

Studi Kasus: Dampak Panjang Kabel Penghantar terhadap Drop Tegangan dalam Distribusi Daya dari Generator ke Motor Induksi 3 Fasa di Unit Screw Press PTP Nusantara II Sawit Hulu

Case Study: Impact of Conductor Cable Length on Voltage Drop in Power Distribution from Generator to 3-Phase Induction Motor in PTP Nusantara II Sawit Hulu Screw Press Unit

Bayu Hillam Saputra Tambunan¹ dan Karti^{1*}

¹Program Studi Teknik Mekanika, Politeknik Teknologi Kimia Industri Medan, Medan, Sumatera Utara, Indonesia

*Corresponding author : kartisamsung179@gmail.com

Diterima: 10-10-2023

Disetujui: 23-10-2023

Dipublikasikan: 11-12-2023

IRAJTMA is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.



Abstrak

Drop tegangan merupakan besarnya tegangan yang hilang pada suatu penghantar. Jatuh tegangan pada saluran tenaga listrik secara umum berbanding lurus dengan panjang saluran dan beban serta berbanding terbalik dengan luas penampang penghantar. Besarnya jatuh tegangan dinyatakan baik dalam persen atau dalam besaran Volt. Analisa menentukan drop tegangan pada pendistribusian daya dari generator ke motor induksi tiga fasa di PT. Perkebunan Nusantara II Sawit Hulu menggunakan bahan kabel penghantar tembaga sepanjang 30 meter dengan luas penampang 400 mm². Jenis bahan kawat tembaga dengan nilai mutlak tegangan kirim sebesar 389 volt dan nilai mutlak tegangan terima sebesar 385 Volt. Sehingga terjadi drop tegangan berdasarkan panjang kabel penghantar sebesar 4 Volt dan jika dipersenkan nilai drop tegangan tersebut sebesar 1,03 %.

Kata Kunci : Drop Tegangan, Kabel Penghantar, Luas Penampang.

Abstract

Voltage drop is the amount of voltage lost in a conductor. The voltage drop on electric power lines is generally directly proportional to the length of the line and the load and inversely proportional to the cross-sectional area of the conductor. The magnitude of the voltage drop is expressed either in percent or in Volts. The analysis determines the voltage drop in the power distribution from the generator to the three-phase induction motor at PT. Perkebunan Nusantara II Sawit Hulu uses 30 meters of copper conductor cable with a cross-sectional area of 400 mm². This type of copper wire material has an absolute sending voltage value of 389 volts and a total receiving voltage value of 385. So there is a voltage drop based on the length of the conducting cable of 4 Volts, and if it is a percentage, the voltage drop value is 1.03%.

Keywords: Voltage Drop, Conducting Cable, Cross-Sectional Area.

1. Pendahuluan

Drop tegangan merupakan besarnya tegangan yang hilang pada suatu penghantar. Jatuh tegangan pada saluran tenaga listrik secara umum berbanding lurus dengan panjang saluran dan beban serta berbanding terbalik dengan luas penampang penghantar. Besarnya jatuh

tegangan dinyatakan baik dalam persen atau dalam besaran Volt. Besarnya batas atas dan bawah ditentukan oleh kebijaksanaan perusahaan kelistrikan. Perhitungan jatuh tegangan praktis pada batas-batas tertentu dengan hanya menghitung besarnya tahanan masih dapat dipertimbangkan, namun pada sistem jaringan khususnya pada sistem tegangan menengah masalah induktansi dan kapasitansinya diperhitungkan karena nilainya cukup berarti. Tegangan Jatuh atau drop voltage adalah besar penurunan atau kehilangan nilai tegangan listrik pada suatu penghantar dari nilai tegangan normalnya, atau bisa juga disebut bahwa tegangan jatuh adalah selisih antara besar tegangan pangkal (Sumber) dengan besar tegangan ujung (beban) dari suatu instalasi listrik.

PT Perkebunan Nusantara II Sawit Hulu adalah pabrik yang bergerak dalam pengolahan buah kelapa sawit. Dengan komitmen untuk menghasilkan produksi kapasitas maksimal, sehingga penyebab kerugian-kerugian harus segera ditangani. Penulis melakukan Praktek Kerja Lapangan (PKL) pada tanggal 20 Juni 2022 sampai 20 Agustus 2022. Jam 06.45 – 17.00 Kecuali hari libur dan istirahat makan siang.

Bentuk penanganan yang dilakukan yaitu, memastikan sistem operasional dan instalasi pabrik berjalan dengan baik dan benar. Dengan demikian setiap peralatan yang dapat menimbulkan losis yang berlebihan akan segera ditangani. Peralatan listrik seperti motor induksi yang sangat dibutuhkan terutama oleh kalangan industri atau komersial. Penggunaan motor AC yang paling luas penggunaannya adalah motor induksi, hampir 90% aplikasi motor pada industri menggunakan jenis motor induksi. Alasan utama, karena motor jenis ini memiliki struktur yang kokoh, keandalan tinggi, harga relatif murah, dan perawatan mudah. Motor induksi memerlukan energi listrik agar motor induksi dapat bekerja. Besaran listrik yang sangat mempengaruhi kerjanya motor listrik adalah besaran tegangan dalam volt. Jika terjadi Drop tegangan menyebabkan meningkatnya rugi motor induksi dan menyebabkan menurunnya efisiensi motor induksi dan sebaliknya jika terjadi kenaikan tegangan maka terjadi peningkatan efisiensi motor induksi (Hamdani, Arnawan Hasibuan, 2019)

Drop tegangan dengan pasokan tegangan yang lebih rendah dari pada nilai nominal motor induksi maka arus yang mengalir akan lebih besar dari nilai nominalnya untuk menanggung beban penuh, apabila penurunan tegangan yang terjadi melebihi batas toleransi yang diizinkan, maka secara teknis akan mengakibatkan terganggunya kinerja peralatan listrik konsumen seperti berbagai jenis lampu, alat-alat pemanas dan motor-motor listrik. Drop tegangan adalah selisih antara tegangan ujung pengirim dan tegangan ujung penerimaan. Drop tegangan disebabkan oleh hambatan dan arus pada saluran bolak-balik besarnya tergantung dari impedansi dan admitansi saluran serta pada beban dan faktor daya (Reihan Zulfikar, 2018).

Penelitian ini bertujuan untuk menghitung dan menentukan besarnya drop tegangan yang terjadi pada panjang kabel penghantar saat pendistribusian daya dari generator ke motor induksi 3 fasa di unit screw press. Penelitian ini juga bertujuan untuk menghitung besarnya luas penampang kabel penghantar arus listrik saat mendistribusikan daya dari generator ke motor induksi 3 fasa di unit screw press.

2. Metode Penelitian

2.1. Tempat dan waktu

Penelitian Mahasiswa adalah peserta didik dalam kegiatannya perlu mengaplikasikan teori-teori yang telah didapatkan dalam proses belajar selama berlangsungnya perkuliahan. Politeknik Teknologi Kimia Industri Medan merupakan perguruan tinggi yang bertanggung jawab untuk mempersiapkan mahasiswa sebagai sumber daya manusia yang ahli dan terampil.

Karena itu, Politeknik Teknologi Kimia Industri Medan, dalam upaya peningkatan sumber daya manusia yang siap dipakai di dunia kerja, terlebihnya di dunia Industri. Melaksanakan Praktek Kerja Lapangan (PKL) sebagai sarana pengembangan diri, pengetahuan dan kemampuan sesuai dengan bidang ilmunya. Adapun tempat dan waktu penelitian yang dilakukan yaitu:

Tempat penulis melakukan Praktek Kerja Lapangan (PKL) ialah di Pabrik Kelapa Sawit di PTP Nusantara II Sawit Hulu berlokasi di Kecamatan Sawit Seberang, Kabupaten Langkat, Provinsi Sumatera Utara. Penulis melakukan Praktek Kerja Lapangan (PKL) pada tanggal 20 Juni 2022 sampai 20 Agustus 2022. Jam 06.45 – 17.00 Kecuali hari libur dan istirahat makan siang.

2.2. Pengumpulan data

Dalam rangka pengumpulan data pada proses praktek kerja lapangan dari awal sampai akhir dilakukan dengan menggunakan dua metode penelitian. Metode yang digunakan yaitu:

a. Metode tinjauan pustaka

Metode ini dilakukan dengan menggunakan literature, buku serta jurnal-jurnal sebagai pertimbangan dalam mempelajari hubungan atau keterkaitan tempat kerja praktek atau objek yang di bahas. Mempelajari bagaimana cara menentukan *drop* tegangan pada distribusi daya dari generator ke motor induksi 3 fasa disebabkan panjang kabel penghantar *unit screw press*.

b. Metode peninjauan langsung

Metode ini dilakukan dengan turun langsung kelapangan pabrik PT Perkebunan Nusantara II Sawit Hulu, hal yang dilakukan sebagai berikut :

1. Metode wawancara

Cara pengumpulan data dengan mengadakan wawancara atau tanya jawab secara langsung dengan karyawan atau pembimbing lapangan.

2. Metode observasi

Melakukan peninjauan langsung (*observasi*) kelapangan untuk mengenali lingkungan tempat berlangsung Praktek Kerja Lapangan (PKL), mengetahui berapa besar *drop* tegangan yang terjadi pada panjang kabel penghantar saat pendistribusian daya dari generator ke motor induksi 3 fasa di unit *screw press* PT Perkebunan Nusantara II Sawit Hulu.

2.3. Analisa data

Dalam pengumpulan dan penyusunan data untuk memecahkan permasalahan, diperlukan suatu cara yang dapat memenuhi hasil yang dapat dicapai. Pengambilan data dilakukan secara langsung dengan mempelajari dan melakukan pengamatan. Adapun langkah-langkah yang diterapkan dalam pengambilan data, yaitu sebagai berikut:

1. Membuat tabel dan menyusun data-data yang telah didapatkan dari pabrik di PT Perkebunan Nusantara II Sawit Hulu.
2. Menggunakan rumus yang berkaitan dengan *drop* tegangan.
3. Menggunakan rumus yang berkaitan dengan luas penampang kabel
4. Mengadakan konsultasi langsung dengan karyawan pabrik untuk memperoleh setiap data yang diperlukan.
5. Mengadakan konsultasi dengan dosen pembimbing dalam mengarahkan penyelesaian karya akhir.
6. Mempelajari rumus *drop* tegangan yang disebabkan panjang kabel penghantar listrik pada saat pendistribusian daya dari generator ke motor induksi 3 fasa dan Mempelajari rumus luas penampang kabel listrik.

7. Mempelajari *drop* tegangan pada kabel penghantar arus listrik serta mempelajari luas penampang kabel listrik.
8. Membahas permasalahan yang berhubungan dengan karya akhir.

3. Hasil dan Pembahasan

Setelah dilakukan penelitian diperoleh beberapa hasil dan perhitungan seperti uraian berikut.



Gambar 1. Pengukuran kabel listrik

3.1. Spesifikasi Peralatan

Data spesifikasi generator yang digunakan sebagai berikut:

| | |
|--------------|-----------------------|
| Merk | : BF-C550 |
| Perf Class | : G2 |
| Nomor | : 1802020 |
| Dibuat Tahun | : 2018 |
| Tegangan | : 380-400 <i>Volt</i> |
| Kuat Arus | : 2000 <i>Ampere</i> |
| Daya | : 500 kW |
| Frekuensi | : 50 Hz |
| Cos ϕ | : 0.87 |
| Stomart | : AC |
| Phase | : 3 |

Data spesifikasi kabel penghantar yang digunakan sebagai berikut:

| | |
|----------------|-----------------------|
| Jenis | : NYY |
| Merk | : Supreme |
| Type | : Tunggal |
| Panjang | : 30 Meter |
| Luas penampang | : 400 mm ² |

Data di panel distribusi pembagi yang digunakan sebagai berikut:

| | |
|----------|-------------------|
| Tegangan | : 380 <i>Volt</i> |
| Daya | : 500 kW |

Frekuensi : 50 Hz
Jenis arus : AC

Data Spesifikasi Elektro Motor 3 Fasa yang digunakan sebagai berikut:

Merk : Alliance
Type : A-Y3e-180L-4 B3
Nomor : 2203293085
Tegangan : 380/660 Volt
Kuat arus : 42.9/24.7 Ampere
Daya : 22 kW
Frekuensi : 50 Hz
Putaran : 1470 rpm

3.2. Drop Tegangan dalam Penghantar Kabel Generator ke Motor Induksi 3 Fasa

Besar Resistansi Listrik dalam Distribusi Daya dari Generator ke Motor Induksi 3 Fasa

$$R = \frac{\rho \times l}{A}$$

Dimana:

R = Resistansi kabel Penghantar (Ω)

ρ = Resistivitas ($\Omega.m$)

l = Panjang kabel (m)

A = Luas penampang kabel (m^2)

$$R = \frac{1,68 \times 10^{-8} \text{ ohm.m} \times 30 \text{ m}}{57,9 \times 10^{-6} m^2}$$

$$R = \frac{0,0000000168 \text{ ohm.m} \times 30 \text{ m}}{0,0000579 m^2}$$

$$R = 0,0087 \text{ ohm} \times 4 \text{ kawat penghantar} \\ = 0,0348 \Omega$$

Rumus mencari drop tegangan

$$(\Delta V) = I (R \cdot \cos \phi) L$$

Dimana :

Δv = Drop Tegangan

I = Arus beban (Ampere)

R = Reaktansi (Ohm)

L = Panjang Kabel (m)

Cos ϕ = Sudut dari faktor daya beban

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos \phi} \\ = \frac{500000 \text{ Watt}}{1,732 \times 380 \times 0,87} \\ = 873,2 \text{ A}$$

$$\Delta V = 873,2 \text{ A} (0,0348 \times 0,87) + 30 \\ = 56,44 \text{ Volt}$$

Drop tegangan yang terjadi pada panjang kabel penghantar Berdasarkan data dan spesifikasi sebenarnya yang ada pada lapangan secara praktek jika diketahui V_k adalah tegangan kirim mutlak sebesar 389 Volt dan V_T adalah tegangan terima mutlak sebesar 385 Volt.

Maka jatuh tegangan dalam bentuk volt :

$$\begin{aligned}\Delta V &= V_K - V_T \\ \Delta V &= 389 \text{ volt} - 385 \text{ volt} \\ &= 4 \text{ volt}\end{aligned}$$

Jatuh tegangan dalam bentuk persen :

$$\begin{aligned}\frac{\Delta V}{V_T} &= \frac{V_K - V_T}{V_T} \\ \frac{\Delta V}{V_T} &= \frac{389 \text{ volt} - 385 \text{ volt}}{385 \text{ volt}} \times 100\% \\ &= 1,03\%\end{aligned}$$

Tabel 1. Tabel nilai jatuh tegangan berdasarkan panjang kabel setelah dilakukan perhitungan

| Panjang kabel listrik (Meter) | Nilai mutlak tegangan kirim (Volt) | Nilai mutlak tegangan terima (Volt) | Jatuh tegangan (Volt) | Jatuh tegangan (%) |
|-------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------|--------------------|
| 30 | 389 | 385 | 4 | 1,03 |

Berdasarkan data dan spesifikasi sebenarnya yang ada pada lapangan praktek, bahan yang digunakan adalah kabel NYY berjenis bahan tembaga dengan panjang 30 meter luas penampang 231.6 mm² dengan nilai mutlak tegangan kirim sebesar 389 Volt dan nilai mutlak tegangan terima sebesar 385 Volt. Sehingga terjadi *drop* tegangan berdasarkan panjang kabel penghantar sebesar 4 volt. Dan jika dipersenkan nilai *drop* tegangan tersebut yaitu sebesar 1,03%.

Besarnya luas penampang kabel penghantar berdasarkan panjang kabel saat pendistribusian daya dengan menggunakan jenis kabel penghantar tembaga (Cu : 56) menggunakan persamaan:

$$\begin{aligned}q &= \frac{L \cdot N}{y \cdot ev \cdot E} = \quad (\text{mm}^2) \\ q &= \frac{30 \text{ m} \cdot 500000 \text{ watt}}{56 \cdot 5 \text{ volt} \cdot 380 \text{ volt}} \\ q &= 140,97 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

Berdasarkan data dan spesifikasi sebenarnya yang ada pada lapangan praktek, bahan yang digunakan pada kabel penghantar berjenis bahan tembaga dengan panjang 30 meter dan luas penampang kawat sebesar 400 mm². Artinya luas penampang kawat tersebut layak di gunakan sebagai penghantar, karena luas penampang minimal yang di butuhkan agar daya maksimal 140,97 mm².

4. Kesimpulan dan Saran

4.1. Kesimpulan

Dari pembahasan yang telah diuraikan diatas maka diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Drop tegangan yang terjadi secara Teori sebesar 56,44 Volt, dan *drop* tegangan yang terjadi secara praktek sebesar 4 Volt atau 1,03%. Maka dapat disimpulkan instalasi listrik di PT. Perkebunan Nusantara II Sawit Hulu dinyatakan baik dan layak dikarenakan *drop* tegangan masih di bawah 4% dari peraturan IEEE yang berlaku.

2. Luas penampang kabel minimal yang dibutuhkan agar daya maksimal adalah 140,97 mm².

4.2. Saran

1. Sebelum melakukan pengambilan data di Panel pembagi harus terlebih dahulu mengetahui sistem kerja pada unit screw press, dan selalu mengutamakan keselamatan kerja dalam melakukan pengambilan data.
2. Pada saat melakukan pengambilan data di Panel generator pastikan didampingi oleh asisten atau karyawan pabrik yang bertugas di unit tersebut agar selalu menjaga keselamatan dan hal tidak diinginkan.
3. Pastikan peralatan yang telah digunakan seperti multitester dan meteran dikembalikan kepada karyawan yang bertanggung jawab.

Daftar Pustaka

- Abdan Sakura. 2018 "Rancang Bangun Generator Sebagai Sumber Energi Listrik Nanohidro. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.
- Dedi Wardianto, Anrial. 2022 "Analisis Kegagalan Mesin Screw Press (Failure Analysis of the Screw Press Machine)". Department of Mechanical Engineering, Institut Teknologi Padang.
- Drs. Yon Rijono. 2020. "Teknik Dasar Tenaga Listrik " Dikutip Dari Buku Edisi Terbaru Yogyakarta.
- Hamdani, Arnawan Hasibuan. 2019 "Analisi Pengaruh Jatuh Tegangan Terhadap Kerja Motor Induksi Tiga Fasa Berbasis Matlab". *Jurnal Teknik Elektro* 1(2).
- Hasballah, T., dan Siahaan, E.W.B. 2018 "Pengaruh Tekanan Screw Press Pada Proses Pengepresan Daging Buah Menjadi Crude Palm Oil", *Jurnal Darma Agung* XXVI 1: 722-729.
- Noorly Evalina, Abdul Azis H, Zulfikar. 2018 "Pengaturan Kecepatan Putaran Motor Induksi 3 Fasa Menggunakan Programmable logic controller". Staf Pengajar Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- Putu Pawitra Teguh Dharma, Suwarno. 2022 "Optimalisasi Kecepatan Putaran Motor Listrik Sebagai Beban Pada PLTS 5 kWp" Kampus Pasca Sarjana Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- Simanungkalit, Baretya Novita Br, dan Karti Karti. 2023. "Uji Kapasitas Udara Yang Dihasilkan Kompresor Sentrifugal 3 Stage Pada Unit Energy Di PT Toba Pulp Lestari". *IRA Jurnal Teknik Mesin Dan Aplikasinya (IRAJTMA)* 2 (1):58-64. <https://doi.org/10.56862/irajtma.v2i1.46>.
- Zulfikar, Reihaan. 2018 "Optimasi Penempatan Gardu Traksi Listrik Aliran Atas (LLA) Berdasarkan Drop Voltage Untuk Meningkatkan Keandalan Pasokan Daya Listrik". S1 Thesis, Universitas Pendidikan Indonesia.
- Zuraidah Tharo, Amani D. Tarigan. 2020 "Penggunaan Kapasitor Bank Sebagai Solusi Drop Tegangan Pada Jaringan 20 KV". Fakultas Sains & Teknologi, Universitas Pembangunan Pancabudi Medan.