

Analisis Kinerja Sistem Kontrol Pengasutan Motor Listrik Pada Pabrik Gula di Takalar

^{1*}Muh. Ihsan Zulfikar

¹Universitas Negeri Makassar, Makassar

Email: muh.ihsan.zulfikar@unm.ac.id

ABSTRAK

Jenis penelitian ini adalah penelitian deskriptif kuantitatif yang bertujuan untuk mengetahui: (a) kesesuaian sistem kontrol pengasutan motor listrik yang diterapkan di pabrik gula Takalar, dan (b) kesesuaian peralatan pengasutan yang terpasang pada pabrik gula Takalar dengan PUIL 2011 dan instalasi arus kuat. Pengumpulan data dilakukan dengan dua cara yaitu melalui teknik dokumentasi dan wawancara. Pengolahan data yang diperoleh dilakukan dengan analisis deskriptif yang menggambarkan atau menjelaskan mengenai sistem kontrol pengasutan motor listrik pada pabrik gula Takalar kemudian membandingkannya dengan PUIL 2011 dan instalasi listrik arus kuat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa: (a) sistem kontrol pengasutan motor listrik pada pabrik gula Takalar masih ada yang tidak sesuai dengan standar, sebanyak 6 motor menggunakan pengasutan yang sesuai, sedangkan 14 buah motor menggunakan pengasutan yang tidak sesuai dengan standar PUIL 2011 dan (b) peralatan pengasutan, dari 20 buah motor listrik yang dijadikan sampel, sebanyak 13 buah motor menggunakan peralatan yang tidak sesuai dan sebanyak 7 buah menggunakan peralatan yang sesuai.

Kata Kunci: Analisis, Sistem Kontrol, Pengasutan Motor Listrik

ABSTRACT

This type of research is quantitative descriptive research aimed at determining: (a) the suitability of the electric motor starting control system applied in the Takalar sugar factory, and (b) the suitability of the starting equipment installed at the Takalar sugar factory with PUIL 2011 and high-current electrical installations. Data collection is carried out in two ways, namely through documentation techniques and interviews. The obtained data is processed using descriptive analysis that describes or explains the electric motor starting control system at the Takalar sugar factory and then compares it with PUIL 2011 and high-current electrical installations. The research results show that: (a) the electric motor starting control system at the Takalar sugar factory still has some parts that do not comply with the standards, with 6 motors using appropriate starting, while 14 motors use starting equipment that does not comply with the PUIL 2011 standard, and (b) of the 20 electric motors sampled, 13 use unsuitable starting equipment and 7 use suitable equipment.

Keywords: Analysis, Control System, Electric Motor Starting

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi yang begitu cepat tidak lepas dari perkembangan kemajuan pada bidang energi listrik. Hal ini dapat dilihat dengan semakin luasnya penggunaan energi listrik baik untuk keperluan rumah tangga, industri, dan bisnis sehingga dapat dikatakan bahwa energi listrik hampir tidak dapat dipisahkan dari kehidupan manusia [1]. Pabrik gula Takalar merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dalam bidang industri pengolahan tebu menjadi gula pasir di Kabupaten Takalar. Kebutuhan akan energi listrik dalam perusahaan ini cukup besar, disebabkan pemakaian motor-motor listrik sebagai penggerak utamanya [2]. Jenis motor listrik yang paling banyak digunakan pada perusahaan tersebut adalah motor listrik *alternating current* (AC) 1 fasa dan 3 fasa [3].

Motor listrik *alternating current* (AC) 1 fasa banyak digunakan pada kegiatan-kegiatan kecil misalnya pada kipas angin dan *exhaus* [4]. Terkhusus motor induksi 3 Fasa adalah alat penggerak yang paling banyak digunakan pada pabrik tersebut dimana persentase penggunaannya sebanyak 99%, bahkan memang banyak digunakan di dunia industri secara umum. Hal ini dikarenakan motor ini mempunyai konstruksi yang sederhana, kokoh, harganya *relative* murah, serta perawatannya yang murah. Namun dibalik kelebihanannya ada beberapa kekurangan pada motor tersebut, yang pertama adalah dalam men-*start* sebuah motor yaitu *problem* pada arus awal yang besar [5].

Kedua adalah bahwa momen awal yang sering terlampaui kecil. Hal ini dapat dipengaruhi oleh sistem pengasutan motor tersebut. Momen awal yang kecil dapat mengakibatkan kenaikan arus berkali-kali lipat dari arus beban penuhnya. Dengan demikian, dikatakan sistem pengasutan motor sangat mempengaruhi kinerja motor induksi tersebut [6].

Dalam proses pengoperasian motor-motor listrik terbagi menjadi beberapa jenis pengontrolan, diantaranya sistem pengasutan *Direct On Line* (DOL), pengasutan bintang-segitiga dan pengasutan dengan *autotrafo* [7]. Sistem pengasutan motor yang digunakan sangat mempengaruhi kelangsungan kinerja motor tersebut. Pada bagian *maintenance*, teknisi dan *power plant* sering terjadi kerusakan tiba-tiba pada bagian kontaktor sebagai komponen sistem kontrol pengasutan motor. Kerusakan tersebut terjadi karena koil kontaktor yang terbakar atau fungsi *magnetic* tidak lagi bekerja yang dapat mengakibatkan motor listrik akan ikut terbakar [8]. Masalah lain yang sering terjadi adalah *thermal overload relay* (TOR) putus dan *No Fuse Breaker* (NFB) yang terbakar juga merupakan salah satu komponen sistem kontrol pengasutan motor. Hal tersebut dapat berdampak pada rusaknya motor, sehingga motor tersebut harus diganti dengan motor yang lain. Kerusakan ini harus secepatnya dilakukan perbaikan tanpa menghentikan proses produksi. Berdasarkan uraian tersebut peneliti merasa perlu untuk melakukan penelitian pada sistem kontrol pengasutan motor listrik pada pabrik gula di Takalar.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian deskriptif kuantitatif yaitu penelitian yang bertujuan untuk menggambarkan sistem kontrol pengasutan motor listrik pada pabrik gula Takalar [9]. Teknik pengumpulan data pada penelitian ini dengan menggunakan teknik wawancara untuk memperoleh informasi tentang sistem kontrol pengasutan motor listrik dengan jalan mengadakan komunikasi dan tanya jawab dengan orang-orang yang berkompeten dengan objek penelitian. Tanya jawab dilakukan secara langsung dengan dua orang subjek penelitian sebagai informan, akan ditanyakan apa saja yang berkaitan dengan objek yang diteliti. Teknik ini cocok digunakan untuk mengetahui data yang diperlukan dalam mengevaluasi sistem pengasutan motor. Teknik berikutnya melalui dokumentasi yaitu mengumpulkan data tentang motor listrik dan komponen peralatan pengasutan motor listrik yang digunakan pada pabrik gula Takalar, kemudian mengolah data tersebut untuk dijadikan bahan acuan saat melakukan penelitian.

Guna memperoleh jawaban terhadap permasalahan penelitian yang telah dirumuskan maka dibutuhkan analisis data langsung yang dikumpulkan selama penelitian berlangsung. Untuk mengolah data dalam penelitian digunakan teknik analisis data deskriptif dimana teknik analisis tersebut digunakan untuk menggambarkan data yang telah diperoleh. Kemudian untuk menentukan spesifikasi nilai arus pada MCB yang harus dipasang yaitu dengan menggunakan rumus :

$$I \text{ (MCB)} = \text{persentase arus beban penuh (\%)} \times I_n \text{ Motor [10]}$$

Jika motor diasut menggunakan metode DOL atau bintang-segitiga maka rumusnya adalah:

$$I = 250\% \times I_n \text{ Motor}$$

Jika motor diasut menggunakan metode *auto-transformer* maka rumusnya adalah:

$$I = 200\% \times I_n \text{ Motor}$$

Hasil dari perhitungan tersebut kemudian dibandingkan dengan data motor dan peralatan kontrol yang digunakan. Data yang diperoleh dijadikan bahan evaluasi untuk mengetahui isi sistem control pengasutan motor listrik pada pabrik gula Takalar.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam pengoperasiannya pabrik gula Takalar menggunakan mesin-mesin yang diawasi langsung oleh manusia, yakni para karyawan yang bekerja pada bagian produksi pabrik tersebut selama 24 jam. Pabrik Gula Takalar dibangun dengan kapasitas giling 3000 ton per hari. Mesin yang bekerja pada pabrik tersebut digerakkan oleh turbin dan motor-motor listrik dengan daya yang berbeda sesuai fungsi dan besarnya beban yang harus dijalankan oleh motor listrik. Berdasarkan hasil wawancara dengan kepala kelistrikan, motor listrik yang terpasang disuplai dengan daya listrik yang berasal dari 3 sumber, yaitu:

- Jaringan listrik PLN 380 V daya 2180 KVA.
- 2 Buah Turbin Alternator (PLTU) 380 V daya 2880 KVA x 2 = 5760 KVA.
- 1 buah Diesel (PLTD) 380 V daya 400 KVA.

Pada saat beroperasi beban puncak yang terpakai bisa mencapai 2700 KW. Sumber yang paling banyak digunakan

pada saat musim giling atau dalam keadaan pabrik beroperasi adalah sumber listrik dari turbin uap yang dioperasikan secara bergantian. Adapun untuk sumber listrik dari PLN dioperasikan sepenuhnya ketika pabrik dalam keadaan tidak beroperasi. Sedangkan untuk sumber listrik diesel hanya digunakan sebagai tenaga cadangan. Penggunaan pembangkitan sendiri akan menghemat biaya produksi dari segi ekonomis, contohnya pada pembangkit turbin alternator yang menggunakan ampas atau limbah tebu sebagai bahan bakar.

Jumlah motor listrik keseluruhan pada pabrik gula Takalar adalah 300 buah. Jumlah tersebut meliputi 125 buah motor yang beroperasi selama proses produksi, 125 buah motor yang disiapkan sebagai cadangan untuk menggantikan apabila terjadi kerusakan pada motor yang sedang bekerja, dan 50 buah motor yang disimpan pada bengkel listrik. Motor listrik tersebut bervariasi mulai dari motor dengan daya yang kecil (0,35kW) sampai yang besar (200 kW).



Gambar 1 Motor 3 Fasa 175 Kw

Sebanyak 20 buah motor listrik yang dijadikan sampel oleh peneliti yang masing-masing mempunyai daya yang berbeda mulai dari motor dengan daya yang terkecil sampai yang terbesar. Motor dengan daya yang berbeda, tentu mempunyai metode pengasutan yang berbeda pula. Dengan mengambil sampel sebanyak 20 motor, diharapkan dapat mewakili seluruh jumlah motor yang ada pada pabrik tersebut dalam segi metode pengasutan. Motor-motor tersebut mempunyai spesifikasi yang berbeda-beda begitu pula dengan sistem pengasutannya, mulai dari motor dengan daya 0,35 KW sampai 200 KW. Motor dengan daya 0,35-5kW menggunakan sistem pengasutan dengan metode *Direct On Line (DOL)*. Kemudian motor dengan daya 10-125 kW menggunakan sistem pengasutan Bintang-Segitiga (Y-Δ). Sedangkan motor dengan daya 170-200kW menggunakan sistem pengasutan dengan *auto transformer*. Namun ada beberapa motor yang mempunyai daya besar masih diasut dengan pengasutan DOL tetapi menggunakan alat dengan kapasitas arus yang besar.

Arus nominal atau kapasitas arus dapat bekerja dengan normal tanpa mengalami gangguan atau efek apapun. Untuk mengetahui besarnya arus nominal motor maka dihitung menggunakan rumus :

$$I_n = \frac{P}{E \cdot \cos\omega \cdot h \cdot \sqrt{3}}$$

Ket :

- In = Arus nominal atau arus pada beban penuh (A)
- P = Daya motor (kW)
- E = Tegangan jala-jala (V)
- Cosω = 80% atau 0,8
- h = rendamen/efisiensi (0,85)
- √3 = 1,73

Diketahui daya motor pada pabrik gula di Takalar sebesar 2 kW disuplai dengan tegangan 380 V AC 3 fasa, maka arus beban penuh motor tersebut adalah:

$$I_n = \frac{P}{E \cdot \cos\omega \cdot h \cdot \sqrt{3}}$$

$$I_n = \frac{2000}{380 \times 0,8 \times 0,85 \times 1,73}$$

$$I_n = \frac{2000}{447}$$

$$I_n = 4,5 \text{ A}$$

Selanjutnya untuk menghitung ukuran peralatan yang seharusnya dipasang, harus memperhatikan nilai pengenal atau setelan tertinggi gawai pengaman sirkit motor berdasarkan PUIL 2011. Untuk menentukan spesifikasi nilai arus pada MCB yang harus dipasang yaitu dengan menggunakan rumus:

$$I (\text{MCB}) = \text{persentase arus beban penuh (\%)} \times I_n \text{ Motor}$$

Jika motor diasut menggunakan metode DOL atau bintang-segitiga maka rumusnya adalah:

$$I = 250\% \times I_n \text{ Motor}$$

Jika motor diasut menggunakan metode *auto-transformer* maka rumusnya adalah:

$$I = 200\% \times I_n \text{ Motor}$$

Jadi, ukuran MCB yang seharusnya terpasang adalah 16 A.

Jika data yang diperoleh dihitung menggunakan kedua persamaan tersebut kemudian dibandingkan dengan data peralatan yang ada pada pabrik tersebut maka diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 1 Hasil Perhitungan Arus Nominal Motor dan Ukuran Nominal Peralatan

No	Nama Motor	Spesifikasi	Metode Pengasutan di Pabrik	*Standar Metode Pengasutan	Sesuai/ Tidak sesuai	Ket.
1.	Belt Konveyor Limbah	380 V 11 kW	Pengasutan DOL	Pengasutan dengan <i>Auto Transformator</i>	Tidak Sesuai	Daya motor 15kW yakni >8kW seharusnya menggunakan pengasutan <i>Autotransformator</i>
2.	Pencacah Limbah	380 V 7,5 kW	Pengasutan DOL	Pengasutan Bintang-Segitiga (Y-Δ)	Tidak Sesuai	Daya motor 15kW yakni >8kW seharusnya menggunakan pengasutan <i>Autotransformator</i>
3.	Penghisap Nira Mentah	380 V 30 kW	Pengasutan DOL	Pengasutan dengan <i>Auto Transformator</i>	Tidak Sesuai	Daya motor 15kW yakni >8kW seharusnya menggunakan pengasutan <i>Autotransformator</i>
4.	Pompa Leburan	380 V 15 kW	Pengasutan DOL	Pengasutan dengan <i>Auto Transformator</i>	Tidak Sesuai	Daya motor 15kW yakni >8kW seharusnya menggunakan pengasutan <i>Autotransformator</i>
5.	Pompa Solar	380V 0,35 kW	Pengasutan DOL	Pengasutan DOL	Sesuai	Daya motor 0,35 kW yakni <4kW menggunakan pengasutan DOL
6.	Evaporator	380 V 2 kW	Pengasutan DOL	Pengasutan DOL	Sesuai	Daya motor 2 kW yakni <4kW menggunakan pengasutan DOL
7.	Fixed Mixer	380 V 3 kW	Pengasutan DOL	Pengasutan DOL	Sesuai	Daya motor 3 kW yakni <4kW menggunakan pengasutan DOL
8.	Recirculation	380 V 5 kW	Pengasutan DOL	Pengasutan Bintang-Segitiga (Y-Δ)	Tidak Sesuai	Daya motor 5kW harusnya >4kW menggunakan pengasutan Y-Δ
9.	Motor N7	380 V 90 kW	Pengasutan Bintang-Segitiga (Y-Δ)	Pengasutan dengan <i>Auto Transformator</i>	Tidak Sesuai	Daya motor 90 kW yakni >8kW seharusnya menggunakan pengasutan <i>Autotransformator</i>
10.	Ambibisi	380 V 22 kW	Pengasutan Bintang-Segitiga (Y-Δ)	Pengasutan dengan <i>Auto Transformator</i>	Tidak Sesuai	Daya motor 22 kW yakni >8kW seharusnya menggunakan pengasutan <i>Autotransformator</i>

11.	Grasshoper	380 V 10 kW	Pengasutan Bintang- Segitiga (Y- Δ)	Pengasutan dengan <i>Auto Transformer</i>	Tidak Sesuai	Daya motor 10 kW yakni >8kW seharusnya menggunakan pengasutan <i>Autotransformator</i>
12.	Bagasse Feeder	380 V 15 kW	Pengasutan Bintang- Segitiga (Y- Δ)	Pengasutan dengan <i>Auto Transformer</i>	Tidak Sesuai	Daya motor 15kW yakni >8kW seharusnya menggunakan pengasutan <i>Autotransformator</i>
13.	Low Grade	380 V 90 kW	Pengasutan Bintang- Segitiga (Y- Δ)	Pengasutan dengan <i>Auto Transformer</i>	Tidak Sesuai	Daya motor 90 kW yakni >8kW seharusnya menggunakan pengasutan <i>Autotransformator</i>
14.	Bagasse Elevator	380 V 22 kW	Pengasutan Bintang- Segitiga (Y- Δ)	Pengasutan dengan <i>Auto Transformer</i>	Tidak Sesuai	Daya motor 22 kW yakni >8kW seharusnya menggunakan pengasutan <i>Autotransformator</i>
15.	Meal Bear Cool	380 V 30 kW	Pengasutan Bintang- Segitiga (Y- Δ)	Pengasutan dengan <i>Auto Transformer</i>	Tidak Sesuai	Daya motor 30 kW yakni >8kW seharusnya menggunakan pengasutan <i>Autotransformator</i>
16.	Bagasse Distribute	380 V 75 kW	Pengasutan Bintang- Segitiga (Y- Δ)	Pengasutan dengan <i>Auto Transformer</i>	Tidak Sesuai	Daya motor 75 kW yakni >8kW seharusnya menggunakan pengasutan <i>Autotransformator</i>
17.	Vacum Fan	380 V 110 kW	Pengasutan Bintang- Segitiga (Y- Δ)	Pengasutan dengan <i>Auto Transformer</i>	Tidak Sesuai	Daya motor 110 kW yakni >8kW seharusnya menggunakan pengasutan <i>Autotransformator</i>
18.	Inj. Cooling Tower	380 V 170 kW	Pengasutan dengan <i>Auto Transformer</i>	Pengasutan dengan <i>Auto Transformer</i>	Sesuai	Daya motor 185kW yakni >5kW menggunakan pengasutan <i>Auto Transformer</i>
19.	Cane Lifter	380 V 185 kW	Pengasutan dengan <i>Auto Transformer</i>	Pengasutan dengan <i>Auto Transformer</i>	Sesuai	Daya motor 185kW yakni >5kW menggunakan pengasutan <i>Auto Transformer</i>
20.	Pencacah Tebu	380 V 200 kW	Pengasutan dengan <i>Auto Transformer</i>	Pengasutan dengan <i>Auto Transformer</i>	Sesuai	Daya motor 185kW yakni >5kW menggunakan pengasutan <i>Auto Transformer</i>

Dari hasil penelitian beberapa motor listrik pada pabrik gula Takalar, pengasutan motor ataupun metode pengasutan tidak sesuai dengan standar, misalnya pada motor 10 kW menggunakan metode pengasutan Bintang-Segitiga, sementara berdasarkan aturan PUIL, seharusnya menggunakan metode pengasutan dengan *auto-transformator* karena daya motor tersebut lebih dari 8 kW. Ini menandakan bahwa tidak sesuai sistem pengasutan motor tersebut dengan aturan yang ada. Berdasarkan hasil perhitungan dengan rumus yang digunakan, penggunaan peralatan kontrol motor, masih ada beberapa motor yang menggunakan peralatan kontrol dan pengaman motor yang belum sesuai dengan standar aturan yang berlaku. Penggunaan peralatan kontrol pengasutan motor pada pabrik Gula Takalar menggunakan peralatan seadanya yang sudah beroperasi lama atau alat yang ada dipersediaan dan jumlahnya terbatas bahkan sudah tidak layak digunakan. Maka terkadang walaupun tidak sesuai dengan standar, namun tetap digunakan untuk kelangsungan proses produksi.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan sistem kontrol pengasutan motor listrik pada Pabrik Gula Takalar, maka dapat disimpulkan dan diberikan saran sebagai berikut:

1. Penggunaan sistem kontrol pengasutan untuk motor listrik pada pabrik gula Takalar khususnya untuk motor induksi 3 fasa berdasarkan daya, dari 20 buah motor yang dijadikan sampel sebanyak 6 motor menggunakan pengasutan yang sesuai, sedangkan sebanyak 14 buah motor menggunakan pengasutan yang tidak sesuai dengan PUIL 2011.
2. Penggunaan peralatan sistem kontrol pengasutan motor pada pabrik gula Takalar, dari 20 buah motor listrik yang dijadikan sampel sebanyak 13 buah menggunakan peralatan yang tidak sesuai dan sebanyak 7 buah menggunakan peralatan yang sesuai.
3. Hendaknya melakukan peninjauan ulang terhadap sistem kontrol pengasutan motor listrik yang baik dan sesuai dengan standar yang berlaku agar kelangsungan pengoperasian motor listrik dapat berjalan dengan baik.
4. Seharusnya pemasangan peralatan sistem kontrol pengasutan harus benar-benar diperhatikan tentang kelayakan pakai dari peralatan tersebut. Diupayakan ketika peralatan tersebut sudah berumur cukup lama maka segera digantikan dengan alat yang baru agar bisa meminimalisir terjadinya kerusakan pada sistem pengontrolan.
5. Pengawas dan operator sebaiknya diberikan pemahaman oleh orang yang berkompeten sehingga dapat menyikapi motor listrik dengan baik dan benar sehingga meminimalisir terjadinya kerusakan.
6. Sebaiknya sistem pengontrolan motor listrik pada pabrik gula Takalar ditingkatkan dari sistem kontrol manual ke sistem kontrol semi otomatis, karena sistem pengontrolan tersebut dapat mengefisienkan proses produksi.

REFERENSI

- [1] H. N. Handoko, T. Sukmadi, and K. Karnoto, "Pengendali Motor Induksi Tiga Fasa Menggunakan Programmable Logic Control (Plc) Untuk Pengolahan Kapuk," *Transient J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 3, no. 1, pp.29–36, 2014, [Online]. Available: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/transient/article/view/4868>
- [2] Y. Badruzzaman, "Pengasutan Konvensional Motor Induksi Tiga Fasa Rotor Sangkar Tupai," *Jur. Tek. Elektro Terap.*, vol. 1, no. 6, pp. 41–47, 2018.
- [3] M. U. U. Anwar, D. Nugroho, and A. A. Nugroho, "Analisa Perbandingan Pengasutan Motor Induksi 3 Fasa Soft Starter IGBT Berbasis Sine-Triangle dan Sine-Sawtooth PWM Menggunakan Matlab Simulink," *Elektrika*, vol. 14, no. 2, p. 49, 2022, doi: 10.26623/elektrika.v14i2.5200.
- [4] S. Said Akhmad, dan Purwito, J. Teknik Elektro, P. Negeri Ujung Pandang, and J. Perintis Kemerdekaan, "Pengaruh Pengasutan Motor Induksi Terhadap Kualitas Daya Listrik," *Pengaruh Pengasutan Mot. Induksi Terhadap Kualitas Daya List.*, vol. 9, no. 1, pp. 585–591, 2023.
- [5] I. Hermawan, Y. Yantoro, and T. Riyadi, "Pengendalian Motor Listrik 3 Fasa Hubungan Bintang Segitiga (Star-delta) Secara Manual," *Power Elektron.*, vol. 1, no. 2, p. 159785, 2012, [Online]. Available: <https://www.neliti.com/id/publications/159785/>
- [6] J. Siburian, Jumari, and A. Simangunsong, "Studi Sistem Star Motor Induksi 3 Fasa Dengan Metode Star Delta Pada Pt . Toba Pulp Lestari Tbk," *Tekno. Energi Dua*, vol. 9, no. 2, pp. 84–85, 2020.
- [7] A. Dani and D. Erivianto, "Studi Perbandingan Arus Start Motor Induksi Sistem Pengasutan Dol Dan Star Delta Menggunakan Automation Studio," *J. Indones. Sos. Teknol.*, vol. 4, no. 4, pp. 413–422, 2023, doi: 10.59141/jist.v4i4.602.
- [8] A. A. Asril and P. M. -, "Prototype Smart Parking Lift System Berbasis Arduino," *J. Ilm. Poli Rekayasa*, vol. 9, no. 2, p. 21, 2018, doi: 10.30630/jipr.13.2.88.
- [9] dea aulya Sari sasi gendro, *Buku Metode Penelitian Kualitatif & Kuantitatif*, no. March. 2022.
- [10] M. S. Mumu, M. Pakiding, A. F. Nelwan, and F. Lisi, "Evaluasi Arus Asut Y- Δ dengan Kapasitor Tambahan pada Motor Listrik Pompa Re-Injeksi Di Area Panas Bumi Lahendong," *E-Journal Tek. ElektroDanKomput.*, vol.3,no.2,pp.41–52,2014,[Online].Available: <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/elekdankom/article/viewFile/4495>