

RANCANG BANGUN KONVEYOR OTOMATIS MESIN AYAKAN PASIR BERBASIS PLC

Yoseph Jevrianto T.¹, Aris Heri Andriawan, ST., MT²

Jurusan Teknik Elektro, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Jl. Semolowaru 45 Surabaya 60118

Telp. 082247449855

E-mail: yosephjevrianto@gmail.com

ABSTRAKS

Mesin konveyor otomatis saat ini di butuhkan dalam masa pembangunan infrastruktur di Indonesia. Motor listrik yang digunakan adalah motor listrik tiga phase dengan pengaturan kecepatan motor (VFD) dan PLC sebagai sistem kendalinya. Pengaturan frekuensi digunakan untuk meningkatkan kecepatan dan torsi sebuah motor. VFD ini dapat diatur sesuai dengan keinginan dan kebutuhan. Sedangkan PLC bertujuan untuk memudahkan pengoprasian mesin konveyor dan sebagai pengatur sistem kendali dari mesin konveyor tersebut. Pada saat konveyor di beri beban RPM pada motor 3 phase akan mengalami sedikit penurunan. Limit switch sebagai sensor pada mesin konveyor ini. Motor 3 phase ini akan berjalan difrekuensi 15 Hz untuk low speed sedangkan untuk high speed difrekuensi 25 Hz.

Kata kunci : Motor Listrik, Pasir, PLC, VFD

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Tarcius dan Antonius dengan judul “**Pengaturan Kecepatan Motor 3 Phase Pada Mesin Ayak Pasir**” (Alumni Teknik Elektro 2016) telah membuat alat pengayak pasir. Mesin pengayak pasir tersebut memanfaatkan VFD sebagai sistem kecepatan dari motor 3 phase dengan mengatur nilai frekuensi sesuai dengan keinginan.

Untuk itu penulis merancang sebuah penulisan tugas akhir berjudul “**Rancang Bangun Konveyor Otomatis Mesin Ayakan Pasir Berbasis PLC**” dimana motor dari konveyor ini memiliki 2 kecepatan yang pertama kecepatan pelan saat konveyor tidak memiliki beban yang kedua kecepatan cepat saat konveyor ini diberi beban menggunakan limit switch sebagai sensor atau pendeteksi. Konveyor ini menggunakan motor 550 watt untuk horizontal dan 180 watt untuk vertical. PLC menggunakan merk OMRON CP-1E dengan VFD merk Kinco by fort 1,5 Kw. Oleh karena itu penelitian yang berhubungan tentang pengaturan kecepatan putaran motor induksi 3 phase berbasis PLC diharapkan mampu mengatur kecepatan pada motor induksi. Sistem kendali ini dituntut memiliki opsi untuk memberikan cakupan pengaturan kecepatan yang luas, serta dapat bekerja dan dikendalikan dengan menggunakan PLC sesuai keinginan.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang dapat diangkat berdasarkan latar belakang diatas sebagai berikut :

1. Bagaimana cara membuat Sistem Penggerak Konveyor Ayakan Pasir menggunakan aplikasi PLC.
2. Bagaimana cara kerja Sistem Penggerak Konveyor Ayakan Pasir menggunakan aplikasi PLC.
3. Bagaimana membuat program PLC sebagai pengendali sistem.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Belt Conveyor

Belt conveyor dapat diartikan sebagai perkembangan jalur transportasi yang digunakan untuk memindahkan atau memindahkan produk atau bahan pada bidang datar atau miring. Bahan sabuk atau sabuk yang digunakan pada jalur transportasi dapat dibuat dari bahan elastis atau logam tergantung pada jenis produk yang dipindahkan. Dalam pergantian peristiwanya, terdapat belt transport yang digunakan untuk memindahkan produk atau material ke arah atas. Sementara itu, material yang dapat dipindahkan dengan menggunakan belt transport sangat beragam, antara lain pasir, beton, batu bara, kuarsa, batu, bundling makanan, botol minuman, dan berbagai barang dagangan.[1]

2.2 Bucket Conveyor

Bucket conveyor adalah conveyor yang menggunakan bucket wadah, dalam mengangkat suatu barang, dari suatu tempat ke suatu tempat lainnya. Bentuk dari bucket conveyor ini biasanya diagonal, atau juga vertical. Hal ini dimaksudkan barang yang telah dibawa agar tidak tumpah ke bawah. Teknik seperti ini telah digunakan di bidang industri, seperti industri makanan, atau industri lainnya, yang bentuk materialnya kecil-kecil. [2]

2.3 PLC (Programmable Logic Controllers)

Programmable Logic Controllers (PLC) adalah PC elektronik yang mempunyai kapasitas kontrol untuk berbagai jenis dan tingkat masalah yang berfluktuasi. Arti dari PLC seperti yang ditunjukkan oleh Capiel pada tahun 1982 adalah sistem elektronika yang bekerja dengan hati-hati dan dimaksudkan untuk digunakan dalam kondisi modern, di mana sistem ini menggunakan memori yang dapat diprogram. [3]

Pada dasarnya, di pusat prosesor Programmable Rationale Regulator (PLC) ada gambar seperti bermacam-macam transfer. Namun, tidak terlalu banyak transfer dalam ukuran kecil, tetapi di dalam PLC terdapat sirkuit elektronik canggih yang dapat digunakan, misalnya, kontak NO dan kontak hand-off NC. Perbedaannya dengan transfer adalah bahwa satu nomor kontak hand-off (NO/NC) yang dapat digunakan pada berbagai kesempatan untuk semua arah dasar intruksi output. Dalam pemrograman PLC menggunakan hasil dengan kontak yang sama tidak diperbolehkan. [3]

2.4 Motor Listrik

Mesin listrik adalah sebuah alat yang dapat mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Perkembangan yang diciptakan oleh mesin adalah poros dari poros. Bagian lain yang disorot dengan poros adalah katrol yang kemudian dikaitkan dengan sabuk-V. [5]

Mesin listrik dapat berputar karena peristiwa elektro-menarik dalam daya yang membuat mesin bergerak dan daya yang muncul dalam kawat pengangkut aliran yang melintasi atau pada bagian magnet yang lebih kecil. Perbaikan mesin listrik terdiri dari sebuah magnet dan lingkaran. Magnet digunakan untuk menghasilkan sebuah medan yang menarik, sedangkan curl digunakan sebagai jalur kawat yang memiliki medan menarik.[5]

2.5 VFD / VSD

Inverter / Variable Frequency Drive / Variable Speed Drive adalah pengatur kecepatan motor, mengubah frekuensi dan tegangan input ke motor. Atur nilai frekuensi dan tegangan ini untuk mendapatkan putaran dan putaran mesin yang ideal, atau sesuai kebutuhan. Pada dasarnya, standar dasar untuk inverter adalah memiliki opsi untuk menurunkan atau mengubah frekuensi. Secara khusus, ini adalah metode yang mengubah tegangan AC menjadi tegangan DC dan kemudian mengembalikannya ke frekuensi alternatif untuk mengubahnya menjadi tegangan AC. Atau bisa diubah.. [9]

2.6 Limit Switch

Sebuah perangkat elektronika yang berupa aktuator yang terhubung secara mekanis. Berfungsi sebagai pendeteksi gerakan fisik suatu objek melalui kontak langsung dengan sebuah objek. Jenis saklar yang dilengkapi dengan sebuah katup yang difungsikan sebagai tombol. Prinsip pengoperasian perangkat ini sama dengan sakelar Push ON. Ini akan menyala hanya ketika katup ditekan, di bawah batas tekanan tertentu yang telah ditentukan, dan akan mati ketika katup tidak ditekan.

3. METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alir



3.2 Alat dan Bahan

Berdasarkan hasil perencanaan untuk rancang bangun konveyor otomatis mesin ayak pasir yang akan digunakan maka didapat gambaran komponen yang akan dipakai dalam rancang bangun konveyor otomatis mesin ayak pasir berbasis PLC sebagai berikut :

3.2.1 Alat

1. Gerinda
2. Mesin Las Listrik
3. Obeng
4. Tang
5. Kunci Pas
6. Bor Listrik

3.2.1 Bahan

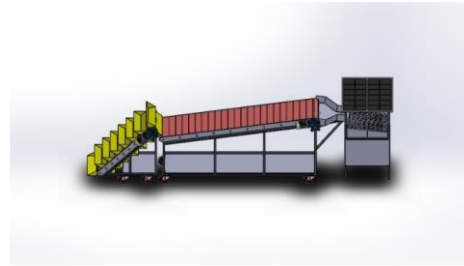
1. Besi Siku
2. Motor penggerak 3 phase
3. Roda Troli
4. Gear Box
5. Cat
6. Kawat Las
7. UCP
8. UNP
9. Baut dan Mur
10. Roll Gravity
11. Roll Druver
12. NMRV
13. Pillowblock

3.3 Tahap Perancangan Alat

1. Persiapan, mengukur dan memotong besi siku untuk pembuatan rangka.
2. Pengelasan besi kerangka konveyor.
3. Pengecatan rangka konveyor
4. Pemasangan belt konveyor
5. Pemasangan bucket konveyor
6. Pemasangan motor listrik
7. Pemasangan inverter VFD atau VSD untuk mengatur frekuensi putaran motor.
8. Pemasangan PLC sebagai sistem control.

3.4 Desain Rancangan Konveyor

Pada gambar dibawah ini adalah tampilan gambar desain dari rancang bangun konveyor otomatis berbasis PLC yang akan diaplikasikan menggunakan VFD 1,5 Kw sebagai pengatur frekuensi dan PLC sebagai sistem control.



Gambar 3.4 Desain Konveyor

3.5 Perhitungan Daya Motor Listrik

Menentukan perhitungan pada motor listrik agar tidak terjadi kesalahan pada saat motor mengoperasikan konveyor tersebut.

Diketahui motor 1 :

$$P = 0,55 \text{ kw} = 550 \text{ watt}$$

$$\text{Faktor daya} = 0,75 \cos\phi$$

$$\text{HP} = 0,75 \text{ HP} = 550 \text{ watt}$$

$$V = 220/380 \text{ V}$$

$$f = 50 \text{ Hz}$$

Jawab :

- a. Menghitung jumlah kutub motor

$$n = (60 \cdot f) / p \dots\dots\dots (3.1)$$

$$1500 = 60 \cdot 50 / p$$

$$P = 3000 / 1500$$

$$P = 2 \text{ pasang kutub}$$

Jadi jumlah kutub adalah $2 \times 2 = 4$ kutub

- b. Menghitung kecepatan sinkron motor

$$n_s = (120 \cdot f) / p \dots\dots\dots (3.2)$$

$$n_s = 120 \cdot 50 / 4$$

$$n_s = 6000 / 4$$

$$n_s = 1500 \text{ rpm}$$

Jadi kecepatan motor tersebut adalah 1500 rpm

- c. Menghitung arus motor

$$I = P / (V \cdot \sqrt{3} \cdot \cos\phi) \dots\dots\dots (3.3)$$

$$I = 550 / (220 \cdot 1,73 \cdot 0,75)$$

$$I = 550 / 285,45$$

$$I = 1,93 \text{ A}$$

- d. Menghitung slip pada motor

$$\% \text{ slip} = (n_s - n) / n_s \times 100 \dots\dots\dots (3.4)$$

$$\% \text{ slip} = (1500 - 1400) / 1500 \times 100$$

$$\% \text{ slip} = 6\%$$

Jadi % slip pada motor tersebut adalah 6%

- e. Menghitung torsi motor

$$T = (5252 - HP)/n \times 100 \dots \dots \dots (3.5)$$

$$T = (5252 - 0,75)/1400 \times 100$$

$$T = 3939/1400$$

$$T = 2,82 \text{ lb ft} = 3,83 \text{ Nm}$$

f. Menghitung daya pada motor

$$P = \sqrt{3} \times V \times I \dots \dots \dots (3.6)$$

$$P = 1,73 \times 220 \times 1,93$$

$$P = 734,55 \text{ V.A}$$

Jadi daya untuk motor tersebut adalah 734,55

Volt Ampere

$$P = V \times I \times \text{Cos}\phi$$

$$P = 220\text{V} \times 1,93\text{A} \times 0,75$$

$$P = 550 \text{ watt}$$

Maka motor mengkonsumsi daya listrik sebesar 550 watt

Diketahui motor 2 :

$$P = 0,18 \text{ kw} = 180 \text{ watt}$$

Faktor daya = 0,75 cosφ

$$\text{HP} = 0,25 \text{ HP} = 180 \text{ watt}$$

$$V = 220/380 \text{ V}$$

$$f = 50 \text{ Hz}$$

Jawab :

a. Menghitung jumlah kutub motor

$$n = (60 \cdot f)/p \dots \dots \dots (3.7)$$

$$1500 = 60 \cdot 50/p$$

$$P = 3000/1500$$

$$P = 2 \text{ pasang kutub}$$

Jadi jumlah kutub adalah $2 \times 2 = 4$ kutub

b. Menghitung kecepatan sinkron motor

$$n_s = (120 \cdot f)/p \dots \dots \dots (3.8)$$

$$n_s = 120 \cdot 50/4$$

$$n_s = 6000/4$$

$$n_s = 1500 \text{ rpm}$$

Jadi kecepatan motor tersebut adalah 1500 rpm

c. Menghitung arus motor

$$I = P/(V \cdot \sqrt{3} \cdot \text{cos}\phi) \dots \dots \dots (3.9)$$

$$I = P/220 \cdot 1,73 \cdot 0,75$$

$$I = 180/285,45$$

$$I = 0,63 \text{ A}$$

d. Menghitung slip pada motor

$$\% \text{ slip} = (n_s - n)/n_s \times 100 \dots \dots \dots (3.10)$$

$$\% \text{ slip} = (1500 - 1400)/1500 \times 100$$

$$\% \text{ slip} = 6\%$$

Jadi % slip pada motor tersebut adalah 6%

e. Menghitung torsi pada motor

$$T = (5252 - HP)/n \times 100 \dots \dots \dots (3.11)$$

$$T = (5252 - 0,25)/1400 \times 100$$

$$T = 5065,75/1400$$

$$T = 3,61 \text{ lb ft} = 4,9 \text{ Nm}$$

f. Menghitung daya pada motor

$$P = \sqrt{3} \times V \times I \dots \dots \dots (3.12)$$

$$P = 1,73 \times 220 \times 0,63 \text{ A}$$

$$P = 239,77 \text{ V.A}$$

Jadi daya untuk motor tersebut adalah 239,778

Volt Ampere

$$P = V \times I \times \text{Cos}\phi$$

$$P = 220\text{V} \times 0,63\text{A} \times 0,75$$

$$P = 103,95 \text{ watt}$$

Maka motor mengkonsumsi daya listrik sebesar 103,95 watt

Total keseluruhan daya listrik motor adalah

$$550 \text{ watt} + 103,95 \text{ watt} = 653,95 \text{ watt}$$

3.6 PLC

Berfungsi sebagai kendali untuk konveyor pengayak pasir. Cara kerja PLC :

- PB ON ditekan motor speed 1
- Limit Switch 1 tersentuh motor high speed
- Limit Switch 1 tidak tersentuh low speed
- Limit Switch 1 dan 2 tersentuh low speed

3.7 Ger Box atau Reducer

Berfungsi sebagai pengubah tenaga dari motor. Di bawah ini adalah spesifikasi ger box yang akan digunakan :

Model : NRMV

Ratio : 15 :1

3.8 Limit Switch

Sebuah perangkat elektronika yang berupa aktuator yang terhubung secara mekanis. Berfungsi sebagai pendeteksi gerakan fisik suatu objek melalui kontak langsung dengan sebuah objek.

4. PENGUJIAN DAN PENGUKURAN

4.1 Hasil Perancangan Alat

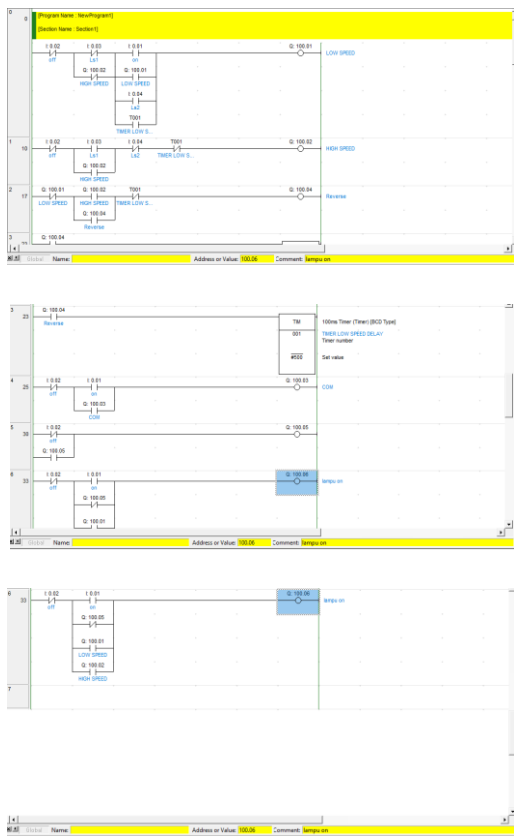
Tampilan gambar rancang bangun konveyor alat pengayak pasir berbasis PLC di lihat di bawah ini :



Gambar 4.1 Rancang Bangun Konveyor

4.2.2 PLC

PLC menggunakan merk omron tipe CP-1E dan power supply 24 volt. Setelah memasang PLC tersebut ke dalam panel dan dengan terpasangnya semua komponen penting yang ada maka dibuatlah suatu program PLC dengan program seperti ini :



Gambar 4.2.4 Diagram Ladder

Pada diagram ladder di atas cara kerja PLC akan seperti ini :

Lampu indikator power menyala merah jika ada daya arus listrik, kemudian jika memulai start lampu indikator hijau akan menyala dan limit switch high speed tersentuh tidak tersentuh oleh pasir maka timer akan berfungsi selama 10 menit untuk

mempertahankan kecepatan. Apabila dalam 10 menit limit switch tidak tersentuh pasir maka kecepatan motor akan turun otomatis menjadi low speed untuk efisiensi daya listrik. Motor akan berjalan difrekuensi 15 Hz untuk low speed sedangkan untuk high speed difrekuensi 25 Hz. Ketika ada beban pasir maka speed akan naik lagi secara otomatis.



Gambar 4.2.4 PLC Omron dan Power Supply

4.3 Pengukuran Kecepatan Motor menggunakan alat Tachometer

Spesifikasi NRMV yang digunakan adalah NRMV 15 : 1 artinya 15 kali putaran pada as in, maka hasil yang didapatkan adalah 1 kali putaran pada as out. Dengan rumus sebagai berikut:

$$N_2 = N_1 : \text{Ratio (i)}$$

$$N_2 = 1500 : 15$$

$$N_2 = 100 \text{ Rpm}$$

Intinya adalah jika frekuensi (Hz) dari VFD ke motor penggerak menjadi semakin kecil, output dari NRMV yang berputar ke roller konveyor juga sangat kecil.

TABEL 4.3 PENGUKURAN KECEPATAN MOTOR TANPA BEBAN MENGGUNAKAN ALAT TACHOMETER

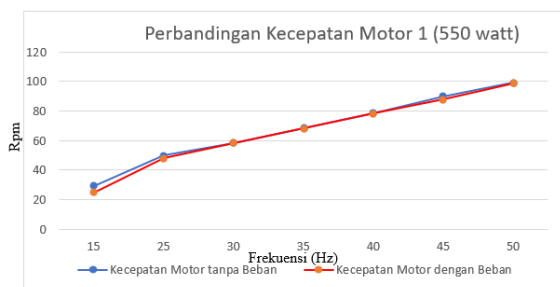
No	Waktu	Frekuensi (Hz)	Motor 1 (550 watt) rpm	Motor 2 (180 watt) rpm
1	11.30	15	29,3	26,8
2	12.00	25	50,0	46,4
3	12.30	30	58,4	56,8
4	13.00	35	68,6	67,4
5	13.30	40	78,7	75,6
6	14.00	45	90,0	85,8
7	14.30	50	99,1	96,7

TABEL 4.4 PENGUKURAN KECEPATAN MOTOR TANPA BEBAN MENGGUNAKAN ALAT TACHOMETER

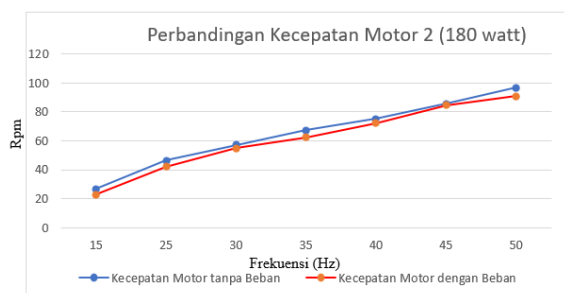
No	Waktu	Frekuensi (Hz)	Motor 1 (550 watt) rpm	Motor 2 (180 watt) rpm
1	15.30	15	25,0	22,7
2	16.00	25	48,0	42,0
3	16.30	30	58,1	55,1
4	17.00	35	68,1	62,4
5	17.30	40	78,2	71,8
6	18.00	45	88,0	84,8
7	18.30	50	98,8	90,9

Pengujian ini di lakukan secara berulang-ulang menggunakan alat Tachometer dan di dapatkan data pada tiap frekuensi.

Dari tabel penelitian tersebut di buatlah sebuah grafik perbandingan frekuensi dengan kecepatan putaran motor :



Gambar 4.3 Grafik Perbandingan Frekuensi dan RPM Motor



Gambar 4.4 Grafik Perbandingan Frekuensi dan RPM Motor

Dari grafik tersebut dapat di simpulkan bahwa dalam menambahkan suatu frekuensi mengakibatkan bertambahnya juga kecepatan putaran motor tanpa beban maupun dengan beban. Semakin besar kecepatan motor konveyor menyebabkan semakin rendah durasi saat mengangkut pasir ke pengayakan.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan :

1. Dengan adanya PLC memudahkan cara pengoprasian.
2. Beban pasir berpengaruh terhadap kecepatan putaran motor listrik. Semakin banyak pasir terangkut maka semakin menurunnya kecepatan putaran motor listrik tersebut.
3. Dengan adanya penambahan frekuensi menyebabkan peningkatan kecepatan putaran motor listrik.

5.2 Saran

Setelah melakukan perancangan, pembuatan dan penelitian masih di dapati kekurangan yang dapat dikembangkan :

1. Untuk memaksimalkan kinerja PLC dan memungkinkan publik memahami pentingnya penggunaan PLC, diperlukan penelitian lebih lanjut tentang penggunaan PLC.
2. Konveyor pasir ini di harapkan nanti kedepannya dapat di produksi lebih banyak lagi dan hasil produksi itu bisa untuk penggunaan dalam skala besar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Aosoby, T. Rusianto, and J. Waluyo, "Perancangan Belt Conveyor sebagai Pengangkut Batubara dengan Kapasitas 2700 Ton/Jam," *J. Tek. Mesin Inst. Sains Teknol. AKPRIND*, vol. 3, no. 1, pp. 45–51, 2016.
- [2] O. Suhendri and B. Lanya, "Rancang Bangun Bucket Elevator Pengangkat Gabah," *J. Tek. Pertan. Lampung*, vol. 3, no. 1, pp. 17–26, 2014, doi: 10.23960/jtep-l.v3i1.
- [3] T. K. Dewi and P. Sasmoko, "Aplikasi Programmable Logic Controller (Plc) Omron Cp1E Na20 Dra Dalam Proses Pengaturan Sistem Kerja Mesin Pembuat Pelet Ikan," *Gema Teknol.*, vol. 17, no. 4, pp. 170–177, 2015, doi: 10.14710/gt.v17i4.8937.
- [4] N. Evalina and A. A. Zulfikar, "Pengaturan Kecepatan Putaran Motor Induksi 3 Fasa Menggunakan Programmable Logic Controller," *J. Electr. Technol.*, vol. 3, no. 2, pp. 73–80, 2018.
- [5] J. M. Listrik, P. M. Listrik, P. E. Energi, D. P. Opsi, and L. Kerja, "Pedoman efisiensi energi untuk Industri di Asia: Motor listrik 1.," *energy Effic. asia.org ©UNEP 1*, pp. 1–26, 2004.
- [6] I. nyoman Bagja and I. M. Parsa, "Motor-motor Listrik," *J. Phys. A Math. Theor.*, vol. 44, no. 8, pp. 1689–1699, 2011.
- [7] Gomgom and I. Effendi, "Penerapan Variable Frequency Drive Pada Motor Fuel Screw Feeder Untuk Bahan Bakar Pada Sistem Boiler," *J. Desiminasi Teknol. ISSN 9772503539042*, vol. 2, no. 1, pp. 50–59, 2015.

- [8] Jurnal Pribadi, “Motor Induksi,” *Mot. Induksi Satu Fasa*, pp. 1-23 ,Teknik Elektro UNILAK Pekanbaru, 2017, [Online]. Available:
<https://drive.google.com/file/d/1LhWupCci2es1DbNUu6-jgf7G2UNzXK6p/view?usp=sharing>.
- [9] M. Bruha, K. Pietiläinen, and A. Rauber, “High Speed Electrical Drives - Perspective of VFD Manufacturer,” in *E3S Web of Conferences*, 2020, vol. 178, doi: 10.1051/e3sconf/202017801006.
- [10] V. F. Drive, K. Automation, and W. Pg, “1 Mini type VFD of CV20 series,” pp. 5–8.