

TUGAS AKHIR

ANALISIS *INRUSH CURRENT* MOTOR AKIBAT KERJA SENSOR *PHOTOELECTRIC* PADA *CONVEYOR* OTOMATIS DI PT. LESTARI ALAM SEGAR

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Elektro Pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh:

RADAVA NUGRAHA
1807220052



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2022**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

Nama : Radava Nugraha

NPM : 1807220052

Program Studi : Teknik Elektro

Judul Skripsi : Analisis *Inrush Current* Motor Akibat Kerja Sensor *Photoelectric* Pada *Conveyor* Otomatis di PT. Lestari Alam Segar

Bidang Ilmu : Sistem Tenaga

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 7 Juni 2023

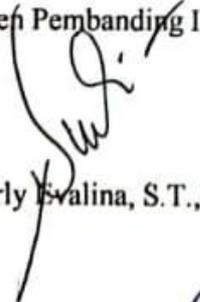
Mengetahui dan Menyetujui :

Dosen Pembimbing



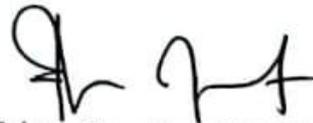
Faisal Irsan Pasaribu, S.T.,M.T

Dosen Pembimbing I



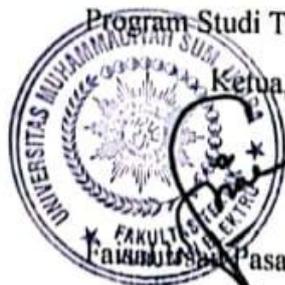
Noorly Evalina, S.T.,M.T

Dosen Pembimbing II



Elvy Sahnur Nasution, S.T.,M.Pd

Program Studi Teknik Elektro



Faisal Irsan Pasaribu, S.T.,M.T

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama Lengkap : Radava Nugraha
Tempat/Tanggal Lahir : Medan, 25 Desember 1999
NPM : 1807220052
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Elektro

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul : ***"ANALISIS INRUSH CURRENT MOTOR AKIBAT KERJA SENSOR PHOTOELECTRIC PADA CONVEYOR OTOMATIS DI PT. LESTARI ALAM SEGAR"***

Bukan merupakan Plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan nonmaterial, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinil dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan 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 Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 7 Juni 2023

Yang menyatakan



Radava Nugraha



ABSTRAK

Adapun permasalahan yang timbul pada perusahaan PT Lestari Alam Segar tersebut menyangkut pada conveyor otomatis berbasis sensor photoelektrik dikarenakan banyak rugi-rugi daya yang timbul akibat lonjakan arus pada starting hidup mati sensor. Pemasangan rangkaian star delta, menganalisa prinsip kerja *conveyor* menggunakan Kwh meter sebagai hasil dari penghematan energi, serta pemeliharaan secara menyeluruh untuk mengidentifikasi penyebab terjadinya *slip belt* pada sistem *conveyor* otomatis berbasis sensor *photoelectric* merupakan cara yang dilakukan untuk mengurangi permasalahan tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk Mengidentifikasi penyebab apa saja yang terjadi pada sistem *conveyor* otomatis berbasis sensor *photoelectric* dan menganalisis data pada data hasil percobaan *Conveyor otomatis*. Hasil penelitian tersebut memicu pada klasifikasi mesin berdasarkan waktu operasi, pemakaian daya listrik, dengan rata – rata pemakaian listrik per hari pada conveyor dus sebesar 179.520 watt. Pada perhitungan pemakaian kwh meter sebelum menggunakan sensor photoelektrik mesin berjalan selama 24 jam, sedangkan sesudah menggunakan sensor photoelectric terbukti bahwa mesin hanya berjalan 21 jam, hal ini tentunya menghemat energi dan daya yang ada pada conveyor tersebut. perhitungan instalasi star delta pada conveyor otomatis berbasis photoelektrik juga menghasilkan spesifikasi yang diperlukan dalam setiap pemasangan rangkaian tersebut

Kata Kunci : lonjakan arus, conveyor otomatis, Kwh Meter, sensor photoelektrik

ABSTRACT

The problems that arise in the company PT Lestari Alam Segar concern the automatic conveyor based on photoelectric sensors because there are a lot of power losses that arise due to current spikes when the sensor starts on and off. Installing a star delta series, analyzing the working principle of a conveyor using a Kwh meter as a result of energy savings, as well as overall maintenance to identify the causes of slip belts on an automatic conveyor system based on photoelectric sensors are ways to reduce these problems. This study aims to identify the causes of what occurs in an automatic conveyor system based on photoelectric sensors and to analyze data on experimental results of automatic conveyors. The results of this study led to the classification of machines based on operating time, electric power consumption, with an average daily electricity consumption on the conveyor box of 179,520 watts. In calculating the use of the kwh meter before using the photoelectric sensor the machine runs for 24 hours, whereas after using the photoelectric sensor it is proven that the machine only runs for 21 hours, this of course saves energy and power on the conveyor. Calculation of the star delta installation on an automatic photoelectric-based conveyor also produces the specifications required for each installation of the series

Keywords: Inrush current, automatic conveyor, Kwh Meter, photoelectric sensor

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Efisiensi Penggunaan Prototipe *Conveyor* Otomatis Menggunakan Sensor Photo Electric” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan. Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Orang tua saya yang telah mendukung saya dalam keadaan apapun untuk menuliskan studi tugas akhir ini.
2. Bapak Faisal Irsan Pasaribu S.T.,M,T selaku Dosen Pembimbing Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Faisal Irsan Pasaribu S.T.,M,T. selaku ketua Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Ibu Elvy Sahnur Nasution, S.T., M.Pd. selaku Sekretaris Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknik-elektroan kepada penulis.
7. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Teman-teman seperjuangan Teknik Elektro Stambuk 2018.

Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga Proposal Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu keteknik-elektroan.

Medan, 11 Juli 2022

RADAVA NUGRAHA

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1.Latar Belakang.....	1
1.2.Rumusan Masalah	3
1.3.Ruang Lingkup	4
1.4.Tujuan Penelitian.....	4
1.5.Manfaat Penelitian.....	4
1.6.Sistematis Penulisan	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1. Tinjauan Pustaka Relevan	6
2.2. Landasan Teori	10
2.2.1. Lonjakan Arus.....	10
2.2.1.1. Faktor Penyebab Terjadinya Lonjakan Arus.....	10
2.2.1.2. Cara Membatasi Terjadinya Lonjakan Arus	11
2.2.1.3. Mengukur Lonjakan Arus	12
2.2.2. Sistem <i>Conveyor</i> Otomatis	14
2.2.3. Jenis - jenis <i>Conveyor</i> Otomatis	15
2.2.3.1. Roller Conveyor	16
2.2.3.2. Belt Conveyor	17
2.2.3.3. Chain Conveyor	18
2.2.3.4. Screw Conveyor	19
2.2.4. Bagian-Bagian Penting <i>Conveyor</i> Otomatis	20
2.2.4.1. Belt	21
2.2.4.2. Idler	22
2.2.4.3. Canterring Device.....	23
2.2.4.4. Drive units	24

2.2.4.5. Bending the Belt.....	24
2.2.4.6. Chain Conveyor	25
2.2.4.7. Feeder	26
2.2.4.8. Belt Cleaner.....	26
2.2.4.9. Holdback	27
2.2.4.10. Frame.....	27
2.2.4.11. Motor penggerak	28
2.2.5. <i>Selector Switch</i>	31
2.2.6. Sensor Photoelektrik	31
2.2.5.1. Prinsip Kerja Sensor Photoelectric.....	32
2.2.7. <i>Pilot Lamp</i>	33
2.2.8. <i>Power Meter</i>	34
2.2.9. Star Delta	35
2.2.9.1. Cara Kerja Rangkaian Star Delta	36
2.2.9.2. Skema Rangkaian Listrik Delta	38
2.2.9.3. Jenis – jenis Rangkaian Star Delta	42
BAB 3 METODE PENELITIAN	44
3.1. Tempat dan waktu	44
3.1.1. Tempat	44
3.1.2. Waktu.....	44
3.2. Alat dan Bahan	44
3.3. Spesifikasi Alat <i>Conveyor</i> Otomatis	45
3.4. Prosedur Penelitian.....	45
3.4. <i>Flowchart</i> Sistem.....	47
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	48
4.1. Klasifikasi mesin – mesin berdasarkan waktu operasi	48
4.2. Klasifikasi mesin – mesin berdasarkan pemakaian energi listrik.....	48
4.2.1. Analisa perhitungan daya listrik pada conveyor dus berbasis sensor photoelektrik.....	49
4.2.2. Hasil pengujian conveyor dus otomatis berbasis sensor photoelectric	55
4.2.3. Analisa pengujian kecepatan conveyor dus otomatis berbasis sensor photoelektrik	56

4.2.4. Analisa pengujian lonjakan arus pada conveyor otomatis berbasis photoelektrik	61
4.2.5. Analisa perhitungan instalasi star delta pada conveyor otomatis berbasis photoelektrik	69
BAB 5 PENUTUP.....	73
5.1. Kesimpulan.....	73
5.2. Saran.....	73
DAFTAR PUSTAKA	74
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	77

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Spesifikasi Motor Penggerak 3 fasa.....	29
Tabel 2. Waktu Penelitian	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3. Spesifikasi Alat <i>Conveyor</i> Otomatis	45
Tabel 4. klasifikasi mesin – mesin packing berdasarkan waktu beroperasi.....	48
Tabel 5. Data Kumulatif Kwh perhari pada mesin	48
Tabel 6. Grafik Data Kumulatif Kwh perhari pada mesin	49
Tabel 7. Data perbandingan kwh conveyor dus dari sisi jam kerja dan setelah dipasang sensor photoelektrik.....	55
Tabel 8. Lonjakan arus pada conveyor otomatis berbasis sensor photoelektrik	61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.Diagram lonjakan arus	10
Gambar 2. 2.Perbandingan lonjakan arus	11
Gambar 2.3.Clamp Meter.....	13
Gambar 2. 4.Mengenal <i>conveyor</i> otomatis	15
Gambar 2.5. <i>Roller Conveyor</i>	16
Gambar 2.6. <i>Belt Conveyor</i>	17
Gambar 2.7. <i>Chain Conveyor</i>	18
Gambar 2.8. <i>Screw Conveyor</i>	19
Gambar 2.9. <i>Belt Conveyor</i> Otomatis	21
Gambar 2.10. <i>Idler Conveyor</i> Otomatis.....	23
Gambar 2.11.Cantering Device <i>Conveyor</i> Otomatis.....	23
Gambar 2.12. <i>Drive units Conveyor</i> Otomatis.....	24
Gambar 2.13.Bending the <i>Belt Conveyor</i> Otomatis.....	24
Gambar 2.14. <i>Chain dan Sprocket Conveyor</i> Otomatis	25
Gambar 2.15. <i>Feeder Conveyor</i> Otomatis	26
Gambar 2.16. <i>Belt cleaner conveyor</i> Otomatis	26
Gambar 2.17. <i>Holdback Conveyor</i> Otomatis	27
Gambar 2.18. <i>Frame Conveyor</i> Otomatis	28
Gambar 2.19.Motor penggerak <i>Conveyor</i> Otomatis	28
Gambar 2.20. Sistem motor penggerak <i>Conveyor</i> Otomatis.....	30
Gambar 2.21.Selector Switch.....	31
Gambar 2.22.Sensor Photoelectric	33
Gambar 2.23. Pilot Lamp	34
Gambar 2.24.Power Meter	35
Gambar 2. 25. Rangkaian delta ditransformasi menjadi rangkaian star	36
Gambar 2.26.Cara kerja Rangkaian star Delta.....	36
Gambar 2.27.MCB 3 phasa.....	38
Gambar 2.28.Kontaktor.....	40
Gambar 2.29.Thermal Overload Relay	41
Gambar 2.30.Timer	41

Gambar 2.31.Rangkaian star Delta Manual	42
Gambar 2.32.Rangkaian star Delta Otomatis.....	43
Gambar 3.1. <i>Flowchart</i> Sistem.....	48
Gambar 3.2. Sketsa <i>Conveyor</i> otomatis	46
Gambar 4.1.Sebelum dan sesudah terjadinya lonjakan arus pada conveyor otomatis	68
Gambar 4. 2. perbandingan arus yang sudah dipasang rangkaian star delta	72

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1.Latar Belakang

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi terutama pada bidang industri ini dirasakan kemajuannya sangat pesat. Sehingga di butuhkan pemikiran - pemikiran bagaimana cara untuk melakukan peningkatan kualitas dan kuantitas produk dengan cara menekan biaya produksinya. Sehingga dengan demikian suatu perusahaan dibidang industri diharapkan dapat bertahan dan berkembang untuk melanjutkan keberlangsungannya.

PT Lestari alam segar merupakan perusahaan yang tergabung dalam Wings Group yang merupakan salah satu perusahaan terbesar di Indonesia yang bergerak dalam bidang *Fast Moving Consumer Goods* yang saat ini semakin berkembang pesat di Indonesia. Dengan berjalannya waktu dan perkembangan teknologi di manufaktur serta meningkatnya permintaan dan produk, tujuan utama PT Lestari Alam segar adalah untuk meningkatkan produksi, kuantitas dan kualitas. Untuk mencapai tujuan perusahaan diperlukan fasilitas yang mendukung kelancaran untuk meningkatkan proses produksi. Pada fasilitas tersebut mesin mesin listrik merupakan salah satu faktor penting alam operasi industri. hal ini dikarenakan hampir 80-90% perusahaan nasional hingga internasional, dalam proses di dunia industri menggunakan mesin-mesin listrik sebagai komponen penggerak utama, contoh penggunaan mesin-mesin listrik digunakan berbagai bidang seperti pada pembangkit tenaga listrik sebagai generator, dalam dunia industri sebagai penggerak konveyor, penggerak mesin press, mesin pendingin, mesin packing, mesin penggerak pompa dan lain sebagainya.

Dalam proses produksi sering mengalami permasalahan salah satunya kerusakan pada mesin mesin listrik atau disebut dengan motor listrik yang dapat menyebabkan menurunnya kinerja dan hilangnya waktu produktivitas akibat perbaikan motor listrik yang cukup lama. Factor penyebab kerusakan pada motor listrik dapat disebabkan terutama dalam segi minimnya perawatan, lama waktu pemakaian (*running hours*) yang tidak terkontrol daengan baik oleh setiap pekerja sehingga melebihi batas maksimal pemakaiann pada mesin motor listrik itu sendiri

dan menyebabkan *bearing* akan cepat kering atau haus, terjadi peningkatan suhu pada motor listrik untuk menuju kerusakan yang lebih parah.

Conveyor adalah salah satu jenis alat yang berfungsi untuk mengangkut atau memindahkan bahan-bahan industri yang berbentuk padat. *Konveyor* terdiri dari ban berbentuk bulat menyerupai sabuk yang diputar oleh motor (Sari, 2014). *Conveyor* dalam dunia industri sebagai penggerak mesin press, mesin pendingin, mesin packing, mesin penggerak pompa dan lain sebagainya. *Conveyor* juga bisa dimanfaatkan sesuai dengan kebutuhan operasional suatu perusahaan industry karena dapat di control pergerakannya sesuai dengan kebutuhan.

Conveyor dapat digunakan untuk memindahkan muatan satuan (*unit load*) maupun muatan curah (*bulk load*) sepanjang garis lurus atau sudut inklinasi terbatas. *Belt conveyor* secara intensif digunakan di setiap cabang industri. Dipilihnya *belt conveyor* sistem sebagai sarana transportasi adalah karena tuntutan untuk meningkatkan produktivitas, menurunkan biaya produksi dan juga kebutuhan optimasi dalam rangka mempertinggi efisiensi kerja.

Dalam sistem ini merupakan peningkatan dari suatu sistem *conveyor* biasa. Menurut (Al et al., 2020) tujuan dari penggunaan *conveyor* adalah untuk memperoleh hasil produksi yang maksimal, diperlukan sistem pemindahan yang baik dalam proses distribusi suatu barang. Komponen utama dari sistem yang akan dirancang adalah *sensor photoelectric* sebagai input dan *conveyor* sebagai outputnya. Pada sistem terdapat juga bagian yang tak kalah penting yaitu, power meter sebagai penunjuk daya yang sudah digunakan. Selain itu fungsi power meter juga berguna untuk menunjukkan kWh, kVAh, kVARh. *Sensor photoelectric* adalah alat yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan suatu objek yang biasanya berbentuk padat. Alat ini menggunakan energi cahaya yang berasal dari energi listrik sebagai penginderanya. Berdasarkan prinsip kerjanya, secara umum alat ini dibagi ke dalam dua jenis. Jenis yang pertama ialah jenis refleksi, pada jenis ini alat pengirim cahaya (*transmitter*) dan penerima cahaya (*receiver*) berada pada satu tempat. Apabila ada benda pada posisi yang dideteksi maka cahaya yang di kirimkan oleh sensor ini akan dipantulkan kembali ke arah sensor itu dengan sudut yang berbeda tetapi masih dalam sumbu yang sama.

Pada keadaan normal di PT. Lestari Alam Segar *conveyor* selama 24 jam beroperasi sementara mesin utama beroperasi selama 21 jam maka dari itu ada energy listrik yang terbuang sia-sia selama 3 jam karena *conveyor* tetap beroperasi meskipun mesin utama sedang berhenti beroperasi karena tidak adanya system otomatisasi untuk mengontrol agar *conveyor* beroperasi berdasarkan *output* yang dikeluarkan oleh mesin utama. Maka untuk mengatasi hal ini, dibutuhkan system pengontrolan otomatis untuk menghidupkan dan mematikan *conveyor* yang berfungsi untuk penghematan daya agar daya yang dikeluarkan tidak terbuang sia-sia atau lebih efisien. Menurut (LUBIS, 2020) Penghematan energi merupakan sebuah tindakan mengurangi jumlah penggunaan energi. Menghemat energi bukan berarti tidak menggunakan energi listrik untuk suatu hal yang tidak berguna namun, penghematan energi dapat dicapai dengan penggunaan energi secara efisien di mana manfaat yang sama diperoleh dengan menggunakan energi lebih sedikit, ataupun dengan mengurangi konsumsi dan kegiatan yang menggunakan energi. Hal tersebut dilakukan untuk mengurangi lonjakan arus berlebih ketika motor baru dinyalakan pada sistem *conveyor* ini.

Berdasarkan latar belakang diatas, maka penelitian ini akan membahas “Analisis *Inrush Current* Motor akibat Kerja Sensor *Photoelectric* Pada *Conveyor* Otomatis Di PT. Lestari Alam Segar” .Alat ini ditunjukan untuk menghemat daya dan menganalisa lonjakan arus pada operasional produksi di PT. Lestari Alam Segar.

1.2.Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah di uraikan diatas maka dapat dirumuskan suatu permasalahan yaitu :

1. Bagaimana hasil penghematan pada KWH meter sebelum dan sesudah diterapkan sistem sensor *photoelectric*?
2. Bagaimana cara menganalisa faktor terjadinya *inrush current* pada sistem *conveyor* otomatis berbasis sensor *photoelektrik* ?
3. Bagaimana cara mengurangi lonjakan arus ketika motor baru dinyalakan pada sistem *conveyor* otomatis berbasis sensor *photoelectric*?

1.3.Ruang Lingkup

Agar penelitian tugas akhir ini terarah tanpa mengurangi maksud dan tujuan, maka ditetapkan ruang lingkup dalam penelitian sebagai berikut :

1. Menganalisa perhitungan pemakaian kwh meter sebelum dan sesudah menggunakan sensor *photoelectric*.
2. Menganalisa berbagai macam faktor-faktor penyebab terjadinya *inrush current* pada sistem *conveyor* otomatis berbasis sensor *photoelectric*.
3. Pemasangan rangkaian Star Delta untuk menanggulangi lonjakan arus diawal ketika motor baru dinyalakan pada sistem *conveyor* otomatis berbasis sensor *photoelectric*.

1.4.Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian dari “Analisis *Inrush Current* Motor akibat Kerja Sensor *Photoelectric* Pada *Conveyor* Otomatis Di PT. Lestari Alam Segar” yaitu:

1. Untuk menganalisa prinsip kerja *conveyor* menggunakan KWH meter sebagai hasil dari penghematan energi dalam penerapan sistem *conveyor* otomatis menggunakan sensor *photoelectric* .
2. Untuk mengamati dan melakukan perhitungan yang berkaitan dengan faktor-faktor terjadinya *inrush current* pada sistem *conveyor* otomatis di PT Lestari Alam Segar.
3. Untuk melakukan cara untuk mengurangi lonjakan arus ketika motor baru dinyalakan pada sistem *conveyor* otomatis berbasis sensor *photoelectric*.

1.5.Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diambil dalam penulisan skripsi ini adalah:

1. Memberikan manfaat terhadap mahasiswa dengan menciptakan inovasi dan mengaplikasikan ilmu yang telah diperoleh dalam perkuliahan. Tentang pengaplikasian *conveyor* otomatis menggunakan sensor *photoelectric*.
2. Menganalisa sistem perancangan alat di PT. Lestari Alam Segar sebagai penghemat daya listrik tentang pengontrolan *Conveyor* otomatis menggunakan sensor *photoelectric*.

3. Sebagai referensi untuk penelitian-penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan penghematan daya kwh *conveyor* menggunakan sensor *photoelectric*.

1.6.Sistematis Penulisan

Adapun sistematika penulisan tugas akhir ini diuraikan secara singkat sebagai berikut :

BAB 1 PENDAHULUAN

Pada bab ini menjelaskan tentang pendahuluan, latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metode penelitian dan sistematika penulisan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini menjelaskan tentang tinjauan pustaka relevan, yang mana berisikan tentang teori-teori penunjang keberhasilan didalam masalah pembuatan tugas akhir ini. Ada juga teori dasar yang berisikan tentang penjelasan dari dasar teori dan penjelasan komponen utama yang digunakan dalam penelitian ini.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Pada bab ini menjelaskan tentang letak lokasi penelitian, fungsi-fungsi dari alat dan bahan penelitian, tahapan-tahapan yang dilakukan dalam pengerjaan, tata cara dalam pengujian, dan struktur dari langkah-langkah pengujian

BAB 4 ANALISA DAN HASIL PENELITIAN

Pada bab ini menjelaskan tentang analisis hasil dari penelitian, serta penyelesaian masalah yang terdapat didalam penelitian ini.

BAB 5 PENUTUP

Pada bab ini menjelaskan tentang kesimpulan dari penelitian dan saran-saran positif untuk pengembangan penelitian ini.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tinjauan Pustaka Relevan

Berdasarkan kajian pustaka sebelumnya telah banyak dilakukan penelitian pada sistem *conveyor* yang terdahulu tentang penghematan energi dan lonjakan arus akibat penggunaan sistem *conveyor* secara terus-menerus dengan hasil yang sudah dipublikasikan baik secara nasional maupun internasional adalah sebagai berikut :

Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan tentang Kondisi abnormal pada *Magnetic Contactor* sebagai kontrol motor penggerak *Boom Conveyor Stacker Limestone* yang disebabkan oleh lonjakan Arus start yang tinggi saat Pengasutan *Direct On Line* sehingga mengakibatkan Kontak Utama (L1,L2,L3) *Magnetic Contactor* tersebut menjadi terbakar (*Spark*) dan menyebabkan *stacker limestone* menjadi trip adapun metode menurunkan lonjakan arus starting dengan menggunakan *Softstater*. *Stacker* merupakan alat yang digunakan PT. Semen Baturaja (Persero) Tbk. untuk menyalurkan material Batu kapur (*Limestone*) yang telah dihancurkan oleh *Hammer Crusher* menuju *Stockpile* menggunakan transport *belt conveyor* agar material tersebut mendapatkan Homogenisasi yang diinginkan. Pada alat *stacker* tersebut terdapat motor listrik 3 fasa sebagai peranan utama penggerak *Boom Conveyor* dikarenakan motor tersebut mempunyai konstruksi yang sangat sederhana dan tidak mudah rusak, sehingga mudah dalam perawatan serta putaranputaran motor relative konstan dengan perubahan beban. Dari hasil Perhitungan dan Analisis yang dilakukan saat arus *Start* langsung *Direct one line* atau sebelum dipasang *softstarter* terjadi lonjakan arus saat pengasutan sebesar A sehingga hasil yang didapat melebihi dari arus nominal pada nameplate motor dan arus *Start* setelah rangkaian dipasang *softstarter* dapat menurunkan lonjakan arus sebesar 93 A dengan tegangan keluaran Sebesar 13,05 V dan V_{rms} nya Sebesar 164,613 V (Saputra, Anggi, 2021)

Menurut (Wandanaya, 2021) Dalam perkembangan ilmu teknologi dibidang elektronika khususnya sistem kendali sekarang ini, banyak manfaat yang bisa dirasakan oleh sebagian besar manusia. Dengan perkembangan revolusi industri dan semakin meningkatnya ragam jenis industrinya, sangat mempengaruhi tingkat efisiensi kerja. Permasalahan perhitungan jumlah barang hasil produksi

sangatlah menjadi dilema untuk diatasi, karena membutuhkan ketelitian dan konsentrasi. Sedangkan sumber daya manusia sangat terbatas. Maka dari itu dirancang suatu prototype untuk menggantikan pekerjaan manusia, sehingga hasilnya bisa cepat dan tepat. Metode penelitian dengan memadukan beberapa sistem *counter* serta Mikrokontroler menjadi sebuah sistem yang bermanfaat. Prototype yang dibuat bertujuan menghitung jumlah barang material hasil produksi. Metode identifikasi masalah, *prototype*, studi literature, analisa, dan evaluasi. Sistem counter yang ditanamkan kepada mikrokontroler Arduino uni dipadukan dengan *conveyor* bekerja jika barang melewati sensor pada *conveyor* maka barang akan terhitung, secara otomatis akan ditampilkan pada LCD dan buzzer akan berbunyi kemudian akan dikalkulasi perhari atau dapat disetting sesuai keinginan. Dengan demikian siapapun yang berkepentingan dengan proses ini, akan mengetahui jumlah barang yang terhitung secara real time, tepat dan cepat. Pelaporan proses perhitungan barang dapat direkap dan diketahui kapan saja. Dengan sistem ini, dapat membantu pekerjaan manusia sehingga dapat mengurangi kesalahan

Kemudian Pada penelitian (Kusumastuti, 2019) dikatakan bahwa Pemisahan produk cacat di industri sangat diperlukan agar hasil produksi yang beredar dipasarkan terjamin mutunya. Kesalahan proses produksi minuman kemasan yang mungkin terjadi adalah terdapatnya kemasan yang belum terisi air minum. Pemisahan produk cacat yang selama ini dilakukan secara manual oleh pekerja memungkinkan terjadi kesalahan yang disebabkan oleh faktor kelelahan. Untuk mencegah hal tersebut pada penelitian ini merancang dan membuat alat otomatis untuk memisahkan produk cacat pada minuman kemasan menggunakan *Programmable Logic Controller (PLC)*. Kemasan yang belum terisi air minum yang berjalan diatas *conveyor* akan dideteksi Sensor *proximity capacitive*. Data kemasan dari sensor *proximity capacitive* digeser dalam memory oleh instruksi program Shift, setiap sensor *photoelectric* mendeteksi keberadaan kemasan yang berjalan diatas *conveyor*. Pada posisi tertentu data dari kemasan yang belum terisi air minum digunakan sebagai perintah electric solenoid valve pneumatic mengaktifkan silinder/piston untuk memisahkan produk cacat ketempat pembuangan. Ketika tombol start ditekan *conveyor* akan berjalan membawa kemasan minuman melewati

sensor kemasan (*sensor photoelectric*) dan sensor air (*sensor proximity capacitive*). Jika kemasan terisi air minum, sensor kemasan dan sensor air minum akan on, *conveyor* tetap berjalan dan pendorong berupa silinder/piston pneumatic off. Ketika kemasan minuman tidak terisi air minum, maka hanya sensor kemasan saja yang on sedangkan sensor air off.

Pada penelitian berikutnya yang membahas tentang Efisiensi konsumsi untuk menghemat penggunaan energi terutama pada system tata udara, perlu adanya perhitungan efisiensi energy pada system kelistrikannya. Dikarenakan adanya Global Warming yang salah satunya menyebabkan pemborosan energi. Maka, diperlukan analisa energi untuk mengetahui efektifitas dan peluang penghematan energi daya. Contohnya Energi daya pada system daya distribusi Water Chiller menentukan spesifikasi pengondisian suhu udara, serta memperkecil pemborosan energy pada saat mesin berkerja dan pada saat mesin mati (Defrost). Dalam perhitungan audit energy awal ini, akan dicari IKE (Intensitas Konsumsi Energi) pada Head Office PT Maspion Group, dengan memanfaatkan data historis energy (data yang diperoleh tanpa hasil pengukuran) serta data-data bangunan yang telah tersedia luasan area kotor serta luasan area office yang dikondisikan. Dalam analisisnya, akan ditampilkan gambaran siklus pemanfaatan energy yang terjadi pada Head Office PT Maspion Group. Perhitungan energi listrik dilakukan dengan menggunakan data berdasarkan pada nilai terukur yang terbaca pada KWH meter di tiap-tiap unit yang terletak pada ruang control panel (*control panel room*) dan melakukan pengukuran langsung menggunakan digital clamp meter di Head Office Maspion Group. Dalam melakukan pengukuran arus dengan menggunakan digital clamp meter. Mengalami kesulitan dalam pengukuran besarnya arus, yang dilakukan pada KWH meter ruang control panel. Kesulitan itu disebabkan karena celah kawat antar fasa pada tiap unit terluakcil. Sehingga mempersulit dalam pengukuran arus dengan tang amper. Peralatan-peralatan yang disediakan adalah jam tangan dan Digital Clamp Meter yang berfungsi untuk mengukur arus, sedangkan untuk KWH cukup dengan melakukan pengamatan langsung. (Kurniawan & Deviyanti, 2021)

Menurut (Prabowo & Danang Mahardika, 2018) dengan berkembangnya industri *belt conveyor* yang digunakan sebagai angkutan material, baik material

curah maupun material satuan, maka semakin banyak diperlukan tenaga terampil yang mampu merencanakan dalam perancangan *belt conveyor* dengan kapasitas tertentu sesuai kebutuhan, Tugas akhir ini merupakan perencanaan *belt conveyor* untuk angkutan material satuan dalam hal ini jenis material kertas, elemen - elemen *belt conveyor* yang dibahas dalam perencanaan untuk pengangkutan jenis material tersebut adalah Sabuk *conveyor* jenis fabric, Jenis dan metode sambungan sabuk, Arus dan Daya, Pulley, Daya motor penggerak Penelitian ini menggunakan metode analisa kualitas dan bobot beban dan hasil penelitian dapat diketahui bahwa kecepatan *Belt Conveyor* sangat mempengaruhi kualitas barang produksi kualitas pengemasan yang terbaik adalah dengan variabel kecepatan untuk massa ringan. Pada industri PT. Indopintan Sukses Mandiri Semarang sendiri pada produksi hampir semuanya terdapat barang produksi yang pengepakannya menggunakan system robotik dan kecepatan yang setiap harinya diandalkan untuk aktivitas perindustrian Untuk mensikapi hal ini, perawatan alat pada perusahaan PT.Indopintan Sukses Mandiri Semarang ini sangat diperlukan. Meskipun pemeriksaan komponennya biasanya di kerjakan oleh teknisi dari pihak service itu sendiri, tak ada salahnya untuk mengetahui komponen mana saja yg harus di beri perhatian khusus oleh teknisi elektronika. Untuk mengoptimalkan kinerja alat *Conveyor Belt* dan untuk menservisnya pun di lakukan secara rutin dan teratur mengingat pentingnya alat *Conveyor Belt* ada beberapa hal pokok yang harus menjadi perhatian serius.

Berdasarkan hal diatas, dapat disimpulkan bahwa ada beberapa cara yang dapat digunakan untuk penghematan energi dan lonjakan arus akibat penggunaan sistem *conveyor* adalah dengan menggunakan kemajuan teknologi dan alat alat sensor yang terus berkembang untuk mempercepat proses pengerjaan dalam suatu industri yang digunakan sebagai alat pengangkutan material serta dapat mempermudah mengidentifikasi masalah yang ada pada sistem *conveyor* tersebut. Namun, Dalam pengerjaannya *conveyor* ini juga membutuhkan perawatan rutin untuk mengoptimalkan kinerja alat dari sistem *conveyor* otomatis berbasis sensor *photoelektrik* ini.

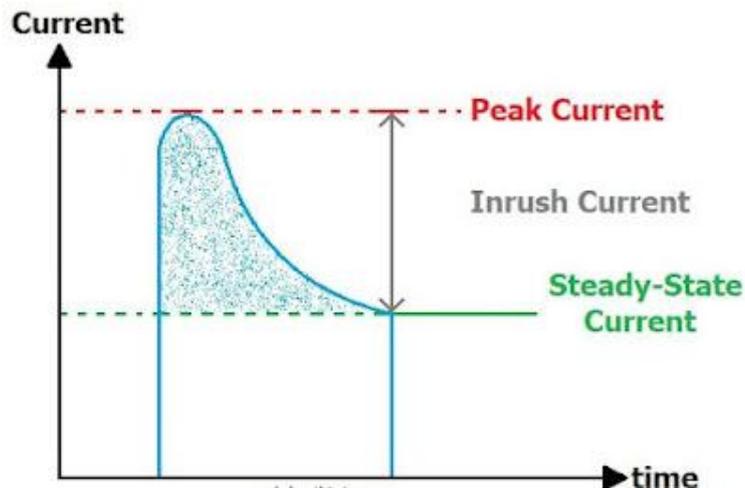
2.2. Landasan Teori

2.2.1. Lonjakan Arus

Lonjakan arus atau yang biasa disebut inrush current adalah arus maksimum yang terjadi pada rangkaian listrik pada saat dihidupkan. Ini muncul untuk beberapa siklus bentuk gelombang input. Nilai arus starting jauh lebih tinggi daripada arus keadaan beban penuh rangkaian dan arus tinggi ini dapat merusak perangkat atau memicu pemutus arus. Arus starting umumnya muncul di semua perangkat di mana terdapat inti magnetik seperti transformator, motor industri dll. Arus starting juga dikenal sebagai arus lonjakan input atau arus lonjakan Switch-On.

2.2.1.1. Faktor Penyebab Terjadinya Lonjakan Arus

Ada beberapa faktor yang melatarbelakangi terjadinya lonjakan arus. Seperti beberapa perangkat atau sistem yang terdiri dari kapasitor decoupling atau kapasitor halus, menarik sejumlah besar arus saat mulai mengisinya. Diagram di bawah ini akan memberi Anda gambaran tentang perbedaan antara arus starting, puncak, dan keadaan tunak dari suatu rangkaian:



Gambar 2.1. Diagram lonjakan arus

Arus Puncak adalah nilai arus maksimum yang dicapai oleh bentuk gelombang baik di wilayah positif atau negatif. Arus Steady-State ini didefinisikan sebagai arus pada setiap interval waktu tetap konstan dalam suatu rangkaian. Arus keadaan tunak dicapai ketika $di/dt = 0$, yang berarti arus tetap tidak berubah terhadap waktu. Karakteristik Arus starting:

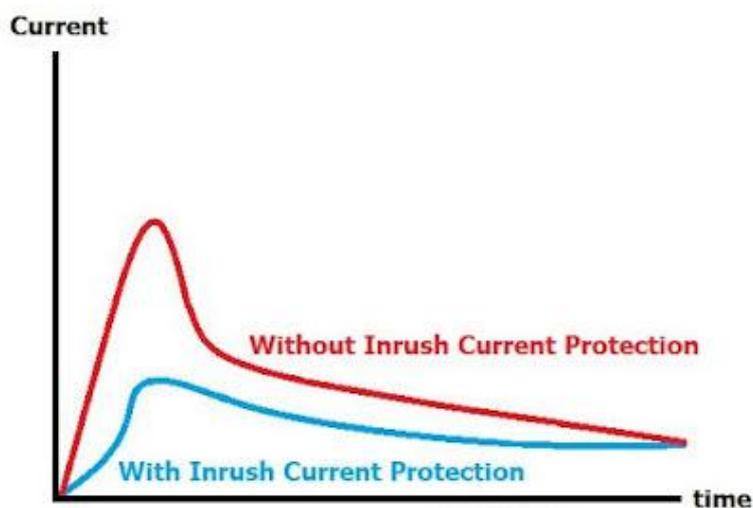
- a. Terjadi seketika saat perangkat dihidupkan
- b. Muncul dalam rentang waktu yang singkat
- c. Lebih tinggi dari nilai pengenal sirkuit atau perangkat

Beberapa contoh di mana Arus starting terjadi:

- a. Lampu pijar
- b. Motor Induksi
- c. Transformator
- d. Menghidupkan catu daya berbasis SMPS

2.2.1.2. Cara Membatasi Terjadinya Lonjakan Arus

Lonjakan arus yang tidak diinginkan ini dapat merusak perangkat seperti pada trafo, arus starting dapat menyebabkan pemutus sirkuit tersandung, setiap kali ON. Menyesuaikan toleransi pemutus dapat membantu kami, tetapi komponen harus menahan nilai puncak saat terburu-buru. Sedangkan pada rangkaian elektronika beberapa komponen memiliki spesifikasi untuk menahan arus starting yang tinggi dalam jangka waktu yang singkat. Tetapi beberapa komponen menjadi sangat panas atau rusak jika nilai in-rush sangat tinggi. Jadi sebaiknya menggunakan rangkaian proteksi arus starting saat merancang rangkaian elektronik atau PCB



Gambar 2. 2.Perbandingan lonjakan arus

Untuk perlindungan dari arus starting Anda dapat menggunakan perangkat aktif atau pasif. Memilih jenis perlindungan tergantung pada frekuensi arus starting, kinerja, biaya, dan keandalan. Seperti Anda dapat menggunakan termistor NTC (Koefisien Suhu Negatif) yang merupakan perangkat pasif yang berfungsi sebagai resistor listrik yang resistansinya sangat tinggi pada nilai suhu rendah. Termistor NTC terhubung secara seri dengan saluran input catu daya. Ini menunjukkan nilai resistansi yang tinggi pada suhu sekitar. Jadi, ketika kita menghidupkan perangkat, resistansi yang tinggi membatasi arus starting yang mengalir ke sistem.

Saat arus mengalir terus menerus, suhu termistor naik yang mengurangi resistansi secara signifikan. Oleh karena itu, termistor menstabilkan arus starting dan memungkinkan arus stabil mengalir ke sirkuit. Termistor NTC banyak digunakan untuk tujuan pembatasan arus karena desainnya yang sederhana dan biaya rendah. Ini juga memiliki beberapa kelemahan seperti Anda tidak dapat mengandalkan termistor dalam kondisi cuaca ekstrim. Perangkat aktif lebih mahal dan juga meningkatkan ukuran sistem atau sirkuit. Ini terdiri dari komponen sensitif yang mengalihkan arus starting yang tinggi. Beberapa perangkat yang aktif adalah Soft Starter, regulator tegangan, dan konverter DC/DC.

Perlindungan ini digunakan untuk melindungi listrik serta sistem mekanik dengan membatasi arus starting sesaat. Grafik di bawah ini menunjukkan nilai arus starting dengan sirkuit proteksi dan tanpa sirkuit proteksi. Kita dapat dengan jelas melihat seberapa efektif perlindungan arus starting.

Sebenarnya lonjakan arus dapat dikurangi dengan berbagai macam cara, namun tidak sepenuhnya arus berjalan normal seterusnya dikarenakan sifat arus yang fluktuatif. Berikut macam-macam cara untuk mengurangi lonjakan arus:

- a. Menggunakan rangkaian star delta
- b. Memasang inverter
- c. Memasang dimmer

2.2.1.3. Mengukur Lonjakan Arus

Ada beberapa meter penjepit (multimeter) yang tersedia yang menawarkan pengukuran arus starting. Seperti Anda dapat menggunakan Fluke 376 FC True-RMS Clamp meter untuk mengukur arus starting. Terkadang arus starting menunjukkan nilai yang lebih tinggi dari nilai pemutus sirkuit, tetapi tetap saja

pemutus tidak trip. Alasan di balik ini adalah, pemutus sirkuit bekerja pada kurva arus waktu v/s, seperti Anda menggunakan pemutus sirkuit 10 amp, sehingga arus starting yang lebih dari 10 amp harus mengalir melalui pemutus sirkuit lebih dari waktu pengenal itu.



Gambar 2.3. Clamp Meter

Ikuti langkah-langkah yang disebutkan di bawah ini untuk mengukur arus starting:

- Perangkat yang diuji harus dimatikan terlebih dahulu
- Putar dial dan atur ke tanda Hz- \tilde{A}
- Tempatkan kabel hidup ke dalam rahang atau gunakan probe yang terhubung dengan multimeter penjepit
- Tekan tombol arus starting di meter penjepit, seperti yang ditunjukkan pada gambar di atas
- Nyalakan perangkat, Anda akan mendapatkan nilai arus starting pada layar multimeter.

Selain itu ada cara untuk menghitung lonjakan arus pada motor untuk menunjukkan besaran daya yang dibutuhkan elektro motor, biasanya menggunakan satuan daya horse power atau Hp. Adapun daya 1 hp sama dengan sekitar 764 watt, biasa dibualatkan 0,75 kw (750 watt)

$$1 \text{ HP} = 746 \text{ watt}$$

Semakin besar daya suatu elektro motor tentu akan semakin besar pula arus listrik yang diperlukan untuk mengoperasikan elektro motor tersebut. Terutama saat elektro motor starting, saat elektro motor dioperasikan arus startingnya bisa mencapai 4 sampai 7 kali arus nominal elektro motor tersebut. Elektro motor akan menghasilkan lonjakan arus listrik sebesar 4 s/d 7 arus normal elektro motor

tersebut saat pertama kali diberi tegangan listrik (starting) Arus starting elektro motor bisa mencapai 7 arus maksimal elektro motor

Contoh .:

Jika sebuah elektro motor atau motor listrik 3 fasa dengan daya sebesar 15 hP dioperasikan dengan tegangan 380 volt dan $\cos\phi$ 0,8 karena daya motor listrik masih dalam satuan Hp, maka kita harus ubah dalam satuan watt, yakni

$$15\text{HP} = 15 \times 764 \text{ watt} = 11.190 \text{ watt}$$

Maka, untuk menghitung besar arus maksimal elektro motor tersebut, adalah :

$$P = v \times i \times \cos\phi \times \sqrt{3}$$

$$11.190 \text{ watt} = 380 \text{ v} \times i \times 0,8 \times \sqrt{3}$$

$$11.190 \text{ watt} = 526,92 \times i$$

$$i = \frac{11.190}{526,92}$$

$$i = 21,27 \text{ Ampere}$$

Maka didapat arus maksimal motor tersebut adalah 21,27 ampere. Jika lonjakan arus saat elektro tersebut starting adalah 7 x arus maksimal.maka,

$$7 \times 21,27 = 148,89 \text{ Ampere}$$

Lonjakan arus saat starting elektro motor dengan saya 15 hp adalah sebesar 148,89 ampere, dan lonjakan arus ini terjadi dalam waktu yang singkat, kemudian setelah putaran normal dicapai maka besar arus akan kembali normal.

2.2.2. Sistem Conveyor Otomatis

Konveyor (*conveyor*) adalah suatu alat yang berfungsi untuk mengangkut atau memindahkan material. Mulai dari material curah hingga material satuan. Menggunakan konveyor Anda bisa memindahkan materi secara mudah dari satu tempat ke tempat lain secara kontinu berapapun jumlahnya.

Conveyor system Indonesia memiliki prinsip kerja sederhana. Dimana alat ini akan memindahkan material apa saja yang ada di atas *belt*. Setibanya umpan di head, maka material akan ditumpahkan lantaran *belt* bergerak berbalik arah. *Belt* konveyor sendiri bisa bergerak karena digerakkan oleh *head pulley* atau drive yang memakai motor penggerak. Head pulley tersebut akan menarik *belt* konveyor

memanfaatkan gesekan antara permukaan drum dan *belt* dengan kapasitas yang bergantung dengan gaya gesekannya.



Gambar 2. 4.Mengenal *conveyor* otomatis

Konveyor dapat memobilisasi barang dalam jumlah banyak dan kontinyu dari satu tempat ke tempat lain. Perpindahan tempat tersebut harus mempunyai lokasi yang tetap agar sistem *conveyor* mempunyai nilai ekonomis. Kelemahan sistem ini adalah tidak mempunyai fleksibilitas saat lokasi barang yang dimobilisasi tidak tetap dan jumlah barang yang masuk tidak kontinyu. Banyak sekali macam jenis dan kateistik *conveyor* untuk keperluan banyak macam proses produksi. Sebelum memutuskan untuk mendesain suatu *conveyor*. Sebelumnya harus dipahami terlebih dahulu bagaimana alur proses produksi yang nantinya akan dilewati *conveyor*, serta tipe produk atau bentuk barang yang akan melewati *conveyor*

Cara Menghitung Kecepatan *Conveyor*

$$V = 2 \times (\pi \times n / 60) \times R$$

V = kecepatan konveyor (m/s)

n = putaran pulley (rpm)

R = Jari-jari pulley (m)

2.2.3. Jenis - jenis *Conveyor* Otomatis

Di dunia industri bahan-bahan atau barang yang berat dan berbahaya atau bahkan tidak bisa jika diangkut dengan tenaga manusia, maka diperlukan alat bantu angkut untuk mengatasi keterbatasan tersebut atau untuk menjaga keselamatan dan

keamanan para pekerja industri. *Conveyor* menjadi salah satu material handling equipment yang cepat dan efisien. Berikut ini adalah kualifikasi dari beberapa jenis spesifikasi *conveyor* yang sering digunakan oleh pabrik atau industri:

2.2.3.1. *Roller Conveyor*

Roller conveyor merupakan suatu sistem *conveyor* yang penumpu utama barang yang ditransportasikan adalah *roller*. *Roller* pada sistem ini sedikit berbeda dengan *roller* pada *conveyor* jenis yang lain. *Roller* pada sistem *roller conveyor* didesain khusus agar cocok dengan kondisi barang yang ditransportasikan, misal *roller* diberi lapisan karet, lapisan anti karat, dan lain sebagainya. Sedangkan *roller* pada sistem jenis yang lain didesain cocok untuk sabuk yang ditumpunya. *Roller conveyor* hanya bisa memindahkan barang yang berupa unit dan tidak bisa memindahkan barang yang berbentuk bulk atau butiran. Unit yang bisa dipindahkan menggunakan *roller conveyor* juga harus mempunyai dimensi tertentu dan berat tertentu agar bisa ditransportasikan. Untuk memindahkan barang dalam bentuk bulk, bulk tersebut harus dikemas terlebih dahulu dalam unit agar bisa ditransportasikan menggunakan sistem ini.



Gambar 2.5. *Roller Conveyor*

Mekanisme kerja *roller conveyor* secara umum adalah sebagai berikut:

- a. Motor penggerak memutar poros pada motor yang telah terpasang sistem transmisi menuju *drive roller*.
- b. Putaran poros pada motor ditransmisikan ke *drive roller* melalui sistem transmisi yang telah dirancang khusus untuk sistem *roller conveyor*.
- c. *Drive roller* yang terpasang sistem transmisi tersebut ikut berputar karena daya yang disalurkan oleh sistem transmisi.

- d. *Drive roller* mentransmisikan putaran *roller* ke *roller* lain dengan tranmisi rantai.
- e. Antar *roller* diberi jalur transmisi yang sama dengan perbandingan transmisi 1:1 sehingga putaran antar *roller* mempunyai kecepatan yang sama.
- f. Tranmisi antar *roller* tersebut diteruskan sampai ke *roller* paling terakhir.

2.2.3.2. Belt Conveyor

Sesuai dengan namanya *belt conveyor* memiliki sabuk yang berfungsi untuk menahan benda-benda padat saat diangkat. *Belt conveyor* ini cocok untuk mentransfer material secara mendatar, namun bukan berarti tidak bisa mengangkat barang secara miring. *Belt conveyor* ini dapat mengangkat barang secara miring dengan sudut maksimum sampai dengan 18 derajat. Biasanya *belt conveyor* ini digunakan untuk mengangkat bahan-bahan dari industri pertambangan, metalurgi, dan batu bara.



Gambar 2.6. *Belt Conveyor*

Belt conveyor mentransfer bahan atau barang melalui putaran dari motor penggeraknya. Komponen penggerak tersebut terhubung dengan drum yang disebut pulley. Pulley ini diselubungi oleh sabuk yang lebar dan panjang disesuaikan dengan kapasitas dan jarak angkut barang.

Karakteristik dan performance dari *Belt Conveyor* yaitu:

- a. Sabuk disanggah oleh plat *roller* untuk membawa bahan sehingga aman ketika beroperasi.
- b. Memiliki kapasitas yang tinggi dan bersifat kontinu.
- c. Serba guna.
- d. Dapat beroperasi secara berkelanjutan.
- e. Kapasitas dapat diatur.
- f. Kecepatannya sampai dengan 600 ft/m.
- g. Perawatannya yang mudah.
- h. Kelemahan-kelemahan dari *Belt Conveyor*:
- i. Jaraknya telah tertentu.
- j. Biaya relatif mahal.
- k. Sudut inklinasi terbatas.

2.2.3.3. *Chain Conveyor*

Chain Conveyor Yaitu jenis *conveyor* dengan komponen rantai yang tersusun dan terhubung yang berfungsi untuk melakukan tarikan dari unit penggerak sehingga mampu membawa beberapa produk sekaligus dalam satu rangkaian.



Gambar 2.7. *Chain Conveyor*

Conveyor dapat memiliki untai rantai ganda atau tunggal tergantung dari permintaan atau kebutuhan industri. Beban diposisikan pada rantai, kemudian gesekan rantai akan bergerak mau dan secara bersamaan menarik beban ke depan sampai akhirnya menuju tempat tujuan akhir.

Berikut ini adalah jenis-jenis *chain conveyor* antara lain:

- a. *Scraper conveyor*. Jenis *chain conveyor* ini mampu beroperasi sampai dengan kemiringan 45 derajat, dengan maksimum kecepatan 150 ft/m, dan kapasitas angkutnya 360 ton perjam.
- b. *Apron conveyor*. *Chain conveyor* ini biasanya digunakan untuk mengangkut bahan yang besar, kasar, atau berminyak sekalipun. Mesin ini mampu beroperasi sampai kemiringan 25 derajat, kapasitas angkut sampai 100 ton/ per jam, dan maksimum kecepatan 100 ft/m.
- c. *Bucket conveyor*. *Conveyor* ini memiliki buket (timba-timba) yang terbuat dari baja dan digerakkan oleh rantai. Material handling ini mampu membawa barang dengan kapasitas 100 ton/ jam da maksimum kecepatan 100 ft/m. Jenis *conveyor* yang satu ini cocok untuk mentransfer material ke suatu tempat dengan kemiringan yang curam.

Ada banyak industri yang memanfaatkan sistem *chain conveyor* ini seperti industri otomotif, pabrik cat, atau industri pengecatan yang membuat pengecatan cukup mudah dengan memungkinkan pergerakan produk yang seragam.

2.2.3.4. *Screw Conveyor*



Gambar 2.8. *Screw Conveyor*

Mesin ini merupakan jenis *conveyor* yang paling cocok untuk mentransfer bahan baku padat ataupun bubuk (powder). Seperti namanya *Screw Conveyor* ini tersiri dari pisau yang berpilin yang disebut flight. Flight ini mengelilingi suatu sumbu sehingga bentuknya menyerupai sekrup.

Karakteristik atau kelebihan dari *Screw Conveyor*:

- a. Terdiri dari beragam flight, seperti section flight, helicoid flight, dan special flight. Adapun special flight terbagi menjadi tiga, yaitu cast iron flight yang

bisa digunakan pada bahan yang bertemperatur tinggi; ribbon flight untuk bahan yang lengket; dan cut flight untuk mengaduk bahan.

- b. *Screw conveyor* mampu memindahkan salju ke impeller.

Sementara itu kelemahan dari *screw conveyor*:

- a. Terbatas jarak dan sudut.
- b. Memerlukan ruang yang cukup.

Kapasitas dari *screw conveyor* tergantung dari diameter (D), crew pitch (S), putaran poros (n) dan efisiensi beban berdasarkan luasan screw. Dalam Penelitian yang dilakukan (Farid Ahmad Zakariya, 2014) Perhitungan kapasitas *screw conveyor* dapat dihitung dengan rumus :

$$Q = V \gamma$$
$$Q = 60 \frac{\pi D^2}{4} S. n. \psi. \gamma. C$$

Dimana :

Q = Kapasitas *screw conveyor* (ton/jam)

V = Kapasitas material yang dipindahkan (m³ /jam)

D = Diameter *screw conveyor* (m)

S = Pitch *screw conveyor* (m)

n = Putaran screw (rpm)

γ = Massa jenis material yang dipindahkan (ton/m³)

ψ = efisiensi daerah vertical *screw conveyor*

C = Faktor kemiringan

β = Sudut kemiringan *screw conveyor* (tugas Akhir ahmad)

2.2.4. Bagian-Bagian Penting *Conveyor* Otomatis

Conveyor automation atau konveyor otomatis tersusun atas beberapa bagian dengan fungsi berbeda-beda. Mulai dari *belt*, *idler*, *centering device*, dan masih banyak lagi. Berikut penjelasan lebih lengkapnya:

2.2.4.1. Belt

Belt bisa diartikan sebagai sabuk yang dipasang memanjang sepanjang alat konveyor. Bagian ini berfungsi membawa material yang diangkut. *Belt* bergerak dan dengan demikian material juga akan ikut bergerak seperlu dipindahkan ke tempat lain. Sabuk pengangkut (*Belt Conveyor*) adalah peralatan pemindah bahan yang menggunakan sabuk (*belt*) untuk memindahkan material atau bahan. Pemilihan sabuk pengangkut (*belt conveyor*) sebagai pembawa material (material transport) pada dunia industri didasarkan karena fungsinya yang serba guna, mampu bekerja secara kontinyu, dan perawatannya yang mudah (Sa'ad et al., 2020).

Pengecekan yang dilakukan harus dilakukan secara komprehensif dengan mengecek setiap komponen yang ada pada sistem *belt conveyor*, mengecek kemungkinan terjadinya resiko yang dapat terjadi dan secara proaktif mencatat semua permasalahan yang terjadi serta kegiatan maintenance yang dilakukan.



Gambar 2.9. *Belt Conveyor* Otomatis

Dalam mengetahui permasalahan yang umumnya terjadi pada sistem *belt conveyor*, berikut merupakan empat masalah *belt conveyor* yang seringkali terjadi:

- a. Carryback terjadi ketika material yang kita pindahkan masih menempel pada permukaan *belt conveyor* bahkan ketika material tersebut telah melewati titik pembuangan setelah bagian head pulley. Carryback

menyebabkan material tercerai berai pada jalur kembalinya *belt conveyor* dan akan nantinya akan terus menumpuk pada *belt conveyor*

- b. Mistracking terjadi ketika adanya sedikit ketidakselarasan pada sistem *belt conveyor* mampu menimbulkan permasalahan dengan dampak yang besar, seperti misalnya merusak peralatan pada sistem *belt conveyor*, merobek permukaan *belt conveyor*, dan material yang keluar dari jalurnya
- c. Spillage biasanya terjadi pada bagian loading material, namun juga dapat di berbagai bagian jalur *belt conveyor*. Material yang keluar dari jalur *belt conveyor* biasanya akan jatuh di sebelah atau di bawah dari sistem *belt conveyor*.
- d. Kondisi lingkungan, pemasangan *belt conveyor* yang tidak tepat, berbagai jenis material yang perlu dipindahkan, merupakan hal-hal yang dapat menyebabkan pulley drum pada sistem *belt conveyor* tidak mencengkram *belt conveyor* secara baik, menyebabkan permasalahan *belt slip*, bahkan ketika pulley drum *conveyor* tersebut belum rusak. Masalah yang ditimbulkan pada sistem *belt conveyor* yang mengalami *belt slip* umumnya akan menyebabkan sistem *belt conveyor* bekerja lebih keras, menyebabkan *belt conveyor* lebih cepat aus dan terkelupas sehingga pada akhirnya mengharuskan kita untuk menghentikan proses produksi sementara waktu untuk memperbaikinya.

2.2.4.2. Idler

Idler adalah penyangga atau penahan *belt*. Berdasarkan letak dan fungsinya, ada beberapa macam *idler*. Pertama *idler* atas. Ada juga *idler* penahan untuk ditempatkan di tempat pemuatan. Selain itu, masih ada *idler* penengah untuk menjajaki supaya *belt* tidak bergeser dan *idler* bawah atau balik yang berfungsi menahan *belt* kosong.

Beberapa jenis *idler roller* digunakan untuk menyerap tekanan yang diterima *belt conveyor*, membantu dalam membawa *belt conveyor*, dan memastikan *belt conveyor* berada pada posisi yang tepat. Prinsip kerja *belt conveyor* adalah mentransport material yang ada di atas *belt*, dimana umpan atau inlet pada sisi tail dengan menggunakan chute dan setelah sampai di head material ditumpahkan

akibat *belt* berbalik arah. *Belt* digerakkan oleh drive / head pulley dengan menggunakan motor penggerak.



Gambar 2.10. *Idler Conveyor* Otomatis

2.2.4.3. *Cantering Device*

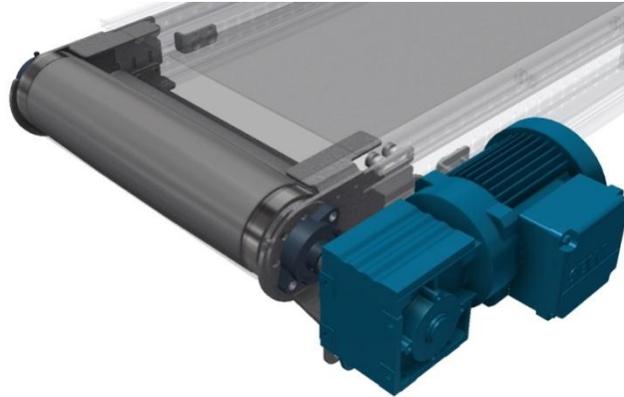
Belt yang bergerak terus-menerus berisiko untuk meleset dari *roller*. Dalam hal ini dibutuhkan centering device. Sebuah bagian pada konveyor yang akan mencegah *belt* tetap di jalurnya dan tidak meleset dari *roller*.



Gambar 2.11. *Cantering Device Conveyor* Otomatis

2.2.4.4. Drive units

Drive units adalah unit penggerak. *Belt* konveyor bisa bergerak dengan tenaga gerak yang dipindahkan ke *belt* melalui gesekan antara *belt* dan drive pully. *Belt* melekat di sekitar pully yang diputar motor, sehingga bisa ikut bergerak.



Gambar 2.12. *Drive units Conveyor* Otomatis

2.2.4.5. Bending the Belt

Bagian ini memiliki peran penting untuk melengkungkan *belt*. Terdiri dari pully terakhir, susunan *roller*, dan beban dengan sifat kelenturan *belt*. Bagian ini dibutuhkan karena *belt* yang terus bergerak harus berputar agar bisa terus menggerakkan material.

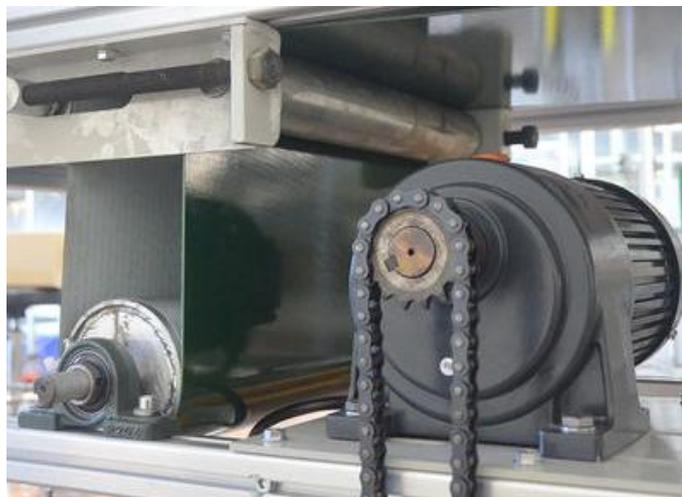


Gambar 2.13. *Bending the Belt Conveyor* Otomatis

2.2.4.6. Chain Conveyor

Rantai adalah komponen mesin yang kuat dan bisa diandalkan dalam menyalurkan daya melalui gaya tarik dari sebuah mesin. Rantai terutama digunakan dalam power transmission dan sistem konveyor. Rantai paling sering digunakan sebagai komponen hemat biaya dari mesin power transmission untuk beban berat dan kecepatan rendah. Rantai lebih sesuai untuk aplikasi tanpa henti dengan masa operasional jangka panjang dan penyaluran daya dengan fluktuasi torsi terbatas. Sama fleksibelnya dengan *belt* dan sama positifnya dengan Gear sprocket , Gear Sproket adalah roda bergerigi yang berpasangan dengan rantai, track, atau benda panjang yang bergerigi lainnya. Roda gigi mampu mengubah kecepatan putar, torsi, dan arah daya terhadap sumber daya. Keuntungan transmisi roda gigi terhadap sabuk dan puli adalah keberadaan gigi yang mampu mencegah slip, dan daya yang ditransmisikan lebih besar.

Roller chain adalah jenis rantai yang paling umum digunakan saat dibutuhkan penyaluran daya yang efisien dan ekonomis. Penggerak *roller chain* memiliki keunggulan andal jika dibandingkan dengan media penyalur daya lainnya. Rantai ini tidak mudah tergelincir karena efektivitas operasionalnya tidak bergantung pada tekanan dan tidak diperlukan jarak tetap antar pusatnya. Bahkan, dalam aplikasi di mana jarak pusat poros lebih besar, rantai jauh lebih disarankan daripada roda gigi.



Gambar 2.14.Chain dan Sprocket Conveyor Otomatis

2.2.4.7. Feeder

Feeder adalah pengumpan. *Feeder* pada konveyor berfungsi untuk pemuatan material ke atas *belt*. Tentunya dengan kecepatan yang bisa disesuaikan atau diatur sesuai kebutuhan.



Gambar 2.15. *Feeder Conveyor* Otomatis

2.2.4.8. Belt Cleaner

Belt cleaner adalah pembersih *belt*. Merupakan bagian yang dipasang di ujung bawah *belt* supaya material tidak melekat pada *belt* balik. Dengan demikian material bisa langsung ditumpahkan di tempat yang sudah ditetapkan.



Gambar 2.16. *Belt cleaner conveyor* Otomatis

2.2.4.9. *Holdback*

Holdback berperan penting seperlu mencegah *belt* konveyor yang mengangkut muatan ke atas tidak berputar kembali ke bawah. Hal ini memang berisiko terjadi. Terutama saat mendadak tenaga penggerak rusak atau dihentikan.



Gambar 2.17. *Holdback Conveyor* Otomatis

2.2.4.10. *Frame*

Frame atau rangka merupakan bagian *conveyor* yang berfungsi sebagai penopang dan penahan semua komponen dan peralatan *conveyor*. *Frame conveyor* harus terbuat dari bahan yang kuat agar mampu menahan *conveyor* yang beroperasi terus-menerus. *Frame* atau kerangka dibuat dari konstruksi baja. Fungsinya untuk menyangga semua susunan *belt conveyor*. *Frame* ditempatkan sedemikian rupa seperlu memastikan *belt* bisa berjalan stabil tanpa gangguan. (Wheatley, 2018)



Gambar 2.18. *Frame Conveyor* Otomatis

2.2.4.11. Motor penggerak

Motor penggerak adalah motor listrik arus bolak balik (AC) yang putaran rotornya tidak sama dengan putaran medan pada stator, dengan kata lain putaran rotor dengan putaran medan stator terdapat selisih putaran yang disebut slip. Motor penggerak adalah motor yang memiliki konstruksi yang baik, harganya lebih murah dan mudah dalam pengaturan kecepatannya, stabil ketika berbeban dan mempunyai efisien tinggi. Hampir semua motor AC yang digunakan adalah motor induksi, terutama motor induksi 3 fasa yang paling banyak dipakai di perindustrian motor induksi 3 fasa sangat banyak dipakai sebagai penggerak di perindustrian. Motor induksi 3 fasa memiliki kelebihan dan kekurangan (Laksono, 2020)

Keuntungan motor induksi 3 fasa.

- a. Motor induksi 3 fasa sangat sederhana dan kuat.
- b. Motor induksi 3 fasa memiliki efisien yang tinggi pada kondisi kerja normal.
- c. Perawatannya mudah.

Kekurangan dari motor induksi 3 fasa.

- a. Kecepatannya tidak bisa bervariasi tanpa merubah efisien.
- b. Kecepatannya bergantung pada beban.



Gambar 2.19. Motor penggerak *Conveyor* Otomatis

Pada penelitian (Roza et al., 2021) Motor konveyor menggunakan motor 3 Fasa sehingga untuk memperoleh daya motor menggunakan rumus berikut;

$$P = \sqrt{3} V I \cos \phi$$

Untuk menghitung Arus keluaran pada motor 3 Fasa, maka menggunakan rumus:

$$I = P / \sqrt{3} V \cdot \cos \phi$$

Keterangan:

P = Daya Listrik

V = Tegangan Listrik

I = Arus Listrik

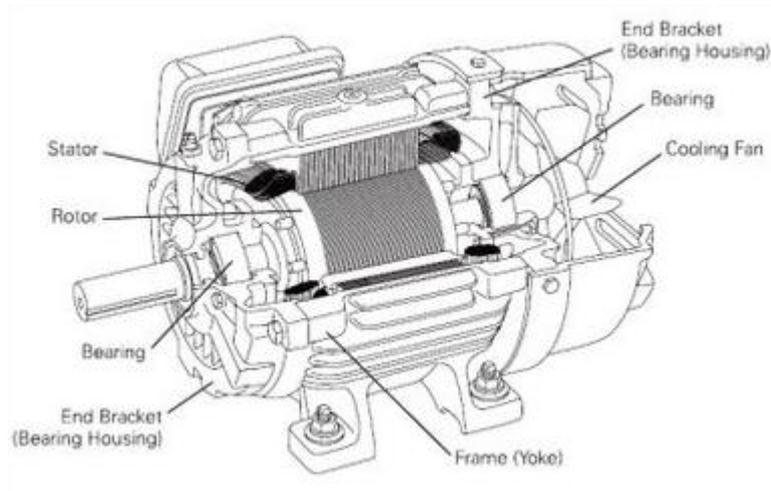
Tabel 1. Spesifikasi Motor Penggerak 3 fasa

TYPE SA71B - 4					COS ϕ 0,75
V	Hz	Min^{-1}	KW	HP	A
Δ 220	50	1375	0,37	0,5	1,93
Y 380	50	1375	0,37	0,5	1,12
Δ 250	50	1650	0,44	0,6	1,93

Motor penggerak yang digunakan biasanya berupa motor listrik untuk menggerakkan *drive pulley*. Tenaga motor penggerak ini bisa diatur sesuai kebutuhan. Misalnya menggerakkan *belt* kosong dan mengatasi gesekan antara *idler*, menggerakkan muatan mendatar, mengangkat muatan dalam gerakan vertikal, menggerakkan tripper, atau memberi percepatan pada *belt* yang seringkali dibutuhkan dalam *automation industry*. Biasanya dipergunakan motor listrik untuk menggerakkan *drive pulley*. Prinsip kerja motor listrik pada dasarnya sama untuk semua jenis motor secara umum :

- a. Arus listrik dalam medan magnet akan memberikan gaya
- b. Jika kawat yang membawa arus dibengkokkan menjadi sebuah lingkaran/loop, maka kedua sisi loop, yaitu pada sudut kanan medan magnet, akan mendapatkan gaya pada arah yang berlawanan.
- c. Pasangan gaya menghasilkan tenaga putar/ torque untuk memutar kumparan.

- d. Motor-motor memiliki beberapa loop pada dinamonya untuk memberikan tenaga putaran yang lebih seragam dan medan magnetnya dihasilkan oleh susunan elektromagnetik yang disebut kumparan medan.



Gambar 2.20. Sistem motor penggerak *Conveyor* Otomatis

Cara menentukan rumus perhitungan torsi yang dibutuhkan pada pergerakan *conveyor* mesin menghitung gaya yang timbul

Rumus menghitung Torsi pada Motor :

$$T = \frac{(5252 \times P)}{n}$$

Keterangan :

T = Torsi NM

P = Daya Motor (HP)

N = Kecepatan motor RPM

5252 = Nilai Konstanta (Ketetapan) untuk daya motor dalam satuan Hp

Rumus Menghitung efisiensi motor Listrik :

$$\eta = \frac{P_{out}}{P} \times 100\%$$

Keterangan

η = Efisiensi motor listrik

P out = Daya output motor listrik (Watt)

P = Daya Input Motor Listrik (Watt)

2.2.5. Selector Switch

Sebuah panel listrik di dalamnya terdapat berbagai macam komponen listrik yang bernama Selector Switch. Biasanya diletakkan pada sebuah panel listrik di dalamnya terdapat berbagai macam komponen listrik yang bernama Selector Switch. Biasanya diletakkan pada pintu panel listrik dan mudah dilihat dan dioperasikan oleh operator.

Menurut (Alwie et al., 2020) Selector Switch adalah sebuah komponen listrik yang berada diluar panel listrik yang berfungsi sebagai Memilih mode atau merubah arah arus listrik Yang bekerja dengan memutar kanan atau kiri dari selector switch.



Gambar 2.21.Selector Switch

Ketika *Selector Switch* diputar kanan yang semulanya ada di kiri maka arus akan mengalir menuju kekontak N/O atau N/C dari selector Kanan.Selector istilahnya memilih tetapi dalam komponen listrik selector berfungsi untuk memindahkan Arus listrik dari kontak block menuju ke kontak block lainnya.

2.2.6. Sensor Photoelektrik

Sensor *photoelectric* merupakan suatu sensor yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan suatu obyek dengan menggunakan emitter (sumber cahaya) cahaya dan receiver cahaya. Penggunaan sensor *photoelectric* sangat luas baik di dunia industri maupun kehidupan sehari-hari. Contoh paling sederhana di sekitar kita yaitu penggunaan sensor *photoelectric* pada pintu toko untuk mendeteksi

pelanggan yang masuk.(Tehuayo et al., 2014). Photoelektrik sensor dibagi dalam dua sub sistem yaitu:

- a. Optical transmitter
- b. Optical receiver

Dalam mendeteksi objek sensor atau sensor photoelektrik dibagi dalam 3 formasi yaitu:

- a. Oppsed sensing yaitu, transmitter dan receiver dirangkai sejajar tanpa harus adanya reflektor dan benda kerja yang bergerak melewati transmitter dan receiver.
- b. Retroreflecting sensing yaitu, cahaya dari transmitter dipantulkan, dengan menggunakan reflektor, kemudian diterima oleh receiver yang letaknya disusun membentuk sudut, dengan reflektor dan objek yang bergerak melewati cahaya antara reflektor dengan transmitter dan receiver.
- c. Diffuce sensing yaitu, prinsip kerjanya hampir sama dengan retroreflecting sensing, tetapi yang bekerja sebagai reflektor adalah objek itu sendiri dari viskometer yang dibuat. (Naibaho & Supriyono, 2020)

2.2.5.1. Prinsip Kerja Sensor Photoelectric

Prinsip kerjanya Photoelectric sensor bereaksi pada perubahan cahaya yang diterima. Untuk mengaktifkan Photoelectric dapat dipilih mode kerja sebagai berikut

a. *Dark ON*

Saat tegangan keluaran sensor berlogika tinggi (24 Vdc) pada kondisi normalnya dan apabila ada benda yang menghalangi akan mengaktifkan transistor (terhubung ke ground) sehingga tegangan keluaran sensor akan berubah mejadi logika tinggi (24 Vdc)

b. *Light ON*

Saat tegangan keluaran sensor berlogika rendah (0 Vdc) pada kondisi normalnya dan apabila ada benda yang menghalangi akan mengaktifkan transistor (terhubung ke Vcc) sehingga tegangan keluaran sensor akan berubah menjadi logika rendah (0 Vdc)

Sensor ini memiliki sepasang pemancar dan penerima *inframerah*. frekuensi *inframerah* yang dipancarkan mengenai permukaan (objek terdeteksi) akan dipantulkan kembali dan diterima oleh bagian penerima *inframerah*.setelah diproses oleh rangkaian pembanding (comparator),lampu hijau akan menyala dan mengeluarkan sinyal digital (digital output) rendah.jarak deteksi dapat diatur dengan potensiometer,dengan jarak efektif 2-30 cm,tegangan kerja 3.3v-5v (Zamrodah, 2016)



Gambar 2.22.Sensor Photoelectric

2.2.7. Pilot Lamp

Pilot lamp adalah sebuah lampu indikator yang menandakan jika pilot lamp ini menyala, maka terdapat sebuah aliran listrik masuk pada panel listrik tersebut. Pilot Lamp merupakan sebuah bagian penting dari Komponen Panel Listrik. Pilot lamp bekerja ketika ada tegangan masuk (Phase - Netral) dengan menyalanya sebuah lampu atau led pada pilot lamp. Pilot Lamp sekarang banyak sekali macamnya dahulu menggunakan bolam atau dop dan sekarang sudah eranya sebuah teknologi LED. Yang mempunyai kelebihan lebih terang dan hemat energi. Dari LED tersebut mempunyai banyak tegangan kerja untuk bisa menyalakan sebuah pilot lamp.



Gambar 2.23. Pilot Lamp

Warna sangat berpengaruh untuk memudahkan manusia untuk menganalisa sebuah informasi, dalam pilot lamp ada beberapa warna yang sudah distandartkan untuk sebuah indikator panel listrik. Indikator Phase R, S, T pada panel distribusi

- a. R menggunakan lampu led warna Merah
- b. S menggunakan lampu led warna Kuning
- c. T menggunakan lampu led warna Hijau

2.2.8. Power Meter

Power meter adalah suatu alat ukur yang bisa mengukur besaran-besaran listrik secara terintegrasi dari beberapa komponen alat ukur menjadi satu kesatuan yang terangkai dalam suatu alat ukur. alat ini dapat memudahkan anda dalam meneliti besaran-besaran listrik.

Kebanyakan power meter mengukur torque menggunakan strain gauge (pengukur renggangan). Setiap renggangan atau lengkungan yang terjadi karena penekanan terhadap sensor ini akan dikonversi terhadap kekuatan yang terpakai Menurut (Badruzzaman, 2012). Meteran listrik ukuran arus dan tegangan harus selalu dapat melaporkan secara real time (setiap saat) . Selain itu, power meter juga mampu membaca faktor daya, daya, arus, tegangan dan besaran– besaran listrik yang lainnya seperti :

- a. Daya tiga fasa (sebagai wattmeter tiga fasa)
- b. Daya reaktif (sebagai VAR meter).
- c. Wattjam (sebagai Wattjam meter atau KWH meter)
- d. Faktor daya (sebagai power-factor meter)

- e. Frekuensi (sebagai frequency-meter)

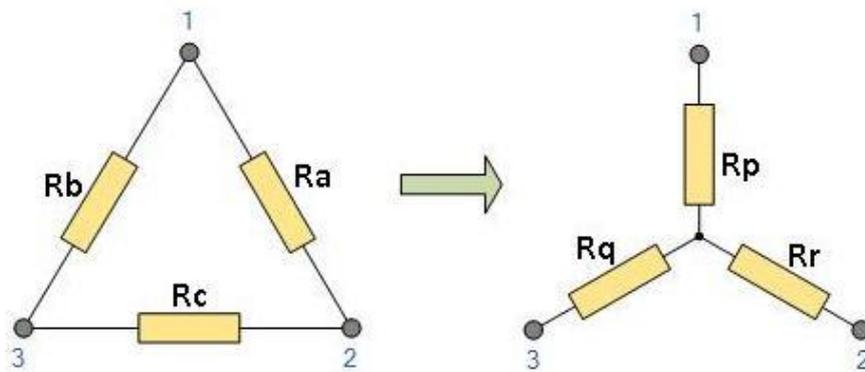


Gambar 2.24.Power Meter

2.2.9. Star Delta

Star delta ini sebenarnya adalah suatu rangkaian motor listrik yang terdiri dari dua rangkaian motor yaitu rangkaian Star dan Rangkaian Delta. Rangkaian motor ini bekerja secara bergantian yaitu rangkaian star terlebih dahulu kemudian setelah beberapa saat berganti menjadi rangkaian Delta. Rangkaian motor ini juga sering disebut sebagai Rangkaian Bintang Segitiga dikarenakan bentuknya yang mirip seperti bintang dan segitiga. Rangkaian star delta adalah rangkaian sirkuit yang biasa digunakan untuk mengoperasikan jenis motor 3 phase. Secara umum, rangkaian tersebut dapat digunakan untuk listrik 1 phase ataupun 3 phase. Namun penggunaannya sendiri terbilang lebih sering digunakan untuk rangkaian listrik 3 phase.

Fungsi utama dari rangkaian Star Delta adalah untuk mengurangi lonjakan arus ketika motor baru dinyalakan atau biasa disebut sebagai arus starting. Jadi ketika motor baru dinyalakan maka akan menggunakan rangkaian Star terlebih dahulu, ketika kecepatan motor sudah mencapai 80% maka rangkaian motor akan diganti menjadi rangkaian Delta. Selain itu tujuan lainnya adalah agar torsi motor tidak berkurang dikarenakan salah satu kelebihan rangkaian star adalah torsi motor bisa sangat tinggi ketika baru dinyalakan.



Gambar 2. 25. Rangkaian delta ditransformasi menjadi rangkaian star

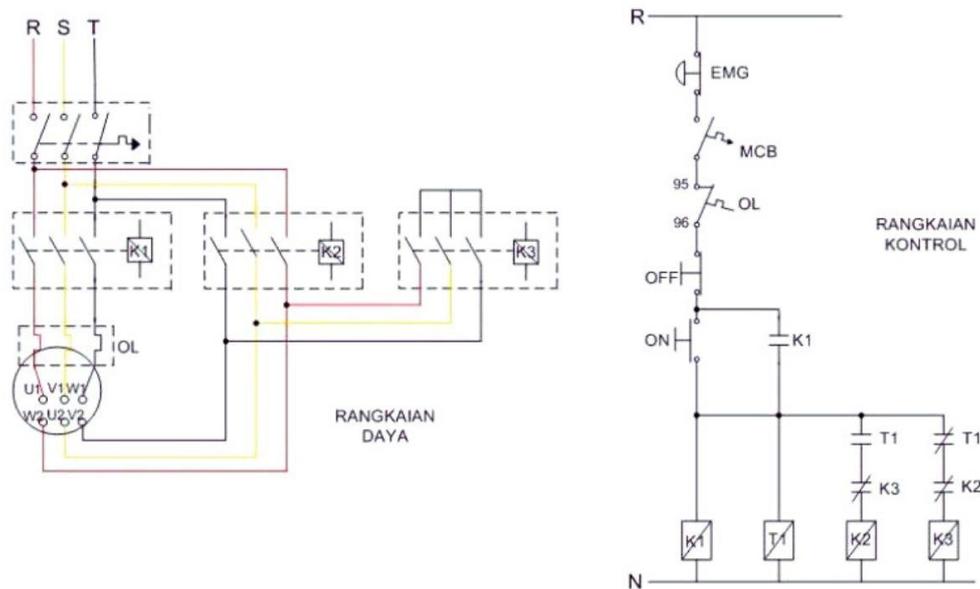
Rumus rangkaian delta adalah :

$$I = I_n / \sqrt{3}$$

Rumus rangkaian star adalah :

$$I = I_n / 3$$

2.2.9.1. Cara Kerja Rangkaian Star Delta



Gambar 2.26.Cara kerja Rangkaian star Delta

Menurut (Siburian et al., 2020) Prinsip kerja rangkaian star delta sangat sederhana dan mudah dipahami. Untuk mengetahui bagaimana cara kerja rangkaian star delta, simak ulasan berikut ini :

- a. Pada saat tombol push button ditekan atau dalam kondisi on, maka tegangan yang bersumber dari MCB akan mengalir menuju koil.
- b. Koil magnetik kontaktor (K1) akan terhubung pada terminal NO pada K1. Nantinya tegangan push button off juga akan mengalir sebagai pengunci.
- c. Setelah itu, timer pada rangkaian juga akan mendapatkan arus listrik dari terminal koil k1.
- d. Tegangan NC yang berasal dari koil selanjutnya akan dialirkan pada koil magnetik kontaktor (K3).
- e. Kontaktor k1 lalu akan mengalirkan tegangan R-S-T menuju gulungan elektromotor.
- f. Lalu, kontaktor K3 akan menghubungkan terminal untuk pertama kalinya.
- g. Pada fase ini jaringan beroperasi dengan hubungan star.
- h. Setelah beroperasi dengan tegangan rendah, maka timer akan melakukan penyesuaian dan membuat arus pada rangkaian menjadi lebih stabil.
- i. Selanjutnya terminal NO akan terhubung pada koil magnetik K2 dan K3 sehingga tegangan R-S-T akan beroperasi pada gulungan elektromotor.
- j. Pada kondisi ini, hubungan rangkaian tersebut sedang berpindah dari star menuju delta.
- k. Lalu ketika push button off ditekan maka seluruh arus pada rangkaian akan terputus dan elektromotor akan berhenti.

Untuk dapat mengetahui perbedaan rangkaian star dan delta. Berikut akan kami ulas beberapa karakteristik dari masing-masing rangkaian tersebut :

1) Hubungan Star

Beberapa karakteristik dari hubungan Star antara lain adalah sebagai berikut:

- a. Untuk hubungan star, penggunaan sering diaplikasikan pada tipe rangkaian yang membutuhkan arus start yang sedikit.
- b. Karena membutuhkan insulasi yang rendah, koneksi bintang dapat digunakan untuk kontrol jarak jauh.

- c. Jumlah arus masuk (input) dan keluar pada koneksi bintang adalah sama.
- d. Koneksi bintang sering digunakan untuk rangkaian listrik 1 phase dan 3 phase.

2) Hubungan Delta

Beberapa karakteristik hubungan Delta antara lain adalah sebagai berikut:

- a. Penggunaan koneksi delta biasa diaplikasikan pada komponen elektronik yang membutuhkan torsi awal tinggi.
- b. Hubungan delta lebih banyak digunakan untuk kontrol jarak dekat.
- c. Jumlah arus input dan arus keluar pada koneksi delta adalah $\sqrt{3}$ x arus input.
- d. Penggunaannya hanya untuk rangkaian star delta 3 phase.

2.2.9.2. Skema Rangkaian Listrik Delta

Untuk memahami lebih jauh mengenai rangkaian star delta, kami juga akan mengulas secara singkat skema dari komponen rangkaian star delta. Langsung saja kita kupas satu per satu komponen yang ada pada panel star delta beserta dengan fungsinya berikut ini.

1) MCB 3 Phasa



Gambar 2.27.MCB 3 phasa

Seperti namanya, MCB atau *Miniatur Circuit Breaker* merupakan alat yang berfungsi untuk menyambungkan dan memutus arus listrik (Pratama, 2019). Pada rangkaian bintang, MCB juga berfungsi untuk mengontrol arus listrik yang mengalir pada jaringan. Apabila terjadi konsleting, lonjakan arus listrik atau bahkan hubungan pendek arus listrik, maka MCB fasa ini bertugas untuk memutuskan arus secara otomatis. MCB pada dasarnya memiliki fungsi yang hampir sama dengan Sekering (*FUSE*) yaitu memutuskan aliran arus listrik rangkaian ketika terjadi gangguan kelebihan arus.

Terjadinya kelebihan arus listrik ini dapat dikarenakan adanya hubung singkat (*Short Circuit*) ataupun adanya beban lebih (*Overload*). MCB bekerja saat terjadi Hubung Singkat Short Circuit dalam mcb ada sebuah *coil* yang berfungsi jika ada arus lebih yang sangat tinggi atau hubung singkat maka coil tersebut akan penuh dan melepas mcbnya menjadi off, biasanya jika terlalu tinggi arus yang diterima coil disebabkan hubung singkat mcb tersebut akan blanket, maka *MCB* tersebut akan rusak tidak bisa digunakan lagi.

2) Kontaktor



Gambar 2.28.Kontaktor

Prinsip kerja Kontaktor adalah ada sebuah arus dan tegangan 220 VAC, kemudian arus tersebut menggerakkan sebuah Coil didalam kontaktor, Coil tersebut akan bekerja ketika ada arus yang masuk dan membuat sebuah magnet sementara untuk menarik kontak (L1,L2,L3 dan kontak bantu) dari kontaktor yang semulanya NO (*Normaly Open*) menjadi NC (*Normaly Close*), untuk membuka (opening) kontaktor memerlukan waktu 4 – 19 ms dan untuk menutup (close) 12-22 ms,Pada rangkaian star delta motor 3 phase, kontaktor juga berperan sebagai alat yang fungsinya untuk memutuskan dan menyambung arus listrik. Namun, arus yang dihasilkan oleh rangkaian ini berasal dari lilitan koil yang menghasilkan medan magnet. (Huzaini et al., 2019)

Pada rangkaian star dan delta, terdapat 3 buah kontaktor yang digunakan. Diantaranya adalah sebagai berikut ini :

- a. Kontaktor utama (*main contactor*)
- b. Kontaktor kedua yang digunakan pada saat rangkaian dalam sistem star.
- c. Kontaktor ketiga ini juga digunakan pada rangkaian. Terutama ketika jaringan sedang dalam sistem delta.

3) *Thermal Overload Relay (TOR)*



Gambar 2.29. Thermal Overload Relay

Thermal Overload Relay atau yang dikenal dengan singkatan TOR. Dimana komponen ini merupakan komponen rangkaian bintang yang berfungsi sebagai pengaman. Jadi, apabila jaringan mengalami kelebihan muatan listrik, maka TOR akan berfungsi untuk mengamankannya. Selain itu, komponen yang satu ini juga akan melakukan deteksi berdasarkan thermal.

4) *Timer*



Gambar 2.30. Timer

Timer adalah komponen yang memiliki fungsi untuk memutuskan dan menyambungkan arus, namun dengan menggunakan sistem waktu

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1. Tempat dan waktu

3.1.1. Tempat

Dalam pelaksanaan penelitian tugas akhir ini dilakukan di PT. Lestari Alam Segar yang ada di Sampali, Kecamatan Percut Sei Tuan, Kabupaten Deli Serdang, Provinsi Sumatera Utara.

3.1.2. Waktu

Waktu pelaksanaan tugas akhir ini berlangsung dimulai dari Maret 2022 sampai Juli 2022.

3.2. Alat dan Bahan

Pada penelitian ini alat dan bahan yang digunakan untuk melakukan perancangan alat adalah sebagai berikut:

1. *Conveyor* : Untuk mengangkut atau memindahkan material
2. Motor Penggerak : Biasa digunakan untuk menggerakkan *drive pulley* pada *conveyor* otomatis
3. *Selector* : Sebagai Memilih mode atau merubah arah arus listrik yang bekerja dengan memutar kanan
4. Lampu Indikator : Untuk mengetahui apakah rangkaian bekerja dengan benar atau tidak
5. Panel *Control* : Untuk memudahkan dalam mengakses dan melakukan pengaturan khusus terhadap sistem
6. Kontaktor : Memutuskan dan menyambungkan arus listrik
7. *Relay* 220 V : Untuk mengendalikan dan mengalirkan listrik
8. *Thermal Overload* : Untuk melindungi motor dari beban berlebih
9. Power Meter : Sebagai alat ukur besaran listrik
10. *Sensor Photoelectric* : Untuk mendeteksi keberadaan suatu objek yang biasanya berbentuk padat.

- 11.MCB 3 Fasa : Untuk pengamanan instalasi pada suatu industry .
- 12.Pipa Conduit : Untuk Mengamankan kabel-kabel pada motor dari kerusakan

3.3. Spesifikasi Alat *Conveyor* Otomatis

Adapun spesifikasi alat *conveyor otomatis* yang digunakan pada penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

Tabel 2. Spesifikasi Alat *Conveyor* Otomatis

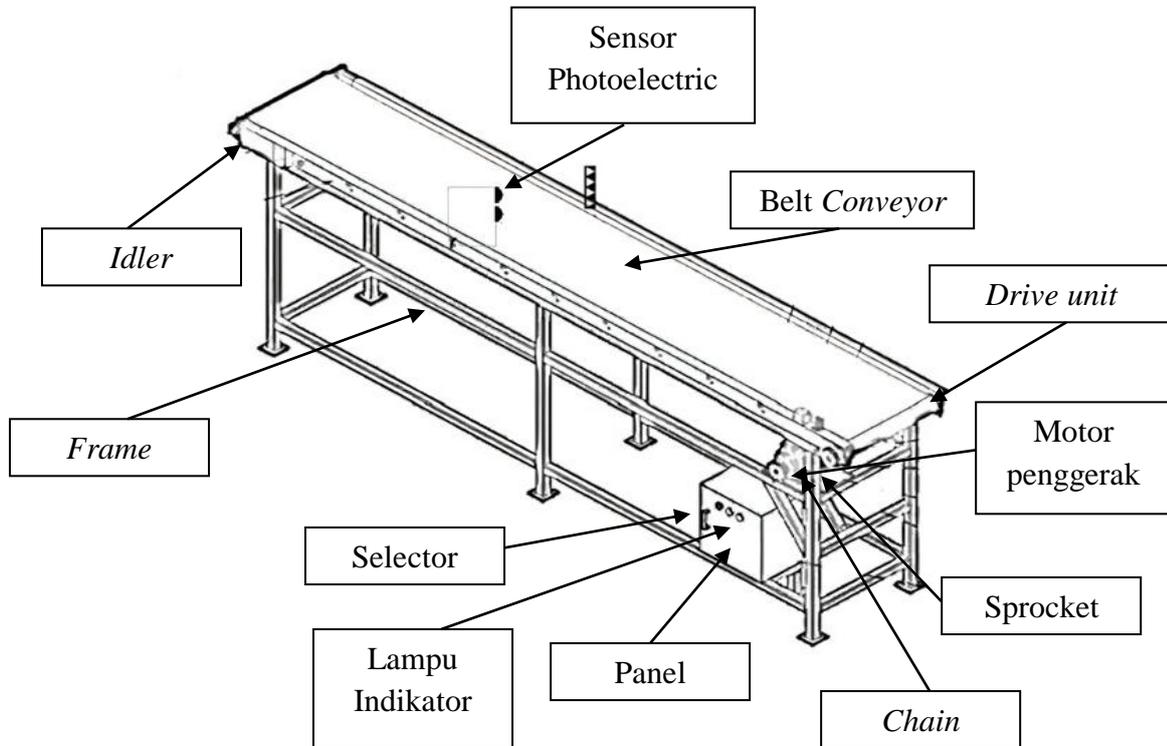
Spesifikasi Alat <i>conveyor</i> Otomatis	
Daya	372,85 watt
Tegangan	388,1 v
Frekuensi	50 Hz
Jenis Motor	3 Fasa
Kecepatan Putaran Motor	1335 Rpm
Ampere Motor	1,93 A
Jenis Sensor	Photoelectric
Kapasitas	30 – 50 kg
Dimensi	P : 350 Cm L : 25 cm T : 120 cm
Rangka	Besi Holo
Cover <i>Chain</i>	Plat Stainless
Kecepatan Putaran <i>Belt</i>	68,75 Rpm
Bearing	FL 206

3.4. Prosedur Penelitian

Adapun Penelitian Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

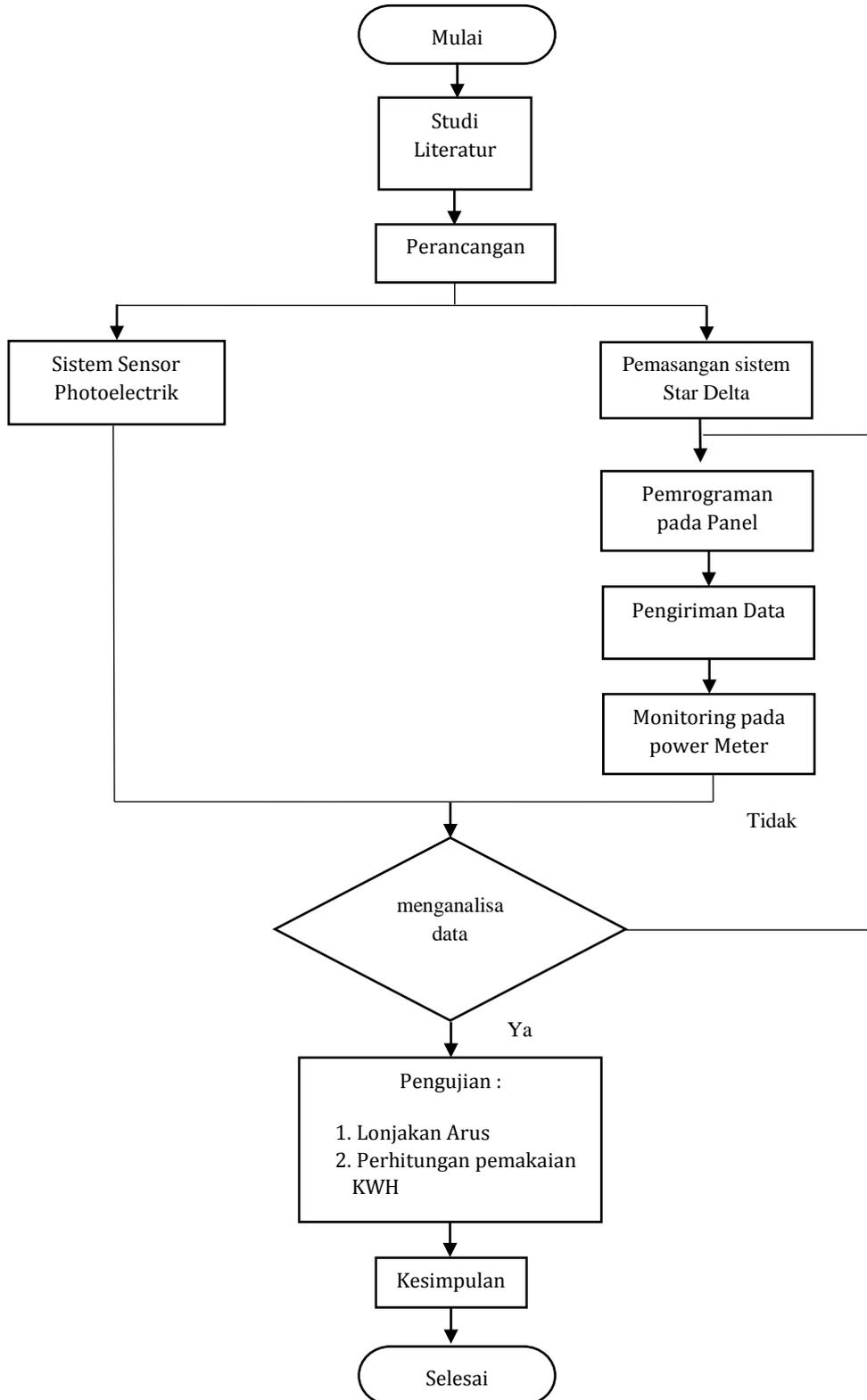
- Melakukan Studi literatur untuk mendapatkan studi literatur untuk mendapatkan sumber teori dan konsep yang mendukung penelitian.
- Menganalisa efek pemasangan rangkaian Star Delta untuk menanggulangi lonjakan arus diawal ketika motor baru dinyalakan
- Merhitungan pemakaian pada kwh meter sebelum dan sesudah terkait sensor *photoelectric*

- Mengidentifikasi penyebab apa saja yang terjadi pada sistem *conveyor* otomatis berbasis sensor *photoelectric*.
- Melakukan analisis data pada data hasil percobaan *Conveyor otomatis*
- Mengambil kesimpulan dari hasil Percobaan dan analisa yang telah dilaksanakan.



Gambar 3. 1. Sketsa *Conveyor* otomatis

3.4. Flowchart Sistem



Gambar 3.2.Flowchart Sistem

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Klasifikasi mesin – mesin berdasarkan waktu operasi

Beberapa mesin - mesin packing dalam kondisi ON (menyala) pada saat jam istirahat ini terjadi karena user lalai mematikan mesin saat jam istirahat.

Tabel 3. klasifikasi mesin – mesin packing berdasarkan waktu beroperasi

No	Jenis Mesin	Waktu operasional perhari (Jam)	Kondisi saat jam istirahat
1	Mesin Packing	21 jam	Off (Mati)
2	Conveyor dus	24 jam	On (Menyala)
3	Mesin Basepack	24 jam	On (Menyala)
4	Auto loader	24 jam	On (Menyala)
5	Chanelizer	24 jam	On (Menyala)
6	Conveyor collection	24 jam	On (Menyala)

4.2. Klasifikasi mesin – mesin berdasarkan pemakaian energi listrik

Pada klasifikasi ini penulis mencari daya listrik yang dihasilkan Jam kerja mesin adalah waktu mesin beroperasi selama 1 hari yaitu 24 jam. Jam kerja real adalah waktu mesin beroperasi yang sebenarnya dalam 1 hari yaitu 24 jam. Total daya listrik akan lebih besar yaitu 525.696 Watt jika mesin beroperasi selama 24 jam.

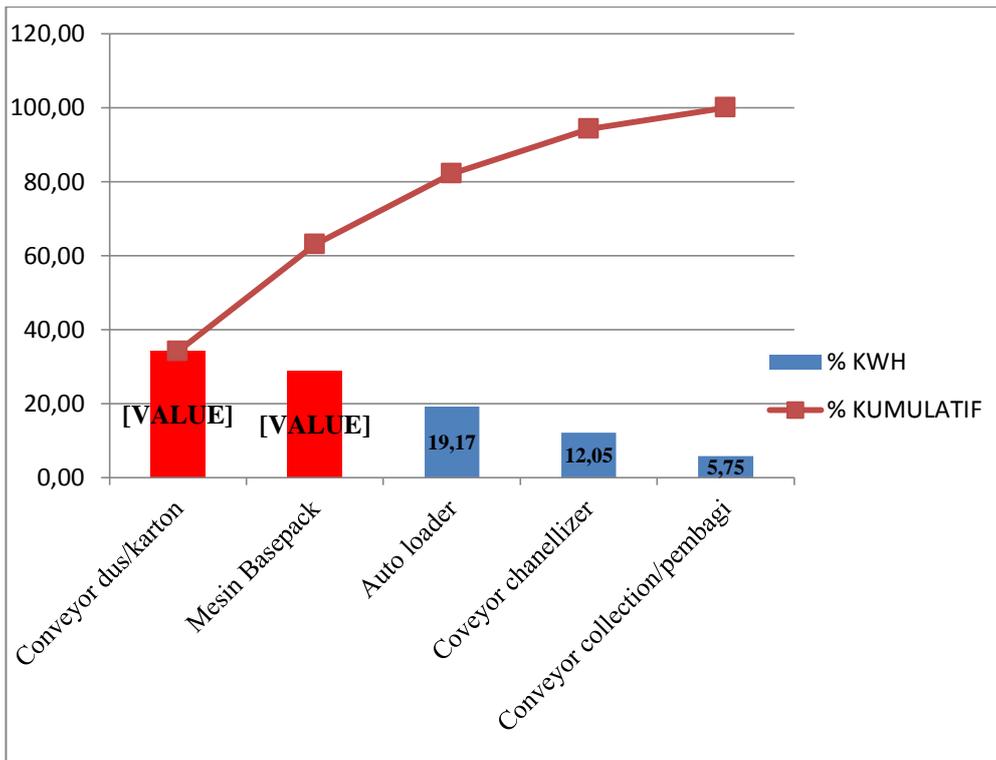
Tabel 4. Data Kumulatif Kwh perhari pada mesin

No	Area	Kwh rata - rata	Kumulatif Kwh	Kwh (%)	Kumulatif (%)
1	Mesin Packing	179.520	179520	34,15	34,15
2	Conveyor dus	151.776	331296	28,87	63,02
3	Mesin Basepack	100.800	432096	19,17	82,20
4	Chanelizer	63.360	495456	12,05	94,25

5	Conveyor collection	30.240	525696	5,75	100,00
Total		525.696		100,00	

Conveyor dus/karton rata rata pemakaian energi listrik per hari adalah 179.520 watt. Mesin basepack rata rata pemakain energi listrik per hari adalah 151.776 watt. Total pemakain energi listrik/hari pada mesin yang menyala 24 jam adalah 525.696 Watt.

Tabel 5. Grafik Data Kumulatif Kwh perhari pada mesin



Jam kerja mesin adalah waktu mesin beroperasi selama 1 hari yaitu 24 jam dikurang dengan jam istirahat yakni 1 jam/shift sehingga diperoleh 21 jam . Jam kerja real adalah waktu mesin beroperasi yang sebenarnya dalam 1 hari yaitu 24 jam. Total daya listrik akan lebih besar yaitu 525.696 Watt jika mesin beroperasi selama 24 jam. Pada analisa ini, penulis memfokuskan data pada conveyor dus sebagai penelitian ini.

4.2.1. Analisa perhitungan daya listrik pada conveyor dus berbasis sensor photoelektrik

Pada perhitungan daya listrik yang dilakukan pada conveyor dus berbasis sensor photoelektrik dengan menggunakan motor 3 phasa. Maka diperoleh rumus:

$$P = v \times i \times \cos\phi \times \sqrt{3}$$

P = power daya dalam satuan watt

V = voltage atau tegangan dalam satuan volt

I = intensity atau arus dalam satuan ampere

Perhitungan ini berguna untuk mengetahui berapa besaran daya yang dihasilkan setiap mesin yang berjalan pada conveyor dus. Berikut adalah tabel perhitungan daya listrik .

Tabel 6. daya listrik pada conveyor dus berbasis sensor photoelectric

NO	Nama Line	Mesin	Tegangan (v)	Arus (i)	Cos phi (ϕ)	Daya (watt)
1	Line 1	1	388,1	0,96	0,76	489,86
2	Mie Sedap	2	388,1	0,93	0,77	480,79
3	Goreng	3	388,1	1,05	0,76	530,68
4	Line 2	4	388,1	0,81	0,77	418,76
5	Mie Sedap Sukses Isi Dua	5	Tidak beroperasi	Tidak beroperasi	Tidak Beroperasi	Tidak beroperasi
6		6	388,1	1,20	0,76	612,32
7	Line 3	7	388,1	0,77	0,76	392,91
8	Mie Sedap Soto	8	388,1	0,96	0,77	496,30
9		9	388,1	0,75	0,80	456
10	Line 4	10	388,1	0,54	0,77	279,17
11	Mie Eko	11	388,1	0,74	0,80	397,47
12		12	388,1	0,83	0,78	434,67
13	Line 5	13	388,1	0,85	0,78	445,14
14	Mie Sedap	14	388,1	1,26	0,77	651,40
15	Goreng	15	388,1	0,70	0,80	375,99
16	Line 6	16	388,1	0,70	0,82	385,49
17	Mie Soto	17	388,1	0,99	0,77	511,81

18	Madura	18	388,1	0,76	0,79	403,11
----	--------	----	-------	------	------	--------

a. Line 1 Mie Sedap Goreng

Daya Pada Mesin 1

Tegangan :388,1

Arus : 0,96

Cos Phi : 0,76

$$p = v \times i \times \cos\phi \times \sqrt{3}$$

$$p = 388,1 \times 0,96 \times 0,76 \times \sqrt{3}$$

$$p = 489,86 \text{ watt}$$

Daya Pada Mesin 2

Tegangan :388,1

Arus : 0,93

Cos Phi : 0,77

$$p = v \times i \times \cos\phi \times \sqrt{3}$$

$$p = 388,1 \times 0,93 \times 0,77 \times \sqrt{3}$$

$$p = 480,79 \text{ watt}$$

Daya Pada Mesin 3

Tegangan :388,1

Arus : 1,05

Cos Phi : 0,76

$$p = v \times i \times \cos\phi \times \sqrt{3}$$

$$p = 388,1 \times 1,04 \times 0,76 \times \sqrt{3}$$

$$p = 530,68 \text{ watt}$$

b. Line 2 Mie Sedap Sukses Isi Dua

Daya Pada Mesin 4

Tegangan :388,1

Arus : 0,81

Cos Phi : 0,77

$$p = v \times i \times \cos\phi \times \sqrt{3}$$

$$p = 388,1 \times 0,81 \times 0,77 \times \sqrt{3}$$

$$p = 418,76 \text{ watt}$$

Daya Pada Mesin 6

Tegangan :388,1

Arus : 1,20

Cos Phi : 0,76

$$p = v \times i \times \cos\phi \times \sqrt{3}$$

$$p = 388,1 \times 1,20 \times 0,76 \times \sqrt{3}$$

$$p = 612,32 \text{ watt}$$

c. Line 3 Mie Sedap Soto

Daya Pada Mesin 7

Tegangan :388,1

Arus : 0,77

Cos Phi : 0,76

$$p = v \times i \times \cos\phi \times \sqrt{3}$$

$$p = 388,1 \times 0,77 \times 0,76 \times \sqrt{3}$$

$$p = 392,91 \text{ watt}$$

Daya Pada Mesin 8

Tegangan :388,1

Arus : 0,96

Cos Phi : 0,77

$$p = v \times i \times \cos\phi \times \sqrt{3}$$

$$p = 388,1 \times 0,96 \times 0,77 \times \sqrt{3}$$

$$p = 496,30 \text{ watt}$$

Daya Pada Mesin 9

Tegangan :388,1

Arus : 0,75

Cos Phi : 0,80

$$p = v \times i \times \cos\phi \times \sqrt{3}$$

$$p = 388,1 \times 0,75 \times 0,80 \times \sqrt{3}$$

$$p = 456 \text{ watt}$$

d. Line 4 Mie Eko

Daya Pada Mesin 10

Tegangan :388,1

Arus : 0,54

Cos Phi : 0,77

$$p = v \times i \times \cos\phi \times \sqrt{3}$$

$$p = 388,1 \times 0,54 \times 0,77 \times \sqrt{3}$$

$$p = 279,17 \text{ watt}$$

Daya Pada Mesin 11

Tegangan :388,1

Arus : 0,74

Cos Phi : 0,80

$$p = v \times i \times \cos\phi \times \sqrt{3}$$

$$p = 388,1 \times 0,74 \times 0,80 \times \sqrt{3}$$

$$p = 397,47 \text{ watt}$$

Daya Pada Mesin 12

Tegangan :388,1

Arus : 0,83

Cos Phi : 0,78

$$p = v \times i \times \cos\phi \times \sqrt{3}$$

$$p = 388,1 \times 0,83 \times 0,78 \times \sqrt{3}$$

$$p = 434,67 \text{ watt}$$

e. Line 5 Mie Sedap Goreng

Daya Pada Mesin 13

Tegangan :388,1

Arus : 0,85

Cos Phi : 0,78

$$p = v \times i \times \cos\phi \times \sqrt{3}$$

$$p = 388,1 \times 0,85 \times 0,78 \times \sqrt{3}$$

$$p = 445,14 \text{ watt}$$

Daya Pada Mesin 14

Tegangan :388,1

Arus : 1,26

Cos Phi : 0,77

$$p = v \times i \times \cos\phi \times \sqrt{3}$$

$$p = 388,1 \times 1,26 \times 0,77 \times \sqrt{3}$$

$$p = 651,40 \text{ watt}$$

Daya Pada Mesin 15

Tegangan :388,1

Arus : 0,70

Cos Phi : 0,80

$$p = v \times i \times \cos\phi \times \sqrt{3}$$

$$p = 388,1 \times 0,70 \times 0,80 \times \sqrt{3}$$

$$p = 375,99 \text{ watt}$$

f. Line 6 Mie Soto Madura

Daya Pada Mesin 16

Tegangan :388,2

Arus : 0,70

Cos Phi : 0,82

$$p = v \times i \times \cos\phi \times \sqrt{3}$$

$$p = 388,2 \times 0,70 \times 0,82 \times \sqrt{3}$$

$$p = 385,49 \text{ watt}$$

Daya Pada Mesin 17

Tegangan :388,1

Arus : 0,99

Cos Phi : 0,77

$$p = v \times i \times \cos\phi \times \sqrt{3}$$

$$p = 388,1 \times 0,99 \times 0,77 \times \sqrt{3}$$

$$p = 511,81 \text{ watt}$$

Daya Pada Mesin 18

Tegangan :388,1

Arus : 0,76

Cos Phi : 0,79

$$p = v \times i \times \cos\phi \times \sqrt{3}$$

$$p = 388,1 \times 0,76 \times 0,79 \times \sqrt{3}$$

$$p = 403,11 \text{ watt}$$

4.2.2. Hasil pengujian conveyor dus otomatis berbasis sensor photoelectric

Pada pengujian yang dilakukan di pt lestari alam segar untuk conveyor otomatis ini terdapat beberapa alat yang bekerja pada sistem yang digunakan, penulis menggunakan conveyor dus sebagai alat pengujian untuk penelitian . pada conveyor otomatis berbasis photoelektrik ini terdapat 7 alat yang bekerja disana, conveyor tersebut diberikan dengan penamaan “Line” diikuti dengan kode penomoran disetiap alatnya. Hasil pengujian conveyor otomatis berbasis photo electric dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 7. Data perbandingan kwh conveyor dus dari sisi jam kerja dan setelah dipasang sensor photoelektrik

NO	Line	Jam Kerja real	Energi listrik perhari (Kwh)	Jam kerja mesin	Energi listrik perhari (Kwh)
1	Line 1	24	85,248	21	74,592
2	Line 2	24	56,832	21	49,728
3	Line 3	24	85,248	21	74,592
4	Line 4	24	85,248	21	74,592
5	Line 5	24	85,248	21	74,592
6	Line 6	24	85,248	21	74,592
Total			483,072		422,688

Berdasarkan data pengamatan diperoleh bahwa jika Conveyor dus/karton beroperasi 24 jam maka Kwh listrik akan lebih tinggi yaitu sebesar 483,072 Kwh pada semua line perhari. Maka dari itu, conveyor dus dipasang sensor photoelektrik yang berguna mematikan mesin secara otomatis saat tidak ada material yang melewatinya. Dengan demikian total mesin aktif hanya 21 jam dikarenakan kerja sensor photoelektrik sehingga menghasilkan penurunan Kwh listrik menjadi sebesar 422,688 Kwh pada semua line perhari sebagai berikut.

Perhitungan Efisiensi Kwh Listrik Pada Semua Line Mesin

$$Eff \text{ Kwh} = \text{Energi listrik awal} - \text{Energi listrik sensor photoelektrik}$$

$$Efisiensi Kwh = 483,072 - 422,688$$

$$Efisiensi Kwh = 60,384 Kwh$$

Jadi, setelah pemakaian sensor photoelektrik didapat penghematan energi sebesar 60,384 Kwh

4.2.3. Analisa pengujian kecepatan conveyor dus otomatis berbasis sensor photoelektrik

Pada analisa yang dilakukan pada conveyor otomatis berbasis photoelektrik, pertama dilakukan untuk menghitung lonjakan arus adalah mencari kecepatan rata-rata conveyor pada putaran belt yang berjalan

Rumus yang dapat didapat adalah :

$$V = 2 \left(\frac{\pi \times n}{60} \right) \times r$$

V = kecepatan konveyor (m/s)

n = putaran pulley (rpm)

r = Jari-jari pulley (m)

Perhitungan ini dilakukan dalam satuan m/s pada kecepatan yang konstan, sebelum mencari kecepatan conveyor, penulis mencari putaran pulley dalam satuan rpm jika tidak diketahui jumlah putaran dalam satu menit. sehingga diperoleh rumus:

$$RPM = \frac{(f \times 120)}{P}$$

RPM : Rotation Per Minute (Jumlah putaran dalam satu menit)

F : Frekuensi (Hz)

P : Pole (Jumlah Kutub)

Tabel 8. pengujian kecepatan conveyor dus otomatis berbasis sensor photoelektrik

NO	Nama Line	Mesin	Waktu (S)	Jari-jari pulley (m)	Putaran pulley (rpm)	Kecepatan (m/s)
1	Line 1	1	60	0,075	55,5	0,43
2	Mie Sedap	2	60	0,075	50,9	0,39
3	Goreng	3	60	0,075	50,2	0,39
4	Line 2	4	60	0,075	49,1	0,38
5	Mie Sedap Sukses Isi	5	Tidak beroperasi	Tidak Beroperasi	Tidak Beroperasi	Tidak beroperasi

6	Dua	6	60	0,075	49,6	0,38
7	Line 3	7	60	0,075	48,8	0,38
8	Mie Sedap	8	60	0,075	59,2	0,46
9	Soto	9	60	0,075	56,2	0,44
10	Line 4	10	60	0,075	52,5	0,41
11	Mie Eko	11	60	0,075	61,7	0,48
12		12	60	0,075	62,7	0,49
13	Line 5	13	60	0,075	50,8	0,39
14	Mie Sedap	14	60	0,075	50,1	0,39
15	Goreng	15	60	0,075	52,1	0,40
16	Line 6	16	60	0,075	70,1	0,55
17	Mie Soto	17	60	0,075	59,4	0,46
18	Madura	18	60	0,075	49,7	0,39

a. Line 1 Mie Sedap Goreng

Kecepatan conveyor Pada Mesin 1

Putaran pulley :55,5 rpm

$$\text{Jari-jari pulley} : \frac{7,5 \text{ cm}}{100} = 0,075 \text{ m}$$

$$V = 2 \left(\frac{\pi \times n}{60} \right) \times r$$

$$V = 2 \left(\frac{3,14 \times 55,5}{60} \right) \times 0,075$$

$$V = 0,43 \text{ m/s}$$

Kecepatan conveyor Pada Mesin 2

Putaran pulley :50,9 rpm

$$\text{Jari-jari pulley} : \frac{7,5 \text{ cm}}{100} = 0,075 \text{ m}$$

$$V = 2 \left(\frac{\pi \times n}{60} \right) \times r$$

$$V = 2 \left(\frac{3,14 \times 50,9}{60} \right) \times 0,075$$

$$V = 0,39 \text{ m/s}$$

Kecepatan conveyor Pada Mesin 3

Putaran pulley :50,2 rpm

$$\text{Jari-jari pulley : } \frac{7,5 \text{ cm}}{100} = 0,075 \text{ m}$$

$$V = 2 \left(\frac{\pi \times n}{60} \right) \times r$$

$$V = 2 \left(\frac{3,14 \times 50,2}{60} \right) \times 0,075$$

$$V = 0,39 \text{ m/s}$$

b. Line 2 Mie Sedap Sukses Isi Dua

Kecepatan conveyor Pada Mesin 4

Putaran pulley :49,1 rpm

$$\text{Jari-jari pulley : } \frac{7,5 \text{ cm}}{100} = 0,075 \text{ m}$$

$$V = 2 \left(\frac{\pi \times n}{60} \right) \times r$$

$$V = 2 \left(\frac{3,14 \times 49,1}{60} \right) \times 0,075$$

$$V = 0,38 \text{ m/s}$$

Kecepatan conveyor Pada Mesin 6

Putaran pulley :49,6 rpm

$$\text{Jari-jari pulley : } \frac{7,5 \text{ cm}}{100} = 0,075 \text{ m}$$

$$V = 2 \left(\frac{\pi \times n}{60} \right) \times r$$

$$V = 2 \left(\frac{3,14 \times 49,6}{60} \right) \times 0,075$$

$$V = 0,38 \text{ m/s}$$

c. Line 3 Mie Sedap Soto

Kecepatan conveyor Pada Mesin 7

Putaran pulley :48,8 rpm

$$\text{Jari-jari pulley : } \frac{7,5 \text{ cm}}{100} = 0,075 \text{ m}$$

$$V = 2 \left(\frac{\pi \times n}{60} \right) \times r$$

$$V = 2 \left(\frac{3,14 \times 48,8}{60} \right) \times 0,075$$

$$V = 0,38 \text{ m/s}$$

Kecepatan conveyor Pada Mesin 8

Putaran pulley :59,2 rpm

$$\text{Jari-jari pulley} : \frac{7,5 \text{ cm}}{100} = 0,075 \text{ m}$$

$$V = 2 \left(\frac{\pi \times n}{60} \right) \times r$$

$$V = 2 \left(\frac{3,14 \times 59,2}{60} \right) \times 0,075$$

$$V = 0,46 \text{ m/s}$$

Kecepatan conveyor Pada Mesin 9

Putaran pulley : 56,2 rpm

$$\text{Jari-jari pulley} : \frac{7,5 \text{ cm}}{100} = 0,075 \text{ m}$$

$$V = 2 \left(\frac{\pi \times n}{60} \right) \times r$$

$$V = 2 \left(\frac{3,14 \times 56,2}{60} \right) \times 0,075$$

$$V = 0,44 \text{ m/s}$$

d. Line 4 Mie Eko

Kecepatan conveyor Pada Mesin 10

Putaran pulley : 52,5 rpm

$$\text{Jari-jari pulley} : \frac{7,5 \text{ cm}}{100} = 0,075 \text{ m}$$

$$V = 2 \left(\frac{\pi \times n}{60} \right) \times r$$

$$V = 2 \left(\frac{3,14 \times 52,5}{60} \right) \times 0,075$$

$$V = 0,41 \text{ m/s}$$

Kecepatan conveyor Pada Mesin 11

Putaran pulley : 61,7 rpm

$$\text{Jari-jari pulley} : \frac{7,5 \text{ cm}}{100} = 0,075 \text{ m}$$

$$V = 2 \left(\frac{\pi \times n}{60} \right) \times r$$

$$V = 2 \left(\frac{3,14 \times 61,7}{60} \right) \times 0,075$$

$$V = 0,48 \text{ m/s}$$

Kecepatan conveyor Pada Mesin 12

Putaran pulley : 62,7 rpm

$$\text{Jari-jari pulley} : \frac{7,5 \text{ cm}}{100} = 0,075 \text{ m}$$

$$V = 2 \left(\frac{\pi \times n}{60} \right) \times r$$

$$V = 2 \left(\frac{3,14 \times 62,7}{60} \right) \times 0,075$$

$$V = 0,49 \text{ m/s}$$

e. Line 5 Mie Sedap Goreng

Kecepatan conveyor Pada Mesin 13

Putaran pulley :50,8 rpm

$$\text{Jari-jari pulley : } \frac{7,5 \text{ cm}}{100} = 0,075 \text{ m}$$

$$V = 2x \left(\frac{\pi \times n}{60} \right) \times r$$

$$V = 2x \left(\frac{3,14 \times 50,8}{60} \right) \times 0,075$$

$$V = 0,39 \text{ m/s}$$

Kecepatan conveyor Pada Mesin 14

Putaran pulley :50,1 rpm

$$\text{Jari-jari pulley : } \frac{7,5 \text{ cm}}{100} = 0,075 \text{ m}$$

$$V = 2x \left(\frac{\pi \times n}{60} \right) \times r$$

$$V = 2x \left(\frac{3,14 \times 50,1}{60} \right) \times 0,075$$

$$V = 0,39 \text{ m/s}$$

Kecepatan conveyor Pada Mesin 15

Putaran pulley :52,1 rpm

$$\text{Jari-jari pulley : } \frac{7,5 \text{ cm}}{100} = 0,075 \text{ m}$$

$$V = 2 \left(\frac{\pi \times n}{60} \right) \times r$$

$$V = 2 \left(\frac{3,14 \times 52,1}{60} \right) \times 0,075$$

$$V = 0,40 \text{ m/s}$$

f. Line 6 Mie Soto Madura

Kecepatan conveyor Pada Mesin 16

Putaran pulley :70,1 rpm

$$\text{Jari-jari pulley : } \frac{7,5 \text{ cm}}{100} = 0,075 \text{ m}$$

$$V = 2 \left(\frac{\pi \times n}{60} \right) \times r$$

$$V = 2 \left(\frac{3,14 \times 70,1}{60} \right) \times 0,075$$

$$V = 0,55 \text{ m/s}$$

Kecepatan conveyor Pada Mesin 17

Putaran pulley :59,4 rpm

$$\text{Jari-jari pulley : } \frac{7,5 \text{ cm}}{100} = 0,075 \text{ m}$$

$$V = 2 \left(\frac{\pi \times n}{60} \right) \times r$$

$$V = 2 \left(\frac{3,14 \times 59,4}{60} \right) \times 0,075$$

$$V = 0,46 \text{ m/s}$$

Kecepatan conveyor Pada Mesin 18

Putaran pulley : 49,7 rpm

$$\text{Jari-jari pulley : } \frac{7,5 \text{ cm}}{100} = 0,075 \text{ m}$$

$$V = 2x \left(\frac{\pi \times n}{60} \right) \times r$$

$$V = 2x \left(\frac{3,14 \times 49,7}{60} \right) \times 0,075$$

$$V = 0,39 \text{ m/s}$$

Pencarian ini dimaksudkan untuk mengetahui kecepatan dari setiap mesin yang terdapat pada masing – masing line tersebut. Sesuai analisa yang dilakukan di PT Lestari Alam Segar dapat disimpulkan bahwa lonjakan arus tidak mempengaruhi kecepatan dari conveyor otomatis berbasis sensor photoelektrik. Hal – hal yang menghambat kecepatan conveyor berupa faktor faktor eksternal seperti slip belt, bearing yang bergesekan, chain rusak, dan lain sebagainya.

4.2.4. Analisa pengujian lonjakan arus pada conveyor otomatis berbasis photoelektrik

Dalam kasus ini dilakukan penganalisaan pada conveyor otomatis dengan menghitung arus awal dalam sistem hidup mati sensor photoelektrik, hasilnya memicu kepada lonjakan arus start dan kembali normal dalam beberapa saat. Perhatikan tabel berikut ini.

Tabel 9. Lonjakan arus pada conveyor otomatis berbasis sensor photoelektrik

No	Gambar	Kelompok	Mesin	Arus Start	Arus Stabil	Keterangan
1		LINE 1 Mie Sedap Goreng	Mesin 1	3,84 A	0,96 A	arus kembali stabil setelah 2 detik seperti digambar
2			Mesin 2	3,72 A	0,93 A	arus kembali stabil setelah 2 detik seperti digambar
3			Mesin 3	4,2 A	1,05 A	arus kembali stabil setelah 2 detik seperti digambar
4			LINE 2 Mie Sedap Sukses Isi Dua	Mesin 4	3,24 A	0,81 A

5			Mesin 5			Tidak bejalan / sebagai cadangan
6			Mesin 6	4,8 A	1,20 A	arus kembali stabil setelah 2 detik seperti digambar
7		LINE 3 Mie Sedap Soto	Mesin 7	3,08 A	0,77 A	arus kembali stabil setelah 2 detik seperti digambar
8			Mesin 8	3,84 A	0,96 A	arus kembali stabil setelah 2 detik seperti digambar
9			Mesin 9	3 A	0,75 A	arus kembali stabil setelah 2 detik seperti digambar

10		LINE 4 Mie Eko	Mesin 10	2,16A	0,54 A	arus kembali stabil setelah 2 detik seperti digambar
11			Mesin 11	2,96 A	0,74 A	arus kembali stabil setelah 2 detik seperti digambar
12			Mesin 12	3,32 A	0,83 A	arus kembali stabil setelah 2 detik seperti digambar
13			LINE 5 Mie Sedap Goreng	Mesin 13	3,4 A	0,85 A

14			Mesin 14	5,04 A	1,26 A	<p>arus kembali stabil setelah 2 detik seperti digambar</p>
15			Mesin 15	2,8 A	0,70 A	<p>arus kembali stabil setelah 2 detik seperti digambar</p>
16		LINE 6 Mie Sedap Soto Madura	Mesin 16	2,8 A	0,70 A	<p>arus kembali stabil setelah 2 detik seperti digambar</p>
17			Mesin 17	3,96 A	0,99 A	<p>arus kembali stabil setelah 2 detik seperti digambar</p>

18			Mesin 18	3,04 A	0,76 A	arus kembali stabil setelah 2 detik seperti digambar
----	---	--	-------------	--------	--------	--

Dalam perhitungan yang dilakukan dari hasil pengamatan arus pada conveyor pada saat hidup, arus dapat meningkat secara maksimal sekitar 4 kali lipat arus maksimal. Maka didapat perhitungan sebagai berikut :

a) Line 1 Mie Sedap Goreng

Mesin 1

$$I = 0,96 \text{ Ampere}$$

Lonjakan arus starting akibat kerja sensor photoelectric

$$I_{start} = 4 \times 0,96 = 3,84 \text{ ampere}$$

Mesin 2

$$I = 0,93 \text{ Ampere}$$

Lonjakan arus starting akibat kerja sensor photo electric

$$I_{start} = 4 \times 0,93 = 3,72 \text{ ampere}$$

Mesin 3

$$I = 1,05 \text{ Ampere}$$

Lonjakan arus starting akibat kerja sensor photo electric

$$I_{start} = 4 \times 1,05 = 4,2 \text{ ampere}$$

b) Line 2 Mie Sedap sukses isi dua

Mesin 4

$$I = 0,81 \text{ Ampere}$$

Lonjakan arus starting akibat kerja sensor photo electric

$$I_{start} = 4 \times 0,81 = 3,24 \text{ ampere}$$

Mesin 6

$$I = 1,20 \text{ Ampere}$$

Lonjakan arus starting akibat kerja sensor photo electric

$$I_{start} = 4 \times 1,20 = 4,8 \text{ ampere}$$

c) Line 3 Mie Sedap soto

Mesin 7

$$I = 0,77 \text{ Ampere}$$

Lonjakan arus starting akibat kerja sensor photo electric

$$I_{start} = 4 \times 0,77 = 3,08 \text{ ampere}$$

Mesin 8

$$I = 0,96 \text{ Ampere}$$

Lonjakan arus starting akibat kerja sensor photo electric

$$I_{start} = 4 \times 0,96 = 3,84 \text{ ampere}$$

Mesin 9

$$I = 0,75 \text{ Ampere}$$

Lonjakan arus starting akibat kerja sensor photo electric

$$I_{start} = 4 \times 0,75 = 3 \text{ ampere}$$

d) Line 4 Mie eko

Mesin 10

$$I = 0,54 \text{ Ampere}$$

Lonjakan arus starting akibat kerja sensor photo electric

$$I_{start} = 4 \times 0,54 = 2,16 \text{ ampere}$$

Mesin 11

$$I = 0,74 \text{ Ampere}$$

Lonjakan arus starting akibat kerja sensor photo electric

$$I_{start} = 4 \times 0,74 = 2,96 \text{ ampere}$$

Mesin 12

$$I = 0,83 \text{ Ampere}$$

Lonjakan arus starting akibat kerja sensor photo electric

$$I_{start} = 4 \times 0,83 = 3,32 \text{ ampere}$$

e) Line 5 Mie Sedap Goreng

Mesin 13

$$I = 0,85 \text{ Ampere}$$

Lonjakan arus starting akibat kerja sensor photo electric

$$I_{start} = 4 \times 0,85 = 3,4 \text{ ampere}$$

Mesin 14

$I = 1,26$ Ampere

Lonjakan arus starting akibat kerja sensor photo electric

$I_{start} = 4 \times 1,26 = 5,04$ ampere

Mesin 15

$I = 0,70$ Ampere

Lonjakan arus starting akibat kerja sensor photo electric

$I_{start} = 4 \times 0,70 = 2,8$ ampere

f) Line 6 Mie Sedap soto madura

Mesin 16

$I = 0,70$ Ampere

Lonjakan arus starting akibat kerja sensor photo electric

$I_{start} = 4 \times 0,70 = 2,8$ ampere

Mesin 17

$I = 0,99$ Ampere

Lonjakan arus starting akibat kerja sensor photo electric

$I_{start} = 4 \times 0,99 = 3,96$ ampere

Mesin 18

$I = 0,76$ Ampere

Lonjakan arus starting akibat kerja sensor photo electric

$I_{start} = 4 \times 0,76 = 3,04$ ampere

Berikut adalah contoh gambar lonjakan arus yang mengalami kenaikan sebesar 4 kali lipat saat motor baru dihidupkan.



Gambar 4.1. Sebelum dan sesudah terjadinya lonjakan arus pada conveyor otomatis

4.2.5. Analisa perhitungan instalasi star delta pada conveyor otomatis berbasis photoelektrik

Didalam Analisa conveyor otomatis yang didapat dari perhitungan lonjakan arus akibat kerja hidup mati sensor photoelektrik. kita dapat mengurangi lonjakan arus dengan cara memasang rangkaian star delta. Namun, sebelum memasang rangkaian star delta pada conveyor dapat dilakukan perhitungan instalasi pada star delta dengan cara berikut.

a. Menghitung Efisiensi daya

Langkah awal yang dilakukan dalam perhitungan instalasi rangkaian star delta pada mesin conveyor otomatis adalah dengan cara menghitung efisiensi daya pada motor. tujuan dari perhitungan efisiensi daya adalah untuk mengukur tingkat penggunaan sumber daya dalam suatu proses laju energi yang dihantarkan dalam periode waktu tertentu. Rumus menghitung efisiensi daya pada motor adalah :

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100$$

untuk mencari efisiensi daya pada mesin conveyor ini adalah dengan mencari P_{in} pada sumber tegangan yang masuk ke mesin conveyor yang sedang berjalan, maka didapat hasil $i_{in} = 20,3$ Ampere

$$V_{in} = 388,5 \text{ volt}$$

$$\text{Cos } \emptyset = 0,85$$

$$P_{in} = V_{in} \times i_{in} \times \text{cos } \emptyset \times \sqrt{3}$$

$$P_{in} = 388,5 \times 20,3 \times 0,85 \times 1,73$$

$$P_{in} = 11.597,17 \text{ Watt}$$

Setelah mendapat P_{in} pada conveyor otomatis ini, selanjutnya daya yang masuk sebesar 11.597 watt. Hasil dari daya yang masuk tersebut adalah gabungan dari 17 mesin conveyor yang sedang berjalan. Jadi untuk mencaari daya input yang masuk pada setiap conveyor yang bekerja disana adalah dengan cara menghitung rata-rata daya yang masuk seperti berikut

$$P_{in} = \frac{P_{in} \text{ keseluruhan}}{\text{jumlah conveyor}}$$

$$P_{in} = \frac{11.597,17 \text{ watt}}{17}$$

$$P_{in} = 682,18 \text{ watt}$$

b. Perhitungan Instalasi Star delta

Langkah selanjutnya dalam pemasangan rangkaian star delta pada mesin conveyor adalah melakukan perhitungan instalasi star delta guna mengurangi lonjakan arus. Pada perhitungan ini dimaksudkan untuk mencari arus yang mengalir dan rating komponen yang dibutuhkan di sisi main, delta, dan star agar dapat mengetahui spesifikasi yang dibutuhkan pada setiap mesin conveyor otomatis yang berjalan. Dalam mencari perhitungan instalasi star delta diperoleh rumus sebagai berikut.

- 1) Total Arus Penuh (I_{fla} = arus beban penuh)

$$I_{fla} = \frac{P}{V \times \sqrt{3} \times eff \times \cos \phi}$$

Keterangan:

I_{fla} = Arus total

P = daya

Eff = efisiensi daya

- 1) Arus sisi Main & Delta (I_{md} = arus Main & arus Delta)

$$I_{md} = \frac{I_{fla}}{\sqrt{3}}$$

- 2) Arus sisi Star

$$I_s = \frac{I_{fla}}{3}$$

- 3) Nilai Setting Thermal Overload

$$I_{tor} = I_{md} \times 125\%$$

Catatan :

Pada poin no.4 tidak harus selalu dikalikan 125% dan bisa menyesuaikan sesuai kebutuhan dan tingkat kerisakan terhadap kerusakan di lapangan. Biasanya bisa menggunakan nilai setting kisaran 110% hingga 150%.

Pada poin no.4 bisa menggunakan 2 pilihan antara arus main atau delta. Thermal Overload Relay bisa diposisikan di bawah kontaktor main atau delta. Pada umumnya lebih banyak ditempatkan bersamaan di bawah kontaktor main.

Pada spesifikasi TOR (spesifikasi no.5) bisa menyesuaikan dengan yang terjual di pasaran. Demikian juga MCCB dan Kontaktor bisa menyesuaikan besarnya ampere

yang dibutuhkan sesuai yang terjual di pasaran. Setelah sudah dilakukan perhitungan keduanya pada mesin conveyor otomatis berbasis sensor photoelektrik maka didapat:

Spesifikasi yang dibutuhkan pada mesin conveyor pt lestari alam segar

Tegangan : 388,1 V

Daya aktif : 682,18 watt

Effisiensi : $\eta = \frac{489,86}{682,18} \times 100 = 71,8\%$

Cos phi : 0,76 lag

1) Total Arus Penuh

$$I_{fla} = \frac{P}{V \times \sqrt{3} \times eff \times \cos \phi}$$

$$I_{fla} = \frac{682,18}{388,1 \times \sqrt{3} \times 71,8\% \times 0,76}$$

$$I_{fla} = 1,66 \text{ A}$$

2) Arus sisi Main & Delta (Imd = arus Main & arus Delta)

$$I_{md} = \frac{I_{fla}}{\sqrt{3}}$$

$$I_{md} = \frac{1,66}{\sqrt{3}}$$

$$I_{md} = 0,95 \text{ A}$$

3) Arus sisi Star

$$I_s = \frac{I_{fla}}{3}$$

$$I_s = \frac{1,66}{3}$$

$$I_s = 0,55 \text{ A}$$

4) Nilai Setting Thermal Overload

$$I_{tor} = I_{md} \times 125\%$$

$$I_{tor} = 0,95 \times 125\%$$

$$I_{tor} = 1,18 \text{ A}$$

Jadi, spesifikasi yang dibutuhkan rata-rata dalam setiap mesin conveyor dus adalah sebagai berikut :

MCCB = 2 A

Kontaktor Main = 6 A

Kontaktor Delta = 6 A

Kontaktor Star = 6 A

TOR = yang memiliki nilai setting antara 0,7 A hingga 1,20 A



Gambar 4. 2. perbandingan arus yang sudah dipasang rangkaian star delta

BAB 5

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil Perancangan serta pengujian tugas akhir saya yang berjudul “Analisis *Inrush Current* Motor akibat Kerja Sensor *Photoelectric* Pada *Conveyor* Otomatis Di PT. Lestari Alam Segar” dapat menarik kesimpulan bahwa:

1. Pada perhitungan pemakaian kwh meter sebelum menggunakan sensor photoelektrik mesin berjalan selama 24 jam, sedangkan sesudah menggunakan sensor *photoelectric* terbukti bahwa mesin hanya berjalan 21 jam sehingga menjadi 60,384 Kwh, hal ini tentunya menghemat energi dan daya yang ada pada conveyor tersebut
2. Faktor-faktor penyebab terjadinya *inrush current* pada sistem *conveyor* otomatis berbasis sensor *photoelectric* meliputi aktivitas hidup mati sensor, slip belt, bearing yang aus, dan lain sebagainya. Hal tersebut karena motor bekerja 4 kali lebih keras mengeluarkan tenaga dari yang seharusnya, namun aktivitas tersebut tidak terlalu mengganggu pada kecepatan conveyor tersebut.
3. Dalam penelitian yang dilakukan untuk menganalisa lonjakan arus agar terhindar dari drip tegangan dan rugi-rugi daya, penulis memasang rangkaian Star Delta untuk menanggulangi lonjakan arus diawal ketika motor baru dinyalakan pada sistem *conveyor* otomatis berbasis sensor *photoelectric*.

5.2. Saran

Adapun saran dari penulis untuk pengembangan Tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Komponen kelistrikan lebih dikembangkan lagi dengan menggunakan sistem yang lebih terbaru lagi.
2. Pekerja harus sering melakukan pengecekan dan pemeliharaan terhadap mesin conveyor otomatis sebelum terjadi kerusakan yang lebih parah.

DAFTAR PUSTAKA

- Al, M. F. R., Sukmadi, T., & Nugroho, A. (2020). Rancang Bangun Trainer Alat Penyortir Barang Logam Dan Non Logam Sebagai Media Pembelajaran Pada Mata Kuliah Dasar Sistem Kontrol. *TELKA - Telekomunikasi, Elektronika, Komputasi Dan Kontrol*, 16(3), 1–7.
- Alwie, rahayu deny danar dan alvi furwanti, Prasetio, A. B., & Andespa, R. (2020). RANCANG PROGRAM FIRE ALARM DAN SMOKE DETECTOR BERBASIS PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER (PLC) TYPE SR3B261BD. *Jurnal Ekonomi Volume 18, Nomor 1 Maret 201*, 2(1), 41–49.
- Badruzzaman, Y. (2012). Real Time Monitoring Data Besaran Listrik Gedung Laboratorium Teknik Sipil Politeknik Negeri Semarang. *Jurnal Jtet*, 1(2), 50–59.
- Caesar Puthu. (2021). *PERANCANGAN DAN PEMBUATAN PROTOTIPE FITTING LAMPU DENGAN FITUR MODUL TIMER OTOMATIS MENGGUNAKAN 3D PRINT*.
- Farid Ahmad Zakariya. (2014). Analisa Reaksi Gaya Screw Conveyor Pada Rancang Bangin Mesin Penggiling Beras Skala Rumah Tangga. *Program Studi D3 Teknik Mesin Fakultas Teknik Industri Institut Teknologi*, 10 November, 1–124.
- Huzaini, Y. N., Yusro, A. C., & Purwandari, P. (2019). Pengembangan Trainer KIT Kontrol Motor Listrik Berbasis Kontaktor untuk Meningkatkan Hasil Belajar Mahasiswa. *Jupiter (Jurnal Pendidikan Teknik Elektro)*, 4(2), 30–34.
- Kurniawan, R., & Deviyanti, I. G. A. S. (2021). *Analisis Peluang Penghematan Konsumsi Energi pada Sistem Pengkon- disian Udara dengan Metode IKE (Studi Kasus pada Head Office PT . Mas- pion Goup)*. 1(2), 1–6.
- Kusumastuti, S. (2019). *Rancang bangun penyeleksi produk cacat minuman kemasan*. 15(3), 99–102.

- Laksono, A. D. (2020). 0 -70 0. *Rancang Bangun Dan Analisis Peralatan Pendeteksi Dini Temperatur Motor Induksi 3 Fasa Dengan Sensor Lm35 Berbasis Zelio Sr2B121Bd*, 09(02), 365–373.
- LUBIS, A. G. (2020). “PERANCANGAN SMART ELECTRICITY SEBAGAI ALAT PENGHEMATAN DAN PENGGUNAAN LISTRIK BERBASIS SENSOR ULTRASONIC MENGGUNAKAN ARDUINO UNO.” In *Jurnal Ekonomi Volume 18, Nomor 1 Maret201* (Vol. 2, Issue 1).
- Naibaho, N., & Supriyono, A. (2020). Rancang Bangun Sistem Pengisian Air Menggunakan Sensor Yf-S401 Berbasis Hmi. *Jurnal Ilmiah Elektrokrisna*, 8(3).
- Prabowo, & Danang Mahardika. (2018). *ANALISIS PENGARUH KECEPATAN DAN MASSA BEBAN PADA CONVEYOR BELT TERHADAP KUALITAS PENGEMASAN DAN KEBUTUHAN DAYA DAN ARUS LISTRIK DI BAGIAN PRODUKSI PT. INDOPINTAN SUKSES MANDIRI SEMARANG*. 59, 4–7.
- Pratama. (2019). Rancang Bangun Sistem Kontrol Mesin Roll Sheet Metal Untuk Pembuatan Genteng Model Bergelombang. *Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*, 2(1507230291), 1–75.
- Roza, I., Pasaribu, F., Yanie, A., Almi, A., & Sinaga, T. (2021). Analisa Pengaruh Penggunaan VSD (Variable Speed Drive) Pada Konsumsi Energi Di PT. Lestari Alam Segar. *RELE (Rekayasa Elektrikal Dan Energi)*, 4(1), 0–7.
- Sa’ad, D., Turmizi, T., & Azwar, A. (2020). Pengaruh Temperatur Operasi Dan Jenis Perekat Terhadap Kekuatan Geser Sambungan Rekat Sabuk Pengangkut (*Belt Conveyor*) Pada Pt. Pupuk Iskandar Muda. *Jurnal Mesin Sains Terapan*, 4(1), 23. <https://doi.org/10.30811/jmst.v4i1.1741>
- Saputra, A. (2021). *ANALISIS PENGASUTAN MOTOR INDUKSI 3 FASA PENGGERAK BOOM CONVEYOR STACKER LIMESTONE MENGGUNAKAN SOFTSTARTER DI PT SEMEN BATURAJA*. 6.
- Sari, S. P. (2014). Rancang Bangun Konveyor Penghitung Barang Dengan Sistem Kendali Berbasis PLC. *Jurnal Ilmiah Teknologi & Rekayasa*, 15(100), 168–175.
- Siburian, J., Jumari, & Simangunsong, A. (2020). Studi Sistem Star Motor Induksi 3 Phasa Dengan Metode Star Delta Pada Pt . Toba Pulp Lestari Tbk. *Teknologi*

Energi Dua, 9(2), 84–85.

Tehuayo, R., Pranjoto, H., & Gunadhi Email, A. (2014). *LAMPU TANGGA OTOMATIS*. 13(November).

Wandanaya, F. S. D. A. A. b. (2021). *Prototype Perhitungan Meterial Conveyor Berbasiskan Mikrokontroler Arduino Uno PETIR : Jurnal Pengkajian dan Penerapan Teknik Informatika*. 14(1), 71–80.

Wheatley, G. (2018). *Industrial Engineering & Management Design of a Conveyor Belt Turning Frame*. 7(4), 4–6. <https://doi.org/10.4172/2169-0316.1000274>

Zamrodah, Y. (2016). *PRINSIP KERJA SENSOR PHOTO ELECTRIC MENGGUNAKAN PROGRAM PLC*. 15(2), 1–23.