

PRARANCANGAN PABRIK  
PUPUK DIAMMONIUM PHOSPHAT (DAP)  
KAPASITAS 80.000 TON/TAHUN



SKRIPSI PRARANCANGAN PABRIK

Diajukan untuk memenuhi salah  
satu syarat guna memperoleh Gelar  
Sarjana Terapan di Politeknik  
Negeri Ujung Pandang

KHUZAIMAH AINUDDIN (432 20 079)  
NURSYAFIKA (432 20 076)

PROGRAM STUDI D-4 TEKNOLOGI KIMIA INDUSTRI  
JURUSAN TEKNIK KIMIA  
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG  
2022

## HALAMAN PENGESAHAN

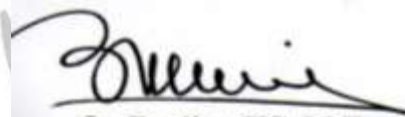
Skripsi dengan judul “Prarancangan Pabrik Pupuk Diammonium Phosphat (DAP) Kapasitas 80.000 Ton/Tahun” oleh Khuzaimah Ainuddin NIM 432 20 079 telah diterima dan disahkan sebagai salah satu syarat gelar Sarjana Terapan Teknik (S.Tr.T) pada jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, 18 November 2022

Pembimbing I

Menyetujui,

Pembimbing II



**Ir. Barlian HS, M.T**  
NIP. 19591112 199003 1 001



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

Mengetahui,  
a.n Direktur

Kotma Jurusan Teknik Kimia



**Drs. Herman Banggalino, M.T**  
NIP. 196108311990031002

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul “Prarancangan Pabrik Pupuk Diammonium Phosphat (DAP) Kapasitas 80.000 Ton/Tahun” oleh Nursyafika NIM 432 20 076 telah diterima dan disahkan sebagai salah satu syarat gelar Sarjana Terapan Teknik (S.Tr.T) pada jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, 18 November 2022

Pembimbing I

Menyetujui,

Pembimbing II



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



**Ir. Barlian HS, M.T**  
NIP. 19591112 199003 1 001

Mengetahui,  
a.n Direktur

Ketua Jurusan Teknik Kimia



**Drs. Herman Banggalino. M.T**  
NIP. 19610831 199003 1 002

## HALAMAN PENERIMAAN

Pada hari ini, 18 November 2022 tim penguji ujian sidang Skripsi Prarancangan Pabrik telah menerima hasil ujian sidang Skripsi Prarancangan Pabrik oleh mahasiswa Khuzaimah Ainuddin NIM 432 20 079 dengan judul "Prarancangan Pabrik Pupuk Diammonium Phosphat (DAP) Kapasitas 80.000 Ton/Tahun".

Makassar, 18 November 2022

Tim Penguji Ujian Sidang Skripsi:

1. Drs. Abdul Azis, M.T.	Ketua	(.....  )
2. Dr. Ridhawati, S.T., M.T.	Sekretaris	(.....  )
3. Tri Hartono, LRSC., M.Chem.Eng.	Anggota	(.....  )
4. Dr. Joice Manga, S.T., M.T.	Anggota	(.....  )
5. Ir. Barlian HS, M.T.	Pembimbing I	(.....  )
6. Yuliani HR., S.T., M.Eng	Pembimbing II	(.....  )



## HALAMAN PENERIMAAN

Pada hari ini, 18 November 2022 tim penguji ujian sidang Skripsi Prarancangan Pabrik telah menerima hasil ujian sidang Skripsi Prarancangan Pabrik oleh mahasiswa Nursyafika NIM 432 20 076 dengan judul "Prarancangan Pabrik Pupuk Diammonium Phosphat (DAP) Kapasitas 80.000 Ton/Tahun".

Makassar, 18 November 2022

Tim Penguji Ujian Sidang Skripsi:

- |                                    |               |  |
|------------------------------------|---------------|--|
| 1. Drs. Abdul Azis, M.T.           | Ketua         | (.....  )   |
| 2. Dr. Ridhawati, S.T., M.T.       | Sekretaris    | (.....  )  |
| 3. Tri Hartono, LRSC., M.Chem.Eng. | Anggota       | (.....  ) |
| 4. Dr. Joice Manga, S.T., M.T.     | Anggota       | (.....  ) |
| 5. Yuliani HR., S.T., M.Eng.       | Pembimbing I  | (.....  ) |
| 6. Ir. Barlian HS, M.T.            | Pembimbing-II | (.....  )  |

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan yang Maha Esa atas berkat dan limpahan rahmat-Nya yang telah memberikan banyak kesempatan, sehingga penulis masih diberi waktu dan kesempatan untuk dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Prarancangan Pabrik Pupuk Diammonium Phosphat (DAP) Kapasitas 80.000 Ton/Tahun”.

Dalam penulisan skripsi ini penulis menyadari banyak kesulitan dan hambatan yang dihadapi, namun berkat dukungan doa, kerja keras, bimbingan, saran serta masukan yang membangun dari berbagai pihak hingga akhirnya skripsi ini dapat diselesaikan. Oleh karena itu, penulis dengan tulus mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Ir. Muhammad Anshar, M.Si., Ph.D selaku Direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang beserta jajarannya yang telah memberikan arahan dan bimbingan.
2. Bapak Drs. Herman Banggalino, M.T selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia yang telah memberikan arahan dan bimbingan.
3. Ibu Dr. Fajriyati Mas’ud, S.TP., M.Si selaku Wali Kelas Program D-4 Teknologi Kimia Industri yang telah memberikan arahan dan bimbingan.
4. Ibu Yuliani HR., S.T., M.Eng. selaku pembimbing selama melaksanakan tugas akhir, terima kasih atas bimbingan, ilmu, motivasi, dukungan, arahan dan segala kebaikannya.

5. Bapak Barlian HS, M.T selaku pembimbing selama melaksanakan tugas akhir, terima kasih atas bimbingan, ilmu, motivasi, dukungan, arahan dan segala kebaikannya.
6. Bapak dan Ibu dosen Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang yang senantiasa memberikan ilmu pengetahuan dan dukungan kepada penyusun selama menempuh pendidikan.
7. Keluarga yang selalu memberikan dukungan dan motivasi kepada penulis selama hidup kami.
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.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna baik dari kalimat, materi maupun teknik penyajiannya. Hal ini mengingat keterbatasan kemampuan dan pengetahuan penulis. Walaupun demikian usaha yang maksimal telah dilakukan dalam penyelesaian skripsi ini agar dapat memenuhi harapan. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat, khususnya bagi penulis, umumnya bagi pembaca sehingga kritik dan saran yang sifatnya membangun demi perbaikan sangat diharapkan.

Makassar, 18 November 2022

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PENERIMAAN .....	iv
KATA PENGANTAR .....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
DAFTAR SIMBOL.....	xvii
ABSTRAK.....	xxiii
SURAT PERNYATAAN.....	xxiv
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik.....	1
1.2 Tinjauan Pustaka .....	2
1.2.1 Tinjauan Proses .....	2
1.2.2 Tinjauan Termodinamika .....	5
1.2.3 Penentuan Kapasitas Pabrik.....	8
1.3 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk .....	12
1.4 Uraian Proses.....	12
<b>BAB II NERACA MASSA DAN NERACA ENERGI.....</b>	<b>18</b>
2.1 Neraca Massa .....	18
2.1.1 Mixer .....	19

2.1.2	Scrubber.....	19
2.1.3	Reaktor .....	19
2.1.4	Granulator.....	20
2.1.5	Rotary Dryer.....	20
2.1.6	Cyclone.....	20
2.1.7	Bag Filter.....	21
2.1.8	Screen .....	21
2.1.9	Crusher .....	21
2.2	Neraca Energi.....	22
2.2.1	Scrubber.....	22
2.2.2	Heater Amonia 1.....	22
2.2.3	Heater Amonia 2.....	22
2.2.4	Reaktor .....	23
2.2.5	Granulator.....	23
2.2.6	Rotary Dryer.....	23
2.2.7	Heater Udara.....	24
2.3	Diagram Alir Engineering.....	25
<b>BAB III SPESIFIKASI ALAT.....</b>		<b>26</b>
3.1.	Tangki Amonia (T-01).....	26
3.2.	Tangki Asam Fosfat (T-02).....	26
3.3.	Heater Amonia (HA-01).....	27
3.4.	Mixer (M-01).....	28
3.5.	Wet Scrubber (WS-01).....	29
3.6.	Reaktor (R-01).....	30

3.7. Granulator (G-03).....	30
3.8. Rotary Dryer (RD-01) .....	30
3.9. Heater Udara (HU-01).....	31
3.10. Bag Filter (BF--01) .....	32
3.11. Crusher (CR-01) .....	33
3.12. Blower (BL-01).....	33
3.13. Cyclone (CY-01).....	34
3.14. Screen (S-01) .....	34
3.15. Bin (B-01).....	35
3.16. Packaging Unit (PU-01).....	35
3.17. Gudang Produk (GP-01) .....	36
3.18. Bucket Elevator (BE-01) .....	36
3.19. Belt Conveyor (BC-01).....	37
3.20. Pompa .....	39
<b>BAB IV UTILITAS.....</b>	<b>41</b>
4.1. Unit Penyediaan <i>Steam</i> (Boiler).....	41
4.1.1. Kebutuhan <i>Steam</i> .....	41
4.1.2. Spesifikasi Peralatan Penyediaan <i>Steam</i> .....	43
4.2. Unit penyediaan Air .....	44
4.2.1. Kebutuhan Air Pabrik.....	44
4.2.2. Pengolahan Air .....	49
4.2.3. Kebutuhan Bahan Kimia untuk Pengolahan Air .....	54

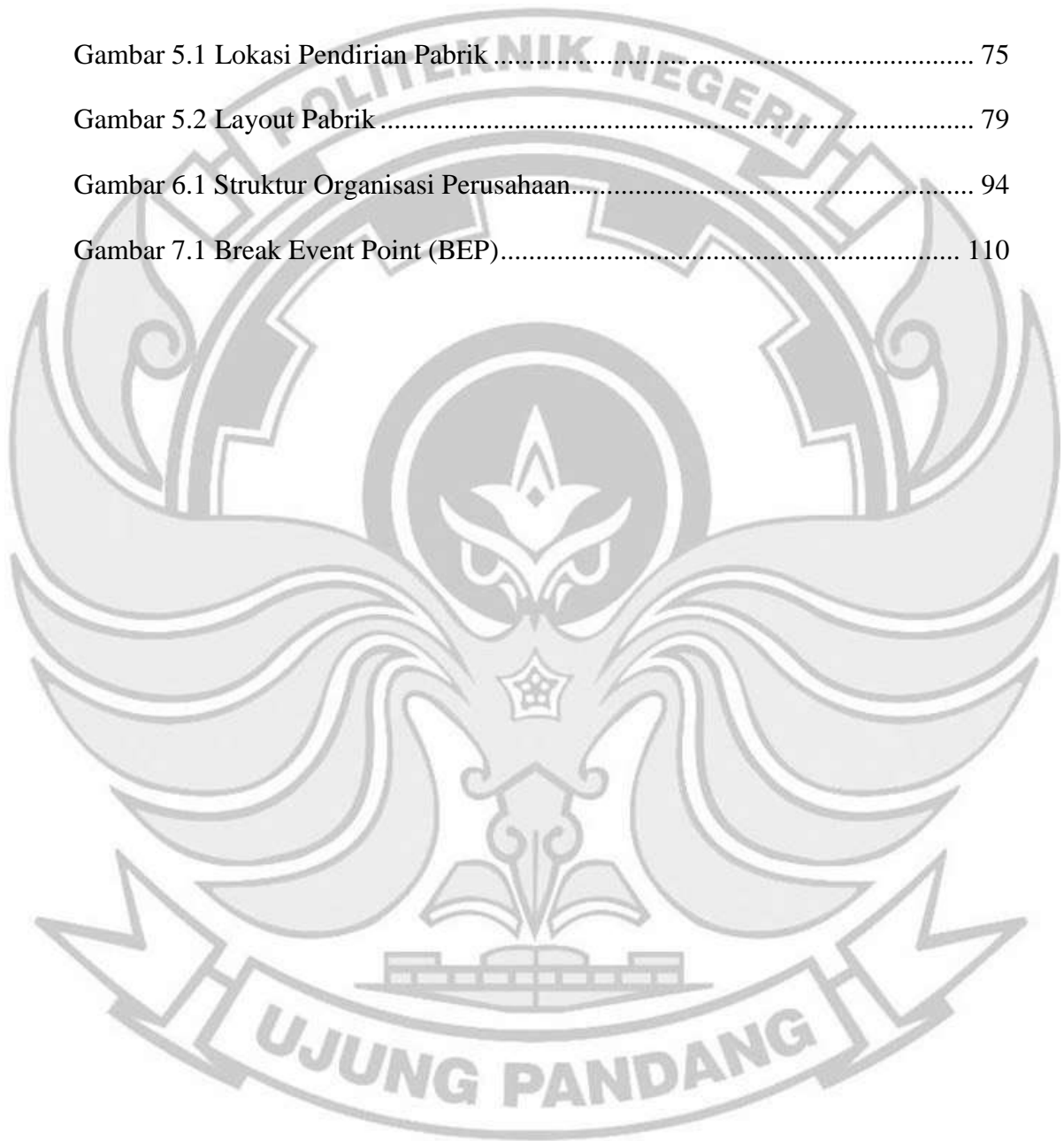
4.2.4. Spesifikasi Peralatan Unit Penyediaan Air.....	54
4.3. Unit Pembangkit Listrik.....	62
4.3.1. Kebutuhan Listrik Pabrik.....	63
4.3.2. Spesifikasi Peralatan Penyediaan Listrik.....	66
4.4. Unit Penyedia Bahan Bakar.....	67
4.4.1. Kebutuhan Bahan Bakar.....	67
4.4.2. Spesifikasi Alat Penyediaan Bahan Bakar.....	67
4.5. Unit Pengolahan Limbah.....	68
4.5.1. Spesifikasi Alat Pengelolaan Limbah.....	69
<b>BAB V LAY OUT/TATA LETAK PABRIK.....</b>	<b>72</b>
5.1 Lokasi Pabrik.....	72
5.2 Tata Letak Pabrik.....	75
5.3 Aspek Keselamatan.....	79
5.4 Instrumentasi.....	85
<b>BAB VI STRUKTUR ORGANISASI.....</b>	<b>91</b>
6.1 Bentuk Perusahaan.....	91
6.2 Struktur Organisasi.....	92
6.3 Tugas dan Wewenang.....	95
6.4 Status Karyawan.....	101
6.5 Pembagian Jam Kerja Karyawan.....	102
6.6 Jumlah Karyawan.....	104
<b>BAB VII ANALISIS EKONOMI.....</b>	<b>107</b>

7.1 <i>Total Capital Investment (TCI)</i> .....	107
7.2 <i>Total Production Cost (TPC)</i> .....	108
7.3 Analisis Ekonomi .....	109
BAB VIII KESIMPULAN.....	111
DAFTAR PUSTAKA .....	113



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Diagram Alir Kuantitatif .....	7
Gambar 2.1 <i>Piping and Instrumentation Diagram</i> .....	25
Gambar 4.1 Flowsheet Utilitas.....	71
Gambar 5.1 Lokasi Pendirian Pabrik .....	75
Gambar 5.2 Layout Pabrik .....	79
Gambar 6.1 Struktur Organisasi Perusahaan.....	94
Gambar 7.1 Break Event Point (BEP).....	110



## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Pertimbangan Proses .....	4
Tabel 1.2 Data Energi Pembentukan Pada Suhu 25°C.....	5
Tabel 1.3 Data Energi Gibbs Pada Suhu 25°C .....	6
Tabel 1.4 Impor DAP di Indonesia .....	8
Tabel 1.5 Kapasitas Produksi Amonia & Asam Fosfat di Indonesia .....	11
Tabel 2.1 Komposisi Bahan Baku.....	18
Tabel 2.2 Neraca Massa Total Mixer.....	19
Tabel 2.3 Neraca Massa Total Scrubber .....	19
Tabel 2.4 Neraca Massa Total Reaktor.....	18
Tabel 2.5 Neraca Massa Total Granulator .....	20
Tabel 2.6 Neraca Massa Total Rotary Dryer .....	20
Tabel 2.7 Neraca Massa Total Cyclone .....	20
Tabel 2.8 Neraca Massa Total Bag Filter .....	21
Tabel 2.9 Neraca Massa Total Screen.....	21
Tabel 2.10 Neraca Massa Total Crusher.....	21
Tabel 2.11 Neraca Panas Total Scrubber .....	22
Tabel 2.12 Neraca Panas Total Heater Amonia 1 .....	22
Tabel 2.13 Neraca Panas Total Heater Amonia 2 .....	22
Tabel 2.14 Neraca Panas Total Reaktor.....	23
Tabel 2.15 Neraca Panas Total Granulator .....	23
Tabel 2.16 Neraca Panas Total Rotary Dryer .....	23
Tabel 2.17 Neraca Panas Total Heater Udara 1 .....	24

Tabel 3.1 Hasil Perhitungan untuk semua Bucket Elevator.....	37
Tabel 3.2 Hasil Perhitungan untuk semua Belt Conveyor .....	38
Tabel 3.3 Hasil Perhitungan untuk semua Pompa .....	39
Tabel 4.1 Kebutuhan Steam untuk Pemanas.....	42
Tabel 4.2 Standar Kualitas Air Bersih .....	49
Tabel 4.3 Syarat-syarat Air Umpan Boiler .....	53
Tabel 4.4 Hasil Perhitungan untuk semua Pompa Utilitas.....	55
Tabel 4.5 Hasil Perhitungan untuk semua Bak Utilitas .....	57
Tabel 4.6 Hasil Perhitungan untuk semua Unit Proses .....	64
Tabel 4.7 Kebutuhan Listrik Unit Utilitas .....	64
Tabel 4.8 Kebutuhan Listrik untuk Penerangan.....	65
Tabel 5.1 Penggunaan Instrumentasi pada Peralatan Pabrik Pupuk DAP .....	89
Tabel 6.1 Jadwal Kerja masing-masing Karyawan.....	104
Tabel 6.2 Perincian Jumlah Karyawan.....	104

## 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 Analisa Ekonomi.....	E-1



## DAFTAR SIMBOL

F	= Nilai Kebutuhan pada tahun ke-n (ton)
P	= Besarnya data pada tahun sekarang (ton/tahun)
i	= Kenaikan data rata-rata (%)
N	= Selisih tahun (tahun ke-n)
$m_1$	= Nilai impor 2022 (ton/tahun)
$m_2$	= Produksi pabrik dalam negeri (ton/tahun)
$m_3$	= Kapasitas pabrik yang akan didirikan pada tahun n (ton/tahun)
$m_4$	= Nilai ekspor tahun 2022 (ton/tahun)
$m_5$	= Nilai konsumsi tahun 2022 (ton/tahun)
$\Delta H_f$	= Entalpi pembentukan (kJ/kmol)
$\Delta G^\circ$	= Energi Gibbs (kJ/kmol)
m	= Massa (kg)
BM	= Berat molekul (g/gmol)
n	= mol (mol)
Cp	= Kapasitas panas (Kcal/kmol)
$\Delta T$	= Perubahan suhu ( $^\circ\text{C}$ )
Q	= Panas atau kalor (kcal/jam)
$\rho$	= Densitas ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )
$\mu$	= Viskositas (cP)
V	= Volume ( $\text{m}^3$ )
D	= Diameter (m)
H	= Tinggi <i>shell</i> (m)
L	= Panjang <i>Shell</i> (m)
HLs	= Tinggi larutan dalam silinder (m)
Vs	= Volume <i>shell</i> ( $\text{m}^3$ )
H	= Panjang Horizontal <i>shell</i> (m)
P <sub>h</sub>	= Tekanan Hidrostatik (Psi)
P <sub>d</sub>	= Tekanan design (Psi)
ts	= Tebal <i>shell</i> (in)
th	= Tebal tutup (in)
ri	= Jari-jari dalam tangki (in)
c	= Faktor korosi

$f$	= Allowable stress (Psi)
$A$	= Luas permukaan (ft <sup>2</sup> )
$NRe$	= Bilangan Reynold
$x_i$	= Fraksi massa
$v$	= Laju alir volumetric (ft <sup>3</sup> /s)
$f$	= Faktor friksi
$v$	= Kecepatan linier fluida (ft/s)
$F_f$	= Friction loss (ft/lbf/lbm)
$Le$	= Panjang ekuivalen pipa (ft)
$g_c$	= Percepatan gravitasi (32,174 lbf.ft/lbf.s <sup>2</sup> )
$Z_1$	= Ketinggian sebelum pompa (ft)
$Z_2$	= Ketinggian sesudah pompa (ft)
$\eta$	= Efisiensi
$t$	= waktu (sekon)
$W$	= Lebar Pengaduk (m)
$J$	= Lebar <i>baffle</i> (m)
$Z_i$	= Jarak pengaduk (m)
$\tau$	= Momen puntir (kg-m)
$f_s$	= <i>Shear stress</i> (kgf/cm <sup>2</sup> )
$F_m$	= Beban maksimum (kg)
$E$	= Modulus Elastisitas (kg/cm <sup>2</sup> )
$I$	= Momen inersia
$T_1$	= Suhu aliran panas masuk (°C)
$T_2$	= Suhu aliran panas keluar (°C)
$t_1$	= Suhu aliran dingin masuk (°C)
$t_2$	= Suhu aliran dingin keluar (°C)
$\Delta T_{LMTD}$	= <i>Log mean temperature design</i> (°F)
$G_a$	= <i>Mass velocity</i> (lb/jam.ft <sup>2</sup> )
$K$	= Konduktivitas termal (Btu/jam.ft.°F)
$U_C$	= <i>Clean Overall Coefficient</i> (Btu/jam.ft <sup>2</sup> .°F)
$U_D$	= <i>Design Overall Coefficient</i> (Btu/jam.ft <sup>2</sup> .°F)
$A$	= Luas permukaan perpindahan panas (ft <sup>2</sup> )
$OA$	= <i>Overall dimension</i> (m)
$S_f$	= <i>Straight flange</i> (in)

$d_1$	= <i>Nozzle input</i> dari reaktor (in)
$d_3$	= <i>Nozzle output</i> dari reaktor (in)
H	= Tinggi <i>leg</i> (kaki) (m)
$C_{A0}$	= Konsentrasi umpan (kmol/L)
$C_A$	= Konsentrasi sisa (kmol/L)
K	= Kinetika reaksi (kgmol/L.jam)
icr	= <i>Inside corner radius</i> (in)
b	= <i>Depth of dish</i> (in)
Da	= Diameter pengaduk (ft)
N	= Putaran pengaduk (rpm)
WELH	= <i>Water equivalent liquid height</i> (ft)
Lp	= Panjang poros (m)
Dp	= Diameter poros (m)
tn	= Tebal <i>nozzle</i> (in)
trn	= Tebal teoritis <i>nozzle</i> (in)
tp	= Tebal penguat <i>nozzle</i> (in)
W	= Beban reactor (lb)
n	= Jumlah Penyangga
$A_b$	= Luas penampang baut (in <sup>2</sup> )
$d_b$	= Diameter baut (in)
B	= <i>Bolt Spacing</i> (in)
R	= <i>Radial Distance</i> (in)
E	= <i>Edge Distance</i> (in)
$D_p$	= Diameter partikel (mm)
G	= Kecepatan massa umpan (lb/jam.ft <sup>2</sup> )
F	= <i>Feed rate</i> granulator (lb/jam.ft <sup>2</sup> )
S	= Slope kemiringan granulator
$L_c$	= Panjang corong (m)
$D_c$	= Diameter corong (m)
Z	= Jarak antar <i>flight</i> (m)
$\beta$	= Sudut <i>flight</i> (°)
t	=Tinggi radial <i>flight</i> (m)
$D_g$	= Diameter <i>pitch gear</i> (m)
$P_c$	= <i>Circular pitch</i> (in)



$N_g$	= Jumlah gigi <i>gear</i>
$b$	= Lebar permukaan gigi (m)
$Y$	= Faktor permukaan gigi (m)
$F_w$	= Batasan beban (lb)
$D_p$	= Diameter pinion (in)
BHP	= <i>Brake Horsepower</i> (hp)
$W$	= Berat material (lb)
$D$	= Diameter <i>riding ring</i> (ft)
$i$	= Perbandingan putaran
$N_1$	= Putaran motor (rpm)
$N_2$	= Putaran <i>reducer</i> (rpm)
$N_3$	= Putaran <i>gear drive</i> (rpm)
$P_t$	= Radial <i>load</i> (lb)
$P_r$	= Radial <i>load</i> sesungguhnya (lb)
$k_2$	= Faktor yang menyangkut umur <i>bearing</i>
$k_3$	= Faktor kecepatan putaran
$k_4$	= Faktor rotasi
$k_5$	= Faktor <i>impact load</i> , untuk beban konstan dan tetap
$P_1$	= Beban vertical (lb)
$P_2$	= Beban horizontal (lb)
$M_v$	= Momen akibat gaya vertical (lb)
$M_h$	= Momen akibat gaya horizontal (lb)
$a$	= <i>Sieve opening</i> (in)
$A$	= <i>Screen area</i> (ft <sup>2</sup> )
$C_t$	= <i>Flow rate</i> (ton/jam)
$C_u$	= <i>Unit capacity</i>
$F_{oa}$	= <i>Open area factor</i>
$F_s$	= <i>Slotte area factor</i>
$W$	= Daya (kWh)
$W_i$	= <i>Work index</i>
$d$	= Diameter awal ( $\mu\text{m}$ )
$d_i$	= Diameter akhir ( $\mu\text{m}$ )
SP	= Total <i>power</i> (Hp)
$H_v$	= <i>Saturated vapor</i> (Btu/lb)

$H_i$	= Saturated liquid (Btu/lb)
$m_s$	= Massa steam yang dihasilkan (lb/jam)
$\lambda_{steam}$	= Panas laten saturated steam (Btu/lb)
$W'$	= Kebutuhan air umpan boiler (lb/jam)
$W$	= Steam yang dihasilkan boiler (lb/jam)
$m_f$	= Massa bahan bakar (lb/jam)
$\eta_B$	= Efisiensi boiler
$L$	= Panjang tube (ft)
$N_t$	= Jumlah tube
$T_w$	= Suhu wet bulb ( $^{\circ}F$ )
$T_{G1}$	= Suhu udara masuk ( $^{\circ}F$ )
$T_{G2}$	= Suhu udara keluar ( $^{\circ}F$ )
$E_x$	= Harga alat pada tahun 2022 (US\$)
$E_y$	= Harga alat pada tahun 2014 (US\$)
$N_x$	= Indeks tahun 2022
$N_y$	= Indeks tahun 2014
$E_a$	= Harga alat dengan kapasitas diketahui (US\$)
$E_b$	= Harga alat dengan kapasitas dicari (US\$)
$C$	= Kapasitas alat (L)
$n$	= Eksponen
POS	= Percent Profit on Sales (%)
ROI	= Return on Investment (%)
POT	= Pay Out Time (tahun)
IRR	= Interest rate of return (%)
BEP	= Break Event Point (%)
SDP	= Shut Down Point (%)
PEC	= Purchased Equipment Cost (US\$)
PPC	= Pysical Plant Cost (US\$)
DPC	= Direct Plant Cost (US\$)
TCI	= Total Capital Investment (US\$)
MC	= Manufacturing Cost (US\$)
DMC	= Direct Manufacturing Cost (US\$)
IMC	= Indirect Manufacturing Cost (US\$)
FMC	= Fixed Manufacturing Cost (US\$)

TMC = *Total Manufacturing Cost* (US\$)  
GE = *General Expense* (US\$)



# Prarancangan Pabrik Pupuk *Diammonium Phosphat* (DAP) Kapasitas 80.000 Ton/Tahun

## ABSTRAK

Indonesia merupakan negara kepulauan dengan lahan pertanian yang cukup luas sehingga sebagian penduduknya bermata pencarian sebagai petani. Untuk menghasilkan tanaman yang berkualitas bagus tidak terlepas dari pupuk, sehingga permintaan akan pupuk semakin meningkat. Salah satu jenis pupuk yang digunakan yaitu pupuk *Diammonium Phosphat* (DAP). Selain digunakan di sektor pertanian, *Diammonium phosphat* juga digunakan pada industri rokok, industri makanan, industri pakaian, serta industri elektronik.

*Diammonium Phosphat* dibuat dengan mereaksikan amonia ( $\text{NH}_3$ ) dengan asam fosfat ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) pada reaktor RATB selama 30 menit pada suhu  $115\text{ }^\circ\text{C}$  dengan tekanan 1 atm. Pabrik *Diammonium Phosphat* dengan kapasitas 80.000 Ton/Tahun membutuhkan bahan baku amonia ( $\text{NH}_3$ ) sebesar 1845,2727 kg/jam dan asam fosfat ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) sebesar 11063,0111 kg/jam. Kebutuhan utilitas terdiri dari steam sebesar 3961 kg/jam, air 22385 kg/jam, listrik 121,6387 kW, dan bahan bakar 230,9006 L/jam.

Pabrik *Diammonium Phosphat* direncanakan akan didirikan di kawasan JIPE Gresik, Jawa Timur. Perusahaan berbentuk perseroan terbatas (PT) dengan jumlah karyawan sebanyak 206 orang. Pabrik beroperasi 24 jam setiap hari selama 330 hari per tahun dengan pembagian jam kerja dilakukan berdasarkan sistem shift untuk karyawan operasional.

Berdasarkan perhitungan analisa ekonomi untuk pendirian pabrik *Diammonium Phosphat*, total investasi yang dibutuhkan sebesar terdiri dari modal tetap Rp. 529.537.335.513 dan modal kerja Rp. 255.634.325.162. Harga jual produk sebesar Rp. 1.672.825.280.000 per tahun dengan keuntungan sebelum pajak sebesar 28% dan keuntungan sesudah pajak sebesar 20%. Profitabilitas meliputi POT sebelum pajak 2,60 tahun dan POT sesudah pajak 3,34 tahun. Breakeven point (BEP) sebesar 53% , Shut Down Point sebesar 35% dan IRR sebesar 23,29%.

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

**Nama : Khuzaimah Ainuddin**

**NIM : 432 20 079**

menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini yang berjudul “Prarancangan Pabrik Pupuk Diammonium Phosphat (DAP) Kapasitas 80.000 Ton/Tahun” merupakan gagasan, hasil karya sendiri dengan arahan dan 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 dan dikutip dari karya yang diterbitkan penulis lain telah disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam daftar pustaka skripsi prarancangan pabrik ini.

Jika pernyataan saya di atas tidak benar, saya siap menanggung resiko yang ditetapkan oleh Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, 18 November 2022

Yang Membuat,



Khuzaimah Ainuddin

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

**Nama : Nursyafika**

**NIM : 432 20 076**

menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini yang berjudul “Prarancangan Pabrik Pupuk Diammonium Phosphat (DAP) Kapasitas 80.000 Ton/Tahun” merupakan gagasan, hasil karya sendiri dengan arahan dan 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 dan dikutip dari karya yang diterbitkan penulis lain telah disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam daftar pustaka skripsi prarancangan pabrik ini.

Jika pernyataan saya di atas tidak benar, saya siap menanggung resiko yang ditetapkan oleh Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, 18 November 2022

Yang Membuat,



Nursyafika

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik

Indonesia merupakan negara kepulauan dengan lahan pertanian yang cukup luas sehingga sebagian penduduknya bermata pencarian sebagai petani. Untuk menghasilkan tanaman yang berkualitas bagus tidak terlepas dari pupuk, sehingga permintaan akan pupuk semakin meningkat. Pupuk adalah suatu bahan yang mengandung satu atau lebih unsur hara atau nutrisi bagi tanaman untuk menopang tumbuh dan berkembangnya tanaman (Balai Penelitian Tanah, 2021).

Salah satu pupuk yang dapat digunakan adalah Diammonium Phosfat (DAP). Diammonium phosfat adalah senyawa kimia dengan rumus  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$  yang diperoleh dengan mereaksikan amonia ( $\text{NH}_3$ ) dan asam fosfat ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ). Sifat, manfaat dan keunggulan pupuk DAP adalah tidak higroskopis, mudah larut dalam air, berbentuk butiran (granular), bebas dari debu dan tidak lengket sehingga mudah disebarkan, mempercepat pertumbuhan tanaman dan menambah kadar protein, memacu pertumbuhan generatif tanaman, mengandung unsur N dan P yang hampir seluruhnya larut dalam air, segera dapat diserap oleh tanaman, cocok untuk tanaman padi dan palawija, hortikultura, tanaman perkebunan, rumput peternakan dan usaha perikanan (Nugraha, 2021)

Saat ini Indonesia masih bergantung kepada negara lain dalam pemenuhan kebutuhan pupuk DAP dengan cara mengimpor dari negara lain seperti China, Thailand, Taiwan, Jerman, dan Amerika Serikat. Menurut (Knoema, 2021) data impor rata-rata pupuk DAP di Indonesia pada tahun 2015-2019 yaitu sebesar

337.989,8 ton. Dengan tingginya kebutuhan pupuk DAP, maka perlu adanya usaha pendirian pabrik pupuk DAP di Indonesia yang juga didukung dengan ketersediaan bahan baku untuk pembuatan pupuk DAP yang cukup banyak di Indonesia. Sehingga pendirian pabrik pupuk DAP sangat diperlukan dan dapat memenuhi kebutuhan pupuk DAP dalam negeri serta meningkatkan komoditas ekspor untuk memenuhi kebutuhan internasional, serta membantu usaha pemerintah dalam meningkatkan pendapatan nasional. Hal ini bertujuan untuk mengantisipasi permintaan di dalam negeri, mengurangi impor dan menciptakan kemandirian industri kimia di Indonesia, membuka lapangan kerja baru dan mendorong berkembangnya industri kimia lain yang menggunakan pupuk DAP sebagai bahan baku.

## **1.2 Tinjauan Pustaka**

Pupuk DAP merupakan pupuk majemuk yang mengandung dua unsur hara didalamnya yaitu nitrogen (N) dan fosfor (P). Pupuk DAP digunakan untuk merangsang pertumbuhan akar, meningkatkan daya tahan tanaman terhadap hama penyakit, mempercepat pembentukan bunga, pemasakan biji dan buah, menambah kadar protein hasil panen. Pupuk DAP mempunyai sifat yang tidak higroskopis sehingga tahan disimpan lebih lama, mudah larut dalam air sehingga dapat diserap oleh tanaman, berbentuk butiran dan tidak lengket sehingga mudah untuk disebarkan (Setiawan, 2020).

### **1.2.1 Tinjauan Proses**

Diammonium Phosfat (DAP) merupakan salah satu jenis pupuk majemuk buatan, berbentuk butiran, sebagai sumber hara nitrogen dan fosfat dengan rumus

kimia  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$  (Balai Penelitian Tanah, 2021). Pupuk DAP dibuat dari bahan amonia dan asam fosfat. Proses pembuatan pupuk DAP ada 2 yaitu:

#### 1. Proses *Nissan Spray Tower*

Proses ini merupakan proses alternative yang dikemukakan oleh *Nissan Chemical Industries Limited* dari Jepang dan mampu memproduksi pupuk DAP dengan grade komersial yang rendah. Pada proses ini bahan baku yang digunakan yaitu asam fosfat, asam sulfat, dan amonia. Pada proses ini asam fosfat dicampur dengan asam sulfat kemudian diumpankan pada *absorber* dan *scrubber* yang berfungsi untuk menyerap dan mereaksikan sebagian gas amonia yang lolos dari *spray tower*. Reaksi utama terjadi di *spray tower* dengan meode penyerapan gas amonia oleh campuran asam fosfat dan asam sulfat. Produk reaksi berupa DAP yang kemudian dikeringkan dan didinginkan pada *conveyor* (Sauchelli, 1960).

#### 2. Proses *Tennessee Valley Authority (TVA)*

Produksi pupuk DAP menggunakan proses TVA melibatkan proses prenetralisasi asam fosfat pada tangki prenetralisasi yang kemudian diamoniasi pada *ammoniator-granulator* untuk membentuk butiran pupuk DAP. Asam Fosfat, air, amonia, dan keluaran *Scrubber* berupa *mother liquor* yang diumpankan masuk ke dalam reaktor dengan kondisi operasi di dalam reaktor ( $P=1,7 \text{ atm}$ ,  $T=190^\circ\text{C}$ ) dan terjadi reaksi netralisasi selama 30 menit. Produk keluarannya memiliki bentuk *slurry* dialirkan menuju *rotary ammoniator-granulator* untuk pembentukan granul pupuk DAP. Granul DAP masih mengandung air cukup tinggi sehingga diumpankan ke dalam *dryer*,

setelah granul kering dimasukkan ke dalam *rotary cooler* dan diayak menggunakan *screen*. Hasil pengayakan yang berukuran *oversize* dihancurkan dengan *crusher* dan di-*recycle* masuk ke dalam *rotary ammoniator-granulator*. Produk *onsize* dikirim ke tempat penyimpanan dan sebagian juga di-*recycle* bersama produk *oversize* dan *undersize* (Young & Daris,1962).

Berikut perbandingan proses untuk pembuatan pupuk DAP diuraikan pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1 Pertimbangan Proses

<b>Seleksi</b>	<b><i>Nissan Spray Tower*</i></b>	<b><i>TVA (Tennessee Valley Authority)**</i></b>	<b>Referensi</b>
Kondisi operasi Reaktor	T = 100,5°C, P = 2 atm	T = 190°C, P = 1,7 atm	(Sauchelli, 1960)*
Bahan baku	Asam Fosfat, Asam Sulfat dan Amonia	Asam Fosfat dan Amonia	(Young, R, Hicks,G, & Daris, C, 1962)* *
Reaksi	Eksotermis	Eksotermis	
Konversi	80%	84%	
Fasa	Cair-Cair	Cair-Cair	
Rasio mol N/P	1,45	1,5	
<i>Yield</i>	<90%	90%	

Berdasarkan perbandingan yang telah ditinjau dari kondisi operasi dan aspek ekonomi yang diketahui maka dipilihlah proses TVA (*Tennessee Valley Authority*) pada pembuatan pupuk DAP dengan kapasitas 80.000 ton/tahun dengan pertimbangan tekanan operasi lebih rendah serta konversi reaksi yang

diperoleh lebih besar. Selain itu bahan baku yang digunakan juga dapat diperoleh dengan mudah karena pabrik pemasok bahan baku berada di daerah yang sama sehingga lebih ekonomis.

### 1.2.2 Tinjauan Termodinamika

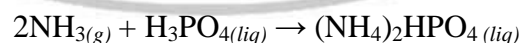
#### 1. Entalpi Pembentukan

Perubahan entalpi ( $\Delta H$ ) menunjukkan panas reaksi yang dihasilkan selama proses berlangsungnya reaksi kimia. Besar atau kecil nilai  $\Delta H$  menunjukkan jumlah energi yang dibutuhkan maupun dihasilkan selama proses. Apabila  $\Delta H$  bernilai positif (+) menunjukkan bahwa reaksi tersebut membutuhkan panas untuk berlangsungnya reaksi, sehingga semakin besar  $\Delta H$  maka semakin besar juga energi yang dibutuhkan. Sedangkan apabila  $\Delta H$  bernilai negatif (-) menunjukkan bahwa reaksi tersebut menghasilkan panas selama proses berlangsungnya reaksi. Berikut ini merupakan data energi pembentukan ( $\Delta H_f^\circ$ ) pada 25 °C untuk masing–masing komponen :

Tabel 1.2 Data Energi Pembentukan pada Suhu 25 °C

Komponen	$\Delta H_f$ 298 (kJ/Kmol)
Amonia (NH <sub>3</sub> )	-133,846
Asam Fosfat (H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> )	-1271,7
Diammonium Phosfat ((NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> )	-1566,9

Sumber : CRC Press, 2000



Perhitungan Entalpi pada suhu 298 K (kondisi standar T=25°C)

$$\Delta H_{rx} = (\Delta H_{\text{produk}} - \Delta H_{\text{reaktan}})_{298}$$

$$\Delta H_{298} = \Delta H_{298}(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4 - (\Delta H_{298} 2\text{NH}_3 + \Delta H_{298} \text{H}_3\text{PO}_4)$$

$$\Delta H_{298} = -1566,9 - [(2 \times -133,846) + (-1271,7)]$$

$$\Delta H_{298} = -27,508 \text{ kJ/Kmol}$$

Berdasarkan perhitungan entalpi pada kondisi standar diperoleh nilai energi pembentukannya sebesar -27,508 kJ/kmol yang menunjukkan bahwa reaksi pembentukan pupuk DAP merupakan reaksi eksotermis.

## 2. Energi Bebas Gibbs

Energi bebas Gibbs ( $\Delta G$ ) menunjukkan spontan atau tidak spontannya suatu reaksi kimia. Apabila  $\Delta G$  bernilai positif (+) menunjukkan bahwa reaksi tersebut tidak dapat berlangsung secara spontan, sehingga dibutuhkan energi tambahan dari luar. Sedangkan apabila  $\Delta G$  bernilai negatif (-) menunjukkan bahwa reaksi tersebut dapat berlangsung secara spontan dan hanya membutuhkan sedikit energi. Semakin kecil atau negatif  $\Delta G$  maka reaksi tersebut akan semakin baik karena untuk berlangsung spontan energi yang dibutuhkan semakin kecil. Berikut merupakan data energi Gibbs ( $\Delta G$ ) pada kondisi standar ( $T = 25^\circ\text{C}$ ) menurut (Hidayah,2017) untuk masing-masing komponen:

Tabel 1.3 Data Energi Bebas Gibbs pada Suhu  $25^\circ\text{C}$

Komponen	$\Delta G^\circ 298$ (kJ/Kmol)
$\text{NH}_3$ (Amonia)	-16,45
$\text{H}_3\text{PO}_4$ (Asam Fosfat)	-1019,4858
$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ (Diammonium Phosfat)	-1210,56

Sumber: CRC Press, 2000

Perhitungan Energi Gibbs pada suhu 298 K (kondisi standar T=25°C)

$$\Delta G_{rx} = (\Delta G_{\text{produk}} - \Delta G_{\text{reaktan}})_{298}$$

$$\Delta G_{298} = \Delta G_{298}(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4 - (\Delta G_{298} 2\text{NH}_3 + \Delta G_{298} \text{H}_3\text{PO}_4)$$

$$\Delta G_{298} = -1210,56 - [(2 \times -16,45) + (-1019,4858)]$$

$$\Delta G_{298} = -158,174 \text{ kJ/kmol}$$

Berdasarkan perhitungan energi gibbs pada kondisi standar diperoleh nilai energi gibbs nya sebesar -158,174 kJ/kmol yang menunjukkan bahwa reaksi pembentukan pupuk DAP dapat berlangsung secara spontan dan hanya membutuhkan sedikit energi.

Perhitungan harga ketetapan kesetimbangan (K) dapat di tinjau dari rumus berikut:

$$\Delta G^\circ = -RT \ln K$$

$\Delta G^\circ$  = Energi Gibs standar, kJ/mol

R = Tetapan gas ideal (8,314 j/mol<sup>o</sup>K)

T = Temperatur K

K = Konstanta Kesetimbangan

$$\ln K_{25} = \frac{-\Delta G}{RT}$$

$$\ln K_{25} = \frac{-(-158,174 \frac{\text{J}}{\text{mol}})}{(8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol}} \cdot \text{K}) \times (298 \text{ K})}$$

$$\ln K_{25^\circ\text{C}} = 0,0638$$

$$K_{25^\circ\text{C}} = 1,0658$$

$$\ln \frac{K_{T \text{ operasi}}}{K_{298}} = -\frac{\Delta H_{298K}}{R} \left[ \frac{1}{T_{\text{operasi}}} - \frac{1}{T_{298}} \right]$$

$$\ln \frac{K_{464}}{1,0658} = -\frac{-27,508}{8,314} \left[ \frac{1}{464} - \frac{1}{298} \right]$$

$$\ln \frac{K_{464}}{1,0658} = 0,0062$$

$$\frac{K_{464}}{1,0658} = 1,0062$$

$$K_{T \text{ operasi}} = 1,072$$

Pada reaksi diperoleh harga  $K > 1$ , maka reaksi berjalan kearah kanan (irreversible).

### 1.2.3 Penentuan Kapasitas Pabrik

Dalam menentukan kapasitas pabrik pupuk DAP, perlu diperhatikan beberapa pertimbangan yaitu kebutuhan akan pupuk DAP, ketersediaan bahan baku dan kapasitas pabrik yang sudah ada.

#### a) Kebutuhan pupuk DAP

Kebutuhan pupuk DAP yang tinggi khususnya di sektor pertanian menyebabkan Indonesia harus melakukan impor dari luar negeri. Berikut ini data impor pupuk DAP di Indonesia pada tahun 2015-2019 dapat dilihat pada Tabel 1.2.

Tabel 1.4 Impor DAP di Indonesia tahun 2015-2019

Tahun	Impor (ton)	Pertumbuhan
2015	380.134	79,54%
2016	249.314	-34,41%
2017	414.102	66,10%
2018	337.079	-18,60%
2019	309.320	-8,24%

<b>Total</b>	<b>1.689.949</b>	<b>84,39%</b>
<b>Rata-rata</b>	<b>337.989,8</b>	<b>16,878</b>

Sumber : Knoema, 2021

Berdasarkan Tabel 1.2 maka dapat diperkirakan jumlah kebutuhan pupuk DAP di Indonesia pada tahun 2025 saat pabrik didirikan, yaitu dengan menggunakan metode *discounted methode* menggunakan persamaan (Ulrich, 1984):

$$F = P (1 + i)^n \quad (1.1)$$

Keterangan:

F = Nilai Kebutuhan pada tahun ke-n

P = Besarnya data pada tahun terakhir(ton/tahun)

i = Kenaikan data rata-rata

n = Selisih tahun (tahun ke-n)

Perkiraan konsumsi pupuk DAP dalam negeri pada tahun 2025 ( $m_5$ ) sebagai berikut:

$$F=m_5 = P (1 + i)^n \quad (1.2)$$

sehingga :

$$m_5 = 309.320 (1 + (0,16878))^6$$

$$m_5 = 788.505,324 \text{ ton/tahun}$$

Peluang kapasitas produksi pupuk DAP pada tahun 2025 ( $m_3$ ) dapat ditentukan dengan persamaan (Max et al., 1991):

$$m_1 + m_2 + m_3 = m_4 + m_5 \quad (1.4)$$

Keterangan:

$m_1$  = nilai impor 2025 (ton/tahun)

$m_2$  = produksi pabrik dalam negeri (ton/tahun) (belum ada pabrik dalam negeri, maka  $m_2 = 0$ )

$m_3$  = kapasitas pabrik yang akan didirikan pada tahun 2025 (ton/tahun)

$m_4$  = nilai ekspor tahun 2025 (ton/tahun) (0)

$m_5$  = nilai konsumsi tahun 2025 (ton/tahun), (dianggap nilai impor pada tahun 2025)

Sehingga:

$$m_3 = (m_4 + m_5) - (m_1 + m_2)$$

$$m_3 = (0 + 788.505,324) - (0 + 0)$$

$$m_3 = 788.505,324 \text{ ton/tahun} \approx 800.000 \text{ ton/tahun}$$

Sehingga dapat diketahui peluang kapasitas produksi pada tahun 2025 yaitu 800.000 ton/tahun.

b) Ketersediaan bahan baku

Ketersediaan bahan merupakan faktor yang penting dalam keberlangsungan produksi pada suatu pabrik. Untuk mendapatkan kontinuitas produksi suatu pabrik, bahan baku harus dipastikan tersedia secara periodik

dalam jumlah yang cukup. Pada prarancangan pabrik pupuk DAP, bahan baku amonia dan asam fosfat diperoleh dari PT. Petrokimia Gresik, Jawa Timur dengan kapasitas masing-masing 1.105.000 ton/tahun dan 400.000 ton/tahun. Kapasitas produksi amonia dan asam fosfat di Indonesia dapat dilihat pada Tabel 1.5.

Tabel 1.5 Kapasitas produksi Amonia dan Asam Fosfat di Indonesia

<b>Bahan Baku</b>	<b>Pabrik</b>	<b>Kapasitas (ton/tahun)</b>
Amonia	PT. Petrokimia Gresik	1.105.000
	PT. Pupuk Kaltim	2.740.000
	PT. Pupuk Kujang	330.000
	PT. Pupuk Sriwijaya	660.000
	PT. Pupuk Iskandar Muda	396.000
Asam Fosfat	PT. Petrokimia Gresik	400.000
	PT. Pupuk Kaltim	200.000

Sumber : Pupuk Indonesia, 2021

Pada Tabel 1.5 menunjukkan ketersediaan bahan baku pembuatan pupuk DAP yang melimpah di Indonesia. Maka perlu pertimbangan lebih lanjut untuk mendirikan sebuah pabrik yang memproduksi pupuk DAP, terlebih lagi konsumsi pupuk DAP yang tinggi di Indonesia masih diperoleh dari impor negara lain. Pendirian pabrik pupuk DAP yang direncanakan berdiri pada tahun 2025 diharapkan dapat memenuhi kebutuhan pupuk DAP yang terus meningkat dari tahun ke tahun. Sehingga Indonesia dapat mengurangi kebutuhan impor dan dapat meningkatkan pendapatan nasional.

Berdasarkan perhitungan peluang kapasitas pendirian pabrik serta ketersediaan bahan baku yang melimpah di Indonesia, maka kapasitas produksi pabrik pupuk DAP yang akan didirikan pada tahun 2025 sebesar 80.000 ton (10% dari kapasitas produksi maksimum). Berdasarkan pertimbangan diambilnya kapasitas produksi sebesar 80.000 ton diharapkan:

1. Mencukupi kebutuhan DAP dalam negeri sehingga dapat mengurangi impor dari luar negeri.
2. Menambah devisa negara.
3. Membuka lapangan kerja bagi masyarakat sekitar.
4. Memberikan kemudahan bagi industri lain yang membutuhkan pupuk DAP tanpa harus melakukan impor.

### **1.3 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk**

#### 1) Bahan Baku

##### a) Amonia (Yaws, 1997)

Rumus molekul	:	$\text{NH}_3$
Fase	:	Cairan
Aroma	:	Berbau menyengat
Warna	:	Tidak berwarna
Berat molekul	:	17,03 g/mol
Titik beku	:	-77,74°C
Titik didih	:	-33°C
Titik Kritis	:	131,85°C

Sifat Kimia:

- Sebagian besar digunakan sebagai pupuk dan sebagai pembersih.
- Amonia dalam bentuk cairan dapat digunakan sebagai pelarut.
- Mudah larut dengan air.
- Bereaksi dengan asam dapat membentuk garam.

b) Asam Fosfat (Chemical Industries, Inc.)

Rumus molekul	: $H_3PO_4$
Fase	: Cairan
Aroma	: Tidak berbau
Warna	: Tidak berwarna
Densitas	: $1,685 \text{ g/cm}^3$
Titik beku	: $21^\circ\text{C}$
Titik didih	: $158^\circ\text{C}$

Sifat Kimia:

- Merupakan asam lemah.
- Pada temperatur tinggi, asam dapat bereaksi dengan metal dan teroksidasi.
- Bersifat korosif, jika terkena mata dapat menyebabkan kerusakan sementara, terkena kulit menyebabkan kulit terbakar.

2) Spesifikasi Produk

a) Diammonium Fosfat (Yaws, 1997)

Rumus molekul	: $(NH_4)_2HPO_4$
---------------	-------------------

Fase : Padatan  
Aroma : Tidak berbau  
Warna : Putih  
Berat molekul : 115,026 g/mol  
Titik didih : -  
Titik leleh : 190°C

Sifat Kimia:

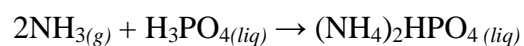
- Mudah larut dalam air dan stabil.
- Kontak dengan kulit yang berkepanjangan menyebabkan iritasi.
- Jika tertelan dapat menyebabkan iritasi pada lambung.
- Tidak menyebabkan kebakaran, tetapi saat dipanaskan akan menghasilkan gas yang berbahaya.

#### 1.4 Uraian Proses

Berdasarkan paten US6241796B1 proses pembuatan pupuk DAP dapat dilakukan melalui beberapa tahapan yaitu:

1) Reaksi

Reaksi pembentukan DAP dari asam fosfat dan amonia serta *mother liquor* hasil pencucian amonia dari *Scrubber* dilakukan pada fasa cair dalam reaktor dengan kondisi operasi  $T = 190^{\circ}\text{C}$  dan  $P = 1,7 \text{ atm}$  secara kontinyu selama 30 menit, serta level reaktor dijaga 40-60% tinggi *liquid* di dalamnya. Di dalam reaktor terjadi reaksi netralisasi dan asam fosfat yang diumpankan mengandung 30-54%  $\text{P}_2\text{O}_5$ .



Reaksi netralisasi ini bersifat eksotermis, sehingga panas yang dihasilkan dapat menguapkan air dan pada produk *slurry* yang keluar, kandungan air nya tersisa 18-22%. Mol ratio N/P pada reaktor berkisar antara 1,26-1,47 dengan kelarutan maksimal mol ratio N/P sebesar 1,45 dan pH produk keluaran reaktor berkisar 5,5-5,7 serta suhu *slurry* yang keluar dari reaktor suhu 190°C. Produk *slurry* ini selanjutnya akan diumpankan ke dalam granulator untuk pembentukan granul pupuk DAP.

## 2) Granulasi

Produk *slurry* dari reaktor, serta *recycle solid* yang berasal dari hasil *crusher* produk *oversize* dan produk *undersize* dari hasil *screening* masuk kedalam granulator. Panas yang dihasilkan dari reaksi pembentukan DAP dapat membantu proses pengerasan granul yang terbentuk. Suhu produk keluaran *granulator* berkisar antara 65,5-82 °C dengan kandungan air berkisar 2,5-4,5%. Selanjutnya produk akan diumpankan secara gravitasi ke dalam *dryer* untuk memperoleh kadar air yang diinginkan yaitu maksimal 2%.

## 3) Pengeringan dan Pengayakan

Pengeringan bertujuan untuk mengeringkan padatan keluaran *granulator* produk keluaran dari granulator dikeringkan hingga kadar airnya maksimal 2% menggunakan udara pengering dari *heater*. Suhu udara pengering yaitu 150 °C dengan aliran *counter-curren*. Produk kering selanjutnya diumpankan ke dalam *screen* untuk memperoleh ukuran granul 8-16 mesh. Produk *oversize* yang telah dipisahkan dihaluskan ke dalam *Crusher*, produk *undersize* dari *screen* jatuh secara gravitasi ke dalam *recycle drag*

*conveyor*, sedangkan produk dengan ukuran *onsize* dilakukan *packing* dalam kemasan karung pupuk 50 Kg. Pupuk dalam kemasan diangkut menggunakan truk untuk dipasarkan dan sebagian disimpan pada gudang penyimpanan kemasan pupuk.





## BAB VIII

### KESIMPULAN

Hasil analisa dan perhitungan dari Prarancangan Pabrik Pupuk *Diammonium Phosfat* (DAP) kapasitas 80.000 ton/tahun dapat diambil kesimpulan:

1. Pabrik pupuk *Diammonium Phosfat* direncanakan didirikan di daerah kawasan *Java Integrated Industrial and Ports Estate* (JIPE) Gresik, Jawa Timur.
2. Pra Rancangan Pabrik Pupuk *Diammonium Phosfat* (DAP) kapasitas 80.000 ton/tahun menggunakan bahan baku amonia sebanyak 1.845,2727 kg/jam dan asam fosfat sebanyak 7.290,8994 kg/jam yang diperoleh dari PT. Petrokimia Gresik, Jawa Timur.
3. Proses yang digunakan dalam pembuatan pupuk *diammonium phosfat* adalah proses *Tennessee Valley Authority* (TVA). Dimana ada beberapa tahap yaitu, reaksi, granulasi, pengeringan dan pengayakan.
4. Sarana utilitas atau bahan penunjang yang disediakan oleh unit utilitas yaitu, air 26.385 kg/jam, *steam* 8673 kg/jam, listrik 297,6732 kW dan bahan bakar solar 536,3829 L/jam.
5. Bentuk perusahaan adalah Perseroan Terbatas (PT) dengan jumlah karyawan pabrik sebanyak 206 orang.
6. Hasil dari analisa ekonomi pabrik *Diammonium Phosfat* sebagai berikut:
  - *Total capital invesment* (TCI)= Rp 749.833.077.562,494
  - Total penjualan = Rp 1.672.825.280.000
  - *Total production cost* (TPC) = Rp 1.471.310.426.898,40

- *Cash Flow* = Rp 581.684.147.007
- *Pay out time (POT)* = 3,02 tahun
- *Break even point (BEP)* = 52%

Berdasarkan hasil diatas maka pra rancangan pabrik pupuk *Diammonium Phosfat (DAP)* kapasitas 80.000 ton/tahun layak untuk dipertimbangkan ke tahap perancangan sesuai dengan prosedur yang telah direncanakan.



## DAFTAR PUSTAKA

- Aries, R.S. and Newton, R.D. (1955). *Chemical Engineering Cost Estimation*. New York: McGraw-Hill Book Company.
- Badan Penelitian Tanah. (2021) *Pengertian Pupuk*. Kementerian Pertanian.
- Badan Pusat Statistik, Statistik Indonesia, [www. Bps.go.id](http://www.bps.go.id), Indonesia. Diakses 15 April 2021.
- Badan Standarisasi Nasional. (2009). SNI-7268-2009 Syarat-Syarat Air Pengisi Ketel Uap Dan Air Ketel Uap. Jakarta.
- Brownell, L. E., & Young, E. H. (1959). *Process Equipment Design*. New Delhi: Wiley Eastern Limited.
- Coulson, J., & Sinnont, R. K. (1996). *Chemical Engineering Design*. Butterworth Heineman.
- Geankoplis, Christie J. (1983). *Transport Processes and Unit Operations*. 3<sup>rd</sup> ed., Allyn and Bacon Inc., Amerika: University of Minnesota.
- Geankoplis, C. J., A, A. H., & Daniel, H. L. (2018). *Transport Processes and Seoaration Process Principles : 5th edition*. Prentice Hall.
- Hesse, H. C., & J., H. R. (1945). *Equipment Design : Second Printing*. D Van Nostrand Company, Inc.
- Kern, Donal, Q. (1965). *Process Heat Transfer*. Tokyo: McGraw Hill Book Company.
- Knoema.[www.koema.com](http://www.koema.com):[www.knoema.com/atlas/indonesia/topics/Agriculture/fertilizer-Import-Quantity-in-Nutrients/Diammonium-phosphateimport%3fmode=amp](http://www.knoema.com/atlas/indonesia/topics/Agriculture/fertilizer-Import-Quantity-in-Nutrients/Diammonium-phosphateimport%3fmode=amp). Diakses 19 Oktober 2021.
- Hidayah, Nor, Zahratunnisa. (2017). *Prarancangan Pabrik Diammonium Fosfat (DAP) dari Amonia dan Asam Fosfat dengan proses TVA (Tennessee Valley Authority) Kapasitas 70.000 Ton/Tahun*. Banjarmasin: Universitas Lambung Mangkurat.

Max, S. P., Klaus, D. T., & Ronald, E. W. (1920). *Plant Design And Economics For Chemical Engineers : 5th Edition*. Mc Graw Hills.

McCabe, W. S., & Harriot P. (1993). *Unit Operation Of Chemical Engineering*. Mc Graw Hill Book Company, Inc.

Menteri Kesehatan Republik Indonesia. (2017). Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan Dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Reang, Solus Per Aqua, Dan Pemandian Umum. Jakarta.

Nugraha, Rahmat dan Naufal, H. Rizky, (2021). *Prarancangan Pabrik Diammonium Fosfat Kapasitas Produksi 300.000 Ton/Tahun*. Banten: Institut Teknologi Indonesia.

Perry, J. H. (1934). *Chemical Engineering Handbook : 5th Edition*. Mc Graw Hill Education.

Perry, R.H. and Chilton Cecil, H., 1984, " *Chemical Engineering Hand Book* ", 6<sup>th</sup> Edition, McGraw Hill Book Company, New York.

Perry, R.H. and Green, Don, W. 1997, " *Chemical Engineer's Handbook* ", 7<sup>th</sup> Edition, New York: Mc Graw Hill Book Company.

Peters, M.S and K.D. Timmerhaus, 1981, " *Plant Design Economic's for Chemical Engineerig* ", 3<sup>th</sup> Edition, New York: McGraw Hill Book Company.

Pupuk Indonesia. [www.pupuk-indonesia.com](http://www.pupuk-indonesia.com). Diakses 21 Oktober 2022.

Pusri. (2018). *Lembar Data Kelamatan Bahan (MSDS)*. Palembang: PT. Pupuk Sriwijaya.

PT.Petrokimia, G. 2013. Available: [www.petrokimia-gresik.com](http://www.petrokimia-gresik.com) Diakses 9 Mei 2022.

Reklaitis. (1942). *Introduction To Material And Energy Balance*. Canada: John Wiley and Sons, Inc.

Sauchelli, V. (1960). *Chemistry and Technology of Fertilizer*. New York: Champman & Hall.

Setiawan, Dwi, dan Maharani, Z.P. Agustin, (2020). *Pra Perancangan Pabrik Diammonium Fosfat dari Asam Fosfat dan Amonia*. Surabaya:, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya.

Smart-Lab Indonesia. (2017). *Lembar Data Keselamatan Bahan*. Smart-Lab Indonesia.

Treybal, R. E. (1981). *Mass Transfer Operation : Third Edition*. Mc Graw Hill.

Ulrich, Gael, D. (1984). *A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics*. Amerika: University of New Hampshire.

Walas, Stanley, M. (1990). *Chemical Process Equipment*. Amerika: University of Kansas.

Walas, S. M. (1988). *Chemical Process Equipment Selection And Design : 3rd Edition*. Butterworth.

Walter, L. B., & Julius, T. B. (1986). *Introduction To Chemical Engineering*. USA: Mc Graw Hill Book.

Yaws, C. L. (1997). *Handbook Of Chemical Compound Data For Process Safety*. Elsevier Science and Technology Books.

Young, R, Hicks, G, & Daris, C. (1962). *Fertilizer Technology, TVA Process For Production of Granular Diammonium Phosphate*.

