

**RANCANG BANGUN SISTEM TRASH RAKE  
PADA PLTMH**



**LAPORAN TUGAS AKHIR**

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat  
guna memperoleh Gelar Diploma Tiga (D-3)  
pada Politeknik Negeri Ujung Pandang

AFWAN HAMKA  
342 08 044

ARDIANSYAH ACHMAD  
342 08 047

**PROGRAM STUDI TEKNIK KONVERSI ENERGI**

**JURUSAN TEKNIK MESIN**

**POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG**

**MAKASSAR**

**2011**

## HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING

Laporan Tugas Akhir dengan Judul *Rancang Bangun Sistem Trash Rake pada PLTMH* oleh Afwan Hamka (342 08 044) dan Ardiansyah Achmad (342 08 047) telah diterima dan disahkan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar diploma tiga (D-3) pada Program Studi Teknik Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, 3 November 2011

Mengesahkan,

Pembimbing I,



Musrady Mulyadi S.ST.,M.T.  
NIP. 19720201 200112 1 002

Pembimbing II



Ir. Lewi M.T.  
NIP. 19650913 199103 1 006

Mengetahui,

.....,n Direktur,  
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Muh. Tekad ST., MT.  
NIP. 19650824 199003 1 003

## PENERIMAAN PANITIA UJIAN

Pada hari ini, hari Kamis, Tanggal 3 November 2011, Panitia Ujian Sidang Tugas Akhir, telah menerima dengan baik hasil Tugas Akhir oleh mahasiswa: Afwan Hamka (342 08 044), Ardiansyah Achmad (342 08 047) dengan judul "Rancang Bangun Sistem Trash Rake Pada PLTMH".

Makassar, 3 November 2011

Panitia Ujian Sidang Tugas Akhir :

- |                                 |               |         |
|---------------------------------|---------------|---------|
| 1. Jamal, S.T., M.T.            | Ketua         | (.....) |
| 2. Sri Suwasti, S.ST., M.T.     | Sekretaris    | (.....) |
| 3. Ir. Tasrif AS.               | Anggota       | (.....) |
| 4. Marhatang, S.ST.             | Anggota       | (.....) |
| 5. Musrady Mulyadi, S.ST., M.T. | Pembimbing I  | (.....) |
| 6. Ir. Lewi, M.T.               | Pembimbing II | (.....) |

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Allah SWT yang senantiasa melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini. Salawat dan salam tak lupa tercurah kepada Rasulullah SAW sebagai pencerah kehidupan manusia di dunia.

Laporan tugas akhir ini, merupakan salah satu persyaratan yang harus dipenuhi untuk menyelesaikan studi guna meraih gelar Diploma Tiga pada Program Studi Teknik Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang. Selain itu, laporan ini merupakan tolak ukur keberhasilan mahasiswa menyelesaikan tugas akhir yang telah dibuat.

Sudah menjadi kodrat alamiah, sebagai makhluk sosial dalam kehidupannya untuk mencapai tujuan lazimnya memerlukan bantuan oranglain baik langsung maupun tidak langsung. Demikian halnya dalam penulisan laporan ini. Oleh sebab itu penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Kedua orang tua serta keluarga yang telah banyak memberikan dorongan moril maupun material serta doa sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.
2. Bapak Dr. Pirman, M.Si selaku Direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang.
3. Bapak Muh. Tekad ST., MT. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.

4. Bapak Jamal, ST., MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Konversi Energi Politeknik Negeri Ujung Pandang.
5. Bapak Musradi Mulyadi, S,ST., MT. selaku pembimbing I atas segala bimbingan, arahan, serta bantuannya selama penulis menyelesaikan proyek akhir ini.
6. Bapak Ir. Lewi, MT. selaku pembimbing II atas segala bimbingan, arahan, serta bantuannya selama penulis menyelesaikan proyek akhir ini.
7. Seluruh staf, para dosen pengajar, serta teknisi bengkel dan laboratorium Teknik Konversi Energi, atas bimbingannya selama penulis menuntut ilmu di Politeknik Negeri Ujung Pandang.
8. Seluruh sahabat kelas III<sub>A</sub>, III<sub>B</sub> dan III<sub>C</sub> Energi, atas bantuan tenaga serta dukungan semangatnya selama menjalani masa pendidikan bersama – sama selama ini.
9. Seluruh sahabat mahasiswa angkatan 08 serta kawan-kawan yang ada di KAMUPI
10. Semua pihak yang tidak sempat kami sebutkan namanya satu persatu sebagai penyemangat yang sepenuh hati dan ikhlas berperan dalam menyelesaikan proyek tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari kesempurnaan, namun besar harapan penulis kiranya laporan ini dapat bermanfaat apa adanya. Semoga apa yang telah kita lakukan dapat bernilai ibadah di sisi Allah Wata'ala serta senantiasa mendapat ridha-Nya. Amin.

Makassar, Oktober 2011



Penulis

## ABSTRAK

Afwan Hamka, Ardiansyah Achmad, Rancang Bangun Sistem Trash Rake Pada PLTMH Masamba. (Dibimbing oleh Musradi Mulyadi, dan Lewi).

Pembersihan benda asing yang melekat pada saringan *intake* PLTMH selama ini masih menggunakan cara manual, yaitu melakukan pengambilan benda asing dengan cara operator harus ke *Intake* dan membersihkannya memakai penggerak, salah satu solusi untuk mengatasi masalah tersebut dibutuhkan suatu sistem penggerak sampah (*Trash Rake*) yang bekerja semi otomatis.

Tujuan dari tugas akhir ini adalah memudahkan operator dalam membersihkan benda asing yang tersangkut pada saringan *intake* PLTMH tanpa harus ke *intake*, alat ini bekerja secara semi otomatis yang dapat di kontrol pada *power house*. Metode pembuatan alat menggunakan metode pengelompokan komponen-komponen kemudian dilanjutkan dengan tahap perakitan sistem *trash rake* itu sendiri. Untuk mengetahui kinerja *trash rake* dilakukan pengujian di laboratorium dengan pengujian karakteristik penggerak hingga kemampuan beban yang bisa diangkat dari sistem *trash rake*.

Hasil pengujian laboratorium sistem Trash Rake diperoleh dapat mengangkat beban 10 kg dengan putaran 110 rpm waktu yg dibutuhkan 10 detik pemakaian daya 180 W dan arus 2.3 A.



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
LEMBAR PENERIMAAN .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
ABSTRAK .....	vii
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR SIMBOL .....	xii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan .....	2
1.4 Manfaat .....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Pengertian PLTMH .....	3
2.2 Peralatan Utama .....	4
2.3 Peralatan Tambahan .....	4



2.4 Sistem Kontrol .....	5
2.5 Metode Pemilihan Bahan Kerja .....	20
2.6 Metode Penyambungan .....	24
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Waktu dan Tempat .....	25
3.2 Alat dan Bahan .....	25
3.3 Diagram Alir Metode Perancangan Sistem Trash Rake .....	28
3.4 Metode Perancangan .....	29
3.5 Metode Pengujian .....	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Hasil Rancang Bangun .....	34
4.2 Hasil Pengujian .....	34
4.3 Pembahasan .....	35
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.	
A. Kesimpulan .....	47
B. Saran-saran .....	47
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Rangkaian.....	6
Gambar 2.2. Kontaktor.....	9
Gambar 2.3. Prinsip Kerja Kontaktor.....	10
Gambar 2.4. Simbol Timer.....	12
Gambar 2.5. Simbol Kaki Timer.....	12
Gambar 2.6. Timer Omron tipe H38R.....	13
Gambar 2.7. Push Botton.....	13
Gambar 2.8. Tipe Saklar NO.....	14
Gambar 2.9. Tipe Saklar NC.....	14
Gambar 2.10. Rangkaian Daya.....	15
Gambar 2.11. Kontruksi TOR.....	16
Gambar 2.12. Prinsip Medan Magnet Utama dan Medan magnet Bantu Motor Satu fasa.....	17
Gambar 2.13. Grafik gelombang arus medan bantu dan arus medan utama.....	18
Gambar 2.14. Medan magnet pada Stator Motor satu fasa.....	18
Gambar 2.15. Rotor Sangkar.....	19
Gambar 2.16. Konstruksi serat tali baja.....	21
Gambar 4.1. Garafik Hubungan Antara Pembebanan Terhadap Putaran Motor.....	45

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Karakteristik Sistem Penggerak.....	34
Tabel 4.2. Percobaan dengan Rake .....	35
Tabel 4.3. Percobaan Rake Berbeban .....	35



## DAFTAR SIMBOL

<u>Simbol</u>	<u>Keterangan</u>	<u>Satuan</u>
$\varnothing$	Diameter	mm
m	Massa	kg
g	Percepatan grafitasi	m/s <sup>2</sup>
t	Waktu	s
v	Kecepatan	m/s
n	Putaran	rpm
P	Panjang	mm
L	Lebar	mm
T	Tinggi	mm
P	Daya	Watt
n	Putaran	rpm
F	Gaya	Newton
W	Berat	N
Pm	Daya mekanis	watt
Tm	Momen torsi	Nm
F	Gaya	N
V	Tegangan	volt
I	Arus	ampere



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Gambar Teknik (Detail) <i>Trash Rake</i> .....	49
Lampiran 2. Dokumentasi Kegiatan .....	55



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Pembangkit listrik tenaga mikrohidro adalah istilah yang digunakan untuk instalasi pembangkit listrik yang menggunakan debit air berskala kecil. Kondisi air yang bisa dimanfaatkan sebagai sumber daya (resources) penghasil listrik memiliki kapasitas aliran dan ketinggian tertentu. Semakin besar kapasitas aliran maupun ketinggiannya maka semakin besar pula energi yang bisa dimanfaatkan untuk menghasilkan energi listrik.

Teknologi PLTMH merupakan teknologi ramah lingkungan dan terbarukan. Sejauh ini PLTMH telah diaplikasikan di berbagai daerah salah satunya terletak di desa Sumillin, Kecamatan Masamba, Kabupaten Luwu Utara, dimana daya maksimum untuk setiap rumah 450 W namun yang terpakai hanya 132 W jumlah rumah yang di suplai PLTMH 80 rumah. Jarak lokasi dari kota kabupaten 10 km. PLTMH diharapkan mampu mengatasi keterbatasan distribusi energi listrik utamanya di daerah pedesaan.

Dalam menjaga kontinuitas pendistribusian energi listrik tentunya memiliki hambatan-hambatan baik secara langsung maupun tidak langsung. Aliran air yang akan masuk ke pipa pesat (*Penstock*) sering terhalang oleh benda-benda asing yang tidak diharapkan. Adanya hambatan tersebut mengakibatkan debit air yang masuk ke *Penstock* akan berkurang dalam jangka waktu tertentu. Hal ini menjadikan operator PLTMH sulit untuk mengatur putaran turbin pada debit yang semakin lama semakin berkurang.

Dibutuhkan sebuah sistem pengeruk pada saringan dalam memindahkan benda-benda asing yang mana dapat dikontrol oleh operator melalui *panel box* yang berada pada *power house*. Dalam pemasangan alat ini dapat mengurangi daya yang terbuang percuma pada *ballast load* yang dikonversikan menjadi energi panas. Oleh karena itu “Sistem *trash rake* pada PLTMH” menjadi judul dari penelitian kami.

## 1.2. Rumusan Masalah

Masalah yang dapat dirumuskan adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara membuat *trash rake*.
2. Bagaimana cara pemanfaatan daya untuk mengoperasikan sistem *trash rake*.

## 1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah:

1. Pembuatan *trash rake*.
2. Pemanfaatan daya untuk mengoperasikan sistem *trash rake*.

## 1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini baik secara langsung maupun tidak langsung yaitu sebagai berikut :

1. Dengan adanya alat *trash rake* ini akan memudahkan operator dalam pembersihan benda asing yang berada pada saringan sampah.
2. Pembuatan *trash rake* ini dapat mengurangi daya yang terbuang percuma pada *ballast load* yang digunakan selama ini dalam pemanfaatan daya yang tidak terpakai dimana energinya hanya terbuang percuma dalam bentuk kalor.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 PLTMH

Salah satu sumber energi terbarukan yang berpotensi untuk dikembangkan adalah pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH). Keunggulan PLTMH terletak pada biaya pembangkitan energi listrik yang kompetitif dan teknologi yang sederhana sehingga dapat dikelola dan dioperasikan oleh masyarakat setempat. PLTMH memiliki daya *output* antara 5kW – 100kW.

Pada dasarnya suatu pembangkit listrik tenaga air berfungsi untuk mengubah potensi tenaga air yang berupa aliran air (sungai) yang mempunyai debit dan tinggi jatuh (*head*) untuk menghasilkan energi listrik. Secara umum dapatlah ditentukan bahwa yang dimaksud sebagai PLTMH adalah jika Pusat Listrik Tenaga Air tersebut mempunyai kapasitas daya di bawah 100 kW.

Pembangunan suatu sistem PLTMH mencakup pembangunan sarana bangunan sipil dan peralatan elektro-mekanik. Bangunan sipil meliputi bangunan bendungan dan saluran masuk, bendungan pengalih, bak pengendap, saluran pembawa, bak penenang, pipa pesat, saringan, rumah pembangkit, pondasi turbin, dan saluran pembuangan. Sedangkan Komponen peralatan elektro-mekalik meliputi : saluran turbin air, transmisi mekanik, base frame, generator, kontrol dan alat ukur, *ballast load*, dan sistem distribusi.



## 2.2 Peralatan Utama

### 1. Bendungan

Bendungan merupakan bagian yang sangat penting pada suatu pembangkit listrik tenaga air, karena bendungan merupakan tempat penampungan air. Bendungan untuk instalasi PLTMH dapat berupa bendungan beton atau bendungan beronjong. Pemilihan jenis bendungan yang terbaik untuk suatu tempat tertentu merupakan suatu masalah kelayakan teknis dan biaya. Kelayakan dipengaruhi oleh keadaan topografi, geologis dan cuaca. Perlengkapan lainnya adalah : penjebak/saringan sampah. Pada umumnya PLTMH, merupakan pembangkit type run of river sehingga bangunan intake dibangun berdekatan dengan bendungan dengan memilih dasar sungai yang stabil dan aman terhadap banjir.

## 2.3 Peralatan Tambahan

### 1. Saringan Sampah

Saringan sampah dipasang sebelum air masuk ke pipa pesat (*penstock*) hal ini dilakukan agar benda-benda asing yang terbawah aliran air tidak masuk ke dalam pipa pesat (*penstock*) yang dapat mengakibatkan kerusakan pada turbin.

➤ Prinsip utama dari desain saringan sampah PLTMH

1. Kemiringan saringan sampah adalah  $60^{\circ}$  -  $80^{\circ}$  terhadap datar.
2. Saringan sampah harus diletakkan pada dinding samping dan pada ambang bagian atas tetapi tetap bisa diangkat untuk perbaikan.
3. Gunakan hanya batang besi vertikal, yang diperkuat besi horisontal di belakangnya sehingga mempermudah proses pembersihan nantinya.

4. Saringan dirancang agar kuat menahan tekanan air pada saat saringan tersumbat 100% dan muka air maksimal di hulu serta tidak ada air di hilirnya.
5. Jarak antar batang besi minimal setengah dari jarak antar sudu-sudu (*runner blades*) atau *guide vane* turbin, dan sesuai dengan ketentuan pembuat turbin. contohnya Turbin *Crossflow* (T 15) :12 mm.
6. Saringan sampah dibuat menjadi beberapa bagian sehingga mudah untuk diperbaiki dan mudah diangkut.
7. Sediakan area servis untuk memudahkan pembersihan saringan sampah termasuk platform untuk tempat berdiri.

## 2. Trash Rake

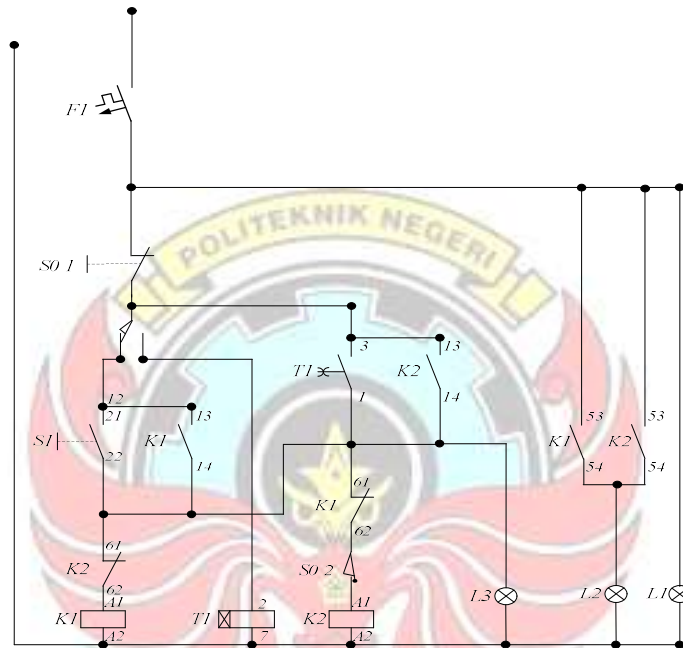
*Trash rake* adalah konstruksi yang dibuat untuk memindahkan benda-benda asing yang berada pada saringan sampah agar tidak terjadi penumpukan yang dapat mengakibatkan berkurangnya pasokan debit air yang dibutuhkan untuk memutar sudu-sudu turbin. Alat ini dapat dikontrol melalui *panel box* yang berada pada *power house* hanya dengan menekan tombol On maka *trash rake* akan beroperasi. *trash rake* ini merupakan hasil inofasi dari cara pemindahan yang dilakukan operator dengan menggunakan penggerak sampah selama ini.

### 2.4 Sistem Kontrol

Sistem kontrol merupakan sistem pengendali yang merupakan gabungan dari rangkaian kontrol dan rangkaian daya sebagai alat yang akan dikendalikan, adapun penjelasan adalah sebagai berikut:

### 2.4.1 Rangkaian Kontrol

Rangkaian kontrol merupakan rangkaian pengendali, rangkaian ini biasanya sering ditemukan untuk sistem pengendali putaran motor ataupun lainnya. Berikut merupakan contoh skema rangkaian kontrol.



Gambar 2.1 Rangkaian kontrol

Adapun penjelasan bahan yang digunakan adalah sebagai berikut:

#### 1. Kabel Listrik

Kabel listrik adalah media untuk mengantarkan arus listrik ataupun informasi. Bahan dari kabel ini beraneka ragam, khusus sebagai pengantar arus listrik, umumnya terbuat dari tembaga dan umumnya dilapisi dengan pelindung. Selain tembaga, ada juga kabel yang terbuat dari serat optik, yang disebut dengan fiber optic cable.

Penghantar atau kabel yang sering digunakan untuk instalasi listrik penerangan umumnya terbuat dari tembaga. Penghantar tembaga setengah keras (BCC $\frac{1}{2}$ H=Bare Copper Conductor Half Hard) memiliki nilai tahanan jenis 0,0185 ohm mm<sup>2</sup>/m dengan tegangan tarik putus kurang dari 41 kg/mm<sup>2</sup>. Sedangkan penghantar tembaga keras (BCCH= Bare Copper Conductor Hard), kekuatan tegangan tariknya 41 kg/mm<sup>2</sup>. Pemakaian tembaga sebagai penghantar adalah dengan pertimbangan bahwa tembaga merupakan suatu bahan yang mempunyai daya hantar yang baik setelah perak. Penghantar yang dibuat oleh pabrik yang dibuat oleh pabrik terdapat beraneka ragamnya. Berdasarkan konstruksinya, penghantar diklasifikasikan sebagai berikut:

- Penghantar pejal (solid); yaitu penghantar yang berbentuk kawat pejal yang berukuran sampai 10 mm<sup>2</sup>. Tidak dibuat lebih besar lagi dengan maksud untuk memudahkan penggulungan maupun pemasangan.
- Penghantar berlilit (stranded); penghantarnya terdiri dari beberapa urat kawat yang berlilit dengan ukuran 1 mm<sup>2</sup> – 500 mm<sup>2</sup>.
- Penghantar serabut(fleksibel); banyak digunakan untuk tempat-tempat yang sulit dan sempit, alat-alat portabel, alat-alat ukur listrik dan pada kendaraan bermotor. Ukuran kabel ini antara 0,5 mm<sup>2</sup> - 400 mm<sup>2</sup>.
- Penghantar persegi (busbar); penampang penghantar ini berbentuk persegi empat yang biasanya digunakan pada PHB (Papan Hubung Bagi) sebagai rel-rel pembagi atau rel penghubung. Penghantar ini tidak berisolasi.

a. Jenis kabel yang digunakan

Kabel NYA biasanya digunakan untuk instalasi rumah dan sistem tenaga. Dalam instalasi rumah digunakan ukuran 1,5 mm<sup>2</sup> dan 2,5 mm<sup>2</sup>. Berinti tunggal, berlapis bahan isolasi PVC, dan seringnya untuk instalasi kabel udara. Kode warna isolasi ada warna merah, kuning, biru dan hitam. Kabel tipe ini umum dipergunakan di perumahan karena harganya yang relatif murah. Lapisan isolasinya hanya 1 lapis sehingga mudah cacat, tidak tahan air dan mudah digigit tikus.

Agar aman memakai kabel tipe ini, kabel harus dipasang dalam pipa/conduit jenis PVC atau saluran tertutup. Sehingga tidak mudah menjadi sasaran gigitan tikus, dan apabila ada isolasi yang terkelupas tidak tersentuh langsung oleh orang.

2. MCB

MCB (Miniature Circuit Breaker) adalah alat yang berfungsi untuk memutuskan hubungan listrik yang bekerja secara otomatis apabila ada arus atau beban lebih yang melebihi kapasitas nominal dari MCB tersebut. Misalnya jika terjadi short circuit atau hubung pendek atau konslet (karena pada saat terjadi short, arus listrik akan melonjak naik), maka MCB akan jatuh / trip dengan sendirinya. Sebagai pembatas beban, MCB dipasang bersama KWH meter dan disegel oleh PLN biasanya bertuas warna biru. Sedang untuk pengaman instalasi listrik di dalam alat ini bertugas menggantikan sekering biasanya warna hitam pada tuasnya. Untuk pengoperasiannya sangat sederhana yakni menggunakan tuas naik (on) dan turun (off).

Ukuran MCB sama seperti sekering ada 2Ampere, 4A, 6A, 10A, 16A, 20A, 25A, 32A, 40A, 50A dan 63A. MCB terdapat berbagai jenis untuk berbagai macam

kebutuhan pemutusan arus listrik. Menurut fasa, ada 1 fasa, 2 fasa, 3 fasa, dan menurut jenis peralatan yang akan diproteksi misal: instalasi motor 3 fasa, instalasi tenaga, dan lain-lain, masing-masing berbeda jenis dan ratingnya.

### 3. Kontaktor

Kontaktor adalah jenis saklar yang bekerja secara magnetik yaitu kontak bekerja apabila kumparan diberi energi. The National Manufacture Assosiation (NEMA) mendefinisikan kontaktor magnetis sebagai alat yang digerakan secara magnetis untuk menyambung dan membuka rangkaian daya listrik. Tidak seperti relay, kontaktor dirancang untuk menyambung dan membuka rangkaian daya listrik tanpa merusak. Beban-beban tersebut meliputi lampu, pemanas, transformator, kapasitor, dan motor listrik.

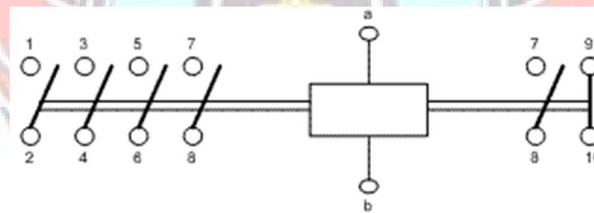
Adapun peralatan elektromekanis jenis kontaktor magnet dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 2.2 Kontaktor

a. Prinsip Kerja

Sebuah kontaktor terdiri dari koil, beberapa kontak Normally Open (NO) dan beberapa Normally Close (NC). Pada saat satu kontaktor normal, NO akan membuka dan pada saat kontaktor bekerja, NO akan menutup. Sedangkan kontak NC sebaliknya yaitu ketika dalam keadaan normal kontak NC akan menutup dan dalam keadaan bekerja kontak NC akan membuka. Koil adalah lilitan yang apabila diberi tegangan akan terjadi magnetisasi dan menarik kontak-kontaknya sehingga terjadi perubahan atau bekerja. Kontaktor yang dioperasikan secara elektromagnetis adalah salah satu mekanisme yang paling bermanfaat yang pernah dirancang untuk penutupan dan pembukaan rangkaian listrik maka gambar prinsip kerja kontaktor magnet dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 2.3 Prinsip Kerja Kontaktor

Kontaktor termasuk jenis saklar motor yang digerakkan oleh magnet seperti yang telah dijelaskan di atas. Bila pada jepitan a dan b kumparan magnet diberi tegangan, maka magnet akan menarik jangkar sehingga kontak-kontak bergerak yang berhubungan dengan jangkar tersebut ikut tertarik. Tegangan yang harus dipasangkan dapat tegangan bolak balik (AC) maupun tegangan searah (DC), tergantung dari bagaimana magnet tersebut dirancang. Untuk beberapa keperluan digunakan juga kumparan arus (bukan tegangan), akan tetapi dari segi

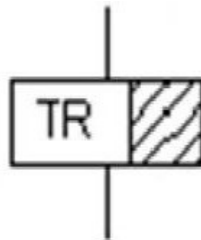
produksi lebih disukai kumparan tegangan karena besarnya tegangan umumnya sudah dinormalisasi dan tidak tergantung dari keperluan alat pemakai tertentu.

#### 4. Timer

Relay timer atau relay penunda batas waktu banyak digunakan dalam instalasi motor listrik terutama instalasi yang membutuhkan pengaturan waktu secara otomatis. Peralatan kontrol ini dapat dikombinasikan dengan peralatan kontrol lain, contohnya dengan MC (Magnetic Contactor), Thermal Over Load Relay, dan lain-lain. Fungsi dari peralatan kontrol ini adalah sebagai pengatur waktu bagi peralatan yang dikendalikannya. Timer ini dimaksudkan untuk mengatur waktu hidup atau mati dari kontaktor atau untuk merubah arah putaran. Timer dapat dibedakan dari cara kerjanya yaitu timer yang bekerja menggunakan induksi Magnet dan menggunakan rangkaian elektronik. Timer yang bekerja dengan prinsip induksi motor listrik akan bekerja bila motor listrik mendapat tegangan AC sehingga memutar gigi mekanis dan menarik serta menutup kontak secara mekanis dalam jangka waktu tertentu. Sedangkan relay yang menggunakan prinsip elektronik, terdiri dari rangkaian R dan C yang dihubungkan seri atau paralel. Bila tegangan sinyal telah mengisi penuh kapasitor, maka relay akan terhubung. Lamanya waktu tunda diatur berdasarkan besarnya pengisian kapasitor. Bagian input timer biasanya dinyatakan sebagai kumparan dan bagian outputnya sebagai kontak NO atau NC. Kumparan Timer Kontak langsung Kontak timer Kumparan pada timer akan bekerja selama mendapat sumber arus. Apabila telah mencapai batas waktu yang diinginkan maka secara otomatis timer akan mengunci dan membuat kontak NO menjadi NC dan NC menjadi NO. Pada

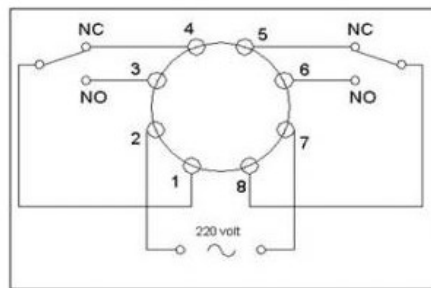


umumnya timer memiliki 8 buah kaki yang 2 diantaranya merupakan kaki koil sebagai contoh pada gambar yaitu kaki 2 dan 7, sedangkan kaki yang lain akan berpasangan NO dan NC, kaki 1 akan NC dengan kaki 4 dan NO dengan kaki 3. Sedangkan kaki 8 akan NC dengan kaki 5 dan NO dengan kaki 6. Kaki kaki tersebut akan berbeda tergantung dari jenis relay timernya. Simbol timer ditunjukkan pada gambar



Gambar 2.4 Simbol Timer

Konstruksi Kaki timer pada gambar adalah konstruksi kaki timer 8 kaki omron :



Gambar 2.5 Simbol Kaki Timer

Rangkaian Timer ini memiliki kontak NO dan juga kontak NC, seperti pada magnetik kontaktor, hanya bekerjanya berdasarkan waktu yang telah ditentukan.



Gambar 2.6 Timer Omron tipe H38R

#### 5. Saklar Push Button

Push Button merupakan suatu jenis saklar yang banyak dipergunakan dalam rangkaian pengendali dan pengaturan. Saklar ini bekerja dengan prinsip titik kontak NC atau NO saja, kontak ini memiliki 2 buah terminal baut sebagai kontak sambungan.

Sedangkan yang memiliki kontak NC dan NO kontaknya memiliki 4 buah terminal baut. Push button akan bekerja bila ada tekanan pada tombol dan saklar ini akan memutus atau menghubungkan sesuai dengan jenisnya. Bila tekanan dilepas maka kontak akan kembali ke posisi semula karena ada tekanan pegas.



Gambar 2.7 Push Button

Push Button pada umumnya memiliki konstruksi yang terdiri dari kontak bergerak dan kontak tetap. Dari konstruksinya, maka push button dibedakan menjadi beberapa tipe yaitu:

a. Tipe Normally Open (NO)

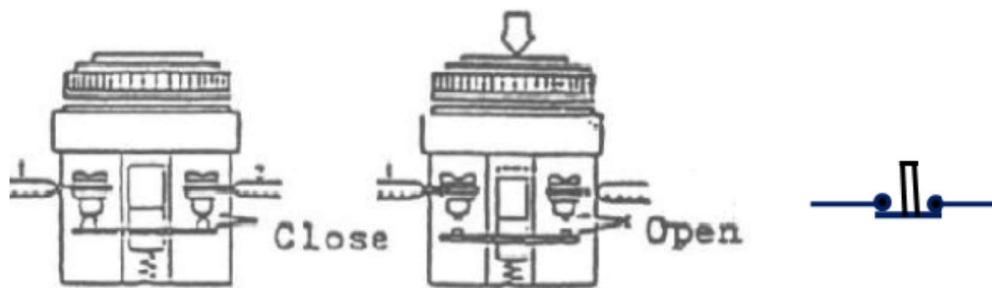
Tombol ini disebut juga dengan tombol start karena kontak akan menutup bila ditekan dan kembali terbuka bila dilepaskan. Bila tombol ditekan maka kontak bergerak akan menyentuh kontak tetap sehingga arus listrik akan mengalir.



Gambar 2.8 Tipe NO

b. Tipe Normally Close (NC)

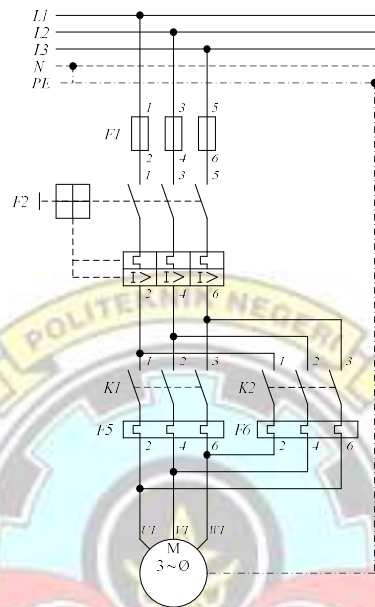
Tombol ini disebut juga dengan tombol stop karena kontak akan membuka bila ditekan dan kembali tertutup bila dilepaskan. Kontak bergerak akan lepas dari kontak tetap sehingga arus listrik akan terputus.



Gambar 2.9 Tipe NC

## 2.4.2. Rangkaian Daya

Rangkaian daya merupakan rangkaian yang di kendalikan oleh sistem kontrol salah satu contoh yang sering digunakan ialah sebagai berikut:



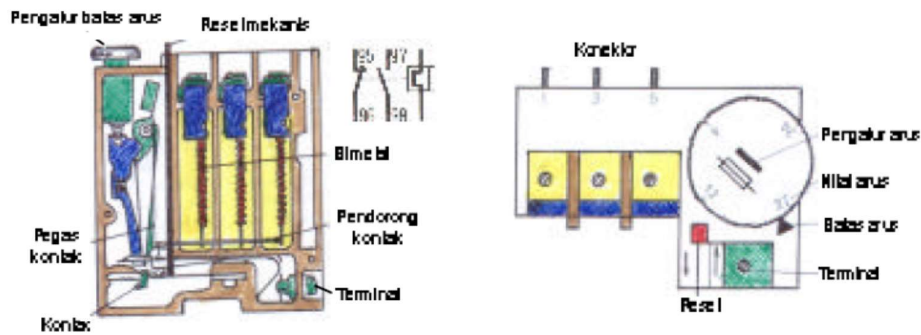
Gambar 2.10 Rangkaian Daya

Penjelasan bahan yang digunakan :

### 1. TOR (Thermal Overload Relay)

TOR (Thermal Overload Relay) berfungsi sebagai pengaman arus lebih merupakan pengamanan motor akibat adanya arus lebih/beban lebih. Beberapa penyebab terjadinya beban lebih antara lain :

- ✓ Arus *start* yang terlalu besar
- ✓ Beban mekanik motor terlalu besar
- ✓ Motor berhenti secara mendadak
- ✓ Terbukanya salah satu fasa dari saluran motor 3 fasa
- ✓ Terjadinya hubung singkat



Gambar 2.11 Kontruksi TOR

TOR dipasang secara seri dengan kontak utama kontaktor magnet. Pada gambar bimetal dialiri arus utama. Jika terjadi arus lebih, maka bimetal akan membengkok dan secara mekanis akan mendorong kontak bantu NC 95-96. Oleh karena dalam prakteknya kontak bantu NC 95-96 disambung seri pada rangkaian koil kontaktor magnet, maka jika NC lepas, koil kontaktor tidak ada arus, kontaktor magnet tidak aktif dan memutuskan kontak utama.

Nilai pengaman arus lebih ini bisa diset dengan mengatur jarak pendorong kontak. Dalam prakteknya pada permukaan rele pengaman arus lebih terdapat bidang kecil yang berbentuk lingkaran, yang tengahnya bisa diputar dengan obeng minus. Juga terdapat tombol tekan untuk mereset.

## 2. Motor Listrik sebagai penggerak

### a. Pengertian dan Jenis-Jenis Motor Listrik

Motor adalah mesin yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik yang putaran. Jadi motor merupakan salah satu mesin listrik. Karena motor mempunyai beban yang gerakannya berputar, maka persamaan yang biasa digunakan untuk menentukan besarnya kapasitas motor adalah :

$$P = T \times \omega$$

Dimana : P = Daya motor (watt).

$$T = \text{Torsi (N-m)}.$$

$$\omega = \text{Kecepatan sudu motor (rad/detik)}.$$

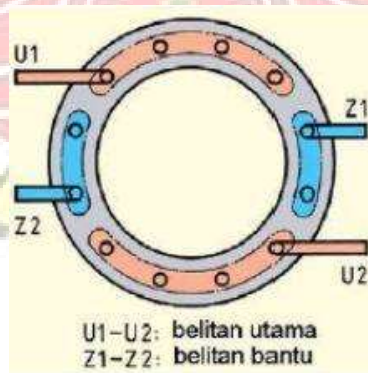
Konstruksi suatu motor sama halnya dengan generator, yakni terdapat stator dan rotor. Dimana stator adalah bagian mesin yang berbentuk silinder dan tidak bergerak (diam) dan rotor adalah bagian mesin berbentuk silinder yang bergerak. Selain stator dan rotor, pada motor terdapat pula celah udara, yang memungkinkan berputarnya jangkar dalam medan magnet.

Secara umum, motor listrik terbagi atas dua bagian besar, yakni :

- Motor arus searah (DC).
- Motor arus bolak-balik (AC).

b. Prinsip kerja Motor AC Satu Fasa

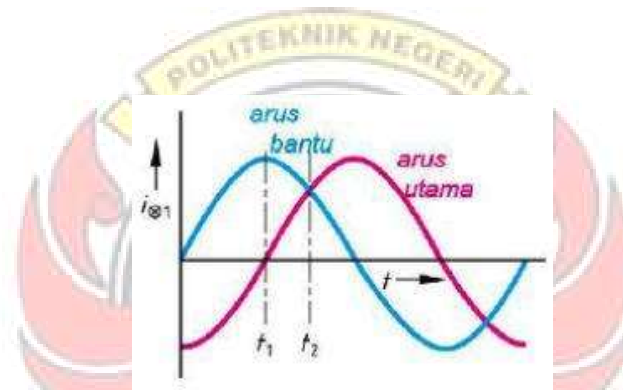
Motor AC satu fasa berbeda cara kerjanya dengan motor AC tiga fasa, dimana pada motor AC tiga fasa untuk belitan statornya terdapat tiga belitan yang menghasilkan medan putar dan pada rotor sangkar terjadi induksi dan interaksi torsi yang menghasilkan putaran. Sedangkan pada motor satu fasa memiliki dua belitan stator, yaitu belitan fasa utama (belitan U1-U2) dan belitan fasa bantu (belitan Z1-Z2), lihat gambar 2.11.



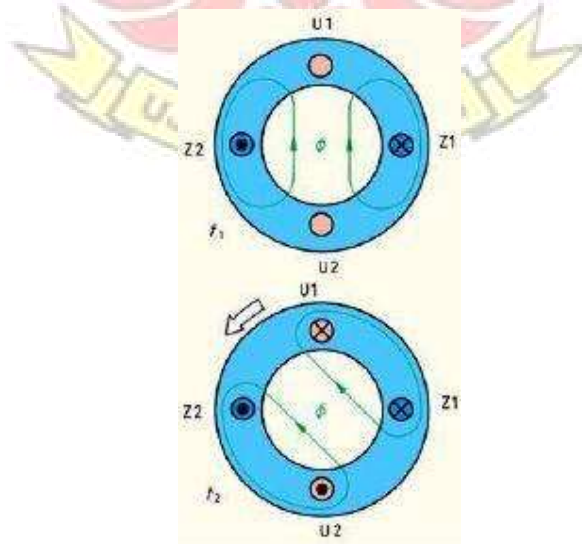
Gambar 2.12 Prinsip Medan Magnet Utama dan Medan magnet Bantu Motor Satu fasa

Belitan utama menggunakan penampang kawat tembaga lebih besar sehingga memiliki impedansi lebih kecil. Sedangkan belitan bantu dibuat dari tembaga berpenampang kecil dan jumlah belitannya lebih banyak, sehingga impedansinya lebih besar dibanding impedansi belitan utama.

Grafik arus belitan bantu dan arus belitan utama berbeda fasa sebesar  $\phi$ , hal ini disebabkan karena perbedaan besarnya impedansi kedua belitan tersebut. Perbedaan arus beda fasa ini menyebabkan arus total, merupakan penjumlahan vektor arus utama dan arus bantu. Medan magnet utama yang dihasilkan belitan utama juga berbeda fasa sebesar  $\phi$  dengan medan magnet bantu.



Gambar 2.13 Grafik gelombang arus medan bantu dan arus medan utama



Gambar 2.14 Medan magnet pada Stator Motor satu fasa

Belitan bantu Z1-Z2 pertama dialiri arus Ibantu menghasilkan fluks magnet  $\Phi$  tegak lurus, beberapa saat kemudian belitan utama U1-U2 dialiri arus utama Iutama. yang bernilai positif. Hasilnya adalah medan magnet yang bergeser sebesar  $45^\circ$  dengan arah berlawanan jarum jam. Kejadian ini berlangsung terus sampai satu siklus sinusoida, sehingga menghasilkan medan magnet yang berputar pada belitan statornya.

Rotor motor satu fasa sama dengan rotor motor tiga fasa yaitu berbentuk batang-batang kawat yang ujung-ujungnya dihubungkan singkatkan dan menyerupai bentuk sangkar tupai, maka sering disebut rotor sangkar.



Gambar 2.15 Rotor sangkar

Belitan rotor yang dipotong oleh medan putar stator, menghasilkan tegangan induksi, interaksi antara medan putar stator dan medan magnet rotor akan menghasilkan torsi putar pada rotor.



## 2.5 Metode Pemilihan Bahan Kerja

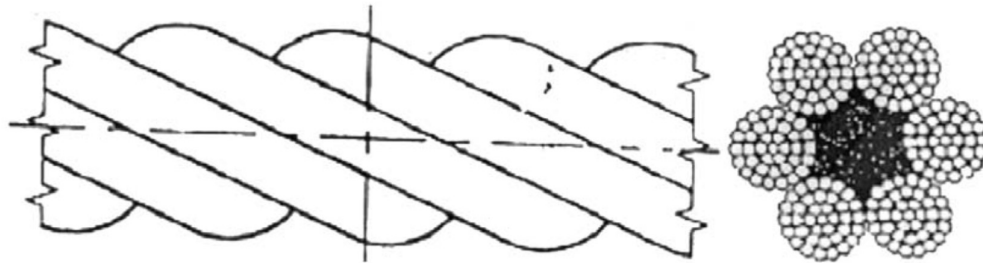
### 1. Baja

Dalam pemilihan bahan kerja secara tepat dan efisien dibutuhkan pengetahuan yang luas tentang sifat-sifat mekanisnya sebagai bahan pertimbangan dalam memilih bahan. baja adalah bahan kerja besi yang memiliki sifat-sifat yang penting adalah kekerasan, kesediaan diperkeras dan mampu las yang baik. (Budiman,1999).

### 2. Tali Baja

Tali baja berfungsi untuk mengangkat dan menurunkan beban serta memindahkan gerakan dan gaya. Tali baja adalah tali yang dikonstruksikan dari kumpulan jalinan serat-serat baja (*steel wire*) dengan kekuatan  $\sigma_b = 130-200 \text{ kg/mm}^2$  . Beberapa serat dipintal hingga menjadi satu jalinan (*strand*), kemudian beberapa *strand* dijalin pula pada suatu inti (*core*) sehingga membentuk tali. Tali baja banyak sekali digunakan pada mesin pengangkat jika dibandingkan dengan rantai, tali baja mempunyai keunggulan antara lain :

1. Lebih ringan dan lebih murah harganya.
2. Lebih tahan terhadap beban sentakan, karena beban terbagi rata pada semua *strand*.
3. Operasi yang tenang walaupun pada kecepatan operasi yang tinggi.
4. Keandalan operasi yang tinggi.
5. Lebih fleksibel dan ketika beban lengkungan tidak perlu mengatasi *internal stress*.
6. Sedikit mengalami *fatigue* dan *internal wear* karena tidak ada kecenderungan kawat untuk menjadi lurus yang selalu menyebabkan *internal stress*.
7. Kawat yang patah setelah pemakaian yang lama tidak akan menonjol keluar sehingga lebih aman dalam pengangkatan dan tidak akan merusak kawat yang berdekatan



Gambar 2.16 Konstruksi serat tali baja

### 3. Puli

Puli (kerek atau katrol) yaitu cakra (*disc*) yang dilengkapi tali, merupakan kepingan bundar, terbuat dari logam ataupun nonlogam. Pinggiran cakra diberi alur (*grove*), berfungsi sebagai laluan tali untuk memindahkan gaya dan gerak. Puli ada 2 jenis yaitu :

#### ➤ Puli Tetap

Puli tetap terdiri dari sebuah cakra dan sebuah tali yang dilingkarkan pada alur di bagian atasnya dan pada salah satu ujungnya digantungi beban, sedangkan ujung lainnya ditarik ke bawah sehingga beban terangkat keatas.

#### ➤ Puli Bergerak

Puli bergerak terdiri dari cakra dan poros yang bebas. Tali dilingkarkan dalam alur di bagian bawah. Salah satu ujung tali diikatkan tetap dan di ujung lainnya ditahan atau ditarik pada waktu pengangkatan, beban digantungkan pada kait yang tergantung pada poros.

#### 4. Poros

Elemen mesin yang merupakan salah satu bagian terpenting dari tiap mesin, adalah poros. Pada umumnya mesin meneruskan daya bersama-sama dengan putaran yang dilakukan oleh poros. Pada poros umumnya dipasang puli, roda gigi dan naf, yang ikut berputar bersama poros.

Pembebanan pada poros tergantung pada besarnya daya dan putaran mesin yang diteruskan, serta pengaruh gaya yang ditimbulkan oleh bagian-bagian mesin yang didukung dan ikut berputar bersama poros. Beban puntir disebabkan oleh daya dan putaran mesin, dan beban lentur dan aksial disebabkan oleh gaya-gaya radial dan aksial yang timbul. Namun demikian, kombinasi beban lentur dan beban puntir dapat juga sekaligus terjadi pada poros, bahkan biasa pula disertai oleh beban aksial.

Pendekatan yang dilakukan dalam merencanakan poros untuk berbagai jenis pembebanan berdasarkan tegangan geser, tegangan tarik atau tekan, dan tegangan lentur. Selain itu factor kombinasi kejut dan lelah untuk momen lentur dan torsi juga dipergunakan agar diperoleh hasil perencanaan poros yang baik.

Dengan memperhatikan jenis pembebanan pada poros tersebut diatas, persyaratan umum perencanaan poros adalah:

- kekuatan : kekuatan poros terhadap beban puntir, beban lentur, atau kombinasi beban puntir dan beban lentur, termasuk adanya beban aksial.
- Kekakuan : defleksi puntir atau lendutan haruslah cukup kecil dan aman. Meskipun sebuah poros mempunyai kekuatan yang cukup tetapi jika

lenturan atau defleksi puntirnya terlalu besar akan mengakibatkan ketidakteknelian atau menimbulkan getaran dan suara.

- Putaran kritis : Bila putaran suatu mesin dinaikkan maka pada suatu harga putaran tertentu dapat terjadi getaran yang luar biasa besarnya. Putaran ini disebut putaran kritis. Hal ini dapat terjadi pada turbin, motor torak, motor listrik, dan lain-lain. Untuk itu putaran yang bekerja harus direncanakan dibawah harga putaran kritis.
- Bahan : bahan poros umumnya dari baja batang yang ditarik dingin dan difinis, baja karbon konstruksi mesin (S-C), baja paduan (baja khrom, nikel, baja khrom nikel molibden, baja khrom, baja khrom molibden).

Poros dapat digolongkan menurut pembebanan dan bentuknya. Macam-macam poros tersebut menurut pembebanannya adalah:

- Poros transmisi : poros yang terutama digunakan untuk meneruskan momen puntir, misalnya poros motor listrik, diesel dan turbin uap.
- Poros dukung : poros yang mendukung elemen mesin yang berputar, tanpa beban puntir, karena yang bekerja hanya beban lentur, misalnya poros gandar kereta, poros roda kereta dorong.
- Spindel : poros pendek, beban utamanya puntiran, misalnya poros utama mesin perkakas.

## 2.6. Metode Penyambungan

### 1. Sambungan Las

Sambungan las dapat digunakan untuk bermacam-macam keperluan, tidak hanya untuk baja, baja cor dan besi cor kelabu tetapi juga untuk tembaga, aluminium. Permukaan yang di las harus dipanaskan sampai suhu las dan harus bersentuhan. persatuan logam-logam terjadi karena :

- Tekanan bersamaan (las tekan = pressure welding)
- Peleburan (las fusi = fusionwelding)

Mutu las dapat ditingkatkan dengan jalan penyelubungan dengan gas atau zat padat atau dengan penambahan bubuk las yang bersifat deoksida dan pembentukan terak (slag)

### 2. Sambungan Sekrup

Baut-baut dan sekrup digunakan sebagai alat pengikat antara sejumlah komponen yang terpisah, sebagai alat penyekat yang menahan getaran tidak mengakibatkan kelonggaran dan tidak dipengaruhi oleh temperature yang tinggi, dapat melawan karat dan akan tahan selama bahan-bahan digabungkan.. Sebuah baut mempunyai kepala dan ulir, kepala baut biasanya berbentuk segi 6 dan 4 sisi. Ada juga mur yang lain yang dibentuk khusus salah satunya adalah mur sayap (kupu-kupu).

## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1. Waktu dan Tempat

Waktu pelaksanaan penelitian akan dilaksanakan selama 3 bulan sejak Agustus sampai Oktober 2011 dengan kegiatan yang dimulai dari tahap persiapan dan observasi, perancangan sistem dan komponen, pembuatan, perakitan, dan penyetulan, pengujian, analisis hasil sampai pembuatan laporan hasil. Kegiatan penelitian dan pengujian alat dilaksanakan di Lab. Teknik Konversi Energi.

#### 3.2. Alat dan Bahan

Dalam pembuatan *Trash Rake* ini diperlukan beberapa alat dan bahan berikut ini :

##### 3.2.1. Pembuatan Rangka Utama, Rake, dan Sistem Penggerak.

###### a. Peralatan

- 1) Mesin Bubut
- 2) Mesin Las
- 3) Mesin Gerinda
- 4) Mesin Bor
- 5) Mesin Gergaji
- 6) Meteran
- 7) Perlengkapan kerja bangku seperti : Palu, kikir, ragum duduk, dll.
- 8) Mistar Baja
- 9) Gergaji Besi

*b. Bahan*

- 1) Besi Plat 3 mm dan 1.5 mm
- 2) Besi Siku Profil L 40 x 40 mm dan 30 x 30 mm
- 3) Besi Poros 19 Ø
- 4) Puli
- 5) V-belt
- 6) Tali Baja
- 7) Elektroda Las
- 8) Bantalan/Bearing
- 9) Baut dan Ring

**3.2.2. Motor Listrik**

*DATA PENGUJIAN MOTOR LISTRIK :*

AC Voltage : 220 V

Power Capacity : 160 watt

Speed Ratio : 2100 rpm

Current : 2.1 A



### 3.2.3. Kotak Panel

*a. Peralatan :*

- 1) Multimeter
- 2) Tang Kombinasi, lancip, potong.
- 3) Obeng test, plus, minus.

*b. Bahan :*

- 1) Kotak Panel
- 2) Push button (Start/Stop)
- 3) Limit switch
- 4) MCB
- 5) Kontaktor
- 6) Timer Omron
- 7) Kabel
- 8) Isolasi Listrik
- 9) Baut dan Ring





### 3.3. Diagram Alir Metode perancangan Sistem Trash Rake



### 3.4. Metode Perancangan

#### 3.4.1. Perancangan Rangka Utama Beserta Lintasan *Rake*

Rangka utama yang sekaligus berfungsi sebagai lintasan *rake*. Konstruksi rangka menggunakan besi siku profil L berukuran 40 x 40 mm, sedangkan lintasannya menggunakan lembaran besi plat dengan ketebalan 1.5 mm. proses pembuatannya secara rinci dapat dijelaskan sebagai berikut :

- a. Pertama menyiapkan besi siku jenis profil L berukuran 40 x 40 mm dan lembaran besi plat dengan ketebalan 1.5 mm sesuai kebutuhan yang diperlukan,
- b. Memotong besi siku untuk setiap bagian-bagian rangka sesuai dengan ukuran yang telah direncanakan,
- c. Memotong lembaran besi setiap bagian-bagian lintasan sesuai dengan ukuran yang telah direncanakan,
- d. Membending lembaran besi hingga berbentuk profil U sesuai ukuran yang ditentukan yang nantinya akan digunakan sebagai lintasan *rake*,
- e. Lembaran besi yang telah berbentuk profil U kemudian digabung dengan besi siku yang telah dipotong dengan pengelasan listrik,
- f. Besi siku yang telah digabung kemudian disambung satu sama lain pada rangka lainnya dengan pengelasan listrik dan penyambungan dengan menggunakan baut hingga terbentuk rangka utama sekaligus lintasan *rake*.

### 3.4.2. Perancangan *Rake*

*Rake* berfungsi sebagai penggerak, Konstruksi rangka menggunakan besi siku profil L berukuran 30 x 30 mm, dan plat besi dengan ketebalan 3 mm. proses pembuatannya secara rinci dapat dijelaskan sebagai berikut :

- a. Pertama menyiapkan besi siku jenis profil L berukuran 30 x 30 mm dan besi plat dengan ketebalan 3 mm sesuai kebutuhan yang diperlukan,
- b. Memotong besi siku untuk setiap bagian-bagian rangka sesuai dengan ukuran yang telah direncanakan,
- c. Bagian besi siku yang telah dipotong kemudian disambung satu sama lain dengan pengelasan listrik hingga terbentuk rangka *rake* yang utuh,
- d. Memotong besi plat dengan panjang 100 mm,
- e. Plat yang telah dipotong disusun pada sisi dalam besi siku berukuran 30 x 30 mm dengan jarak yang sama hingga berbentuk sisir setelah itu dilas dalam kondisi tetap,
- f. Melakukan penggabungan antara Rangka dengan sisir penggerak dengan menggunakan baut,
- g. Memasang roda pada bagian bawah dan samping rangka *rake* hal ini Untuk memudahkan pergerakan *rake* dan menghindari gesekan antara *rake* dan lintasan.

### 3.4.3. Perancangan Sistem Penggerak

Sistem penggerak bertujuan sebagai Penggerak naik turunnya *rake* tersebut. proses pembuatannya secara rinci dapat dijelaskan sebagai berikut :

- a. Pertama menyiapkan besi siku jenis profil L berukuran 40 x 40 mm sesuai dengan yang dibutuhkan,
- b. Memotong besi siku untuk setiap bagian-bagian rangka sesuai dengan ukuran yang telah direncanakan,
- c. Melubangi bagian besi dengan menggunakan bor listrik, yang nantinya akan digunakan sebagai lubang pengancing alat yang akan duduk pada besi dengan menggunakan baut,
- d. Bagian besi siku yang telah dipotong dan di bor kemudian disambung satu sama lain dengan pengelasan listrik hingga terbentuk rangka yang utuh,
- e. Melakukan pemasangan alat pada rangka berupa:
  - Motor listrik berada pada tingkatan pertama rangka,
  - Bantalan (*bearing*) Poros penerus pada tingkatan kedua,
  - Bantalan (*bearing*) poros yang digerakkan pada tingkatan ketiga.
- f. Memasang puli pada setiap poros dengan perbandingan 1 : 16, ini diharapkan agar putaran motor dapat berkurang,
- g. Memasang sabuk pada setiap puli untuk mentransmisikan putaran motor ke poros yang digerakkan, poros ini juga berfungsi ganda sebagai penggulung tali *rake* agar *rake* dapat terangkat naik.

### 3.4.4. Perancangan Sistem Kontrol

Sistem kontrol berfungsi sebagai pengatur sistem penggerak dalam artian ON/OFF dan putaran arah motor, Metode perancangan sistem kontrol adalah sebagai berikut:

- a. Menggambar Rangkaian sistem kontrol,
- b. Menyiapkan alat dan bahan
- c. Merakit sistem kontrol dan memasukkan kedalam kotak panel,
- d. Melakukan pengujian sistem kontrol terlebih dahulu sebelum dihubungkan ke motor.

### 3.5. Metode Pengujian

Tahap prosedur pengujian bertujuan untuk menguji *Trash Rake* yang telah dirakit untuk mengetahui kinerja alat yang telah dibuat. Adapun tahap pengujian *Trash Rake* dibagi menjadi tiga tahap antara lain:

#### 3.5.1. Uji Sistem Penggerak untuk mengetahui karakteristik sistem Penggerak.

*Prosedur Pengujian :*

- Menghubungkan Terminal sistem Kontrol sumber listrik,
- On-kan MCB,
- Menekan tombol start,
- Mengambil data-data yang diperlukan
- Memasukkan data ke dalam tabel.

### 3.5.2. Uji coba *trash rake* tanpa beban.

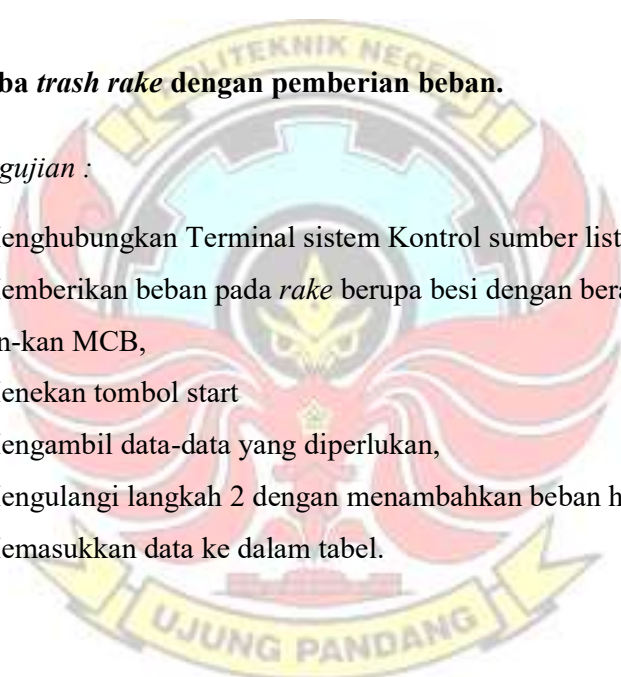
*Prosedur Pengujian :*

- Memasang tali penarik pada *rake*,
- Menghubungkan Terminal sistem Kontrol sumber listrik,
- On-kan MCB,
- Menekan tombol start
- Mengambil data-data yang diperlukan,
- Memasukkan data ke dalam tabel.

### 3.5.3. Uji coba *trash rake* dengan pemberian beban.

*Prosedur Pengujian :*

- Menghubungkan Terminal sistem Kontrol sumber listrik,
- Memberikan beban pada *rake* berupa besi dengan berat 5 kg,
- On-kan MCB,
- Menekan tombol start
- Mengambil data-data yang diperlukan,
- Mengulangi langkah 2 dengan menambahkan beban hingga 10 kg,
- Memasukkan data ke dalam tabel.



## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Hasil Rancang Bangun

Hasil desain atau konstruksi *trash rake* terbagi menjadi komponen-komponen yang terdiri atas : rangka utama sekaligus lintasan *rake*, *rake*, sistem penggerak, dan sistem kontrol. Komponen-komponen tersebut kemudian dirakit menjadi satu system *trash rake*.

#### 4.2. Hasil Pengujian

Proses pengujian ini dilakukan setelah proses rancang bangun selesai. Pengujian dilakukan untuk mengetahui kinerja *trash rake* dalam keadaan pembebanan. Pengujian dilakukan di Laboratorium Konversi Energi. Adapun pengujian Laboratorium terbagi dua tahap yaitu pengujian karakteristik sistem Penggerak dan pengujian sistem *trash rake* kondisi berbeban.

Pengujian Laboratorium

Table 4.1 Karakteristik Sistem Penggerak

No.	Kecepatan	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)	Keterangan
1	2100 (rpm) Poros Motor	210	2,6	160	Mulai
		210	2,1	95	Stabil
2	130 (rpm) Poros Penggulung	210	4	301	Mulai
		210	2	105	Stabil

Sumber : hasil pengujian

**Table 4.2 Percobaan dengan Rake**

No.	Kecepatan (rpm)	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)	Waktu (s)	Keterangan
1	126	210	2,3	125	11	Rake turun
	122	210	2,4	140	13	Rake naik
2	128	210	2,2	130	11	Rake turun
	124	210	2,2	150	12	Rake naik
3	126	210	2,2	130	11	Rake turun
	122	210	2,2	145	13	Rake naik
4	127	210	2,2	130	11	Rake turun
	124	210	2,2	145	13	Rake naik

Sumber : hasil pengujian

**Table 4.3 Percobaan Rake Berbeban**

No.	Kecepatan (rpm)	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)	Waktu (s)	Massa Beban (kg)
1	116	210	2,26	175	12	5
2	110	210	2,3	180	15	10

Sumber : hasil pengujian

### 4.3. Pembahasan

#### 4.3.1. Hasil Pengujian

##### a. Pengujian Karakteristik Sistem Penggerak

Berdasarkan hasil pengujian didapatkan kecepatan putaran poros motor 2100 rpm, dengan daya yang dipakai pada saat *start* awal mencapai 160 W namun akan menurun hingga 95 W pada saat putaran motor mulai stabil. Begitu juga dengan pemakaian arus pada saat *start* awal pemakaiannya mencapai 2.6 A dan menurun hingga 2.1 A, dengan tegangan pemakaian



210 V. Sedangkan pengujian dengan mentransmisikan putaran poros motor pada poros penggulung didapatkan kecepatan putaran poros penggulung 130 rpm selain itu membutuhkan daya 301 W untuk *start* awal namun pemakaiannya akan menurun 105 W pada saat putaran stabil, adapun arus yang digunakan pada saat *start* awal mencapai 4 A dan akan menurun hingga 2 A pada saat putaran telah stabil.

**b. Pengujian Percobaan *Rake***

Pengujian percobaan pergerakan *rake* pada lintasan dilakukan dengan metode pengambilan data pada saat *rake* turun diperoleh nilai rata-rata pada putaran poros penggulung 126.75 rpm dengan waktu 11 detik, adapun pemakaian daya mencapai 128.75 W dengan arus 2.23 A dan tegangan 210 V, sedangkan nilai rata-rata yang diperoleh pada saat *rake* bergerak naik pada kecepatan 123 rpm dengan waktu 12.75 detik, sedangkan pemakaian daya mencapai 145 W dengan arus 2.25 A dan tegangan 210 V.

**c. Pengujian Percobaan *Rake* dengan penambahan beban**

Pengujian kali ini dilakukan penambahan beban pada *rake* dimana pada saat penambahan beban 5 kg diperoleh pemakaian daya mencapai 175 W dengan arus 2.26 A dan tegangan 210 V pada putaran 116 rpm dengan waktu angkat 12 detik, sedangkan pada saat penambahan beban 10 kg terjadi penurunan putaran 110 rpm dengan waktu angkat lebih lama yakni 15 detik dan diperoleh pemakaian daya yang naik mencapai 180 W dengan arus 2.3 A dan tegangan 210 V.

#### 4.3.2. Hasil Desain Rancang Bangun

##### a. Rangka Utama Beserta Lintasan *Rake*

Rangka utama merupakan tempat dudukan beserta lintasan *rake*, pembuatan rangka utama ini disesuaikan dengan ukuran *intake* pada PLTMH Masamba. Bahan yang digunakan adalah besi siku ukuran 40 x 40 mm, penyambungan rangka dikencangkan ini menggunakan baut, sedangkan untuk lintasan *rake* menggunakan lembaran besi dengan ketebalan 1.5 mm yang telah di *bending* hingga berbentuk profil U, pemasangan lintasan pada rangka dengan menggunakan las listrik.

##### b. *Rake*

*Rake* terbagi atas 2 bagian, pertama yaitu rangka dimana rangka ini terbuat dari besi siku berukuran 30 x 30 mm dengan ukuran 1150 mm: 200 mm :150 mm yang disambung dengan menggunakan las listrik, selanjutnya pembuatan sisir penggerak yang terbuat dari besi plat dengan ukuran panjang 100 mm yang disusun pada besi siku dengan ukuran 30 x 30 mm hingga berbentuk sisir yang dipasang paten dengan menggunakan las listrik, setelah itu penggerak dipasang pada rangka dengan menggunakan baut.

##### c. *Sistem Penggerak*

Sistem penggerak terdiri atas motor listrik, V-belt dengan panjang 1260 mm tipe A:48, Puli dengan diameter luar  $\varnothing 24$  dan  $\varnothing 4$ , poros  $\varnothing 19$  dengan panjang 900 mm, dan bearing UCP 204-12. Selain poros masing – masing alat ini nantinya akan disimpan pada rangka dan dikacing dengan menggunakan baut. Adapun rangka ini terbuat dari besi siku 40 x 40 mm yang berdiamensi 850 mm x 360 mm x 90 mm, penyambungan rangka dengan menggunakan las listrik.

### 4.3.3 Analisa data.

Rancangan sistem penggerak (*rake*) dengan beban maksimal 25 kg.

- a. Daya yang dibutuhkan untuk menggerakkan benda.

Diketahui :

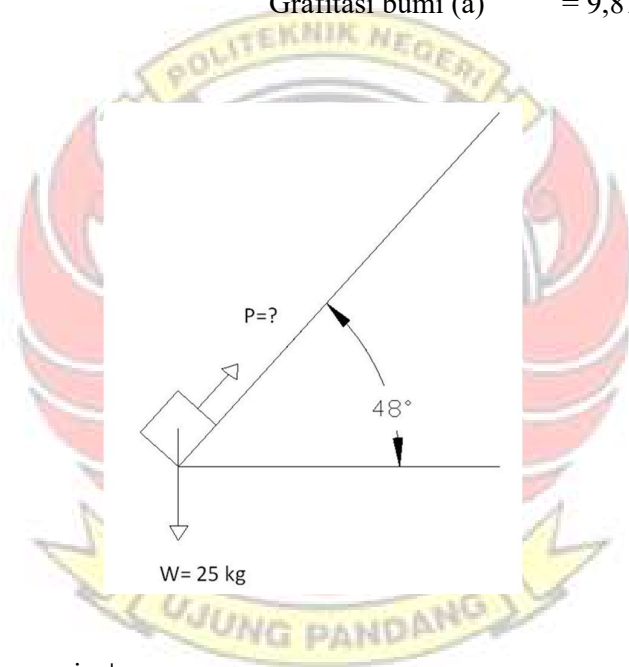
$$\text{Sudut kemiringan } \theta = 48^\circ$$

$$\text{Massa beban (m)} = 25 \text{ kg}$$

$$\text{Jarak lintasan (s)} = 1,9 \text{ m}$$

$$\text{Waktu (t)} = 12 \text{ dtk}$$

$$\text{Grafitasi bumi (a)} = 9,81 \text{ m/s}^2$$



- Gaya

$$\begin{aligned} F &= m \cdot a \cdot \sin \phi \\ &= 25 \times 9,81 \times \sin 48 \\ &= 182,2 \text{ N} \end{aligned}$$

- Daya mekanik

$$P = F \cdot v$$

$$P = F \cdot \left( \frac{s}{t} \right)$$

$$P = 182,2 \left( \frac{1,9}{12} \right)$$

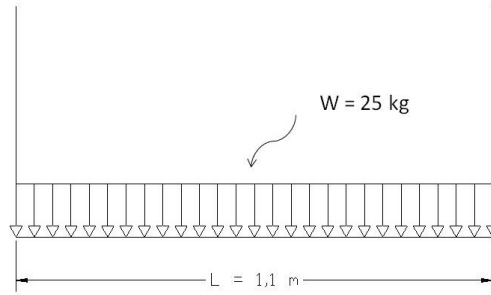
$$P = 28,7 \text{ watt}$$

b. Beban merata

Diketahui :

Massa beban (m) = 25 kg

Panjang beban (L) = 1,1 m



Gaya :

$$F = m \cdot a$$

$$= 25 \times 9,81$$

$$= 245 \text{ N}$$

Kerja :

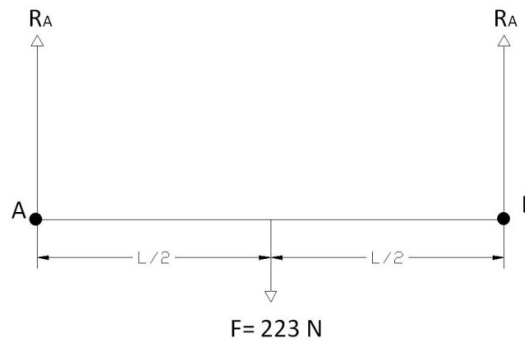
$$W = \frac{245 \text{ N}}{1,1 \text{ m}}$$

$$= 223 \text{ N/m}$$

Beban tali

$$\sum M_A = 0$$

$$\sum M_B = 0$$



$$\sum M_A = 0 \rightarrow F \cdot \frac{1}{2} \cdot L - R_B \cdot L = 0$$

$$R_B \cdot L = F \cdot \frac{1}{2} \cdot L$$

$$R_B = \frac{F \cdot \frac{1}{2} \cdot L}{L}$$

$$R_B = \frac{1}{2} \cdot F$$

$$R_B = \frac{1}{2} \cdot 245 \text{ N}$$

$$R_B = 122,5 \text{ N}$$

$$\sum M_A = 0 \rightarrow F \cdot \frac{1}{2} \cdot L - R_A \cdot L = 0$$

$$R_A \cdot L = F \cdot \frac{1}{2} \cdot L$$

$$R_A = \frac{F \cdot \frac{1}{2} \cdot L}{L}$$

$$R_A = \frac{1}{2} \cdot F$$

$$R_A = \frac{1}{2} \cdot 245 \text{ N}$$

$$R_A = 122,5 \text{ N}$$



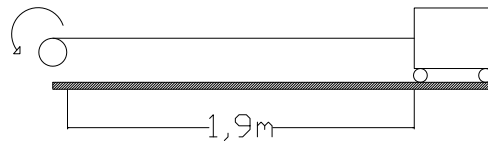
c. Kecepatan putar poros penggulung untuk menggerakkan benda.

Diketahui :

Jari-jari poros penggulung = 0,95 cm

Panjang lintasan = 190 cm

Waktu = 12 dtk



$$\begin{aligned} \text{Keliling lingkaran} &= 2\pi r \\ &= 2 \times 3,14 \times 0,95 \\ &= 5,96 \text{ cm} \end{aligned}$$

jadi satu putaran menggulung 5,96 cm tali sehingga untuk menggulung tali sepanjang 190 cm adalah :

$$\frac{190}{5,96} = 32 \text{ putaran}$$

Dengan waktu = 12 dtk maka kecepatan putaran :

$$\frac{32}{12} = 2,67 \text{ rps}$$

$$2,67 \text{ rps} = 160 \text{ rpm}$$

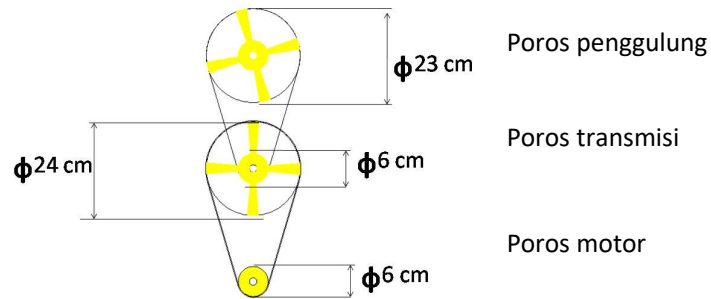
d. Pemilihan puli

Diameter puli pada poros penggulung (Dp1) = 24 cm

Diameter puli kecil pada poros transmisi (Dp2) = 6 cm

Diameter puli besar pada poros transmisi (Dp3) = 24 cm

Diameter puli motor (Dp4) = 6 cm



$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{Dp_2}{Dp_1}$$

$$\frac{160}{n_2} = \frac{6}{24}$$

$$6 n_2 = 160 \times 24$$

$$n_2 = 640 \text{ rpm (putaran pada poros transmisi)}$$

$$\frac{n_3}{n_4} = \frac{Dp_4}{Dp_3}$$

$$\frac{640}{n_2} = \frac{6}{24}$$

$$6 n_2 = 640 \times 24$$

$$n_2 = 2560 \text{ rpm (putaran poros motor)}$$

$$R = \frac{2560}{160} = 16$$

Perbandingan kecepatan putaran poros penggulung dengan poros motor ialah 1:16

Pemilihan motor listrik yang digunakan berdasarkan hasil perancangan ialah motor dengan spesifikasi sebagai berikut :

$$\text{Daya output (P}_{out}\text{)} = \frac{1}{4} \text{ hp} = 186 \text{ watt}$$

$$\text{Kecepatan (n)} = 2100 \text{ rpm}$$

$$\text{Tegangan (V)} = 220 \text{ volt}$$

$$\text{Arus (I)} = 2,7 \text{ A}$$

$$\text{Cos } \phi = 0,8$$

a. Daya input dan efisiensi motor

$$\begin{aligned} P_{in} &= V \cdot I \cdot \cos \phi \\ &= 220 \times 2,7 \times 0,8 \\ &= 352 \text{ watt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \eta &= \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \\ &= \frac{186}{352} \times 100\% \\ &= 53\% \end{aligned}$$

b. Torsi motor

$$\begin{aligned} P_s &= \frac{2 \pi n T}{60} \\ T &= \frac{P_s \times 60}{2 \times \pi \times n} \\ T &= \frac{186}{2 \times 3,14 \times 2100} \\ T &= 0,84 \text{ Nm} \end{aligned}$$





c. Kemampuan poros penggulung untuk menarik beban

Daya poros selanjutnya di transmisikan degan memanfaatkan perbandingan puli yang terhubung oleh sabuk. Rasio kecepatan antara poros penggulung dan poros motor ialah 1:16 sehingga kecepatan dan torsi motor berubah setelah ditransmisikan ke poros penggulung pada daya yang sama.

$$P_s = \frac{2 \pi n T}{60}$$

$$186 = \frac{2 \pi 131 T}{60}$$

$$T = \frac{186 \times 60}{2 \times \pi \times 131}$$

$$T = \frac{11.160}{822,68}$$

$$T = 13,5 \text{ Nm}$$

$$P_{\text{motor}} = P_{\text{poros penggulung}}$$

$$n_{\text{motor}} > n_{\text{poros penggulung}}$$

$$T_{\text{motor}} < T_{\text{poros penggulung}}$$

Pada torsi = 13,5 Nm dapat mengangkat beban sebagai berikut :

$$T = F \cdot r_{\text{lingkaran}}$$

$$T = (m \cdot a) \cdot r$$

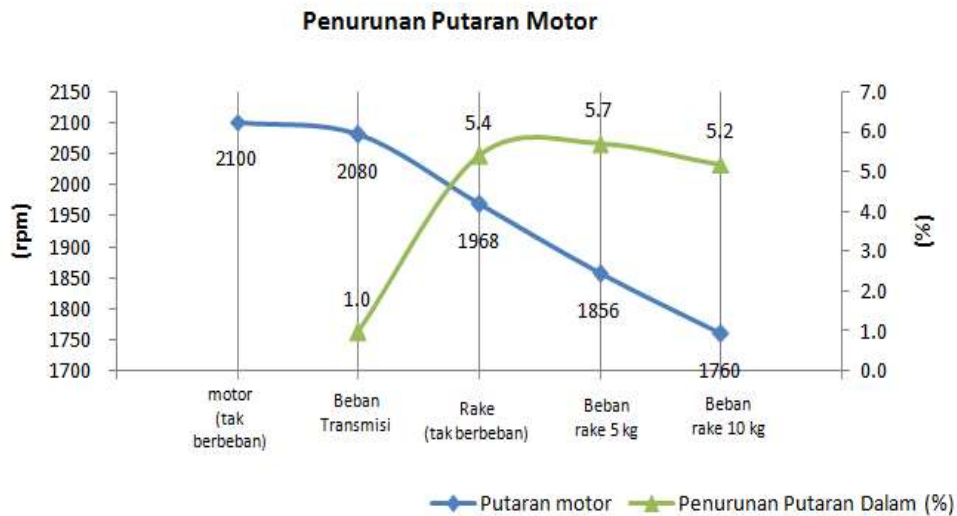
$$m = \frac{T}{a \cdot r}$$

$$m = \frac{13,5}{9,81 \times 0,02}$$

$$m = \frac{13,5}{0,195}$$

$$m = 68 \text{ kg}$$

Beban maksimum yang mampu di gerakkan oleh poros penggulung adalah 68 kg (sebelum dikurangi rugi-rugi transmisi dan gesekan).



**Gambar 4.1** Garafik hubungan antara pembebanan terhadap putaran motor.

Berdasarkan gambar 4.1. Terlihat bahwa dalam setiap pembebanan motor, putaran semakin berkurang. Hal tersebut akibat gesekan yang terjadi di komponen-komponen penghubung pada transmisi maupun perubahan berat beban pada bagian pengeruk (*rake*).

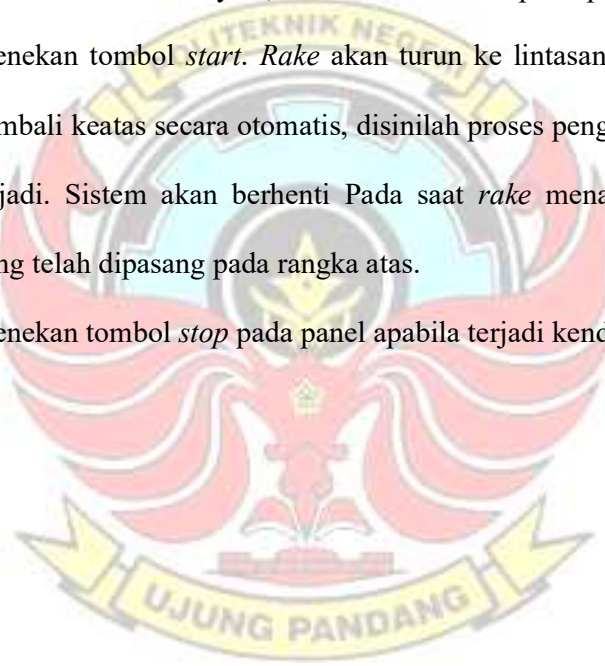
#### d. Sistem Kontrol

Sistem kontrol merupakan rangkaian listrik yang berfungsi sebagai alat pengendali motor dengan sistem kerja semi otomatis, dengan artian operator hanya menekan tombol *start* (*rake* bergerak turun) setelah itu alat kontrol akan mengambil alih pengoperasian motor dimana pada saat *rake* berada di bawah, di desain roda *rake* akan menginjak *switch* yang secara otomatis motor akan berhenti sejenak selama waktu yang di atur pada *timer* setelah itu motor akan kembali berfungsi namun pada arah putaran sebaliknya (*rake* bergerak naik) dan motor akan berhenti setelah *rake* menabrak *switch* stop. Pengaturan 2 arah putaran pada motor dilakukan dengan cara menukar fasa pada kapasitor motor dengan menggunakan 2 kontaktor. Sistem kontrol berada pada Kotak panel dengan ukuran dimensi panel yang digunakan adalah 250 mm x 120 mm x 250 mm.

**e. Sistem Operasi *Trash Rake***

Adapun tata cara pengoperasian pada Sistem *Trash Rake* antara lain sebagai berikut:

1. Pastikan terminal sistem terhubung ke Sumber (Pembangkit).
2. Menaikkan saklar pada MCB rangkaian kontrol dan rangkaian daya.
3. setelah memastikan sistem kontrol dialiri arus dengan melihat lampu indikator merah menyala, maka *trash rake* siap di operasikan.
4. Menekan tombol *start*. *Rake* akan turun ke lintasan bawah dan akan kembali keatas secara otomatis, disinilah proses pengangkatan sampah terjadi. Sistem akan berhenti Pada saat *rake* menabrak *switch stop* yang telah dipasang pada rangka atas.
5. Menekan tombol *stop* pada panel apabila terjadi kendala pada *rake*.



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian rancang bangun dapat disimpulkan :

1. Selama proses pembuatan, pemakaian tali penarik dengan ukuran 0,29 mm sebagai awal pembuktian namun kami dapatkan kendala dari sistem penggulangan balik yang cukup rumit (susah tergulung). Untuk mendapatkan penggunaan tali penarik yang ideal (sesuai) dengan saran pembimbing kami turunkan sampai diameter 0,14 mm dan hasilnya cukup memuaskan bagi kami .
2. Dalam pengoperasian alat dibutuhkan daya sebesar 180 W pada saat beban sampah 10 kg sedangkan dengan beban sampah 5 kg sistem membutuhkan daya 175 W.

#### 5.2 SARAN – SARAN

- 1) Untuk rancangan sistem *trash rake* selanjutnya, sebaiknya pengoperasian atau pengambilan sampah dilakukan secara kontinyu.
- 2) Andaikan masyarakat, adik-adik mahasiswa dan atau berkeinginan membuat sistem yang sama dengan klasifikasi ukuran yang berbeda penulis menyarankan berhati-hati (focus perhatian) dalam memilih tali penarik.

## DAFTAR PUSTAKA

Budiman dkk. 1999. *Elemen Mesin*. Jilid I. Jakarta: PT. Erlangga.

Joko prianto dkk. 2010. *Single Phase Motor*. Depok: Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

Klaus jorde dkk. 2009. *Good and Bad of Mini Hydro Power*. Jakarta : Asean Centre for Energy (ACE).

Musradi Mulyadi. 2009. *Elemen Mesin*. Politeknik Negeri Ujung Pandang.

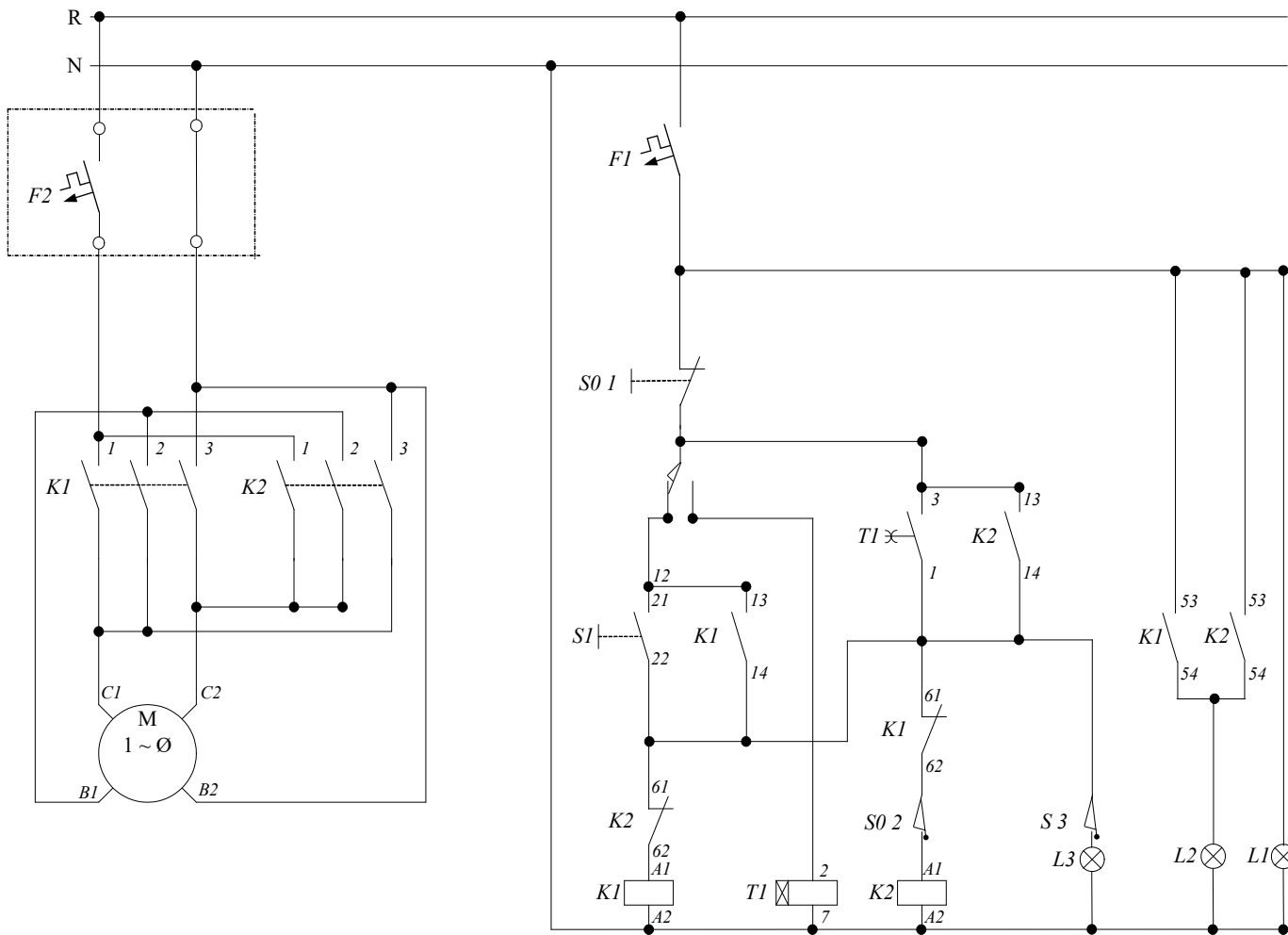
Siswoyo. 2008. *Teknik Listrik Industri untuk SMK*. Jilid II. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.



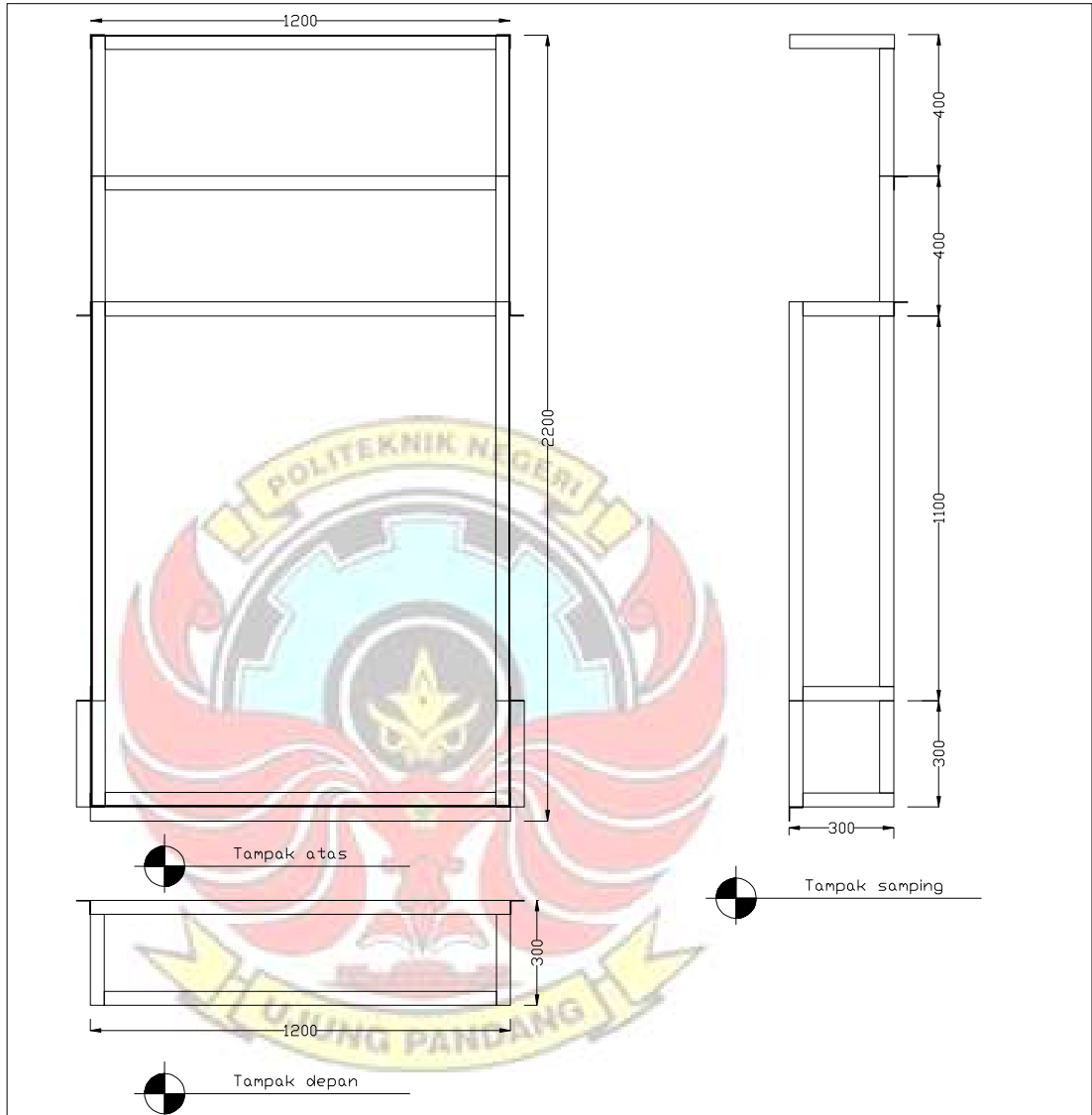
## **LAMPIRAN 1**

# **GAMBAR DETAIL SISTEM TRASH RAKE**



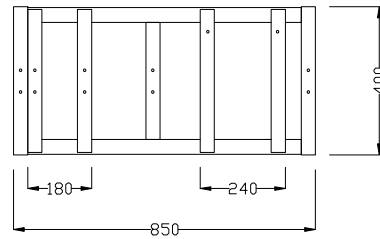


JUMLAH			NAMA BAGIAN	NO.BGN	BAHAN	UKURAN	KET	
III	II	I	PERUBAHAN :					
			STARTING MOTOR INDUKSI 1 Ø DENGAN DUA ARAH PUTARAN				SKALA DIGAMBAR	TIM
			TEKNIK KONVERSI ENERGI POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG				NO. Gambar TKE -26-10-2011	

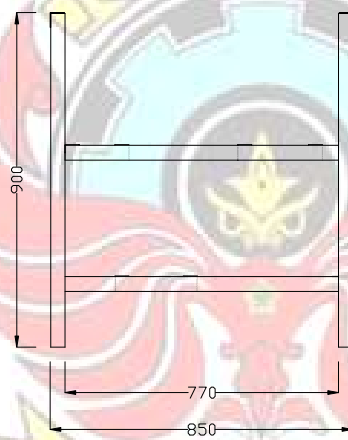


JUMLAH			NAMA BAGIAN	NO. BAG	BAHAN	UKURAN	KET	
I	II	III	PERUBAHAN :					
			RANGKA UTAMA TRASH RAKE					SKALA 1 : 15
			TEKNIK KONVERSI ENERGI POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG				DIPERIKSA	
						ND. GAMBAR		

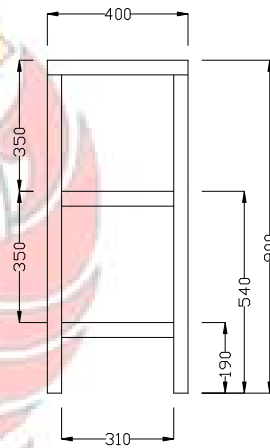




Tampak atas

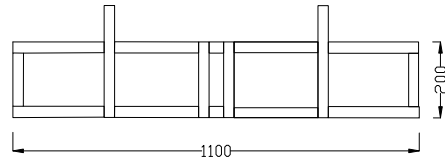


Tampak depan

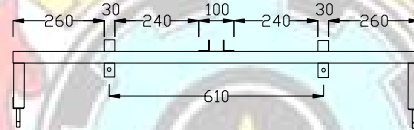


Tampak samping

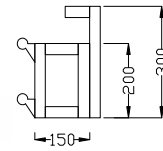
JUMLAH			NAMA BAGIAN	NO. BAG	BAHAN	UKURAN	KET
I	II	III	PERUBAHAN :				
			RANGKA SISTEM PENGGERAK TRASH RAKE			SKALA 1 : 15	
TEKNIK KONVERSI ENERGI POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG						NO. GAMBAR	



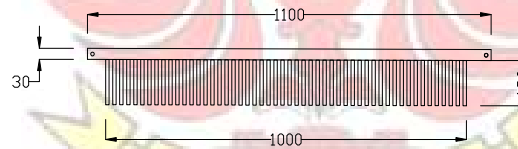
Tampak atas



Tampak depan

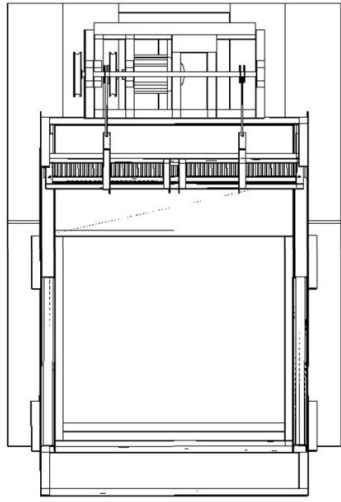


Tampak samping

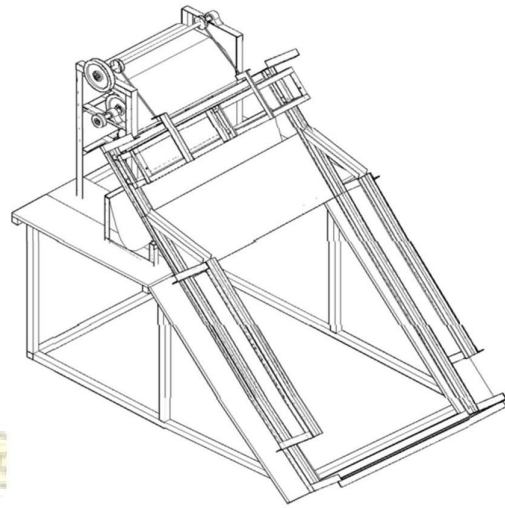


Potongan rake

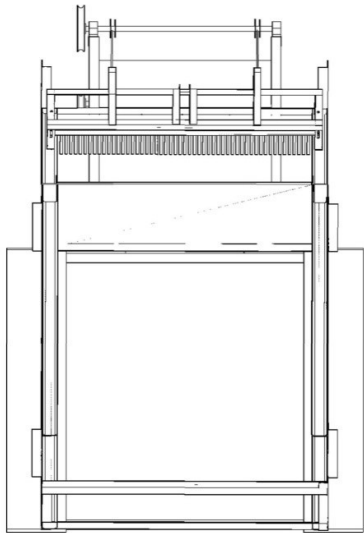
JUMLAH			NAMA BAGIAN	NO. BAG	BAHAN	UKURAN	KET	
I	II	III	PERUBAHAN :					
RANGKA RAKE TRASH RAKE						SKALA 1 : 15	DIGAMBAR	
							DIPERIKSA	
TEKNIK KONVERSI ENERGI POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG						NO. GAMBAR		



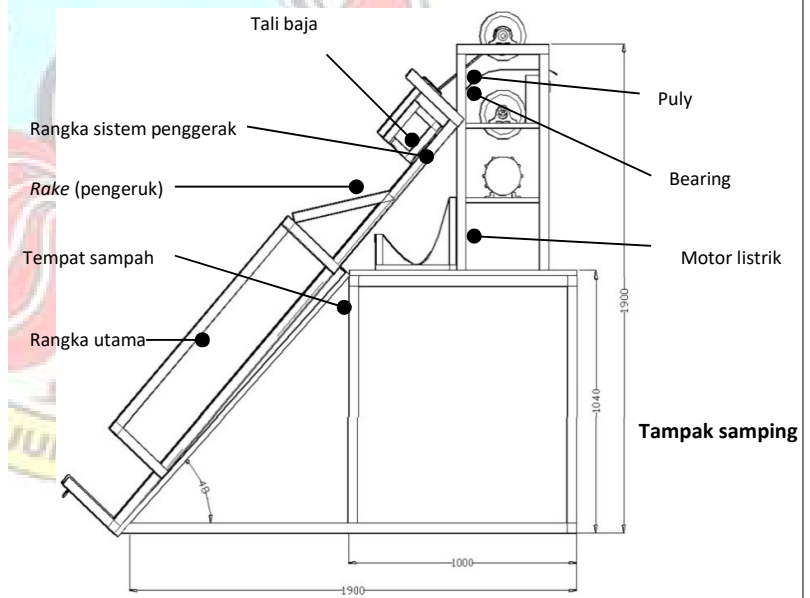
Tampak atas



Isometric view



Tampak depan



Tampak samping

JUMLAH			NAMA BAGIAN	NO. BAG	BAHAN	UKURAN	KET	
I	II	III	PERUBAHAN :					
<h1>TRASH RAKE</h1>						SKALA	DIGAMBAR	
						1 : 20	DIPERIKSA	
TEKNIK KONVERSI ENERGI POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG						NO. GAMBAR		

## **LAMPIRAN 2**

# **GAMBAR DOKUMENTASI KEGIATAN**



Lampiran 2.

## DOKUMENTASI KEGIATAN

### 1. Proses Pembuatan Rangka utama



Perancangan Rel Bawah



Perancangan Rel Atas



Pengelasan Rangka Utama

## 2. Proses Pembuatan Rake



Pembuatan Rangka Rake



Pengelasan Roda Rake

## 3. Proses Pembuatan Sistem Penggerak

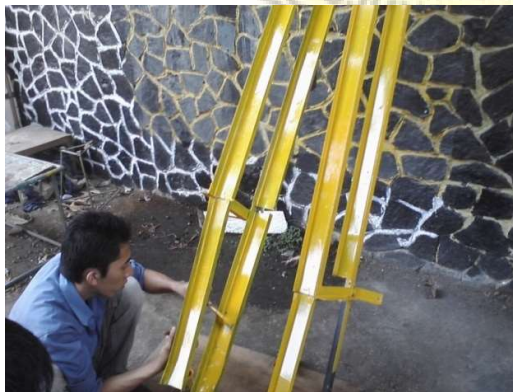


Pembuatan Rangka Penggerak



Pembubutan Poros

## 4. Proses Pengecatan dan Perakitan



Proses Pengecatan



Proses Perakitan

## 5. Proses Pemasangan Instalasi



Pengeboran Tempat Switch



Perakitan Sistem Kontrol

## 6. Proses Pemasangan Rangka



Proses Pemasangan pada Bidang



Proses Pemasangan Tali Penarik



Proses Pemasangan Tali Penarik

## 7. Proses Pengambilan Data dan Pengujian Alat



Alat Ukur yang digunakan



Proses Pengambilan Data



Proses Pengujian Alat



Proses Pengujian alat