

**TUGAS SARJANA**  
**ALAT BERAT**  
**ANALISA DAYA MOTOR PENGGERAK PADA**  
***PROTOTYPE BELT CONVEYOR***

*Diajukan Sebagai Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S.T)  
Pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

**Disusun Oleh :**

**BILLI ARDIKA**

**1307230320**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**  
**MEDAN**  
**2018**

**LEMBAR PENGESAHAN - I**  
**TUGAS SARJANA**  
**ALAT BERAT**

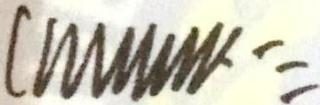
**ANALISA DAYA MOTOR PENGGERAK PADA**  
***PROTOTYPE BELT CONVEYOR***

**Disusun Oleh :**

**BILLI ARDIKA**  
**1307230320**

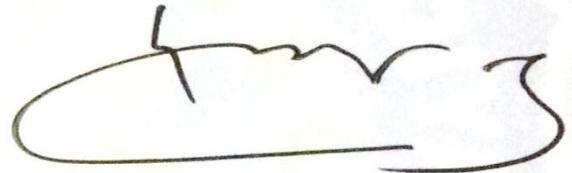
**Diperiksa dan Disetujui Oleh :**

**Pembimbing – I**



**(Rahmatullah, S.T., M.Sc)**

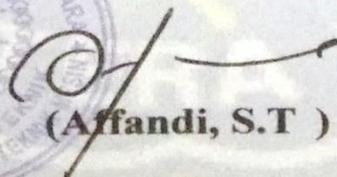
**Pembimbing – II**



**(Munawar A Siregar, S.T., M.T)**

**Diketahui oleh :**

**Ka. Program Studi Teknik Mesin**



**(Affandi, S.T )**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**  
**MEDAN**  
**2018**

**LEMBAR PENGESAHAN - II**  
**TUGAS SARJANA**  
**ALAT BERAT**  
**ANALISA DAYA MOTOR PENGGERAK PADA**  
***PROTOTYPE BELT CONVEYOR***

Disusun Oleh :

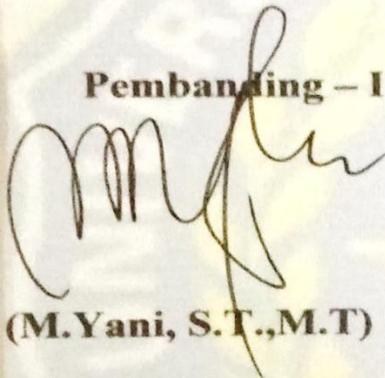
BILLI ARDIKA

1307230320

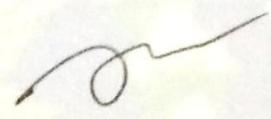
Telah diperiksa dan diperbaiki  
Pada seminar tanggal 19 Juli 2018

Disetujui Oleh :

Pembanding – I

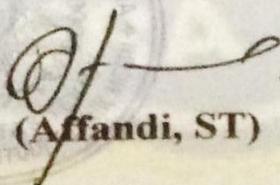
  
(M. Yani, S.T., M.T)

Pembanding – II

  
(Bekti Suroso, S.T., M.Eng)

Diketahui oleh :

Ka. Program Studi Teknik Mesin

  
(Affandi, ST)

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**  
**MEDAN**  
**2018**



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI MUHAMMADIYAH  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
**FAKULTAS TEKNIK**  
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Pusat Administrasi: Jalan Kapten Mukhtar Basri No.3 Telp. (061) 6611233 – 6624567 –  
6622400 – 6610450 – 6619056 Fax. (061) 6625474 Medan 20238  
Website : <http://www.umsu.ac.id>

**DAFTAR SPESIFIKASI**  
**TUGAS SARJANA**

Nama Mahasiswa : Billi Ardika

NPM : 1307230320

Semester : X (Sepuluh)

SPESIFIKASI :

**“ANALISA DAYA MOTOR PENGGERAK PADA *PROTOTYPE BELT***  
***CONVEYOR*”**

Diberikan Tanggal : 03 Agustus 2017

Selesai Tanggal : 02 Juli 2018

Asistensi : Seminggu, 1 kali

Tempat Asistensi : Di kampus dan di rumah Bapak Munawar A, Siregar, S.T., M.T

Medan, 02 Juli 2018

Diketahui oleh :

**Ka. Program Studi Teknik Mesin**

**Dosen Pembimbing – I**



(Affandi, S.T)

(Rahmatullah, S.T., M.Sc)



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI MUHAMMADIYAH  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Pusat Administrasi: Jalan Kapten Mukhtar Basri No.3 Telp. (061) 6611233 – 6624567 –  
6622400 – 6610450 – 6619056 Fax. (061) 6625474 Medan 20238  
Website : <http://www.umsu.ac.id>

Bila menjawab surat ini agar disebutkan nomor dan tanggalnya

DAFTAR HADIR ASISTENSI  
TUGAS SARJANA

NAMA : Billi Ardika

PEMBIMBING I : Rahmatullah, S.T.,M.T

NPM : 1307230320

PEMBIMBINGII: Munawar Alfansury Siregar, S.T.,M.T

NO	Hari / Tanggal	Uraian	Paraf
	3/08 - 2017	Penetapan tugas	Ut
	10/08 - 2017	Cek, perbaiki mesin dan referensi	Ut
	25/08 - 2017	Cek Bab 2, 3 ke Pembimbing 2	Ut
	Rabu 4/10 - 2017	Perbaiki dan serahkan ini tugas dan bagian masalah	Ut
	31/10 - 2017	Lampirkan BAB III	Ut
	2/12 - 2017	Revisi Diagram alir	Ut
	26/12 - 2017	Lampirkan BAB IV	Ut
	22/2 - 2018	Perbaiki perulangan serahkan dan tugas	Ut
	6/3 - 2018	Hard perulangan di buat dalam tabel dan grafik	Ut



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI MUHAMMADIYAH  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Pusat Administrasi: Jalan Kapten Mukhtar Basri No.3 Telp. (061) 6611233 – 6624567 –  
6622400 – 6610450 – 6619056 Fax. (061) 6625474 Medan 20238  
Website : <http://www.umsu.ac.id>

Bila menjawab surat ini agar disebutkan nomor dan tanggalnya

DAFTAR HADIR ASISTENSI  
TUGAS SARJANA

NAMA : Billi Ardika

PEMBIMBING I : Rahmatullah, S.T.,M.T

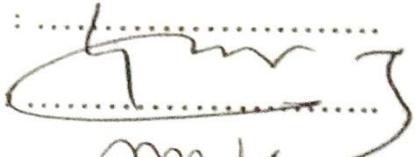
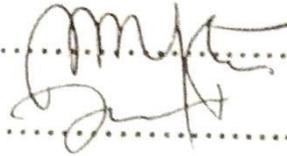
NPM : 1307230320

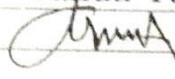
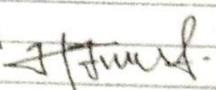
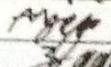
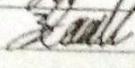
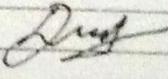
PEMBIMBINGII : Munawar Alfansury Siregar, S.T.,M.T

NO	Hari / Tanggal	Uraian	Paraf
	11/3-2018	Hasil grafik agar di yilaskan.	<i>[Signature]</i>
	3/6-2018	Perbaikan grafik.	<i>[Signature]</i>
	2/7-2018	Hee kan dgn Pembimbing I	<i>[Signature]</i>
	7/7-2018	sinkronisasi Bab1, Bab2 Bab3 dan Bab4 harus Cesvan	<i>[Signature]</i>
	9/7-2018	Data I harus disertai Referensi kan Cesvan dgn Pembahasan	<i>[Signature]</i>
	14/7-2018	Pemiksaan kelengkapan penulisan dan boleh ajukan Seminar setelah diskusi dgn Pembimbing II	<i>[Signature]</i>

**DAFTAR HADIR SEMINAR  
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK – UMSU  
TAHUN AKADEMIK 2017 – 2018**

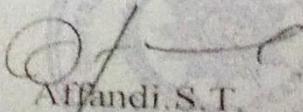
Peserta Seminar  
 Nama : Billi Ardika  
 NPM : 1307230320  
 Judul Tugas Akhir : Analisa Daya Motor Penggerak Pada Prototype Belt Conveyor.

DAFTAR HADIR	TANDA TANGAN
Pembimbing – I : Rahmatullah.S.T.M.Sc	: .....
Pembimbing – II : Munawar A Siregar.S.T.M.T	: 
Pembanding – I : M.Yani.S.T.M.T	: .....
Pembanding – II : Bekti Suroso.S.T.M.Eng	: 

No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1307230038	Ahmat Panggabean	
2	1307230277	HENDRA GUNAWAN	
3	1307230126	RIZKI ANGBA PRATAMA	
4	1307230079	CHOIRI RHMADAN	
5	1307230177	WAN MUKRIM	
6	1307230044	MHD SWAIB AULIA NST	
7	1407230115	YUDI ANGGARA	
8	1307230033	MHD. ARDIANTO	
9	1307230109	DWIKI DARMAWAN	
10	1307230107	Rumzi Vekeri	

Medan, 05 Dzulkaedah 1439 H  
19 Juli 2018 M

Ketua Prodi. T Mesin

  
Affandi.S.T.

DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

NAMA : Billi Ardika  
NPM : 1307230320  
Judul T.Akhir : Analisa daya Motor Penggerak Pada Prototype Belt Conveyor.

Dosen Pembimbing - I : Rahmatullah.S.T.M.Sc  
Dosen Pembimbing - II : Munawar A Siregar.S.TM.T  
Dosen Pembanding - I : M.Yani.S.T.M.T  
Dosen Pembanding - II : Bekti Suroso.S.T.M.T

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana ( collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

libat pada draft skripsi bagian 2 yang harus direvisi

3. Harus mengikuti seminar kembali  
Perbaikan :

Medan 05 Dzulkaedah 1439H  
19 Juli 2018 M

Diketahui :  
Ketua Prodi. T.Mesin

Affandi.S.T

Dosen Pembanding- I

M.Yani.S.T.M.T

DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

NAMA : Billi Ardika  
NPM : 1307230320  
Judul T.Akhir : Analisa daya Motor Penggerak Pada Prototype Belt Conveyor.

Dosen Pembimbing - I : Rahmatullah.S.T.M.Sc  
Dosen Pembimbing - II : Munawar A Siregar.S.TM.T  
Dosen Pembanding - I : M.Yani.S.T.M.T  
Dosen Pembanding - II : Bekti Suroso.S.T.M.Eng

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana ( collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

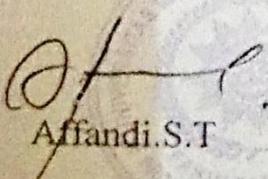
.....*lihat pada naskah skripsi*.....  
.....  
.....

3. Harus mengikuti seminar kembali  
Perbaikan :

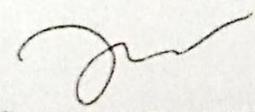
.....  
.....  
.....

Medan 05 Dzulkaedah 1439H  
19 Juli 2018 M

Diketahui :  
Ketua Prodi. T.Mesin

  
Affandi.S.T

Dosen Pembanding- II

  
Bekti Suroso.S.T.M.Eng

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS SARJANA

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : BILLI ARDIKA  
Tempat/Tgl Lahir : Kotarih 23 April 1995  
NPM : 1307230320  
Bidang Keahlian : Alat Berat  
Program Studi : Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara  
(UMSU)

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan tugas sarjana (skripsi) saya ini yang berjudul :

### **“ANALISA DAYA MOTOR PENGGERAK PADA *PROTOTYPE BELT CONVEYOR*”**

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material maupun non material, ataupun segala kemungkinan yang lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis tugas akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidak sesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh tim Fakultas yang dibentuk untuk verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 19 Juli 2018

Saya yang menyatakan,



BILLI ARDIKA

## ABSTRAK

*Motor induksi merupakan salah satu system peralatan yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Dalam penulisan tugas akhir ini menggunakan motor induksi satu fase sebagai objek penelitian, pertimbangan penggunaan motor induksi dikarenakan motor tersebut mempunyai kontruksi yang sangat sederhana dan tidak mudah rusak. Adapun komponen utama dari motor induksi yaitu stator dan rotor. Daya adalah laju dari pengeluaran energi atau kerja yang dilakukan, sama halnya dengan kecepatan adalah laju dari gerak. Disamping itu juga kita harus mengetahui kapasitas daya yang diperlukan untuk menggerakkan belt conveyor, agar kerusakan pada motor induksi dapat terhindar dari akibat beban berlebih. Adapun daya keluaran motor dipengaruhi oleh beberapa factor yaitu besar kecilnya arus dan daya untuk tegangan kosntan. Daya input yang didapat dari perhitungan ini ialah sebesar 0,946 kW, dengan arus 5 A, Tegangan 220 V, dan factor daya (  $\text{Cos}\theta$  ) 0,86. Dapat dilihat bahwa semakin besar arus dan factor daya maka daya input motor juga akan semakin besar. Sebaliknya jika arus dan factor daya motor maka, kecil jugalah daya masukan motor, hal ini berarti daya masukan motor berbanding lurus terhadap tegangan (  $V$  ), arus (  $I$  ), dan factor daya (  $\text{Cos}\theta$  ). Ini dibuktikan dengan dilakukannya pengujian langsung terhadap motor induksi, dengan menggunakan perbandingan pully 2 inchi, 4 inchi dan 6 inchi sedangkan untuk pembebanan digunakan material berupa batu bara, batu krikil dan batu alam, maka didapat hasil sebagai berikut. Untuk daya mekanik pada gear reducer dipengaruhi oleh berat beban yang digerakan oleh motor seperti berikut, untuk pully 2 inch, didapat daya mekanik gear reducer sebesar,  $3,2282 \times 10^{-5} \text{ kW}$  untuk batu krikil,  $3,0689 \times 10^{-5} \text{ kW}$ , untuk batu alam,  $2,6038 \times 10^{-5} \text{ kW}$  untuk batu bara. pully 4 inchi,  $7,1011 \times 10^{-5} \text{ kW}$  untuk batu krikil,  $6,6941 \times 10^{-5} \text{ kW}$ , untuk batu alam,  $5,5659 \times 10^{-5} \text{ kW}$  untuk batu bara. pully 6 inchi  $1,1090 \times 10^{-4} \text{ kW}$  untuk batu krikil,  $1,0026 \times 10^{-4} \text{ kW}$ , untuk batu alam,  $8,2008 \times 10^{-5} \text{ kW}$  untuk batu bara.*

**Kata Kunci : Pengaruh beban, Daya, variasi Pully, Belt Conveyor**

## KATA PENGANTAR



*Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.*

Puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Sarjana ini dengan lancar. Tugas sarjana ini merupakan tugas akhir bagi mahasiswa Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dalam menyelesaikan studinya. Untuk memenuhi syarat tersebut penulis dengan bimbingan daripada dosen pembimbing merencanakan sebuah “**Analisa Daya Motor Penggerak Pada Prototype Belt Conveyor**”.

Dalam menyelesaikan tugas ini penulis banyak mengalami hambatan dan rintangan yang disebabkan minimnya pengetahuan dan pengalaman penulis, namun berkat petunjuk Allah SWT yang terus-menerus hadir dan atas kerja keras penulis, dan atas banyaknya bimbingan dari pada dosen pembimbing, serta bantuan moril maupun materil dari berbagai pihak akhirnya penulis dapat menyelesaikan tugas sarjana ini.

Untuk itu pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Kedua orang tua tercinta penulis yaitu Ayahanda Bowari dan Ibunda Dewi Rasmini yang telah membesarkan, mengasuh, mendidik, serta senantiasa memberikan kasih sayang, doanya, serta dukungan moril maupun material sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Sarjana ini.
2. Bapak Rahmatullah, S.T., M.Sc selaku Dosen Pembimbing I Tugas Sarjan ini.
3. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dan sekaligus Dosen Pembimbing II Tugas Sarjana ini
4. Bapak M. Yani, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing I Tugas Sarjana ini.
5. Bapak Bakti Suroso, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing II Tugas Sarjana ini.
6. Bapak Ade Faisal, S.T., M.Sc, Ph.D. selaku Wakil Dekan I Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Bapak Khairul Umurani, S.T., M.T. selaku Wakil Dekan III Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Bapak Affandi, S.T. selaku Ketua Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
9. Bapak Chandra A Siregar, S.T., M.T. selaku Sekretaris Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
10. Seluruh Dosen dan Staff Pengajar di Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan masukan dan dukungan dalam menyelesaikan Tugas Sarjana ini.
11. Keluarga besar Lab Teknik Mesin UMSU yang telah memberikan semangat dan do'a yang tulus kepada penulis.

12. Seluruh *Team Prototype Belt Conveyor* yang telah bekerja sama dalam menyelesaikan Tugas Sarjana dan Alat uji ini.
13. Seluruh teman-teman seperjuangan stambuk 2013, terkhusus kelas B2 dan A2 Siang yang telah banyak memberikan bantuan, motivasi dan do'a yang tulus kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa tugas ini masih jauh dari sempurna dan tidak luput dari kekurangan, karena itu dengan senang hati dan penuh lapang dada penulis menerima segala bentuk kritik dan saran dari pembaca yang sifatnya membangun demi kesempurnaan penulisan tugas sarjana ini.

Akhir kata penulis mengharapkan semoga tugas sarjana ini dapat bermanfaat bagi kita semua dan semoga Allah SWT selalu merendahkan hati atas segala pengetahuan yang kita miliki. Amin Ya Rabbal Alamin.

*Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.*

Medan, 19 Juli 2018

Penulis



**BILLI ARDIKA**  
**1307230320**

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PRNGESAHAN I</b>	
<b>LEMBAR PENGEAHAN II</b>	
<b>LEMBAR SPESIFIKASI TUGAS SARJANA</b>	
<b>LEMBAR ASISTENSI TUGAS SARJANA</b>	
<b>ABSTRAK</b>	<b>i</b>
<b>KATA PENGANTAR</b>	<b>ii</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR NOTASI</b>	<b>x</b>
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Definisi Motor Induksi 1 Fasa	5
2.2 Kontruksi Motor Induksi 1 Fasa	6
2.3 Bagian – Bagian Motor Induksi	6
2.3.1 <i>Stator</i> (bagian motor yang diam)	7
2.3.2 <i>Rotor</i> (bagian motor yang bergerak)	10
2.4 Jenis – jenis Motor Induksi 1 Fasa	11
2.4.1 Motor Fasa Teparah	11
2.4.2 Motor Kapasitor Permanen	12
2.4.3 Motor Shaded Pole	12
2.4.4 Motor Kapasitor Start	13
2.4.5 Motor Kapasitor Run	14
2.5 Ukuran Motor Untuk Beban Yang Bervariasi	14
2.6 Prinsip Kerja Motor Induksi 1 Fasa	15
2.6.1 Teori Medan Putar Silang	15
2.7 Definisi Daya Listrik Secara Umum	21
2.8 Daya Pada Motor Induksi	22
2.9 Rugi – Rugi Pada Motor Induksi	27
2.10 Rugi – Rugi Inti	28
2.11 Rugi – Rugi Mekanik	28

2.12 Rugi – Rugi Belitan	29
2.13 Cara Menentukan Rugi – Rugi Pada Motor	29
2.14 Efisiensi Daya Pada Motor Induksi	30
2.15 Pemeliharaan Motor Induksi	31

### **BAB 3. METODE PENELITIAN**

3.1 Waktu dan Tempat	33
3.1.1 Waktu	33
3.1.2 Tempat	34
3.2 Perakitan <i>Belt Conveyor</i>	34
3.3 Bahan Dan Alat	35
3.3.1 Bahan	35
3.3.2 Alat	36
3.4 Pengamatan	39
3.5 Pengujian Dan Teknik Pengambilan Data	39
3.6 Diagram Alir Penelitian	41

### **BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1 Hasil Penelitian	42
4.1.1 Data Hasil Pengukuran Listrik Pada Motor 1 Fasa Dengan Menggunakan <i>Pully 2 Inchi</i>	42
4.2 Pembahasan	43
4.2.1 Analisa Daya Input Motor Induksi 1 Fasa Berdasarkan Name Plate	43
4.2.2 Analisa Daya Input Motor Berdasarkan Pengukuran Pada Saat <i>Prototype Belt Conveyor</i> Tidak Ada Beban	43
4.2.3 Analisa Daya Input Motor Berdasarkan Pengukuran Pada <i>Prototype Belt Conveyor</i> Ada Beban	44
4.2.4 Analisa Daya Mekanik Gear Reducer Pada Saat <i>Prototype Belt Conveyor</i> Memiliki Beban	46
4.2.5 Analisa Daya Mekanik Gear Reducer Pada Saat <i>Prototype Belt Conveyor</i> Tidak Memiliki Beban	50
4.2.6 Analisa Daya Mekanik <i>Prototype Belt Conveyor</i> Pada Saat Memiliki Beban	52
4.2.7 Analisa Daya Mekanik <i>Prototype Belt Conveyor</i> Pada Saat Tidak Memiliki Beban	55
4.2.8 Anailisa Efisiensi Motor Induksi 1 Fasa Pada <i>Pully 2 Inhci</i>	56
4.3 Data Hasil Pengukuran Listrik Pada Motor 1 Fasa Dengan Menggunakan <i>Pully 4 Inchi</i>	60
4.3.1 Analisa Daya Input Motor Berdasarkan Pengukuran Pada Saat <i>Prototype Belt Conveyor</i> Tidak Ada Beban	60

4.3.2	Analisa Daya Input Motor Berdasarkan Pengukuran Pada <i>Prototype Belt Conveyor</i> Ada Beban	61
4.3.3	Analisa Daya Mekanik Gear Reducer Pada Saat <i>Prototype Belt Conveyor</i> Memiliki Beban	63
4.3.4	Analisa Daya Mekanik Gear Reducer Pada Saat <i>Prototype Belt Conveyor</i> Tidak Memiliki Beban	67
4.3.5	Analisa Daya Mekanik <i>Prototype Belt Conveyor</i> Pada Saat Memiliki Beban	69
4.3.6	Analisa Daya Mekanik <i>Prototype Belt Conveyor</i> Pada Saat Tidak Memiliki Beban	72
4.3.7	Anailisa Efisiensi Motor Induksi 1 Fasa Pada <i>Pully 4</i> Inhci	73
4.4	Data Hasil Pengukuran Listrik Pada Motor 1 Fasa Dengan Menggunakan <i>Pully 6</i> Inchi	77
4.4.1	Analisa Daya Input Motor Berdasarkan Pengukuran Pada Saat <i>Prototype Belt Conveyor</i> Tidak Ada Beban	77
4.4.2	Analisa Daya Input Motor Berdasarkan Pengukuran Pada <i>Prototype Belt Conveyor</i> Saat Ada Beban	78
4.4.3	Analisa Daya Mekanik Gear Reducer Pada Saat <i>Prototype Belt Conveyor</i> Memiliki Beban	80
4.4.4	Analisa Daya Mekanik Gear Reducer Pada Saat <i>Prototype Belt Conveyor</i> Tidak Memiliki Beban	84
4.4.5	Analisa Daya Mekanik <i>Prototype Bel Conveyor</i> Pada Saat Memiliki Beban	86
4.4.6	Analisa Daya Mekanik <i>Prototype Belt Conveyor</i> Pada Saat Tidak Memiliki Beban	89
4.4.7	Anailisa <i>Efisiensi</i> Motor Induksi 1 Fasa Pada <i>Pully 6</i> Inhci	90

## **BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1	Kesimpulan	96
5.2	Saran	98

## **DAFTAR PUSTAKA**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Konstruksi Umum Motor Induksi 1 Fasa	6
Gambar 2.2	Bentuk Gelombang Fluks Magnet	7
Gambar 2.3	Konstruksi Stator Motor Induksi	10
Gambar 2.4	Motor Fasa Terpisah	12
Gambar 2.5	Motor Kapasitor Permanen	12
Gambar 2.6	Motor <i>Shaded Pole</i>	13
Gambar 2.7	Motor <i>Kapasitor Start</i>	13
Gambar 2.8	<i>Kapasitor Run</i>	14
Gambar 2.9	Medan Stator Berdenyut Sepanjang Garis AC	16
Gambar 2.10	Rotor Yang Berputar Membangkitkan GGL Dalam Konduktor	16
Gambar 2.11	Hubungan Fasa Dari Arus Dan Fluksi	18
Gambar 2.12	Medan Silang Yang Dihasilkan Oleh Arus Rotor	18
Gambar 3.1	<i>Belt Conveyor</i>	34
Gambar 3.2	<i>Pully</i>	35
Gambar 3.3	Motor Induksi 1 Fasa	35
Gambar 3.4	<i>Gear Reducer</i>	36
Gambar 3.5	Sabuk <i>Belt Conveyor</i>	36
Gambar 3.6	Kunci – kunci Perlengkapan	37
Gambar 3.7	Meteran	37
Gambar 3.8	Jangka Sorong	38
Gambar 3.9	Tangampere	38
Gambar 3.10	Stopwacht	39
Gambar 3.11	Saat Pengujian	40
Gambar 3.12	Diagram Alir	41
Gambar 4.1	Grafik Analisa Daya Input Motor Pada <i>Prototype Belt Conveyor</i> Dengan Variasi Beban Pada <i>Pully 2 Inchi</i>	57
Gambar 4.2	Grafik Analisa Daya Mekanik <i>Gear Reducer Prototype Belt</i> <i>Conveyor</i> Dengan Variasi Beban Pada <i>Pully 2 Inchi</i>	58

Gambar 4.3	Grafik Analisa Daya Mekanik <i>Prototype Belt Conveyor</i> Dengan Variasi Beban Pada <i>Pully 2 Inchi</i>	59
Gambar 4.4	Grafik Analisa Daya Input Motor Pada <i>Prototype Belt Conveyor</i> Dengan Variasi Beban Pada <i>Pully 4 Inchi</i>	74
Gambar 4.5	Grafik Analisa Daya Mekanik <i>Gear Reducer Prototype Belt Conveyor</i> Dengan Variasi Beban Pada <i>Pully 4 Inchi</i>	75
Gambar 4.6	Grafik Analisa Daya Mekanik <i>Prototype Belt Conveyor</i> Dengan Variasi Beban Pada <i>Pully 4 Inchi</i>	76
Gambar 4.7	Grafik Analisa Daya Input Motor Pada <i>Prototype Belt Conveyor</i> Dengan Variasi Beban Pada <i>Pully 6 Inchi</i>	91
Gambar 4.8	Grafik Analisa Daya Mekanik <i>Gear Reducer Prototype Belt Conveyor</i> Dengan Variasi Beban Pada <i>Pully 6 Inchi</i>	92
Gambar 4.9	Grafik Analisa Daya Mekanik <i>Prototype Belt Conveyor</i> Dengan Variasi Beban Pada <i>Pully 6 Inchi</i>	93
Gambar 4.10	Grafik Analisa Daya Input Motor Pada <i>Prototype Belt Conveyor</i> Dengan Variasi Beban Pada <i>Pully 2, 4 dan 6 Inchi</i>	94
Gambar 4.11	Grafik Analisa Daya Mekanik <i>Gear Reducer Prototype Belt Conveyor</i> dengan variasi beban Pada <i>Pully 2, 4 dan 6 Inchi</i>	94
Gambar 4.12	Grafik Analisis Daya Mekanik <i>Prototype Belt Conveyor</i> Pada <i>Pully 2, 4 dan 6 Inchi</i> dengan variasi beban	95

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Jadwal Kegiatan	33
Tabel 4.1	Data hasil pengukuran listrik pada motor 1 fasa pada <i>pully</i> 2 inchi, dengan menggunakan alat tangampere.	42
Tabel 4.2	Data Hasil Perhitungan Daya Input Motor Pada <i>Pully 2 Inchi</i>	57
Tabel 4.3	Data Hasil Perhitungan Daya Mekanik <i>Gear Reducer</i> Pada <i>Pully 2 Inchi</i>	58
Tabel 4.4	Data Hasil Perhitungan Daya Mekanik <i>Prototype Belt Conveyor</i> Pada <i>Pully 2 Inchi</i>	59
Tabel 4.5	Data hasil pengukuran listrik pada motor 1 fasa pada <i>pully</i> 4 inchi, dengan menggunakan alat tangampere	60
Tabel 4.6	Data Hasil Perhitungan Daya Input Motor Pada <i>Pully 4 Inchi</i>	74
Tabel 4.7	Data Hasil Perhitungan Daya Mekanik <i>Gear Reducer</i> Pada <i>Pully 4 Inchi</i>	75
Tabel 4.8	Data Hasil Perhitungan Daya Mekanik <i>Prototype Belt Conveyor</i> Pada <i>Pully 4 Inchi</i>	76
Tabel 4.9	Data hasil pengukuran listrik pada motor 1 fasa pada <i>pully</i> 6 inchi, dengan menggunakan alat tangampere	77
Tabel 4.10	Data Hasil Perhitungan Daya Input Motor Pada <i>Pully 6 Inchi</i>	91
Tabel 4.11	Data Hasil Perhitungan Daya Mekanik <i>Gear Reducer</i> Pada <i>Pully 6 Inchi</i>	92
Tabel 4.12	Data Hasil Perhitungan Daya Mekanik <i>Prototype Belt Conveyor</i> Pada <i>Pully 6 Inchi</i>	93

## DAFTAR NOTASI

<b>Simbol</b>	<b>Keterangan</b>	<b>Satuan</b>
$P_1$	Daya aktif satu Fase	Watt
$V_p$	Tegangan per Fase	Volt
$I_p$	Arus	Ampere
$\cos \theta$	Faktor daya	
$M$	Momen	N.m
$F$	Gaya keliling poros	N
$r$	Jari – jari	mm
$n$	Frekuensi putaran	
$\Delta\omega$	Kecepatan sudut	rad/detik
$m_{total}$	Berat total massa material dan belt conveyor	Kg/s
$a$	Percepatan	$m/s^2$
$t$	Waktu	s
$V$	Kecepatan linier	m/s
$m_{bc}$	Berat belt conveyor	Kg/m
$I_n$	Momen inersia	$Kg.m^2$
$\alpha$	Percepatan sudut	$rad/s^2$
EK	Energi kinet	
$\eta$	Efisiensi	%

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Motor induksi pada bidang industri memegang peranan penting serta paling banyak digunakan. Hal ini dikarenakan motor listrik merupakan salah satu system peralatan yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Selanjutnya energi mekanis ini banyak digunakan untuk berbagai keperluan pelayanan beban ekonomis.

Namun pada umumnya, motor induksi yang banyak digunakan di pabrik-pabrik adalah motor induksi 3 fasa dan 1 fasa. Pertimbangan penggunaan motor induksi dikarenakan motor tersebut mempunyai konstruksi yang sangat sederhana dan tidak mudah rusak, sehingga muda dalam perawatan serta putaran-putaran motor relative konstan dengan perubahan beban. Di samping itu juga keandalannya tinggi dan memiliki faktor daya yang sangat baik.

Daya adalah laju pengeluaran energi sama dengan halnya dengan kepesatan adalah laju dari gerak. Jika daya rata-rata yang diperlukan oleh motor listrik dalam waktu tertentu diketahui, maka energi yang digunakan motor adalah daya rata-rata dikalikan dengan waktu yang digunakan motor. Pembaca meyakini perbedaan antara daya dan energi. Daya adalah laju dari pengeluaran energi atau kerja yang dilakukan, sama halnya dengan kecepatan adalah laju dari gerak. (Lit.Ir.Drs.Hanapi Gunawan.Mesin dan Rangkaian Listrik.Hal 42)

Sedangkan pada sebuah dunia industri peran *belt conveyor* sangatlah penting dimana fungsi *belt conveyor* itu sendiri adalah sebagai salah satu alat

pengangkut material yang paling banyak digunakan di dunia industri. Selain jarak yang bisa ditempuh cukup jauh alat ini juga mempunyai kapasitas pemindah yang cukup besar. Dimana pada dunia industri yang proses pengolahannya berlangsung secara kontiniu, oleh sebab itu keberadaan *belt conveyor* sangatlah vital bagi kelangsungan produksi. Maka perlu diperhatikan sebelum memasang motor induksi tersebut kita harus menghitung dan menganalisa kapasitas daya yang diperlukan untuk menggerakkan *belt conveyor*, agar kerusakan pada motor induksi akibat adanya beban berlebih dapat terhindari.(Lit.Ach.Muhib Zainuri,S.T,M.T. Mesin Pemindah Bahan.Hal.132)

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang diatas maka, rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Berapakah daya listrik yang sesuai oleh motor induksi 1 Fasa tersebut?
2. Berapakah daya mekanik yang dibutuhkan oleh *Gear Reducer* untuk menggerakkan *Belt Conveyor* pada mini *prototype belt conveyor* bila dikonversikan ke dalam daya listrik?
3. Berapakah *Efisiensi* ekonomis dari output yang dihasilkan oleh motor penggerak 1 Fasa tersebut?

## **1.3 Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan motor induksi 1 fasa.
2. Parameter yang akan diteliti yaitu daya, perbandingan *pully* dan beban, serta *efisiensi*.

3. Arus yang digunakan yaitu arus AC (bolak – balik ).

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dalam penulisan tugas akhir ini adalah untuk mengetahui kinerja dari daya motor penggerak pada *prototype belt conveyor*.

Sedangkan tujuan khusus ialah :

1. Untuk mengetahui daya yang dihasilkan setelah beban dan diameter *pully* divariasikan pada motor induksi 1 fasa.
2. Untuk mengetahui daya mekanik yang dibutuhkan oleh *Gear Reducer*.
3. Untuk mengetahui *efisiensi* yang dihasilkan setelah beban dan diameter *pully* divariasikan pada motor induksi 1 fasa.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari dilakukannya penelitian ini yaitu :

1. Dapat menambah pengetahuan serta pemahaman tentang perhitungan daya motor induksi satu Fasa penggerak *belt conveyor* pada (*prototype belt conveyor* serta aspek-aspek yang digunakan pada motor itu sendiri.
2. Bagi dunia Akademik dapat membuktikan pengetahuan tentang perbedaan diameter *pully* terhadap unjuk kerja dan *efisiensi* motor induksi.

#### **1.6 Sistematika Penulisan**

Dalam penulisan tugas sarjana ini di bagi dalam beberapa bab, yang terdiri dari:

### **BAB 1 : PENDAHULUAN**

Pada bab ini menerangkan secara garis besar latar belakang masalah, manfaat, tujuan penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, dan sistematika penulis

## **BAB 2 : TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bab ini menjelaskan tentang teori dasar motor induksi tiga Fasa, prinsip kerja motor induksi satu Fasadan bagian-bagian dari motor induksi satu Fasa serta bagian-bagian umum dari *belt conveyor*.

## **BAB 3 : METODE PENELITIAN**

Pada bab ini menjelaskan pembahasan singkat mengena keadaan umum dari *belt conveyor* dan deskripsi kerja *belt conveyor*, peralatan dan bahan yang digunakan selama pengamatan, prosedur pelaksanaan, data teknis dari motor listrik dan *belt conveyor* serta metode penelitian.

## **BAB 4 : HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pada bab ini merupakan bagian yang terhitung atau inti dari pembahasan laporan akhir ini, yang menjelaskan tentang analisa data hasil pengamatan dan analisa perhitungan data.

## **BAB 5 : KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini merupakan bab akhir dari laporan yang berisi tentang kesimpulan dan saran yang merupakan hasil dari semua pembahasan dari bab-bab sebelumnya.

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Definisi Motor Induksi 1 Fasa.

Disebut motor induksi satu fasa karena untuk menghasilkan tenaga mekanik, pada motor tersebut dimasukan tegangan satu fasa. Pada motor satu fasa fluks magnet hanya bergantian saja, sehingga meyakinkan bagi motor pada saat start. Untuk itu maka diperlukan bantuan yang prinsipnya membentuk medan magnet baru yang tidak sefasa dengan medan magnet lilitan utama (harus terdapat aliran listrik baru yang tidak sefasa dengan arus listrik yang mengalir pada lilitan utama), yang berarti harus terdapat lilitan kedua yang terpisah dari lilitan utama. (Lit.Drs.Sumanto,MA. Motor-motor Listrik Arus Bolak-Balik.Hal 2)

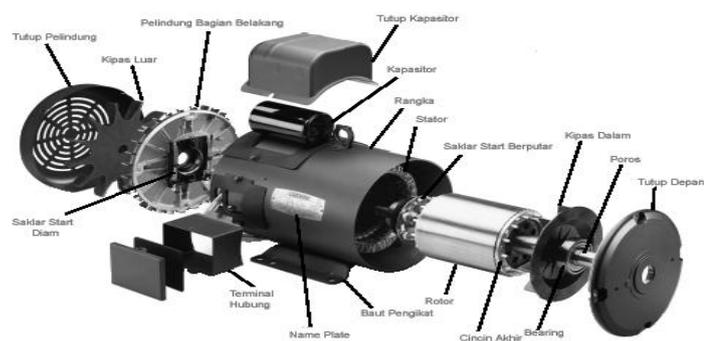
Jadi pada motor tersebut meskipun menggunakan listrik satu fasa, tetapi di dalam lilitan stator terdapat aliran listrik dua fasa dengan stator dua fasa pula. Lilitan ini disebut dengan lilitan utama (*main winding*) dan lilitan bantu (*auxiliary winding*). Apabila motor telah berjalan normal, maka lilitan bantu dapat dilepas (tidak dapat digunakan lagi). Untuk membebentuk adanya dua arus fasa, digunakan penggeser fasa yaitu induktor dan kapasitor. Walaupun demikian motor ini juga memiliki beberapa kekurangan, yaitu kapasitas pembebanan yang relatif rendah, tidak dapat melakukan pengasutan sendiri tanpa pertolongan alat bantu dan efisiensi yang rendah. (Lit.Drs.Sumanto,MA. Motor-motor Listrik Arus Bolak-Balik.Hal 7)

## 2.2 Kontruksi Motor Induksi 1 fasa

Pada dasarnya motor induksi arus putar terdiri dari suatu bagian yang tidak berputar (*stator*) dan bagian yang bergerak memutar (*rotor*). Keduanya merupakan rangkaian magnetic yang berbentuk silinder dan simetris. Diantara rotor ini terdapat celah udara yang sempit.

Stator merupakan bagian yang diam sebagai rangka tempat kumparan stator yang terpasang. Stator terdiri dari : inti stator, kumparan stator, dan alur stator yang dipasang terpisah, yaitu kumparan utama (*main winding*) atau sering disebut dengan kumparan berputar dn kumparan bantu (*auxiliary winding*) atau sering disebut dengan kumparan start.

Rotor merupakan bagian yang berputar bagian ini terdiri dari : inti rotor, kumparan rotor dan alur rotor. Pada umumnya ada dua jenis rotor yang sering digunakan pada motor induksi, yaitu rotor belitan (*wound rotor*) dan rotor sangkar (*squirrel cage rotor*). (Lit.Drs.Sumanto,MA. Motor-motor Listrik Arus Bolak-Balik.Hal 7 dan 103)



Gambar 2.1. Konstruksi Umum Motor Induksi Satu Fasa

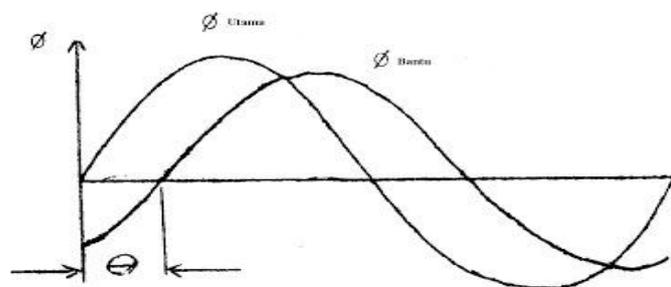
## 2.3 Bagian – Bagian Motor Induksi

Secara umum motor induksi satu Fasa terdiri dari beberapa bagian yaitu :

### 2.3.1 Stator (bagian motor yang diam)

Pada bagian stator terdapat beberapa slot yang merupakan tempat kawat (*konduktor*) pada motor induksi satu Fasa terdapat 2 jenis kumparan, yaitu kumparan utama (*running winding* = RW) dan kumparan bantu (*starting winding* = SW). Kedua kumparan tersebut mempunyai penampang kawat dan jumlah lilitan yang tidak sama, tetapi ada kalanya hal tersebut dibuat hampir sama. Kumparan utama mempunyai luas penampang kawat yang lebih besar dan jumlah lilitan yang lebih banyak, sedangkan untuk kumparan bantu memiliki luas penampang yang kecil dan jumlah lilitannya sedikit. Apabila motor induksi 1 Fasa kita suplay dengan tegangan tertentu, maka besarnya arus pada kedua buah kumparan tersebut yaitu  $I_u$  dan  $I_p$  atau dapat kita tuliskan  $I_r$  dan  $I_s$  akan mempunyai nilai yang berbeda. Dengan demikian hal tersebut akan berpengaruh pada nilai arus  $I_u$  dan  $I_s$  yang mempunyai penggeseran Fasa 90 derajat listrik (90 el).

Berdasarkan keadaan yang demikian, maka arus yang mengalir pada masing-masing lilitan mempunyai perbedaan Fasa, bentuk gelombang arus atau flux magnet dari masing-masing lilitan dapat digambarkan seperti pada gambar 1 di bawah ini.



Gambar 2.2. Bentuk Gelombang Fluks Magnet

Karena adanya flux magnet putar pada kumparan stator, mengakibatkan, rotor berputar karena adanya induksi magnet dengan kecepatan putar rotor sinkron dengan kecepatan putar stator.( jurnal.link.http://1.bp.blogspot.com)

$$N_s = 120 \cdot f/P$$

(2.1)

Dimana :

$N_s$  = kecepatan sinkron (rpm)

$f$  = besar frekuensi (Hz)

$P$  = jumlah pasang kutub

Biasanya pada motor induksi 1 Fasa, lilitan bantu nya dihubungkan dengan kapasitor yang dilengkapi dengan saklar centrifugal yaitu suatu saklar yang berfungsi untuk memutuskan rangkaian lilitan bantu secara otomatis jika putaran motor sudah mendekati serempak atau sebesar 75% dari putaran normal, sehingga lilitan bantu tidak berfungsi lagi. Pada dasarnya lilitan bantu pada motor induksi 1 Fasa berfungsi untuk mendapatkan torsi awal yang lebih besar pada saat start awal. Dari bagian motor yang lain (*stator*) dapat dibagi – bagi menjadi beberapa bagian antara lain sebagai berikut :

- **Bodi motor (*frame*)**

Fungsi utama dari bodi atau *frame* adalah sebagai bagian dari tempat mengalirnya fluks magnet yang dihasilkan kutub – kutub magnet, karena itu beban motor dibuat dari *feromagnetik*. Disamping itu badan motor berfungsi untuk meletakkan alat – alat tertentu dan melindungi bagian – bagian mesin lainnya. Biasanya pada bagian motor terdapat papan nama plate yang bertuliskan spesifikasi umum dari motor.

- **Inti katub magnet dan lilitan penguat magnet**

Sebagaimana diketahui bahwa *fluks* magnet yang terdapat pada motor arus searah dihasilkan oleh katub magnet buatan yang dibuat dengan prinsip elektromagnetis. Lilitan penguat magnet ini berfungsi untuk mengalirkan arus listrik agar terjadi proses elektromagnetik.

- **Sikat-sikat dan pemegang sikat**

Fungsi dari sikat adalah sebagai jembatan bagi aliran arus dari sumber. Disamping itu sikat memegang peranan penting untuk terjadinya komutasi, agar gesekan antara sikat dan komutator sehingga sikat harus lebih lunak dari pada komutator, biasanya terbuat dari bahan arang.

Sikat – sikat akan aus selama operasi dan tingginya akan berkurang, aus yang diizinkan ditentukan oleh konstruksi dari pemegang sikat (gagang sikat). Bagian puncak dari sikat diberi plat tembaga guna mendapatkan kontak yang baik antara sikat dan dinding pemegang sikat. Bila sikat – sikat terdapat pada kedudukan yang benar baut harus dikuatkan sepenuhnya, hal ini menetapkan jembatan sikat dalam suatu kedudukan yang tidak dapat bergerak pada pelindung ujung. Sedangkan tiap – tiap gagang sikat dilengkapi dengan suatu pegas yang menekan ada sikat melalui system tertentu sehingga sikat tidak terjepit.

- **Komutator**

Komutator berfungsi sebagai penyearah mekanik yang bersama-sama dengan sikat membuat suatu kerja yang sama yang disebut komutasi. Supaya menghasilkan penyearah yang baik, maka komutator yang digunakan hendaknya dalam jumlah yang besar. Setiap belahan (*segmen*) komutator berbentuk lempengan, disamping penyearah mekanik maka komutator berfungsi juga untuk

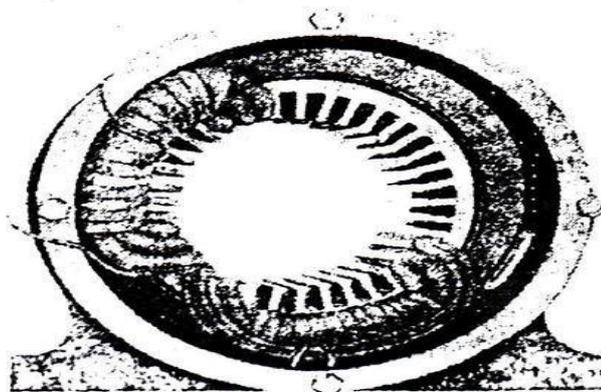
mengumpulkan ggl induksi yang terbentuk pada sisi-sisi kumparan. Oleh karena itu komutator dibuat dari bahan konduktor, dalam hal ini digunakan dalam campuran tembaga.

### **2.3.2 Rotor (bagian motor yang bergerak)**

Berdasarkan hukum Faraday tentang imbas magnet, maka medan putar yang secara relative merupakan medan yang bergerak terhadap penghantar rotor akan mengimbaskan gaya gerak listrik (GGL). Frekuensi imbas GGL ini sama dengan frekuensi jala-jala.

Besar ggl imbas ini berbanding lurus dengan kecepatan relative antara medan putar dan penghantar rotor. Penghantar-penghantar dalam rotor yang membentuk suatu rangkaian yang tertutup, merupakan rangkaian pelaju bagi arus rotor dan searah dengan hukum yang berlaku yaitu hukum Lenz.

Dalam hal ini arus rotor itu ditimbulkan karena adanya perbedaan kecepatan yang berada diantara fluksi atau medan putar stator dengan penghantar yang diam. Rotor akan berputar dalam arah yang sama dengan arah medan putar stator.



Gambar 2.3 Kontruksi Stator Motor Induksi

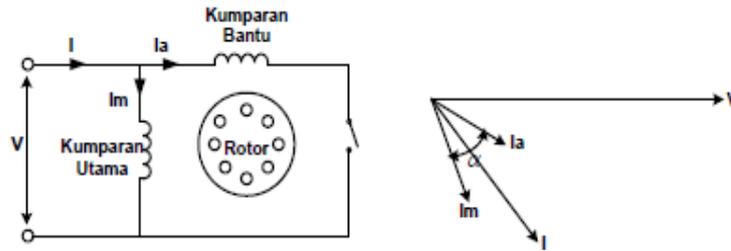
## **2.4 Jenis – jenis Motor Induksi Satu Fasa**

Motor induksi satu fasa dikenal dengan beberapa nama. Penerapannya menjelaskan cara-cara yang dipakai untuk menghasilkan perbedaan fasa antara arus yang mengalir pada kumparan utama dan arus yang mengalir pada kumparan bantu.

### **2.4.1 Motor Fasa Terpisah**

Motor induksi fasa terpisah memiliki perbandingan tahanan terhadap reaktansi yang lebih tinggi daripada kumparan utama, sehingga kedua arus akan berbeda fasa. Perbandingan tahanan terhadap reaktansi yang tinggi dapat dengan menggunakan kawat yang lebih murni pada kumparan bantu. Hal ini diizinkan karena kumparan bantu hanya dipakai pada saat start. Saklar sentrifugal akan memisahkan dari rangkaian segera setelah dicapai kecepatan sinkron sekitar 70 sampai 80 persen kecepatan sinkron.

Karakteristik momen putar vs kecepatan dari motor ini memiliki nilai torsi masing-masing kecepatan motor, mulai dari posisi diam sampai kecepatan nominal, dan seterusnya sampai kecepatan sinkron. Torsi start adalah torsi yang tersedia bila motor mulai berputar dari posisi diam. Torsi beban penuh adalah torsi yang dihasilkan bila motor berputar pada keluaran nominal. Bila beban terus berangsur-angsur diperbesar dari keadaan dimana motor berputar pada keluaran nominal untuk melayani beban dan torsi maksimum dari poros motor yang dapat digunakan dapat dilampaui, maka motor menjadi tidak mampu melayani beban dan berhenti. Nilai maksimum dari torsi dalam hal ini disebut torsi maksimum  $T_{maks}$ . (Jurnal.<http://repository.usu.ac.id>)

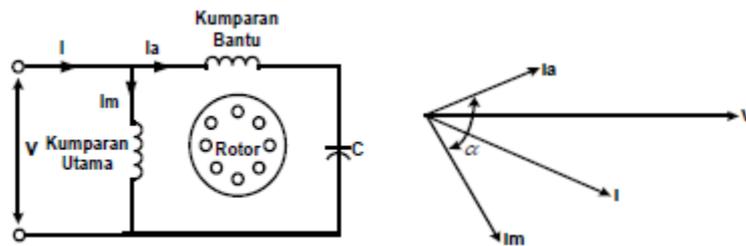


Gambar 2.4 Motor Fasa Terpisah

### 2.4.2 Motor Kapasitor Permanen

Motor kapasitor permanen bekerja dengan cara, kapasitor dihubungkan secara seri dengan kumparan bantu dan tidak dilepas setelah pengasutan dilakukan dan tetap tinggal pada rangkaian. Hal ini menyederhanakan konstruksi dan mengurangi biaya serta memperbaiki ketahanan motor karena saklar sentrifugal tidak digunakan. Faktor daya, denyutan momen putar, dan efisiensi akan lebih baik karena motor berputar seperti motor dua fasa. Jenis kapasitor yang digunakan adalah kapasitor kertas. (Jurnal.<http://repository.usu.ac.id/bitstream/handle/123456789/26659/Chapter%20II.pdf>)

fj;sessionid=8C526436ABCFFD950FCC604285C682E0?sequence=3)

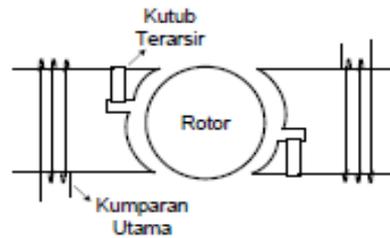


Gambar 2.5 Motor Kapasitor Permanen

### 2.4.3 Motor Shaded Pole

Motor ini mempunyai kutub tonjol dan sebagian dari masing-masing kutub dikelilingi oleh lilitan rangkaian terhubung singkat yang terbuat dari tembaga yang disebut kumparan terarsir seperti pada Gambar 2.6. Arus imbas yang

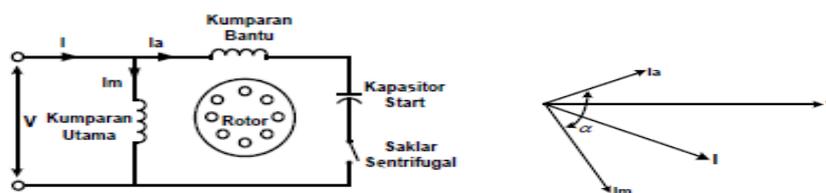
terdapat pada kumparan yang terarsir menyebabkan fluksi yang berada pada bagian lain. Hasilnya seperti medan putar yang bergerak dalam arah dari daerah kutub yang tidak terarsir ke bagian kutub yang terarsir dan menimbulkan momen putar saat dihidupkan yang kecil. (Jurnal.<http://repository.usu.ac.id/bitstream/handle/123456789/26659/Chapter%20II.pdf;jsessionid=8C526436ABCFD950FCC604285C682E0?sequence=3>)



Gambar 2.6 Motor Shaded Pole

#### 2.4.4 Motor Kapasitor Start

Didalam motor kapasitor start untuk mendapatkan torsi putar awal yang lebih besar, yaitu : dengan cara menghubungkan sebuah kapasitor yang dipasang secara seri dengan kumparan bantu seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.7. Hal ini akan menaikkan sudut fasa antara arus kumparan. Karena kapasitor dipakai hanya pada saat start, jenis kapasitor yang dipakai adalah kapasitor elektrolit. Motor ini menghasilkan momen putar start yang lebih tinggi. (Jurnal.<http://repository.usu.ac.id/bitstream/handle/123456789/26659/Chapter%20II.pdf;jsessionid=8C526436ABCFD950FCC604285C682E0?sequence=3>)

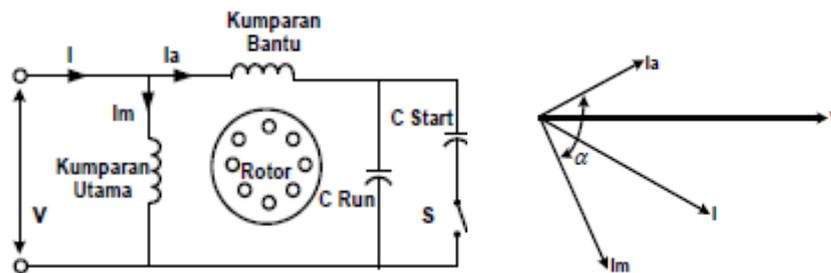


Gambar 2.7 Motor Kapasitor Start

### 2.4.5 Motor Kapasitor Start – Kapasitor Run

Motor ini mempunyai dua buah kapasitor, satu digunakan pada saat start dan satu lagi digunakan pada saat berputar. Secara praktis keadaan start dan berputar yang optimal dapat diperoleh dengan menggunakan dua buah kapasitor elektrolit. Kapasitor Run secara permanen dihubungkan seri dengan kumparan bantu dengan nilai yang lebih kecil dan dipakai kapasitor kertas. Sudut fasa antar kumparan sama seperti pada motor kapasitor permanen.

(Jurnal.<http://repository.usu.ac.id/bitstream/handle/123456789/26659/Chapter%20II.pdf>;jsessionid=8C526436ABCFFD950FCC604285C682E0?sequence=3)



Gambar 2.8 Kapasitor Start – Kapasitor Run

### 2.5 Ukuran Motor Untuk Beban Yang Bervariasi

Motor industri seringkali beroperasi pada kondisi beban yang bervariasi karena permintaan proses. Praktek yang umum dilakukan dalam situasi seperti ini adalah memilih motor berdasarkan beban antisipasi tertinggi. Namun hal ini membuat motor lebih mahal padahal motor hanya akan beroperasi pada kapasitas penuh untuk jangka waktu yang pendek, dan beresiko motor bekerja pada beban rendah. Alternatifnya adalah memilih motor berdasarkan kurva lama waktu pembebanan untuk penggunaan khusus. Hal ini berarti bahwa nilai motor yang dipilih sedikit lebih rendah daripada beban antisipasi tertinggi dan sekali-kali

terjadi beban berlebih untuk jangka waktu yang pendek. Hal ini memungkinkan, karena motor memang dirancang dengan faktor layanan (biasanya 15% diatas nilai beban) untuk menjamin bahwa motor yang bekerja diatas nilai beban sekali-sekali tidak akan menyebabkan kerusakan yang berarti. Resiko terbesar adalah pemanasan berlebih pada motor, yang berpengaruh merugikan pada umur motor dan efisiensi dan meningkatkan biaya operasi. Kriteria dalam memilih motor adalah bahwa kenaikan suhu rata-rata diatas siklus operasi aktual harus tidak lebih besar dari kenaikan suhu pada operasi beban penuh yang berkesinambungan (100%). Pemanasan berlebih dapat terjadi dengan:

1. Perubahan beban yang ekstrim, seperti seringnya jalan/berhenti, atau tingginya beban awal.
2. Beban berlebih yang sering dan/atau dalam jangka waktu yang lama
3. Terbatasnya kemampuan motor dalam mendinginkan, contoh pada lokasi yang tinggi, dalam lingkungan yang panas atau jika motor tertutupi atau kotor.

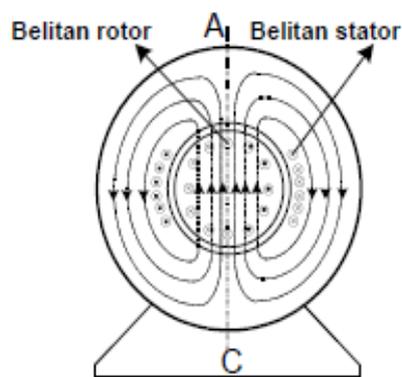
Jika beban bervariasi terhadap waktu, metode pengendalian kecepatan dapat diterapkan sebagai tambahan terhadap ukuran motor yang tepat.

## **2.6 Prinsip Kerja Motor Induksi Satu Fasa**

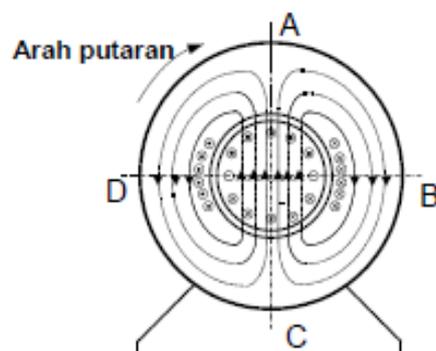
### **2.6.1 Teori Medan Putar Silang**

Prinsip kerja motor induksi satu fasa dapat dijelaskan dengan menggunakan teori medan putar silang (*cross-field theory*). Jika motor induksi satu fasa diberikan tegangan bolak-balik satu fasa maka arus bolak balik akan mengalir dalam lilitan tersebut. Arus stator ini membangkitkan medan yang serupa dengan yang ditunjukkan dalam Gambar 2.9. Selama setengah siklus

dimana arus stator akan mengalir seperti arah yang ditunjukkan kutub selatan terbentuk pada permukaan stator di A dan utara di C. Selama setengah siklus berikutnya, kutub stator dibalik. Walaupun kuat medan stator berubah dan polaritasnya di balik menjadi priodik, aksinya selalu berada di sepanjang garis AC. Jadi medan ini tidak berputar tetapi merupakan medan stasioner yang berdenyut. (Lit.Ir.Drs.Hanapi Gunawan.Mesin dan Rangkaian Listrik.Hal 244)



Gambar 2.9 Medan stator berdenyut sepanjang garis AC. Tidak ada kopel yang dihasilkan



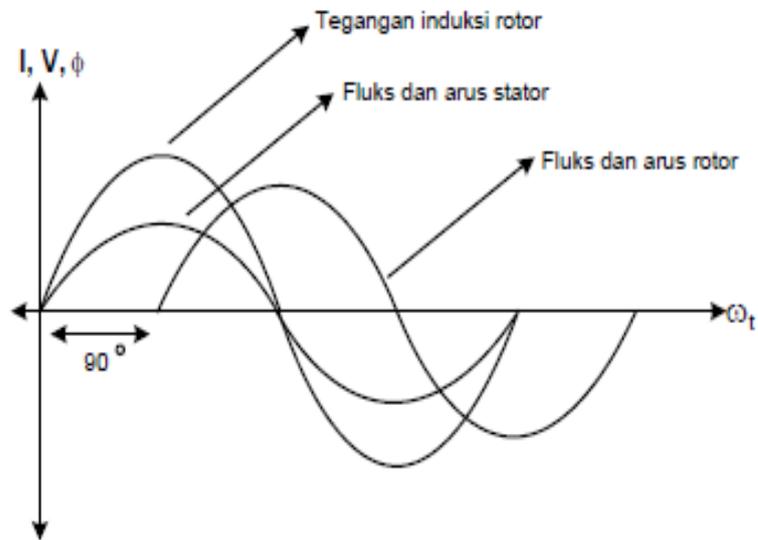
Gambar 2.10 motor dari gambar 2.9, dengan rotor yang berputar membangkitkan ggl dalam konduktor rotor dalam arah yang ditunjukkan oleh titik dan silang.

Seperti halnya dalam transformator, tegangan diinduksikan dalam rangkaian sekunder yang dalam hal ini adalah rotor. Karena rotor induksi satu fasa adalah tipe sangkar tupai yang serupa dengan motor fasa banyak, arus rotornya mengalir seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 2.10. Arus rotor ini membentuk kutub pada permukaan rotor, tetapi karena rotor ini selalu dalam garis lurus (sepanjang garis AC) dengan kutub stator, tidak ada kopel yang dibangkitkan dalam kedua arah tersebut. Oleh sebab itu, motor induksi satu fasa tidak start sendiri (*self-starting*) tetapi memerlukan beberapa cara penstartan secara khusus.

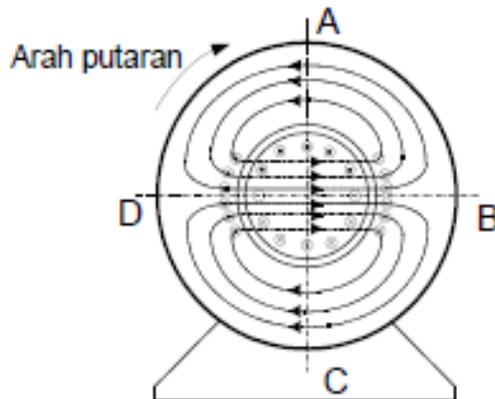
Akan tetapi, jika lilitan stator satu fasa dalam Gambar 2.9 dieksitasi dan rotor diputar dengan alat pembantu yang akan diterangkan nanti, konduktor rotor memotong medan stator dan menyebabkan dibangkitkannya ggl dalam rotor tersebut. Ini digambarkan dalam Gambar 2.10 yang menunjukkan rotor yang berputar searah jarum jam. Jika fluksi stator arahnya ke atas pada saat yang diperlihatkan, maka arah ggl rotor yang dibangkitkan, seperti yang ditentukan olehaturan tangan kanan fleming, akan keluar pada setengah bagian atas dari rotor, seperti yang ditunjukkan dengan tanda titik dan silang. setelah siklus kemudian, arah ggl yang dibangkitkan akan dibalik. Ggl rotor yang dibangkitkan berubah *fasanya* terhadap arus stator dan fluksi. Akan tetapi karena tahanan rotor yang rendah dan induktansi yang tinggi, maka arus rotor yang dibangkitkan hamper  $90^\circ$ . Gambar 2.11 menunjukkan hubungan fasa dari arus stator dan fluksi, ggl rotor, dan arus rotor dan fluksi. (Lit.Ir.Drs.Hanapi Gunawan.Mesin dan Rangkaian Listrik.Hal 245)

Nilai maksimum medan yang dihasilkan oleh arus rotor seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 2.12, terjadi hamper seperempat siklus setelah ggl rotor

yang dibangkitkan telah mencapai nilai maksimumnya. Karena medan rotor ini tegak



Gambar 2.11 Hubungan fasa dari arus stator dan fluksi, ggl rotor yang dibangkitkan, dan arus rotor dan fluksi. Fluksi rotor tertinggal fluksi stator sebesar  $90^\circ$ .



Gambar 2.12 Medan silang yang dihasilkan oleh arus rotor seperempat periode lebih lambat daripada medan stator yang ditunjukkan dalam Gambar 2.10

Lurus terhadap medan stator, dia dikatakan medan silang (*cross field*). Karena arus rotor mengalir akibat ggl bolak-balik, medan yang dihasilkan dari arus ini juga

bolak-balik dan aksinya selalu disepanjang garis *DB*. Medan silang ini sangat serupa dengan medan yang akan dihasilkan oleh kumparan lain yang ditempatkan pada stator dalam ruang di *A* dan *C*. karena dieksitasi oleh tegangan  $90^\circ$  dibelakang tempat tegangan yang dikenakan pada kumparan seperti dalam motor dua fasa. Karena medan silang bekerja tegak lurus terhadap medan stator dan juga ketinggalan dari medan stator sebesar  $90^\circ$  dalam fasa waktu, kedua medan bergabung membentuk suatu medan putar resultan yang berputar pada kecepatan sinkron. (Lit.Ir.Drs.Hanapi Gunawan.Mesin dan Rangkaian Listrik.Hal 244-246)

Tetapi harus selalu diingat bahwa medan silang dihasilkan oleh *aksi generator* dan oleh sebab itu ia hanya ada jika rotor berputar. Ternyata juga bahwa kekuatan medan silang harus sebanding dengan kecepatan rotor. Pada kecepatan sinkron meda silang mempunyai kekuatan yang sama dengan medan stator. Tetapi karena motor induksi harus beroperasi pada suatu kecepatan yang lebih rendah dari pada kecepatan sinkron, maka medan silang sedikit lebih lemah dari pada medan stator pada kecepatan operasi yang sebenarnya. Ini berarti bahwa medan putar dalam motor induksi satu fasa tidak beraturan dan kekuatannya tidak konstan seperti medan dari motor fasa banyak. Oleh sebab itu, kopel yang dihasilkan oleh motor induksi satu fasa tidak bermuatan atau berdenyut. Inilah alasannya mengapa banyak motor satu fasa dipasang pada bantalan karet atau pegas untuk mengurangi getaran dan kebisingan yang sudah merupakan bawaan motor yang demikian. Secara terperinci prinsip kerja motor induksi. (Lit.Ir.Drs.Hanapi Gunawan.Mesin dan Rangkaian Listrik.Hal 246)

1. Apabila satu daya arus bolak-balik satu Fasa dihubungkan pada kumparan stator (jangkar). maka akan timbul medan putar dengan kecepatan:

$$N_s = \frac{120f}{P} \quad (2.2)$$

$N_s$  : Putaran stator

$f$  : Frekuensi

$P$  : Jumlah kutub

2. Medan putar stator tersebut akan memotong batang konduktor pada rotor.
3. Akibatnya pada kumparan rotor akan timbul tegangan induksi (GGL) sebesar :

$$E_{2s} = 4,44 \cdot f_2 \cdot N_2 \cdot \phi_m \quad (2.3)$$

$E_{2s}$  : Tegangan induksi pada saat rotor berputar

$N_2$  : Putaran rotor

$f_2$  : Frekuensi rotor

$\phi_m$  : Fluks

4. Karena kumparan rotor merupakan rangkaian tertutup maka  $E_{2s}$  akan menghasilkan arus ( $I$ ).
5. daya arus ( $I$ ) dalam medan magnet akan menimbulkan gaya  $F$  pada rotor.
6. Bila kopel awal yang dihasilkan oleh gaya  $F$  pada rotor cukup besar untuk menggerakkan beban, maka rotor akan berputar searah dengan medan putar stator.

7. Tegangan induksi terjadi karena terpotongnya konduktor rotor oleh medan putar, artinya agar terjadi tegangan induksi maka diperlukan adanya perbedaan kecepatan medan putar stator ( $N_s$ ) dengan kecepatan medan putar rotor ( $N_r$ ).
8. Perbedaan kecepatan antara  $N_s$  dan  $N_r$  disebut Slip ( $S$ ).

$$S = \frac{(N_s - N_r)}{N_s} \times 100 \quad (2.4)$$

9. Bila  $N_r = N_s$  maka tegangan tidak akan terinduksi dan arus tidak akan mengalir, dengan demikian kopel tidak akan ada dan motor tidak berputar, kopel motor akan ada kalau ada perbedaan antara  $N_r$  dengan  $N_s$ .  $N_r < N_s$ .

## 2.7 Definisi Daya Listrik Secara Umum

Definisi daya listrik adalah laju perpindahan energi persatuan waktu, yang dilambangkan dengan  $P$ . Satuan internasional untuk daya adalah *watt*, yang diambil dari nama *James Watt* (1736-1819). Dalam satuan yang umumnya dipakai adalah *Horse Power* (HP), dimana :  $1 \text{ HP} = 746 \text{ watt}$ . (Lit.Ir.Drs.Hanapi Gunawan.Mesin dan Rangkaian Listrik.Hal 41)

Adapun beberapa pengertian daya yakni : daya aktif (daya nyata), daya reaktif dan daya semu ialah :

- a. Daya aktif (nyata) adalah daya yang dapat diubah menjadi daya *thermis mekanis* langsung dapat dirasakan oleh konsumen. Satuannya adalah *watt* (W), *kilo watt* (KW), dan *Mega Watt* (MW).

- b. Daya reaktif adalah daya yang diperlukan oleh rangkaian magnetisasi peralatan listrik. Jadi tidak langsung dipakai, hanya untuk tujuan magnetisasi. Satuannya *Volt Ampere Reaktif (VAR)*, *Kilo Volt Ampere Reaktif (KVAR)*, dan *Mega Volt Ampere Reaktif (MVAR)*.
- c. Daya semu adalah jumlah secara *vektoris* daya aktif (nyata) dan daya reaktifnya. Satuannya adalah *Volt Ampere (VA)*. *Kilo Volt Ampere (KVA)*, *Mega Volt Ampere (MVA)*.

## 2.8 Daya Pada Motor Induksi

Pada motor induksi terjadi perubahan energy listrik menjadi energi mekanik dalam bentuk putarn *rotor*. Pada motor induksi daya mekanik yang dihasilkan digunakan untuk berbagai keperluan sesuai dengan yang diinginkan.

Daya pada motor listrik dapat dihitung menggunakan perhitungan perFasa maupun satu Fasadan dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$P_1 = V_p \cdot I_p \cdot \text{Cos } \theta \quad (2.5)$$

Sedangkan untuk factor daya dalam watt dan kilowatt dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

Dimana :

$P_1$  : Daya aktif satu Fasa (W)

$V_p$  : Tegangan Per Fasa (V)

$I_p$  : Arus (A)

$\text{Cos } \theta$  : Faktor Daya

Pada motor induksi satu Fasa digunakan *Gear Reducer* sebagai penghubung untuk menggerakkan *Belt Conveyor*. Poros *Belt Conveyor* dihubungkan pada

koping yang ada di *Gear Reducer*. Daya keluaran pada *Gear Reducer* ditentukan oleh beberapa factor antara lain :

$M$  : Momen pada poros *Gear Reducer* ( N.m )

$F$  : Gaya keliling pada poros ( N )

$r$  : Jari-jari pada *pulley* ( m )

$n$  : Frekwensi putaran dalam detik (  $dt^{-1}$  )

$\Delta\omega$  : Kecepatan sudut dalam rad/detik

Sehingga daya mekanik dalam *Gear Reducer* dapat ditentukan dengan menggunakan rumus :

$$P_{mekanik} = M \cdot \Delta\omega \quad (2.6)$$

Momen pada *Gear Reducer* pada kondisi berbeban dapat ditentukan dengan rumus :

$$M = F \cdot r \quad (2.7)$$

Gaya keliling pada *pully* (F) dapat ditentukan dengan menggunakan rumus :

$$F = m_{total} \cdot a \quad (2.8)$$

Sedangkan percepatan pada *Belt Conveyor* dapat ditentukan dengan menggunakan rumus :

$$a = \frac{V}{t} \quad (2.9)$$

Dimana :

$m_{total}$  : Berat total ( massa material + massa *Belt Conveyor* ).(Kg/s)

$a$  : Percepatan pada *Belt Conveyor* (  $m/s^2$  )

$t$  : Waktu yang ditempuh *Belt Conveyor* dari kecepatan awal hingga mencapai kecepatan konstan (s)

$V$  : Kecepatan linier pada *Belt Conveyor* (m/s)

Momen pada saat poros (  $M$  ) *Gear Reducer* saat *Belt Conveyor* tidak memiliki beban dapat dihitung dengan menggunakan rumus seperti persamaan diatas. Sedangkan gaya keliling pada poros (  $F$  ) dapat ditentukan dengan menggunakan rumus :

$$F = m_{bc} \cdot a \quad (2.10)$$

Dimana :

$m_{bc}$  : Berat total *Belt Conveyor* pada mini *Belt Conveyor* (prototype)  
(kg/meter)

$a$  : Percepatan pada *Belt Conveyor* (  $m/s^2$  )

Untuk kecepatan sudut pada saat *Belt Conveyor* pada mini *Belt Conveyor* (prototype) dalam keadaan tidak berbeban dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\Delta\omega = 2 \cdot \pi \cdot n \quad (2.11)$$

Sedangkan pada *Gear Reducer* dipasang *pully* penggerak sebagai media untuk menggerakkan *Belt Conveyor*. Poros pada *Gear Reducer* dihubungkan dengan *pully* penggerak. Daya keluar pada *Belt Conveyor* tersebut ditentukan oleh beberapa factor yaitu :

$F$  : Gaya keliling pada penggerak (  $N$  )

$m_m$  : Berat material dalam satu menit ( kg/menit)

$a_L$  : Percepatan linier (  $m/s^2$  )

$V$  : Kecepatan linier pada *Belt Conveyor* (m/s)

$t$  : Waktu yang ditempuh *Belt Conveyor* dari kecepatan awal hingga mencapai kecepatan konstan (s)

$I_n$  : Momen Inersia ( kg. m<sup>2</sup> )

$r$  : Jari-jari *pully* penggerak (m)

$a$  : Percepatan sudut ( rad/ s<sup>2</sup> )

$\Delta\omega$  : Kecepatan sudut dalam ( rad/s )

Sehingga perhitungan daya mekanik pada *Belt Conveyor* dapat ditentukan dengan 2 cara yaitu dalam gerak Translasi dan gerak Rotasi :

- **Gerak Translasi**

Gerak translasi adalah gerak suatu benda dimana setiap titik pada benda tersebut menempu lintasan dan bentuk yang sama. Lintasan pada gerak translasi dapat berupa garis lurus atau bukan.

$$P_{\text{mekanik}} = F \cdot V \quad (2.12)$$

Dimana :

$F$  : Gaya keliling pada penggerak ( N )

$V$  : Kecepatan linier pada *Belt Conveyor* (m/s)

Dan pada *Belt Conveyor* ini terdapat Energi Kinetik yang dapat ditentukan dengan menggunakan rumus yaitu :

$$EK = \frac{1}{2} \cdot m_{\text{tot}} \cdot V^2 \quad (2.13)$$

Dimana :

$F$  : Gaya keliling pada *pully* penggerak ( N )

$a_L$  : Percepatan linier ( m/s<sup>2</sup> )

$V$  : Kecepatan linier dalam (m/s)

$t$  : Waktu yang ditempuh *Belt Conveyor* dari kecepatan awal hingga mencapai kecepatan Konstan ( s )

EK : Energi Kinetik pada *Belt Conveyor* ( joule )

- **Gerak Rotasi**

Gerak rotasi adalah gerakan pada bidang datar yang lintasan berubah bidang lingkaran.

$$P_{mekanik} = \tau \cdot \omega \quad (2.14)$$

Dimana untuk mencari Torsi (T) kita dapat tentukan dengan menggunakan rumus :

$$\tau = I \cdot a \quad (2.15)$$

Untuk mencari momen Inersia dapat ditentukan dengan menggunakan rumus :

$$I = M \cdot K^2 \quad (2.16)$$

Sedangkan untuk mencari percepatan sudut ( $a$ ) dapat di tentukan dengan rumus :

$$a = \frac{\omega_f - \Delta\omega}{t} \quad (2.17)$$

Dan untuk mencari kecepatan sudut ( $\Delta\omega$ ) dapat ditentukan dengan menggunakan rumus :

$$\Delta\omega = 2 \cdot \pi \cdot n \quad (2.18)$$

Dimana :

$I$  : Momen Inersia ( Kg/.m<sup>2</sup> )

$M$  : Berat total pada *Belt Conveyor* ( N )

$a$  : Percepatan Sudut ( rad/ s<sup>2</sup> )

$\Delta\omega$  : Kecepatan Sudut dalam ( rad/s )

k : Radius girasi ( m )

## 2.9 Rugi – Rugi Pada Motor Induksi

Seperti diketahui bahawa motor – motor listrik adalah suatu alat yang digunakan untuk mengubah energy listrik menjadi energy mekanis. Keadaan ideal dalam system konversi energi, yaitu : mempunyai daya output tepat sama dengan daya input yang dapat dikatakan efensiensi 100 %. Tetapi pada keadaan yang sebenarnya tentu ada kerugian energi yang menyebabkan efensiensi dibawah 100 %. Dalam sistem konversi energi elektromekanik, yakni dalam operasi motor – motor listrik terutama pada motor induksi, total daya yang diterima sama dengan daya yang diberikan, ditambah dengan kerugian daya yang terjadi, atau :

$$P_{in} = P_{out} + P_{rugi-rugi} \quad (2.19)$$

Dimana :

$P_{in}$  : Total daya yang diterimah

$P_{out}$  : Daya yang diberikan motor untuk melakukan kerja

$P_{rugi}$  : Total kerugian yang dihasilkan oleh motor

Efisiensi motor listrik dapat didefinisikan dari bentuk diatas, sebagai mana perbandingan dimana :

$$\begin{aligned} Efisiensi &= \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100 \% \\ &= \frac{P_{in} - P_{rugi-rugi}}{P_{in}} \times 100 \% \end{aligned} \quad (2.20)$$

Dari persamaan diatas, perlu dipelajari factor-faktor yang menyebabkan efisiensi selalu dibawah 100 %. Untuk itu perlu diketahui kerugian apa saja yang timbul selama motor beroperasi.

### **2.10 Rugi-rugi Inti**

Rugi-rugi inti diperoleh magnetis dalam stator dan rotor akibat timbulnya efek hesteris dan arus pusar ( *Eddy Current* ). Timbulnya rugi-rugi inti ketika besi jangkar atau struktur rotor mengalami perubahan fluks terhadap waktu. Rugi-rugi ini tidak bergantung pada beban. Tetapi merupakan fungsi dari pada fluks dan kecepatan motor. Pada dasarnya rugi-rugi inti berkisar antara 20 – 25 % dari total kerugian daya motor pada keadaan nominal.

### **2.11 Rugi-rugi Mekanik**

Rugi-rugi gesekan atau mekanik adalah energi mekanik yang dipakai dalam motor listrik untuk menanggulangi gesekan bantalan poros, gesekan sikat melawan komutator atau slip ring, gesekan dari bagian yang berputar terhadap angina, terutama pada daun kipas pendingin. Kerugian energi ini selalu berubah menjadi panas seperti pada semua rugi-rugi lainnya. Rugi- rugi mekanik dianggap konstan dari beban nol hingga beban penuh, dan ini adalah masuk akal tetapi tidak sepenuhnya tepat seperti halnya pada rugi-rugi inti. Macam-macam ketidaktepatan ini dapat dihitung dalam rugi-rugi load, rugi-rugi mekanik biasanya berkisar antara 5 – 8 % dari total rugi-rugi daya motor dalam keadaan beban nominal.

## 2.12 Rugi-rugi Belitan

Rugi-rugi belitan atau sering juga disebut rugi-rugi tembaga, tetapi pada saat sekarang tidak begitu, hanya motor listrik terutama motor dengan ukuran yang sangat kecil 750 W, mempunyai belitan stator dari kawat aluminium. Yang lebih tepat disebut rugi-rugi  $12 \cdot R$  yang menunjukkan besarnya daya yang berubah menjadi panas oleh tahanan dari konduktor tembaga atau aluminium. Total kerugian  $12 \cdot R$  adalah jumlah dari rugi-rugi  $12 \cdot R$  primer ( stator ) dan rugi-rugi  $12 \cdot R$  skunder ( rotor ) termasuk rugi-rugi kontak sikat pada motor. Rugi-rugi  $12 \cdot R$  dalam belitan sebenarnya tidak hanya tergantung pada arus, tetapi juga pada tahanan belitan dibawah kondisi operasi. Sedangkan tahanan efektif dari belitan selalu berubah dengan perubahan temperature, *skin effect* dan sebagainya.

Sangat sulit untuk menentukan daya yang sebenarnya dari tahanan belitan dibawah kondisi operasi. Kesalahan pengukuran kerugian belitan dapat dimasukan kedalam kerugian *stray*. Pada umumnya kerugian belitan ini berkisar antara 55 – 60 % dari total kerugian motor pada keadaan beban nominal.

## 2.13 Cara Menentukan Rugi-rugi Pada Motor

Rugi-rugi pada motor listrik sebagian dapat ditemukan dengan cara konvensional, yaitu dengan percobaan beban nol dan percobaan blok rotor (hanya untuk arus bolak-balik). Percobaan beban nol seluruh daya listrik input motor digunakan untuk mengatasi rugi-rugi inti dan rugi-rugi mekanik.

Pada motor AC tahanan equivalent motor dapat ditentukan dengan percobaan blok rotor ( hubungan singkat ). Dimana pada keadaan ini rangkaian equivalent motor adalah sama dengan rangkaian equivalent hubungan singkat dari

suatu transformator, jadi daya pada keadaan ini merupakan rugi-rugi tahanan atau belitan dan pada keadaan ini rugi-rugi inti dapat diabaikan karena tegangan hubungan singkat relative kecil dibandingkan dengan tegangan nominalnya.

Rugi-rugi stray load adalah rugi-rugi yang paling sulit ditukur dan berubah terhadap beban motor. Rugi-rugi ini ditentukan sabagai rugi-rugi sisa ( rugi-rugi pengujian dikurangi rugi-rugi konvensional ). Rugi-rugi pengujian adalah daya input dikurangi daya output. Rugi-rugi konvensional adalah jumlah dari rugi-rugi inti, rugi-rugi mekanik dan rugi-rugi belitan. Rugi-rugi sray laod juga dapat ditentukan dengan anggapan kira-kira 1 % dari daya output dengan kapasitas daya 150 KW atau lebih, dan untuk motor yang lebih kecil dari itu dapat diabaikan.

#### 2.14 Efisiensi Daya Pada Motor Induksi

Efisiensi daya motor adalah perbandingan daya output dengan daya input. Daya output dapat dinyatakan sebagai daya input dikurangi rugi-rugi pada motor induksi tersebut.

$$\% \text{ Efisiensi } (\eta) = \frac{\text{Daya Mekanik}}{\text{Daya Listrk}} \times 100 \% \quad (2.21)$$

$$\% \text{ Efisiensi } (\eta) = \frac{\text{Daya Listrik} - \text{Rugi} - \text{rugi}}{\text{Daya Listrk}} \times 100 \% \quad (2.22)$$

Rugi-rugi motor terdiri dari rugi-rugi konstan dan variable. Rugi-rugi konstan dianggap tidak berubah dari beban nol hingga beban penuh. Rugi-rugi variable tergantung pada beban motor, berbanding kuadrat dengan arus beban. Motor berefisiensi rendah apbilah beban motor rendah, karena kerugian daya pada

motor relative besar dibandingkan dengan daya output pada beban yang besar, kerugian output menjadi relative kecil terhadap daya output.

Efisiensi motor tidak distandarisasi, masing-masing pabrik pembuat motor memproduksi motor-motor dengan harga efisiensi sesuai dengan pertimbangan aspek ekonomis dan teknis, atau dengan kata lain motor-motor mempunyai data efisiensi yang berbeda untuk ukuran tipe yang sama tetapi pabrik pembuat motor tersebut berbeda. Selain itu, efisiensi motor juga berbeda apabila kapasitasnya berbeda, makin besar kapasitasnya makin tinggi efisiensinya. Perubahan kecepatan juga akan mempengaruhi nilai efisiensinya, perubahan kecepatan pada motor dari slip  $s_1$  dan  $s_2$  mengakibatkan efisiensinya berubah – rubah.

## **2.15 Pemeliharaan Motor Induksi**

Hampir semua inti motor dibuat dari baja silicon atau baja gulung dingin yang dihilangkan karbonya, sifat-sifat listriknya tidak berubah dengan usia. Walau begitu, perawatan yang buruk dapat memperburuk efisiensi motor karena umur motor dan operasi yang tidak handal.

Sebagai contoh, pelumasan yang tidak benar dapat menyebabkan meningkatnya gesekan pada motor dan penggerak transmisi peralatan. Kehilangan resistansi pada motor, yang meningkat dengan kenaikan suhu. Kondisi ambien dapat juga memiliki pengaruh yang merusak pada kinerja motor.

Sebagai contoh, suhu ekstrim, kadar debu yang tinggi, atmosfer yang korosif, dan kelembaban dapat merusak sifat-sifat bahan isolasi, tekanan mekanis karena siklus pembebanan dapat mengakibatkan kesalahan penggabungan.

Perawatan yang tepat diperlukan untuk menjaga kinerja motor. Adapun prosedur perawatan yang benar dan baik meliputi :

- Perawatan motor secara teratur untuk pemakaian bearings dan rumahnya ( untuk mengurangi kehilangan karena gesekan ) dan kotoran/debu pada saluran ventilasi motor ( untuk menjamin pendinginan motor ).
- Pemeriksaan kondisi beban untuk meyakinkan bahwa motor tidak kelebihan atau kekurangan beban.
- Pemberian pelumas secara teratur. Pihak pembuat biasanya memberi rekomendasi untuk cara dan waktu pelumasan motor. Pelumasan yang tidak cukup dapat menimbulkan masalah, seperti yang telah diterangkan diatas. Pelumasan yang berlebih dapat juga menimbulkan masalah, misalnya minyak atau gemuk yang berlebihan dari bearing motor dapat masuk ke motor dan menjenuhkan bahan isolasi motor, dan dapat menyebabkan kegagalan dini atau mengakibatkan resiko kebakaran.
- Dipastikan bahwa kawat pemasok dan ukuran kotak terminal dan pemasangannya benar.
- Sambungan-sambungan pada motor dan starter harus diperiksa untuk meyakinkan kebersihan dan kekencangannya.
- Penyediaan ventilasi yang cukup dan menjaga agar saluran pendingin motor bersih untuk membantu penghilangan panas untuk mengurangi kehilangan yang berlebihan.

**BAB 3**  
**METODE PENELITIAN**

**3.1 Waktu dan Tempat**

**3.1.1 Waktu**

Waktu pelaksanaan penelitian dilakukan sejak tanggal pengesahan usulan oleh pengelola Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara.

Tabel 3.1. Jadwal Kegiatan

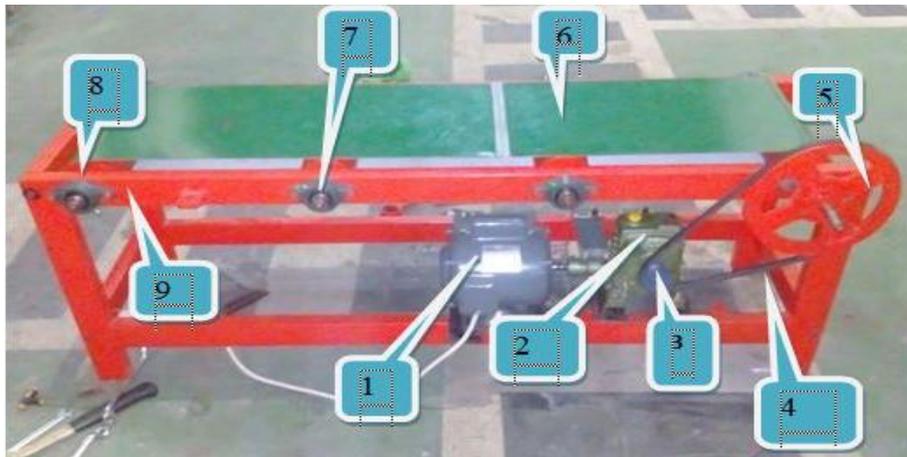
No	KEGIATAN	BULAN /TAHUN 2017/2018									
		6	7	8	9	10	11	12	7	8	
1	Refrensi Judul										
2	ACC Judul										
3	Pembuatan Prposal										
4	Perancangan Belt Conveyor										
5	Pembuatan Belt Conveyor										
6	Pengujian Belt Conveyor										
7	Pembuatan Laporan										
8	Seminar										
9	Sidang										

### 3.1.2 Tempat

Tempat pengujian dilakukan di laboratorium Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATRA UTARA, Jl. Kapten Mukhtar Basri, Ba No. 3 Medan - 20238 Telp. 061-6622400 Ext. 12.

### 3.2 Perakitan *Belt Conveyor*

Dalam membuat *belt conveyor*, ada beberapa tahapan yang dilakukan, yaitu pembuatan desain, perakitan elemen – elemen mesin dan pengujiannya. Dalam penelitian ini dilakukan perakitan seperti yang terlihat pada gambar 3.1



Gambar 3.1 *Belt Conveyor*

Keterangan gambar :

- |                               |                     |
|-------------------------------|---------------------|
| 1. Motor Induksi 1 fasa       | 7. <i>As Roller</i> |
| 2. <i>Gear Reducer</i>        | 8. <i>Bearing</i>   |
| 3. <i>Pully Gear Reducer</i>  | 9. <i>Rangka</i>    |
| 4. <i>Tali Belting</i>        |                     |
| 5. <i>Pully Utama</i>         |                     |
| 6. <i>Sabuk Belt conveyor</i> |                     |

### 3.3 Bahan dan Alat

#### 3.3.1 Bahan

Adapun bahan yang digunakan untuk objek pengujian ini adalah sebagai berikut :

1. *Pully* Variasi dengan ukuran 2 inchi, 4 inchi, 6 inchi



Gambar 3.2 *Pully*

2. Motor induksi 1 fasa



Gambar 3.3 Motor Induksi 1 Fasa

### 3. Gear Reducer



Gambar 3.4 *Gear Reducer*

#### 3.3.2 Alat

Adapun alat pendukung yang digunakan dalam eksperimental ini adalah sebagai berikut :

1. Sabuk (*Belt*)

Sabuk (*Belt*) berfungsi untuk membawa material yang diangkut sekaligus sebagai penghubung antara *roll* penggerak dengan *roll* pembalik.



Gambar 3.5 Sabuk *Belt Conveyor*

## 2. Kunci T, Kunci Pas dan kunci Ring

Berfungsi untuk membuka dan memasang komponen – komponen pada belt conveyor.



Gambar 3.6 Kunci-Kunci Perlengkapan

## 3. Meteran

Berfungsi untuk mengukur panjang rangka, panjang sabuk *belt conveyor* yang digunakan pada proses pembuatan *prototype belt conveyor*.



Gambar 3.7 Meteran

#### 4. Jangka Sorong

Jangka sorong adalah alat untuk mengukur suatu benda dari sisi luar dengan cara diipit, untuk mengukur sisi dalam suatu benda yang biasanya berupa lubang ( pada pipa maupun lainnya ) dengan cara diulur, untuk mengukur kedalaman celah /lubanng pada suatu benda dengan cara menancapkan/menusukan bagian pengukur.



Gambar 3.8 Jangka Sorong

#### 5. Tangampere

Alat ini berfungsi untuk mengukur arus listrik tanpa memutus jalur arus listrik tersebut. Tangampere ini memiliki fungsi lain, selain untuk mengukur arus listrik alat ini juga dapat digunakan untuk mengukur voltase atau ukur nilai tahanan.



Gambar 3.9 Tangampere

## 6. Stopwacht

Berfungsi untuk mengukur berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk material bisa samapi dari titik A ke titik B pada dan saat *prototype belt conveyor* bekerja.



Gambar 3.10 Stopwacht

### 3.4 Pengamatan

Yang menjadi fokus pada penelitian ini adalah :

4. Bagaimana daya listrik yang dibutuhkan oleh motor induksi 1 fasa tersebut?
5. Bagaimana daya mekanik yang dihasilkan oleh Gear Reducer untuk menggerakkan *Belt Conveyor* pada mini (*prototype*) *belt conveyor* bila dikonversikan ke dalam daya listrik?
6. Bagaimana Efisiensi ekonomis dari output yang dihasilkan oleh motor penggerak 1 fasa, dengan menggunakan tiga variasi *pully* tersebut?

### 3.5 Pengujian Dan Teknik Pengambilan Data

Adapun pengujian dan cara pengambilan data sebagai berikut :

1. Mempersiapkan peralatan yang akan digunakan.
2. Merakit komponen-komponen yang terdapat pada *belt conveyor* sehingga menjadi conveyor yang utuh.

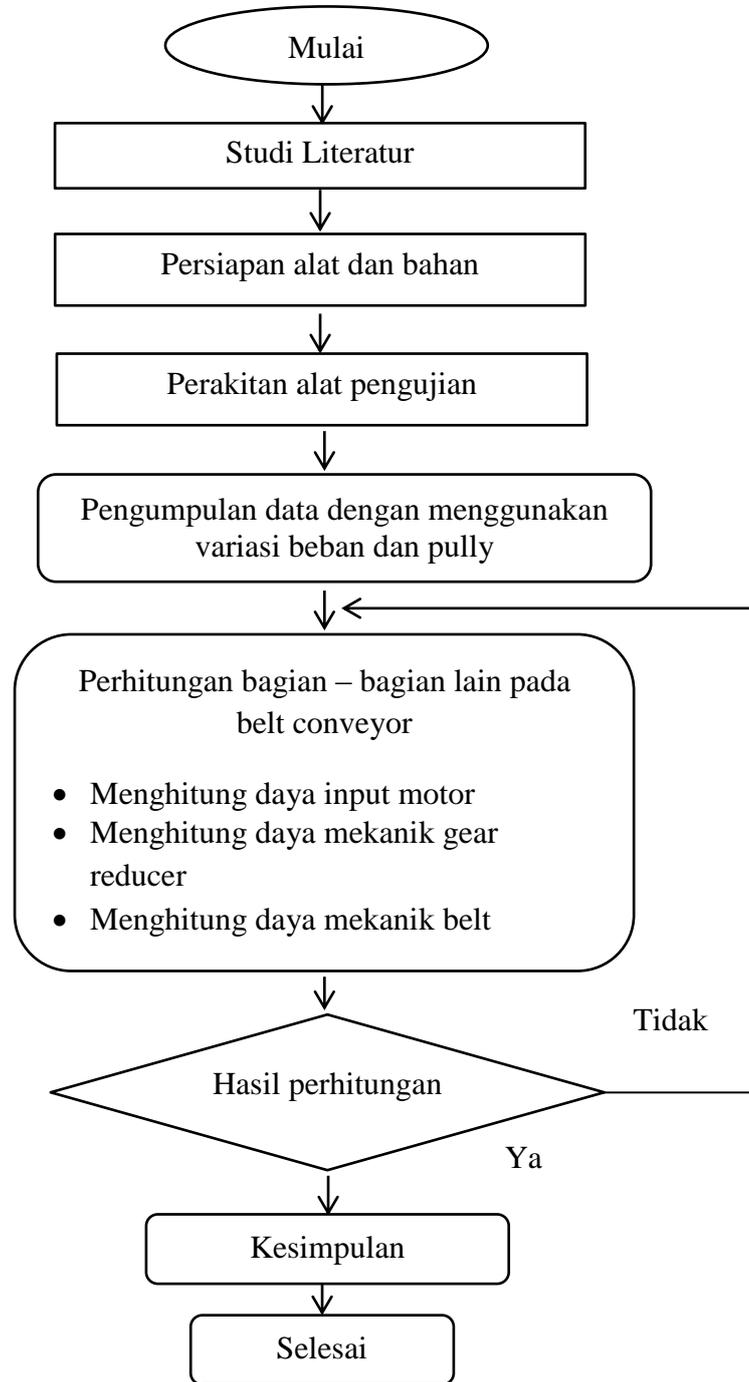
3. Menghidupkan conveyor untuk melakukan pengujian dan mendapatkan data yang menjadi tujuan utama dari penelitian.
4. Pengujian dan pengambilan data dari motor penggerak satu fasa yang memiliki daya  $\frac{1}{2}$  hp dan torsi 1450 rpm.
5. Pengujian dan pengambilan data Efisiensi ekonomis dari output yang dihasilkan oleh motor penggerak 1 fasa tersebut.
6. Pengujian dan pengambilan data berupa daya mekanik yang dihasilkan oleh Gear Reducer yang memiliki perbandingan 60 : 1 yang berfungsi untuk menggerakkan *Belt Conveyor* pada mini (*prototype*) *belt conveyor*.
7. Selesai.



Gambar 3.11 Saat Pengujian

### 3.6 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 3.12 Diagram Alir

## BAB 4

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Data Hasil Pengujian

##### 4.1.1 Data Hasil Pengukuran Listrik Pada Motor 1 Fasa Dengan Menggunakan *Pully 2 Inchi*

Data hasil pengukuran listrik pada motor induksi satu fasa dilakukan pada saat *prototype belt conveyor* memiliki beban diatasnya dan pada saat *prototype belt conveyor* tidak memiliki beban diatasnya. Data ini sendiri didapat dengan cara melakukan pengukuran langsung dengan bantuan alat Tang Ampere. Adapun data pengukuran yang didapat adalah sebagai berikut :

Tabel 4.1 Data hasil pengukuran listrik pada motor 1 fasa pada *pully 2 inchi*, dengan menggunakan alat tangampere.

Material	Beban ( Kg)	Arus saat ada beban ( A )	Arus saat tidak ada beban ( A )	Arus start awal saat tidak ada beban (A)	Arus start awal saat ada beban (A)
Batu krikil	2,39	3,14	3,08	5	5,97
Batu alam	1,95	3,13	3,08	5	5,97
Batu bara	1,22	3,10	3,08	5	5,97

## 4.2 Pembahasan

### 4.2.1 Analisa Daya Input Motor Induksi 1 fasa Berdasarkan Name Plate

Berdasarkan persamaan (2.5), maka daya input motor dapat ditentukan dari data teknis motor dan hasil pengukuran yang dilakukan secara langsung, maka kita dapat menentukan daya inputnya. Adapun perhitungan daya input motor berdasarkan name plate, motor induksi 1 fasa untuk penggerak pada *prototype belt conveyor* ialah.

$$P_1 \theta = V_p \cdot I_p \cdot \cos \theta$$

$$P_1 \theta = 220 \cdot 5 \cdot 0,86$$

$$= 946 \text{ W}$$

$$\text{KW} = \frac{946}{1000}$$

$$= 0,946 \text{ kW}$$

Jadi hasil dari perhitungan  $P_1 \theta$ , berdasarkan data dari plate name yaitu sebesar 0,946 kW.

### 4.2.2 Analisa Daya Input Motor Berdasarkan Pengukuran Pada *Prototype*

#### ***Belt Conveyor* Saat Tidak Ada Beban**

Perhitungan daya input motor induksi pada *prototype belt conveyor*, berdasarkan pengukuran secara langsung pada saat tidak ada beban, dapat hitung dengan menggunakan persamaan, (2.19) yaitu :

$$P_1 \theta = V_p \cdot I_p \cdot \cos \theta$$

$$= 220 \cdot 3,08 \cdot 0,86$$

$$= 582,73 \text{ W}$$

$$\begin{aligned} \text{kW} &= \frac{582,73}{1000} \\ &= 0,5827 \text{ kW} \end{aligned}$$

Jadi, hasil dari perhitungan  $P_1 \theta$ , berdasarkan data yang didapat dari perhitungan langsung pada saat *prototype belt conveyor*, tidak ada beban adalah = 0,5827 kW. Berdasarkan persamaan, (2.19) maka dapat dihitung rugi-rugi pada motor dengan rumus sabagai berikut.

$$\begin{aligned} P_{\text{rugi-rugi}} &= P_{\text{input}} - P_{\text{output}} \\ &= 0,58 \text{ kW} - 0,37 \text{ kW} \\ &= 0,21 \text{ kW} \end{aligned}$$

Maka rugi-rugi motor induksi yang didapat dari hasil perhitungan yaitu sebesar, 0,21 kW.

#### **4.2.3 Analisa Daya Input Motor Berdasarkan Pengukuran Pada *Prototype Belt Conveyor* Saat Ada Beban**

Pada analisa daya input motor induksi *prototype belt conveyor* ini pengujian menggunakan 3 variasi beban dengan ukuran sebagai berikut : batu krikil 2,39 kg, batu bara 1,22 kg dan batu alam 1,95 kg, berdasarkan pengukuran secara langsung pada saat ada beban, dapat hitung dengan menggunakan persamaan, (2.19) yaitu :

- Analisa daya input motor pada batu krikil dengan beban 2,39 kg.

$$\begin{aligned} P_1 \theta &= V_p \cdot I_p \cdot \text{Cos } \theta \\ &= 220 \cdot 3,14 \cdot 0,86 \\ &= 594,08 \text{ W} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{kW} &= \frac{594,08}{1000} \\ &= 0,594 \text{ kW} \end{aligned}$$

- Analisa daya input motor pada batu alam dengan beban 1,95 kg.

$$\begin{aligned} P_1 \theta &= V_p \cdot I_p \cdot \text{Cos } \theta \\ &= 220 \cdot 3,13 \cdot 0,86 \\ &= 592,19 \text{ W} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{kW} &= \frac{592,19}{1000} \\ &= 0,592 \text{ kW} \end{aligned}$$

- Analisa daya input motor pada batu bara dengan beban 1,22 kg.

$$\begin{aligned} P_1 \theta &= V_p \cdot I_p \cdot \text{Cos } \theta \\ &= 220 \cdot 3,10 \cdot 0,86 \\ &= 586,52 \text{ W} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{kW} &= \frac{586,52}{1000} \\ &= 0,5865 \text{ kW} \end{aligned}$$

Jadi, hasil dari perhitungan  $P_1 \theta$ , berdasarkan data yang didapat dari perhitungan langsung pada *prototype belt conveyor*, pada batu krikil dengan beban 2,39 kg maka daya input yang dapat adalah sebesar 0,594 kW, pada batu alam dengan beban 1,95 kg, daya input yang didapat sebesar 0,592 kW dan pada batu bara dengan beban 1,22 kg, daya input yang didapat sebesar 0,594 kW

#### 4.2.4 Analisa Daya Mekanik Gear Reducer Pada Saat *Prototype Belt Conveyor* Memiliki Beban

Berdasarkan persamaan (2.8), maka dapat dihitung daya mekanik dari gear reducer dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$P_{\text{mekanik}} = M \cdot \Delta\omega$$

Namun untuk mencari Momen (M), dan kecepatan sudut ( $\Delta\omega$ ), terlebih dahulu kita harus mencari gaya pada poros gear reducer (F), percepatan linier (a), pada belt conveyor dan frekuensi putaran dalam detik (n). Berdasarkan persamaan (2.11), percepatan linier dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

- Analisa percepatan linier pada batu krikil dengan beban 2,39 kg.

$$a = \frac{V}{t} = \frac{0,02349 \text{ m/s}}{1,23 \text{ s}} = 0,0191 \text{ m/s}^2$$

- Analisa percepatan linier pada batu alam dengan beban 1,95 kg.

$$a = \frac{V}{t} = \frac{0,02494 \text{ m/s}}{1,23 \text{ s}} = 0,0202 \text{ m/s}^2$$

- Analisa percepatan linier pada batu bara dengan beban 1,22 kg.

$$a = \frac{V}{t} = \frac{0,02588 \text{ m/s}}{1,23 \text{ s}} = 0,0210 \text{ m/s}^2$$

Setelah hasil perhitungan dari percepatan linier, tiga material didapat maka selanjutnya berdasarkan persamaan gaya pada poros *gear reducer* dapat langsung ditentukan dengan menggunakan rumus (2.10), adapun dalam pengujian ini variasi beban yang digunakan untuk menghitung gaya pada poros *gear reducer*,

yaitu batu krikil dengan massa 2,39 kg, batu alam dengan massa 1,95 kg, batu bara massa 1,22 kg.

- Analisa gaya pada poros *gear reducer* pada batu krikil dengan massa sebesar 2,39 kg yaitu :

$$\begin{aligned} F &= m_{\text{total}} \cdot a \\ &= 4,39 \text{ kg} \cdot 0,0191 \text{ m/s}^2 \\ &= 0,0838 \text{ N} \end{aligned}$$

- Analisa gaya pada poros *gear reducer* pada batu alam dengan massa sebesar 1,95 kg yaitu :

$$\begin{aligned} F &= m_{\text{total}} \cdot a \\ &= 3,95 \text{ kg} \cdot 0,0202 \text{ m/s}^2 \\ &= 0,0797 \text{ N} \end{aligned}$$

- Analisa gaya pada poros *gear reducer* pada batu bara dengan massa sebesar 1,22 kg yaitu :

$$\begin{aligned} F &= m_{\text{total}} \cdot a \\ &= 3,22 \text{ kg} \cdot 0,0210 \text{ m/s}^2 \\ &= 0,0676 \text{ N} \end{aligned}$$

Setelah gaya dari perhitungan poros gear reducer didapat, maka selanjutnya kita dapat menghitung momen (M), dengan menggunakan persamaan rumus (2.9), pada analisa momen ada 3 material yang digunakan yaitu sebagai berikut :

- Analisa Momen dengan material batu krikil.

$$\begin{aligned} M &= F \cdot r \\ &= 0,0838 \text{ N} \cdot 0,1524 \text{ m} \end{aligned}$$

$$= 0,01277 \text{ N.m}$$

➤ Analisa Momen dengan material batu alam.

$$M = F \cdot r$$

$$= 0,0797 \text{ N} \cdot 0,1524 \text{ m}$$

$$= 0,01214 \text{ N.m}$$

➤ Analisa Momen dengan material batu bara.

$$M = F \cdot r$$

$$= 0,0676 \text{ N} \cdot 0,1524 \text{ m}$$

$$= 0,01030 \text{ N.m}$$

Berdasarkan persamaan, kecepatan sudut ( $\Delta\omega$ ), maka harus diketahui dulu frekuensi putaran setiap detik (n), dan untuk mencari frekuensi putaran dalam satuan detik kita dapat menghitungnya dengan cara :

$$n = 24,16 \text{ rpm}$$

$$= \frac{24,16 \text{ rpm}}{60}$$

$$= 0,4027 \text{ dt}^{-1}$$

Berdasarkan persamaan kecepatan sudut maka dapat dihitung dengan menggunakan rumus (2.11), sebagai berikut :

$$\Delta\omega = 2 \cdot \pi \cdot n$$

$$= 2 \cdot 3,14 \cdot 0,4027$$

$$= 2,528 \text{ rad/s}$$

Setelah persamaan kecepatan sudut diketahui, maka langkah selanjutnya adalah menghitung daya mekanik gear reducer pada saat memiliki beban, pada

tiga jenis material batuan dengan menggunakan variasi beban, dapat dihitung dengan persamaan (2.6).

- Pmekanik pada batu krikil dengan beban 2,39 kg.

$$\begin{aligned} P_{mekanik} &= M \cdot \Delta\omega \\ &= 0,01277 \text{ N.m} \cdot 2,528 \text{ rad/s} \\ &= 0,03228 \text{ W} \\ &= 3,2282 \times 10^{-5} \text{ kW} \end{aligned}$$

- Pmekanik pada batu alam dengan beban 1,95 kg.

$$\begin{aligned} P_{mekanik} &= M \cdot \Delta\omega \\ &= 0,01214 \text{ N.m} \cdot 2,528 \text{ rad/s} \\ &= 0,03068 \text{ W} \\ &= 3,0689 \times 10^{-5} \text{ kW} \end{aligned}$$

- Pmekanik pada batu bara dengan beban 1,22 kg.

$$\begin{aligned} P_{mekanik} &= M \cdot \Delta\omega \\ &= 0,01030 \text{ N.m} \cdot 2,528 \text{ rad/s} \\ &= 0,02603 \text{ W} \\ &= 2,6038 \times 10^{-5} \text{ kW} \end{aligned}$$

Jadi, gaya mekanik yang dihasilkan oleh gear reducer pada saat prototype belt conveyor memiliki beban yaitu sebesar  $3,2282 \times 10^{-5}$  kW pada batu krikil beban 2,39 kg,  $3,0689 \times 10^{-5}$  kW pada batu alam dengan beban 1,95 kg,  $2,6038 \times 10^{-5}$  kW pada batu bara dengan beban 1,22 kg.

#### **4.2.5 Analisa Daya Mekanik Gear Reducer Pada Saat *Prototype Belt Conveyor* Tidak Memiliki Beban**

Berdasarkan persamaan (2.6), maka dapat dihitung daya mekanik dari gear reducer dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$P_{\text{mekanik}} = M \cdot \Delta\omega$$

Namun untuk mencari Momen (M), dan kecepatan sudut ( $\Delta\omega$ ), terlebih dahulu kita harus mencari gaya pada poros gear reducer (F), percepatan linier ( $a$ ), pada belt conveyor dan frekuensi putaran dalam detik (n). Berdasarkan persamaan (2.11), percepatan linier dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\begin{aligned} a &= \frac{V}{t} \\ &= \frac{0,0305 \text{ m/s}}{1,23 \text{ s}} = 0,02479 \text{ m/s}^2 \end{aligned}$$

Setelah hasil dari perhitungan percepatan didapat maka langkah berikutnya adalah menghitung gaya pada poros yang dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan (2.10), yang dapat ditentukan dengan rumus :

$$F = m_{bc} \cdot a$$

$$= 2 \text{ kg} \cdot 0,02479 \text{ m/s}^2$$

$$= 0,04958 \text{ N}$$

setelah gaya (F), diketahui, maka langkah selanjutnya adalah menghitung momen (M), berdasarkan persamaan (2.7), yaitu :

$$M = F \cdot r$$

$$= 0,04958 \text{ N} \cdot 0,1524 \text{ m}$$

$$= 7,5559 \times 10^{-3} \text{ N.m}$$

Setelah momen pada poros (M), diketahui, maka langkah selanjutnya baru menghitung kecepatan sudut, berdasarkan persamaan (2.11), maka kecepatan sudut ( $\Delta\omega$ ), dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\Delta\omega = 2 \cdot \pi \cdot n$$

$$= 2 \cdot 3,14 \cdot 0,4027$$

$$= 2,528 \text{ rad/s}$$

Maka, daya mekanik gear reducer pada saat tidak memiliki beban dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2.6), yaitu :

$$P_{\text{mekanik}} = M \cdot \Delta\omega$$

$$= 7,5559 \times 10^{-3} \text{ N.m} \cdot 2,528 \text{ rad/s}$$

$$= 0,01910 \text{ W}$$

$$= 1,91015 \times 10^{-5} \text{ kW}$$

Jadi, daya mekanik gear reducer pada saat tidak memiliki beban ialah sebesar  $1,191015 \times 10^{-5}$  kW.

#### **4.2.6 Analisa Daya Mekanik Gear Reducer Pada Saat Prototype Belt Conveyor Memiliki Beban**

Daya mekanik pada *Prototype Belt Conveyor*, ini dapat dihitung dengan menggunakan perhitungan pada persamaan (2.12), maka daya *Prototype Belt Conveyor*, pada saat memiliki beban dapat ditentukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut yaitu :

$$P_{\text{mekanik}} = F.V$$

Karena diketahui gaya pada poros saat *Prototype Belt Conveyor*, memiliki variasi beban di atasnya sebagai berikut :  $F = 0,0838$  N pada batu krikil dengan beban 2,39 kg dan untuk  $V = 0,02349$  m/s ,  $F = 0,0797$  N pada batu alam dengan beban 1,95 kg dan untuk  $V = 0,02494$  m/s ,  $F = 0,0676$  N pada batu bara dengan beban 1,22 kg dan untuk  $V = 0,02588$  m/s , maka dapat ditentukan besar daya mekanik pada *Prototype Belt Conveyor*, adalah.

- Besar daya mekanik pada batu krikil dengan beban 2,39 kg ialah

$$\begin{aligned} P_{\text{mekanik}} &= F.V \\ &= 0,0838 \text{ N} \cdot 0,02349 \text{ m/s} \\ &= 1,9684 \times 10^{-3} \text{ W} \\ &= 1,96846 \times 10^{-6} \text{ kW} \end{aligned}$$

- Besar daya mekanik pada batu alam dengan beban 1.95 kg ialah

$$P_{\text{mekanik}} = F.V$$

$$= 0,0797 \text{ N} \cdot 0,02494 \text{ m/s}$$

$$= 1,9877 \times 10^{-3} \text{ W}$$

$$= 1,98771 \times 10^{-6} \text{ kW}$$

- Besar daya mekanik pada batu bara beban 1,2 kg ialah

$$P_{\text{mekanik}} = F \cdot V$$

$$= 0,0676 \text{ N} \cdot 0,02588 \text{ m/s}$$

$$= 1,7494 \times 10^{-3} \text{ W}$$

$$= 1,74948 \times 10^{-6} \text{ kW}$$

Jadi, berdasarkan hasil perhitungan diatas maka daya mekanik pada *Prototype Belt Conveyor*, pada batu kerikel dngan beban 2,39 kg yaitu sebesar  $1,96846 \times 10^{-6} \text{ kW}$ , pada batu alam dengan beban 1,95 kg sebesar  $1,98771 \times 10^{-6} \text{ KkW}$ , pada batu bara dengan beban 1,22 kg sebesar  $1,74948 \times 10^{-6} \text{ kW}$ . Maka berdasarkan persamaan pada *Prototype Belt Conveyor*, ini terdapat Energi Kinetik yang dapat dihitung dengan menggunakan rumus (2.13), yaitu sebagai berikut :

- Analisa Energi kinetik pada batu krikil dengan beban 2.39 kg pada *Prototype Belt Conveyor*

$$EK = \frac{1}{2} \cdot m_{\text{tot}} \cdot V^2$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 4,39 \cdot (0,02349 \text{ m/s})^2$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 4,39 \cdot 0,00055178$$

$$= 1,211157 \times 10^{-3} \text{ joule}$$

- Analisa Energi Kinetik pada batu alam dengan beban 1,95 kg pada *Prototype Belt Conveyor*

$$\begin{aligned}
 EK &= \frac{1}{2} \cdot m_{\text{tot}} \cdot V^2 \\
 &= \frac{1}{2} \cdot 3,95 \cdot (0,02494)^2 \\
 &= \frac{1}{2} \cdot 3,95 \cdot 0,000622 \\
 &= 1,22845 \times 10^{-3} \text{ joule}
 \end{aligned}$$

- Analisa Energi Kinetik pada batu bara dengan beban 1,22 kg pada *Prototype Belt Conveyor*

$$\begin{aligned}
 EK &= \frac{1}{2} \cdot m_{\text{tot}} \cdot V^2 \\
 &= \frac{1}{2} \cdot 3,22 \cdot (0,02588)^2 \\
 &= \frac{1}{2} \cdot 3,22 \cdot 0,00066977 \\
 &= 1,078329 \times 10^{-3} \text{ joule}
 \end{aligned}$$

Jadi, energi kinetik yang diperoleh dari *Prototype Belt Conveyor*, pada saat memiliki beban yaitu sebesar  $1,211157 \times 10^{-3}$  joule pada batu krikil dengan beban 2,39 kg,  $1,22845 \times 10^{-3}$  joule pada batu alam dengan beban 1,95 kg, dan pada batu bara dengan beban 1,22 kg  $1,078329 \times 10^{-3}$  joule.

#### 4.2.7 Analisa Daya Mekanik *Prototype Belt Conveyor* Pada Saat Tidak Memiliki Beban

Berdasarkan persamaan daya pada *Prototype Belt Conveyor*, pada saat *Prototype Belt Conveyor*, tidak memiliki beban yaitu menggunakan rumus sebagai berikut.

$$P_{\text{mekanik}} = F \cdot V$$

Dimana diketahui, gaya pada poros saat *Prototype Belt Conveyor*, tidak memiliki beban di atasnya adalah  $F = 0,04958 \text{ N}$  dan  $V = 0,0305 \text{ m/s}$ , maka besar daya mekanik pada *Prototype Belt Conveyor*, adalah.

$$\begin{aligned} P_{\text{mekanik}} &= F \cdot V \\ &= 0,04958 \text{ N} \cdot 0,0305 \text{ m/s} \\ &= 1,51219 \times 10^{-3} \text{ W} \\ &= 1,51219 \times 10^{-6} \text{ kW} \end{aligned}$$

Jadi, berdasarkan hasil perhitungan di atas maka daya mekanik pada *Prototype Belt Conveyor*, pada saat tidak memiliki beban yaitu sebesar  $1,51219 \times 10^{-6} \text{ kW}$  Dan berdasarkan persamaan pada *Prototype Belt Conveyor*, ini terdapat Energi Kinetik yang dapat dihitung dengan menggunakan rumus (2.13), yaitu sebagai berikut :

$$\begin{aligned} EK &= \frac{1}{2} \cdot m_{bc} \cdot V^2 \\ &= \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot (0,0305)^2 \end{aligned}$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 0,00093025$$

$$= 9,3025 \times 10^{-4} \text{ joule}$$

Jadi, energi kinetik yang diperoleh dari *Prototype Belt Conveyor*, pada saat tidak memiliki beban yaitu sebesar  $9,3025 \times 10^{-4}$  joule.

#### **4.2.8. Analisa Efisiensi Motor Induksi 1 Fasa Pada Pully 2 Inchi**

Berdasarkan persamaan (2.22), diketahui untuk mendapatkan nilai efisiensi dari motor induksi 1 fasa dengan menggunakan pully 2 inchi yaitu sebagai berikut, daya output dapat dinyatakan sebagai daya input selanjutnya dikurangi rugi-rugi motor, kemudian efisiensi pada motor induksi 1 fasa dapat ditentukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Efisiensi } (\eta) = \frac{P_{in} - P_{rugi-rugi}}{P_{in}} \times 100 \%$$

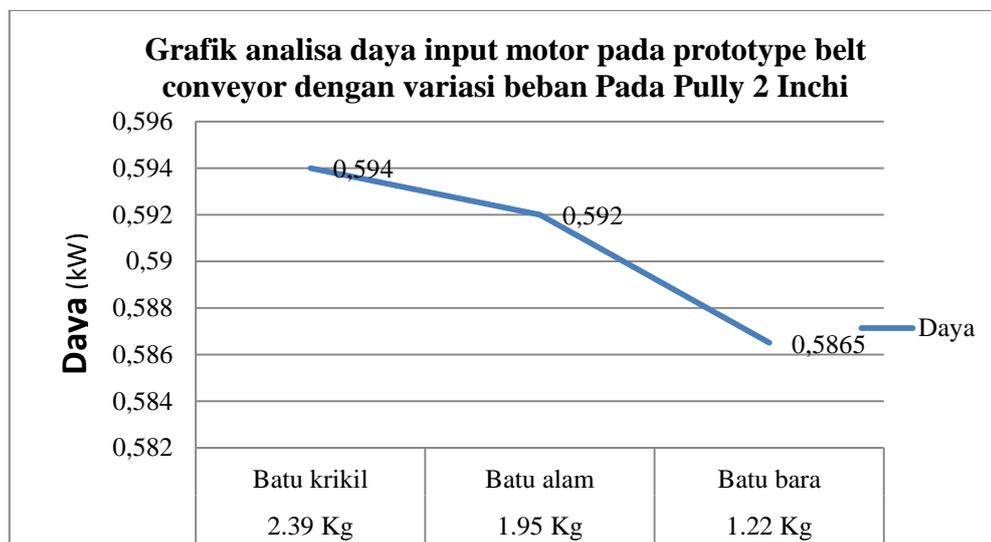
$$= \frac{0,58 - 0,21}{0,58} \times 100 \%$$

$$= 63,79 \%$$

Jadi, berdasarkan persamaan (2.22), maka didapat hasil dari efisiensi motor induksi 1 fasa yaitu sebesar 63,79 % .

Tabel. 4.2 Data Hasil Perhitungan Daya Input Motor Pada *Pully* 2 Inchi

Diameter Pully	Material	Beban (Kg)	Volt (V)	Arus (I)	Daya (kW)
2 inchi	Batu Krikil	2,39	220	3,14	0,594
	Batu Alam	1,95	220	3,13	0,592
	Batu Bara	1,22	220	3,10	0,5865

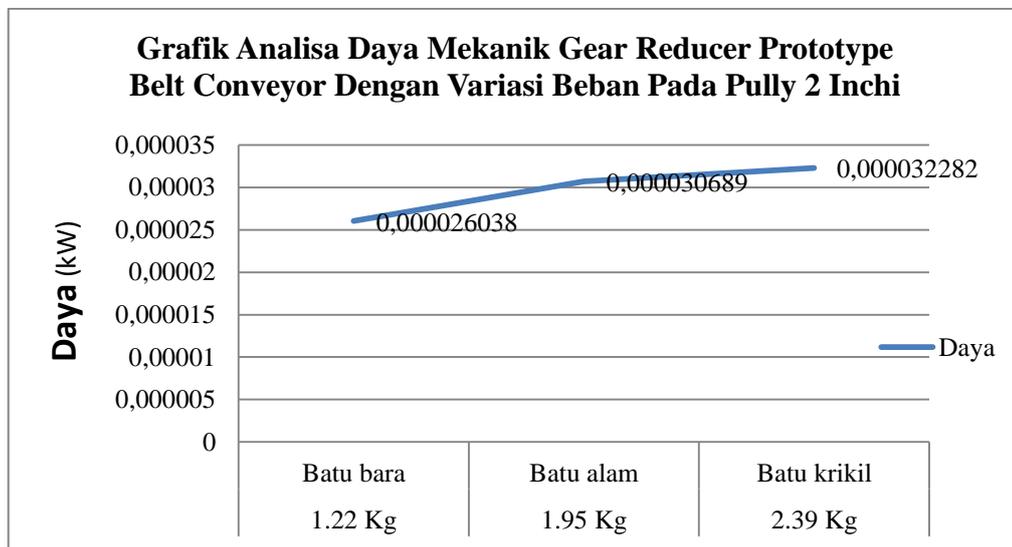


Gambar 4.1 Grafik analisa daya input motor pada *prototype belt conveyor* dengan variasi beban Pada *Pully* 2 Inchi

Dari gambar 4.1 hasil pengujian pada *prototype belt conveyor*, maka dapat disimpulkan bahwa beban dan besar *pully* ( 2 Inchi ) mempengaruhi daya input pada motor induksi 1 fasa, terlihat pada pembebanan 2,39 kg pada batu krikil daya yang dihasilkan sebesar 0,594 kW, batu bara dengan beban 1,22 kg daya yang dihasilkan 0,5865 kW, sedangkan untuk batu alam dengan beban 1,95 kg daya yang dihasilkan yaitu sebesar 0,592 kW.

Tabel. 4.3 Data Hasil Perhitungan Daya Mekanik *Gear Reducer* Pada Pully 2 Inchi

Diameter Pully	Material	Beban (Kg)	Momen (N.m)	Kecepatan sudut (rad/s)	Pmekanik (kW)
2 inchi	Batu rikil	2,39	0,0277	2,528	0,000032282
	Batu Alam	1,95	0,01214	2,528	0,000030689
	Batu Bara	1,22	0,01030	2,528	0,000026038

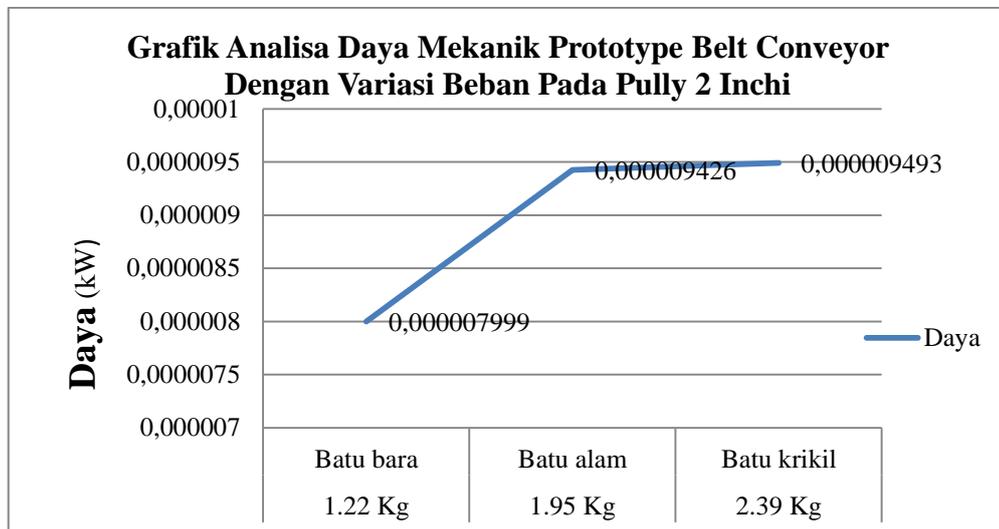


Gambar 4.2 Grafik Analisa Daya Mekanik *Gear Reducer Prototype Belt Conveyor* Dengan Variasi Beban Pada *Pully* 2 Inchi

Dari gambar 4.2 hasil pengujian pada *prototype belt conveyor*, maka dapat disimpulkan bahwa beban dan besar *pully* ( 2 Inchi ) mempengaruhi daya mekanik pada gear reducer, yang terlihat pada gambar grafik 4.2 diatas. Adapun factor – factor lain yang mempengaruhi seperti besar momen poros dan juga kecepatan sudut.

Tabel. 4.4 Data Hasil Perhitungan Daya Mekanik *Prototype Belt Conveyor* Pada *Pully 2 Inchi*

Diameter Pully	Material	Beban (Kg)	Gaya poros (N)	Kecepatan Linier (m/s)	P <sub>mekanik</sub> (kW)
2 inchi	Batu Krikil	2,39	0,0838	0,02349	0,00000196846
	Batu Alam	1,95	0,0797	0,02494	0,00000198771
	Batu Bara	1,22	0,0676	0,02588	0,00000174948



Gambar 4.3 Grafik Analisa Daya Mekanik *Prototype Belt Conveyor* Dengan Variasi Beban Pada *Pully 2 Inchi*

Dari gambar 4.3 hasil pengujian pada *prototype belt conveyor*, maka dapat disimpulkan bahwa beban dan besar *pully* ( 2 Inchi ) juga mempengaruhi daya mekanik *prototype belt conveyor* seperti yang terlihat pada gambar 4.3 diatas.

### 4.3. Data Hasil Pengukuran Listrik Pada Motor 1 Fasa Pada *Pully* 4 Inchi

Data hasil pengukuran listrik pada motor induksi satu fasa dilakukan pada saat *prototype belt conveyor* memiliki beban di atasnya dan pada saat *prototype belt conveyor* tidak memiliki beban di atasnya. Data ini sendiri didapat dengan cara melakukan pengukuran langsung dengan bantuan alat Tang Ampere. Adapun data pengukuran yang didapat adalah sebagai berikut :

Tabel 4.5 Data hasil pengukuran listrik pada motor 1 fasa pada *pully* 4 inchi, dengan menggunakan alat tangampere.

Material	Beban ( Kg)	Arus saat ada beban ( A )	Arus saat tidak ada beban ( A )	Arus start awal saat tidak ada beban (A)	Arus start awal saat ada beban (A)
Batu krikil	2,39	3,22	3,33	5,87	6,28
Batu alam	1,95	3,18	3,33	5,87	6,28
Batu bara	1,22	3,15	3,33	5,87	6,28

#### 4.3.1. Analisa Daya Input Motor Pada Saat *Prototype Belt Conveyor* Tidak

##### Ada Beban

Perhitungan daya input motor induksi pada *prototype belt conveyor*, berdasarkan pengukuran secara langsung pada saat tidak ada beban, dapat hitung dengan menggunakan persamaan, (2.19) yaitu :

$$P_1 \theta = V_p \cdot I_p \cdot \text{Cos } \theta$$

$$\begin{aligned}
&= 220 \cdot 3,33 \cdot 0,86 \\
&= 630,03 \text{ W} \\
\text{kW} &= \frac{630,03}{1000} \\
&= 0,63003 \text{ kW}
\end{aligned}$$

Jadi, hasil dari perhitungan  $P_1 \theta$ , berdasarkan data yang didapat dari perhitungan langsung pada saat *prototype belt conveyor*, tidak ada beban adalah 0,63003 KW. Berdasarkan persamaan, (2.22) maka dapat dihitung rugi-rugi pada motor dengan rumus sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
P_{\text{rugi-rugi}} &= P_{\text{input}} - P_{\text{output}} \\
&= 0,63 \text{ kW} - 0,37 \text{ kW} \\
&= 0,26 \text{ KW}
\end{aligned}$$

Maka rugi-rugi motor induksi yang didapat dari hasil perhitungan yaitu sebesar, 0,576 kW.

#### **4.3.2. Analisa Daya Input Motor *Prototype Belt Conveyor* Pada Saat Ada Beban**

Pada analisa daya input motor induksi *prototype belt conveyor* ini pengujian menggunakan 3 variasi beban dengan ukuran sebagai berikut : batu krikil 2,39 kg, batu bara 1,22 kg dan batu alam 1,95 kg, berdasarkan pengukuran secara langsung pada saat ada beban, dapat hitung dengan menggunakan persamaan, (2.19) yaitu :

- Analisa daya input motor pada batu krikil dengan beban 2,39 kg.

$$\begin{aligned}
 P_1 \theta &= V_p \cdot I_p \cdot \text{Cos } \theta \\
 &= 220 \cdot 3,22 \cdot 0,86 \\
 &= 609,22 \text{ W}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{kW} &= \frac{609,22}{1000} \\
 &= 0,60922 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

- Analisa daya input motor pada batu alam dengan beban 1,95 kg.

$$\begin{aligned}
 P_1 \theta &= V_p \cdot I_p \cdot \text{Cos } \theta \\
 &= 220 \cdot 3,18 \cdot 0,86 \\
 &= 601,65 \text{ W}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{kW} &= \frac{601,65}{1000} \\
 &= 0,60165 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

- Analisa daya input motor pada batu bara dengan beban 1,22 kg.

$$\begin{aligned}
 P_1 \theta &= V_p \cdot I_p \cdot \text{Cos } \theta \\
 &= 220 \cdot 3,15 \cdot 0,86 \\
 &= 595,98 \text{ W}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{kW} &= \frac{595,98}{1000} \\
 &= 0,59598 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

Jadi, hasil dari perhitungan  $P_1 \theta$ , berdasarkan data yang didapat dari perhitungan langsung pada *prototype belt conveyor*, pada batu krikil dengan beban 2,39 kg maka daya input yang dapat adalah sebesar 0,60922 kW, pada batu alam

dengan beban 1,95 kg, daya input yang didapat sebesar 0,60165 kW dan pada batu bara dengan beban 1,22 kg, daya input yang didapat sebesar 0,59598 kW.

#### **4.3.3. Analisa Daya Mekanik Gear Reducer Pada Saat *Prototype Belt Conveyor* Memiliki Beban**

Berdasarkan persamaan (2.8), maka dapat dihitung daya mekanik dari gear reducer dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$P_{\text{mekanik}} = M \cdot \Delta\omega$$

Namun untuk mencari Momen (M), dan kecepatan sudut ( $\Delta\omega$ ), terlebih dahulu kita harus mencari gaya pada poros gear reducer (F), percepatan linier (a), pada belt conveyor dan frekuensi putaran dalam detik (n). Berdasarkan persamaan (2.11), percepatan linier dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

- Analisa percepatan linier pada batu krikil dengan beban 2,39 kg.

$$a = \frac{V}{t} = \frac{0,05174 \text{ m/s}}{1,23 \text{ s}} = 0,0420 \text{ m/s}^2$$

- Analisa percepatan linier pada batu alam dengan beban 1,95 kg.

$$a = \frac{V}{t} = \frac{0,05424 \text{ m/s}}{1,23 \text{ s}} = 0,0440 \text{ m/s}^2$$

- Analisa percepatan linier pada batu bara dengan beban 1,22 kg.

$$a = \frac{V}{t} = \frac{0,05533 \text{ m/s}}{1,23 \text{ s}} = 0,0449 \text{ m/s}^2$$

Setelah hasil perhitungan dari percepatan linier, tiga material didapat maka selanjutnya berdasarkan persamaan gaya pada poros *gear reducer* dapat langsung

ditentukan dengan menggunakan rumus (2.10), adapun dalam pengujian ini variasi beban yang digunakan untuk menghitung gaya pada poros *gear reducer*, yaitu batu krikil dengan massa 2,39 kg, batu alam dengan massa 1,95 kg, batu bara massa 1,22 kg.

- Analisa gaya pada poros *gear reducer* pada batu krikil dengan massa sebesar 2,39 kg yaitu :

$$\begin{aligned} F &= m_{\text{total}} \cdot a \\ &= 4,39 \text{ kg} \cdot 0,0420 \text{ m/s}^2 \\ &= 0,18438 \text{ N} \end{aligned}$$

- Analisa gaya pada poros *gear reducer* pada batu alam dengan massa sebesar 1,95 kg yaitu :

$$\begin{aligned} F &= m_{\text{total}} \cdot a \\ &= 3,95 \text{ kg} \cdot 0,0440 \text{ m/s}^2 \\ &= 0,1738 \text{ N} \end{aligned}$$

- Analisa gaya pada poros *gear reducer* pada batu bara dengan massa sebesar 1,22 kg yaitu :

$$\begin{aligned} F &= m_{\text{total}} \cdot a \\ &= 3,22 \text{ kg} \cdot 0,0449 \text{ m/s}^2 \\ &= 0,14457 \text{ N} \end{aligned}$$

Setelah gaya dari perhitungan poros gear reducer didapat, maka selanjutnya kita dapat menghitung momen (M), dengan menggunakan persamaan rumus (2.9), pada analisa momen ada 3 material yang digunakan yaitu sebagai berikut :

- Analisa Momen dengan material batu krikil.

$$\begin{aligned}M &= F \cdot r \\ &= 0,18438 \text{ N} \cdot 0,1524 \text{ m} \\ &= 0,02809 \text{ N.m}\end{aligned}$$

- Analisa Momen dengan material batu alam.

$$\begin{aligned}M &= F \cdot r \\ &= 0,1738 \text{ N} \cdot 0,1524 \text{ m} \\ &= 0,02648 \text{ N.m}\end{aligned}$$

- Analisa Momen dengan material batu bara.

$$\begin{aligned}M &= F \cdot r \\ &= 0,14457 \text{ N} \cdot 0,1524 \text{ m} \\ &= 0,02203 \text{ N.m}\end{aligned}$$

Berdasarkan persamaan, kecepatan sudut ( $\Delta\omega$ ), maka harus diketahui dulu frekwensi putaran setiap detik (n), dan untuk mencari frekwensi putaran dalam satuan detik kita dapat menghitungnya dengan cara :

$$\begin{aligned}n &= 24,16 \text{ rpm} \\ &= \frac{24,16 \text{ rpm}}{60} \\ &= 0,4027 \text{ dt}^{-1}\end{aligned}$$

Berdasarkan persamaan kecepatan sudut maka dapat dihitung dengan menggunakan rumus (2.11), sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\Delta\omega &= 2 \cdot \pi \cdot n \\ &= 2 \cdot 3,14 \cdot 0,4027\end{aligned}$$

$$= 2,528 \text{ rad/s}$$

Setelah persamaan kecepatan sudut diketahui, maka langkah selanjutnya adalah menghitung daya mekanik gear reducer pada saat memiliki beban, pada tiga jenis material batuan dengan menggunakan variasi beban, dapat dihitung dengan persamaan (2.6).

- Pmekanik pada batu krikil dengan beban 2,39 kg.

$$P_{\text{mekanik}} = M \cdot \Delta\omega$$

$$= 0,02809 \text{ N.m} \cdot 2,528 \text{ rad/s}$$

$$= 0,07101 \text{ W}$$

$$= 7,1011 \times 10^{-5} \text{ kW}$$

- Pmekanik pada batu alam dengan beban 1,95 kg.

$$P_{\text{mekanik}} = M \cdot \Delta\omega$$

$$= 0,02648 \text{ N.m} \cdot 2,528 \text{ rad/s}$$

$$= 0,06694 \text{ W}$$

$$= 6,6941 \times 10^{-5} \text{ kW}$$

- Pmekanik pada batu bara dengan beban 1,22 kg.

$$P_{\text{mekanik}} = M \cdot \Delta\omega$$

$$= 0,02203 \text{ N.m} \cdot 2,528 \text{ rad/s}$$

$$= 0,05569 \text{ W}$$

$$= 5,5691 \times 10^{-5} \text{ kW}$$

Jadi, gaya mekanik yang dihasilkan oleh gear reducer pada saat prototype belt conveyor memiliki beban yaitu sebesar  $7,1011 \times 10^{-5} \text{ kW}$  pada batu krikil beban 2,39 kg,  $6,6941 \times 10^{-5} \text{ kW}$  pada batu alam dengan beban 1,95 kg,  $5,5691 \times 10^{-5} \text{ kW}$  pada batu bara dengan beban 1,22 kg.

#### **4.3.4. Analisa Daya Mekanik Gear Reducer Pada Saat *Prototype Belt Conveyor* Tidak Memiliki Beban**

Berdasarkan persamaan (2.6), maka dapat dihitung daya mekanik dari gear reducer dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$P_{\text{mekanik}} = M \cdot \Delta\omega$$

Namun untuk mencari Momen (M), dan kecepatan sudut ( $\Delta\omega$ ), terlebih dahulu kita harus mencari gaya pada poros gear reducer (F), percepatan linier ( $a$ ), pada belt conveyor dan frekuensi putaran dalam detik (n). Berdasarkan persamaan (2.11), percepatan linier dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$a = \frac{V}{t}$$
$$= \frac{0,0814 \text{ m/s}}{1,23 \text{ s}} = 0,06617 \text{ m/s}^2$$

Setelah hasil dari perhitungan percepatan didapat maka langka berikutnya adalah menghitung gaya pada poros yang dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan (2.10), yang dapat ditentukan dengan rumus :

$$\begin{aligned} F &= m_{bc} \cdot a \\ &= 2 \text{ kg} \cdot 0,06617 \text{ m/s}^2 \\ &= 0,13342 \text{ N} \end{aligned}$$

setelah gaya (F), diketahui, maka langka selanjutnya adalah menghitung momen (M), berdasarkan persamaan (2.7), yaitu :

$$\begin{aligned} M &= F \cdot r \\ &= 0,13342 \text{ N} \cdot 0,1524 \text{ m} \\ &= 0,02033 \text{ N.m} \end{aligned}$$

Setelah momen pada poros (M), diketahui, maka langkah selanjutnya baru menghitung kecepatan sudut, berdasarkan persamaan (2.11), maka kecepatan sudut ( $\Delta\omega$ ), dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \Delta\omega &= 2 \cdot \pi \cdot n \\ &= 2 \cdot 3,14 \cdot 0,4027 \\ &= 2,528 \text{ rad/s} \end{aligned}$$

Maka, daya mekanik gear reducer pada saat tidak memiliki beban dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2.6), yaitu :

$$\begin{aligned}
P_{\text{mekanik}} &= M \cdot \Delta\omega \\
&= 0,02033 \text{ N.m} \cdot 2,528 \text{ rad/s} \\
&= 0,05139 \text{ W} \\
&= 5,139424 \times 10^{-5} \text{ kW}
\end{aligned}$$

Jadi, daya mekanik gear reducer pada saat tidak memiliki beban ialah sebesar  $5,139424 \times 10^{-5} \text{ kW}$

#### **4.3.5. Analisa Daya Mekanik *Prototype Belt Conveyor* Saat Memiliki Beban**

Daya mekanik pada *Prototype Belt Conveyor*, ini dapat dihitung dengan menggunakan perhitungan pada persamaan (2.12), maka daya *Prototype Belt Conveyor*, pada saat memiliki beban dapat ditentukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut yaitu :

$$P_{\text{mekanik}} = F \cdot V$$

Karena diketahui gaya pada poros saat *Prototype Belt Conveyor*, memiliki variasi beban di atasnya sebagai berikut :  $F = 0,18348 \text{ N}$  pada batu krikil dengan beban 2,39 kg dan untuk  $V = 0,05174 \text{ m/s}$ ,  $F = 0,1738 \text{ N}$  pada batu alam dengan beban 1,95 kg dan untuk  $V = 0,05424 \text{ m/s}$ ,  $F = 0,14457 \text{ N}$  pada batu bara dengan beban 1,22 kg dan untuk  $V = 0,05533 \text{ m/s}$ , maka dapat ditentukan besar daya mekanik pada *Prototype Belt Conveyor*, adalah.

- Besar daya mekanik pada batu krikil dengan beban 2,39 kg ialah

$$\begin{aligned}
P_{\text{mekanik}} &= F \cdot V \\
&= 0,18348 \text{ N} \cdot 0,05174 \text{ m/s}
\end{aligned}$$

$$= 9,4932 \times 10^{-3} \text{ W}$$

$$= 9,49325 \times 10^{-6} \text{ kW}$$

- Besar daya mekanik pada batu alam dengan beban 1.95 kg ialah

$$P_{\text{mekanik}} = F \cdot V$$

$$= 0,1738 \text{ N} \cdot 0,05424 \text{ m/s}$$

$$= 9,4269 \times 10^{-3} \text{ W}$$

$$= 9,42691 \times 10^{-6} \text{ kW}$$

- Besar daya mekanik pada batu bara beban 1,22 kg ialah

$$P_{\text{mekanik}} = F \cdot V$$

$$= 0,14457 \text{ N} \cdot 0,05533 \text{ m/s}$$

$$= 7,9990 \times 10^{-3} \text{ W}$$

$$= 7,99905 \times 10^{-6} \text{ kW}$$

Jadi, berdasarkan hasil perhitungan diatas maka daya mekanik pada *Prototype Belt Conveyor*, pada batu kerikel dngan beban 2,39 kg yaitu sebesar  $9,49325 \times 10^{-6} \text{ kW}$ , pada batu alam dengan beban 1,95 kg sebesar  $9,42691 \times 10^{-6} \text{ kW}$ , pada batu bara dengan beban 1,22 kg sebesar  $7,99905 \times 10^{-6} \text{ kW}$ . Maka berdasarkan persamaan pada *Prototype Belt Conveyor*, ini terdapat Energi Kinetik yang dapat dihitung dengan menggunakan rumus (2.13), yaitu sebagai berikut :

- Analisa Energi kinetik pada batu krikil dengan beban 2.39 kg pada *Prototype Belt Conveyor*

$$EK = \frac{1}{2} \cdot m_{\text{tot}} \cdot V^2$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{1}{2} \cdot 4,39 \cdot (0,05174 \text{ m/s})^2 \\
&= \frac{1}{2} \cdot 4,39 \cdot 0,002677 \\
&= 5,876015 \times 10^{-3} \text{ joule}
\end{aligned}$$

- Analisa Energi Kinetik pada batu alam dengan beban 1,95 kg pada *Prototype Belt Conveyor*

$$\begin{aligned}
\text{EK} &= \frac{1}{2} \cdot m_{\text{tot}} \cdot V^2 \\
&= \frac{1}{2} \cdot 3,95 \cdot (0,05424)^2 \\
&= \frac{1}{2} \cdot 3,95 \cdot 0,002941 \\
&= 5,808475 \times 10^{-3} \text{ joule}
\end{aligned}$$

- Analisa Energi Kinetik pada batu bara dengan beban 1,22 kg pada *Prototype Belt Conveyor*

$$\begin{aligned}
\text{Belt Conveyor EK} &= \frac{1}{2} \cdot m_{\text{tot}} \cdot V^2 \\
&= \frac{1}{2} \cdot 3,22 \cdot (0,05533)^2 \\
&= \frac{1}{2} \cdot 3,22 \cdot 0,003061 \\
&= 4,92821 \times 10^{-3} \text{ joule}
\end{aligned}$$

Jadi, energi kinetik yang diperoleh dari *Prototype Belt Conveyor*, pada saat memiliki beban yaitu sebesar  $5,876015 \times 10^{-3}$  joule pada batu krikil dengan beban 2,39 kg,  $5,808475 \times 10^{-3}$  joule pada batu alam dengan beban 1,95 kg, dan pada batu bara dengan beban 1,22 kg didapat  $4,92821 \times 10^{-3}$  joule.

#### 4.3.6. Perhitungan Daya Mekanik *Prototype Belt Conveyor* Pada Saat Tidak Memiliki Beban

Berdasarkan persamaan daya pada *Prototype Belt Conveyor*, pada saat *Prototype Belt Conveyor*, tidak memiliki beban yaitu menggunakan rumus sebagai berikut.

$$P_{\text{mekanik}} = F \cdot V$$

Dimana diketahui, gaya pada poros saat *Prototype Belt Conveyor*, tidak memiliki beban di atasnya adalah  $F = 0,13342 \text{ N}$  dan  $V = 0,0814 \text{ m/s}$ , maka besar daya mekanik pada *Prototype Belt Conveyor*, adalah.

$$P_{\text{mekanik}} = F \cdot V$$

$$= 0,13342 \text{ N} \cdot 0,0814 \text{ m/s}$$

$$= 0,010860 \text{ W}$$

$$= 1,0860388 \times 10^{-5} \text{ KkW}$$

Jadi, berdasarkan hasil perhitungan diatas maka daya mekanik pada *Prototype Belt Conveyor*, pada saat tidak memiliki beban yaitu sebesar  $1,0860388 \times 10^{-5} \text{ KkW}$ , dan berdasarkan persamaan pada *Prototype Belt Conveyor*, ini terdapat Energi Kinetik yang dapat dihitung dengan menggunakan rumus (2.13), yaitu sebagai berikut :

$$EK = \frac{1}{2} \cdot m_{bc} \cdot V^2$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot (0,0814)^2$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 0,00662596$$

$$= 6,62596 \times 10^{-3} \text{ joule}$$

Jadi, energi kinetik yang diperoleh dari *Prototype Belt Conveyor*, pada saat tidak memiliki beban yaitu sebesar  $6,62596 \times 10^{-3}$  joule

#### **4.3.7. Analisa Efisiensi Motor Induksi satu Fasa Pada Pully 4 Inchi**

Berdasarkan persamaan (2.22), diketahui untuk mendapatkan nilai efisiensi dari motor induksi 1 fasa dengan menggunakan pully 4 inchi yaitu sebagai berikut, daya output dapat dinyatakan sebagai daya input selanjutnya dikurangi rugi-rugi motor, kemudian efisiensi pada motor induksi 1 fasa dapat ditentukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Efisiensi } (\eta) = \frac{P_{in} - P_{rugi} - \text{rugi}}{P_{in}} \times 100\%$$

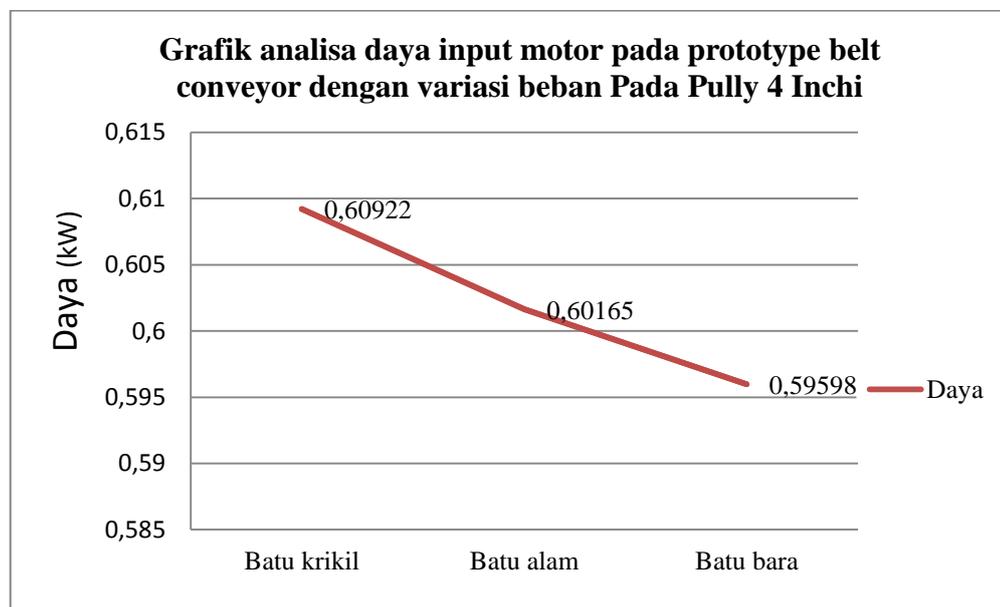
$$= \frac{0,63 - 0,26}{0,63} \times 100\%$$

$$= 58,73\%$$

Jadi, berdasarkan persamaan (2.22), maka didapat hasil dari efisiensi motor induksi 1 fasa yaitu sebesar 58,73 % .

Tabel.4.6 Data Hasil Perhitungan Daya Input Motor Pada *Pully* 4 Inchi

Diameter Pully	Material	Beban (Kg)	Volt (V)	Arus (I)	Daya (kW)
4 inchi	Batu Krikil	2,39	220	3,22	0,60922
	Batu Alam	1,95	220	3,18	0,60165
	Batu Bara	1,22	220	3,15	0,59598

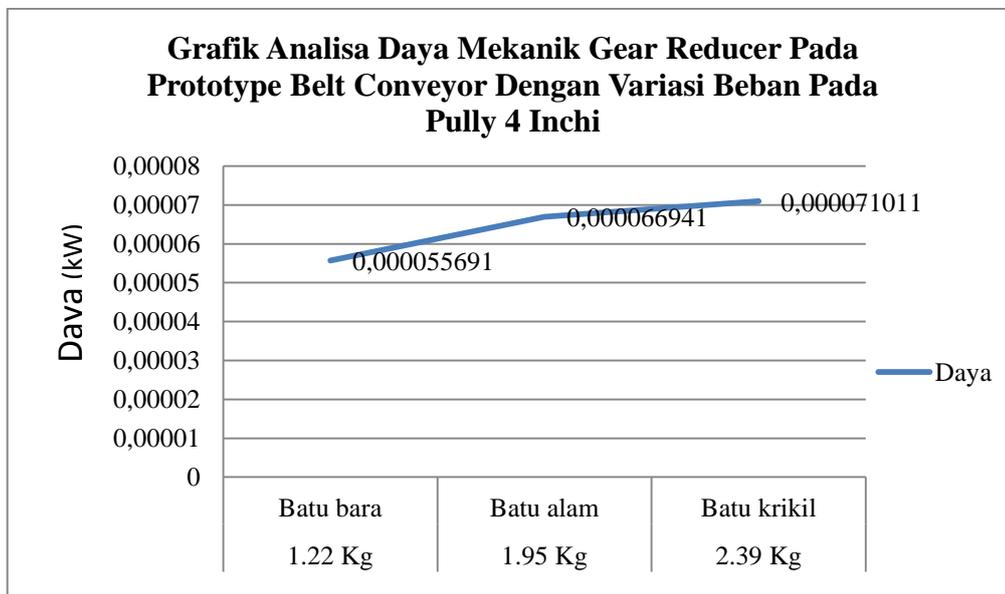


Gambar 4.4 Grafik Analisa Daya Input Motor Pada *Prototype Belt Conveyor* Dengan Variasi Beban Pada *Pully* 4 Inchi

Dari gambar 4.4 hasil pengujian pada *prototype belt conveyor*, maka dapat disimpulkan bahwa beban dan besar *pully* ( 4 Inchi ) mempengaruhi daya input pada motor induksi 1 fasa, terlihat pada pembebanan 2,39 kg pada batu krikil daya yang dihasilkan sebesar 0,60922 kW, batu bara dengan beban 1,22 kg daya yang dihasilkan 0,59598 kW, sedangkan untuk batu alam dengan beban 1,95 kg daya yang dihasilkan yaitu sebesar 0,60165 kW.

Tabel. 4.7 Data Hasil Perhitungan Daya Mekanik *Gear Reducer* Pada *Pully* 4 Inchi

Diameter Pully	Material	Beban (Kg)	Momen (N.m)	Kecepatan sudut (rad/s)	Pmekanik (kW)
4 inchi	Batu rikel	2,39	0,02809	2,528	0,000071011
	Batu Alam	1,95	0,02648	2,528	0,000066941
	Batu Bara	1,22	0,02203	2,528	0,000055691

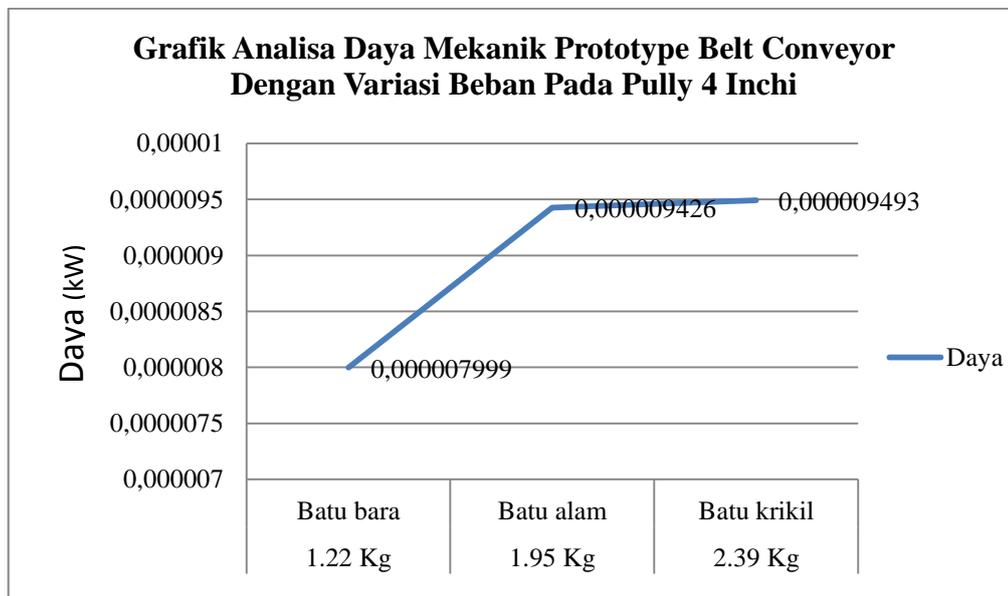


Gambar 4.5 Grafik Analisa Daya *Gear Reducer Prptotype Belt Conveyor* Pada *Pully* 4 Inchi Dengan Variasi Beban

Dari gambar 4.5 hasil pengujian pada *prototype belt conveyor*, maka dapat disimpulkan bahwa beban dan besar *pully* ( 4 Inchi ) mempengaruhi daya mekanik pada gear reducer, yang terlihat pada gambar grafik 4.5 diatas. Adapun factor – factor lain yang mempengaruhi seperti besar momen poros dan juga kecepatan sudut.

Tabel. 4.8 Data Hasil Perhitungan Daya Mekanik *Prototype Belt Conveyor* Pada *Pully* 4 Inchi

Diameter Pully	Material	Beban (Kg)	Gaya poros (N)	Kecepatan Linier (m/s)	P <sub>mekanik</sub> (KW)
4 inchi	Batu Krikil	2,39	0,18348	0,05174	0,00000949325
	Batu Alam	1,95	0,1738	0,05424	0,00000942691
	Batu Bara	1,22	0,4457	0,05533	0,00000799905



Gambar 4.6 Grafik Analisa Daya Mekanik *Prototype Belt Conveyor* Pada *Pully* 4 Inchi Dengan Variasi Beban

Dari gambar 4.6 hasil pengujian pada *prototype belt conveyor*, maka dapat disimpulkan bahwa beban dan besar *pully* ( 4 Inchi ) juga mempengaruhi daya mekanik *prototype belt conveyor* seperti yang terlihat pada gambar 4.6 diatas.

#### 4.4. Data Hasil Pengukuran Listrik Pada Motor 1 Fasa Pada *Pully* 6 Inchi

Data hasil pengukuran listrik pada motor induksi satu fasa dilakukan pada saat *prototype belt conveyor* memiliki beban di atasnya dan pada saat *prototype belt conveyor* tidak memiliki beban di atasnya. Data ini sendiri didapat dengan cara melakukan pengukuran langsung dengan bantuan alat Tang Ampere. Adapun data pengukuran yang didapat adalah sebagai berikut :

Tabel 4.9 Data hasil pengukuran listrik pada motor 1 fasa pada *pully* 6 inchi, dengan menggunakan alat tangampere.

Material	Beban ( Kg)	Arus saat ada beban ( A )	Arus saat tidak ada beban ( A )	Arus start awal saat tidak ada beban (A)	Arus start awal saat ada beban (A)
Batu krikil	2,39	3,52	3,8	5,30	6,45
Batu alam	1,95	3,48	3,8	5,30	6,45
Batu bara	1,22	3,43	3,8	5,30	6,45

#### 4.4.1. Analisa Daya Input Motor Pada Saat *Prototype Belt Conveyor* Tidak Ada Beban

Perhitungan daya input motor induksi pada *prototype belt conveyor*, berdasarkan pengukuran secara langsung pada saat tidak ada beban, dapat hitung dengan menggunakan persamaan, (2.19) yaitu :

$$P_1 \theta = V_p \cdot I_p \cdot \text{Cos } \theta$$

$$= 220 \cdot 3,8 \cdot 0,86$$

$$= 718,96 \text{ W}$$

$$\text{kW} = \frac{718,96}{1000}$$

$$= 0,71896 \text{ kW}$$

Jadi, hasil dari perhitungan  $P_1 \theta$ , berdasarkan data yang didapat dari perhitungan langsung pada saat *prototype belt conveyor*, tidak ada beban adalah 0,63003 kW. Berdasarkan persamaan, (2.22) maka dapat dihitung rugi-rugi pada motor dengan rumus sabagai berikut.

$$\begin{aligned} P_{\text{rugi-rugi}} &= P_{\text{input}} - P_{\text{output}} \\ &= 0,71 \text{ kW} - 0,37 \text{ kW} \\ &= 0,34 \text{ kW} \end{aligned}$$

Maka rugi-rugi motor induksi yang didapat dari hasil perhitungan yaitu sebesar, 0,576 kW.

#### **4.4.2. Analisa Daya Input Motor Pada *Prototype Belt Conveyor* Saat Ada Beban**

Pada analisa daya input motor induksi *prototype belt conveyor* ini pengujian menggunakan 3 variasi beban dengan ukuran sebagai berikut : batu krikil 2,39 kg, batu bara 1,22 kg dan batu alam 1,95 kg, berdasarkan pengukuran secara langsung pada saat ada beban, dapat hitung dengan menggunakan persamaan, (2.19) yaitu :

- Analisa daya input motor pada batu krikil dengan beban 2,39 kg.

$$\begin{aligned} P_1 \theta &= V_p \cdot I_p \cdot \text{Cos } \theta \\ &= 220 \cdot 3,52 \cdot 0,86 \end{aligned}$$

$$= 665,98 \text{ W}$$

$$\text{kW} = \frac{665,98}{1000}$$

$$= 0,6659 \text{ kW}$$

- Analisa daya input motor pada batu alam dengan beban 1,95 kg.

$$P_1 \theta = V_p \cdot I_p \cdot \text{Cos } \theta$$

$$= 220 \cdot 3,48 \cdot 0,86$$

$$= 658,41 \text{ W}$$

$$\text{kW} = \frac{658,41}{1000}$$

$$= 0,6584 \text{ kW}$$

- Analisa daya input motor pada batu bara dengan beban 1,22 kg.

$$P_1 \theta = V_p \cdot I_p \cdot \text{Cos } \theta$$

$$= 220 \cdot 3,43 \cdot 0,86$$

$$= 648,95 \text{ W}$$

$$\text{kW} = \frac{648,95}{1000}$$

$$= 0,6489 \text{ kW}$$

Jadi, hasil dari perhitungan  $P_1 \theta$ , berdasarkan data yang didapat dari perhitungan langsung pada *prototype belt conveyor*, pada batu krikil dengan beban 2,39 kg maka daya input yang dapat adalah sebesar 0,6659 kW, pada batu alam dengan beban 1,95 kg, daya input yang didapat sebesar 0,6584 kW dan pada batu bara dengan beban 1,22 kg, daya input yang didapat sebesar 0,6489 kW.

#### 4.4.3. Analisa Daya Mekanik Gear Reducer Pada Saat *Prototype Belt Conveyor* Memiliki Beban

Berdasarkan persamaan (2.8), maka dapat dihitung daya mekanik dari gear reducer dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$P_{\text{mekanik}} = M \cdot \Delta\omega$$

Namun untuk mencari Momen (M), dan kecepatan sudut ( $\Delta\omega$ ), terlebih dahulu kita harus mencari gaya pada poros gear reducer (F), percepatan linier (a), pada belt conveyor dan frekuensi putaran dalam detik (n). Berdasarkan persamaan (2.11), percepatan linier dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

- Analisa percepatan linier pada batu krikil dengan beban 2,39 kg.

$$a = \frac{V}{t} = \frac{0,08070 \text{ m/s}}{1,23 \text{ s}} = 0,06560 \text{ m/s}^2$$

- Analisa percepatan linier pada batu alam dengan beban 1,95 kg.

$$a = \frac{V}{t} = \frac{0,08106 \text{ m/s}}{1,23 \text{ s}} = 0,06590 \text{ m/s}^2$$

- Analisa percepatan linier pada batu bara dengan beban 1,22 kg.

$$a = \frac{V}{t} = \frac{0,08136 \text{ m/s}}{1,23 \text{ s}} = 0,06614 \text{ m/s}^2$$

Setelah hasil perhitungan dari percepatan linier, tiga material didapat maka selanjutnya berdasarkan persamaan gaya pada poros *gear reducer* dapat langsung ditentukan dengan menggunakan rumus (2.10), adapun dalam pengujian ini variasi beban yang digunakan untuk menghitung gaya pada poros *gear reducer*,

yaitu batu krikil dengan massa 2,39 kg, batu alam dengan massa 1,95 kg, batu bara massa 1,22 kg.

- Analisa gaya pada poros *gear reducer* pada batu krikil dengan massa sebesar 2,39 kg yaitu :

$$\begin{aligned} F &= m_{\text{total}} \cdot a \\ &= 4,39 \text{ kg} \cdot 0,06560 \text{ m/s}^2 \\ &= 0,2879 \text{ N} \end{aligned}$$

- Analisa gaya pada poros *gear reducer* pada batu alam dengan massa sebesar 1,95 kg yaitu :

$$\begin{aligned} F &= m_{\text{total}} \cdot a \\ &= 3,95 \text{ kg} \cdot 0,06590 \text{ m/s}^2 \\ &= 0,2603 \text{ N} \end{aligned}$$

- Analisa gaya pada poros *gear reducer* pada batu bara dengan massa sebesar 1,22 kg yaitu :

$$\begin{aligned} F &= m_{\text{total}} \cdot a \\ &= 3,22 \text{ kg} \cdot 0,06614 \text{ m/s}^2 \\ &= 0,2129 \text{ N} \end{aligned}$$

Setelah gaya dari perhitungan poros gear reducer didapat, maka selanjutnya kita dapat menghitung momen (M), dengan menggunakan persamaan rumus (2.9), pada analisa momen ada 3 material yang digunakan yaitu sebagai berikut :

- Analisa Momen dengan material batu krikil.

$$M = F \cdot r$$

$$= 0,2879 \text{ N} \cdot 0,1524 \text{ m}$$

$$= 0,04387 \text{ N.m}$$

➤ Analisa Momen dengan material batu alam.

$$M = F \cdot r$$

$$= 0,2603 \text{ N} \cdot 0,1524 \text{ m}$$

$$= 0,03966 \text{ N.m}$$

➤ Analisa Momen dengan material batu bara.

$$M = F \cdot r$$

$$= 0,2129 \text{ N} \cdot 0,1524 \text{ m}$$

$$= 0,03244 \text{ N.m}$$

Berdasarkan persamaan, kecepatan sudut ( $\Delta\omega$ ), maka harus diketahui dulu frekwensi putaran setiap detik (n), dan untuk mencari frekwensi putaran dalam satuan detik kita dapat menghitungnya dengan cara :

$$n = 24,16 \text{ rpm}$$

$$= \frac{24,16 \text{ rpm}}{60}$$

$$= 0,4027 \text{ dt}^{-1}$$

Berdasarkan persamaan kecepatan sudut maka dapat dihitung dengan menggunakan rumus (2.11), sebagai berikut :

$$\Delta\omega = 2 \cdot \pi \cdot n$$

$$= 2 \cdot 3,14 \cdot 0,4027$$

$$= 2,528 \text{ rad/s}$$

Setelah persamaan kecepatan sudut diketahui, maka langkah selanjutnya adalah menghitung daya mekanik gear reducer pada saat memiliki beban, pada tiga jenis material batuan dengan menggunakan variasi beban, dapat dihitung dengan persamaan (2.6).

- Pmekanik pada batu krikil dengan beban 2,39 kg.

$$\begin{aligned} P_{\text{mekanik}} &= M \cdot \Delta\omega \\ &= 0,04387 \text{ N.m} \cdot 2,528 \text{ rad/s} \\ &= 0,1109 \text{ W} \\ &= 1,1090 \times 10^{-4} \text{ kW} \end{aligned}$$

- Pmekanik pada batu alam dengan beban 1,95 kg.

$$\begin{aligned} P_{\text{mekanik}} &= M \cdot \Delta\omega \\ &= 0,03966 \text{ N.m} \cdot 2,528 \text{ rad/s} \\ &= 0,1002 \text{ W} \\ &= 1,0026 \times 10^{-4} \text{ kW} \end{aligned}$$

- Pmekanik pada batu bara dengan beban 1,22 kg.

$$\begin{aligned} P_{\text{mekanik}} &= M \cdot \Delta\omega \\ &= 0,03244 \text{ N.m} \cdot 2,528 \text{ rad/s} \\ &= 0,08200 \text{ W} \end{aligned}$$

$$= 8,2008 \times 10^{-5} \text{ kW}$$

Jadi, gaya mekanik yang dihasilkan oleh gear reducer pada saat prototype belt conveyor memiliki beban yaitu sebesar  $1,1090 \times 10^{-4}$  kW pada batu krikil beban 2,39 kg,  $1,0026 \times 10^{-4}$  kW pada batu alam dengan beban 1,95 kg,  $8,2008 \times 10^{-5}$  kW pada batu bara dengan beban 1,22 kg.

#### **4.4.4. Analisa Daya Mekanik Gear Reducer *Prototype Belt Conveyor* Saat Tidak Memiliki Beban**

Berdasarkan persamaan (2.6), maka dapat dihitung daya mekanik dari gear reducer dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$P_{\text{mekanik}} = M \cdot \Delta\omega$$

Namun untuk mencari Momen (M), dan kecepatan sudut ( $\Delta\omega$ ), terlebih dahulu kita harus mencari gaya pada poros gear reducer (F), percepatan linier (a), pada belt conveyor dan frekwensi putaran dalam detik (n). Berdasarkan persamaan (2.11), percepatan linier dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$a = \frac{V}{t}$$

$$= \frac{0,0938 \text{ m/s}}{1,23 \text{ s}} = 0,07626 \text{ m/s}^2$$

Setelah hasil dari perhitungan percepatan didapat maka langkah berikutnya adalah menghitung gaya pada poros yang dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan (2.10), yang dapat ditentukan dengan rumus :

$$\begin{aligned}
 F &= m_{bc} \cdot a \\
 &= 2 \text{ kg} \cdot 0,07626 \text{ m/s}^2 \\
 &= 0,1525 \text{ N}
 \end{aligned}$$

setelah gaya (F), diketahui, maka langkah selanjutnya adalah menghitung momen (M), berdasarkan persamaan (2.7), yaitu :

$$\begin{aligned}
 M &= F \cdot r \\
 &= 0,1525 \text{ N} \cdot 0,1524 \text{ m} \\
 &= 0,02324 \text{ N.m}
 \end{aligned}$$

Setelah momen pada poros (M), diketahui, maka langkah selanjutnya baru menghitung kecepatan sudut, berdasarkan persamaan (2.11), maka kecepatan sudut ( $\Delta\omega$ ), dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \Delta\omega &= 2 \cdot \pi \cdot n \\
 &= 2 \cdot 3,14 \cdot 0,4027 \\
 &= 2,528 \text{ rad/s}
 \end{aligned}$$

Maka, daya mekanik gear reducer pada saat tidak memiliki beban dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2.6), yaitu :

$$\begin{aligned}
 P_{\text{mekanik}} &= M \cdot \Delta\omega \\
 &= 0,02324 \text{ N.m} \cdot 2,528 \text{ rad/s} \\
 &= 0,05875 \text{ W}
 \end{aligned}$$

$$= 5,875072 \times 10^{-5} \text{ kW}$$

Jadi, daya mekanik gear reducer pada saat tidak memiliki beban ialah sebesar  $5,875072 \times 10^{-5} \text{ kW}$

#### **4.4.5. Analisa Daya Mekanik Prototype Belt Conveyor Pada Saat Memiliki Beban**

Daya mekanik pada *Prototype Belt Conveyor*, ini dapat dihitung dengan menggunakan perhitungan pada persamaan (2.12), maka daya *Prototype Belt Conveyor*, pada saat memiliki beban dapat ditentukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut yaitu :

$$P_{\text{mekanik}} = F.V$$

Karena diketahui gaya pada poros saat *Prototype Belt Conveyor*, memiliki variasi beban di atasnya sebagai berikut :  $F = 0,2879 \text{ N}$  pada batu krikil dengan beban 2,39 kg dan untuk  $V = 0,08070 \text{ m/s}$ ,  $F = 0,2603 \text{ N}$  pada batu alam dengan beban 1,95 kg dan untuk  $V = 0,08106 \text{ m/s}$ ,  $F = 0,2129 \text{ N}$  pada batu bara dengan beban 1,22 kg dan untuk  $V = 0,08136 \text{ m/s}$ , maka dapat ditentukan besar daya mekanik pada *Prototype Belt Conveyor*, adalah.

- Besar daya mekanik pada batu krikil dengan beban 2,39 kg ialah

$$P_{\text{mekanik}} = F.V$$

$$= 0,2879 \text{ N} \cdot 0,08070 \text{ m/s}$$

$$= 0,02323 \text{ W}$$

$$= 2,3233 \times 10^{-5} \text{ kW}$$

- Besar daya mekanik pada batu alam dengan beban 1.95 kg ialah

$$\begin{aligned}
 P_{\text{mekanik}} &= F \cdot V \\
 &= 0,2603 \text{ N} \cdot 0,08106 \text{ m/s} \\
 &= 0,021099 \text{ W} \\
 &= 2,1099 \times 10^{-5} \text{ kW}
 \end{aligned}$$

- Besar daya mekanik pada batu bara beban 1,22 kg ialah

$$\begin{aligned}
 P_{\text{mekanik}} &= F \cdot V \\
 &= 0,2129 \text{ N} \cdot V = 0,08136 \text{ m/s} \\
 &= 0,017321 \text{ W} \\
 &= 1,73215 \times 10^{-5} \text{ kW}
 \end{aligned}$$

Jadi, berdasarkan hasil perhitungan diatas maka daya mekanik pada *Prototype Belt Conveyor*, pada batu kerikel dngan beban 2,39 kg yaitu sebesar  $2,3233 \times 10^{-5} \text{ kW}$ , pada batu alam dengan beban 1,95 kg sebesar  $2,1099 \times 10^{-5} \text{ kW}$ , pada batu bara dengan beban 1,22 kg sebesar  $1,73215 \times 10^{-5} \text{ kW}$ . Maka berdasarkan persamaan pada *Prototype Belt Conveyor*, ini terdapat Energi Kinetik yang dapat dihitung dengan menggunakan rumus (2.13), yaitu sebagai berikut :

- Analisa Energi kinetik pada batu krikil dengan beban 2.39 kg pada *Prototype Belt Conveyor*

$$\begin{aligned}
 EK &= \frac{1}{2} \cdot m_{\text{tot}} \cdot V^2 \\
 &= \frac{1}{2} \cdot 4,39 \cdot (0,08070 \text{ m/s})^2
 \end{aligned}$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 4,39 \cdot 0,006512$$

$$= 0,01429 \text{ joule}$$

- Analisa Energi Kinetik pada batu alam dengan beban 1,95 kg pada *Prototype Belt Conveyor*

$$EK = \frac{1}{2} \cdot m_{\text{tot}} \cdot V^2$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 3,95 \cdot (0,08106)^2$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 3,95 \cdot 0,006570$$

$$= 0,01297 \text{ joule}$$

- Analisa Energi Kinetik pada batu bara dengan beban 1,22 kg pada *Prototype Belt Conveyor*

$$EK = \frac{1}{2} \cdot m_{\text{tot}} \cdot V^2$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 3,22 \cdot (0,08136)^2$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 3,22 \cdot 0,006619$$

$$= 0,01065 \text{ joule}$$

Jadi, energi kinetik yang diperoleh dari *Prototype Belt Conveyor*, pada saat memiliki beban yaitu sebesar 0,01429 joule, pada batu krikil dengan beban 2,39 kg, 0,01297 joule, pada batu alam dengan beban 1,95 kg, dan pada batu bara dengan beban 1,22 kg didapat 0,01065 joule.

#### 4.4.6. Analisa Daya Mekanik *Prototype Belt Conveyor* Pada Saat Tidak Memiliki Beban

Berdasarkan persamaan daya pada *Prototype Belt Conveyor*, pada saat *Prototype Belt Conveyor*, tidak memiliki beban yaitu menggunakan rumus sebagai berikut.

$$P_{\text{mekanik}} = F \cdot V$$

Dimana diketahui, gaya pada poros saat *Prototype Belt Conveyor*, tidak memiliki beban di atasnya adalah  $F = 0,01525 \text{ N}$  dan  $V = 0,0938 \text{ m/s}$ , maka besar daya mekanik pada *Prototype Belt Conveyor*, adalah.

$$\begin{aligned} P_{\text{mekanik}} &= F \cdot V \\ &= 0,1525 \text{ N} \cdot 0,0938 \text{ m/s} \\ &= 0,014304 \text{ W} \\ &= 1,43045 \times 10^{-5} \text{ kW} \end{aligned}$$

Jadi, berdasarkan hasil perhitungan di atas maka daya mekanik pada *Prototype Belt Conveyor*, pada saat tidak memiliki beban yaitu sebesar  $1,43045 \times 10^{-5} \text{ KW}$  Dan berdasarkan persamaan pada *Prototype Belt Conveyor*, ini terdapat Energi Kinetik yang dapat dihitung dengan menggunakan rumus (2.13), yaitu sebagai berikut :

$$\begin{aligned} EK &= \frac{1}{2} \cdot m_{bc} \cdot V^2 \\ &= \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot (0,0938)^2 \end{aligned}$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 0,008798$$

$$= 0,008798 \text{ Joule}$$

Jadi, energi kinetik yang diperoleh dari *Prototype Belt Conveyor*, pada saat tidak memiliki beban yaitu sebesar 0,008798 joule.

#### **4.4.7. Analisa Efisiensi Motor Induksi 1 Fasa Pada Pully 6 Inchi**

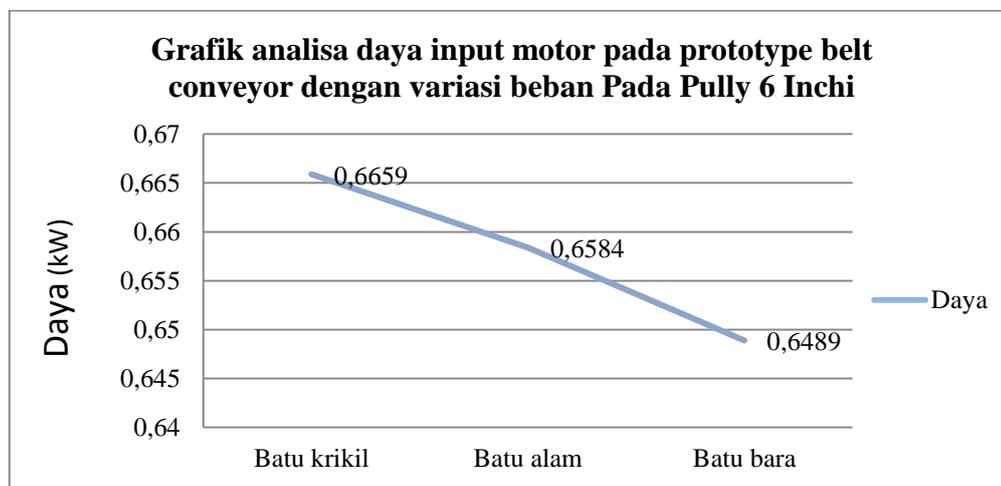
Berdasarkan persamaan (2.22), diketahui untuk mendapatkan nilai efisiensi dari motor induksi 1 fasa dengan menggunakan pully 6 inchi yaitu sebagai berikut, daya output dapat dinyatakan sebagai daya input selanjutnya dikurangi rugi-rugi motor, kemudian efisiensi pada motor induksi 1 fasa dapat ditentukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Efisiensi } (\eta) &= \frac{P_{in} - P_{rugi} - \text{rugi}}{P_{in}} \times 100 \% \\ &= \frac{0,71 - 0,34}{0,71} \times 100 \% \\ &= 52,11 \% \end{aligned}$$

Jadi, berdasarkan persamaan (2.22), maka didapat hasil dari efisiensi motor induksi 1 fasa yaitu sebesar 52,11 % .

Tabel.4.10 Data Hasil Perhitungan Daya Input Motor Pada *Pully* 6 Inchi

Diameter Pully	Material	Beban (Kg)	Volt (V)	Arus (I)	Daya (kW)
6 inchi	Batu Krikil	2,39	220	3,52	0,6659
	Batu Alam	1,95	220	3,48	0,6584
	Batu Bara	1,22	220	3,43	0,6489

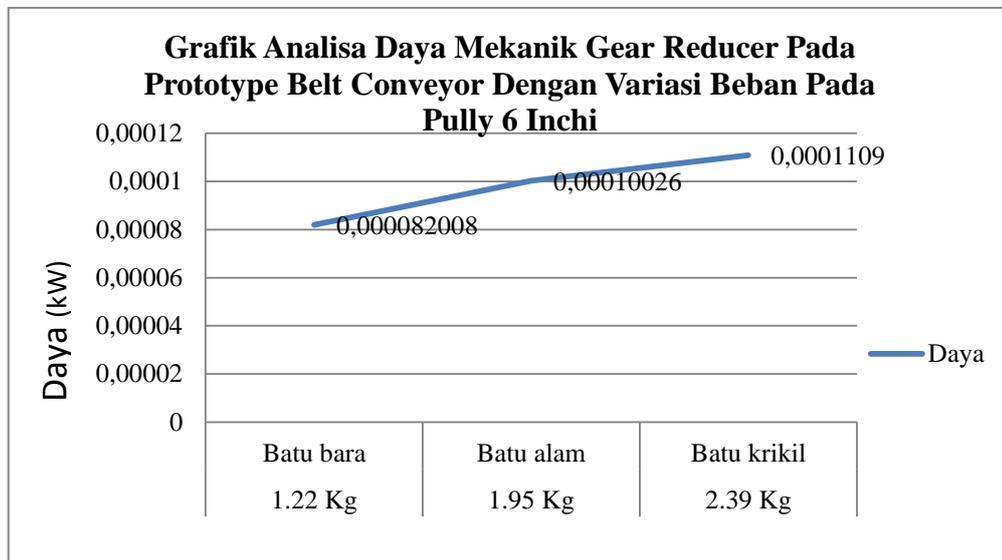


Gambar 4.7 Grafik Analisa Daya Input Motor Pada *Prototype Belt Conveyor* Dengan Variasi Beban Pada *Pully* 6 Inchi

Dari gambar 4.4 hasil pengujian pada *prototype belt conveyor*, maka dapat disimpulkan bahwa beban dan besar *pully* ( 6 Inchi ) mempengaruhi daya input pada motor induksi 1 fasa, terlihat pada pembebanan 2,39 kg pada batu krikil daya yang dihasilkan sebesar 0,6659 kW, batu bara dengan beban 1,22 kg daya yang dihasilkan 0,6489 kW, sedangkan untuk batu alam dengan beban 1,95 kg daya yang dihasilkan yaitu sebesar 0,6584 kW.

Tabel. 4.11 Data Hasil Perhitungan Daya Mekanik *Gear Reducer* Pada *Pully* 6 Inchi

Diameter Pully	Material	Beban (Kg)	Momen (N.m)	Kecepatan sudut (rad/s)	Pmekanik (kW)
6 inchi	Batu rikil	2,39	0,04387	2,528	0,00011090
	Batu Alam	1,95	0,03966	2,528	0,00010026
	Batu Bara	1,22	0,03244	2,528	0,000082008

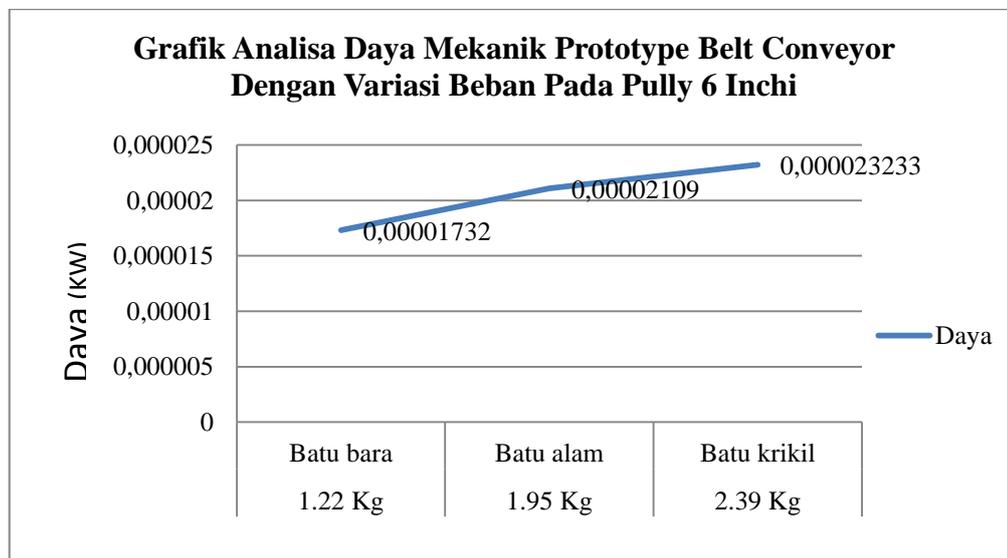


Gambar 4.8 Grafik Analisa Daya Mekanik *Gear Reducer Prptotype Belt Conveyor* Pada *Pully* 6 Inchi Dengan Variasi Beban

Dari gambar 4.8 hasil pengujian pada *prototype belt conveyor*, maka dapat disimpulkan bahwa beban dan besar *pully* ( 6 Inchi ) mempengaruhi daya mekanik pada gear reducer, yang terlihat pada gambar grafik 4.8 diatas. Adapun factor – factor lain yang mempengaruhi seperti besar momen poros dan juga kecepatan sudut.

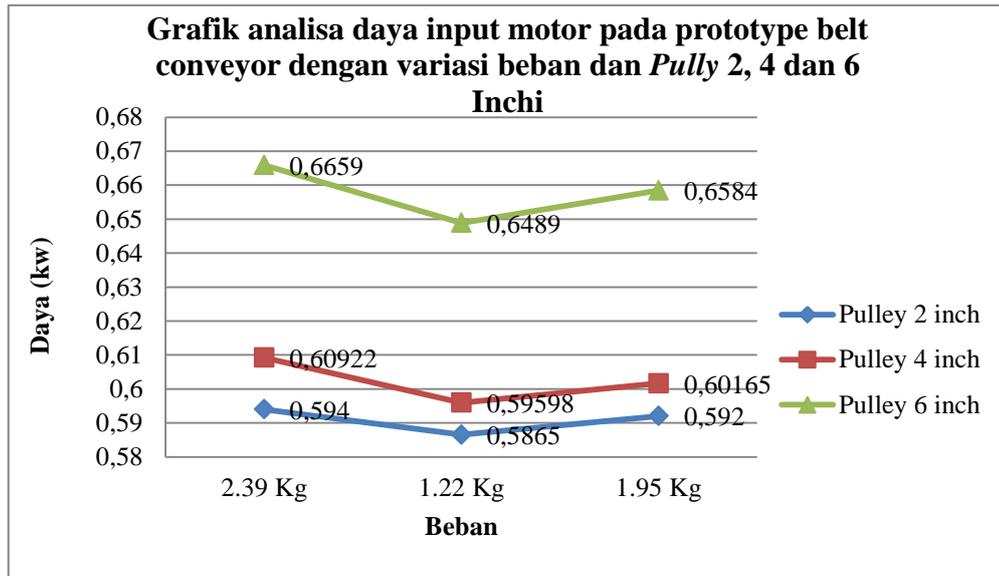
Tabel. 4.12 Data Hasil Perhitungan Daya Mekanik *Prototype Belt Conveyor* Pada *Pully* 6 Inchi

Diameter Pully	Material	Beban (Kg)	Gaya poros (N)	Kecepatan Linier (m/s)	P <sub>mekanik</sub> (KW)
4 inchi	Batu Krikil	2,39	0,2879	0,08070	0,000023233
	Batu Alam	1,95	0,2603	0,08106	0,000021099
	Batu Bara	1,22	0,2129	0,08136	0,0000173215



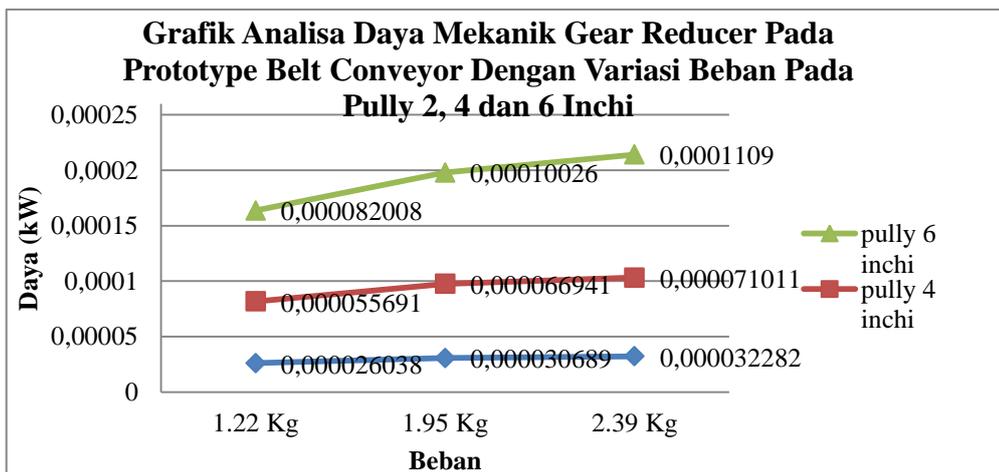
Gambar 4.9 Grafik Daya Mekanik *Prototype Belt Conveyor* Pada *Pully* 6 Inchi Dengan Variasi Beban

Dari gambar 4.9 hasil pengujian pada *prototype belt conveyor*, maka dapat disimpulkan bahwa beban dan besar *pully* ( 6 Inchi ) juga mempengaruhi daya mekanik *prototype belt conveyor* seperti yang terlihat pada grafik gambar 4.9 diatas.



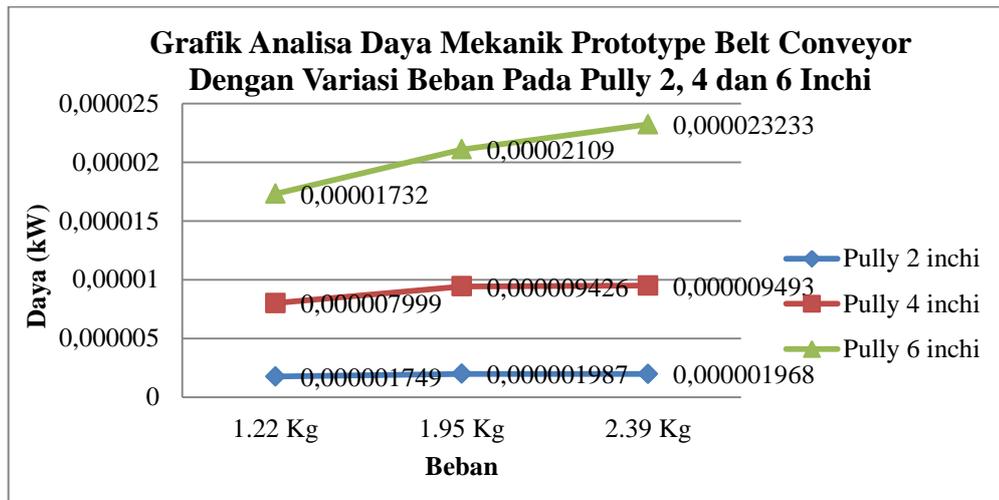
Gambar 4.10 Grafik Analisa Daya Input Motor Pada Prototype Belt Conveyor Dengan Variasi Beban Pada *Pully* 2, 4 dan 6 Inchi

Berdasarkan data grafik 4.10 maka dapat dilihat bahwa besar beban dan *pully* mempengaruhi besar kecilnya daya input pada motor induksi 1 fasa, seperti yang terlihat pada gambar grafik 4.10.



Gambar 4.11 Grafik Analisa Daya Mekanik *Gear Reducer* Prptotype Belt Conveyor dengan variasi beban Pada *Pully* 2, 4 dan 6 Inchi

Berdasarkan hasil pengujian pada *prototype belt conveyor*, maka dapat disimpulkan bahwa beban dan besar *pully* mempengaruhi daya mekanik pada *gear reducer*, seperti yang terlihat pada gambar grafik 4.11 di atas. Adapun factor – factor lain yang mempengaruhi seperti besar momen, poros dan juga kecepatan sudut.



Gambar 4.12 Grafik Analis Daya Mekanik *Prototype Belt Conveyor* Pada *Pully* 2, 4 dan 6 Inchi dengan variasi beban

Berdasarkan hasil pengujian pada *prototype belt conveyor*, maka dapat disimpulkan bahwa beban dan besar *pully*, juga mempengaruhi daya mekanik pada *prototype belt conveyor* seperti yang terlihat pada gambar grafik 4.12 di atas.

## BAB 5

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari analisa perhitungan daya pada *Prototype Belt Conveyor*, dapat maka didapat dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Adapun daya keluaran motor dipengaruhi oleh beberapa factor yaitu besar kecilnya arus dan daya untuk tegangan kosntan. Daya input yang didapat dari perhitungan ini ialah sebesar 0,946 kW, dengan arus 5 A, Tegangan 220 V, dan factor daya ( $\text{Cos } \theta$ ) 0,86. Dapat dilihat bahwa semangkin besar arus dan factor daya maka daya input motor juga akan semangkin besar. Sebaliknya jika arus dan factor daya motor kecil maka, kecil jugalah daya masukan motor, hal ini berarti daya masukan motor berbanding lurus terhadap tegangan ( $V$ ), arus ( $I$ ), dan factor daya ( $\text{Cos } \theta$ ).
2. Sedangkan untuk rugi-rugi motor induksi dari setiap *pully* dengan hasil perhitungan yaitu sebesar 0,21 kW untuk *pully* 2 inchi, serta 0,26 kW dan 0,34 kW pada 4 dan 6 Inchi.
3. Adapun daya mekanik pada gear reducer dipengaruhi oleh berat beban yang digerakan oleh motor. Semangkin berat beban yang diangkut maka semangkin besar pula daya mekanik yang hasilkan oleh gear reducer. Output gear reducer didapat dari hasil perkalian antara Momen ( $M$ ), dan kecepatan sudut ( $\alpha$ ), pada penelitian ini *prototype belt conveyor*, menggunakan 3 variasi beban dan *puly* sebagai berikut.

- pada *pully* 2 Inchi yaitu :  $3,2282 \times 10^{-5}$  kW, untuk batu krikil,  $3,0689 \times 10^{-5}$  kW, untuk batu alam, dan  $2,6038 \times 10^{-5}$  kW, pada bara.
  - pada *pully* 4 Inchi yaitu :  $7,1011 \times 10^{-5}$  kW, untuk batu krikil,  $6,6941 \times 10^{-5}$  kW, untuk batu alam, dan  $5,5691 \times 10^{-5}$  kW, pada bara.
  - pada *pully* 6 Inchi yaitu :  $1,1090 \times 10^{-4}$  kW, untuk batu krikil,  $1,0026 \times 10^{-4}$  kW, untuk batu alam, dan  $8,2008 \times 10^{-5}$  kW, pada bara.
4. Sedangkan daya mekanik pada *prototype belt conveyor*, dipengaruhi oleh seberapa besar beban yang digerakan oleh motor penggerak. semangkin besar beban yang digerakan oleh motor penggerak maka semangkin besar pula daya mekanik yang dihasilkan oleh *prototype belt conveyor*. Ouput *prototype belt conveyor*, didapat dari hasil perhitungan gaya (F), dengan kecepatan linier ( V ), hasil yang didapat dari perhitungan daya mekanik dari *prototype belt conveyor*, dengan memvariasikan *pully* dan beban yaitu sebesar :
- pada *pully* 2 Inchi yaitu :  $1,96846 \times 10^{-6}$  kW, untuk batu krikil,  $1,98771 \times 10^{-6}$  kW, untuk batu alam, dan  $1,74948 \times 10^{-6}$  kW, pada bara.
  - pada *pully* 4 Inchi yaitu :  $9,49325 \times 10^{-6}$  kW, untuk batu krikil,  $9,42691 \times 10^{-6}$  kW, untuk batu alam, dan  $7,99905 \times 10^{-6}$  kW, pada bara.
  - pada *pully* 6 Inchi yaitu :  $2,3233 \times 10^{-5}$  kW, untuk batu krikil,  $2,1099 \times 10^{-5}$  kW, untuk batu alam, dan  $1,73215 \times 10^{-5}$  kW, pada bara.
5. Efisiensi daya yang dihasilkan dari perhitungan berdasarkan dari daya keluar dapat dinyatakan sebagai daya masukan dikurangi daya rugi-rugi pada motor

induksi 1 fasa, atau dengan kata lain nilai efisiensi baik apabila nilai efisiensi daya motor induksi 1 fasa tersebut berkisar antara 80 % sampai 100 % maka motor induksi termaksud dalam penggunaan efektif. Sedangkan motor induksi 1 fasa, yang digunakan sebagai penggerak pada *prototype belt conveyor*, setelah dilakukan analisa, maka efisiensi yang dihasilkan dari penggunaan motor induksi 1 fasa dengan Variasi *pully*, adalah sebagai berikut : Efisiensi daya untuk *pully* 2 Inchi yaitu sebesar 63,79 %, pada *pully* 4 Inchi sebesar 58,26%, dan pada *pully* 6 Inchi sebesar 52,11 %.

## 5.2 Saran

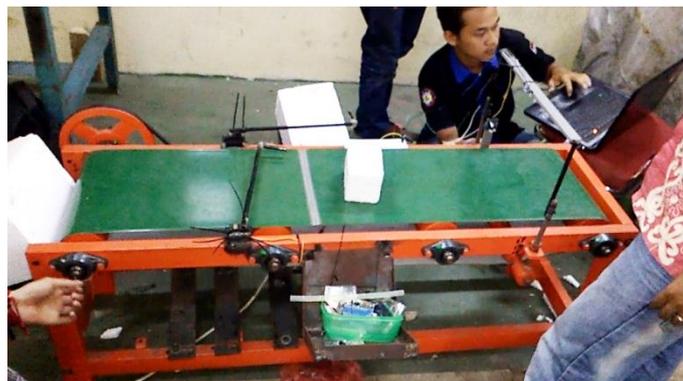
Adapun saran untuk penelitian ini yaitu :

1. Agar untuk setiap kerusakan pada motor induksi sebaiknya mendapat penanganan secara khusus, kemudian dilakukan pengelompokan dengan tujuan agar lebih cepat mengantisipasi kerusakan yang sering terjadi.
2. Agar perlu memperhatikan kapasitas daya yang diperlukan, agar terjadinya kerusakan pada motor induksi akibat terjadinya beban berlebih dapat dihindari

## DAFTAR PUSTAKA

- Ach. Muhib Zainuri, 2010. "Material Handling Equipment".Cetakan Pertama. Yogyakarta. Andi Offset.
- McGraw – Hill, Inc. Hanapi Gunawan 1993. "Electric Circuits And Machines", Cetakan keEnam, Jakarta. Erlangga.
- Muin, Syamsir A,. 1987, Pesawat – Pesawat Angkat, P.T Raja Grafind Persada, Jakarta.
- Sumanto. 1993. "Motor Listrik Arus Bolak - Balik", Cetakan Pertama, Yogyakarta. Andi Offset.
- Wijaya Mochtar, 2001. Dasar – dasar Mesin Listrik, Penerbit Djambatan, Jakarta.
- <http://repository.usu.ac.id/bitstream/handle/123456789/26659/Chapter%20II.pdf;jsessionid=8C526436ABCFFD950FCC604285C682E0?sequence=3>
- <https://www.scribd.com/document/140928481/Analisis-Daya-Motor-Induksi-Tiga-Phasa-Penggerak-Belt-Conveyor-BC-11>
- <http://allgazali.blogspot.co.id/2014/12/motor-listrik-1-fasa-3-fasa-motor.html>

## LAMPIRAN



**Dokumentasi saat pengujian alat uji**



Motor Induksi 1 Phase



Variasi Pully 2 inchi, 4 inchi dan 6 inchi



Pully Utama

Tangampere



Proses Pengambilan Data Arus Pada Motor

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



### DATA PRIBADI

Nama : Billi Ardika  
NPM : 1307230320  
Tempat/ Tanggal Lahir : Kotarih, 23 April 1995  
Jenis Kelamin : Laki-laki  
Agama : Islam  
Status : Belum Menikah  
Alamat : Jl. Marelan III Link. 12 Palem Indah  
    Kel/Desa : Rengas Pulau  
    Kecamatan : Medan Marelan  
    Provinsi : Sumatera Utara  
Nomor HP : 0823 6018 0371  
Email : [ardikabilli@gmail.com](mailto:ardikabilli@gmail.com)  
Nama Orang Tua  
    Ayah : Bowari  
    Ibu : Dewi Rasmini

### PENDIDIKAN FORMAL

2001-2007 : SD Negeri 101983 Kotarih - Sumatera Utara  
2007-2010 : SMP Negeri 1 Kotarih - Sumatera Utara  
2010-2013 : SMK Sinar Husni Medan - Sumatera Utara  
2013-2018 : Mengikuti Pendidikan S1 Program Studi Teknik Mesin Fakultas  
Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara