kJ/jam} \\ &= 19.665,2039 \frac{\text{kJ}}{\text{Jam}} \times \frac{0,239 \text{ kkal}}{\text{kJ}} \\ &= 4.699,9837 \text{ kkal/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{▪ } Q_{14} \text{ abu} &= m \int_{T_{ref}}^T C_p \times dT \\ &= 113,5762 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} \int_{298 \text{ K}}^{371 \text{ K}} x (1,0926 + 1,8896 \times 10^{-3}T - \\ &\quad 3,6817 \times 10^{-6}T^2) \frac{\text{kJ}}{\text{kg.K}} \cdot dT \\ &= 10.870,3275 \text{ kJ/jam} \end{aligned}$$

$$= 10.870,3275 \frac{\text{kJ}}{\text{Jam}} \times \frac{0,239 \text{ kkal}}{\text{kJ}}$$

$$= 2.598,0083 \text{ kkal/jam}$$

$$\text{▪ } Q_{14} \text{ lemak} = m \int_{T_{ref}}^T C_p \times dT$$

$$\begin{aligned}
&= 43,4864 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} \int_{298 \text{ K}}^{371 \text{ K}} x (1,9842 + 1,4733 \times 10^{-3} T - \\
&\quad 4,8008 \times 10^{-6} T^2) \frac{\text{kJ}}{\text{kg.K}} \cdot dT \\
&= 6.433,8911 \text{ kJ/jam} \\
&= 6.433,8911 \frac{\text{kJ}}{\text{Jam}} \times \frac{0,239 \text{ kkal}}{\text{kJ}} \\
&= 1.537,7000 \text{ kkal/jam}
\end{aligned}$$

- $Q_{14} \text{ protein} = m \int_{T_{ref}}^T C_p \times dT$ 

$$\begin{aligned}
&= 27,3708 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} \int_{298 \text{ K}}^{371 \text{ K}} x (2,0082 + 1,2089 \times 10^{-3} T - \\
&\quad 1,3129 \times 10^{-6} T^2) \frac{\text{kJ}}{\text{kg.K}} \cdot dT \\
&= 4.525,8178 \text{ kJ/jam} \\
&= 4.525,8178 \frac{\text{kJ}}{\text{Jam}} \times \frac{0,239 \text{ kkal}}{\text{kJ}} \\
&= 1.081,6705 \text{ kkal/jam}
\end{aligned}$$

- $Q_{14} \text{ serat kasar} = m \int_{T_{ref}}^T C_p \times dT$ 

$$\begin{aligned}
&= 15,3481 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} \int_{298 \text{ K}}^{371 \text{ K}} x (1,8459 + 1,8306 \times 10^{-3} T - \\
&\quad 4,6509 \times 10^{-6} T^2) \frac{\text{kJ}}{\text{kg.K}} \cdot dT \\
&= 2.168,8745 \text{ kJ/jam} \\
&= 2.168,8745 \frac{\text{kJ}}{\text{Jam}} \times \frac{0,239 \text{ kkal}}{\text{kJ}} \\
&= 518,3610 \text{ kkal/jam}
\end{aligned}$$

- $Q_{14} \text{ saus tiram} = m \times C_p \times dT$

$$= 76,7407 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} \times (0,521) \frac{\text{kkal}}{\text{kg.K}} \cdot (371 - 298)\text{K}$$

$$= 2.918,6471 \text{ kkal/jam}$$

- $Q_{14} \text{ minyak wijen} = m \times Cp \times dT$

$$= 20,4642 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} \times (0,459) \frac{\text{kkal}}{\text{kg.K}} \cdot (371 - 298)\text{K}$$

$$= 685,1085 \text{ kkal/jam}$$

- $Q_{14} \text{ gliserol} = m \times Cp \times dT$

$$= 12,5343 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} \times (0,659) \frac{\text{kkal}}{\text{kg.K}} \cdot (371 - 298)\text{K}$$

$$= 603,7444 \text{ kkal/jam}$$

$$Q_{\text{out}} = Q_{\text{arus 14}}$$

$$= Q_{\text{air}} + Q_{\text{karbohidrat}} + Q_{\text{abu}} + Q_{\text{lemak}} + Q_{\text{protein}} + Q_{\text{serat kasar}} + Q_{\text{saus tiram}} + Q_{\text{minyak wijen}} + Q_{\text{gliserol}}$$

$$= (311.874,9486 + 4.699,9837 + 2.598,0083 + 1.537,7000 +$$

$$1.081,6705 + 518,3610 + 2.918,6471 + 685,1085$$

$$+ 603,7444) \text{ kkal/jam}$$

$$= 326.518,1721 \text{ kkal/jam}$$

c. Panas steam yang dibutuhkan,  $Q_{\text{steam}}$

$$Q_{\text{steam}} = Q_{\text{out}} - Q_{\text{in}}$$

$$= (326.518,1721 - 22.444,8489) \text{ kkal/jam}$$

$$= 304.073,3232 \text{ kkal/jam}$$

d. Massa steam yang dibutuhkan,  $m_{\text{steam}}$

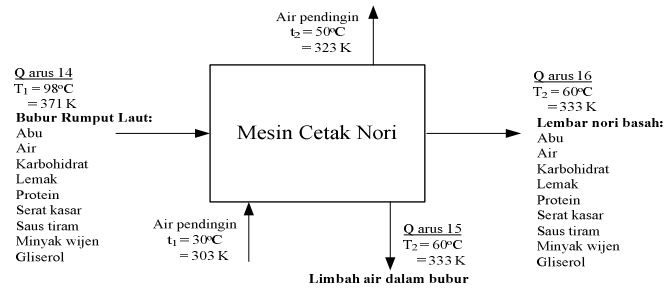
Sebagai pemanas digunakan saturated steam pada kondisi suhu 180°C (453 K) dan tekanan 10 bar, Berdasarkan steam table diperoleh  $\lambda$  2014,2 kJ/kg atau 481,09 kkal/kg

$$m_{\text{steam}} = \frac{Q_{\text{steam}}}{\lambda_{\text{steam}}} = \frac{304.073,3232 \text{ kkal/jam}}{481,09 \text{ kkal/kg}} = 632,0508 \text{ kg/jam}$$

Tabel L B.5 Neraca Panas Cooker

Komponen	Q in (kkal/jam)		Q out (kkal/jam)
	12	13	14
Air	21.437,2731	-	311.874,9486
Karbohidrat	321,9167	-	4.699,9837
Abu	180,2353	-	2.598,0083
Lemak	107,3081	-	1.537,7000
Protein	73,6887	-	1.081,6705
Serat kasar	36,2420	-	518,3610
Saus tiram	-	199,9073	2.918,6471
Minyak wijen	-	46,9252	685,1085
Gliserol	-	41,3524	603,7444
Sub total	22.444,8489		32.6518,1721
Steam	304.073,3232		
Total	326.518,1721		326.518,1721

## 2. MESIN CETAK DAN PRESS (P-150)



a. Panas komponen masuk Mesin Cetak dan Press

### Q arus 14

- Q arus 14 = Q out dari Cooker

$$Q_{in} = Q_{\text{arus 14}}$$

$$= 326.518,1721 \text{ kkal/jam}$$

b. Panas komponen keluar Mesin Cetak dan Press

### Q arus 15

- $Q_{15 \text{ air}} = m \int_{T_{ref}}^T C_p \times dT$
- $$= 4.022,7490 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} \int_{298 \text{ K}}^{333 \text{ K}} \left( 1,2215 - 5,3015 \times 10^{-4}T - 2,8003 \times 10^{-6}T^2 + 7,0950 \times 10^{-9}T^3 \right) \frac{\text{kkal}}{\text{kg.K}} \cdot dT$$
- $$= 140.614,9946 \text{ kkal/jam}$$

### Q arus 16

- $Q_{16 \text{ air}} = m \int_{T_{ref}}^T C_p \times dT$
- $$= 256,7712 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} \int_{298 \text{ K}}^{333 \text{ K}} \left( 1,2215 - 5,3015 \times 10^{-4}T - 2,8003 \times 10^{-6}T^2 + 7,0950 \times 10^{-9}T^3 \right) \frac{\text{kkal}}{\text{kg.K}} \cdot dT$$
- $$= 8.975,4252 \text{ kkal/jam}$$

- $Q_{16 \text{ karbohidrat}} = m \times C_p \times dT$



$$= 169,8527 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} \times (1,586) \frac{\text{kJ}}{\text{kg.K}} \cdot (333 - 298)\text{K}$$

$$= 9.428,5224 \text{ kJ/jam}$$

$$= 9.428,5224 \frac{\text{kJ}}{\text{Jam}} \times \frac{0,239 \text{ kkal}}{\text{kJ}}$$

$$= 2.253,4169 \text{ kkal/jam}$$

- $Q_{16} \text{ abu} = m \int_{T_{ref}}^T Cp \times dT$

$$= 113,5762 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} \int_{298 \text{ K}}^{333 \text{ K}} \times (1,0926 + 1,8896 \times 10^{-3}T -$$

$$3,6817 \times 10^{-6}T^2) \frac{\text{kJ}}{\text{kg.K}} \cdot dT$$

$$= 5.254,8350 \text{ kJ/jam}$$

$$= 5.254,8350 \frac{\text{kJ}}{\text{Jam}} \times \frac{0,239 \text{ kkal}}{\text{kJ}}$$

$$= 1.255,9056 \text{ kkal/jam}$$

- $Q_{16} \text{ lemak} = m \int_{T_{ref}}^T Cp \times dT$

$$= 43,4864 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} \int_{298 \text{ K}}^{333 \text{ K}} \times (1,9842 + 1,4733 \times 10^{-3}T -$$

$$4,8008 \times 10^{-6}T^2) \frac{\text{kJ}}{\text{kg.K}} \cdot dT$$

$$= 3.119,5691 \text{ kJ/jam}$$

$$= 3.119,5691 \frac{\text{kJ}}{\text{Jam}} \times \frac{0,239 \text{ kkal}}{\text{kJ}}$$

$$= 745,5770 \text{ kkal/jam}$$

- $Q_{16} \text{ protein} = m \int_{T_{ref}}^T Cp \times dT$

$$\begin{aligned}
&= 27,3708 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} \int_{298 \text{ K}}^{333 \text{ K}} x (2,0082 + 1,2089 \times 10^{-3} T - \\
&\quad 1,3129 \times 10^{-6} T^2) \frac{\text{kJ}}{\text{kg.K}} \cdot dT \\
&= 2.163,8718 \text{ kJ/jam} \\
&= 2.163,8718 \frac{\text{kJ}}{\text{Jam}} \times \frac{0,239 \text{ kkal}}{\text{kJ}} \\
&= 517,1654 \text{ kkal/jam}
\end{aligned}$$

- $Q_{16}$  serat kasar =  $m \int_{T_{ref}}^T C_p \times dT$

$$\begin{aligned}
&= 15,3481 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} \int_{298 \text{ K}}^{333 \text{ K}} x (1,8459 + 1,8306 \times 10^{-3} T - \\
&\quad 4,6509 \times 10^{-6} T^2) \frac{\text{kJ}}{\text{kg.K}} \cdot dT \\
&= 1.052,8969 \text{ kJ/jam} \\
&= 1.052,8969 \frac{\text{kJ}}{\text{Jam}} \times \frac{0,239 \text{ kkal}}{\text{kJ}} \\
&= 251,6424 \text{ kkal/jam}
\end{aligned}$$
- $Q_{16}$  saus tiram =  $m \times C_p \times dT$

$$\begin{aligned}
&= 76,7407 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} \times (0,521) \frac{\text{kkal}}{\text{kg.K}} \cdot (333 - 298) \text{ K} \\
&= 1.399,3513 \text{ kkal/jam}
\end{aligned}$$
- $Q_{16}$  minyak wijen =  $m \times C_p \times dT$

$$\begin{aligned}
&= 20,4642 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} \times (0,459) \frac{\text{kkal}}{\text{kg.K}} \cdot (333 - 298) \text{ K} \\
&= 328,4767 \text{ kkal/jam}
\end{aligned}$$

- $Q_{16}$  gliserol =  $m \times C_p \times dT$

$$= 12,5343 \frac{kg}{jam} \times (0.659) \frac{kcal}{kg.K} \cdot (333 - 298)K$$

$$= 289,4665 \text{ kkal/jam}$$

$$Q_{out} = Q_{\text{arus 15}} + Q_{\text{arus 16}}$$

$$= Q_{\text{air}} + Q_{\text{air}} + Q_{\text{karbohidrat}} + Q_{\text{abu}} + Q_{\text{lemak}} + Q_{\text{protein}} +$$

$$Q_{\text{serat kasar}} + Q_{\text{saus tiram}} + Q_{\text{minyak wijen}} + Q_{\text{gliserol}}$$

$$= (140.614,9946 + 8.975,4252 + 2.253,4169 + 1.255,9056 +$$

$$745,5770 + 517,1654 + 251,6424 + 1.399,3513$$

$$+ 328,4767 + 289,4665) \text{ kkal/jam}$$

$$= 156.631,4214 \text{ kkal/jam}$$

c. Panas air pendingin yang dibutuhkan,  $Q_{\text{pendingin}}$

$$Q_{\text{pendingin}} = Q_{in} - Q_{out}$$

$$= (326.518,1721 - 156.631,4214) \text{ kkal/jam}$$

$$= 169886,7507 \text{ kkal/jam}$$

d. Massa air pendingin yang dibutuhkan,  $m_{\text{pendingin}}$

Sebagai pendingin pada Mesin Cetak dan Press digunakan air,

Suhu air masuk mesin;  $t_1 = 30^\circ\text{C}$  ( $303^\circ\text{K}$ )

Suhu air keluar mesin;  $t_2 = 50^\circ\text{C}$  ( $323^\circ\text{K}$ )

Massa air pendingin yang dibutuhkan

$$m_{\text{pendingin}} = \frac{Q_{\text{pendingin}}}{\int_{303\text{ K}}^{323\text{ K}} C_p dT}$$

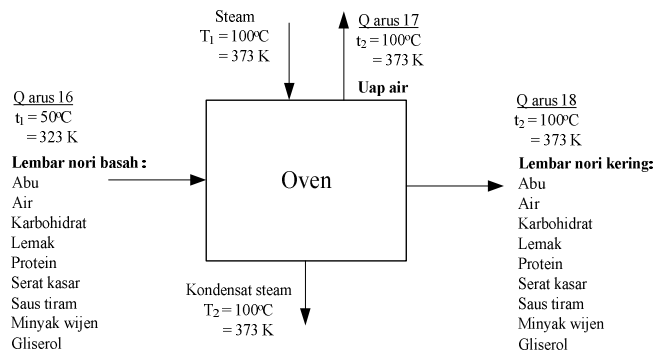
$$= \frac{169886,7507 \text{ kkal/jam}}{\int_{303K}^{323K} (1,2215 - 5,3015 \times 10^{-4}T - 2,8003 \times 10^{-6}T^2 + 7,0950 \times 10^{-9}T^3) \frac{\text{kkal}}{\text{kg.K}} dT}$$

$$= 8.503,5862 \text{ kg/jam}$$

Tabel L B.6 Neraca Panas Mesin Cetak dan Press

Komponen	Input (kkal/Jam)	Output (kkal /Jam)	
	14	15	16
Air	311.874,9486	-	8.975,4252
Karbohidrat	4.699,9837	14.0614,9946	2.253,4169
Abu	2.598,0083	-	1.255,9056
Lemak	1.537,7000	-	745,5770
Protein	1.081,6705	-	517,1654
Serat Kasar	518,3610	-	251,6424
Saus Tiram	2.918,6471	-	1.399,3513
Minyak Wijen	685,1085	-	328,4767
Gliserol	603,7444	-	289,4665
Sub total	326.518,1721	156.631,4214	
Air Pendingin	-	169.886,7507	
Total	326.518,1721	326.518,1721	

### 3. OVEN (B-120)



a. Panas komponen masuk Oven,  $Q_{in}$

### Q arus 16

$$\begin{aligned}
 \bullet \quad Q_{16} \text{ air} &= m \int_{T_{ref}}^T C_p \times dT \\
 &= 256,7712 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} \int_{298 \text{ K}}^{323 \text{ K}} x (1,2215 - 5,3015 \times 10^{-4}T - \\
 &\quad 2,8003 \times 10^{-6}T^2 + 7,0950 \times 10^{-9}T^3) \frac{\text{kkal}}{\text{kg.K}} \cdot dT \\
 &= 6.416,0752 \text{ kkal/jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \bullet \quad Q_{16} \text{ karbohidrat} &= m \times C_p \times dT \\
 &= 169,8527 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} \times (1,586) \frac{\text{kJ}}{\text{kg.K}} \cdot (323 - 298)\text{K} \\
 &= 6.734,6589 \text{ kJ/jam} \\
 &= 6.734,6589 \frac{\text{kJ}}{\text{jam}} \times \frac{0,239 \text{ kkal}}{\text{kJ}} \\
 &= 1.609,5835 \text{ kkal/jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \bullet \quad Q_{16} \text{ abu} &= m \int_{T_{ref}}^T C_p \times dT \\
 &= 113,5762 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} \int_{298 \text{ K}}^{323 \text{ K}} x (1,0926 + 1,8896 \times 10^{-3}T - \\
 &\quad 3,6817 \times 10^{-6}T^2) \frac{\text{kJ}}{\text{kg.K}} \cdot dT \\
 &= 3.759,8700 \text{ kJ/jam}
 \end{aligned}$$

$$= 3.759,8700 \frac{kJ}{Jam} \times \frac{0,239 kkal}{kJ}$$

$$= 898,6089 kkal/jam$$

- Q<sub>16</sub> lemak =  $m \int_{T_{ref}}^T Cp \times dT$ 

$$= 43,4864 \frac{kg}{jam} \int_{298 K}^{323 K} \times (1,9842 + 1,4733 \times 10^{-3}T -$$

$$4,8008 \times 10^{-6}T^2) \frac{kJ}{kg.K} \cdot dT$$

$$= 2.234,1128 kJ/jam$$

$$= 2.234,1128 \frac{kJ}{Jam} \times \frac{0,239 kkal}{kJ}$$

$$= 533,9530 kkal/jam$$

- Q<sub>16</sub> protein =  $m \int_{T_{ref}}^T Cp \times dT$ 

$$= 27,3708 \frac{kg}{jam} \int_{298 K}^{323 K} \times (2,0082 + 1,2089 \times 10^{-3}T -$$

$$1,3129 \times 10^{-6}T^2) \frac{kJ}{kg.K} \cdot dT$$

$$= 1.544,3435 kJ/jam$$

$$= 1.544,3435 \frac{kJ}{Jam} \times \frac{0,239 kkal}{kJ}$$

$$= 369,0981 kkal/jam$$

- Q<sub>16</sub> serat kasar =  $m \int_{T_{ref}}^T Cp \times dT$ 

$$= 15,3481 \frac{kg}{jam} \int_{298 K}^{323 K} \times (1,8459 + 1,8306 \times 10^{-3}T -$$

$$4,6509 \times 10^{-6}T^2) \frac{kJ}{kg.K} \cdot dT$$

$$= 754,2321 kJ/jam$$

$$= 754,2321 \frac{kJ}{Jam} \times \frac{0,239 kkal}{kJ}$$

$$= 180,2615 \text{ kkal/jam}$$

- $Q_{16} \text{ saus tiram} = m \times Cp \times dT$

$$= 76,7407 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} \times (0,521) \frac{\text{kkal}}{\text{kg.K}} \cdot (323 - 298)\text{K}$$

$$= 999,5367 \text{ kkal/jam}$$

- $Q_{16} \text{ minyak wijen} = m \times Cp \times dT$

$$= 20,4642 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} \times (0,459) \frac{\text{kkal}}{\text{kg.K}} \cdot (323 - 298)\text{K}$$

$$= 234,6262 \text{ kkal/jam}$$

- $Q_{16} \text{ gliserol} = m \times Cp \times dT$

$$= 12,5343 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} \times (0,659) \frac{\text{kkal}}{\text{kg.K}} \cdot (323 - 298)\text{K}$$

$$= 206,7618 \text{ kkal/jam}$$

$Q_{in} = Q_{\text{arus 16}}$

$$= Q_{\text{air}} + Q_{\text{karbohidrat}} + Q_{\text{abu}} + Q_{\text{lemak}} + Q_{\text{protein}} + Q_{\text{serat kasar}} + Q_{\text{saus tiram}} + Q_{\text{minyak wijen}} + Q_{\text{gliserol}}$$

$$= (6.416,0752 + 1.609,5835 + 898,6089 + 533,9530 + 369,0981 + 180,2615 + 999,5367 + 234,6262 + 206,7618) \text{ kkal/jam}$$

$$= 11.448,5048 \text{ kkal/jam}$$

b. Panas komponen keluar Oven,  $Q_{out}$

### Q arus 17

$$\begin{aligned} \text{▪ } Q_{17} \text{ air} &= m \int_{T_{ref}}^T Cp \times dT \\ &= 231,0941 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} \int_{298 \text{ K}}^{373 \text{ K}} x (1,2215 - 5,3015 \times 10^{-4}T - \\ &\quad 2,8003 \times 10^{-6}T^2 + 7,0950 \times 10^{-9}T^3) \frac{\text{kcal}}{\text{kg.K}} \cdot dT \\ &= 17.304,3652 \text{ kkal/jam} \end{aligned}$$

### Q arus 18

$$\begin{aligned} \text{▪ } Q_{18} \text{ air} &= m \int_{T_{ref}}^T Cp \times dT \\ &= 25,6771 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} \int_{298 \text{ K}}^{373 \text{ K}} x (1,2215 - 5,3015 \times 10^{-4}T - \\ &\quad 2,8003 \times 10^{-6}T^2 + 7,0950 \times 10^{-9}T^3) \frac{\text{kcal}}{\text{kg.K}} \cdot dT \\ &= 1,922,7072 \text{ kkal/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{▪ } Q_{18} \text{ karbohidrat} &= m \times Cp \times dT \\ &= 169,8527 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} \times (1,586) \frac{\text{kJ}}{\text{kg.K}} \cdot (373 - 298)\text{K} \\ &= 20.203,9766 \text{ kJ/jam} \\ &= 20.203,9766 \frac{\text{kJ}}{\text{jam}} \times \frac{0,239 \text{ kkal}}{\text{kJ}} \\ &= 4.828,7504 \text{ kkal/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{▪ } Q_{18} \text{ abu} &= m \int_{T_{ref}}^T Cp \times dT \\ &= 113,5762 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} \int_{298 \text{ K}}^{373 \text{ K}} x (1,0926 + 1,8896 \times 10^{-3}T - \\ &\quad 3,6817 \times 10^{-6}T^2) \frac{\text{kJ}}{\text{kg.K}} \cdot dT \\ &= 11.162,4549 \text{ kJ/jam} \end{aligned}$$



$$= 11.162,4549 \frac{kJ}{Jam} \times \frac{0,239 kkal}{kJ}$$

$$= 2.667,8267 \text{ kkal/jam}$$

- Q<sub>18</sub> lemak =  $m \int_{T_{ref}}^T Cp \times dT$

$$= 43,4864 \frac{kg}{jam} \int_{298 K}^{373 K} \times (1,9842 + 1,4733 \times 10^{-3} T -$$

$$4,8008 \times 10^{-6} T^2) \frac{kJ}{kg.K} \cdot dT$$

$$= 6.605,8856 \text{ kJ/jam}$$

$$= 6.605,8856 \frac{kJ}{Jam} \times \frac{0,239 kkal}{kJ}$$

$$= 1578,8067 \text{ kkal/jam}$$

- Q<sub>18</sub> protein =  $m \int_{T_{ref}}^T Cp \times dT$

$$= 27,3708 \frac{kg}{jam} \int_{298 K}^{373 K} \times (2,0082 + 1,2089 \times 10^{-3} T -$$

$$1,3129 \times 10^{-6} T^2) \frac{kJ}{kg.K} \cdot dT$$

$$= 4.650,4222 \text{ kJ/jam}$$

$$= 4.650,4222 \frac{kJ}{Jam} \times \frac{0,239 kkal}{kJ}$$

$$= 1.111,4509 \text{ kkal/jam}$$

- Q<sub>18</sub> serat kasar =  $m \int_{T_{ref}}^T Cp \times dT$

$$= 15,3481 \frac{kg}{jam} \int_{298 K}^{373 K} \times (1,8459 + 1,8306 \times 10^{-3} T -$$

$$4,6509 \times 10^{-6} T^2) \frac{kJ}{kg.K} \cdot dT$$

$$= 2.226,6839 \text{ kJ/jam}$$

$$= 2.226,6839 \frac{kJ}{Jam} \times \frac{0,239 kkal}{kJ}$$

$$= 532,1775 \text{ kkal/jam}$$

- $Q_{18} \text{ saus tiram} = m \times C_p \times dT$ 

$$= 76,7407 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} \times (0,521) \frac{\text{kkal}}{\text{kg.K}} \cdot (373 - 298) \text{K}$$

$$= 2.998,6100 \text{ kkal/jam}$$

- $Q_{18} \text{ minyak wijen} = m \times C_p \times dT$ 

$$= 20,4642 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} \times (0,459) \frac{\text{kkal}}{\text{kg.K}} \cdot (373 - 298) \text{K}$$

$$= 703,8786 \text{ kkal/jam}$$

- $Q_{18} \text{ gliserol} = m \times C_p \times dT$ 

$$= 12,5343 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} \times (0,659) \frac{\text{kkal}}{\text{kg.K}} \cdot (373 - 298) \text{K}$$

$$= 620,2854 \text{ kkal/jam}$$

$$Q_{\text{out}} = Q_{\text{arus 17}} + Q_{\text{arus 18}}$$

$$= Q_{\text{air}} + Q_{\text{air}} + Q_{\text{karbohidrat}} + Q_{\text{abu}} + Q_{\text{lemak}} + Q_{\text{protein}} +$$

$$Q_{\text{serat kasar}} + Q_{\text{saus tiram}} + Q_{\text{minyak wijen}} + Q_{\text{gliserol}}$$

$$= (17.304,3652 + 1.922,7072 + 4.828,7504 + 2.667,8267 + 1.578,8067 +$$

$$1.111,4509 + 532,1775 + 2.998,6100 + 703,8786 + 620,2854) \text{ kkal/jam}$$

$$= 34.268,8586 \text{ kkal/jam}$$

c. Panas steam yang dibutuhkan,  $Q_{\text{steam}}$

$$Q_{\text{steam}} = Q_{\text{out}} - Q_{\text{in}}$$

$$= (34.268,8586 - 11.448,5048) \text{ kkal/jam}$$

$$= 22.820,3538 \text{ kkal/jam}$$

d. Massa steam yang dibutuhkan,  $m_{\text{steam}}$

Sebagai pemanas digunakan saturated steam pada kondisi suhu 100°C (373 K) dan tekanan 1 bar, Berdasarkan steam table diperoleh  $\lambda$  2.257 kJ/kg atau 539,436 kkal/kg

$$m_{\text{steam}} = \frac{Q_{\text{steam}}}{\lambda_{\text{steam}}} = \frac{22.820,3538 \text{ kkal/jam}}{539,436 \text{ kkal/kg}} = 42,304 \text{ kg/jam}$$

Tabel L B.5 Neraca Massa Oven

Komponen	Q in (kkal/jam)		Q out (kkal/jam)	
	16	17	18	
Air	6.416,0752	-	1.922,7072	
Karbohidrat	1.609,5835	17.304,3652	4.828,7504	
Abu	898,6089	-	2.667,8267	
Lemak	533,9530	-	1.578,8067	
Protein	369,0981	-	1.111,4509	
Serat kasar	180,2615	-	532,1775	
Saus tiram	999,5367	-	2.998,6100	
Minyak wijen	234,6262	-	703,8786	
Gliserol	206,7618	-	620,2854	
Sub total	11.448,5048		34.268,8586	
Steam	22.820,3538	-		
Total	34.268,8586		34.268,8586	

## LAMPIRAN C SPESIFIKASI ALAT

### 1. GUDANG BAHAN BAKU (F-111)

Fungsi = Menyimpan bahan baku rumput laut *Glacilaria* sp.

Waktu penyimpanan = 7 hari

#### Dasar Perancangan

- Kebutuhan bahan = 511,6045 kg/jam
- Kebutuhan gudang dalam 1 pekan  
$$= 511,6045 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} \times \frac{24 \text{ jam}}{1 \text{ hari}} \times \frac{7 \text{ hari}}{1 \text{ pekan}}$$
$$= 85.949,5502 \text{ kg/pekan}$$
- Densitas bahan = 1.048 kg/m<sup>3</sup>
- Laju alir volumetrik =  $\frac{\text{Laju massa}}{\rho}$ 
$$= \frac{85.949,5502 \text{ kg/pekan}}{1.048 \text{ kg/m}^3}$$
$$= 82,0129 \text{ m}^3/\text{pekan}$$
- Volume gudang  
Faktor keamanan = 20%  
Volume gudang = (100% + 20%) x volume bahan  
$$= 1,2 \times 82,0129 \text{ m}^3/\text{pekan}$$
$$= 98,4155 \text{ m}^3$$

## Dimensi Gudang

Rencana perbandingan gudang :

T = 2 meter

P = L (perbandingan panjang dan lebar dengan panjang gudang 1:1)

Dimana : T = Tinggi gudang

P = Panjang gudang

L = Lebar gudang

Volume = P x L x T

98,4155 m<sup>3</sup> = (L) x L x 2

98,4155 m<sup>3</sup> = 2 L<sup>2</sup>

▪ Lebar

$$L = \sqrt{\frac{98,4155 \text{ m}^3}{2}}$$
$$= 7,0148 \text{ m}$$

▪ Panjang

$$P = L$$
$$= 7,0148 \text{ m}$$

## 2. TANGKI PENYIMPANAN AIR PROSES (F-121)

Fungsi : tempat penyimpanan air proses

Bentuk : tangki silinder horizontal dengan bentuk tutup *torispherical head*

Kondisi operasi :

- Suhu operasi (T) = 30°C
- Tekanan operasi (P) = 1 atm
- Waktu penyimpanan = 5 jam

- Densitas air = 1.000 kg/m<sup>3</sup> = 62,429 lb/ft<sup>3</sup>
- BM air = 18 g/mol
- Laju massa = 25.503,4826 kg/jam

### Menghitung dimensi tangki

a) Volume tangki

$$\begin{aligned}
 \text{Volume bahan} &= \frac{\text{Laju massa}}{\rho} \\
 &= \frac{25.503,4826 \text{ kg/jam}}{1.000 \text{ kg/m}^3} \times 5 \text{ jam} \\
 &= 127,5174 \text{ m}^3 \\
 &= 4.503,2392 \text{ ft}^3
 \end{aligned}$$

Overdesign (faktor kelonggaran) = 20%

$$\begin{aligned}
 V \text{ tangki} &= (100\%+20\%) \times \text{volume bahan} \\
 &= 1,2 \times 127,5174 \text{ m}^3 \\
 &= 153,0209 \text{ m}^3 \\
 &= 5.403,8870 \text{ ft}^3
 \end{aligned}$$

b) Tinggi dan diameter tangki

Perbandingan tinggi (H) terhadap diameter (D) tangki :

$$H/D = 4/3$$

$$H = 4D/3$$

$$V_t = A \times H$$

$$= \frac{\pi}{4} \times D^2 \times H$$

$$= \frac{\pi}{4} \times D^2 \times \frac{4D}{3}$$

$$= \frac{\pi}{4} \times 4D^3/3$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{4 \times 3 \times V t}{\pi \times 4}}$$

$$= \sqrt[3]{\frac{4 \times 3 \times 153,0209 \text{ m}^3}{\pi \times 4}}$$

$$= 5,2680 \text{ m}$$

$$= 17,2835 \text{ ft}$$

$$= 207,4025 \text{ in}$$

$$H = 4D/3$$

$$= \frac{4 \times 5,2680 \text{ m}}{3}$$

$$= 7,0240 \text{ m}$$

$$= 23,0447 \text{ ft}$$

$$= 276,5367 \text{ in}$$

c) Tinggi cairan dalam tangki (Hc)

Tinggi cairan dalam tangki = 80% dari tinggi total tangki

$$H_c = 80\% \times 7,0240 \text{ m}$$

$$= 5,6192 \text{ m}$$

$$= 18,4358 \text{ ft}$$

d) Tekanan dalam Tangki

$$P_{\text{Operasi}} = 1 \text{ atm}$$

$$= 14,7 \text{ Psi}$$

$$P_{\text{hidrostatik}} = \rho \cdot g \cdot H_c$$

$$= 1.000 \text{ kg/m}^3 \times 9,8 \text{ m/s}^2 \times 5,6192 \text{ m}$$

$$= 55.068,3733 \text{ kg/m.s}^2$$

$$= 55.068,3733 \text{ Pa} = 7,9870 \text{ Psi}$$

$$P_{\text{desain}} = P_{\text{Operasi}} + P_{\text{hidrostatik}}$$

$$= 14,7 \text{ Psi} + 7,9870 \text{ Psi}$$

$$= 22,6870 \text{ Psi}$$

$$\text{Faktor keamanan} = 10\%$$

$$P_{\text{desain aktual}} = (100\%+10\%) \times 22,6870 \text{ Psi}$$

$$= 24,9557 \text{ Psi}$$

e) Tebal shell (dinding tangki)

Spesifikasi bahan yang digunakan

- Jenis bahan : *Stainless Steel SA-283 Grade C*
- Allowable Stresses (f) : 12.650 Psi (Brownell & Young, 1959. Tabel 13.1 hal.251)
- Corrosion Allowance (c) : 0,125 in (Peters & Timmerhaus, 1991. Hal.542)
- Joint Efficiency (E) : 0,8 (Brownell & Young, 1959. Tabel 13.2 hal.254)
- Inside Radius (ri) : 2,6340 m = 103,7012 in

$$\text{Tebal sheel (ts)} = \frac{P \times r_i}{f \times E - 0,6 \times P} + c \text{ (Brownell \& Young, 1959. Pers.13.1 hal.254)}$$

$$= \frac{24,9557 \text{ Psi} \times 103,7012 \text{ in}}{(12.650 \text{ Psi} \times 0,8) - (0,6 \times 224,9557 \text{ Psi})} + 0,125 \text{ in}$$

$$= 0,3811 \text{ in}$$

Diambil ts Standar 7/16 in = 0,4375 in (Brownell & Young, 1959. Tabel 5.7 hal.90)



$$\begin{aligned}
 OD &= ID + 2 \text{ ts} \\
 &= 207,4025 \text{ in} + (2 \times 0,4375 \text{ in}) \\
 &= 208,2775 \text{ in}
 \end{aligned}$$

$$OD \text{ standar} = 216 \text{ in} = 5,4864 \text{ m (Brownell \& Young, 1959. Tabel 5.7 hal.91)}$$

$$\begin{aligned}
 ID \text{ standar} &= OD \text{ standar} - 2 \text{ ts} \\
 &= 216 \text{ in} - (2 \times 0,3750 \text{ in}) \\
 &= 215,1250 \text{ in}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan ts 7/16 in dan OD 216 diperoleh :

$$\begin{aligned}
 Icr &= 13 \text{ in} \\
 r &= 170 \text{ in} \\
 r/icr &= 13,0769 \text{ in}
 \end{aligned}$$

f) Menghitung dimensi head (tutup atas dan bawah tangki)

Bentuk head : torispherical head

$$\begin{aligned}
 W &= \frac{1}{4} \left( 3 + \sqrt{\frac{r}{icr}} \right) \\
 &= \frac{1}{4} \left( 3 + \sqrt{\frac{170 \text{ in}}{13 \text{ in}}} \right) \\
 &= 1,6541 \text{ in}
 \end{aligned}$$

- Tebal head

$$\begin{aligned}
 \text{Tebal head} &= \frac{P r W}{2 f x E - 0,2 x P} + c \text{ (Brownell \& Young, 1959. Pers 7.77 hal.138)} \\
 &= \frac{24,9557 \text{ Psi} \times 170 \text{ in} \times 1,6541 \text{ in}}{(2 \times 12.650 \text{ Psi} \times 0,8) - (0,2 \times 24,9557 \text{ Psi})} + 0,125 \text{ in} \\
 &= 0,4718 \text{ in}
 \end{aligned}$$

Tebal head standar = 1/2 in = 0,5 in (Brownell & Young, 1959. Tabel.5.6 hal.88)

Untuk tebal head standar 1/2, nilai standar straight flange (Sf) yaitu 1½ - 3½  
 Diambil nilai sf = 2 (Brownell & Young, 1959. Hal.88 Tabel 5.6)

- Ukuran head

$$a = \frac{ID}{2}$$

$$= \frac{215,1250 \text{ in}}{2} = 107,5625 \text{ in}$$

$$AB = a - icr$$

$$= 107,5625 \text{ in} - 13 \text{ in}$$

$$= 94,5625 \text{ in}$$

$$BC = r - icr$$

$$= 170 \text{ in} - 13 \text{ in}$$

$$= 157 \text{ in}$$

$$AC = \sqrt{BC^2 - AB^2}$$

$$= \sqrt{157^2 - 94,5625^2} \text{ in}$$

$$= 125,3273 \text{ in}$$

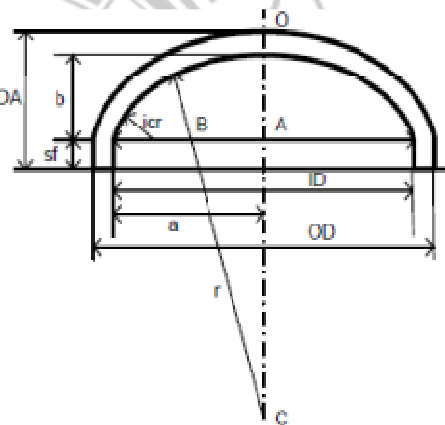
$$b = r - AC$$

$$= 170 \text{ in} - 125,3273 \text{ in}$$

$$= 44,6727 \text{ in}$$

- Tinggi head (OA)

$$OA = t_h + b + sf$$



$$= 0,4718 \text{ in} + 44,6727 \text{ in} + 2 \text{ in}$$

$$= 47,1445 \text{ in}$$

$$= 1,1975 \text{ m}$$

g) Tinggi total tangki

$$\text{Tinggi total tangki} = H + (2 \times \text{OA})$$

$$= 276,5367 \text{ in} + (2 \times 47,1445 \text{ in})$$

$$= 370,8256 \text{ in}$$

$$= 9,4190 \text{ m}$$

### 3. TANGKI PENYIMPANAN ASAM ASETAT (L-123)

Fungsi : tempat penyimpanan asam asetat

Bentuk: tangki silinder horizontal dengan bentuk tutup *torispherical head*

Kondisi operasi :

- Suhu operasi (T) = 30°C
- Tekanan operasi (P) = 1 atm  
= 14,7 psi
- Waktu penyimpanan = 7 hari (bahan tersebut mampu bertahan lama)  
= 168 jam
- Densitas asam asetat = 1.049 kg/m<sup>3</sup>  
= 65,4869 lb/ft<sup>3</sup>
- BM asam asetat = 60,05 g/mol
- Laju massa = 268,5923 kg/jam

## Menghitung dimensi tangki

a) Volume tangki (Vt)

$$\begin{aligned}\text{Volume bahan} &= \frac{\text{laju massa}}{\rho} \\ &= \frac{268,5923 \text{ kg/jam}}{1.049 \text{ kg/m}^3} \times 168 \text{ jam} \\ &= 43,0157 \text{ m}^3 \\ &= 1.519,0880 \text{ ft}^3\end{aligned}$$

Overdesign (faktor kelonggaran) = 20%

$$\begin{aligned}\text{V tangki} &= (100\%+20\%) \times \text{volume bahan} \\ &= 1,2 \times 43,0157 \text{ m}^3 \\ &= 51,6189 \text{ m}^3 = 1.822,9056 \text{ ft}^3\end{aligned}$$

b) Tinggi dan diameter tangki

Perbandingan tinggi (H) terhadap diameter (D) tangki :

$$\begin{aligned}\text{H/D} &= 1,5 \\ \text{H} &= 1,5\text{D} \\ \text{Vt} &= A \times H \\ &= \frac{\pi}{4} \times D^2 \times H \\ &= \frac{\pi}{4} \times D^2 \times 1,5\text{D} \\ &= \frac{\pi}{4} \times 1,5\text{D}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{D} &= \sqrt[3]{\frac{4 \times \text{Vt}}{\pi \times (1,5)}} \\ &= \sqrt[3]{\frac{4 \times 51,6189 \text{ m}^3}{\pi \times (1,5)}}\end{aligned}$$

$$= 3,6672 \text{ m}$$

$$= 12,0315 \text{ ft}$$

$$= 144,3776 \text{ in}$$

$$H = 1,5D$$

$$= 1,5 \times 3,6672 \text{ m}$$

$$= 5,5008 \text{ m}$$

$$= 18,0472 \text{ ft}$$

$$= 216,5665 \text{ in}$$

c) Tinggi cairan dalam tangki ( $H_c$ )

Tinggi cairan dalam tangki = 80% dari tinggi total tangki

$$H_c = 80\% \times 5,5008 \text{ m}$$

$$= 4,4006 \text{ m} = 14,4378 \text{ ft}$$

d) Tekanan dalam Tangki

$$P_{\text{Operasi}} = 1 \text{ atm}$$

$$= 14,7 \text{ Psi}$$

$$P_{\text{hidrostatik}} = \rho \cdot g \cdot H_c$$

$$= 1.049 \text{ kg/m}^3 \times 9,8 \text{ m/s}^2 \times 4,4006 \text{ m}$$

$$= 45.239,3374 \text{ kg/m} \cdot \text{s}^2$$

$$= 45.239,3374 \text{ Pa}$$

$$= 6,5614 \text{ Psi}$$

$$\begin{aligned}
 P_{\text{desain}} &= P_{\text{Operasi}} + P_{\text{hidrostatik}} \\
 &= 14,7 \text{ Psi} + 6,5614 \text{ Psi} \\
 &= 21,2614 \text{ Psi}
 \end{aligned}$$

$$\text{Faktor keamanan} = 10\%$$

$$\begin{aligned}
 P_{\text{desain aktual}} &= (100\%+10\%) \times 21,2614 \text{ Psi} \\
 &= 23,3876 \text{ Psi}
 \end{aligned}$$

e) Tebal shell (dinding tangki)

Spesifikasi bahan yang digunakan

- Jenis bahan : *Stainless Steel SA-283 Grade C*
- Allowable Stresses (f) : 12.650 Psi (Brownell & Young, 1959. Tabel 13.1 hal.251)
- Corrosion Allowance (c) : 0,125 in (Peters & Timmerhaus, 1991. Hal.542)
- Joint Efficiency (E) : 0,8 (Brownell & Young, 1959. Tabel 13.2 hal.254)
- Inside Radius (ri) : 1,8336 m = 72,1888 in

$$\begin{aligned}
 \text{Tebal sheel (ts)} &= \frac{P \times r_i}{f \times E - 0,6 \times P} + c \text{ (Brownell \& Young, 1959. Pers.13.1 hal.254)} \\
 &= \frac{23,3876 \text{ Psi} \times 72,1888 \text{ in}}{(12.650 \text{ Psi} \times 0,8) - (0,6 \times 23,3876 \text{ Psi})} + 0,125 \text{ in} \\
 &= 0,2921 \text{ in}
 \end{aligned}$$

Diambil ts Standar 5/16 in = 0,3125 in (Brownell & Young, 1959. Tabel 5.7 hal.90)

$$\begin{aligned}
 \text{OD} &= \text{ID} + 2 \text{ ts} \\
 &= 144,3776 \text{ in} + (2 \times 0,3125 \text{ in}) \\
 &= 145,0026 \text{ in}
 \end{aligned}$$

$$\text{OD standar} = 156 \text{ in} = 3,9624 \text{ m (Brownell \& Young, 1959. Tabel 5.7 hal.90)}$$

$$\begin{aligned}
 \text{ID standar} &= \text{OD standar} - 2 \text{ ts} \\
 &= 156 \text{ in} - (2 \times 0,3125 \text{ in}) \\
 &= 155,3750 \text{ in} \\
 &= 3,9465 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan ts 5/16 in dan OD 156 diperoleh :

$$\text{Icr} = 9 \frac{3}{8} \text{ in}$$

$$r = 144 \text{ in}$$

$$r/\text{icr} = 15,3600 \text{ in}$$

f) Menghitung dimensi head (tutup atas dan bawah tangki)

Bentuk head : torispherical head

$$\begin{aligned}
 W &= \frac{1}{4} \left( 3 + \sqrt{\frac{r}{\text{icr}}} \right) \\
 &= \frac{1}{4} \left( 3 + \sqrt{\frac{144 \text{ in}}{9 \frac{3}{8} \text{ in}}} \right) \\
 &= 1,7298 \text{ in}
 \end{aligned}$$

- Tebal head

$$\text{Tebal head} = \frac{P r W}{2 f x E - 0,2 x P} + c \text{ (Brownell \& Young, 1959. Pers 7.77 hal.138)}$$

$$= \frac{23,3876 \text{ Psi} \times 144 \text{ in} \times 1,7298 \text{ in}}{(2 \times 12.650 \text{ Psi} \times 0,8) - (0,2 \times 23,3876 \text{ Psi})} + 0,125 \text{ in}$$

$$= 0,4129 \text{ in}$$

Tebal head standar =  $7/16 \text{ in} = 0,4375 \text{ in}$  (Brownell & Young, 1959. Tabel.5.6 hal.88)

Untuk tebal head standar  $7/16$ , nilai standar straight flange (Sf) yaitu  $1\frac{1}{2} - 3\frac{1}{2}$   
 Diambil nilai  $sf = 2$  (Brownell & Young, 1959. Hal.88 Tabel 5.6)

- Ukuran head

$$a = \frac{ID}{2}$$

$$= \frac{155,3750 \text{ in}}{2}$$

$$= 77,6875 \text{ in}$$

$$AB = a - icr$$

$$= 77,6875 \text{ in} - 9 \frac{3}{8} \text{ in}$$

$$= 68,3125 \text{ in}$$

$$BC = r - icr$$

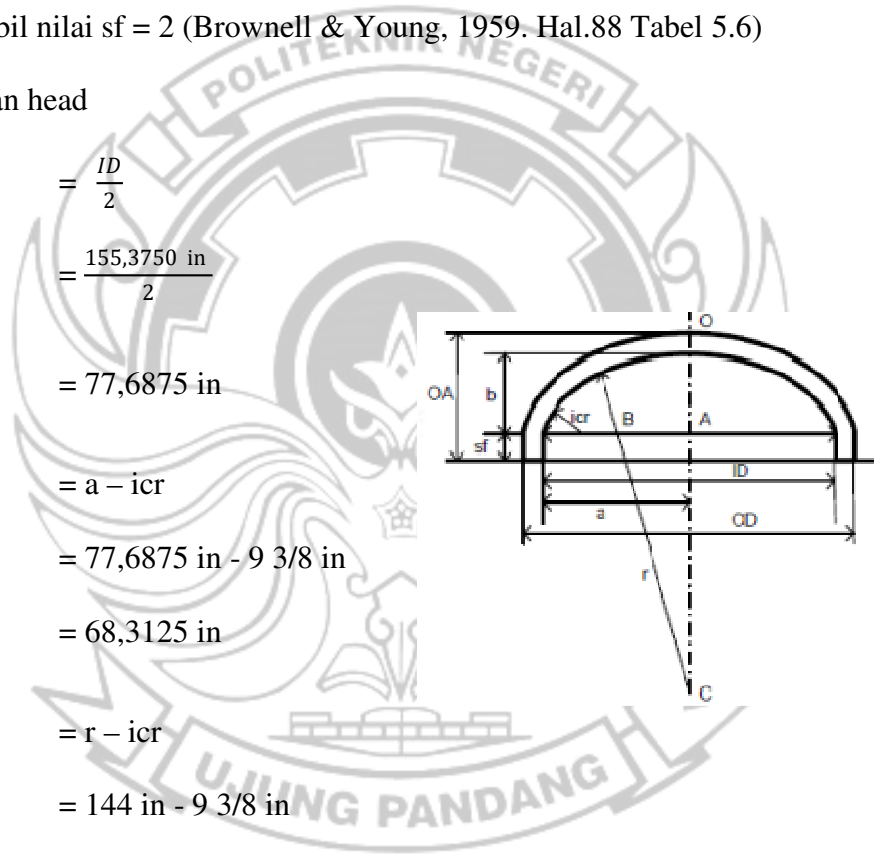
$$= 144 \text{ in} - 9 \frac{3}{8} \text{ in}$$

$$= 134,6250 \text{ in}$$

$$AC = \sqrt{BC^2 - AB^2}$$

$$= \sqrt{134,6250^2 - 68,3125^2} \text{ in}$$

$$= 116,0056 \text{ in}$$





$$\begin{aligned}
 b &= r - AC \\
 &= 144 \text{ in} - 116,0056 \text{ in} \\
 &= 27,9944 \text{ in}
 \end{aligned}$$

- Tinggi head (OA)

$$\begin{aligned}
 OA &= t_h + b + sf \\
 &= 0,4129 \text{ in} + 27,9944 \text{ in} + 2 \text{ in} \\
 &= 30,4073 \text{ in} = 0,7723 \text{ m}
 \end{aligned}$$

g) Tinggi total tangki

$$\begin{aligned}
 \text{Tinggi total tangki} &= H + (2 \times OA) \\
 &= 216,5665 \text{ in} + (2 \times 30,4073 \text{ in}) \\
 &= 277,3811 \text{ in} = 7,0455 \text{ m}
 \end{aligned}$$

#### 4. TANGKI PENYIMPANAN SAUS TIRAM (F-125)

Fungsi : tempat penyimpanan saus tiram

Bentuk : tangki silinder horizontal dengan bentuk tutup *torispherical head*

Kondisi operasi :

- Suhu operasi (T) = 30°C
- Tekanan operasi (P) = 1 atm  
= 14,7 psi
- Waktu penyimpanan = 7 hari (bahan tersebut mampu bertahan lama)  
= 168 jam
- Densitas saus tiram = 1.220 kg/m<sup>3</sup>  
= 76,1622 lb/ft<sup>3</sup>

- BM saus tiram = 147,13 g/mol
- Laju massa = 76,7407 kg/jam

### Menghitung dimensi tangki

a) Volume tangki (Vt)

$$\begin{aligned} \text{Volume bahan} &= \frac{\text{laju massa}}{\rho} \\ &= \frac{76,7407 \text{ kg/jam}}{1.220 \text{ kg/m}^3} \times 168 \text{ jam} \\ &= 10,5676 \text{ m}^3 = 373,1905 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

Overdesign (faktor kelonggaran) = 20%

$$\begin{aligned} \text{V tangki} &= (100\%+20\%) \times \text{volume bahan} \\ &= 1,2 \times 10,5676 \text{ m}^3 \\ &= 12,6811 \text{ m}^3 \\ &= 447,8286 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

b) Tinggi dan diameter tangki

Perbandingan tinggi (H) terhadap diameter (D) tangki :

$$H/D = 1,5$$

$$H = 1,5D$$

$$V_t = A \times H$$

$$= \frac{\pi}{4} \times D^2 \times H$$

$$= \frac{\pi}{4} \times D^2 \times 1,5D$$

$$= \frac{\pi}{4} \times 1,5D^3$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{4 \times V_t}{\pi \times (1,5)}}$$

$$= \sqrt[3]{\frac{4 \times 12,6811 \text{ m}^3}{\pi \times (1,5)}}$$

$$= 2,2968 \text{ m}$$

$$= 7,5353 \text{ ft}$$

$$= 90,4237 \text{ in}$$

$$H = 1,5D$$

$$= 1,5 \times 2,2968 \text{ m}$$

$$= 3,4451 \text{ m}$$

$$= 11,3030 \text{ ft}$$

$$= 135,6356 \text{ in}$$

c) Tinggi cairan dalam tangki ( $H_c$ )

Tinggi cairan dalam tangki = 80% dari tinggi total tangki

$$H_c = 80\% \times 3,4451 \text{ m}$$

$$= 2,7561 \text{ m}$$

$$= 9,0424 \text{ ft}$$

d) Tekanan dalam Tangki

$$P_{\text{Operasi}} = 1 \text{ atm}$$

$$= 14,7 \text{ Psi}$$

$$P_{\text{hidrostatik}} = \rho \cdot g \cdot H_c$$

$$= 1.220 \text{ kg/m}^3 \times 9,8 \text{ m/s}^2 \times 2,7561 \text{ m}$$

$$= 32.952,1014 \text{ kg/m.s}^2$$

$$= 32.952,1014 \text{ Pa}$$

$$= 4,7793 \text{ Psi}$$

$$P_{\text{desain}} = P_{\text{Operasi}} + P_{\text{hidrostatik}}$$

$$= 14,7 \text{ Psi} + 4,7793 \text{ Psi}$$

$$= 19,4793 \text{ Psi}$$

$$\text{Faktor keamanan} = 10\%$$

$$P_{\text{desain aktual}} = (100\%+10\%) \times 19,4793 \text{ Psi}$$

$$= 21,4272 \text{ Psi}$$

e) Tebal shell (dinding tangki)

Spesifikasi bahan yang digunakan

- Jenis bahan : *Stainless Steel SA-283 Grade C*
- Allowable Stresses (f) : 12.650 Psi (Brownell & Young, 1959. Tabel 13.1 hal.251)
- Corrosion Allowance (c) : 0,125 in (Peters & Timmerhaus, 1991. Hal.542)
- Joint Efficiency (E) : 0,8 (Brownell & Young, 1959. Tabel 13.2 hal.254)
- Inside Radius (ri) : 1,1484 m = 45,2119 in

$$\text{Tebal sheel (ts)} = \frac{P \times r_i}{f \times E - 0,6 \times P} + c \text{ (Brownell \& Young, 1959. Pers.13.1 hal.254)}$$

$$= \frac{21,4272 \text{ Psi} \times 45,2119 \text{ in}}{(12.650 \text{ Psi} \times 0,8) - (0,6 \times 21,4272 \text{ Psi})} + 0,125 \text{ in}$$

$$= 0,2208 \text{ in}$$

Diambil ts Standar 1/4 in = 0,25 in (Brownell & Young, 1959. Tabel 5.7

hal.90)

$$\begin{aligned}
 \text{OD} &= \text{ID} + 2 \text{ ts} \\
 &= 90,4237 \text{ in} + (2 \times 0, 0,25 \text{ in}) \\
 &= 90,9237 \text{ in}
 \end{aligned}$$

$$\text{OD standar} = 96 \text{ in} = 2,4384 \text{ m (Brownell \& Young, 1959. Tabel 5.7 hal.90)}$$

$$\begin{aligned}
 \text{ID standar} &= \text{OD standar} - 2 \text{ ts} \\
 &= 96 \text{ in} - (2 \times 0,25 \text{ in}) \\
 &= 95,5 \text{ in} = 2,4257 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan ts 1/4 in dan OD 96 diperoleh :

$$\begin{aligned}
 \text{Icr} &= 5 \frac{7}{8} \text{ in} \\
 r &= 96 \text{ in} \\
 r/\text{icr} &= 16,3404 \text{ in}
 \end{aligned}$$

f) Menghitung dimensi head (tutup atas dan bawah tangki)

Bentuk head : torispherical head

$$\begin{aligned}
 W &= \frac{1}{4} \left( 3 + \sqrt{\frac{r}{\text{icr}}} \right) \\
 &= \frac{1}{4} \left( 3 + \sqrt{\frac{96 \text{ in}}{5 \frac{7}{8} \text{ in}}} \right) \\
 &= 1,7606 \text{ in}
 \end{aligned}$$

- Tebal head

$$\text{Tebal head} = \frac{P r W}{2 f x E - 0,2 x P} + c \text{ (Brownell \& Young, 1959. Pers 7.77 hal.138)}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{21,4272 \text{ Psi} \times 96 \text{ in} \times 1,7606 \text{ in}}{(2 \times 12.650 \text{ Psi} \times 0,8) - (0,2 \times 21,4272 \text{ Psi})} + 0,125 \text{ in} \\
 &= 0,3040 \text{ in}
 \end{aligned}$$

Tebal head standar =  $5/16$  in = 0,3125 in (Brownell & Young, 1959.

Tabel.5.6 hal.88)

Untuk tebal head standar  $5/16$ , nilai standar straight flange (Sf) yaitu  $1\frac{1}{2}$  - 3

Diambil nilai sf = 2 (Brownell & Young, 1959. Hal.88 Tabel 5.6)

- Ukuran head

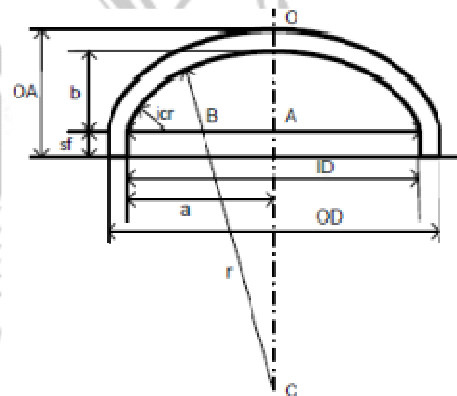
$$\begin{aligned} a &= \frac{ID}{2} \\ &= \frac{95,5 \text{ in}}{2} = 47,7500 \text{ in} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} AB &= a - icr \\ &= 47,7500 \text{ in} - 5 \frac{7}{8} \text{ in} \\ &= 41,8750 \text{ in} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} BC &= r - icr \\ &= 95 \text{ in} - 5 \frac{7}{8} \text{ in} \\ &= 90,1250 \text{ in} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} AC &= \sqrt{BC^2 - AB^2} \\ &= \sqrt{90,1250^2 - 41,8750^2} \text{ in} \\ &= 79,8060 \text{ in} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b &= r - AC \\ &= 96 \text{ in} - 79,8060 \text{ in} \\ &= 16,1940 \text{ in} \end{aligned}$$



- Tinggi head (OA)

$$\begin{aligned} \text{OA} &= t_h + b + sf \\ &= 0,3040 \text{ in} + 16,1940 \text{ in} + 2 \text{ in} \\ &= 18,4980 \text{ in} \\ &= 0,4698 \text{ m} \end{aligned}$$

g) Tinggi total tangki

$$\begin{aligned} \text{Tinggi total tangki} &= H + (2 \times \text{OA}) \\ &= 135,6356 \text{ in} + (2 \times 18,4980 \text{ in}) \\ &= 172,6315 \text{ in} \\ &= 4,3848 \text{ m} \end{aligned}$$

## 5. TANGKI PENYIMPANAN MINYAK WIJEN (F-127)

Fungsi : tempat penyimpanan minyak wijen

Bentuk: tangki silinder horizontal dengan bentuk tutup *torispherical head*

Kondisi operasi :

- Suhu operasi (T) = 30°C
- Tekanan operasi (P) = 1 atm  
= 14,7 psi
- Waktu penyimpanan = 7 hari (bahan tersebut mampu bertahan lama)  
= 168 jam
- Densitas minyak wijen = 1037,4 kg/m<sup>3</sup>  
= 65,4869 lb/ft<sup>3</sup>
- BM minyak wijen = 138,12 g/mol

- Laju massa = 20,4642 kg/jam

### Menghitung dimensi tangki

- a) Volume tangki (Vt)

$$\begin{aligned} \text{Volume bahan} &= \frac{\text{laju massa}}{\rho} \\ &= \frac{20,4642 \text{ kg/jam}}{1037,4 \text{ kg/m}^3} \times 168 \text{ jam} \\ &= 3,3140 \text{ m}^3 \\ &= 117,0342 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

Overdesign (faktor kelonggaran) = 20%

$$\begin{aligned} \text{V tangki} &= (100\%+20\%) \times \text{volume bahan} \\ &= 1,2 \times 3,3140 \text{ m}^3 \\ &= 3,9768 \text{ m}^3 = 140,4411 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

- b) Tinggi dan diameter tangki

Perbandingan tinggi (H) terhadap diameter (D) tangki :

$$\begin{aligned} H/D &= 1,5 \\ H &= 1,5D \\ V_t &= A \times H \\ &= \frac{\pi}{4} \times D^2 \times H \\ &= \frac{\pi}{4} \times D^2 \times 1,5D \\ &= \frac{\pi}{4} \times 1,5D^3 \end{aligned}$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{4 \times V_t}{\pi \times (1,5)}}$$



$$= \sqrt[3]{\frac{4 \times 3,9768 \text{ m}^3}{\pi \times (1,5)}}$$

$$= 1,5604 \text{ m}$$

$$= 5,1195 \text{ ft}$$

$$= 61,4342 \text{ in}$$

$$H = 1,5D$$

$$= 1,5 \times 1,5604 \text{ m}$$

$$= 2,3406 \text{ m}$$

$$= 7,6793 \text{ ft} = 92,1512 \text{ in}$$

c) Tinggi cairan dalam tangki ( $H_c$ )

Tinggi cairan dalam tangki = 80% dari tinggi total tangki

$$H_c = 80\% \times 2,3406 \text{ m}$$

$$= 1,8725 \text{ m}$$

$$= 6,1434 \text{ ft}$$

d) Tekanan dalam Tangki

$$P_{\text{Operasi}} = 1 \text{ atm}$$

$$= 14,7 \text{ Psi}$$

$$P_{\text{hidrostatik}} = \rho \cdot g \cdot H_c$$

$$= 1037,4 \text{ kg/m}^3 \times 9,8 \text{ m/s}^2 \times 1,8725 \text{ m}$$

$$= 19.036,9324 \text{ kg/m.s}^2$$

$$= 19.036,9324 \text{ Pa}$$

$$= 2,7611 \text{ Psi}$$

$$\begin{aligned}
 P_{\text{desain}} &= P_{\text{Operasi}} + P_{\text{hidrostatik}} \\
 &= 14,7 \text{ Psi} + 2,7611 \text{ Psi} \\
 &= 17,4611 \text{ Psi}
 \end{aligned}$$

$$\text{Faktor keamanan} = 10\%$$

$$\begin{aligned}
 P_{\text{desain aktual}} &= (100\% + 10\%) \times 17,4611 \text{ Psi} \\
 &= 19,2072 \text{ Psi}
 \end{aligned}$$

e) Tebal shell (dinding tangki)

Spesifikasi bahan yang digunakan

- Jenis bahan : *Stainless Steel SA-283 Grade C*
- Allowable Stresses (f) : 12.650 Psi (Brownell & Young, 1959. Tabel 13.1 hal.251)
- Corrosion Allowance (c) : 0,125 in (Peters & Timmerhaus, 1991. Hal.542)
- Joint Efficiency (E) : 0,8 (Brownell & Young, 1959. Tabel 13.2 hal.254)
- Inside Radius (ri) : 0,7802 m = 30,7171 in

$$\begin{aligned}
 \text{Tebal sheel (ts)} &= \frac{P \times r_i}{f \times E - 0,6 \times P} + c \text{ (Brownell \& Young, 1959. Pers.13.1 hal.254)} \\
 &= \frac{19,2072 \text{ Psi} \times 30,7171 \text{ in}}{(12.650 \text{ Psi} \times 0,8) - (0,6 \times 19,2072 \text{ Psi})} + 0,125 \text{ in} \\
 &= 0,1834 \text{ in}
 \end{aligned}$$

Diambil ts Standar 3/16 in = 0,1875 in (Brownell & Young, 1959. Tabel 5.7

hal.90)

$$\begin{aligned}
 \text{OD} &= \text{ID} + 2 \text{ ts} \\
 &= 61,4342 \text{ in} + (2 \times 0,1875 \text{ in}) \\
 &= 61,8092 \text{ in}
 \end{aligned}$$

OD standar = 66 in = 1,6764 m (Brownell & Young, 1959. Tabel 5.7 hal.90)

ID standar = OD standar – 2 ts  
= 66 in – (2 x 0,1875 in)  
= 65,6250 in  
= 1,6669 m

Berdasarkan ts 3/16 in dan OD 66 diperoleh :

Icr = 4 in  
r = 66 in  
r/icr = 16,5 in

f) Menghitung dimensi head (tutup atas dan bawah tangki)

Bentuk head : torispherical head

$$W = \frac{1}{4} \left( 3 + \sqrt{\frac{r}{icr}} \right)$$
$$= \frac{1}{4} \left( 3 + \sqrt{\frac{66 \text{ in}}{4 \text{ in}}} \right)$$
$$= 1,7655 \text{ in}$$

- Tebal head

$$\text{Tebal head} = \frac{P r W}{2 f x E - 0,2 x P} + c \text{ (Brownell \& Young, 1959. Pers 7.77 hal.138)}$$
$$= \frac{19,2072 \text{ Psi} \times 66 \text{ in} \times 1,7655 \text{ in}}{(2 \times 12.650 \text{ Psi} \times 0,8) - (0,2 \times 19,2072 \text{ Psi})} + 0,125 \text{ in}$$
$$= 0,2356 \text{ in}$$

Tebal head standar = 1/4 in = 0,25 in (Brownell & Young, 1959. Tabel.5.6 hal.88)

Untuk tebal head standar 1/4, nilai standar straight flange (Sf) yaitu 1½ - 2½

Diambil nilai sf = 2 (Brownell & Young, 1959. Hal.88 Tabel 5.6)

- Ukuran head

$$a = \frac{ID}{2}$$

$$= \frac{65,6250 \text{ in}}{2} = 32,8125 \text{ in}$$

$$AB = a - icr$$

$$= 32,8125 \text{ in} - 4 \text{ in}$$

$$= 28,8125 \text{ in}$$

$$BC = r - icr$$

$$= 66 \text{ in} - 4 \text{ in}$$

$$= 62 \text{ in}$$

$$AC = \sqrt{BC^2 - AB^2}$$

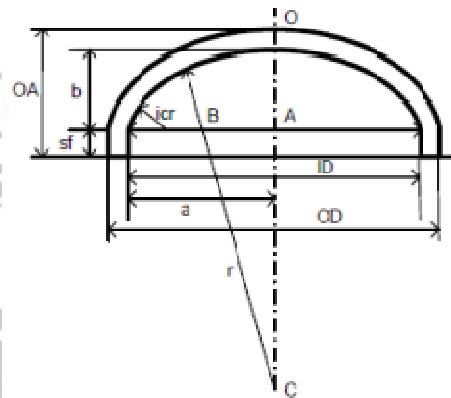
$$= \sqrt{62^2 - 28,8125^2} \text{ in}$$

$$= 54,8985 \text{ in}$$

$$b = r - AC$$

$$= 66 \text{ in} - 54,8985 \text{ in}$$

$$= 11,1015 \text{ in}$$



- Tinggi head (OA)

$$OA = t_h + b + sf$$

$$= 0,2356 \text{ in} + 11,1015 \text{ in} + 2 \text{ in}$$

$$= 13,3371 \text{ in}$$

$$= 0,3388 \text{ m}$$

g) Tinggi total tangki

$$\text{Tinggi total tangki} = H + (2 \times OA)$$

$$= 92,1512 \text{ in} + (2 \times 13,3371 \text{ in})$$

$$= 118,8255 \text{ in}$$

$$= 3,0182 \text{ m}$$

## 6. TANGKI PENYIMPANAN GLISEROL (F-129)

Fungsi : tempat penyimpanan gliserol

Bentuk: tangki silinder horizontal dengan bentuk tutup *torispherical head*

Kondisi operasi :

- Suhu operasi (T) = 30°C
- Tekanan operasi (P) = 1 atm  
= 14,7 psi
- Waktu penyimpanan = 7 hari (bahan tersebut mampu bertahan lama)  
= 168 jam
- Densitas gliserol = 1.250 kg/m<sup>3</sup>  
= 78,0350 lb/ft<sup>3</sup>
- BM gliserol = 92,09 g/mol
- Laju massa = 12,5343 kg/jam

### Menghitung dimensi tangki

a) Volume tangki (Vt)

$$\begin{aligned}\text{Volume bahan} &= \frac{\text{laju massa}}{\rho} \\ &= \frac{12,5343 \text{ kg/jam}}{1.250 \text{ kg/m}^3} \times 168 \text{ jam} \\ &= 1,6846 \text{ m}^3 \\ &= 59,4915 \text{ ft}^3\end{aligned}$$

Overdesign (faktor kelonggaran) = 20%

$$\begin{aligned}\text{V tangki} &= (100\%+20\%) \times \text{volume bahan} \\ &= 1,2 \times 1,6846 \text{ m}^3 \\ &= 2,0215 \text{ m}^3 \\ &= 71,3898 \text{ ft}^3\end{aligned}$$

b) Tinggi dan diameter tangki

Perbandingan tinggi (H) terhadap diameter (D) tangki :

$$\begin{aligned}\text{H/D} &= 1,5 \\ \text{H} &= 1,5D \\ \text{Vt} &= A \times H \\ &= \frac{\pi}{4} \times D^2 \times H \\ &= \frac{\pi}{4} \times D^2 \times 1,5D \\ &= \frac{\pi}{4} \times 1,5D^3\end{aligned}$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{4 \times V_t}{\pi \times (1,5)}}$$

$$= \sqrt[3]{\frac{4 \times 2,0215 \text{ m}^3}{\pi \times (1,5)}}$$

$$= 1,2453 \text{ m}$$

$$= 4,0858 \text{ ft}$$

$$= 49,0295 \text{ in}$$

$$H = 1,5D$$

$$= 1,5 \times 1,2453 \text{ m}$$

$$= 1,8680 \text{ m}$$

$$= 6,1287 \text{ ft}$$

$$= 73,5442 \text{ in}$$

c) Tinggi cairan dalam tangki (Hc)

Tinggi cairan dalam tangki = 80% dari tinggi total tangki

$$H_c = 80\% \times 1,8680 \text{ m}$$

$$= 1,4944 \text{ m}$$

$$= 4,9029 \text{ ft}$$

d) Tekanan dalam Tangki

$$P_{\text{Operasi}} = 1 \text{ atm}$$

$$= 14,7 \text{ Psi}$$

$$P_{\text{hidrostatik}} = \rho \cdot g \cdot H_c$$

$$= 1.250 \text{ kg/m}^3 \times 9,8 \text{ m/s}^2 \times 1,4944 \text{ m}$$

$$= 18.306,6205 \text{ kg/m.s}^2$$

$$= 18.306,6205 \text{ Pa}$$

$$= 2,6552 \text{ Psi}$$

$$P_{\text{desain}} = P_{\text{Operasi}} + P_{\text{hidrostatik}}$$

$$= 14,7 \text{ Psi} + 2,6552 \text{ Psi}$$

$$= 17,3552 \text{ Psi}$$

$$\text{Faktor keamanan} = 10\%$$

$$P_{\text{desain aktual}} = (100\%+10\%) \times 17,3552 \text{ Psi}$$

$$= 19,0907 \text{ Psi}$$

e) Tebal shell (dinding tangki)

Spesifikasi bahan yang digunakan

- Jenis bahan : *Stainless Steel SA-283 Grade C*
- Allowable Stresses (f) : 12.650 Psi (Brownell & Young, 1959. Tabel 13.1 hal.251)
- Corrosion Allowance (c) : 0,125 in (Peters & Timmerhaus, 1991. Hal.542)
- Joint Efficiency (E) : 0,8 (Brownell & Young, 1959. Tabel 13.2 hal.254)
- Inside Radius (ri) : 0,6227 m = 24,5147 in

$$\text{Tebal sheel (ts)} = \frac{P \times r_i}{f \times E - 0,6 \times P} + c \text{ (Brownell \& Young, 1959. Pers.13.1 hal.254)}$$

$$= \frac{19,0907 \text{ Psi} \times 24,5147 \text{ in}}{(12.650 \text{ Psi} \times 0,8) - (0,6 \times 19,0907 \text{ Psi})} + 0,125 \text{ in}$$

$$= 0,1713 \text{ in}$$

Diambil ts Standar 3/16 in = 0,1875 in (Brownell & Young, 1959. Tabel 5.7

hal.90)



$$\begin{aligned}
 \text{OD} &= \text{ID} + 2 \text{ ts} \\
 &= 49,0295 \text{ in} + (2 \times 0,1875 \text{ in}) \\
 &= 49,4045 \text{ in}
 \end{aligned}$$

$$\text{OD standar} = 54 \text{ in} = 1,3716 \text{ m} \text{ (Brownell \& Young, 1959. Tabel 5.7 hal.90)}$$

$$\begin{aligned}
 \text{ID standar} &= \text{OD standar} - 2 \text{ ts} \\
 &= 54 \text{ in} - (2 \times 0,1875 \text{ in}) \\
 &= 53,6250 \text{ in} = 1,3621 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan ts 3/16 in dan OD 54 diperoleh :

$$\text{Icr} = 3 \frac{1}{4} \text{ in}$$

$$r = 54 \text{ in}$$

$$r/\text{icr} = 16,6154 \text{ in}$$

f) Menghitung dimensi head (tutup atas dan bawah tangki)

Bentuk head : torispherical head

$$\begin{aligned}
 W &= \frac{1}{4} \left( 3 + \sqrt{\frac{r}{\text{icr}}} \right) \\
 &= \frac{1}{4} \left( 3 + \sqrt{\frac{54 \text{ in}}{3 \frac{1}{4} \text{ in}}} \right) = 1,7690 \text{ in}
 \end{aligned}$$

- Tebal head

$$\begin{aligned}
 \text{Tebal head} &= \frac{P r W}{2 f x E - 0,2 x P} + c \text{ (Brownell \& Young, 1959. Pers 7.77 hal.138)} \\
 &= \frac{19,0907 \text{ Psi} \times 144 \text{ in} \times 1,7690 \text{ in}}{(2 \times 12.650 \text{ Psi} \times 0,8) - (0,2 \times 19,0907 \text{ Psi})} + 0,125 \text{ in} \\
 &= 0,2151 \text{ in}
 \end{aligned}$$

Tebal head standar = 1/4 in = 0,25 in (Brownell & Young, 1959. Tabel.5.6  
hal.88)

Untuk tebal head standar 1/4, nilai standar straight flange (Sf) yaitu 1½ - 2½  
Diambil nilai sf = 2 (Brownell & Young, 1959. Hal.88 Tabel 5.6)

- Ukuran head

$$a = \frac{ID}{2}$$

$$= \frac{53,6250 \text{ in}}{2} = 26,8125 \text{ in}$$

$$AB = a - icr$$

$$= 26,8125 \text{ in} - 3 \frac{1}{4} \text{ in}$$

$$= 23,5625 \text{ in}$$

$$BC = r - icr$$

$$= 54 \text{ in} - 3 \frac{1}{4} \text{ in}$$

$$= 50,75 \text{ in}$$

$$AC = \sqrt{BC^2 - AB^2}$$

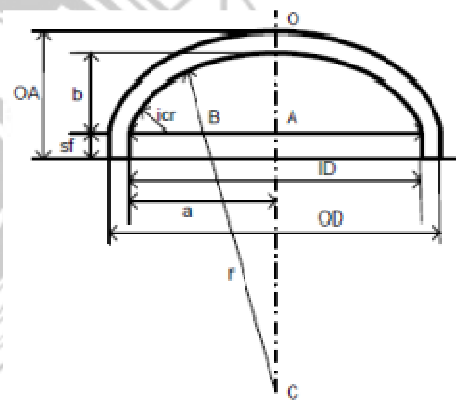
$$= \sqrt{50,75^2 - 23,5625^2} \text{ in}$$

$$= 44,9485 \text{ in}$$

$$b = r - AC$$

$$= 54 \text{ in} - 44,9485 \text{ in}$$

$$= 9,0515 \text{ in}$$



- Tinggi head (OA)

$$\begin{aligned} \text{OA} &= t_h + b + sf \\ &= 0,2151 \text{ in} + 9,0515 \text{ in} + 2 \text{ in} \\ &= 11,2666 \text{ in} \\ &= 0,2862 \text{ m} \end{aligned}$$

g) Tinggi total tangki

$$\begin{aligned} \text{Tinggi total tangki} &= H + (2 \times \text{OA}) \\ &= 73,5442 \text{ in} + (2 \times 11,2666 \text{ in}) \\ &= 96,0774 \text{ in} \\ &= 2,4404 \text{ m} \end{aligned}$$

## 7. BELT CONVEYOR (J-130)

Fungsi = mengangkat rumput laut dari gudang bahan baku menuju bak pencucian 1

Tipe = *Flat belt on flat-belt idlers*

### Dasar perancangan

- Laju alir massa = 511,6045 kg/jam  
= 1.127,8934 lb/jam  
= 18,7982 lb/menit
- Densitas = 1.048 kg/m<sup>3</sup>  
= 65,4245 lb/ft<sup>3</sup>
- Rate volumetrik =  $\frac{\text{laju massa}}{\text{densitas}}$

$$= \frac{1.127,8934 \text{ lb/jam}}{65,4245 \text{ lb/ft}^3}$$

$$= 17,2396 \text{ ft}^3/\text{jam}$$

- Faktor keamanan = 20%
- Kapasitas design = (100%+20%) x massa bahan
 
$$= 1,2 \times 511,6045 \text{ kg/jam}$$

$$= 613,9254 \text{ kg/jam}$$

$$= 0,6139 \text{ ton/jam}$$

Berdasarkan kapasitas design, diperoleh data dari Table 21-7 (Perry & Green , 1997) sebagai berikut :

- Kapasitas maksimum = 32 ton/jam
- Lebar = 14 in
- Kecepatan = 200 ft/menit
- Asumsi jarak pengangkutan (L) = 30 ft = 9,144 m

### Spesifikasi

1) Kecepatan aktual belt (S)

$$S = \frac{\text{kapasitas materi}}{\text{kapasitas belt conveyor}} \times \text{kecepatan belt}$$

$$= \frac{0,6139 \text{ ton/jam}}{32 \text{ ton/jam}} \times 200 \text{ ft/menit}$$

$$= 3,8370 \text{ ft/menit}$$

2) Waktu tempuh (t)

$$t = \frac{L}{S}$$

$$= \frac{30 \text{ ft}}{3,8370 \text{ ft/menit}}$$

$$= 7,8185 \text{ menit}$$

3) Berat produk (p)

$$\begin{aligned} P &= \text{laju alir massa} \times t \\ &= 18,7982 \text{ lb/menit} \times 7,8185 \text{ menit} \\ &= 146,9747 \text{ lb} \end{aligned}$$

4) Berat belt conveyor (W)

Berdasarkan Tabel 16A (Brown, 1987) diketahui:

$$\text{Berat belt} = 1 \text{ lb/(in lebar belt).(ft panjang belt)}$$

$$\text{Berat Idler} = 0,5 \text{ lb/(in lebar belt).(ft panjang belt)}$$

Sehingga,

$$\begin{aligned} W &= (\text{berat belt} + \text{berat iddler}) \times \text{lebar belt} \times \text{panjang belt} \\ &= (1 + 0,5) \text{ lb/in.ft} \times 14 \text{ in} \times 30 \text{ ft} \\ &= 630 \text{ lb} \end{aligned}$$

5) Power belt (P)

$$P = \frac{F \times S \times (p+W)}{990}$$

Dimana:

$$P = \text{Power (HP)}$$

$$F = \text{Koefisien gesekan}$$

untuk plain bearing  $F = 0,05$  (Brown, 1987 hal.57)

$$S = \text{Kecepatan conveyor}$$

$$p = \text{Berat produk (lb)}$$

$$W = \text{Berat belt (lb)}$$

$$P = \frac{0,05 \times 3,8370 \text{ ft/menit} \times (146,9747 \text{ lb} + 630 \text{ lb})}{990}$$

$$= 0,1506 \text{ HP} \approx 0,5 \text{ HP}$$

## 8. BAK PENCUCIAN 1 (BP-120)

Fungsi : Tempat pencucian Gracilaria sp.

Tipe : Bak berbentuk persegi

Kondisi operasi : P = 1 atm

$$T = 30^{\circ}\text{C}$$

### Keranjang pencucian

Bahan : Stainless Steel (SS-316)

Laju alir massa : 511,6045 kg/jam

Densitas Gracilaria sp. ( $\rho$ ) : 1.048 kg/m<sup>3</sup>

Densitas stainless steel ( $\rho_s$ ) : 7,92 kg/dm<sup>3</sup> = 7.920 kg/m<sup>3</sup>

Waktu penyimpanan : 30 menit = 0,5 jam

Faktor keamanan (fk) : 30%

a. Volume keranjang ( $V_k$ )

$$\begin{aligned}\text{Volume Gracilaria sp.} &= \frac{\text{laju massa}}{\rho} \times \text{waktu penyimpanan} \\ &= \frac{511,6045 \text{ kg/jam}}{1.048 \text{ kg/m}^3} \times 0,5 \text{ jam} \\ &= 0,2441 \text{ m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume keranjang} &= (100\%+30\%) \times \text{Volume Gracilaria sp.} \\ &= 1,3 \times 0,2441 \text{ m}^3 \\ &= 0,3173 \text{ m}^3\end{aligned}$$

b. Panjang sisi keranjang (s)

$$V_k = s \times s \times s$$

$$0,3173 \text{ m}^3 = s^3$$

$$s = \sqrt[3]{0,3173 \text{ m}^3}$$

$$= 0,6821 \text{ m}$$

c. Open area (OA)

Asumsi :

- Diameter lubang (D) = 10 mm
- Pitch (C) = 15 mm

$$OA = \frac{D^2 \times 78,54}{C^2} \times 100\% \quad (\text{Sanghvi Enterprise, 1973})$$

$$= \frac{10^2 \times 78,54}{15^2} \times 100\%$$

$$= 34,9067 \%$$

d. Berat per sheet (S)

Asumsi :

- Tebal sheet (t) = 0,6 mm
- Lebar margin = M1 = M2 = M3 = M4 = 50 mm
- Panjang (P) dan lebar (L) = 1.357 mm

$$S = \frac{\rho \times t}{1.000.000} \left\{ (L - M2 - M4) \times (P - M1 - M3) \times \left( 1 - \left( \frac{OA}{100} \right) \right) + (L - M2) \right. \\ \left. \times M1 + (P - M3) \times M2 + (L - M4) \times M3 + (P - M1) \times M4 \right\}$$

$$= \frac{7,92 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3} \times 0,6 \text{ mm}}{1.000.000} \left\{ \begin{array}{l} (1.357 \text{ mm} - 50 \text{ mm} - 50 \text{ mm}) \times \\ (1.357 \text{ mm} - 50 \text{ mm} - 50 \text{ mm}) \times \left( 1 - \left( \frac{34,9067}{100} \right) \right) + \\ (1.357 \text{ mm} - 50 \text{ mm}) \times 50 \text{ mm} + \\ (1.357 \text{ mm} - 50 \text{ mm}) \times 50 \text{ mm} + \\ (1.357 \text{ mm} - 50 \text{ mm}) \times 50 \text{ mm} + \\ (1.357 \text{ mm} - 50 \text{ mm}) \times 50 \text{ mm} \end{array} \right\}$$

$$= 6,1296 \text{ kg}$$

e. Berat keranjang (W)

$$\begin{aligned}
 W &= 5 \times S \\
 &= 5 \times 6,1296 \text{ kg} \\
 &= 30,648 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

### Bak Pencucian

Bahan : Beton  
 Laju alir massa : 3.572,0224 kg/jam  
 Densitas ( $\rho$ ) : 1.048 kg/m<sup>3</sup>  
 Waktu penyimpanan : 30 menit = 0,5 jam  
 Faktor keamanan (fk) : 30%

a. Volume bak ( $V_b$ )

$$\begin{aligned}
 \text{Volume bahan} &= \frac{\text{laju massa}}{\rho} \times \text{waktu penyimpanan} \\
 &= \frac{3.572,0224 \text{ kg/jam}}{1.048 \text{ kg/m}^3} \times 0,5 \text{ jam} \\
 &= 1,7042 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume bak} &= (100\% + 30\%) \times \text{Volume bahan} \\
 &= 1,3 \times 1,7042 \text{ m}^3 \\
 &= 2,2155 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

b. Panjang sisi bak (s)

$$\begin{aligned}
 V_k &= s \times s \times s \\
 2,2155 \text{ m}^3 &= s^3 \\
 s &= \sqrt[3]{2,2155 \text{ m}^3} \\
 &= 1,3036 \text{ m}
 \end{aligned}$$

### Crane dan Hoist



Berat beban = berat Gracilaria sp. + berat keranjang  
 = 511,6045 kg + 30,648 kg  
 = 542,2525 kg  
 = 0,5423 ton  
 = 1.195,4606 lb

Dipilih kapasitas standar yaitu 5 ton (Greiner, 1967)

a. Kecepatan Hoist dan Trolley

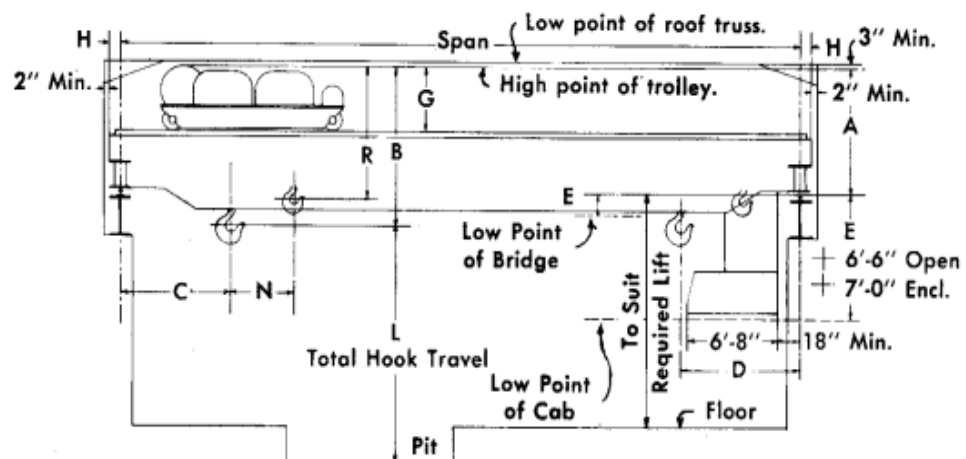
Berdasarkan kapasitas standar crane maka kecepatan hoist dan trolley pada crane, yaitu (Greiner, 1967, Hal. 23):

Hoist = 25 ft/min

Trolley travel = 100 ft/min

b. Dimensi Crane

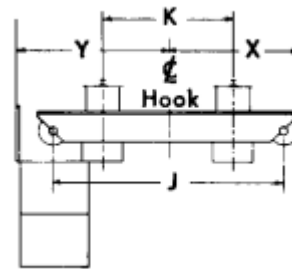
Berdasarkan kapasitas standar maka dimensi crane, yaitu (Greiner, 1967, Hal. 26- 27):



Span = 40 ft = 12,19 m

A = 4,88 ft = 1,49 m

B	= 5,33 ft	= 1,63 m
C	= 2,58 ft	= 0,79 m
D	= 3,33 ft	= 1,02 m
E	= 0,17 ft	= 0,05 m
G	= 2,54 ft	= 0,77 m
H	= 0,63 ft	= 0,19 m
J	= 8,00 ft	= 2,44 m
K	= 5,00 ft	= 1,52 m
L	= 38,50 ft	= 11,73 m
X	= 4,83 ft	= 1,47 m
Y	= 6,83 ft	= 2,08



Berat beban roda maksimum	= 15.400 lb	= 6,99 ton
Berat trolley	= 5.600 lb	= 2,54 ton
Berat total crane	= 27.500 lb	= 12,47 ton
Tipe girder	= beam	

c. Daya trolley

$$\text{Berat trolley} + \text{berat beban terukur (W)} = 2,54 \text{ ton} + 0,5423 \text{ ton} = 3,0823 \text{ ton}$$

$$\text{Kecepatan trolley travel (FPM)} = 100 \text{ ft/min}$$

$$\text{Konstanta tractive effort (TE)} = 25$$

$$\text{HP} = \frac{W \times \text{FPM} \times \text{TE}}{33.000}$$

$$= \frac{3,0823 \text{ ton} \times 100 \text{ ft/min} \times 25}{33.000} = 0,2335 \text{ HP}$$

d. Dimensi hoist

Berdasarkan kapasitas standar maka dimensi hoist, yaitu (Greiner, 1967, Hal. 78):

A = 18,00 ft = 5,49 m

B = 27,00 ft = 8,23 m

C = 25,50 ft = 7,77 m

D = 43,50 ft = 13,26 m

E = 64,50 ft = 19,66 m

F = 48,00 ft = 14,63 m

G = 41,25 ft = 12,57 m

H = 19,50 ft = 5,94 m

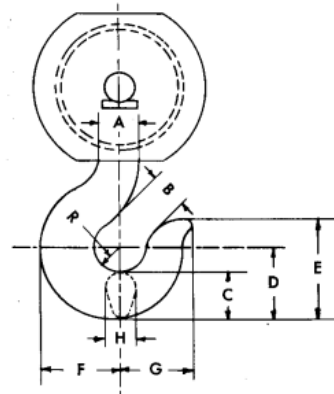
R = 18,00 ft = 5,49 m

Part of rope = 2

Rope diameter = 0,625 in (Greiner, 1967, Hal. 81)

Berdasarkan rope diameter, maka jari-jari shave rope (R), yaitu:

R = 0,3125 in (Greiner, 1967, Hal. 79)



e. Daya hoist

Berat beban (W) = 1.195,4606 lb

Kecepatan hoist (V) = 25 ft/min

Efisiensi rope (E1) = 1 (Greiner, 1967, Hal. 80)

Efisiensi Gearinh (E2) = 0,95 (Greiner, 1967, Hal. 85)

$$HP = \frac{W \times V}{33.000 \times E1 \times E2} \quad (\text{Greiner, 1967, Hal. 86})$$

$$= \frac{1.195,4606 \text{ lb} \times 25 \text{ ft/min}}{33.000 \times 1 \times 0,95}$$

$$= 0,9533 \text{ HP} \approx 1 \text{ HP}$$

Keranjang dan Crane dengan ukuran tersebut di atas dibuat 7 buah untuk melayani pencucian<sub>(1,2)</sub> & perendaman.

### 9. BAK PERENDAMAN (BP-130)

Fungsi : Tempat perendaman Gracilaria sp.

Tipe : bak berbentuk persegi

Kondisi operasi : P = 1 atm

$$T = 30^{\circ}\text{C}$$

#### Keranjang perendaman

Bahan : Stainless Steel (SS-316)

Laju alir massa : 568,5972 kg/jam

Densitas Gracilaria sp. ( $\rho$ ) : 1.048 kg/m<sup>3</sup>

Densitas stainless steel ( $\rho_s$ ) : 7,92 kg/dm<sup>3</sup> = 7.920 kg/m<sup>3</sup>

Waktu penyimpanan : 2 jam

Faktor keamanan (fk) : 30%

a. Volume keranjang ( $V_k$ )

$$\text{Volume Gracilaria sp.} = \frac{\text{laju massa}}{\rho} \times \text{waktu penyimpanan}$$

$$= \frac{568,5972 \text{ kg/jam}}{1.048 \text{ kg/m}^3} \times 2 \text{ jam}$$

$$= 1,0851 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume keranjang} = (100\%+30\%) \times \text{Volume Gracilaria sp.}$$

$$= 1,3 \times 1,0851 \text{ m}^3$$

$$= 1,4106 \text{ m}^3$$

b. Panjang sisi keranjang (s)

$$V_k = s \times s \times s$$

$$1,4106 \text{ m}^3 = s^3$$

$$s = \sqrt[3]{1,4106 \text{ m}^3}$$

$$= 1,1215 \text{ m}$$

c. Open area (OA)

Asumsi :

- Diameter lubang (D) = 10 mm

- Pitch (C) = 15 mm

$$OA = \frac{D^2 \times 78,54}{C^2} \times 100\% \quad (\text{Sanghvi Enterprise, 1973})$$

$$= \frac{10^2 \times 78,54}{15^2} \times 100\%$$

$$= 34,9067 \%$$

d. Berat per sheet (S)

Asumsi :

- Tebal sheet (t) = 0,6 mm

- Lebar margin = M1 = M2 = M3 = M4 = 50 mm

- Panjang (P) dan lebar (L) = 1.357 mm

$$S = \frac{\rho \times t}{1.000.000} \left\{ (L - M2 - M4) \times (P - M1 - M3) \times \left( 1 - \left( \frac{OA}{100} \right) \right) + (L - M2) \right. \\ \left. \times M1 + (P - M3) \times M2 + (L - M4) \times M3 + (P - M1) \times M4 \right\}$$

$$= \frac{7,92 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3} \times 0,6 \text{ mm}}{1.000.000} \left\{ \begin{array}{l} (1.357 \text{ mm} - 50 \text{ mm} - 50 \text{ mm}) \times \\ (1.357 \text{ mm} - 50 \text{ mm} - 50 \text{ mm}) \times \left(1 \left(\frac{34,9067}{100}\right)\right) + \\ (1.357 \text{ mm} - 50 \text{ mm}) \times 50 \text{ mm} + \\ (1.357 \text{ mm} - 50 \text{ mm}) \times 50 \text{ mm} + \\ (1.357 \text{ mm} - 50 \text{ mm}) \times 50 \text{ mm} + \\ (1.357 \text{ mm} - 50 \text{ mm}) \times 50 \text{ mm} \end{array} \right\}$$

$$= 6,1296 \text{ kg}$$

e. Berat keranjang (W)

$$W = 5 \times S$$

$$= 5 \times 6,1296 \text{ kg}$$

$$= 30,648 \text{ kg}$$

### Bak Perendaman

Bahan : Beton

Laju alir massa : 16.139,2791 kg/jam

Densitas ( $\rho$ ) : 1.048 kg/m<sup>3</sup>

Waktu penyimpanan : 2 jam

Faktor keamanan (fk) : 30%

a. Volume bak ( $V_b$ )

$$\text{Volume bahan} = \frac{\text{laju massa}}{\rho} \times \text{waktu penyimpanan}$$

$$= \frac{16.139,2791 \text{ kg/jam}}{1.048 \text{ kg/m}^3} \times 2 \text{ jam}$$

$$= 30,8002 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume bak} = (100\% + 30\%) \times \text{Volume bahan}$$

$$= 1,3 \times 30,8002 \text{ m}^3$$

$$= 40,0402 \text{ m}^3$$

b. Panjang sisi bak (s)

$$\begin{aligned}
 V_b &= s \times s \times s \\
 40,0402 \text{ m}^3 &= s^3 \\
 s &= \sqrt[3]{40,0402 \text{ m}^3} \\
 &= 3,4211 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Bak perendaman tersebut di atas dibuat 7 buah karena waktu perendaman dan pencucian<sub>(1,2)</sub> berbeda.

#### 10. BAK PENCUCIAN 2 (BP-121)

Fungsi : Tempat pencucian 2 *Gracilaria* sp. setelah direndam

Tipe : Bak berbentuk persegi

Kondisi operasi : P = 1 atm

T = 30°C

#### Keranjang pencucian

Bahan : Stainless Steel (SS-316)

Laju alir massa : 572,6235 kg/jam

Densitas *Gracilaria* sp. ( $\rho$ ) : 1.048 kg/m<sup>3</sup>

Densitas stainless steel ( $\rho_s$ ) : 7,92 kg/dm<sup>3</sup> = 7.920 kg/m<sup>3</sup>

Waktu penyimpanan : 30 menit = 0,5 jam

Faktor keamanan (fk) : 30%

a. Volume keranjang ( $V_k$ )

$$\begin{aligned}
 \text{Volume } \textit{Gracilaria} \text{ sp.} &= \frac{\text{laju massa}}{\rho} \times \text{waktu penyimpanan} \\
 &= \frac{572,6235 \text{ kg/jam}}{1.048 \text{ kg/m}^3} \times 0,5 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

$$= 0,2732 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume keranjang} = (100\%+30\%) \times \text{Volume Gracilaria sp.}$$

$$= 1,3 \times 0,2732 \text{ m}^3$$

$$= 0,3552 \text{ m}^3$$

b. Panjang sisi keranjang (s)

$$V_k = s \times s \times s$$

$$0,3552 \text{ m}^3 = s^3$$

$$s = \sqrt[3]{0,3552 \text{ m}^3}$$

$$= 0,7082 \text{ m}$$

c. Open area (OA)

Asumsi :

- Diameter lubang (D) = 10 mm

- Pitch (C) = 15 mm

$$OA = \frac{D^2 \times 78,54}{C^2} \times 100\% \quad (\text{Sanghvi Enterprise, 1973})$$

$$= \frac{10^2 \times 78,54}{15^2} \times 100\%$$

$$= 34,9067 \%$$

d. Berat per sheet (S)

Asumsi :

- Tebal sheet (t) = 0,6 mm

- Lebar margin = M1 = M2 = M3 = M4 = 50 mm

- Panjang (P) dan lebar (L) = 1.357 mm

$$S = \frac{\rho \times t}{1.000.000} \left\{ (L - M2 - M4) \times (P - M1 - M3) \times \left( 1 - \left( \frac{OA}{100} \right) \right) + (L - M2) \right. \\ \left. \times M1 + (P - M3) \times M2 + (L - M4) \times M3 + (P - M1) \times M4 \right\}$$



$$= \frac{7,92 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3} \times 0,6 \text{ mm}}{1.000.000} \left\{ \begin{array}{l} (1.357 \text{ mm} - 50 \text{ mm} - 50 \text{ mm}) \times \\ (1.357 \text{ mm} - 50 \text{ mm} - 50 \text{ mm}) \times \left(1 \left(\frac{34,9067}{100}\right)\right) + \\ (1.357 \text{ mm} - 50 \text{ mm}) \times 50 \text{ mm} + \\ (1.357 \text{ mm} - 50 \text{ mm}) \times 50 \text{ mm} + \\ (1.357 \text{ mm} - 50 \text{ mm}) \times 50 \text{ mm} + \\ (1.357 \text{ mm} - 50 \text{ mm}) \times 50 \text{ mm} \end{array} \right\}$$

$$= 6,1296 \text{ kg}$$

e. Berat keranjang (W)

$$\begin{aligned} W &= 5 \times S \\ &= 5 \times 6,1296 \text{ kg} \\ &= 30,648 \text{ kg} \end{aligned}$$

### Bak Pencucian

Bahan : Beton  
 Laju alir massa : 3.633,0414 kg/jam  
 Densitas ( $\rho$ ) : 1.048 kg/m<sup>3</sup>  
 Waktu penyimpanan : 30 menit = 0,5 jam  
 Faktor keamanan (fk) : 30%

a. Volume bak ( $V_b$ )

$$\begin{aligned} \text{Volume bahan} &= \frac{\text{laju massa}}{\rho} \times \text{waktu penyimpanan} \\ &= \frac{3.633,0414 \text{ kg/jam}}{1.048 \text{ kg/m}^3} \times 0,5 \text{ jam} \\ &= 1,7333 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume bak} &= (100\% + 30\%) \times \text{Volume bahan} \\ &= 1,3 \times 1,7333 \text{ m}^3 \\ &= 2,0800 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

b. Panjang sisi bak (s)

$$V_b = s \times s \times s$$

$$2,0800 \text{ m}^3 = s^3$$

$$s = \sqrt[3]{2,0800 \text{ m}^3}$$

$$= 1,2765 \text{ m}$$

### Crane dan Hoist

Berat beban = berat Gracilaria sp. + berat keranjang

$$= 572,6235 \text{ kg} + 30,648 \text{ kg}$$

$$= 603,2715 \text{ kg}$$

$$= 0,6033 \text{ ton}$$

$$= 1.329,9845 \text{ lb}$$

Dipilih kapasitas standar yaitu 5 ton (Greiner, 1967)

a. Kecepatan Hoist dan Trolley

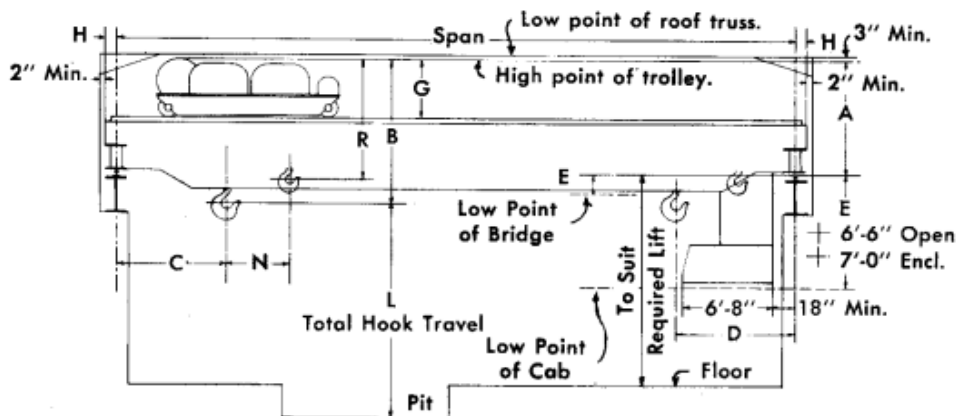
Berdasarkan kapasitas standar crane maka kecepatan hoist dan trolley pada crane, yaitu (Greiner, 1967, Hal. 23):

$$\text{Hoist} = 25 \text{ ft/min}$$

$$\text{Trolley travel} = 100 \text{ ft/min}$$

b. Dimensi Crane

Berdasarkan kapasitas standar maka dimensi crane, yaitu (Greiner, 1967, Hal. 26-27):



Span = 40 ft = 12,19 m

A = 4,88 ft = 1,49 m

B = 5,33 ft = 1,63 m

C = 2,58 ft = 0,79 m

D = 3,33 ft = 1,02 m

E = 0,17 ft = 0,05 m

G = 2,54 ft = 0,77 m

H = 0,63 ft = 0,19 m

J = 8,00 ft = 2,44 m

K = 5,00 ft = 1,52 m

L = 38,50 ft = 11,73 m

X = 4,83 ft = 1,47 m

Y = 6,83 ft = 2,08 m

Berat beban roda maksimum = 15.400 lb = 6,99 ton

Berat trolley = 5.600 lb = 2,54 ton

Berat total crane = 27.500 lb = 12,47 ton

Tipe girder = beam

c. Daya trolley

Berat trolley + berat beban terukur (W) = 2,54 ton + 0,6033 ton = 3,1433 ton

Kecepatan trolley travel (FPM) = 100 ft/min

Konstanta tractive effort (TE) = 25

$$\begin{aligned} \text{HP} &= \frac{W \times \text{FPM} \times \text{TE}}{33.000} \\ &= \frac{3,1433 \text{ ton} \times 100 \text{ ft/min} \times 25}{33.000} \\ &= 0,24 \text{ HP} \approx 0,5 \text{ HP} \end{aligned}$$

d. Dimensi hoist

Berdasarkan kapasitas standar maka dimensi hoist, yaitu (Greiner, 1967, Hal. 78):

A = 18,00 ft = 5,49 m

B = 27,00 ft = 8,23 m

C = 25,50 ft = 7,77 m

D = 43,50 ft = 13,26 m

E = 64,50 ft = 19,66 m

F = 48,00 ft = 14,63 m

G = 41,25 ft = 12,57 m

H = 19,50 ft = 5,94 m

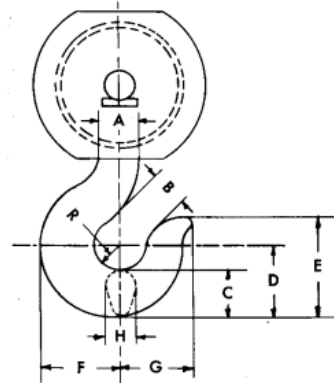
R = 18,00 ft = 5,49 m

Part of rope = 2

Rope diameter = 0,625 in (Greiner, 1967, Hal. 81)

Berdasarkan rope diameter, maka jari-jari shave rope (R), yaitu:

R = 0,3125 in (Greiner, 1967, Hal. 79)



e. Daya hoist

$$\text{Berat beban (W)} = 1.329,9845 \text{ lb}$$

$$\text{Kecepatan hoist (V)} = 25 \text{ ft/min}$$

$$\text{Efisiensi rope (E1)} = 1 \quad (\text{Greiner, 1967, Hal. 80})$$

$$\text{Efisiensi Gearinh (E2)} = 0,95 \quad (\text{Greiner, 1967, Hal. 85})$$

$$\text{HP} = \frac{W \times V}{33.000 \times E1 \times E2} \quad (\text{Greiner, 1967, Hal. 86})$$

$$= \frac{1.329,9845 \text{ lb} \times 25 \text{ ft/min}}{33.000 \times 1 \times 0,95}$$

$$= 1,0606 \text{ HP} \approx 1,5 \text{ HP}$$

## 11. BELT CONVEYOR (J-131)

Fungsi = mengangkat rumput laut dari bak pencucian 2 menuju Rotary Cutter

Tipe = *Flat belt on flat-belt idlers*

### Dasar perancangan

- Laju alir massa = 568,5972 kg/jam

$$= 1.253,5408 \text{ lb/jam}$$

$$= 20,8923 \text{ lb/menit}$$

- Densitas = 1,048 kg/m<sup>3</sup>

$$= 65,4245 \text{ lb/ft}^3$$

- Rate volumetrik =  $\frac{\text{laju massa}}{\text{densitas}}$

$$= \frac{1.253,5408 \text{ lb/jam}}{65,4245 \text{ lb/ft}^3}$$

$$= 19,1601 \text{ ft}^3/\text{jam}$$

- Faktor keamanan = 20%

- Kapasitas design = (100%+20%) x massa bahan
  - = 1,2 x 568,5972 kg/jam
  - = 682,3166 kg/jam
  - = 0,6823 ton/jam

Berdasarkan kapasitas design, diperoleh data dari Table 21-7 (Perry & Green , 1997) sebagai berikut :

- Kapasitas maksimum = 32 ton/jam
- Lebar = 14 in
- Kecepatan = 200 ft/menit
- Asumsi jarak pengangkutan (L) = 30 ft = 9,144 m

### Spesifikasi

1) Kecepatan aktual belt (S)

$$\begin{aligned}
 S &= \frac{\text{kapasitas materi}}{\text{kapasitas belt conveyer}} \times \text{kecepatan belt} \\
 &= \frac{0,6823 \text{ ton/jam}}{32 \text{ ton/jam}} \times 200 \text{ ft/menit} \\
 &= 4,2645 \text{ ft/menit}
 \end{aligned}$$

2) Waktu tempuh (t)

$$\begin{aligned}
 t &= \frac{L}{S} \\
 &= \frac{30 \text{ ft}}{4,2645 \text{ ft/menit}} = 7,0349 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

3) Berat produk (p)

$$\begin{aligned}
 p &= \text{laju alir massa} \times t \\
 &= 20,8923 \text{ lb/menit} \times 7,0349 \text{ menit} \\
 &= 146,9747 \text{ lb}
 \end{aligned}$$

4) Berat belt conveyor (W)

Berdasarkan Tabel 16A (Brown, 1987) diketahui:

Berat belt = 1 lb/(in lebar belt).(ft panjang belt)

Berat Idler = 0,5 lb/(in lebar belt).(ft panjang belt)

Sehingga,

$$\begin{aligned} W &= (\text{berat belt} + \text{berat iddler}) \times \text{lebar belt} \times \text{panjang belt} \\ &= (1 + 0,5) \text{ lb/in.ft} \times 14 \text{ in} \times 30 \text{ ft} \\ &= 630 \text{ lb} \end{aligned}$$

5) Power belt (P)

$$P = \frac{F \times S \times (p+W)}{990}$$

Dimana:

P = Power (HP)

F = Koefisien gesekan  
untuk plain bearing F = 0,05 (Brown, 1987 hal.57)

S = Kecepatan conveyor

P = Berat produk (lb)

W = Berat belt (lb)

$$P = \frac{0,05 \times 4,2645 \text{ ft/menit} \times (146,9747 \text{ lb} + 630 \text{ lb})}{990}$$

$$= 0,1673 \text{ HP} \approx 0,5 \text{ HP}$$

## 12. ROTARY CUTTER (M-140)

Fungsi = menghaluskan rumput laut

Tipe = *Rotary Knife Cutter*

Kondisi operasi :

- Massa umpan = 4.649,1544 kg/jam
- Tekanan = 1 atm
- Suhu = 30°C

Berdasarkan data dari Perry edisi 6, hal 8-29 untuk jenis rotary knife cutter diperoleh ;

- Feed rate = 10.000 lb/jam = 4.535,9 kg/jam
- Screen opening = 1,5 in
- Power mesin = 11 HP
- Floor space = 54 x 34 in<sup>2</sup>
- Bahan = Stainless Stell

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan rotary cutter} &= \frac{\text{laju massa umpan}}{\text{feed rate}} \\ &= \frac{4.649,1544 \text{ kg/jam}}{4.535,9 \text{ kg/jam}} \\ &= 1,0250 \end{aligned}$$

Total rotary cutter = 2 buah

### 13. SCREW CONVEYOR (J-151)

Fungsi = mengangkut bubur rumput laut dari rotary cutter menuju cooker

Tipe = *Horizontal Screw Conveyor*

#### Dasar perancangan

- Laju alir massa = 4.649,1544 kg/jam  
= 10.249,6188 lb/jam  
= 170,8270 lb/menit



- Densitas = 1.048 kg/m<sup>3</sup>  
= 65,4245 lb/ft<sup>3</sup>
- Rate volumetrik =  $\frac{\text{laju massa}}{\text{densitas}}$   
=  $\frac{10.249,6188 \text{ lb/jam}}{65,4245 \text{ lb/ft}^3}$   
= 156,6632 ft<sup>3</sup>/jam
- Faktor keamanan = 20%
- Kapasitas design = (100%+20%) x massa bahan  
= 1,2 x 4.649,1544 kg/jam  
= 5.578,9853 kg/jam  
= 5,5790 ton/jam

Berdasarkan kapasitas design, diperoleh data dari Table 21-6 (Perry & Green , 1997) sebagai berikut :

- Kapasitas maksimum = 10 ton/jam = 367,4370 lb/min
- Kecepatan = 55 rpm
- *Diameter of shafts* = 2 in
- *Diameter of flights* = 10 in
- *Panjang screw* = 25 ft

Power belt (P)

$$\text{HP} = \frac{\text{coefficient} \times \text{capacity} \left(\frac{\text{lb}}{\text{min}}\right) \times \text{length} (\text{ft})}{33.000} \quad (\text{Brown, 1987. Hal.53})$$

Dimana : Koefisien = 4,0 (Brown, 1987. Hal 53)

$$\begin{aligned} \text{HP} &= \frac{4 \times 367,4370 \frac{\text{lb}}{\text{min}} \times 25 \text{ ft}}{33.000} \\ &= 1,1134 \text{ HP} \approx 1,5 \text{ HP} \end{aligned}$$

#### 14. COOKER (C-01)

Fungsi : tempat proses pemasakan dan penambahan bumbu

Bentuk : Tangki silinder vertikal dengan bentuk tutup *torispherical head* yang dilengkapi dengan jaket pemanas dan pengaduk jenis *six flat blades turbin with 4 baffle*

Kondisi operasi :

- Suhu operasi (T) = 30 – 98 °C
- Tekanan operasi (P) = 1 atm  
= 14,7 psi
- Densitas bahan = 1.048 kg/m<sup>3</sup>  
= 65,4245 lb/ft<sup>3</sup>
- Laju massa = 4.758,8936 kg/jam
- Waktu operasi = 30 menit = 0,5 jam

#### Menghitung dimensi tangki

a) Volume tangki (Vt)

$$\begin{aligned}\text{Volume bahan} &= \frac{\text{laju massa}}{\rho} \\ &= \frac{4.758,8936 \text{ kg/jam}}{1.048 \text{ kg/m}^3} \times 0.5 \text{ jam} \\ &= 2,2705 \text{ m}^3 \\ &= 80,1808 \text{ ft}^3\end{aligned}$$

Overdesign (faktor kelonggaran) = 20%

$$\begin{aligned}\text{V tangki} &= (100\%+20\%) \times \text{volume bahan} \\ &= 1,2 \times 2,2705 \text{ m}^3\end{aligned}$$

$$= 2,7246 \text{ m}^3$$

$$= 96,2169 \text{ ft}^3$$

b) Tinggi dan diameter tangki

Perbandingan tinggi (H) terhadap diameter (D) tangki :

$$H/D = 1,5$$

$$H = 1,5D$$

$$V_t = A \times H$$

$$= \frac{\pi}{4} \times D^2 \times H$$

$$= \frac{\pi}{4} \times D^2 \times 1,5D$$

$$= \frac{\pi}{4} \times 1,5D^3$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{4 \times V_t}{\pi \times (1,5)}}$$

$$= \sqrt[3]{\frac{4 \times 2,7246 \text{ m}^3}{\pi \times (1,5)}}$$

$$= 1,3227 \text{ m}$$

$$= 4,3394 \text{ ft}$$

$$= 52,0729 \text{ in}$$

$$H = 1,5D$$

$$= 1,5 \times 1,3227 \text{ m}$$

$$= 1,9840 \text{ m}$$

$$= 6,5091 \text{ ft}$$

$$= 78,1093 \text{ in}$$

c) Tinggi cairan dalam tangki (Hc)

Tinggi cairan dalam tangki = 80% dari tinggi total tangki

$$\begin{aligned}
 H_c &= 80\% \times 1,9840 \text{ m} \\
 &= 1,5872 \text{ m} \\
 &= 5,2073 \text{ ft}
 \end{aligned}$$

d) Tekanan dalam Tangki

$$\begin{aligned}
 P_{\text{Operasi}} &= 1 \text{ atm} \\
 &= 14,7 \text{ Psi}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_{\text{hidrostatik}} &= \rho \cdot g \cdot H_c \\
 &= 1.048 \text{ kg/m}^3 \times 9,8 \text{ m/s}^2 \times 1,5872 \text{ m} \\
 &= 16.300,9764 \text{ kg/m} \cdot \text{s}^2 \\
 &= 16.300,9764 \text{ Pa} \\
 &= 2,3643 \text{ Psi}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_{\text{desain}} &= P_{\text{Operasi}} + P_{\text{hidrostatik}} \\
 &= 14,7 \text{ Psi} + 2,3643 \text{ Psi} \\
 &= 17,0643 \text{ Psi}
 \end{aligned}$$

$$\text{Faktor keamanan} = 10\%$$

$$\begin{aligned}
 P_{\text{desain aktual}} &= (100\% + 10\%) \times 17,0643 \text{ Psi} \\
 &= 18,7707 \text{ Psi}
 \end{aligned}$$

e) Tebal shell (dinding tangki)

Spesifikasi bahan yang digunakan

- Jenis bahan : *Carbon Steel SA-299*
- Allowable Stresses (f) : 18.750 Psi (Brownell & Young, 1959. Tabel 13.1 hal.251)
- Corrosion Allowance (c) : 0,125 in (Peters & Timmerhaus, 1991. Hal.542)

- Joint Efficiency (E) : 0,8 (Brownell & Young, 1959. Tabel 13.2 hal.254)
- Inside Radius (ri) : 0,6613 m = 26,0364 in

$$\text{Tebal sheel (ts)} = \frac{P \times r_i}{f \times E - 0,6 \times P} + c \text{ (Brownell \& Young, 1959. Pers.13.1 hal.254)}$$

$$= \frac{18,7707 \text{ Psi} \times 26,0364 \text{ in}}{(18,750 \text{ Psi} \times 0,8) - (0,6 \times 18,7707 \text{ Psi})} + 0,125 \text{ in}$$

$$= 0,1576 \text{ in}$$

Diambil ts Standar 3/16 in = 0,1875 in (Brownell & Young, 1959. Tabel 5.7

hal.90)

$$\begin{aligned} \text{OD} &= \text{ID} + 2 \text{ ts} \\ &= 52,0729 \text{ in} + (2 \times 0,1875 \text{ in}) \\ &= 52,4479 \text{ in} \end{aligned}$$

OD standar = 54 in = 1,3716 m (Brownell & Young, 1959. Tabel 5.7 hal.90)

$$\begin{aligned} \text{ID standar} &= \text{OD standar} - 2 \text{ ts} \\ &= 54 \text{ in} - (2 \times 0,1875 \text{ in}) \\ &= 53,6250 \text{ in} \\ &= 1,3621 \text{ m} \\ &= 4,4687 \text{ ft} \end{aligned}$$

Berdasarkan ts 3/16 in dan OD 54 diperoleh :

$$\text{Icr} = 3 \frac{1}{4} \text{ in}$$

$$r = 54 \text{ in}$$

$$r/\text{icr} = 16,6154 \text{ in}$$

f) Menghitung dimensi head (tutup atas dan bawah tangki)

Bentuk head : torispherical head

$$W = \frac{1}{4} \left( 3 + \sqrt{\frac{r}{icr}} \right)$$

$$= \frac{1}{4} \left( 3 + \sqrt{\frac{54 \text{ in}}{3 \frac{1}{4} \text{ in}}} \right)$$

$$= 1,7690 \text{ in}$$

- Tebal head

$$\text{Tebal head} = \frac{P r W}{2 f x E - 0,2 x P} + c \text{ (Brownell \& Young, 1959. Pers 7.77 hal.138)}$$

$$= \frac{18,7707 \text{ Psi} \times 54 \text{ in} \times 1,7690 \text{ in}}{(2 \times 18.750 \text{ Psi} \times 0,8) - (0,2 \times 18,7707 \text{ Psi})} + 0,125 \text{ in}$$

$$= 0,1848 \text{ in}$$

Tebal head standar = 3/16 in = 0,1875 in (Brownell & Young, 1959. Tabel.5.6 hal.88)

Untuk tebal head standar 3/16, nilai standar straight flange (Sf) yaitu 1½ - 2  
Diambil nilai sf = 2 (Brownell & Young, 1959. Hal.88 Tabel 5.6)

- Ukuran head

$$a = \frac{ID}{2}$$

$$= \frac{53,6250 \text{ in}}{2}$$

$$= 26,8125 \text{ in}$$

$$AB = a - icr$$

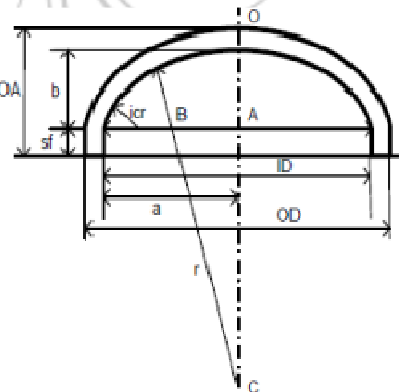
$$= 26,8125 \text{ in} - 3 \frac{1}{4} \text{ in}$$

$$= 23,5625 \text{ in}$$

$$BC = r - icr$$

$$= 54 \text{ in} - 3 \frac{1}{4} \text{ in}$$

$$= 50,75 \text{ in}$$



$$AC = \sqrt{BC^2 - AB^2}$$

$$= \sqrt{50,75^2 - 23,5625^2} \text{ in}$$

$$= 44,9485 \text{ in}$$

$$b = r - AC$$

$$= 54 \text{ in} - 44,9485 \text{ in} = 9,0515 \text{ in}$$

- Tinggi head (OA)

$$OA = t_h + b + sf$$

$$= 0,1848 \text{ in} + 9,0515 \text{ in} + 2 \text{ in}$$

$$= 11,2362 \text{ in}$$

$$= 0,2854 \text{ m}$$

g) Tinggi total tangki

$$\text{Tinggi total tangki} = H + (2 \times OA)$$

$$= 78,1093 \text{ in} + (2 \times 11,2362 \text{ in})$$

$$= 100,5818 \text{ in}$$

$$= 2,5548 \text{ m}$$

### Desain Pengaduk

Spesifikasi pengaduk

Jenis pengaduk : *six flat blades turbin with 4 baffle*

a. Perhitungan dimensi pengaduk

Dari Tabel 3 .4-1 hal 144 -145 (Geankoplis, 1993) diketahui :

$$Da/Dt = 0,3 - 0,5 \text{ (diambil } 0,5)$$

$$L/Da = 1/4$$

$$W/Da = 1/5$$

$$C/Dt = 1/3$$

$$J/Dt = 1/12$$

Dimana:

Dt = Diameter dalam tangki

Da = Diameter impeller

W = Lebar blade

J = Lebar baffle

L = Panjang blade

C = Jarak pengaduk dari dasar tangki

J = Lebar baffle

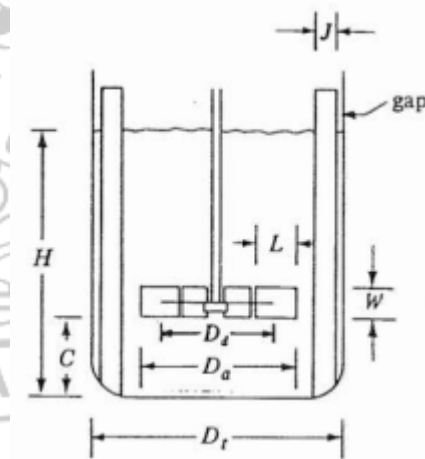
Sehingga :

- Diameter impeller (Da)

$$\begin{aligned} Da &= 0,5 \times Dt \\ &= 0,5 \times 1,3621 \text{ m} \\ &= 0,6810 \text{ m} \\ &= 2,2344 \text{ ft} \end{aligned}$$

- Panjang blade (L)

$$\begin{aligned} L &= \frac{1}{4} \times Da \\ &= \frac{1}{4} \times 0,6810 \text{ m} \\ &= 0,1703 \text{ m} \\ &= 0,5586 \text{ ft} \end{aligned}$$





- Jarak pengaduk dari dasar tangki (C)

$$\begin{aligned}
 C &= 1/3 \times Dt \\
 &= 1/3 \times 1,3621 \text{ m} \\
 &= 0,4540 \text{ m} \\
 &= 1,4896 \text{ ft}
 \end{aligned}$$

- Lebar blade (W)

$$\begin{aligned}
 W &= 1/5 \times Da \\
 &= 1/5 \times 0,6810 \text{ m} \\
 &= 0,1362 \text{ m} \\
 &= 0,4469 \text{ ft}
 \end{aligned}$$

- Lebar baffle

$$\begin{aligned}
 J &= 1/12 \times Dt \\
 &= 1/12 \times 1,3227 \text{ m} \\
 &= 0,1102 \text{ m} \\
 &= 0,3616 \text{ ft}
 \end{aligned}$$

- b. Menentukan jumlah pengaduk (n)

$$\begin{aligned}
 WELH &= H \text{ cairan} \times SG \text{ umpan} \\
 &= 5,2073 \text{ ft} \times 1,048 \\
 &= 5,4572 \text{ ft}
 \end{aligned}$$

Sehingga,

$$\begin{aligned}
 n &= \frac{WELH}{Dt} \\
 &= \frac{5,4572 \text{ ft}}{1,3621 \text{ ft}} \\
 &= 1,2212
 \end{aligned}$$

Digunakan 2 buah impeller

c. Perhitungan kecepatan pengaduk (N)

$$\begin{aligned}\frac{WELH}{2 \times Da} &= \left( \frac{\pi \times Da \times N}{600} \right)^2 \\ N &= \frac{600}{\pi \times Da} \sqrt{\frac{5,4572 \text{ ft}}{2 \times 2,2344 \text{ ft}}} \\ &= \frac{600}{3,14 \times 2,2344 \text{ ft}} \sqrt{\frac{5,4572 \text{ ft}}{2 \times 2,2344 \text{ ft}}} \\ &= 94,5059 \text{ rpm} \\ &= 1,5751 \text{ rps}\end{aligned}$$

d. Perhitungan daya pengaduk (P)

$$P = \frac{\varphi \times \rho \times N^3 \times Da^5}{gc}$$

Dimana :

P = daya pengaduk

$\varphi$  = power number

$\rho$  = densitas bahan

Da = diameter impeller

$\mu$  = Viskositas Liquida = 0,00183 lb/ft.s

gc = 9,8 m/s<sup>2</sup> = 32,2 ft/s<sup>2</sup>

Menghitung bilangan Reynold (N<sub>Re</sub>)

$$\begin{aligned}N_{Re} &= \frac{Da^2 \times N \times \rho}{\mu} \\ &= \frac{(2,2344 \text{ ft})^2 \times 1,5751 \text{ rps} \times 65,4245 \text{ lb/ft}^3}{0,00183 \text{ lb/ft.s}} \\ &= 281.131,2914\end{aligned}$$

Berdasarkan nilai N<sub>Re</sub>, dari Fig. 477 Hal 507 (Brown, 1987) diperoleh  $\varphi$  =

$$\begin{aligned}
 P &= \frac{7 \times 1.048 \text{ kg/m}^3 \times (1,5751 \text{ rps})^3 \times (0,6810 \text{ m})^5}{9,8 \text{ m/s}^2} \\
 &= 428,5592 \text{ kg.m/s} \\
 &= 5,6570 \text{ HP} \approx 6 \text{ HP}
 \end{aligned}$$

### Desain jaket pemanas

$$Q \text{ steam} = 304.073,3232 \text{ kkal/jam}$$

$$\text{Massa steam} = 632,0508 \text{ kg/jam}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Densitas} &= 889 \text{ kg/m}^3 \\
 &= 55,473 \text{ lb/ft}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Laju volume steam (G)} &= \frac{\text{laju massa steam}}{\text{densitas}} \\
 &= \frac{632,0508 \text{ kg/jam}}{889 \text{ kg/m}^3} \\
 &= 0,7110 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

a) Tinggi jaket ( $H_j$ )

5% lebih tinggi dari tinggi cairan dalam tangki

$$\begin{aligned}
 H_j &= (100\%+5\%) \times 1,5872 \text{ m} \\
 &= 1,6665 \text{ m}
 \end{aligned}$$

b) Diameter jaket ( $D_j$ )

$$\text{Jarak jaket} = 5 \text{ in} = 0,127 \text{ m}$$

$$D_j = \text{OD shell} + (2 \times \text{jarak jaket})$$

$$= 1,3716 \text{ m} + (2 \times 0,127 \text{ m})$$

$$= 1,6256 \text{ m}$$

$$= 64 \text{ in}$$

c) Luas yang dilalui steam (A)

$$\begin{aligned} A &= (\pi \times Dj \times Hj) + \left(\frac{\pi}{4} \times Dj^2\right) \\ &= (3,14 \times 1,6256 \text{ m} \times 1,6665 \text{ m}) + \left(\frac{3,14}{4} \times (1,6256 \text{ m})^2\right) \\ &= 10,5811 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

d) Kecepatan steam (v)

$$v = \frac{G}{A} = \frac{0,7110 \text{ m}^3/\text{jam}}{10,5811 \text{ m}^2} = 0,0672 \text{ m/jam}$$

## 15. MESIN CETAK NORI

Fungsi : mencetak dan mempress bubuk rumput laut menjadi lembaran

Nori

Jenis : Mesin pencetak nori *Seri TEDW18*

Spesifikasi alat : (Takeshita Industrial, 2008)

- Panjang = 12.280 mm = 12,28 m
- Lebar = 3.625 mm = 3,625 m
- Tinggi = 2.650 mm = 2,65 m
- Jumlah panel = 6
- Kapasitas produksi = 7.200 – 10.000 lembar/jam
- Komsumsi daya = 11,74 kW = 15,7436 HP

## 16. BELT CONVEYOR (J-132)

Fungsi = mengangkut lembar nori basah dari mesin cetak menuju oven

Tipe = *Flat belt on flat-belt idlers*

**Dasar perancangan**

- Laju alir massa = 736,1446 kg/jam  
= 1.622,9191 lb/jam  
= 27,0487 lb/menit
- Densitas = 1.048 kg/m<sup>3</sup>  
= 65,4245 lb/ft<sup>3</sup>
- Rate volumetrik =  $\frac{\text{laju massa}}{\text{densitas}}$   
=  $\frac{1.622,9191 \text{ lb/jam}}{65,4245 \text{ lb/ft}^3}$   
= 24,8060 ft<sup>3</sup>/jam
- Faktor keamanan = 20%
- Kapasitas design = (100%+20%) x massa bahan  
= 1,2 x 736,1446 kg/jam  
= 883,3735 kg/jam  
= 0,8834 ton/jam

Berdasarkan kapasitas design, diperoleh data dari Table 21-7 (Perry & Green , 1997) sebagai berikut :

- Kapasitas maksimum = 32 ton/jam
- Lebar = 14 in
- Kecepatan = 200 ft/menit
- Asumsi jarak pengangkutan (L) = 30 ft = 9,144 m

### Spesifikasi

1) Kecepatan aktual belt (S)

$$S = \frac{\text{kapasitas materi}}{\text{kapasitas belt conveyor}} \times \text{kecepatan belt}$$

$$= \frac{0,8834 \text{ ton/jam}}{32 \text{ ton/jam}} \times 200 \text{ ft/menit}$$

$$= 5,5211 \text{ ft/menit}$$

2) Waktu tempuh (t)

$$t = \frac{L}{S}$$

$$= \frac{30 \text{ ft}}{5,5211 \text{ ft/menit}}$$

$$= 5,4337 \text{ menit}$$

3) Berat produk (p)

$$p = \text{laju alir massa} \times t$$

$$= 27,0487 \text{ lb/menit} \times 5,4337 \text{ menit}$$

$$= 146,9747 \text{ lb}$$

4) Berat belt conveyor (W)

Berdasarkan Tabel 16A (Brown, 1987) diketahui:

$$\text{Berat belt} = 1 \text{ lb}/(\text{in lebar belt}) \cdot (\text{ft panjang belt})$$

$$\text{Berat Idler} = 0,5 \text{ lb}/(\text{in lebar belt}) \cdot (\text{ft panjang belt})$$

Sehingga,

$$W = (\text{berat belt} + \text{berat iddler}) \times \text{lebar belt} \times \text{panjang belt}$$

$$= (1 + 0,5) \text{ lb}/\text{in} \cdot \text{ft} \times 14 \text{ in} \times 30 \text{ ft}$$

$$= 630 \text{ lb}$$

5) Power belt (P)

$$P = \frac{F \times S \times (p+W)}{990}$$

Dimana:

P = Power (HP)

F = Koefisien gesekan

untuk plain bearing  $F = 0,05$  (Brown, 1987 hal.57)

S = Kecepatan conveyor

P = Berat produk (lb)

W = Berat belt (lb)

$$P = \frac{0,05 \times 5,5211 \text{ ft/menit} \times (146,9747 \text{ lb} + 630 \text{ lb})}{990}$$

$$= 0,2167 \text{ HP} \approx 0,5 \text{ HP}$$

### 17. OVEN (B-120)

Fungsi : mengurangi kandungan air di dalam nori

Tipe : *Tunnel Oven JY-800*

**Spesifikasi alat** (Alibaba, 2020)

Dimensi alat : P x L x T = 5 m x 1,5 m x 1,35 m

Daya maksimum : 6 kW = 8 HP

Suhu maksimal : 300°C

Ukuran nampan : P x L = 60 cm x 40 cm

Lebar belt : 80 cm

Energi : Gas/listrik

### 18. BELT CONVEYOR (J-133)

Fungsi = mengangkat lembar nori kering dari oven menuju packer

Tipe = *Flat belt on flat-belt idlers*

## Dasar perancangan

- Laju alir massa = 505,0505 kg/jam  
= 1.113,4444 lb/jam  
= 18,5574 lb/menit
- Densitas = 1.048 kg/m<sup>3</sup>  
= 65,4245 lb/ft<sup>3</sup>
- Rate volumetrik =  $\frac{\text{laju massa}}{\text{densitas}}$   
=  $\frac{1.113,4444 \text{ lb/jam}}{65,4245 \text{ lb/ft}^3}$   
= 17,0188 ft<sup>3</sup>/jam
- Faktor keamanan = 20%
- Kapasitas design = (100%+20%) x massa bahan  
= 1,2 x 505,0505 kg/jam  
= 606,0606 kg/jam = 0,6061 ton/jam

Berdasarkan kapasitas design, diperoleh data dari Table 21-7 (Perry & Green , 1997) sebagai berikut :

- Kapasitas maksimum = 32 ton/jam
- Lebar = 14 in
- Kecepatan = 200 ft/menit
- Asumsi jarak pengangkutan (L) = 30 ft = 9,144 m

## Spesifikasi

1) Kecepatan aktual belt (S)

$$S = \frac{\text{kapasitas materi}}{\text{kapasitas belt conveyor}} \times \text{kecepatan belt}$$



$$= \frac{0,6061 \text{ ton/jam}}{32 \text{ ton/jam}} \times 200 \text{ ft/menit}$$

$$= 3,7879 \text{ ft/menit}$$

2) Waktu tempuh (t)

$$t = \frac{L}{S}$$

$$= \frac{30 \text{ ft}}{3,7879 \text{ ft/menit}}$$

$$= 7,92 \text{ menit}$$

3) Berat produk (p)

$$p = \text{laju alir massa} \times t$$

$$= 18,5574 \text{ lb/menit} \times 7,92 \text{ menit}$$

$$= 146,9747 \text{ lb}$$

4) Berat belt conveyor (W)

Berdasarkan Tabel 16A (Brown, 1987) diketahui:

$$\text{Berat belt} = 1 \text{ lb}/(\text{in lebar belt}) \cdot (\text{ft panjang belt})$$

$$\text{Berat Idler} = 0,5 \text{ lb}/(\text{in lebar belt}) \cdot (\text{ft panjang belt})$$

Sehingga,

$$W = (\text{berat belt} + \text{berat iddler}) \times \text{lebar belt} \times \text{panjang belt}$$

$$= (1 + 0,5) \text{ lb}/\text{in} \cdot \text{ft} \times 14 \text{ in} \times 30 \text{ ft}$$

$$= 630 \text{ lb}$$

5) Power belt (P)

$$P = \frac{F \times S \times (p+W)}{990}$$

Dimana:

P = Power (HP)

F = Koefisien gesekan

untuk plain bearing  $F = 0,05$  (Brown, 1987 hal.57)

S = Kecepatan conveyor

P = Berat produk (lb)

W = Berat belt (lb)

$$P = \frac{0,05 \times 3,7879 \text{ ft/menit} \times (146,9747 \text{ lb} + 630 \text{ lb})}{990}$$

$$= 0,1486 \text{ HP} \approx 0,5 \text{ HP}$$

#### 19. PACKER (L-160)

Fungsi : pengepakan produk agar tidak mudah rusak dan aman

Kondisi operasi :  $P = 1 \text{ atm}$ ;  $T = 30^\circ\text{C}$

Bahan : Carbon steel SA-240 Grade M type 316

Laju alir massa : 505,0505 kg/jam

: 1.113,4444 lb/jam

Densitas bahan :  $1.048 \text{ kg/m}^3$

:  $65,4245 \text{ lb/ft}^3$

Produk yang dihasilkan selama 24 jam

Produk = laju alir massa x 24 jam

$$= 505,0505 \text{ kg/jam} \times 24 \text{ jam}$$

$$= 12.121,2121 \text{ kg}$$

Produk nori dikemas 1 kg per kemasan

a. Menghitung kecepatan pengemasan

Unit pengemasan hanya bekerja 10 jam sehari, maka jumlah kemasan sehari yaitu

$$\begin{aligned}\text{Jumlah kemasan} &= \frac{12.121,2121 \text{ kg}}{1 \text{ kg/kemasan}} \\ &= 12,121,2121 \text{ kemasan} \\ &= 12,122 \text{ kemasan}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kecepatan pengemasan} &= \frac{\text{jumlah kemasan}}{\text{waktu operasi}} \\ &= \frac{12,122 \text{ kemasan}}{10 \text{ jam}} \\ &= 1.212,1212 \text{ kemasan/jam}\end{aligned}$$

Untuk satu kantong dikemas dengan waktu (t)

$$\begin{aligned}t &= \frac{\text{waktu operasi}}{\text{jumlah kemasan}} \times 1 \text{ kemasan} \\ &= \frac{10 \text{ jam}}{12,122 \text{ kemasan}} \times 1 \text{ kemasan} \\ &= 0,0008 \text{ jam} \\ &= 0,0495 \text{ menit} \\ &= 2,97 \text{ s}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Rate masuk} &= \frac{1 \text{ kg}}{2,97 \text{ s}} \\ &= 0,3367 \text{ kg/s}\end{aligned}$$

b. Menentukan dimensi kemasan

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= \frac{\text{massa per kemasan}}{\text{densitas}} \\ &= \frac{1 \text{ kg}}{1.048 \text{ kg/m}^3}\end{aligned}$$

$$= 0,0095 \text{ m}^3$$

$$= 954 \text{ cm}^3$$

## 20. BELT CONVEYOR (-134)

Fungsi = mengangkut produk nori dari packer menuju ke gudang produk

Tipe = *Flat belt on flat-belt idlers*

### Dasar perancangan

- Laju alir massa = 505,0505 kg/jam  
= 1.113,4444 lb/jam  
= 18,5574 lb/menit
- Densitas = 1.048 kg/m<sup>3</sup>  
= 65,4245 lb/ft<sup>3</sup>
- Rate volumetrik =  $\frac{\text{laju massa}}{\text{densitas}}$   
=  $\frac{1.113,4444 \text{ lb/jam}}{65,4245 \text{ lb/ft}^3}$   
= 17,0188 ft<sup>3</sup>/jam
- Faktor keamanan = 20%
- Kapasitas design = (100%+20%) x massa bahan  
= 1,2 x 505,0505 kg/jam  
= 606,0606 kg/jam  
= 0,6061 ton/jam

Berdasarkan kapasitas design, diperoleh data dari Table 21-7 (Perry & Green , 1997) sebagai berikut :

- Kapasitas maksimum = 32 ton/jam
- Lebar = 14 in

- Kecepatan = 200 ft/menit
- Asumsi jarak pengangkutan (L) = 30 ft = 9,144 m

### Spesifikasi

1) Kecepatan aktual belt (S)

$$\begin{aligned}
 S &= \frac{\text{kapasitas materi}}{\text{kapasitas belt conveyor}} \times \text{kecepatan belt} \\
 &= \frac{0,6061 \text{ ton/jam}}{32 \text{ ton/jam}} \times 200 \text{ ft/menit} \\
 &= 3,7879 \text{ ft/menit}
 \end{aligned}$$

2) Waktu tempuh (t)

$$\begin{aligned}
 t &= \frac{L}{S} \\
 &= \frac{30 \text{ ft}}{3,7879 \text{ ft/menit}} \\
 &= 7,92 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

3) Berat produk (p)

$$\begin{aligned}
 p &= \text{laju alir massa} \times t \\
 &= 18,5574 \text{ lb/menit} \times 7,92 \text{ menit} \\
 &= 146,9747 \text{ lb}
 \end{aligned}$$

4) Berat belt conveyor (W)

Berdasarkan Tabel 16A (Brown, 1987) diketahui:

$$\text{Berat belt} = 1 \text{ lb}/(\text{in lebar belt}).(\text{ft panjang belt})$$

$$\text{Berat Idler} = 0,5 \text{ lb}/(\text{in lebar belt}).(\text{ft panjang belt})$$

Sehingga,

$$\begin{aligned}
 W &= (\text{berat belt} + \text{berat iddler}) \times \text{lebar belt} \times \text{panjang belt} \\
 &= (1 + 0,5) \text{ lb/in.ft} \times 14 \text{ in} \times 30 \text{ ft} \\
 &= 630 \text{ lb}
 \end{aligned}$$

5) Power belt (P)

$$P = \frac{F \times S \times (p+W)}{990}$$

Dimana:

P = Power (HP)

F = Koefisien gesekan  
 untuk plain bearing  $F = 0,05$  (Brown, 1987 hal.57)

S = Kecepatan conveyor

P = Berat produk (lb)

W = Berat belt (lb)

$$\begin{aligned}
 P &= \frac{0,05 \times 3,7879 \text{ ft/menit} \times (146,9747 \text{ lb} + 630 \text{ lb})}{990} \\
 &= 0,1486 \text{ HP} \approx 0,5 \text{ HP}
 \end{aligned}$$

## 21. GUDANG PRODUK (F-112)

Fungsi : Tempat penyimpanan produk (nori)

Tipe : Gudang berbentuk persegi panjang dengan konstruksi baja berat

Kondisi operasi : P = 1 atm

T = 30°C

Laju alir massa : 505,0505 kg/jam

Densitas bahan : 1.048 kg/m<sup>3</sup>

Waktu penyimpanan : 7 hari

Faktor keamanan (fk) : 20%

a. Volume gudang ( $V_G$ )

$$\begin{aligned}\text{Volume produk} &= \frac{\text{laju massa}}{\rho} \times \text{waktu penyimpanan} \\ &= \frac{505,0505 \text{ kg/jam}}{1.048 \text{ kg/m}^3} \times 7 \text{ hari} \times \frac{24 \text{ jam}}{1 \text{ hari}} \\ &= 80,9623 \text{ m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume gudang} &= (100\%+20\%) \times \text{volume produk} \\ &= 1,2 \times 80,9623 \text{ m}^3 \\ &= 97,1548 \text{ m}^3\end{aligned}$$

b. Dimensi gudang

Asumsi :

- Tinggi gudang (T) = 2 meter
- Perbandingan panjang (P) dan lebar (L) gudang = 1:1 (P = L)

Sehingga panjang dan lebar gudang, yaitu:

$$\text{Volume} = P \times L \times T$$

$$97,1548 \text{ m}^3 = L \times L \times 2$$

$$63,9444 \text{ m}^3 = 2 L^2$$

- Lebar

$$\begin{aligned}L &= \sqrt{\frac{97,1548 \text{ m}^3}{2}} \\ &= 6,9697 \text{ m}\end{aligned}$$

- Panjang

$$\begin{aligned}P &= L \\ &= 6,9697 \text{ m}\end{aligned}$$

## 22. POMPA

Adapun pompa yang digunakan yaitu :

- 1) Pompa (L-122) : mengalirkan air proses dari tangki F- 121 ke Bak Pencucian 1 (BP120)
- 2) Pompa (L-136) : mengalirkan asam asetat dari tangki F- 123 ke Bak Perendaman (M-140)
- 3) Pompa (L-123) : mengalirkan air proses dari tangki F-121 ke Bak Pencucian 2 (BP-122)
- 4) Pompa (L-124) : mengalirkan air proses dari tangki F- 121 ke Rotary Cutter (M-140)
- 5) Pompa (L-137) : mengalirkan saus tiram dari tangki F-125 ke Cooker (C-01)
- 6) Pompa (L-138) : mengalirkan minyak wijen dari tangki F-127 ke Cooker (C-01)
- 7) Pompa (L-139) : mengalirkan gliserol dari tangki F-129 ke Cooker (C-01)
- 8) Pompa (L-141) : mengalirkan hasil dari Cooker (C-01) ke Mesin Cetak dan Press (P-150)

### **Perhitungan Pompa L-122**

Fungsi = mengalirkan air proses ke Bak Pencucian 1

Tipe = Centrifugal pump single stage

Bahan = Commercial Steel

Jumlah= 1 unit



### Kondisi Operasi

- Tekanan masuk (P) = 1 atm  
= 14,7 Psi
- Laju alir massa (F) = 3.060,4179 kg/jam
- Densitas ( $\rho$ ) = 1.000 kg/m<sup>3</sup>  
= 62,43 lb/ft<sup>3</sup>
- Viskositas ( $\mu$ ) = 0,8 cP  
= 0,0005 lb/ft.s
- Laju alir volumetric (Qf) =  $\frac{F}{\rho} = \frac{3.060,4179 \frac{\text{kg}}{\text{jam}}}{1.000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}$   
= 3,0604 m<sup>3</sup>/jam  
= 0,03 ft<sup>3</sup>/s

### Desain Pompa

- a. Menghitung dimensi pipa

Asumsi aliran turbulen  $N_{re} > 2.100$

$$DI \text{ Optimum} = 3,9 \times (Qf)^{0,45} \times (\rho)^{0,1}$$

(Peters & Timmerhaus, 1991. Pers. 15 hal 496)

Dimana :

DI opt = Optimum inside diameter (in)

Qf = Laju alir volumetric (ft<sup>3</sup>/s)

$\rho$  = Densitas (lb/ft<sup>3</sup>)

$$\begin{aligned} DI \text{ Optimum} &= 3,9 \times (0,03 \text{ ft}^3/\text{s})^{0,45} \times (62,43 \text{ lb/ft}^3)^{0,1} \\ &= 1,2174 \text{ in} \end{aligned}$$

Dari Appendix A.5 p.892 (Geankoplis,1993), dipilih :

- Ukuran nominal = 1,25 in
- Schedule number = 80
- OD = 1,66 in
- ID = 1,278 in  
= 0,1065 ft  
= 0,0325 m
- A = 0,0089 ft<sup>2</sup>

b. Menghitung kecepatan linear (v)

$$v = \frac{Qf}{A} = \frac{0,03 \text{ ft}^3/\text{s}}{0,0089 \text{ ft}^2}$$
$$= 3,3732 \text{ ft/s}$$
$$= 1,0282 \text{ m/s}$$

c. Menghitung bilang Reynold (NRe)

$$N_{Re} = \frac{\rho \times ID \times v}{\mu}$$
$$= \frac{62,43 \text{ lb/ft}^3 \times 0,1065 \text{ ft} \times 3,3732 \text{ ft/s}}{0,0008 \text{ lb/ft.s}}$$
$$= 28.033,8164$$

$N_{Re} > 2.100$ , maka asumsi awal bahwa aliran turbulen benar

d. Menghitung panjang total pipa ( $\Sigma L$ )

Direncanakan

- panjang pipa lurus = 30 ft
- Jumlah elbow 90° = 1 buah

$$L_e/ID = 32 \quad (\text{Peters \& Timmerhaus, 1991. Tabel 1 hal 484})$$

$$\begin{aligned}
 Le &= 32 \times ID \times n \text{ elbow} \\
 &= 32 \times 0,1065 \text{ ft} \times 1 \\
 &= 3,408 \text{ ft}
 \end{aligned}$$

- Jumlah gate valve, wide open = 1 buah

$$Le/ID = 9 \quad (\text{Peters \& Timmerhaus, 1991. Tabel 1 hal 484})$$

$$\begin{aligned}
 Le &= 9 \times ID \\
 &= 9 \times 0,1065 \text{ ft} \\
 &= 0,9585 \text{ ft}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Sigma L &= 30 \text{ ft} + 3,408 \text{ ft} + 0,9585 \text{ ft} \\
 &= 34,3665 \text{ ft}
 \end{aligned}$$

e. Menghitung Friction Loss

- Friksi karena adanya *Sudden Contraction*

$$h_c = 0,55 \left( 1 - \frac{A_2}{A_1} \right) \frac{v^2}{2a}$$

(Geankoplis, 1993. Pers. 2.10-16 hal 93)

karena luas permukaan tangki jauh lebih besar dari luas permukaan pipa, sehingga  $A_2/A_1$  dapat diabaikan nilai  $\alpha$  untuk aliran turbulen = 1,0

$$h_c = 0,55 (1 - 0) \frac{1,0282 \text{ m/s}^2}{2(1)}$$

$$= 0,2827 \text{ J/kg}$$

- Friksi karena pipa lurus

$$F_f = 4 \times f \times \frac{\Delta L v^2}{2D} \quad (\text{Geankoplis, 1993. Pers. 2.10.6 hal 89})$$

- Mencari nilai  $f$  pada Fig 1.10.3 hal 88 (Geankoplis, 1993)

$$\varepsilon = 0,000046 \text{ m}$$

$$\varepsilon/D = \frac{0,000046 \text{ m}}{0,0325 \text{ m}} = 0,0014$$

berdasarkan nilai  $N_{re}$  dan  $\varepsilon/D$  diperoleh,  $f = 0,006$

- Perkiraan panjang pipa ( $\Delta L$ )

$$\Delta L = 30 \text{ ft}$$

$$= 9,144 \text{ m}$$

$$F_f = 4 \times 0,006 \times \frac{9,144 \text{ m} \times (1,0282 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2 \times 0,0325 \text{ m}}$$

$$= 3,5733 \text{ J/kg}$$

- Friksi elbow  $90^\circ$

Nilai  $K_f$  elbow  $90^\circ$  untuk aliran turbulen

$$K_f = 0,75 \quad (\text{Geankoplis, 1993. Tabel 2.10-2 hal 94})$$

$$n = 1 \text{ buah}$$

$$h_{f \text{ elbow}} = n \times K_f \times \left( \frac{v^2}{2a} \right)$$

$$= 1 \times 0,75 \times \left( \frac{(1,0282 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2 \times 1} \right)$$

$$= 0,3964 \text{ J/kg}$$

- Friksi globe valve

Nilai  $K_f$  globe valve untuk aliran turbulen

$$K_f = 6 \quad (\text{Geankoplis, 1993. Tabel 2.10-2 hal 94})$$

$$n = 1 \text{ buah}$$

$$\begin{aligned}
 h_{f \text{ globe valve}} &= n \times K_f \times \left( \frac{v^2}{2a} \right) \\
 &= 1 \times 6 \times \left( \frac{(1,0282 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2 \times 1} \right) \\
 &= 3,1713 \text{ J/kg}
 \end{aligned}$$

- Friksi karena adanya sudden expansion

$$h_{\text{ex}} = \left( 1 - \frac{A_1}{A_2} \right)^2 \frac{v^2}{2a}$$

karena luas permukaan tangki jauh lebih besar dari luas permukaan pipa, sehingga  $A_2/A_1$  dapat diabaikan

nilai  $\alpha$  untuk aliran turbulen = 1,0

$$\begin{aligned}
 h_{\text{ex}} &= (1 - 0)^2 \left( \frac{(1,0282 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2 \times 1} \right) \\
 &= 0,5286 \text{ J/kg}
 \end{aligned}$$

Total Friction Loss ( $\Sigma F$ ) = 7,9523 J/kg

- f. Menghitung daya pompa

Dari persamaan bernoulli :

$$\frac{1}{2a} (v_2^2 - v_1^2) + g(z_2 - z_1) + \frac{P_2 - P_1}{\rho} + \Sigma F + W_s = 0$$

(Geankoplis, 1993. Pers. 2.7-28 hal.64)

- $P_1 = P_2$   
 $= 1 \text{ atm}$
- $Z_1 = 1 \text{ m}$
- $Z_2 = 3 \text{ m}$

- $\Delta Z = 2 \text{ m}$
- $\rho_1 = \rho_2 = 1.000 \text{ kg/m}^3$
- $\alpha = 1$
- $V_1 = 0$  (fluida diam dalam tangki)
- $V_2 = 1,0717 \text{ m/s}$
- $g = 9,8 \text{ m/s}^2$

$$- W_s = \frac{1}{2a} (v_2^2 - v_1^2) + g(z_2 - z_1) + \frac{P_2 - P_1}{\rho} + \sum F$$

$$- W_s = \frac{1}{2 \times 1} \left( \left( 1,0282 \frac{\text{m}}{\text{s}} \right)^2 - 0 \right) + 9,8 \text{ m/s}^2 (3\text{m} - 1\text{m}) + 0 + 7,9523 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$$

$$- W_s = 28,0809 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$$

Mencari efisiensi pompa pada Fig 14.36 hal 520 (Peters & Timmerhaus, 1991)

Kapasitas pompa =  $3,0604 \text{ m}^3/\text{jam} = 0,6951 \text{ gal/min}$

Berdasarkan kapasitas pompa diperoleh efisiensi = 10%

$$\begin{aligned} W_p &= \frac{-W_s}{\eta} \\ &= \frac{28,0809 \frac{\text{J}}{\text{kg}}}{10\%} \\ &= 280,8086 \text{ J/kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BHP} &= W_p \times F \\ &= 280,8086 \text{ J/kg} \times 3.060,4179 \text{ kg/jam} \\ &= 859.391,7103 \text{ J/jam} \\ &= 238,7201 \text{ J/s} \\ &= 0,3103 \text{ HP} \end{aligned}$$

Berdasarkan Peter Fig. 14-38 hal 521, untuk BHP = 0,3318 HP maka diperoleh efisiensi motor = 80 %, sehingga :

$$\begin{aligned} \text{Daya motor} &= \frac{0,3103 \text{ HP}}{80\%} \\ &= 0,3879 \text{ HP} \approx 0,5 \text{ HP} \end{aligned}$$

Dengan mengikuti perhitungan pompa diatas, maka diperoleh hasil perhitungan untuk semua pompa dalam proses sebagai berikut:

Tabel L.C.1 Spesifikasi Pompa Proses

No	Kode Pompa	Kapasitas Pompa (m <sup>3</sup> /jam)	Nominal Pipe Size (in)	Outside Diameter (in)	Inside Diameter (in)	Daya Motor (HP)
1	L-122	3,0604	1,25	1,66	1,278	0,5
2	L-136	0,2560	0,5	0,84	0,546	0,5
3	L-123	3,0604	1,25	1,66	1,278	0,5
4	L-124	4,0806	1,5	1,9	1,5	1,0
5	L-137	0,0629	0,25	0,54	0,302	0,5
6	L-138	0,0197	0,25	0,54	0,302	0,5
7	L-139	0,0100	0,125	0,405	0,215	0,5
8	L-141	4,5409	1,5	1,9	1,5	1,0

## LAMPIRAN D UTILITAS

Unit utilitas adalah sarana penunjang proses utama pada suatu pabrik agar proses produksi dapat berjalan dengan lancar sesuai dengan standar yang telah ditentukan. Unit-unit utilitas pada prarancangan Pabrik Nori ini terdiri atas:

1. Unit penyediaan steam;
2. Unit penyediaan air;
3. Unit penyediaan listrik;
4. Unit penyediaan bahan bakar.

### 1. Unit Penyediaan Steam

#### 1.1 Kebutuhan Steam

Kebutuhan steam berdasarkan perhitungan neraca panas dapat dilihat pada Tabel L-D-1.

Tabel D.1 Kebutuhan Steam

No.	Nama Alat	Jumlah Steam (kg/jam)
1	Cooker	658,8478
2	Oven	42,3041
<b>Total</b>		<b>701,1519</b>

Faktor keamanan (fk) = 10% lebih besar dari kebutuhan steam, maka:

$$\begin{aligned}\text{Total kebutuhan steam (Ws)} &= (100\% + \text{fk}) \times \text{kebutuhan steam normal} \\ &= (100\% + 10\%) \times 701,1519 \text{ kg/jam} \\ &= 771,2671 \text{ kg/jam} \\ &= 1.700,3508 \text{ lb/jam}\end{aligned}$$



## Boiler (B-301)

Fungsi : Menghasilkan *saturated steam* yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan *steam* pada alat proses

Jenis : *water tube*

Jumlah : 1 unit

*Steam* yang digunakan adalah *saturated steam* pada kondisi suhu 180°C dan tekanan 10 bar. Dari tabel AIII.2 *Stoichiometry* halaman 607 diketahui data entalpi

*steam* sebagai berikut:

- Uap jenuh,  $H_v$  = 2676 kJ/kg = 1.150,4124 btu/lb
- Cair jenuh,  $H_f$  = 419 kJ/kg = 180,1281 btu/lb

Power boiler dihitung sesuai persamaan:

$$\text{BHP} = \frac{W_s \times (H_v - H_f)}{C_f \times 34,5 \frac{\text{lb/jam}}{\text{Hp}}} \quad \text{Pers 136 Hal-127 (seven \& Degeler, 1959)}$$

Dimana:

BHP = *Boiler Horse Power* (Hp)

$W_s$  = massa *steam* yang dihasilkan (lb/jam)

$H_v$  = entalpi *steam* (btu/lb)

$H_f$  = entalpi air masuk (btu/lb)

$C_f$  = entalpi penguapan air pada suhu 180°C = 970,3 btu/lb

Jadi,

$$\text{BHP} = \frac{1.700,3508 \frac{\text{lb}}{\text{jam}} \times \left( 1.150,4124 \frac{\text{btu}}{\text{lb}} - 180,1281 \frac{\text{btu}}{\text{lb}} \right)}{970,3 \frac{\text{btu}}{\text{lb}} \times 34,5 \frac{\text{lb/jam}}{\text{Hp}}}$$

$$= 49,285 \text{ Hp}$$

Diketahui:

*Heating surface* boiler tiap 1 Hp = 10 ft<sup>2</sup> Hal-128 (Severn & Degler, 1959)

Maka:

$$\begin{aligned} \text{Heating surface boiler (A)} &= \text{BHP} \times 10 \text{ ft}^2 \\ &= 49,285 \text{ Hp} \times 10 \text{ ft}^2/\text{Hp} \\ &= 492,8473 \text{ ft}^2 \\ &= 45,7855 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

## 2. Unit Penyediaan Air

### 2.1 Kebutuhan Air

Kebutuhan air untuk prarancangan Pabrik Pembuatan Nori ini mulai dari air umpan boiler, air sanitasi, air proses dan air pendingin berasal dari air PDAM.

#### a. Kebutuhan Air Umpan Boiler ( $W_b$ )

Kebutuhan air umpan boiler dihitung dengan persamaan berikut:

$$W_b = \frac{W_s \times (H_v - H_f)}{C_f} \quad \text{Pers 138 Hal-128 (seven \& Degeler, 1959)}$$

Dimana:

$$W_s = \text{Massa steam} = 1,645,7438 \text{ lb/jam}$$

$$H_v = \text{Entalpi saturated steam (btu/lb)} = 1,194,412 \text{ btu/lb}$$

$$H_f = \text{Entalpi umpan masuk (btu/lb)} = 328,126 \text{ btu/lb}$$

$$C_f = \text{entalpi penguapan air pada suhu } 180^{\circ}\text{C} = 970,3 \text{ btu/lb}$$

Maka jumlah air umpan yang dibutuhkan:

$$W_b = \frac{1645,7438 \frac{\text{lb}}{\text{jam}} \times \left( 1194,412 \frac{\text{btu}}{\text{lb}} - 328,1083 \frac{\text{btu}}{\text{lb}} \right)}{970,3 \frac{\text{btu}}{\text{lb}}}$$

$$= 1.700,3784 \text{ lb/jam}$$

$$= 771,1467 \text{ kg/jam}$$

Kondensat *steam* disirkulasi dengan asumsi terjadi kehilangan sebanyak 20% dari total kondensat *steam*.

$$\text{Kondensat } \textit{steam} \text{ yang disirkulasi} = 80\% \times W_b$$

$$= 80 \times 771,1467 \text{ kg/jam}$$

$$= 616,9173 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Kebutuhan } \textit{make up water boiler} = W_b - \text{kondensat } \textit{steam}$$

$$= 771,1467 \text{ kg/jam} - 616,9173 \text{ kg/jam}$$

$$= 154,2293 \text{ kg/jam}$$

#### b. Kebutuhan Air Sanitasi

- Kantor

Perkiraan kebutuhan air sanitasi untuk karyawan, yaitu:

$$\text{Jumlah karyawan} = 175 \text{ orang}$$

$$\text{Kebutuhan air per orang} = 120\text{L/hari/orang}$$

$$\text{Kebutuhan total air} = 175 \text{ orang} \times \frac{120 \text{ L}}{\text{hari}} \times \frac{1 \text{ hari}}{24 \text{ jam}} \times 1 \frac{\text{kg}}{\text{L}}$$

$$\text{Kebutuhan total air} = 875 \text{ kg/jam}$$

- Laboratorium

Perkiraan kebutuhan air untuk laboratorium yaitu 15% dari kebutuhan kantor, maka:

$$W_L = 15\% \times W_k$$

$$= 15\% \times 875 \text{ kg/jam}$$

$$= 131,25 \text{ kg/jam}$$

- Kantin

Perkiraan kebutuhan air untuk kantin yaitu 10% dari kebutuhan kantor, maka:

$$W_K = 10\% \times W_k$$

$$= 10\% \times 875 \text{ kg/jam}$$

$$= 87,50 \text{ kg/jam}$$

- Musholla

Perkiraan kebutuhan air untuk musholla yaitu 15% dari kebutuhan kantor, maka:

$$W_M = 15\% \times W_k$$

$$= 15\% \times 875 \text{ kg/jam}$$

$$= 131,25 \text{ kg/jam}$$

- Pemadam kebakaran

Perkiraan kebutuhan air untuk pemadam kebakaran yaitu 15% dari kebutuhan kantor, maka:

$$W_{PK} = 15\% \times W_k$$

$$= 15\% \times 875 \text{ kg/jam}$$

$$= 131,25 \text{ kg/jam}$$

- Poliklinik

Perkiraan kebutuhan air untuk poliklinik yaitu 10% dari kebutuhan kantor, maka:

$$\begin{aligned}W_P &= 10\% \times W_k \\ &= 10\% \times \text{kg/jam} \\ &= 87,50 \text{ kg/jam}\end{aligned}$$

- Taman dan Prasarana

Perkiraan kebutuhan air untuk taman dan prasarana yaitu 20% dari kebutuhan kantor, maka:

$$\begin{aligned}W_{TP} &= 20\% \times W_k \\ &= 20\% \times 875 \text{ kg/jam} \\ &= 175 \text{ kg/jam}\end{aligned}$$

Jadi total air sanitasi (Was)

$$\begin{aligned}&= W_L + W_K + W_M + W_{PK} + W_P + W_{TP} \\ &= (131,25 + 87,50 + 131,25 + 131,25 + 87,50 + 175) \text{ kg/jam} \\ &= 1.619 \text{ kg/jam}\end{aligned}$$

Untuk faktor keamanan disuplai air 10% lebih besar dari kebutuhan, sehingga;

$$\begin{aligned}\text{Was} &= (100\% + 10\%) \times \text{jumlah air sanitasi} \\ &= 1,1 \times 1.619 \text{ kg/jam} \\ &= 1.781 \text{ kg/jam}\end{aligned}$$

c. Kebutuhan Air Proses

Berdasarkan perhitungan neraca massa diketahui kebutuhan air proses sebagai berikut:

Tabel L-D.2 Data Kebutuhan Air Proses

No.	Nama Alat	Kode Alat	Jumlah Kebutuhan air (kg/Jam)
1	Bak pencucian 1		3.060,4179
2	Bak perendaman		15.302,0896
3	Bak pencucian 2		3.060,4179
4	Rotary Cutter		4.080,5572
<b>Total</b>			<b>25.503,4826</b>

Untuk faktor keamanan disuplai air 10% lebih besar air dari kebutuhan, sehingga;

$$\begin{aligned}
 W_{pr} &= (100\% + 10\%) \times \text{jumlah air proses} \\
 &= 1,1 \times 25.503,4826 \text{ kg/jam} \\
 &= 28.053,8309 \text{ kg/jam}
 \end{aligned}$$

d. Kebutuhan Air Pendingin

Berdasarkan perhitungan neraca massa diketahui kebutuhan air proses sebagai berikut:

Tabel L-D.3 Data Kebutuhan Air Pendingin

No.	Nama Alat	Kode Alat	Jumlah Kebutuhan air (kg/Jam)
1	Mesin Cetak & Press		8.503,5862
<b>Total</b>			<b>8.503,5862</b>

Untuk faktor keamanan disuplai air 10% lebih besar dari kebutuhan, sehingga:

$$\begin{aligned}
 W_p &= (100\% + 10\%) \times \text{jumlah air pendingin} \\
 &= 1,1 \times 8.503,5862 \text{ kg/jam} \\
 &= 9.353,9448 \text{ kg/jam}
 \end{aligned}$$

Air pendingin disirkulasi dengan asumsi terjadi kehilangan 10% dari total air sebelumnya

$$\begin{aligned}
 \text{Air pendingin sirkulasi} &= 90\% \times W_p \\
 &= 0,9 \times 9.353,9448 \text{ kg/jam} \\
 &= 8.418,5503 \text{ kg/jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Make up air pendingin} &= 9.750,5236 \text{ kg/jam} - 8.418,5503 \text{ kg/jam} \\
 &= 935,3945 \text{ kg/jam}
 \end{aligned}$$

Kebutuhan air PDAM digunakan untuk memenuhi kebutuhan air sanitasi, air proses dan air pendingin dengan total kebutuhan yaitu:

$$\begin{aligned}
 \text{Total kebutuhan air PDAM} &= W_b + W_{as} + W_{pr} + W_p \\
 &= \text{air umpan boiler} + \text{air sanitasi} + \text{air proses} + \text{air pendingin} \\
 &= (771,1467 + 1.781 + 28.053,8309 + 9.353,9448) \text{ kg/jam} \\
 &= 39.959,55 \text{ kg/jam}
 \end{aligned}$$

## 2.2 Spesifikasi Alat Utilitas

### 1. Bak Penampung Air PDAM (BP-501)

Fungsi = Tempat penyimpanan air bersih (Air PDAM)

Bentuk = Balok persegi panjang

Jenis = Konstruksi beton

Kondisi operasi

Densitas ( $\rho$ ) = 1000 kg/jam  
Laju alir massa = 39.959,55 kg/jam  
Waktu tinggal = 1 jam  
Jumlah = 1 unit

Dimensi bak

- Volume bak (V)

$$\begin{aligned} \text{Volume air} &= \frac{\text{Laju alir massa}}{\rho \text{ air}} \times \text{Waktu} \\ &= \frac{39.959,55 \text{ kg/jam}}{1000 \text{ kg/jam}^3} \times 1 \text{ jam} \\ &= 39,9595 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Diasumsikan bak penampung dengan *overdesign* 20% sehingga:

$$\begin{aligned} \text{Volume tiap bak} &= (100\% + 20\%) \times \text{Volum cairan} \\ &= 1,2 \times 39,9595 \text{ m}^3 \\ &= 47,9515 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Direncanakan ukuran bak penampung dengan ukuran:

$$P : L : T = 2,5 \text{ m} : 1,5 \text{ m} : 1 \text{ m}$$

Maka:

$$\begin{aligned} \text{Volume (V)} &= P \times L \times T \\ 48,0890 \text{ m}^3 &= 2,5 T \times 1,5 T \times 1 T \\ T^3 &= 3,7500 \\ T &= \sqrt[3]{\frac{48,0890 \text{ m}^3}{3,7500}} \\ T &= 2,34 \text{ m} \end{aligned}$$



Sehingga dimensi bak penampung:

$$\text{Panjang (P)} = 2,5 \times 2,34 \text{ m} = 5,85 \text{ m}$$

$$\text{Lebar (L)} = 1,5 \times 2,34 \text{ m} = 3,51 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi (T)} = 2,34 \text{ m}$$

2. Bak Penampung air limbah sisa perendaman (BP-502)

Fungsi = Untuk menampung air limbah bekas perendaman

Bentuk = Persegi panjang

Jenis = Konstruksi beton bertulang

Dari perhitungan neraca massa air limbah yang dihasilkan yaitu:

- Bak pencucian 1 = 3.003,425 kg/jam
- Bak perendaman = 15.302,090 kg/jam
- Bak pencucian 2 = 3.060,418 kg/jam
- Mesin cetak & press = 4.022,749 kg/jam +

Air limbah yang akan ditampung = 25.657,274 kg/jam

Faktor keamanan (fk) 10% lebih besar dari volume air limbah

$$\begin{aligned} \text{FK} &= (100\% + 10\%) \times \text{Volume air} \\ &= 1,1 \times 25.657,274 \text{ kg/jam} \\ &= 28.223,0018 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

Densitas ( $\rho$ ) = 1000 kg/jam

Laju alir massa = 28.223,0018 kg/jam

Waktu tinggal = 1 jam

Jumlah = 1 unit

- Volume bak (V)

$$\begin{aligned}
 \text{Volume air} &= \frac{\text{Laju alir massa}}{\rho \text{ air}} \times \text{Waktu} \\
 &= \frac{28.223,0018}{1000 \text{ kg/jam}^3} \times 1 \text{ jam} \\
 &= 28,2230 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Diasumsikan bak penampung dengan *overdesign* 20% sehingga:

$$\begin{aligned}
 \text{Volume tiap bak} &= (100\% + 20\%) \times \text{Volum cairan} \\
 &= 1,2 \times 28,2230 \text{ m}^3 \\
 &= 33,8676 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Direncanakan ukuran bak penampung dengan ukuran:

$$P : L : T = 2,5 \text{ m} : 1,5 \text{ m} : 1 \text{ m}$$

Maka:

$$\begin{aligned}
 \text{Volume (V)} &= P \times L \times T \\
 33,8676 \text{ m}^3 &= 2,5 T \times 1,5 T \times 1 T \\
 T^3 &= 3,7500 \\
 T &= \sqrt[3]{\frac{33,8676 \text{ m}^3}{3,7500}} \\
 T &= 2,9825 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Sehingga dimensi bak penampung:

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang (P)} &= 2,5 \times 2,9825 \text{ m} = 5,21 \text{ m} \\
 \text{Lebar (L)} &= 1,5 \times 2,9825 \text{ m} = 3,12 \text{ m} \\
 \text{Tinggi (T)} &= 2,9825 \text{ m}
 \end{aligned}$$

### 3. Electro Deionization (ED-101)

Fungsi : Menghilangkan kandungan kation dan anion pada air

Tipe : *Electro deionization (EDI) stacks (E-cell-3X stack)*

Laju alir massa : 885,7401 kg/jam

Densitas ( $\rho$ ) : 1000 kg/m<sup>3</sup>

Waktu penyimpanan : 1 jam

■ Volume Air Demin (V)

$$\begin{aligned} V &= \frac{\text{laju alir massa}}{\rho} \times \text{Waktu penyimpanan} \\ &= \frac{885,7401 \text{ kg/jam}}{1000 \text{ kg/m}^3} \times 1 \text{ jam} \\ &= 0,8857 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

■ Spesifikasi

Spesifikasi standar *electro deionization* (EDI), yaitu (Suez 2017, Hal.1):

Nominal flow = 5 m<sup>3</sup>/jam

Flow rate range = 2,3 – 6,4 m<sup>3</sup>/jam

Dimensi (lebar × tinggi × kedalaman) = 31 cm × 61 cm × 64 cm

Jumlah cell per unit = 3 cell/unit

Daya per cell = 5,2 Ampere/cell = 2,7 kw/cell = 3 Hp/cell

■ Daya

Kebutuhan daya per unit = 3 Hp/cell × 3 cell/unit

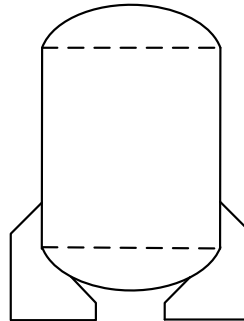
= 9 Hp/unit

Jumlah = 1 unit

Total kebutuhan daya = 9 Hp/unit × 1 unit

= 9 Hp

#### 4. Tangki Penyimpanan Air Demineral (T-201)



Gambar L-D.2 Tangki Penyimpanan Air Demineral

Fungsi : Tempat penyimpanan air demineral

Tipe : Tangki berbentuk silinder tegak dengan tutup atas dan alas berbentuk torispherical

Kondisi operasi:

Tekanan operasi (P) = 1 atm = 14,7 psi

Suhu operasi (T) = 30°C

Laju alir massa air umpan boiler : 771,1467 kg/jam

Densitas ( $\rho$ ) : 1000 kg/m<sup>3</sup>

Waktu penyimpanan: 2 jam

Faktor keamanan (fk): 20%

**Menghitung dimensi tangki**

■ Volume tangki (Vt)

$$\begin{aligned}\text{Volume air} &= \frac{\text{laju massa}}{\rho} \times \text{Waktu penyimpanan} \\ &= \frac{771,1467 \text{ kg/jam}}{1000 \text{ kg/m}^3} \times 2 \text{ jam} \\ &= 1,5423 \text{ m}^3 \\ &= 54,4661 \text{ ft}^3\end{aligned}$$

Overdesign (faktor kelonggaran) = 20%

$$\begin{aligned}\text{Volume tangki} &= (100\% + f_k) \times \text{Volume air} \\ &= (100\% + 20\%) \times 54,4661 \text{ m}^3 \\ &= 1,8508 \text{ m}^3 \\ &= 65,3593 \text{ ft}^3\end{aligned}$$

■ Tinggi dan diameter tangki

Perbandingan tinggi (H) terhadap diameter (D) tangki:

$$\begin{aligned}H/D &= 1,5 \\ H &= 1,5 D \\ V_t &= A \times H \\ &= \frac{\pi}{4} \times D^2 \times H \\ &= \frac{\pi}{4} \times D^2 \times 1,5 D \\ &= \frac{\pi}{4} \times 1,5 D^3\end{aligned}$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{4 \times V_t}{\pi \times (1,5)}}$$

$$= \sqrt[3]{\frac{4 \times 1,8508 \text{ m}^3}{3,14 \times (1,5)}}$$

$$= 1,163 \text{ m}$$

$$= 3,815 \text{ ft}$$

$$= 45,7773 \text{ in}$$

$$H = 1,5 D$$

$$= 1,5 \times 1,163 \text{ m}$$

$$= 5,772 \text{ m}$$

$$= 68,6659 \text{ ft}$$

$$= 71,9114 \text{ in}$$

■ Tinggi cairan dalam tangki ( $H_c$ )

Tinggi cairan dalam tangki = 80 % dari total tangki

$$H_c = 80\% \times H$$

$$= 80\% \times 5,772 \text{ m}$$

$$= 1,395 \text{ m} \quad = 4,578 \text{ ft}$$

■ Tekanan dalam tangki

$$\text{Tekanan Operasi (} P_{\text{operasi}} \text{)} = 1 \text{ atm} = 14,7 \text{ Psi}$$

$$\text{Tekanan hidrostatik (} P_{\text{hidrostatik}} \text{)} = \rho \times H_c \times g$$

$$= 1000 \text{ kg/m}^3 \times 1,395 \text{ m} \times 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$= 13.673,187 \text{ kg.m/s}^2$$

$$= 13.673,187 \text{ Pa}$$

$$= 1,9831 \text{ Psi}$$

$$\text{Tekanan Design (P)} = P_{\text{operasi}} + P_{\text{hidrostatik}}$$

$$P = 14,7 \text{ Psi} + 1,9831 \text{ Psi}$$

$$P = 16,683 \text{ Psi}$$

$$\text{Faktor keamanan} = 10\%$$

$$P_{\text{desain aktual}} = (100\% + 10\%) \times 16,683 \text{ Psi}$$
$$= 18,351 \text{ Psi}$$

■ Tebal shell (dinding tangki)

Diketahui:

Jenis bahan : *Stainless steel SA-283 grade C*

Allowable stress (f) = 12.650 Psi (Brownell & Young, 1959, Hal. 251)

Welded-joint efficiency (E) = 80% (Brownell & Young, 1959, Hal. 254)

Corrosion allowance (C) = 0,125 in (Peters & Timmerhaus, 1991, Hal.542)

Inside Radius (ri) = 0,6088 m = 23,9693 in

Tebal shell (ts)

$$t_s = \frac{P \times r_i}{f \times E - 0,6 \times P} \times C \quad (\text{Brownell \& Young, 1959. Pers.13.1 hal.254})$$

$$t_s = \frac{18,351 \text{ Psi} \times 23,9693 \text{ in}}{12.650 \text{ Psi} \times 0,8 - 0,6 \times 18,351 \text{ Psi}} \times 0,125 \text{ in}$$

$$= 0,1665 \text{ in}$$

Diambil ts Standar 3/16 in = 0,1875 in (Brownell & Young, 1959. hal.90)

Diameter luar (OD)

$$\begin{aligned} \text{OD} &= \text{ID} + (2 \times \text{ts standar}) \\ &= 47,9409 \text{ in} + (2 \times 0,1875 \text{ in}) \\ &= 46,1523 \text{ in} \end{aligned}$$

$$\text{OD standar} = 48 \text{ in} = 1,219 \text{ m} \quad (\text{Brownell \& Young, 1959. hal.90})$$

$$\begin{aligned} \text{ID standar} &= \text{OD standar} - (2 \times \text{ts standar}) \\ &= 48 \text{ in} - (2 \times 0,1875 \text{ in}) \\ &= 47,625 \text{ in} \\ &= 1,210 \text{ m} \end{aligned}$$

Berdasarkan ts 3/16 in dan OD 48 in diperoleh:

$$i_{cr} = 3 \text{ in}$$

$$r = 48 \text{ in}$$

$$r/i_{cr} = 16 \text{ in}$$

- Menghitung dimensi head (tutup atas dan bawah tangki)

Bentuk head : *torispherical head*

$$W = \frac{1}{4} \left( 3 + \sqrt{\frac{r}{i_{cr}}} \right)$$

$$= \frac{1}{4} \left( 3 + \sqrt{\frac{48 \text{ in}}{3 \text{ in}}} \right)$$

$$= 1,750 \text{ in}$$

- Tebal head

$$\text{Tebal head} = \frac{P r W}{2 f x E - 0,2 x P} + c \quad (\text{Brownell \& Young, 1959. Pers 7.77 hal.138})$$

$$= \frac{18,351 \text{ Psi} \times 48 \text{ in} \times 1,750 \text{ in}}{(2 \times 12.650 \text{ Psi} \times 0,8) - (0,2 \times 18,351 \text{ Psi})} + 0,125 \text{ in}$$

$$= 0,2012 \text{ in}$$



Tebal head standar = 1/4 in = 0,25 in (Brownell & Young, 1959. Tabel.5.6 hal.88)

Untuk tebal head standar 1/4, nilai standar straight flange (Sf) yaitu 1½ - 3½  
 Diambil nilai sf = 2 (Brownell & Young, 1959. Hal.88 Tabel 5.6)

- Ukuran head

$$a = \frac{ID}{2}$$

$$= \frac{47,625 \text{ in}}{2} = 23,8125 \text{ in}$$

$$AB = a - icr$$

$$= 23,8125 \text{ in} - 3 \text{ in}$$

$$= 20,8125 \text{ in}$$

$$BC = r - icr$$

$$= 48 \text{ in} - 3 \text{ in}$$

$$= 45 \text{ in}$$

$$AC = \sqrt{BC^2 - AB^2}$$

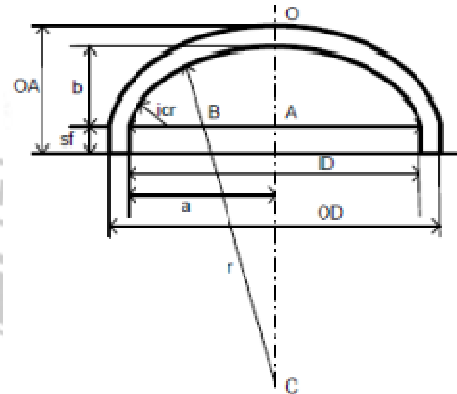
$$= \sqrt{(45 \text{ in})^2 - (20,8125 \text{ in})^2}$$

$$= 39,8979 \text{ in}$$

$$b = r - AC$$

$$= 48 \text{ in} - 39,8979 \text{ in}$$

$$= 8,1021 \text{ in}$$



Tinggi head (OA)

$$\begin{aligned} &= th + b + sf \\ &= 0,2012 \text{ in} + 8,1021 \text{ in} + 2 \text{ in} \\ &= 10,3033 \text{ in} = 0,2617 \text{ m} \end{aligned}$$

■ Tinggi total tangki

$$\begin{aligned} \text{Tinggi total tangki} &= H + (2 \times \text{OA}) \\ &= 68,6659 \text{ in} + (2 \times 10,3033 \text{ in}) \\ &= 89,273 \text{ in} \\ &= 2,268 \text{ m} \end{aligned}$$

5. Cooling Tower (E-602)

Fungsi : Mendinginkan air panas yang keluar dari alat

Tipe : Induced Draft Tower

Data:

$$\begin{aligned} \text{Laju alir massa} &= 935,394 \text{ kg/jam} = 2.149,600 \text{ lb/jam} \\ \text{Densitas } (\rho) &= 1000 \text{ kg/jam} = 62,428 \text{ lb/ft}^3 \\ \text{T air masuk } (T_1) &= 50^\circ\text{C} = 122^\circ\text{F} \\ \text{T air masuk } (T_2) &= 30^\circ\text{C} = 86^\circ\text{F} \\ \text{Laju alir } (V_c) &= \frac{935,394 \text{ kg/jam}}{1000 \text{ kg/m}^3} = 0,93539 \text{ kg/jam} \quad 4,1185 \text{ gpm} \end{aligned}$$

a. Temperatur bola basah udara (Tw)

Dari psychrometric chart (fig.7.5b Treybal) dengan temperatur rata-rata sekitar 30°C dan kelembaban relatif (rH) sebesar 60% diperoleh

$$\text{Temperatur bola udara basah } T_w = 23,9^\circ\text{C} = 75^\circ\text{F}$$

b. Coling range

Dari perry's hal 12-15 paragraf 2, dipilih *cooling tower* jenis *induced draft cooling tower* dengan pola aliran counter current:

$$\begin{aligned}\text{Cooling range} &= T_1 - T_2 \\ &= 122^\circ\text{F} - 86^\circ\text{F} \\ &= 36^\circ\text{F}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Temperature Approach} &= T_2 - T_w \\ &= 86^\circ\text{F} - 75^\circ\text{F} \\ &= 11^\circ\text{F}\end{aligned}$$

c. Tinggi cooling tower

Berdasarkan fig 12.14 perry's 7ed hal 12-16, untuk cooling range 25-35°F dan Temperature approach 15-20°F diperoleh tinggi menara (4,6 m - 6,1 m), maka:  
Dipilih tinggi cooling tower = 5 m

d. Water contrentation (Wc)

Dari fig 12-14 hal 12-16 (Perry & Green,1997) pada temperatur air panas T1 = 122°F vs temperatur air dingin T2 = 86°F, dengan temperatur bola basah, Tw = 75°F, diperoleh water contrentation (Wc) = 2,5 gpm.ft<sup>2</sup>

e. Luas cooling tower

$$= \frac{\text{Laju alir volume (Vc)}}{\text{Water Contrentation}} = \frac{4,1185 \text{ gpm}}{2,5 \text{ gpm.ft}^2} = 1,6474 \text{ ft}^2 = 0,1530 \text{ m}^2$$

f. Volume cooling tower

$$\begin{aligned}&= \text{Luas cooling tower} \times \text{Tinggi cooling tower} \\ &= 0,1530 \text{ m}^2 \times 5 \text{ m} \\ &= 0,7652 \text{ m}^3\end{aligned}$$

g. Daya fan actual

Untuk efisiensi menara 90% diperoleh houspower/ft<sup>2</sup> tower area ayitu 0,030 HP/ft<sup>2</sup> (Perry & Green,1997) Fig 12-15 hal 12-17

$$\begin{aligned} P &= \text{Luas menara} \times \text{houspower/ft}^2 \text{ tower area} \\ &= 1,8305 \text{ ft}^2 \times 0,030 \text{ HP/ft}^2 \\ &= 0,0549 \text{ HP} \approx 0,5 \text{ HP} \end{aligned}$$

6. Pompa

Adapun pompa yang digunakan pada unit utilias yaitu:

- P-01 Mengalirkan air PDAM menuju bak penampung
- P-02 Mengalirkan air menuju bagian sanitasi
- P-03 Mengalirkan air dari bak penampung menuju peralatan proses yang membutuhkan air proses
- P-04 Mengalirkan air dari bak penampung menuju peralatan proses yang membutuhkan air pendingin
- P-05 Mengalirkan air dari cooling tower menuju bak penampung
- P-06 Mengalirkan air umpan boiler dari bak penampung menuju tangki penyimpanan air demineral
- P-07 Mengalirkan air dari tangki demineral menuju boiler
- P-08 Mengalirkan bahan bakar dari tangki penyimpanan menuju boiler
- P-09 Mengalirkan air limbah ke area persawahan

Pompa (P-01)

Fungsi : Mengalirkan air PDAM menuju ke bak penampungan.

Tipe : Pompa sentrifugal

Kondisi Operasi

$$\text{Laju alir massa} = 39.959,547 \text{ kg/jam} = 88.095,6172 \text{ lb/jam}$$

$$\text{Densitas } (\rho) = 1000 \text{ kg/jam} = 62,428 \text{ lb/ft}^3$$

$$\text{Viskositas } (\mu) = 0,8 \text{ Cp} = 0,0005 \text{ lb/ft.s}$$

a. Rate volumetrik (Q)

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Laju alir massa}}{\rho \text{ air}} \\ &= \frac{88.095,6172 \text{ lb/jam}}{62,24071 \text{ lb/ft}^3} \\ &= 1.411,1555 \text{ ft}^3/\text{jam} \\ &= 0,3920 \text{ ft}^3/\text{s} \\ &= 24,4718 \text{ lbm/s} \\ &= 175,9362 \text{ gal/menit} \end{aligned}$$

b. Menghitung dimensi pipa

Diasumsikan aliran turbulen ( $N_{re} > 2100$ )

$$\text{ID Optimal} = 3,9 \times Q^{0,45} \times \rho^{0,1} \quad (\text{Peters \& Timmerhaus, 1991. Pers.15 hal.496})$$

$$\text{ID Optimal} = 3,9 \times (0,7524)^{0,45} \times (62,2407)^{0,13}$$

$$= 4,387 \text{ in}$$

$$\text{Standarisasi Diameter Nominal} = 6 \text{ in sch 40} \quad (\text{Geankoplis, App. A.5 hal.892})$$

Sehingga diperoleh:

$$\text{NPS} = 4 \text{ in}$$

$$\text{ID} = 4,026 \text{ in} = 0,3355 \text{ ft}$$

$$\text{OD} = 4,500 \text{ in}$$

$$A = 0,08840 \text{ ft}^2$$

c. Menentukan kecepatan aliran fluida ( $v$ )

$$\begin{aligned} v &= \frac{Q}{A} \\ &= \frac{0,3920 \text{ ft}^3/\text{s}}{0,08840 \text{ ft}^2} \\ &= 4,4342 \text{ ft/s} \\ &= 15.963,2978 \text{ ft/jam} \end{aligned}$$

d. Menentukan bilangan Reynold ( $N_{re}$ )

$$\begin{aligned} N_{Re} &= \frac{ID \times v \times \rho}{\mu} \\ &= \frac{0,3355 \text{ ft} \times 4,4342 \text{ ft/s} \times 62,428 \text{ lb/ft}^3}{0,0005 \text{ lb/ft} \cdot \text{s}} \\ &= 172.756,668 \text{ ft/jam} \end{aligned}$$

$N_{re} > 2100$ , maka asumsi awal bahwa aliran turbulen benar

e. Menghitung panjang pipa ( $\Sigma L$ )

Direncanakan

$$\text{Panjang pipa lurus} = 200 \text{ m} = 656,168 \text{ ft}$$

Untuk 3 buah elbow 90°C

$$L_e/ID = 32 \text{ (Peters \& Timmerhaus) 1991.Tabel 1 hal 484)}$$

$$\begin{aligned} L_e &= 32 \times ID \times n \text{ elbow} \\ &= 32 \times 0,3355 \text{ ft} \times 3 \\ &= 32,2067 \text{ ft} \end{aligned}$$

Untuk 1 buah gate valve, widden open

$$L_e/ID = 7 \text{ (Peters \& Timmerhaus), 1991 Tabel 1 hal 484)}$$

$$\begin{aligned} L_e &= 7 \times ID \times n \text{ elbow} \\ &= 7 \times 0,3355 \text{ ft} \times 1 \\ &= 2,3484 \text{ ft} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Sigma L &= 565,168 \text{ ft} + 32,2067 \text{ ft} + 2,3484 \text{ ft} \\ &= 690,7231 \text{ ft} \end{aligned}$$

f. Menghitung fraction loss

■ Fraksi karena pipa lurus

$$F_f = 4.f. \frac{\Delta L v^2}{2D} \quad (\text{Geonkoplis,1993. Pers 2.10.6 hal .89})$$

Mencari nilai f pada Fig.1.10 hal.88 (Geonkoplis,1993)

Untuk bahan commercial steel,  $\varepsilon = 0,046 \text{ mm} = 0,00015 \text{ ft}$

$$\frac{\varepsilon}{D} = \frac{0,00015 \text{ ft}}{0,3355 \text{ ft}} = 0,000450$$

Berdasarkan nilai  $N_{re}$  dan  $\varepsilon/D$  diperoleh,  $f = 0,00185$  (Fig 5.7 Coulson)

Perkiraan panjang pipa ( $\Delta L$ )

$$\Delta L = 200 \text{ m} = 656,168 \text{ ft}$$

$$F_f = 3 \times 0,00225 \times \frac{656,168 \text{ ft} (4,4342 \text{ ft/s})^2}{2 \times 0,3355 \text{ ft}} = 0,00675 \text{ ft.lbf/lbm}$$

- Fraksi karena adanya sudden contraction

$$h_c = 0,55 \left(1 - \frac{A_2}{A_1}\right) \frac{v^2}{2 \times \alpha} \quad (\text{Geonkoplis, 1993. Pers 2.10.16 hal .93})$$

Karena luas permukaan tangki jauh lebih besar dari luas permukaan pipa maka  $A_2 < A_1$ , sehingga  $A_2/A_1$  dapat diabaikan.

Nilai  $\alpha$  untuk aliran turbulen = 1,0

$$h_c = 0,55 (1 - 0) \frac{(4,4342 \text{ ft/s})^2}{2 \times 1} = 36,22282 \text{ ft.lbf/lbm}$$

- Fraksi karena elbow 90 °C

Nilai  $k_f$  elbow 90°C untuk aliran turbulen

$$K_f = 0,75$$

$$n = 3 \text{ buah}$$

$$h_{f \text{ elbow}} = n, K_f \left(\frac{v^2}{2 \times \alpha}\right)$$
$$= 3 \times 0,75 \times \frac{(4,4342 \text{ ft/s})^2}{2 \times 36,223}$$

$$= 0,6107 \text{ ft.lbf/lbm}$$

- Fraksi globe valve

Nilai  $k_f$  elbow 90°C untuk aliran turbulen

$$K_f = 0,17 \quad (\text{Geonkoplis, 1993. Tabel 2.10-2 hal 94})$$



$$n = 1 \text{ buah}$$

$$\begin{aligned} h_{f \text{ elbow}} &= n, K_f \left( \frac{v^2}{2 \times \alpha} \right) \\ &= 1 \times 0,17 \times \frac{(4,342 \text{ ft/s})^2}{2 \times 1} \\ &= 0,0461 \text{ ft.lbf/lbm} \end{aligned}$$

- Fraksi karena adanya sudden expansion

$$h_{ex} = \left(1 - \frac{A_2}{A_1}\right)^2 \frac{v^2}{2 \times \alpha} \quad (\text{Geonkoplis, 1993. Pers 2.10.16 hal .93})$$

Karena luas permukaan tangki jauh lebih besar dari luas permukaan pipa maka  $A_2 < A_1$ , sehingga  $A_2/A_1$  dapat diabaikan.

Nilai  $\alpha$  untuk aliran turbulen = 1,0

$$h_{ex} = (1 - 0)^2 \frac{(4,4342 \frac{\text{ft}}{\text{s}})^2}{2 \times 1} = 9,831065 \text{ ft/lbf/lbm}$$

$$\text{Total fraction loss } \sum L = 30,2154 \text{ ft.lbf/lbm}$$

- Menghitung daya pompa

$$\frac{\Delta P}{\rho} + \frac{\Delta Z}{gc} + \frac{\Delta V^2}{2 \times \alpha \times gc} \sum F + W_s \quad (\text{Geonkoplis, pers 2.10-20 Hal 95})$$

Direncanakan:

$$Z_1 = 0,5 \text{ m}$$

$$Z_2 = 3 \text{ m}$$

$$\Delta P = 0$$

$$V_1 = 0 \text{ ft/detik karena fluida diam tangki penampungan}$$

$$V_2 = 4,4342 \text{ ft/detik}$$

$$A = 1$$

Sehingga

- Mencari efisiensi pompa pada fig 14.36 hal 520 (Peters & Timmerhaus, 1991)

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas pompa} &= 2.708,7105 \text{ ft}^3/\text{jam} \\ &= 46,9736 \text{ lbm/s} \end{aligned}$$

Berdasarkan kapasitas pompa diperoleh efisiensi centrifugal pump = 50%

$$\begin{aligned} W_p &= \frac{-W_p}{\eta} \\ &= \frac{39,4175}{52\%} \\ &= 75,8030 \text{ ft.lbf/lbm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BHP} &= \frac{W_p \times \text{Laju alir massa}}{\eta \times 550} \\ &= \frac{75,8030 \text{ ft.} \frac{\text{lbf}}{\text{lbm}} \times 24,4718 \frac{\text{lbm}}{\text{s}}}{52\% \times 550} \\ &= 3,3728 \text{ HP} \end{aligned}$$

Dari Fig. 14.38 Hal. 521 (Peters & Timmerhaus, 1991), didapatkan efisiensi motor = 84%

$$\begin{aligned} \text{Daya} &= \frac{\text{Broke horsepower}}{\eta} \\ &= \frac{3,3728 \text{ Hp}}{84\%} \\ &= 4,02 \text{ Hp} \approx 5 \text{ Hp} \end{aligned}$$

Dengan melakukan perhitungan pompa diatas, maka diperoleh hasil perhitungan untuk pompa utilitas sebagai berikut:

Tabel D.4 Hasil perhitungan pompa utilitas

No.	Kode Pompa	Laju alir (kg/jam)	Nominal Size (in)	Inside Diameter (ID)	Daya Motor (Hp)
-----	------------	--------------------	-------------------	----------------------	-----------------

1	P-01	76.702,279	6	6,065	5,0
2	P-02	1.780,63	1	1,049	0,5
3	P-03	64.335,10	5	4,026	2,0
4	P-04	9.750,52	2	2,067	0,5
5	P-05	975,05	1	1,049	0,5
6	P-06	836,03	1	1,049	0,5
7	P-07	836,03	1	1,049	0,5
8	P-08	46,481	1/4	0,364	0,5
9	P-09	29.414,955	4	4,026	1,0

### 3. Unit Penyediaan Listrik

#### 3.1 Kebutuhan listrik unit proses

Tabel D.5 Kebutuhan Tenaga Listrik Unit Proses

No.	Nama Alat	Kode Alat	Jumlah	Daya (Hp)
1	Belt Conveyor	J-130	1	0,5
2	Belt Conveyor	J-131	1	0,5
3	Belt Conveyor	J-132	1	0,5
4	Belt Conveyor	J-133	1	0,5
5	Belt Conveyor	J-134	1	0,5
6	Rotary Cutter	M-140	2	22
7	Screw Conveyor	J-151	1	1,5
8	Cooker	C-01	1	6,0
9	Mesin Cetak dan Press	P-150	1	15,7
10	Oven	B-120	1	8,0
11	Crane dan Hoist	BP (120-121-130)	3	4,5
12	Pompa	L-122	1	0,5
13	Pompa	L-136	1	0,5
14	Pompa	L-123	1	0,5

15	Pompa	L-124	1	1,0
17	Pompa	L-137	1	0,5
18	Pompa	L-138	1	1,0
19	Ppompa	L-139	1	0,5
<b>Total</b>				<b>65</b>

Kebutuhan listrik untuk alat proses (P proses):

$$\begin{aligned}
 P \text{ proses} &= 65 \text{ HP} \times 0,7457 \text{ kW/HP} \\
 &= 48,279 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

### 3.2 Kebutuhan listrik unit utilitas

Tabel D.5 Kebutuhan Tenaga Listrik Unit Utilitas

No.	Nama Alat	Kode Alat	Jumlah	Daya (Hp)
1	Cooling Tower	C-301	1	0,5
2	Electro Deionization	E-101	1	0,5
3	Pompa	P-01	1	5,0
4	Pompa	P-02	1	0,5
5	Pompa	P-03	1	1,0
6	Pompa	P-04	1	0,5
7	Pompa	P-05	1	0,5
8	Pompa	P-06	1	0,5
10	Pompa	P-07	1	0,5
11	Pompa	P-08	1	0,5
12	Pompa	P-09	1	1,0
<b>Total</b>				<b>11</b>

Kebutuhan listrik untuk utilitas (P utilitas):

$$\begin{aligned} P \text{ utilitas} &= 11 \text{ HP} \times 0,7457 \text{ kW/HP} \\ &= 8,203 \text{ kW} \end{aligned}$$

Kebutuhan listrik untuk pabrifikasi (P pabrifikasi):

$$\begin{aligned} P \text{ pabrikan} &= P \text{ proses} + P \text{ utilitas} \\ &= 48,279 \text{ kW} + 8,203 \text{ kW} \\ &= 56,482 \text{ kW} \end{aligned}$$

Untuk faktor keamanan 20%, lebih besar dari kebutuhan listrik P pabrikasi normal, maka:

$$\begin{aligned} P \text{ pabrikasi} &= 1,2 \times 56,482 \text{ kW} \\ &= 67,778 \text{ kW} \end{aligned}$$

### 3.3 Kebutuhan listrik untuk alat kontrol

Diasumsikan 20% dari P pabrikasi

$$\begin{aligned} P \text{ kontrol} &= 0,2 \times 67,778 \text{ kW} \\ &= 13,556 \text{ kW} \end{aligned}$$

### 3.4 Kebutuhan listrik untuk penerangan

Diasumsikan 20% dari P pabrikasi

$$P \text{ penerangan} = 0,2 \times 67,778 \text{ kW}$$

$$= 13,556 \text{ kW}$$

### 3.5 Kebutuhan listrik untuk bengkel dan lainnya

Diasumsikan 50% dari P pabrikasi

$$\begin{aligned} P \text{ kontrol} &= 0,5 \times 67,778 \text{ kW} \\ &= 33,889 \text{ kW} \end{aligned}$$

Total kebutuhan listrik

$$\begin{aligned} P \text{ total} &= P \text{ pabrikasi} + P \text{ kontrol} + P \text{ penerangan} + P \text{ bengkel} \\ &= (67,778 + 13,556 + 13,556 + 33,889) \text{ kW} \\ &= 128,779 \text{ kW} \approx 129 \text{ kW} \end{aligned}$$

Kebutuhan listrik disuplai dari PLN sebesar 129 kW namun untuk mengatasi gangguan listrik yang terjadi, maka digunakan generator dengan total daya sebesar 129 kW sebagai cadangan pasokan listrik.

## 4. Unit Penyediaan Bahan Bakar

Unit ini bertujuan menyediakan bahan bakar yang dibutuhkan oleh beberapa alat. Adapun bahan bakar yang akan digunakan adalah *diesel fuel* (minyak solar) dikarenakan lebih efisien dan memiliki nilai bakar yang tinggi berasal dari PERTAMINA (Chevron, 2007).

### 4.1 Kebutuhan Bahan Bakar

- Kebutuhan bahan bakar boiler ( $BB_{\text{boiler}}$ )

$$\text{Densitas solar } (\rho) = 850 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Heating value (Hv) solar} = 18.330 \text{ btu/lb} = 42.635,580 \text{ kJ/kg}$$

Laju massa air umpan boiler ( $W_b$ ) = 1.843,4446 lb/jam = 836,0293 kg/jam

Diasumsikan efisiensi boiler 85%, sehingga kebutuhan bahan bakar boiler:

$$\begin{aligned} BB_{\text{boiler}} &= \frac{W_b \times (H_v - H_f)}{\eta \times H_v} \\ &= \frac{1.700,3784 \frac{\text{lb}}{\text{jam}} \times \left( 1150,4124 \frac{\text{btu}}{\text{lb}} - 180,1281 \frac{\text{btu}}{\text{lb}} \right)}{0,85 \times 1150,4124 \frac{\text{btu}}{\text{lb}}} \\ &= 1687,2215 \text{ lb/jam} \\ &= 765,1798 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

Maka:

$$\begin{aligned} \text{Laju volumetrik (Q)} &= \frac{BB_{\text{boiler}}}{\rho} \\ &= \frac{765,1798 \text{ kg/jam}}{850 \text{ kg/m}^3} \\ &= 0,9002 \text{ m}^3/\text{jam} = 900,2115 \text{ liter/jam} \end{aligned}$$

- Kebutuhan bahan bakar generator ( $BB_{\text{generator}}$ )

Fungsi : Alat penyedia cadangan listrik apabila terjadi gangguan PLN

Tipe : Generator *diesel*

Kapasitas : 129 kW

Estimasi konsumsi bahan bakar generator, yaitu:

Diketahui:

Faktor ketetapan konsumsi solar per kilowatt per jam ( $k$ ) = 0,21 L/kW.jam

Daya generator ( $P$ ) = 129 kW

Diperkirakan total gangguan listrik dalam 1 tahun produksi sebanyak 2 minggu ( $t = 336$  jam/tahun), maka:

$$\begin{aligned}
 BB_{\text{generator}} &= k \times P \times t && \text{(Yudiono, et al., 2018, Hal. 21)} \\
 &= 0,21 \text{ L/kW.jam} \times 129 \text{ kW} \times 336 \text{ jam/tahun} \\
 &= 9.207 \text{ liter/tahun}
 \end{aligned}$$

Apabila kebutuhan pertahun dibagi menjadi dalam 1 minggu, maka:

$$\begin{aligned}
 BB_{\text{generator}} &= 9.207 \text{ L/tahun} \times \frac{1 \text{ tahun}}{52 \text{ minggu}} \\
 &= 175 \text{ liter/minggu} \\
 &= 1,04 \text{ liter/jam}
 \end{aligned}$$

#### 4.2 Desain Tangki penyimpanan solar (T-202)

Fungsi : Tempat penyimpan bahan bakar *diesel fuel* (solar)

Bentuk: Silinder tegak dengan alas dan tutup datar

Bahan : *Stainless Steel SA-283 grade*

Jumlah: 1 unit

Kondisi operasi

Temperatur (T) : 30°C = 303,15 K

Tekanan (P) : 1 atm = 101,325 kpa

Waktu tinggal : 1 hari = 24 jam

Densitas solar ( $\rho$ ) : 850 kg/m<sup>3</sup> = 53,0638 lb/ft<sup>3</sup>

Percepatan gravitasi (g) : 9,807 m/s<sup>2</sup>

Laju alir volume : BB boiler + BB generator  
 900,2115 liter/jam + 1,04 liter/jam  
 901,252 liter/jam

Faktor keamanan (fk) 20% perry 7th peter 2003, Tabel 3-1 hal 82

Volume larutan ( $V_L$ )



$$\begin{aligned}
(V_L) &= \text{laju alir volume} \times \text{waktu tinggal} \\
&= 901,252 \text{ liter/jam} \times 24 \text{ jam} \\
&= 21.630,0 \text{ liter} \\
&= 21,6300 \text{ m}^3
\end{aligned}$$

Volume tangki ( $V_t$ )

$$\begin{aligned}
V_t &= 1,2 \times V_L \\
&= 1,2 \times 21,6300 \text{ m}^3 \\
&= 25,9560 \text{ m}^3
\end{aligned}$$

Direncanakan perbandingan diameter dan tinggi tangki =  $D:H = 1:1$

(Bronell & Young)

$$\begin{aligned}
\text{Volume tangki} &= \frac{\pi}{4} D^2 H = \frac{\pi}{4} D^3 \\
D^3 &= \frac{4 \times V_t}{\pi} \\
&= \frac{4 \times 25,9560 \text{ m}^3}{3,14} = 33,0650 \text{ m}^3 \\
D &= \sqrt[3]{33,0650 \text{ m}^3} = 3,2096 \text{ m} = 126,3635 \text{ in} \\
r &= 1,6048 \text{ m} = 63,1818 \text{ in} \\
H &= D = 3,2096 \text{ m} = 126,3635 \text{ in}
\end{aligned}$$

### Tekanan Desain

Diketahui:

$$\begin{aligned}
\text{Tekanan hidrostatik, } P_h &= \rho \times g \times h \\
&= 850 \text{ kg/m}^3 \times 9,807 \text{ m/s}^2 \times 3,2096 \text{ m} \\
&= 26.755,3974 \text{ Pa}
\end{aligned}$$

$$= 26,7554 \text{ kPa}$$

Tekanan Operasi  $P_o = P + P_h$

$$= 101,325 \text{ kPa} + 26,7554 \text{ kPa}$$

$$= 128,0804 \text{ kPa}$$

Tekanan desain,  $P_d = 1,2 \times 128,0804 \text{ kPa}$

$$= 153,6965 \text{ kPa}$$

$$= 122,2910 \text{ Psia}$$

Tebal dinding tangki ( $t_s$ )

*Allowable working stress*,  $f = 12.650 \text{ Psia}$  Tabel 13.1 Brownell & Young, 1959

Efisiensi,  $E = 80\%$  Tabel 13.2 Brownell & Young, 1959

Faktor korosi,  $C = 0,125 \text{ in}$  Tabel peter Hal 542

Tebal dinding *shell*,  $t_s$  Pers.14.34 (Brownell & Young, 1959)

$$t_s = \frac{P_d \times r}{f \times E - 0,6 \times P_d} + C$$

$$= \frac{153,6965 \text{ kPa} \times 63,1818 \text{ in}}{12.650 \text{ Psia} \times 80\% - 0,6 \times 153,6965 \text{ kPa}} + 0,125 \text{ in}$$

$$= 0,264 \text{ in}$$

tebal *shell* standar 3/16 in (0,1875 in) Tabel 5.6 (1 Brownell & Young, 1959).

## LAMPIRAN E ANALISA EKONOMI

Produk	= Nori
Kapasitas	= 4.000 ton/tahun
Lama operasi	= 330 hari
Nilai tukar rupiah	= Rp 15.415,00
Pengadaan alat	= 2025
Tahun konstruksi	= 2026
Lama konstruksi	= 2 tahun
Tahun beroperasi	= 2028

### 1. Harga Peralatan

Harga peralatan setiap saat akan berubah tergantung pada perubahan ekonomi. Apabila alat pada beberapa tahun yang lalu diketahui, maka harga alat yang sekarang dapat diperkirakan dengan menggunakan *cost index*. Besarnya harga alat dapat diperkirakan menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Harga alat sekarang} = \frac{\text{indeks harga tahun sekarang}}{\text{indeks harga tahun } X} \times \text{harga alat tahun } X$$

Daftar indeks harga peralatan menurut *Chemical Engineering Plant Cost Index* (CEPCI) dapat dilihat pada Tabel L-E.1.

Tabel L-E.1 *Chemical Engineering Plant Cost Index*

No	Tahun	Index
1	2014	576,1
2	2015	556,8
3	2016	541,7
4	2017	567,5
5	2018	603,1
6	2019	607,2
7	2020	616,6
8	2021	626,0
9	2022	635,5
10	2023	644,9

Sumber : [www.scribd.com](http://www.scribd.com) , 2023

Penaksiran indeks harga rata-rata pada tahun pembelian peralatan dengan menggunakan metode *Least Square* (Peters & Timmerhaus, 1991, Hal. 760-761). Penyelesaian dengan metode ini menghasilkan persamaan sebagai berikut:

$$y = a + b(x - \bar{x})$$

Dimana,

$$a = \bar{y}$$

$$b = \frac{\sum(\bar{x}-x)(\bar{y}-y)}{\sum(\bar{x}-x)^2}$$

$$\sum(\bar{x}-x)(\bar{y}-y) = \sum xy - \frac{\sum x \sum y}{n}$$

$$\sum(\bar{x}-x)^2 = \sum x^2 - \frac{\sum x^2}{n}$$

Keterangan:

$\bar{y}$  = nilai rata-rata y

$\bar{x}$  = nilai rata-rata x

n = jumlah data

Penaksiran harga peralatan tahun 2025, yaitu:

Tabel L-E.2 Penaksiran Indeks Harga menggunakan Metode Least Square

n	x	Y	$(\bar{x}-x)(\bar{y}-y)$	$(\bar{x}-x)^2$
1	2014	576,1	96,4935	20,25
2	2015	556,8	142,6005	12,25
3	2016	541,7	139,6075	6,25
4	2017	567,5	45,0645	2,25
5	2018	603,1	-2,7785	0,25
6	2019	607,2	4,8285	0,25
7	2020	616,6	28,5855	2,25
8	2021	626,0	71,2175	6,25
9	2022	635,5	132,8495	12,25
10	2023	644,9	213,1065	20,25
Total	20.185	5.975,43	871,575	82,5

$$\bar{y} = \frac{\sum \bar{y}}{n} = \frac{5.975,43}{10} = 597,543$$

$$\bar{x} = \frac{\sum \bar{x}}{n} = \frac{20.185}{10} = 2.018,5$$

$$a = \bar{y}$$

$$b = \frac{\sum (\bar{x}-x)(\bar{y}-y)}{\sum (\bar{x}-x)^2} = \frac{871,575}{82,5} = 10,5645$$

$$y = a + b(x - \bar{x})$$

$$y = 597,543 + 10,5645(x - 2.018,5)$$

$$y = 597,543 + 10,5645x - 21.324,5$$

$$y = 10,5645x - 20.727$$

apabila  $x = 2025$ , maka nilai indeks harga ( $y$ ), yaitu:

$$y = 10,5645(2025) - 20.727$$

$$= 666,2125$$

Harga peralatan pada pra rancangan ini diambil [www.matches.com](http://www.matches.com) dari dengan kurs dollar pada tahun 2024 sebesar Rp 15.415,00 per USD. Adapun contoh perhitungan alat proses, yaitu sebagai berikut:

Nama alat = Tangki penyimpanan air proses (F-121)

Harga tahun 2014 = \$ 125.000

Harga tahun 2025 =  $\frac{\text{indeks harga tahun 2025}}{\text{indeks harga tahun 2014}} \times \text{harga alat tahun 2014}$

$$= \frac{666,2125}{576,1} \times \$ 125.000$$

$$= \$ 144.552$$

Untuk harga peralatan lainnya dengan mengikuti cara perhitungan di atas dapat dilihat pada Tabel L-E.3 dan Tabel L-E.4.

Tabel L-E.3 Daftar Harga Alat Proses

No	Nama Alat	Kode Alat	Jumlah Unit	Harga per Unit (USD)		Total Harga (USD)
				2014	2025	
1	Gudang bahan baku	F-111	1	8.595	9.939	9.939
2	Tangki penyimpanan air proses	F-121	1	125.000	144.552	144.552
3	Tangki penyimpanan asam asetat	F-137	1	61.700	71.351	71.351
4	Tangki penyimpanan saus tiram	F-125	1	24.800	28.679	28.679
5	Tangki penyimpanan minyak wijen	F-127	1	11.700	13.530	13.530
6	Tangki penyimpanan gliserol	F-129	1	7.500	8.673	8.673
7	Bak pencucian 1	BP-120	1	1.000	1.156	1.156

8	Bak perendaman	BP-130	7	1.600	1.850	12.952
9	Bak pencucian 2	BP-121	1	1.000	1.156	1.156
10	Rotary cutter	M-140	2	17.800	20.584	41.168
11	Cooker	C-01	1	3.600	4.163	4.163
12	Mesin cetak & prees	P-150	1	45.336	52.427	52.427
13	Oven	B-120	1	10.377	12.000	12.000
14	Packer	L-160	1	14.528	16.800	16.800
15	Gudang produk nori	F-112	1	27.100	31.339	31.339
16	Belt conveyor	J	5	9.900	11.449	57.243
17	Screrw conveyor	J-151	1	9.900	11.449	11.449
18	Pompa	L-122	1	7.000	8.095	8.095
19	Pompa	L-136	1	3.600	4.163	4.163
20	Pompa	L-123	1	7.000	8.095	8.095
21	Pompa	L-124	1	8.000	9.251	9.251
22	Pompa	L-137	1	2.500	2.891	2.891
23	Pompa	L-138	1	2.500	2.891	2.891
24	Pompa	L-139	1	1.600	1.850	1.850
25	Pompa	L-141	1	7.500	8.673	8.673
Total			32			564.488

Total harga peralatan proses pada tahun 2025 = US\$ 564.488

Diperkirakan biaya impor, pengangkutan, pembongkaran dan transportasi alat sampai dilokasi sebesar 20 % dari harga peralatan.

Maka :

Harga peralatan proses = 1,20 x US\$ 564.488  
 = US\$ 677.386

Tabel L-E.4 Daftar Harga Alat Utilitas

No	Nama Alat	Kode Alat	Jumlah Unit	Harga per Unit (USD)		Total Harga (USD)
				2014	2025	
1	Bak penampung air PDAM	BP-501	1	3.102	3.587	3.587
2	Bak penampung air limbah	BP-502	1	2.957	3.420	3.420
3	Electro deionization	ED-101	1	36.070	41.712	41.712
4	Tangki penyimpanan air demineral	T-202	1	11.800	13.646	13.646
5	Cooling tower	E-602	1	78.900	91.241	91.241
6	Boiler	B-301	1	232.800	269.214	269.214
7	Generator	G-201	1	6.644	7.683	7.683
8	Tangki penyimpanan solar	T-202	1	2.200	2.544	2.544
9	Pompa	P-01	1	9.900	11.449	11.449
10	Pompa	P-02	1	1.100	1.272	1.272
11	Pompa	P-03	1	5.900	6.823	6.823
12	Pompa	P-04	1	2.600	3.007	3.007
13	Pompa	P-05	1	1.100	1.272	1.272
14	Pompa	P-06	1	1.100	1.272	1.272
15	Pompa	P-07	1	1.100	1.272	1.272
16	Pompa	P-08	1	300	347	347
17	Pompa	P-09	1	11.000	12.721	12.721
Total			17			472.481

Total harga peralatan utilitas pada tahun 2025 = US\$ 472.481



Diperkirakan biaya impor, pengangkutan, pembongkaran dan transportasi alat sampai dilokasi sebesar 20 % dari harga peralatan.

Maka :

$$\begin{aligned}\text{Harga peralatan utilitas} &= 1,20 \times \text{US\$ } 472.481 \\ &= \text{US\$ } 566.978\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Total harga peralatan} &= \text{harga alat utilitas} + \text{harga alat proses} \\ &= \text{US\$ } 668.505 + \text{US\$ } 677.386 \\ &= \text{US\$ } 1.244.364\end{aligned}$$

Kurs dollar : 1 US\$ = Rp 15.415,00,- (www.bi.go.id) (tanggal 11/09/2024)

Maka :

$$\begin{aligned}\text{Total harga peralatan} &= \text{US\$ } 1.244.364 \times \text{Rp } 15.415,00 \\ &= \text{Rp } 19.181.867.273,93\end{aligned}$$

## 2. Harga Bahan Baku

### 2.1 *Gracilaria sp.*

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan/jam} &= 511,60 \text{ kg/jam} \\ \text{Harga/kg} &= \text{Rp. } 18.000,00/\text{kg} \quad (\text{DPM Sulsel, 2024}) \\ \text{Harga/jam} &= 511,60 \text{ kg/jam} \times \text{Rp } 18.000,00/\text{kg} \\ &= \text{Rp } 9.208.880,37/\text{jam} \\ \text{Harga/tahun} &= \text{Rp } 9.208.880,37/\text{jam} \times 24 \text{ jam/hari} \times 330 \text{ hari/tahun} \\ &= \text{Rp } 72.934.332.560,70/\text{tahun}\end{aligned}$$

### 2.2 Asam Asetat 4%

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan/jam} &= 268,59 \text{ kg/jam} \\ \text{Harga/kg} &= \text{Rp. } 15.400,00/\text{kg} \quad (\text{LKPP, 2022})\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Harga/jam} &= 268,59 \text{ kg/jam} \times \text{Rp } 15.400,00/\text{kg} \\ &= \text{Rp } 4.136.322,10/\text{jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Harga/tahun} &= \text{Rp } 4.136.322,10/\text{jam} \times 24 \text{ jam/hari} \times 330 \text{ hari/tahun} \\ &= \text{Rp } 32.759.671.041,85/\text{tahun}\end{aligned}$$

### 2.3 Saus Tiram

$$\text{Kebutuhan/jam} = 76,74 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Harga/kg} = \text{Rp } 52.200,00/\text{kg} \quad (\text{Alibaba.com, 2024})$$

$$\begin{aligned}\text{Harga/jam} &= 76,74 \text{ kg/jam} \times \text{Rp } 52.200,00/\text{kg} \\ &= \text{Rp } 4.005.862,96/\text{jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Harga/tahun} &= \text{Rp } 4.005.862,96/\text{jam} \times 24 \text{ jam/hari} \times 330 \text{ hari/tahun} \\ &= \text{Rp } 31.726.434.663,91/\text{tahun}\end{aligned}$$

### 2.4 Minyak Wijen

$$\text{Kebutuhan/jam} = 20,46 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Harga/kg} = \text{Rp. } 93.000,00/\text{kg} \quad (\text{Blibli.com, 2024})$$

$$\begin{aligned}\text{Harga/jam} &= 20,46 \text{ kg/jam} \times \text{Rp } 93.000,00/\text{kg} \\ &= \text{Rp } 1.903.168,61/\text{jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Harga/tahun} &= \text{Rp } 1.903.168,61/\text{jam} \times 24 \text{ jam/hari} \times 330 \text{ hari/tahun} \\ &= \text{Rp } 15.073.095.395,88/\text{tahun}\end{aligned}$$

### 2.5 Gliserol

$$\text{Kebutuhan/jam} = 12,53 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Harga/kg} = \text{Rp } 4.890,20/\text{kg} \quad (\text{LKPP, 2022})$$

$$\begin{aligned}\text{Harga/jam} &= 12,53 \text{ kg/jam} \times \text{Rp } 4.890,20/\text{kg} \\ &= \text{Rp } 61.295,28/\text{jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Harga/tahun} &= \text{Rp } 61.295,28/\text{jam} \times 24 \text{ jam/hari} \times 330 \text{ hari/tahun} \\ &= \text{Rp } 485.458.616,15/\text{tahun} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total harga bahan baku/tahun} &= \text{harga } \textit{Gracilaria sp.} + \text{harga Asam Asetat 4\%} + \\ &\quad \text{harga saus tiram} + \text{harga minyak wijen} + \text{harga} \\ &\quad \text{gliserol} \\ &= \text{Rp } 72.934.332.560,70 + \text{Rp } 32.759.671.041,85 \\ &\quad + \text{Rp } 31.726.434.663,91 + \text{Rp } 15.073.095.395,88 \\ &\quad + \text{Rp } 485.458.616,15 \\ &= \text{Rp } 152.978.992.278,48 \end{aligned}$$

### 3. Harga Produk (Nori)

$$\text{Jumlah produksi/jam} = 505,05 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Jumlah produksi/tahun} = 4000 \text{ ton/tahun}$$

$$\text{Harga/kg} = \text{Rp } 109.000,00/\text{kg} \quad (\text{Alibaba.com, 2024})$$

$$\text{Harga/jam} = 505,05 \text{ kg/jam} \times \text{Rp } 109.000,00/\text{kg}$$

$$= \text{Rp } 55.050.505,05$$

$$\text{Harga/tahun} = \text{Rp } 55.050.505,05/\text{jam} \times 24 \text{ jam/hari} \times 330 \text{ hari/tahun}$$

$$= \text{Rp } 436.000.000.000,00/\text{tahun}$$

### 4. Harga Utilitas

#### 4.1 Air bersih (Air PDAM)

$$\text{Kebutuhan/jam} = 39.959,55 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Harga/kg} = \text{Rp } 12,55/\text{kg} \quad (\text{PERUMDA, 2022})$$

$$\text{Harga/jam} = 39.959,55 \text{ kg/jam} \times \text{Rp } 12,55/\text{kg}$$

$$= \text{Rp } 501.492,35/\text{jam}$$

$$\begin{aligned} \text{Harga/tahun} &= \text{Rp } 501.492,35/\text{jam} \times 24 \text{ jam/hari} \times 330 \text{ hari/tahun} \\ &= \text{Rp } 3.971.819.431,80/\text{tahun} \end{aligned}$$

#### 4.2 Listrik

$$\text{Kebutuhan/jam} = 129 \text{ kWh/jam}$$

$$\text{Harga/kWh} = \text{Rp } 1.444,70/\text{kWh} \quad (\text{Lamudi, 2024})$$

$$\begin{aligned} \text{Harga/jam} &= 129 \text{ kWh/jam} \times \text{Rp } 1.444,70/\text{kWh} \\ &= \text{Rp } 186.366,30/\text{jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Harga/tahun} &= \text{Rp } 186.366,30/\text{jam} \times 24 \text{ jam/hari} \times 330 \text{ hari/tahun} \\ &= \text{Rp } 147.6021.096,00/\text{tahun} \end{aligned}$$

#### 4.3 Solar

$$\text{Kebutuhan/jam} = 901,25 \text{ L/jam}$$

$$\text{Harga/L} = \text{Rp } 6.800,00/\text{L} \quad (\text{Kompas.com, 2024})$$

$$\begin{aligned} \text{Harga/jam} &= 901,25 \text{ L /jam} \times \text{Rp } 6.800/\text{kg} \\ &= \text{Rp } 6.128.513,60/\text{jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Harga/tahun} &= \text{Rp } 6.128.513,60/\text{jam} \times 24 \text{ jam/hari} \times 330 \text{ hari/tahun} \\ &= \text{Rp } 48.537.827.712,00/\text{tahun} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total harga utilitas/tahun} &= \text{harga air PDAM} + \text{harga listrik} + \text{harga solar} \\ &= \text{Rp } 3.971.819.431,80 + \text{Rp } 147.6021.096,00 + \\ &\quad \text{Rp } 48.537.827.712,00 \\ &= \text{Rp } 53.985.668.239,80 \end{aligned}$$

## 5. Gaji Karyawan

Tabel L-E.5 Perincian Gaji Karyawan

No.	Jabatan	Jumlah (orang)	Gaji perbulan (Rp)	Total gaji perbulan (Rp)
1	Dewan Komisaris	1	Rp 18.000.000,00	Rp 18.000.000,00
2	Direktur Utama	1	Rp 12.000.000,00	Rp 12.000.000,00
3	Direktur Teknik & Produksi	1	Rp 10.000.000,00	Rp 10.000.000,00
4	Direktur Keuangan & Pemasaran	1	Rp 10.000.000,00	Rp 10.000.000,00
5	Staf Ahli	1	Rp 7.000.000,00	Rp 7.000.000,00
6	Staf Penelitian & Pengembangan	1	Rp 7.000.000,00	Rp 7.000.000,00
7	Sekretaris	3	Rp 6.000.000,00	Rp 18.000.000,00
8	Kepala Bagian Produksi	1	Rp 7.000.000,00	Rp 7.000.000,00
9	Kepala Bagian Teknik	1	Rp 7.000.000,00	Rp 7.000.000,00
10	Kepala Bagian Keuangan & Pemasaran	1	Rp 7.000.000,00	Rp 7.000.000,00
11	Kepala Bagian Umum	1	Rp 7.000.000,00	Rp 7.000.000,00
12	Kepala Seksi Proses	1	Rp 6.000.000,00	Rp 6.000.000,00
13	Kepala Seksi Laboratorium	1	Rp 6.000.000,00	Rp 6.000.000,00
14	Kepala Seksi Utilitas	1	Rp 6.000.000,00	Rp 6.000.000,00
15	Kepala Seksi Pemeliharaan	1	Rp 6.000.000,00	Rp 6.000.000,00
16	Kepala Seksi Instrumen	1	Rp 6.000.000,00	Rp 6.000.000,00
17	Kepala Keuangan & Administrasi	1	Rp 6.000.000,00	Rp 6.000.000,00
18	Kepala Seksi Pemasaran	1	Rp 6.000.000,00	Rp 6.000.000,00
19	Kepala Seksi Pembukuan	1	Rp 6.000.000,00	Rp 6.000.000,00
20	Kepala Seksi Personalialia	1	Rp 6.000.000,00	Rp 6.000.000,00
21	Kepala Seksi Humas	1	Rp 6.000.000,00	Rp 6.000.000,00
22	Kepala Seksi Keamanan	1	Rp 6.000.000,00	Rp 6.000.000,00
23	Kepala Seksi Poliklinik	1	Rp 6.000.000,00	Rp 6.000.000,00
24	Kepala Seksi Logistik & Gudang	1	Rp 6.000.000,00	Rp 6.000.000,00
25	Karyawan Proses	86	Rp 3.500.000,00	Rp 301.000.000,00
26	karyawan Laboratorium	6	Rp 3.500.000,00	Rp 21.000.000,00
27	Karyawan Utilias	6	Rp 3.500.000,00	Rp 21.000.000,00
28	Karyawan Pemeliharaan	6	Rp 3.500.000,00	Rp 21.000.000,00
29	Karyawan Instrumentasi	6	Rp 3.500.000,00	Rp 21.000.000,00
30	Karyawan Keuangan & Administrasi	2	Rp 3.000.000,00	Rp 6.000.000,00
31	Karyawan Pemasaran	2	Rp 3.000.000,00	Rp 6.000.000,00
32	Karyawan Pembukuan	2	Rp 3.000.000,00	Rp 6.000.000,00
33	Karyawan Personalialia	2	Rp 3.000.000,00	Rp 6.000.000,00

34	Karyawan Humas	2	Rp 3.000.000,00	Rp 6.000.000,00
35	Karyawan Logistik & Gudang	8	Rp 3.000.000,00	Rp 24.000.000,00
36	Anggota Poliklinik	2	Rp 2.500.000,00	Rp 5.000.000,00
37	Anggota Keamanan	6	Rp 2.500.000,00	Rp 15.000.000,00
38	Sopir	9	Rp 2.500.000,00	Rp 22.500.000,00
39	Karyawan Kebersihan	4	Rp 1.500.000,00	Rp 6.000.000,00
<b>Total</b>		175	Rp 675.500.000,00	

Apabila jumlah karyawan sebanyak 175 orang serta diasumsikan dalam 1 tahun terdapat 12 bulan ditambah 1 bulan gaji lembur per tahun dan 1 bulan tunjangan (1 tahun = 14 bulan), maka total gaji karyawan yang dibutuhkan sebesar:

$$\begin{aligned} \text{Total gaji/tahun} &= 14 \text{ bulan/tahun} \times \text{Rp } 675.500.000,00/\text{bulan} \\ &= \text{Rp } 9.457.000.000,00/\text{tahun} \end{aligned}$$

#### 6. Total Investasi *Total Capital Investment* (TCI)

*Total capital investment* merupakan jumlah *fixed capital investment* (FCI) dan atau *working capital investment* (WCI). FCI merupakan jumlah biaya langsung (*direct cost*) dan biaya tidak langsung (*indirect cost*) yang dapat diperkirakan seperti pada tabel L-E.6.

Tabel L-E.6 Perkiraan Direct dan Indirect Cost berdasarkan Komponen Biaya

##### A. *Direct Cost* (DC)

1	Harga peralatan ( E )	Rp 19.181.867.273,93
2	Instalasi peralatan (30% dari E)	Rp 5.754.560.182,18
3	Instrumentasi dan control (20% dari E)	Rp 3.836.373.454,79
4	Perpipaan (55% dari E)	Rp 10.550.027.000,66

5	Listrik (30% dari E)	Rp 5.754.560.182,18
6	Bangunan (50% dari E)	Rp 9.590.933.636,96
7	Fasilitas pelayanan dan perbaikan lahan (70% dari E)	Rp 13.427.307.091,75
8	Lahan/tanah (8% dari E)	Rp 1.534.549.381,91
<b>Total <i>Direct Cost</i> (DC)</b>		<b>Rp 69.630.178.204,35</b>
<b>B. <i>Indirect Cost</i> (IC)</b>		
1	Engineering & supervision (25% dari E)	Rp 4.795.466.818,48
2	Biaya konstruksi & kontraktor (30% dari E)	Rp 5.754.560.182,18
3	Biaya tak terduga (10% dari E)	0,10 FCI
<b>Total <i>Indirect Cost</i> (IC)</b>		<b>Rp 5.754.560.182,18 + 0,10 FCI</b>

#### 6.1 Modal Tetap (*Fixed Capital Investment*, FCI)

$$\begin{aligned}
 \text{FCI} &= \text{DC} + \text{IC} \\
 &= \text{Rp } 69.630.178.204,35 + \text{Rp } 5.754.560.182,18 + 0,10 \text{ FCI} \\
 &= \text{Rp } 75.384.738.386,53 + 0,10 \text{ FCI} \\
 \text{FCI} - 0,10 \text{ FCI} &= \text{Rp } 75.384.738.386,53 \\
 0,9 \text{ FCI} &= \text{Rp } 75.384.738.386,53 \\
 \text{FCI} &= \text{Rp } 83.760.820.429,47
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{IC} &= \text{Rp } 5.754.560.182,18 + 0,10 \text{ FCI} \\
 &= \text{Rp } 5.754.560.182,18 + 0,10 (\text{Rp } 83.760.820.429,47) \\
 &= \text{Rp } 14.130.642.225,13
 \end{aligned}$$

#### 6.2 *Total Capital Investment* (TCI)

$$\text{WCI} = 10\% - 20\% \text{ dari TCI} \quad (\text{Peters \& Timmerhaus, 1991, Hal. 209})$$

Dipilih WCI = 15% dari TCI

$$\text{TCI} = \text{WCI} + \text{FCI}$$

$$\text{TCI} = 0,15 \text{ TCI} + \text{Rp } 83.760.820.429,47$$

$$\text{TCI} - 0,15 \text{ TCI} = \text{Rp } 83.760.820.429,47$$

$$0,85 \text{ TCI} = \text{Rp } 83.760.820.429,47$$

$$\text{TCI} = \text{Rp } 98.542.141.681,73$$

### 6.3 Modal Kerja (*Working Capital Investment, WCI*)

$$\text{WCI} = 15\% \text{ dari TCI}$$

$$= 15\% \times \text{Rp } 98.542.141.681,73$$

$$= \text{Rp } 14.781.321.252,26$$

## 7. Modal Investasi

Modal yang digunakan terdiri dari :

a. Modal sendiri = 60% dari TCI

$$= 60\% \times \text{Rp } 98.542.141.681,73$$
$$= \text{Rp } 59.125.285.009,04$$

b. Modal pinjaman = 40% dari TCI

$$= 40\% \times \text{Rp } 98.542.141.681,73$$
$$= \text{Rp } 39.416.856.672,69$$

Total modal investasi = modal sendiri + modal pinjaman

$$= \text{Rp } 59.125.285.009,04 + \text{Rp } 39.416.856.672,69$$

$$= \text{Rp } 98.542.141.681,73$$



## 8. Biaya Produksi Total/*Total Production Cost (TPC)*

production cost (TPC) expenses merupakan jumlah manufacturing cost dan general expenses. Komponen-komponen biayanya yaitu pada Tabel L-E.7 dan Tabel L-E.8.

Tabel L-E.7 Perkiraan Manufacturing Cost

A. <i>Direct Production Cost (DPC)</i>	
1 Bahan baku	Rp 152.978.992.278,48
2 Gaji karyawan (L)	Rp 9.457.000.000,00
3 Pengawas dan tenaga administrasi (20% dari L)	Rp 1.891.400.000,00
4 Utilitas	Rp 53.985.668.239,80
5 Perawatan dan perbaikan (8% dari FCI)	Rp 6.700.865.634,36
6 Suplai pabrik (1% dari FCI)	Rp 837.608.204,29
7 Biaya laboratorium (15% dari L)	Rp 1.418.550.000,00
8 Paten dan royalti (4% dari TPC)	0,04 TPC
<b>Total <i>Direct Production Cost (DPC)</i></b>	<b>Rp 227.270.084.356,94+ 0,04 TPC</b>
B. <i>Fixed Charges (FC)</i>	
1 Depresiasi (10% dari FCI + 2% dari biaya bangunan)	Rp 8.567.900.715,69
2 Pajak lokal (3% dari FCI)	Rp 2.512.824.612,88
3 Asuransi (1% dari FCI)	Rp 837.608.204,29
<b>Total <i>Fixed Charges (FC)</i></b>	<b>Rp 11.918.333.532,87</b>
<b>C. <i>Plant-Overhead Cost (10% dari TPC)</i></b>	<b>0,1 TPC</b>

Tabel L-E.8 Perkiraan General Expenses

<i>General Expenses (GE)</i>	
1	Biaya administrasi (5% dari TPC) 0,05 TPC
2	Biaya distribusi dan penjualan (10% dari TPC) 0,10 TPC
3	Biaya riset dan pengembangan (5% dari TPC) 0,05 TPC
4	Hutang piutang dan bunga bank (12% dari modal pinjaman) Rp 4.730.022.800,72
<hr/>	
Total <i>General Expenses (GE)</i> Rp 4.730.022.800,72+ 0,20 TPC	

b. Total Manufacturing Cost (TMC)

$$\text{TMC} = \text{DPC} + \text{FC} + \text{plant-overhead cost}$$

$$= \text{Rp } 227.270.084.356,94 + 0,04 \text{ TPC} + \text{Rp } 11.918.333.532,87 + 0,1 \text{ TPC}$$

$$= \text{Rp } 239.188.417.889,80 + 0,14 \text{ TPC}$$

c. Total Production Cost (TPC)

$$\text{TPC} = \text{TMC} + \text{GE}$$

$$\text{TPC} = \text{Rp } 239.188.417.889,80 + 0,14 \text{ TPC} + \text{Rp } 4.730.022.800,72$$

$$+ 0,20 \text{ TPC}$$

$$\text{TPC} = \text{Rp } 243.918.440.690,52 + 0,34 \text{ TPC}$$

$$\text{TPC} - 0,34 \text{ TPC} = \text{Rp } 243.918.440.690,52$$

$$0,66 \text{ TPC} = \text{Rp } 243.918.440.690,52$$

$$\text{TPC} = \text{Rp } 369.573.394.985,64$$

$$\text{TMC} = \text{Rp } 239.188.417.889,80 + 0,14 \text{ TPC}$$

$$= \text{Rp } 239.188.417.889,80 + 0,14 (\text{Rp } 369.573.394.985,64)$$

$$= \text{Rp } 290.928.693.187,79$$

$$\begin{aligned}
 \text{GE} &= \text{Rp } 4.730.022.800,72 + 0,20 \text{ TPC} \\
 &= \text{Rp } 4.730.022.800,72 + 0,20 (\text{Rp } 369.573.394.985,64) \\
 &= \text{Rp } 78.644.701.797,85
 \end{aligned}$$

Sehingga,

$$\begin{aligned}
 \text{Paten dan Royalti} &= 0,04 \times \text{TPC} \\
 &= 0,04 \times \text{Rp } 369.573.394.985,64 \\
 &= \text{Rp } 14.782.935.799,43
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya administrasi} &= 0,05 \times \text{TPC} \\
 &= 0,05 \times \text{Rp } 369.573.394.985,64 \\
 &= \text{Rp } 18.478.669.749,28
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya distribusi dan penjualan} &= 0,10 \times \text{TPC} \\
 &= 0,10 \times \text{Rp } 369.573.394.985,64 \\
 &= \text{Rp } 36.957.339.498,56
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya riset dan pengembangan} &= 0,05 \times \text{TPC} \\
 &= 0,05 \times \text{Rp } 369.573.394.985,64 \\
 &= \text{Rp } 18.478.669.749,28
 \end{aligned}$$

## 9. Analisis Kelayakan Ekonomi Pabrik

### Skenario Investasi :

Tahun pengadaan alat	: 2025
Tahun konstruksi	: 2026
Masa konstruksi	: 2 tahun
Tahun beroperasi	: 2028
Umur pabrik	: 10 tahun

- Bunga bank : 12%
- Modal pinjaman : Rp 39.135.530.079,48
- Modal sendiri : Rp 58.703.295.119,22
- Depresiasi : Rp 8.567.900.715,69
- Hasil penjualan : Rp 436.000.000.000,00
- Laju inflasi : 2,12% (Bank Indonesia, Agustus 2024)
- Pajak pendapatan : 30% (UU RI No. 36, 2008)
- Tahun pengembalian pinjaman : 5 tahun
- Laju operasi/kapasitas produksi :
- Tahun 1 : 60%
  - Tahun 2 : 80%
  - Tahun 3-10 : 100%

#### 9.1 Biaya Total Produksi

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya produksi tanpa depresiasi} &= \text{TPC} - \text{depresiasi} \\
 &= \text{Rp } 369.573.394.985,64 - \text{Rp } 8.567.900.715,69 \\
 &= \text{Rp } 361.005.494.269,96
 \end{aligned}$$

Tabel L-E.9 Tabel Biaya Operasi per Kapasitas

No	Kapasitas	Biaya Operasi
1	60%	Rp 216.603.296.561,97
2	80%	Rp 288.804.395.415,97
3	100%	Rp 361.005.494.269,96

## 9.2 Investasi

Tabel L-E.10 Modal Pinjaman Selama Masa Konstruksi

Masa Kontruksi (Tahun)	%	Modal Pinjaman		
		Jumlah	Bunga	Akumulasi
-2	50%	Rp 19.708.428.336,35		Rp 19.708.428.336,35
-1	50%	Rp 19.708.428.336,35	Rp 2.365.011.400,36	Rp 22.073.439.736,71
0	0%		Rp 4.730.022.800,72	Rp 4.730.022.800,72
Modal pinjaman akhir masa kontruksi				Rp 46.511.890.873,78

Tabel L-E.11 Modal Sendiri Selama Masa Konstruksi

Masa Kontruksi (Tahun)	%	Modal Sendiri		
		Jumlah	Inflasi	Akumulasi
-2	50%	Rp 29.562.642.504,52		Rp 29.562.642.504,52
-1	50%	Rp 29.562.642.504,52	Rp 626.728.021,10	Rp 30.189.370.525,62
0	0%		Rp 1.253.456.042,19	Rp 1.253.456.042,19
Modal sendiri akhir masa kontruksi				Rp 61.005.469.072,33

Total biaya produksi akhir masa konstruksi

= total modal pinjaman + total modal sendiri

= Rp 46.511.890.873,78 + Rp 61.005.469.072,33

= Rp 107.517.359.946,11

## 9.3 Return on Investmen (ROI)

*Return on Investment (ROI)* merupakan laju pengembalian modal investasi yang dinyatakan sebagai perbandingan laba dan modal tetap (fixed capital investment).

Tabel L-E.12 Laba per Tahun

Tahun ke- n	Laba Kotor (Sebelum Pajak)	Pajak	Laba Bersih (Setelah Pajak)
1	Rp 30.847.375.817,49	Rp 9.254.212.745,25	Rp 21.593.163.072,24
2	Rp 46.962.562.344,47	Rp 14.088.768.703,34	Rp 32.873.793.641,13
3	Rp 63.077.748.871,45	Rp 18.923.324.661,43	Rp 44.154.424.210,01
4	Rp 64.194.034.252,42	Rp 19.258.210.275,72	Rp 44.935.823.976,69
5	Rp 65.310.319.633,39	Rp 19.593.095.890,02	Rp 45.717.223.743,37
6	Rp 66.426.605.014,36	Rp 19.927.981.504,31	Rp 46.498.623.510,05
7	Rp 66.426.605.014,36	Rp 19.927.981.504,31	Rp 46.498.623.510,05
8	Rp 66.426.605.014,36	Rp 19.927.981.504,31	Rp 46.498.623.510,05
9	Rp 66.426.605.014,36	Rp 19.927.981.504,31	Rp 46.498.623.510,05
10	Rp 66.426.605.014,36	Rp 19.927.981.504,31	Rp 46.498.623.510,05
Rata-rata	Rp 60.252.506.599,10		Rp 42.176.754.619,37

$$\begin{aligned}
 ROI_{\text{sebelum pajak}} &= \frac{\text{rata-rata laba kotor}}{FCI} \times 100\% \\
 &= \frac{Rp\ 60.252.506.599,10}{Rp\ 83.760.820.429,47} \times 100\% \\
 &= 71,9340\ \%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 ROI_{\text{setelah pajak}} &= \frac{\text{rata-rata laba bersih}}{FCI} \times 100\% \\
 &= \frac{Rp\ 42.176.754.619,37}{Rp\ 83.760.820.429,47} \times 100\% \\
 &= 50,3538\ \%
 \end{aligned}$$

Analisa ini dilakukan untuk mengetahui laju pengembalian modal investasi total dalam pendirian pabrik. Kategori resiko pengembalian modal tersebut adalah:

- $ROI \leq 15$  resiko pengembalian modal rendah.
- $15 \leq ROI \leq 45$  resiko pengembalian modal rata-rata.
- $ROI \geq 45$  resiko pengembalian modal tinggi.

Dari hasil perhitungan diperoleh ROI sebesar 50,3538 % sehingga pabrik yang akan didirikan ini termasuk resiko laju pengembalian modal tinggi.

#### 9.4 Pay-out Time (POT)

Pay-out time (POT) merupakan waktu minimum pengembalian modal investasi (capital investment).

Tabel L-E.13 *Cumulative Net Cash Flow*

<b>Tahun ke-n</b>	<b>Net Cash Flow</b>	<b>Cumulative Net Cash Flow</b>
1	Rp 21.509.852.085,40	Rp 21.509.852.085,40
2	Rp 32.660.249.359,84	Rp 54.170.101.445,25
3	Rp 43.810.646.634,28	Rp 97.980.748.079,53
4	Rp 44.461.813.106,52	Rp 142.442.561.186,05
5	Rp 45.112.979.578,75	Rp 187.555.540.764,79
6	Rp 55.066.524.225,74	Rp 242.622.064.990,53
7	Rp 55.066.524.225,74	Rp 297.688.589.216,27
8	Rp 55.066.524.225,74	Rp 352.755.113.442,00
9	Rp 55.066.524.225,74	Rp 407.821.637.667,74
10	Rp 55.066.524.225,74	Rp 462.888.161.893,48

$$\begin{aligned}
\text{POT} &= \frac{(TCI-y1)}{(y2-y1)} (x2 - x1) + x1 \\
&= \frac{(Rp\ 98.542.141.681,73 - Rp\ 97.980.748.079,53)}{(Rp\ 97.980.748.079,53 - Rp\ 142.442.561.186,05)} (4\ \text{tahun} - 3\ \text{tahun}) + 4\ \text{tahun} \\
&= 3,0126\ \text{tahun}
\end{aligned}$$

Berdasarkan Tabel L-E.12 dan hasil metode interpolasi nilai TCI sebesar Rp 98.542.141.681,73 pada *cumulative net cash flow* tahun ke-3 dan ke-4, waktu pengembalian modal (POT) yaitu selama 3,0126 tahun. Waktu pengembalian modal ini memenuhi waktu yang dipersyaratkan yaitu 2-5 tahun (Aries & Newton, 1955, Hal. 196), sehingga dapat dikatakan bahwa pabrik layak untuk didirikan.

#### 9.5 Internal Rate of Return (IRR)

*Internal Rate of Return (IRR)* berdasarkan *discounted cash flow* adalah suatu tingkat bunga tertentu dimana seluruh penerimaan akan tetap menutup seluruh jumlah pengeluaran modal, dengan metode yang dilakukan yaitu trial harga *i* sehingga memenuhi persamaan berikut (Ifa & Nurdjannah, 2019, Hal. 130):

$$\text{Percent value} = \frac{\text{net cash flow}}{(1+i)^n}$$

dimana,

*i* = *Internal Rate of Return (IRR)*

*n* = tahun ke-*n*

Harga *i* diperoleh dengan cara trial and error hingga didapatkan nilai *i* pada *ratio total percent value* dengan TCI sama dengan 1.



Tabel L-E.14 *Discounted Cash Flow* untuk Nilai  $i$

<b>Tahun ke-n</b>	<b>Net Cash Flow</b>	<b>Persent Value pada <math>i = 36,295349974375\%</math></b>
1	Rp 21.509.852.085,40	Rp 15.781.794.528,90
2	Rp 32.660.249.359,84	Rp 17.581.560.438,96
3	Rp 43.810.646.634,28	Rp 17.303.603.136,71
4	Rp 44.461.813.106,52	Rp 12.884.364.786,82
5	Rp 45.112.979.578,75	Rp 9.591.716.107,84
6	Rp 55.066.524.225,74	Rp 8.590.163.499,99
7	Rp 55.066.524.225,74	Rp 6.302.609.371,19
8	Rp 55.066.524.225,74	Rp 4.624.229.199,59
9	Rp 55.066.524.225,74	Rp 3.392.800.415,02
10	Rp 55.066.524.225,74	Rp 2.489.300.196,71
<b>Total</b>		<b>Rp 98.542.141.681,73</b>

Berdasarkan trial and error (tabel L-E.14) didapatkan harga  $i$  sebesar 36,295349974375 % pada ratio berikut:

$$\begin{aligned} \text{Rasio} &= \frac{\text{total present value}}{TCI} \\ &= \frac{Rp\ 98.542.141.681,73}{Rp\ 98.542.141.681,73} \\ &= 1 \end{aligned}$$

Harga  $i$  yang diperoleh berdasarkan perhitungan lebih besar dari pada bunga bank yaitu 12%. Hal ini menunjukkan bahwa pabrik layak untuk didirikan dengan kondisi tingkat bunga bank 12% per tahun.

#### 9.6 Break Event Point (BEP) dan Shut Down Point (SDP)

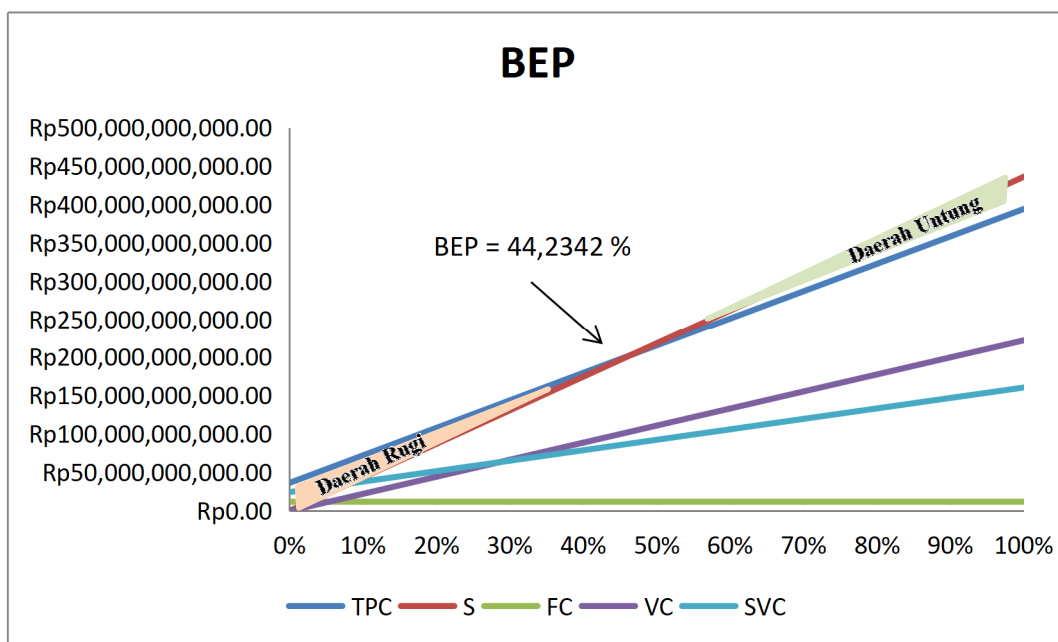
Analisis *break event point* (BEP) atau titik impas bertujuan untuk mengetahui kapasitas produksi pabrik yang paling minimal agar total biaya produksi sama dengan total penghasilan. Shut down point (SDP) bertujuan untuk mengetahui kapasitas produksi dimana *fixed charges* sama dengan jumlah kerugian pabrik. Adapun harga BEP digambarkan melalui Gambar L-E.1.

Tabel L-E.15 Komponen Biaya menentukan BEP dan SDP

A. Biaya Tetap/ <i>Fixed Charger</i> (FC)	
1 Depresiasi	Rp 8.567.900.715,69
2 Pajak lokal	Rp 2.512.824.612,88
3 Asuransi	Rp 837.608.204,29
<b>Total <i>Fixed Charger</i> (FC)</b>	<b>Rp 11.918.333.532,87</b>
B. <i>Semi Variabel Cost</i> (SVC)	
1 Gaji karyawan	Rp 9.457.000.000,00
2 <i>Plant-overhead cost</i> (10% dari TPC)	Rp 36.957.339.498,56
3 Pengawas dan tenaga administrasi	Rp 1.891.400.000,00
4 <i>General expenses</i> (Rp 4.730.022.800,72 + 20% dari TPC)	Rp 78.644.701.797,85
5 Biaya laboratorium	Rp 1.418.550.000,00

6 Perawatan dan perbaikan	Rp 6.700.865.634,36
7 Suplai pabrik	Rp 837.608.204,29
<b>Total Semi Variabel Cost (SVC)</b>	<b>Rp 135.907.465.135,07</b>
<b>C. Variabel Cost (VC)</b>	
1 Bahan baku	Rp 152.978.992.278,48
2 Utilitas	Rp 53.985.668.239,80
3 Paten dan royalty (4% dari TCP)	Rp 14.782.935.799,43
<b>Total Variabel Cost (VC)</b>	<b>Rp 221.747.596.317,71</b>
<b>D. Hasil Penjualan Produk (S)</b>	<b>Rp 436.000.000.000,00</b>

$$\begin{aligned}
 \text{Break Event Point (BEP)} &= \frac{FC + 0,3 \text{ SVC}}{S - (0,7 \text{ SVC}) - VC} \times 100\% \\
 &= \frac{\text{Rp } 11.918.333.532,87 + 0,3 \times \text{Rp } 135.907.465.135,07}{\text{Rp } 436.000.000.000,00 - (0,7 \times \text{Rp } 135.907.465.135,07) - \text{Rp } 221.747.596.317,71} \times 100\% \\
 &= 44,2342 \% \\
 \text{BEP pada kapasitas produksi} &= 44,2342 \% \times \text{kapasitas produksi} \\
 &= 44,2342 \% \times 4.000 \text{ ton/tahun} \\
 &= 1.769,3694 \text{ ton/tahun}
 \end{aligned}$$



Gambar L-E.1 Grafik Break Event Point (BEP)

Nilai BEP yang baik yaitu 40% - 60% (Ifa & Nurdjannah, 2019, Hal. 89).

Nilai BEP yang diperoleh memenuhi nilai BEP yang dipersyaratkan, maka dapat dikatakan bahwa pabrik layak untuk didirikan.

$$\text{Shut Down Point (SDP)} = \frac{0,3 \cdot SVC}{S - (0,7 \cdot SVC) - VC} \times 100\%$$

$$= \frac{0,3 \times Rp\ 135.907.465.135,07}{Rp\ 436.000.000.000,00 - (0,7 \times Rp\ 135.907.465.135,07) - Rp\ 221.747.596.317,71} \times 100\%$$

$$= 34,2287 \%$$

SDP pada kapasitas produksi = 34,2287 % x kapasitas produksi

$$= 34,2287 \% \times 4.000 \text{ ton/tahun}$$

= 1.369,1473 ton/tahun



Tabel L-E.16 Cash Flow

Tahun ke-n	Kapasitas	INVESTASI									Pengembalian Pinjaman	Sisa Pinjaman (13-12)
		Modal Sendiri				Modal Pinjaman				Investasi Total (6+10)		
		Pengeluaran	Inflasi	Jumlah (3+4)	Akumulasi	Pengeluaran	Bunga	Jumlah (7+8)	Akumulasi			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
-2	0%	Rp29.562.642.504,52	Rp0,00	Rp29.562.642.504,52	Rp29.562.642.504,52	Rp19.708.428.336,35	Rp0,00	Rp19.708.428.336,35	Rp19.708.428.336,35	Rp49.271.070.840,87		
-1	0%	Rp29.562.642.504,52	Rp626.728.021,10	Rp30.189.370.525,62	Rp59.752.013.030,14	Rp19.708.428.336,35	Rp2.365.011.400,36	Rp22.073.439.736,71	Rp41.781.868.073,06	Rp101.533.881.103,19		
0	0%	Rp0,00	Rp1.253.456.042,19	Rp1.253.456.042,19	Rp61.005.469.072,33	Rp0,00	Rp4.730.022.800,72	Rp4.730.022.800,72	Rp46.511.890.873,78	Rp107.517.359.946,11		
1	60%										Rp9.302.378.174,76	Rp37.209.512.699,02
2	80%										Rp9.302.378.174,76	Rp27.907.134.524,27
3	100%										Rp9.302.378.174,76	Rp18.604.756.349,51
4	100%										Rp9.302.378.174,76	Rp9.302.378.174,76
5	100%										Rp9.302.378.174,76	Rp0,00
6	100%											
7	100%											
8	100%											
9	100%											
10	100%											

Tahun ke-n	Kapasitas	Hasil Penjualan	Biaya Operasi	Depresiasi (10% FCI)	Bunga Sisa Pinjaman (12% sisa pinjaman)	Total Biaya Produksi (15+16+17+)	LABA			CASH FLOW		
							Kotor (Sebelum Pajak) (14-18)	Pajak 30% Laba Kotor	Bersih (Setelah Pajak) (19-20)	Gross (16+21)	Net (22-12)	Akumulasi Net
1	2	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
-2	0%											
-1	0%											
0	0%											
1	60%	Rp261.600.000.000,00	Rp216.603.296.561,97	Rp8.567.900.715,69	Rp5.581.426.904,85	Rp230.752.624.182,51	Rp30.847.375.817,49	Rp9.254.212.745,25	Rp21.593.163.072,24	Rp30.812.230.260,16	Rp21.509.852.085,40	Rp21.509.852.085,40
2	80%	Rp348.800.000.000,00	Rp288.804.395.415,97	Rp8.567.900.715,69	Rp4.465.141.523,88	Rp301.837.437.655,53	Rp46.962.562.344,47	Rp14.088.768.703,34	Rp32.873.793.641,13	Rp41.962.627.534,60	Rp32.660.249.359,84	Rp54.170.101.445,25
3	100%	Rp436.000.000.000,00	Rp361.005.494.269,96	Rp8.567.900.715,69	Rp3.348.856.142,91	Rp372.922.251.128,56	Rp63.077.748.871,45	Rp18.923.324.661,43	Rp44.154.424.210,01	Rp53.113.024.809,04	Rp43.810.646.634,28	Rp97.980.748.079,53
4	100%	Rp436.000.000.000,00	Rp361.005.494.269,96	Rp8.567.900.715,69	Rp2.232.570.761,94	Rp371.805.965.747,58	Rp64.194.034.252,42	Rp19.258.210.275,72	Rp44.935.823.976,69	Rp53.764.191.281,27	Rp44.461.813.106,52	Rp142.442.561.186,05
5	100%	Rp436.000.000.000,00	Rp361.005.494.269,96	Rp8.567.900.715,69	Rp1.116.285.380,97	Rp370.689.680.366,61	Rp65.310.319.633,39	Rp19.593.095.890,02	Rp45.717.223.743,37	Rp54.415.357.753,50	Rp45.112.979.578,75	Rp187.555.540.764,79
6	100%	Rp436.000.000.000,00	Rp361.005.494.269,96	Rp8.567.900.715,69		Rp369.573.394.985,64	Rp66.426.605.014,36	Rp19.927.981.504,31	Rp46.498.623.510,05	Rp55.066.524.225,74	Rp55.066.524.225,74	Rp242.622.064.990,53
7	100%	Rp436.000.000.000,00	Rp361.005.494.269,96	Rp8.567.900.715,69		Rp369.573.394.985,64	Rp66.426.605.014,36	Rp19.927.981.504,31	Rp46.498.623.510,05	Rp55.066.524.225,74	Rp55.066.524.225,74	Rp297.688.589.216,27
8	100%	Rp436.000.000.000,00	Rp361.005.494.269,96	Rp8.567.900.715,69		Rp369.573.394.985,64	Rp66.426.605.014,36	Rp19.927.981.504,31	Rp46.498.623.510,05	Rp55.066.524.225,74	Rp55.066.524.225,74	Rp352.755.113.442,00
9	100%	Rp436.000.000.000,00	Rp361.005.494.269,96	Rp8.567.900.715,69		Rp369.573.394.985,64	Rp66.426.605.014,36	Rp19.927.981.504,31	Rp46.498.623.510,05	Rp55.066.524.225,74	Rp55.066.524.225,74	Rp407.821.637.667,74
10	100%	Rp436.000.000.000,00	Rp361.005.494.269,96	Rp8.567.900.715,69		Rp369.573.394.985,64	Rp66.426.605.014,36	Rp19.927.981.504,31	Rp46.498.623.510,05	Rp55.066.524.225,74	Rp55.066.524.225,74	Rp462.888.161.893,48

