

**ANALISIS TEGANGAN JATUH PADA UNIT KILANG DI PUSAT
PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA MINYAK DAN GAS BUMI CEPU
BERBASIS ETAP 12.6.0**

Putra Adi Wicaksono

S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email: putra.17050874057@mhs.unesa.ac.id

Subuh Isnur Hardyudo, Widi Aribowo, Unit Three Kartini

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email: subuhisnur@unesa.ac.id, widiaribowo@unesa.ac.id, unitthree@unesa.ac.id

Abstrak

Sumber energi yang paling penting bagi kehidupan masyarakat Indonesia untuk kelangsungan hidup dan untuk kegiatan dalam beraktifitas sehari-hari untuk kelangsungan hidup ialah listrik. Dalam dunia industri masih menjadikan energi listrik sebagai bahan dasar untuk sebagian besar perangkat yang beroperasi. Salah satunya yakni di PPSDM MIGAS CEPU. Bersamaan berkembang zaman, laju kebutuhan sumber energi listrik bertambah dengan sangat cepat. Kemajuan sistem kelistrikan di Indonesia saat ini telah berorientasi pada peningkatan kemampuan saat pendistribusian energi listrik. Sistem Distribusi yakni unsur dari sistem tenaga listrik. Kegunaan dari sistem distribusi adalah penyaluran energi listrik berawal dari sumber daya listrik besar kemudian sampai konsumen dan pada penyalurannya mengakibatkan terjadinya tegangan jatuh. Dalam pengkajian ini penyusun hendak menganalisis besarnya tegangan jatuh pada Unit Kilang di PPSDM MIGAS Cepu dalam pelaksanaannya menggunakan bantuan aplikasi ETAP 12.6.0. Sebelum melangsungkan analisis penyusun menjalankan studi lapangan di PPSDM MIGAS Cepu kemudian dilanjutkan merancang diagram satu garis pada aplikasi ETAP 12.6.0 juga menginput parameter yang diperlukan untuk simulasi. Hasil tegangan jatuh yang diperoleh dari simulasi menggunakan *software* ETAP 12.6.0 untuk Transformator 8 sebesar 27.1 Volt atau 1.86 % dari tegangan nominalnya. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa tegangan jatuh menurut standarisasi yang ditentukan oleh PLN (SPLN No.72 1987) pada standarisasi tersebut dinyatakan bahwa jika suatu tegangan dianggap layak selama dalam batas kewajaran dengan nilai toleransi 10%, sehingga bisa disimpulkan nilai tegangan jatuh yang terjadi telah mencapai standarisasi yang di tentukan oleh PLN (SPLN No.72 1987) yaitu sebesar 1.86% pada perhitungan menggunakan aplikasi ETAP 12.6.0.

Kata Kunci: Tegangan Jatuh, PPSDM Migas Cepu, ETAP 12.6.0, Unit Kilang.

Abstract

The most important source of energy for the lives of Indonesian people for survival and for activities in daily activities for survival is electricity. In the industrial world, electrical energy is still used as the basic material for most operating devices. One of them is in PPSDM MIGAS CEPU. Along with developing times, the rate of demand for electrical energy sources is increasing very quickly. The progress of the electricity system in Indonesia is currently oriented towards increasing the ability to distribute electrical energy. The distribution system is an element of the electric power system. The usefulness of the distribution system is that the distribution of electrical energy starts from a large power source then reaches consumers and in its distribution results in a voltage drop. In this study, the authors want to analyze the magnitude of the voltage drop in the Refinery Unit at PPSDM MIGAS Cepu in its implementation using the ETAP 12.6.0 application. Before carrying out the analysis, the compiler carried out a field study at PPSDM MIGAS Cepu and then proceeded to design a one-line diagram in the ETAP 12.6.0 application and also input the parameters needed for the simulation. The result of the voltage drop obtained from the simulation using ETAP 12.6.0 software for Transformer 8 is 27.1 Volts or 1.86% of the nominal voltage. These conditions indicate that the voltage drop according to the standard specified by PLN (SPLN No.72 1987) in the standardization it is stated that if a voltage is considered feasible as long as it is within reasonable limits with a tolerance value of 10%, it can be concluded that the value of the voltage drop that occurs has reached standardization. which is determined by PLN (SPLN No.72 1987) which is 1.86% in the calculation using the ETAP 12.6.0 application.

Keywords: Power Loss, PPSDM Migas Cepu, ETAP 12.6.0, Refinery Unit.

PENDAHULUAN

Sumber daya energi yang diperoleh dari alam menjadi nikmat dan merupakan anugerah yang diberikan tuhan kepada manusia yang memberikan sejumlah kemaslahatan untuk masyarakat Indonesia yang bermukim pada perkotaan ataupun pedesaan. Sumber tenaga listrik merupakan kebutuhan yang sangat diandalkan untuk memenuhi keperluan primer untuk keberlangsungan hidup. Bersamaan berkembang zaman, kebutuhan akan konsumsi sumber energi listrik melonjak dengan sangat pesat.

Kemajuan sistem kelistrikan di Indonesia saat ini telah berorientasi pada peningkatan kemampuan saat pendistribusian energi listrik. Sistem Distribusi yakni unsur dari sistem tenaga listrik. Untuk itu guna meningkatkan keandalan pada pendistribusian energi listrik dilakukan dengan menekan dan meminimalisir terjadinya tegangan jatuh pada suatu jaringan (Winarno, 2016).

Tegangan jatuh pada sistem distribusi dapat berlangsung pada transformator distribusi, transformator distribusi, jaringan tegangan menengah dan jaringan tegangan rendah. Pada suatu saat kualitas dari tegangan yang telah dikirim tidak akan maksimal saat diterima. Timbulnya tegangan jatuh ini diakibatkan oleh beberapa aspek yang mempengaruhi yaitu, panjang penyaluran dari sumber, kemudian disebabkan oleh ketidakmerataan pembagian beban, usia peralatan, diameter dari saluran penghantar (Dwi, 2019). Dalam situasi tersebut jika diabaikan dapat menimbulkan turunnya kualitas dari keandalan system tenaga listrik dan juga mempengaruhi dari segi kualitas energi yang tersalu tidak maksimal serta menimbulkan kerusakan pada peralatan yang bertautan (Baqaruzi, 2020).

Maka dari itu, diperlukan usaha salah satunya dari segi industri harus memiliki keandalan dan optimalisasi dalam pendistribusian energi listrik. Dalam suatu jaringan acap terjadi tegangan jatuh yang seringkali dipengaruhi oleh nilai arus dan panjang saluran, hal itu merupakan salah satu aspek yang dapat menimbulkan tegangan jatuh semakin besar kemudian dari sisi nilai impedansi dan reaktansi juga dapat mempengaruhi nilai tegangan jatuh, karena semakin besar nilai impedansi dan reaktansi dalam suatu saluran maka nilai tegangan jatuh yang terjadi dapat menjadi besar (Syahputra, 2017)

untuk dapat mewujudkan adanya keefisienan dan optimalisasi pada penyaluran energi listrik dengan cara nilai tegangan jatuh pada sistem distribusi kelistrikan industri selaras dengan standarisasi yang sudah ditentukan sesuai dengan ketentuan standarisasi (SPLN No.72 1987), dalam ketentuan tersebut dikatakan bahwa tegangan jatuh yang terjadi pada jaringan distribusi

toleransi tegangan maksimum +5% dan minimum -10% dari tegangan nominalnya.

Sistem Distribusi Tenaga listrik

Bagian yang tidak terpisahkan dari sistem ketenaga listrikan yaitu sistem pendistribusian. Peran dari Sistem distribusi ialah berguna untuk mengalirkan tenaga listrik dari sumber tenaga listrik sampai menuju ke konsumen (Torang, 2017).

Pembangkit tenaga listrik menghasilkan tenaga listrik mulai dari 11 kV sampai dengan 24 kV kemudian tegangan ini oleh Gardu Induk dinaikkan menggunakan transformator *step up* menjadi tegangan 70 kV, 154 kV, 220 kV atau 500 kV kemudian dialirkan melewati saluran transmisi. Maksud dari tegangan dinaikkan yaitu agar meminimalisir rugi dari tegangan listrik dalam sistem distribusi, pada kejadian ini rugi tegangan ini padu dengan kuadrat arus yang mengalir. dalam daya yang selaras jika nilai dari tegangan dinaikkan, oleh karena itu aliran arus dapat diminimalisir sehingga mengakibatkan kerugian tegangan juga dapat diminimalisir. Secara umum, dalam saluran distribusi tenaga listrik dapat dikelompokkan sebagai berikut:

Menurut nilai tegangannya, yang pertama yaitu saluran distribusi utama merupakan pendistribusian jaringan yang bermula di sisi saluran transmisi yang tegangannya diturunkan pada gardu induk kemudian menuju tegangan menengah bertegangan 20 kV seringkali dikenal dengan JTM kemudian alirkan menuju tempat konsumen lalu dapat tegangan dapat diturunkan menggunakan transformator distribusi kemudian disalurkan ke konsumen. Kemudian saluran distribusi sekunder adalah jaringan distribusi yang bersumber dari gardu distribusi kemudian disalurkan ke konsumen dengan pengelompokan mulai dari 220 V atau 380 V pada tegangan per fasa. konsumen menggunakan tegangan rendah merupakan konsumen dengan jumlah terbanyak dikarenakan jumlah daya diperlukan tidak terlalu banyak. Dalam jaringan tegangan rendah atau biasa dikenal dengan sebutan JTR adalah jaringan yang bermula dari gardu distribusi, kemudian dari JTR disalurkan ke rumah para konsumen, konsumen dari tegangan ini rata-rata mempergunakan tenaga listrik 1 fasa, meskipun terdapat dari pelanggan mempergunakan listrik 3 fasa.

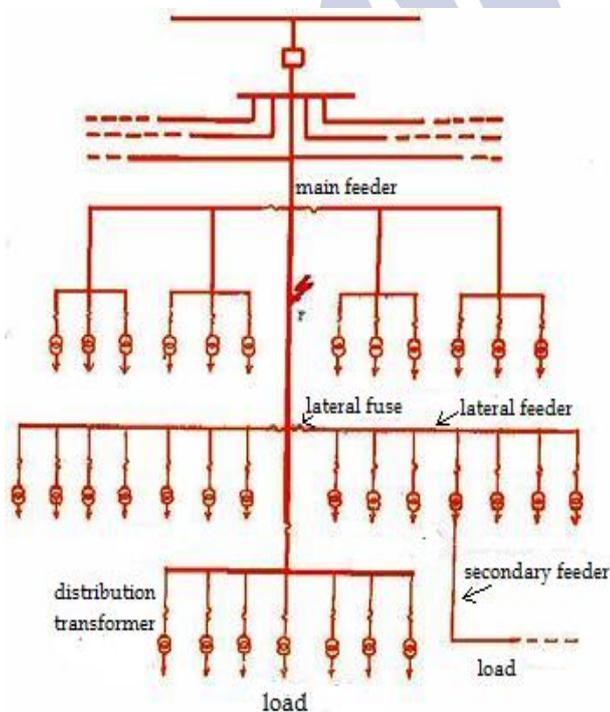
kemudian dapat diklasifikasikan berdasarkan dari entuk Tegangannya, yang pertama yaitu jaringan distribusi DC atau dikenal dengan *direct current* merupakan pendistribusian menggunakan aliran tegangan searah. Selain itu ada juga jaringan Distribusi AC atau *alternating current* adalah pendistribusian yang menggunakan aliran tegangan bolak - balik.

dapat juga diklasifikasikan berdasarkan dari jenis/tipe konduktornya, saluran udara merupakan saluran yang biasanya diaplikasikan dengan mempergunakan udara terbuka mempergunakan sebuah tiang dan perlengkapan

penunjang lainnya, dapat dibedakan melalui saluran kawat udara apabila konduktor pada aliran tidak menggunakan isolasi pembungkus, kemudian ada juga saluran bawah tanah, saluran ini biasanya di aplikasikan di dalam tanah, pada saluran ini menggunakan kabel tanah atau *ground cable*. Selain itu ada juga saluran bawah laut, Saluran ini di aplikasikan dalam dasar laut memakai kabel laut atau *submarine cable*.

Jaringan Distribusi Radial

Jaringan ini merupakan karakter jaringan yang paling dasar. Pada saluran ini Satu saluran utama di bentangkan menurut kebutuhan yang dipakai, kemudian dicabangkan ke saluran cabang atau biasa disebut dengan aliran penyulang lalu aliran penyulang ini dicabang-cabang lagi dengan anak cabang atau subaliran penyulang. banyaknya arus yang dapat dipikul oleh tiap aliran harus sesuai dengan besar dari aliran utama merupakan aliran terbesar, kemudian besar aliran harus lebih kecil daripada aliran utama, kemudian besar dari sub aliran yaitu paling terkecil.



Gambar 1. Jaringan Distribusi Radial (Suhadi,2008)

Tegangan jatuh

Besar dari aliran tegangan listrik yang melalui saluran pengirim dapat timbul perbedaan tegangan atau tegangan jatuh biasa dikenal dengan *drop voltage* disaat melewati saluran pengirim dan mendapatkan suatu beban energi listrik. tegangan jatuh merupakan besar dari kehilangan ataupun penurunan jumlah dari tegangan listrik yang melewati penghantaran listrik berbeda dengan tegangan

nominal. Dapat disebutkan nilai dari tegangan jatuh ialah perbedaan nilai dari tegangan pengirim ke tegangan penerima atau beban dalam sebuah sistem kelistrikan. Dengan permisalan besar dari sebuah tegangan listrik yang tercatat dalam pengiriman listrik ialah 380 V, lalu tegangan itu disalurkan melewati aliran penghantar melewati banyak beban perlengkapan listrik, kemudian nilai tegangan listrik yang didapatkan oleh perlengkapan listrik itu dapat timbul pengurangan yang menjadikan tegangannya dibawah 380 V. dalam kejadian tersebut dikenal dengan sebutan tegangan jatuh. Beberapa faktor dari tegangan jatuh yang terdapat di sistem kelistrikan terpengaruh oleh banyak macam faktor, panjang dari saluran penghantar, jika panjang dari saluran yang dipakai, maka tegangan jatuh akan tinggi pula. Besar dari arus, besar arus juga dapat mempengaruhi jika semakin besar menyebabkan semakin tinggi nilai dari tegangan jatuh. jenis bahan yang dipakai mempengaruhi besar tegangan jatuh yang terjadi. Luas Penampang, besar dari penampang yang dipakai mempengaruhi besar tegangan jatuh. Terjadinya tegangan jatuh pada suatu saluran di suatu tempateringkali di akibatkan perbedaan dari tegangan oleh suatu struktur daya dan acap kali diakibatkan reaktansi, resistansi dan impedansi dari aliran penghantar (Roza, 2018. Tegangan jatuh dalam aliran pengantar merupakan perbedaan antar tegangan awal sampai tegangan pada ujung aliran listrik (Nugroho, 2017).

turunnya tegangan ini terjadi akibat I.R, merupakan kerugian disebabkan oleh tahanan saluran dan I.X, ialah kerugian yang timbul karena reaktansi induktif nilai rugi tegangan dapat dinyatakan dengan rumus :

$$\Delta V = I . R . \cos \varphi + I . X . \sin \varphi \quad (1)$$

$$\Delta V = I . Z \quad (2)$$

Keterangan:

ΔV : Jatuh tegangan (volt)

V_s : Tegangan yang terkirim (Volt)

V_r : Tegangan yang terima (Volt)

I : Arus (Ampere)

R : Tahanan saluran penghantar (Ohm)

X : Reaktansi (Ohm)

Φ : Sudut faktor daya

Z : Impedansi

Untuk mengetahui besar dari hambatan dapat diketahui dengan rumus:

$$R = \rho \times l A \quad (3)$$

keterangan:

ρ : Tahanan jenis (mm^2 / m)

l : Panjang saluran penghantar (*meter*)

A : Luas penampang (mm^2)

Dalam perhitungan jatuh tegangan, nilai dari resistansi dan reaktansi dari aliran penghantar harus di ikut sertakan. Kombinasi dari resistansi dan reaktansi dikenal dengan impedansi yang dinyatakan dalam satuan ohm dan dapat dihitung dengan rumus :

$$Z = R + jX \quad (4)$$

Bersamaan bertambahnya waktu, konsumen atau beban yang terhubung dengan jaringan PLN pun semakin bertambah. Bertambahnya tingkat dari konsumen ini merupakan salah satu penyebab dari jatuh tegangan dalam sebuah beban tertentu yang berimbas pada nilai dari tegangan dalam sebuah jaringan distribusi berada pada kurang dari tegangan sekunder (Suprianto, 2016). Besar dari tegangan jatuh dapat di simbolkan dengan ΔV (Stevenson, 1996). Kemudian hasil dari tegangan jatuh dinyatakan dengan satuan persentase maupun kedalam satuan volt.

Nilai dari jatuh tegangan dapat berganti dikarenakan oleh perbedaan beban menyebabkan pada pelaksanaan optimalisasi pada jaringan digunakanlah nilai tertinggi selaras dengan aturan yang ditentukan melalui SPLN 72:1987

kemudian agar mengetahui apakah pada suatu saluran tegangan pelayanannya masih dalam batas aturan standarisasi yang ditentukan ataupun tidaknya, dilakukanlah perhitungan presentasi tegangan jatuh dengan menggunakan rumus:

$$\Delta V = \frac{V_s - V_r}{V_s} \times 100\% \quad (5)$$

Keterangan:

V_s = tegangan pada pangkal pengiriman

V_r = tegangan pada ujung penerimaan

Peluang terjadinya tegangan jatuh kecil dan besar tidaknya akan dianalisis menggunakan bantuan aplikasi ETAP 12.6.0 dikarenakan jika perhitungan tegangan jatuh dilakukan dengan cara manual maka sangat rumit sehingga perhitungan tegangan jatuh dilakukan dengan menggunakan bantuan *software* komputer dan diharapkan dapat mempermudah dan keuntungan kepada pihak-pihak yang terkait.

Salah satu aplikasi yang sesuai dalam melakukan perencanaan sistem tenaga listrikan yaitu ETAP (*Electric Transient and Analysis Program*). Aplikasi ini sangat dibutuhkan dalam bidang tenaga listrik dikarenakan pada aplikasi kita ini dapat merencanakan sebuah simulasi suatu sistem sebelum direalisasikan dikarenakan ETAP ini dapat dioperasikan dalam keadaan *offline* untuk menyimulasikan sebuah perancangan sistem tenaga listrik, kemudian dengan cara daring untuk meneliti data dengan sebenarnya. Di dalam *software* ini diperuntukkan untuk melaksanakan sebuah pengecekan

suatu sistem ketenagalistrikan dalam sebuah bentuk diagram satu garis dan *grounding* diantaranya, sistem harmonisa, aliran daya, *transient stability* dan banyak lainnya (Hayusman, Hidayat & Saleh, 2017).

maksud dari dipilihnya *software* ini yakni dibuat untuk memberikan kemudahan dalam melakukan perhitungan dan mendapatkan hasil yang tepat digunakannya aplikasi ini, kita bisa melakukan penganalisisan suatu jaringan dengan melihat timbal balik dari jaringan jika parameternya berubah (Puri, 2017).

pada aplikasi ini dibekali librari yang bisa seperti yang terjadi sesuai dengan peralatan yang dipakai. untuk mempermudah untuk simulasi aplikasi ini juga dibekali bantuan dengan simbol dari peralatan yang diperlukan pada suatu sistem yang hendak dianalisis. piranti ini menggunakan standarisasi untuk menganalisa yaitu dengan menggunakan standarisasi *International Electrotechnical Comission IEC* dan *America National Standards Institude ANSI*. perbedaannya terdapat pada besar frekuensi yang dipakai. Frekuensi sebesar 50 Hz digunakan pada standarisasi IEC sedangkan frekuensi sebesar 60 Hz digunakan pada standarisasi ANSI. inilah yang membuat pemilihan dari piranti yang dipakai juga beda.

Indonesia sendiri menggunakan sistem tenaga listrik standar IEC dengan frekuensi sebesar 50 Hz. Pada penjelasan diatas telah diterangkan dalam standarisasi IEC dan ANSI tentang variasi dari pemilihan piranti yang dipergunakan. kemudian simbol dari piranti listrik didalam ETAP lain juga. Untuk gambar dari *toolbar* standarisasi IEC dapat dilihat dibawah ini.



Gambar 2. Edit Toolbar standar IEC

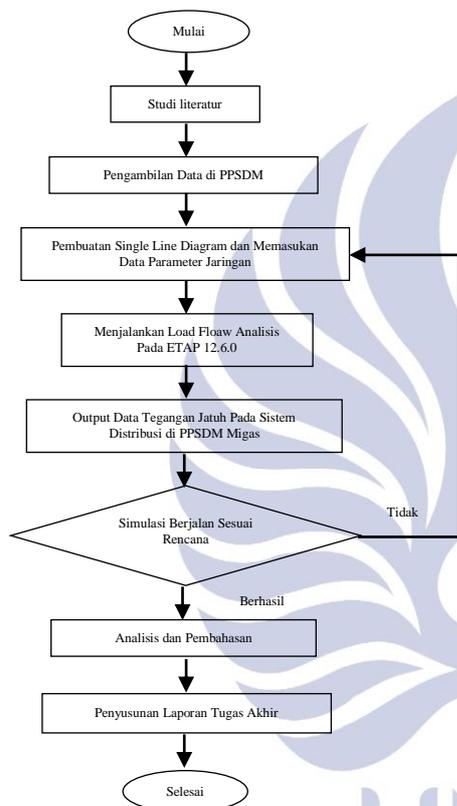
Selaras dengan uraian yang telah jelaskan diatas maka penulis hendak melakukan sebuah analisis dengan judul analisis tegangan jatuh pada unit kilang di PPSDM Migas Cepu berbasis ETAP 12.6.0.

METODE

Metode dalam penelitian menggunakan metode ilmiah untuk memperoleh sebuah data dengan maksud untuk tujuan tertentu

Metode kuantitatif merupakan metode yang digunakan dalam penelitian ini. Merupakan suatu metode untuk menguji pada bentuk tertentu didasarkan pada instrumen pengujian dengan maksud untuk sebuah hipotesis yang telah ditargetkan untuk dilakukan pengujian

Rancangan pengujian pada artikel ilmiah kali ini dapat diamati dalam gambar 3 dibawah ini.



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

Metode pertama yang dipakai yakni studi literatur dengan mengumpulkan referensi dari buku serta beberapa jurnal yang berkaitan dengan teori untuk menyelesaikan penelitian, Kemudian proses pengumpulan data diperoleh dari lapangan. meliputi *single line* diagram, arus pada tiap-tiap transformator, jenis penghantar, panjang saluran dilanjutkan dengan proses pengolahan data diperbantukan dengan simulasi *Software* ETAP dapat dimulai dengan menggambarkan diagram segaris atau lengkap dengan rincian parameter, kemudian dengan mensimulasikan *load flow* analisis, dan kemudian dilanjut dengan menganalisis hasil dari simulasi.

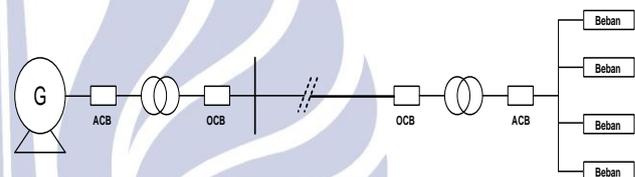
Variabel yang terdapat dalam penelitian ini meliputi, variabel bebas merupakan sebuah variabel yang menimbulkan variabel terikat. dalam pengujian ini, variabel bebasnya yaitu Tegangan jatuh. lalu ada variabel terikat yaitu penyebab terjadinya variabel bebas. Pada

penelitian ini, variabel terikatnya yaitu PPSDM Migas Cepu. Variabel yang dijaga agar tetap konsisten pada suatu penelitian agar pengaruh dari variable tidak terpengaruh oleh faktor dari luar agar peneliti dapat memperhitungkan dan menganalisis secara akurat adalah Variabel kontrol. Variabel kontrol pada pengujian ini, yakni ETAP 12.6.0

HASIL DAN PEMBAHASAN

Di PPSDM MIGAS Cepu, tegangan output dari pembangkit yaitu sebuah generator sebesar 400 Volt dinaikkan oleh transformator step up menjadi tegangan 6,1 kv dan di tampung di busbar yang ada di switchgear. Dari swtchgear tegangan 6,1 kV didistribusikan melalui kabel bawah tanah jenis N2XSEFGbY, dan diterima oleh beberapa transformator step down menjadi 380 V dan 400 V. Beban di PPSDM Migas ini dibagi menjadi 2 yaitu : trafo 1, 2 dan 3 dilayani oleh PT. PLN dan selebihnya oleh pembangkit PPSDM Migas Cepu

Gambar ilustrasi jaringan distribusi sistem 2 trafo seperti gambar 3 dibawah:



Gambar 4. Ilustrasi Jaringan 2 Trafo Distribusi PPSDM Migas

Bentuk yang paling sederhana dan sering dipergunakan adalah jaringan primer radial, utamanya sering digunakan pada area dengan kepadatan beban yang rendah. saluran utama tunggal dibentangkan menurut kebutuhan pemakaian, kemudian saluran tersebut dicabangkan dengan lateral penyulang (saluran cabang) kemudian lateral penyulang ini di cabangkan lagi ke sublateral penyulang atau biasa dikenal dengan sebutan anak cabang. Keuntungan yang paling utama dari sebuah sitem rardial yaitu kemampuannya dalam sebuah bentuk yang simpel dan dari segi biaya yang dipakai relatif murah. kekurangan dari teknik ini yakni dari segi kualitas pelayanan daya yang relatif kurang memuaskan, dikarenakan rugi tegangan atau tegangan jatuh yang berlangsung pada sebuah penghantar akan cukup tinggi, kemudian kelangsungan daya yang tidak tangguh disebabkan dari ujung pangkal menuju ujung penerima memiliki satu pilihan saluran yang mengakibatkan terjadinya pemadaman total pada saluran tersebut.

PPSDM MIGAS Cepu dalam penyaluran tenaga listriknya menggunakan saluran utama yaitu kabel bawah tanah dengan jenis N2XSEFGbY 3 x 95 mm² – PVC / CTS / XPLE / SFWA / CU. (*XLPE Insulated*, ,

Galvanized Steel Flat Wire Armor, PVC Sheathed, Copper Conductor, Copper Tape Screen) dengan Standard Specification : IEC 60502-2 Tabel 1. dibawah ini merupakan data elektrik dari kabel tersebut.

Tabel 1 Data Elektrik Kabel N2XSEFGbY – 6/10 kV

Nom. Crocc Sect. (mm ²)	Conductor		Inductance (mH / km)
	DC Resistance At 20°C Maximal (Ω / km)	AC Resistanc At 90°C Max (Ω/km)	
25	0.727	0.927	0.342
35	0.524	0.668	0.325
50	0.387	0.494	0.313
70	0.268	0.342	0.296
95	0.193	0.247	0.303
120	0.153	0.196	0.276
150	0.124	0.160	0.268
185	0.0991	0.128	0.262
240	0.0754	0.099	0.255
300	0.0601	0.080	0.252

(Sumber: Data di PPSDM Migas)

Dari data tabel diatas, saluran utama tenaga listrik di PPSDM Migas Cepu menggunakan N2XSEFGbY dengan ukuran 95 mm², maka resistansinya adalah 0,247 ohm/km dan nilai reaktansinya 0,094 ohm/km. Tabel 2. dibawah ini merupakan data panjang saluran kabel antara transformator-transformator serta nilai resistansi dan reaktansinya,

Tabel 2. Panjang Saluran Kabel, Nilai Resistansi dan Reaktansi.

Kabel	Panjang (Km)	resistansi (0,247 Ω / km)	Reaktansi (0,094 Ω/km)
Antara Busbar dengan Trafo 1	0,435	0,107	0,041
Antara Trafo 1 dengan Trafo 2	0,145	0,035	0,013
Antara Trafo 2 dengan Trafo 3	0,340	0,083	0,032
Antara Busbar dengan Trafo 8 & 10	0,190	0,046	0,018
Antara Busbar dengan Trafo 13	0,200	0,049	0,019
Antara Busbar dengan Trafo 14	0,015	0,004	0,002

(Sumber: Data di PPSDM Migas)

Tabel diatas menjelaskan mengenai panjang transformator dan nilai dari resistansi dan reaktansi, untuk artikel ilmiah ini digunakan transformator 8 untuk analisa tegangan jatuh.

Tabel 3. Kapasitas Generator PPSDM Migas Cepu

No.	Nama	Label	Kapasitas semu (KVA)	Tegangan (KV)
1	Generator 1 Cummins II	Newage Stamford	1000	0,4
2	Generator 2 Cummins V	Newage Stamford	1030	0,4
3	Generator 8 Cummins III	ONAN	1000	0,4
4	Generator 9 Cummins IV	ONAN	640	0,4

(Sumber: Data Power Plant PPSDM Migas)

pada tabel diatas dijelaskan mengenai kapasitas generator yang digunakan di PPSDM MIGAS Cepu meliputi nama, label, kapasitas semu dan tegangan

Tabel 4. Data Kapasitas Prime Mover PPSDM Migas

No.	Nama	Kapasitas	Jenis	Torsi (Rpm)
1	Generator 1 Cummins II	1020/950 BHP	Cummins	1500
2	Generator 2 Cummins V	1020/950 BHP	Cummins	1500
3	Generator 8 Cummins III	1020/950 BHP	Cummins	1500
4	Generator 9 Cummins IV	740 HP	Cummins	1500

(Sumber: Data Power Plant PPSDM Migas)

pada tabel diatas dijelaskan mengenai kapasitas Prime Mover yang dipakai di PPSDM MIGAS Cepu meliputi nama, jenis, kapasitas dan torsi.

Tabel 5. Data Kapasitas Transformator PPSDM Migas

No	Nama	Daya Semu (KVA)	Tegangan (KV)
1.	Transformator 1 Step Down	500	6,1 / 0,38
2.	Transformator 2 Step Down	500	6,1 / 0,38
3.	Transformator 3 Step Down	630	6,1 / 0,38
4.	Transformator 8 Step Down	630	6,1 / 0,38
5.	Transformator 10 Step Down	200	6,1 / 0,4
6.	Transformator 13 Step Down	630	6,1 / 0,38
7	Transformator 14 Step Down	200	6,1 / 0,38

Lanjutan Tabel 5.

No	Nama	Daya Semu (KVA)	Tegangan (KV)
8.	Transformator 17 <i>Step Up</i>	1600	0,4 / 6,1
9.	Transformator 18 <i>Step Up</i>	800	0,4 / 6,1
10.	Transformator 19 <i>Step Up</i>	630	0,4 / 6,1

(Sumber: Data *Power Plant* PPSDM Migas)

pada tabel diatas dijelaskan mengenai kapasitas transformator yang digunakan di PPSDM MIGAS Cepu meliputi nama, kapasitas semu dan tegangan. beban pada tranformator 1, 2, dan 3 telah disuplai penuh oleh pihak PLN namun apabila terjadi pemadaman dari PLN maka suplai daya akan di bantu oleh PLTD PPSDM MIGAS Cepu, oleh karena itu pembahasan pada kali ini hanya menganalisis tentang tegangan jatuh pada Unit Kilang, dan Unit Kilang berada pada distribusi transformator 8.

Tabel 6. Beban pada Unit Kilang

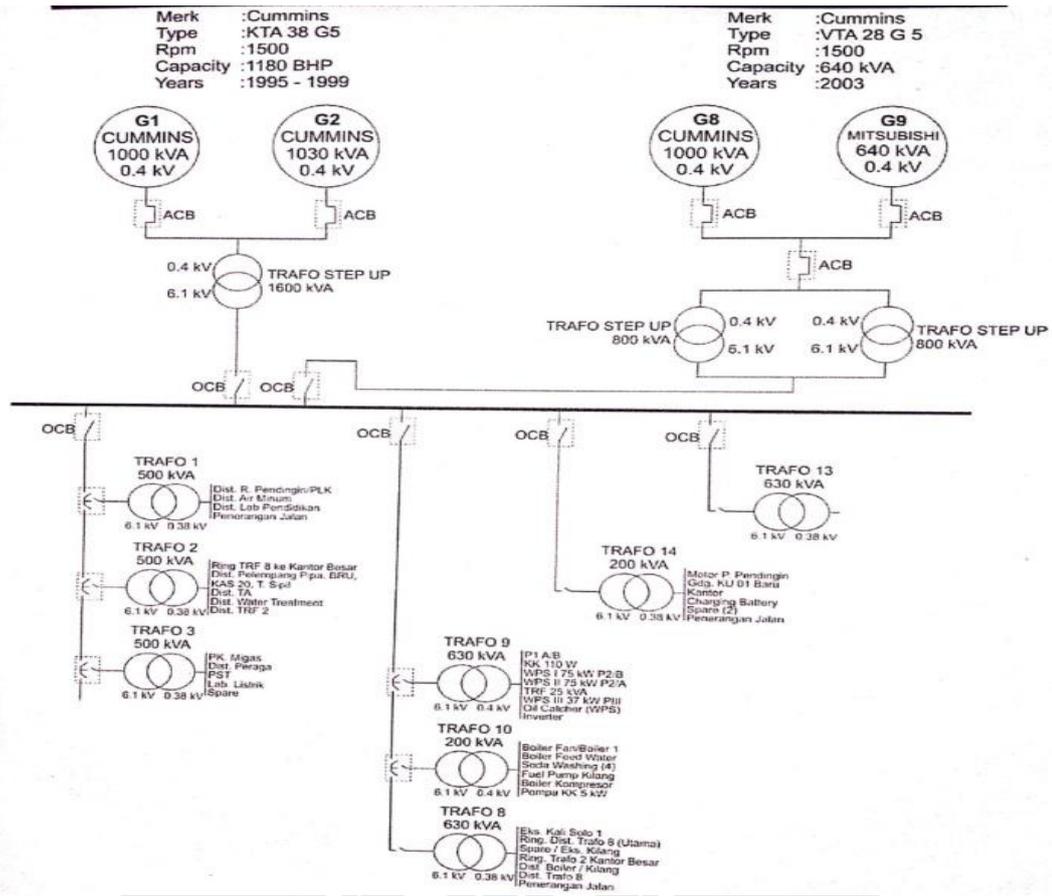
Beban	Jumlah	Beban yang Terpasang (KW)	Total daya Operasi (KW)	Panjang saluran (Meter)
Pompa <i>Boiler Furnace</i>	1	2,2	2,2	200
Pompa Sirkulasi <i>Furnace</i>	1	1,5	1,5	200
Motor <i>bolier Furnace</i>	1	7,46	7,46	200
Reflux C-1	1	14,92	14,92	200
Pompa <i>Feed</i>	1	30	30	200
Reflux C-2	1	30	30	200
<i>Fuel Oil</i>	1	11	11	200
Premium <i>/Pertasol</i>	1	12,5	12,5	200
Solar	1	45	45	200
Residu	1	45	45	200

Beban	Jumlah	Beban yang Terpasang (KW)	Total daya Operasi (KW)	Panjang saluran (Meter)
Pertasol <i>/Treating</i>	1	4	4	200
Soda <i>Treating</i>	1	4	4	200
Pompa Sirkulasi Separator	1	4	4	200
TOTAL			213,08	

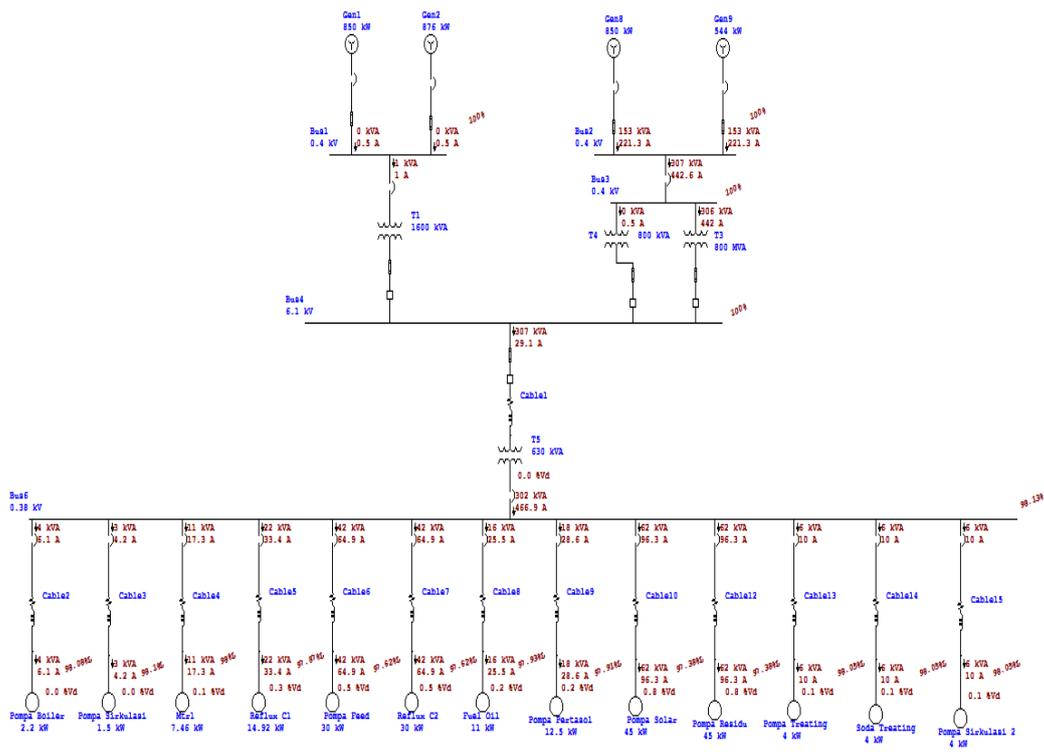
(Sumber: Data *Power Plant* PPSDM Migas)

pada tabel diatas dijelaskan mengenai beban pada unit kilang yang digunakan di PPSDM MIGAS Cepu meliputi nama, jumlah beban yang terpasang, kapasitas beban, total daya operasi dan juga panjang saluran ke beban. dengan total daya operasi di unit kilang sebesar 213,08 KW

Selepas pengambilan data lapangan mengenai sistem pendistribusian di PPSDM Migas Cepu, maka dapat dilakukan permodelan diagram satu garis menggunakan bantuan komputer yakni aplikasi ETAP 12.6.0. digunakan sebagai simulator yang berfungsi mempresentasikan hasil kondisi yang terjadi di lapangan secara rinci. Simulasi dengan *software* ini akan sangat membantu karena dapat melakukan analisis aliran daya dengan cepat dan efisien.



Gambar 5. Single line Diagram PPSDM MIGAS Cepu



Gambar 6. single line diagram unit boiler PPSDM MIGAS Cepu

Branch Losses Summary Report

CKT / Branch ID	From-To Bus Flow		To-From Bus Flow		Losses		% Bus Voltage		Vd % Drop in Vmag
	MW	Mvar	MW	Mvar	kW	kvar	From	To	
T1	0.001	0.000	-0.001	0.000	0.0	0.0	100.0	100.0	0.00
T3	0.271	0.143	-0.271	-0.143	0.0	0.0	100.0	100.0	0.00
T4	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.0	100.0	100.0	0.00
Cable1	0.272	0.144	-0.272	-0.144	0.0	0.0	100.0	100.0	0.01
Cable2	0.003	0.002	-0.003	-0.002	0.0	0.0	98.1	98.1	0.05
Cable3	0.002	0.002	-0.002	-0.002	0.0	0.0	98.1	98.1	0.03
Cable4	0.010	0.006	-0.010	-0.006	0.0	0.0	98.1	98.0	0.13
Cable5	0.019	0.010	-0.019	-0.010	0.1	0.0	98.1	100.5	0.26
Cable6	0.038	0.018	-0.037	-0.018	0.2	0.1	98.1	100.3	0.51
Cable7	0.038	0.018	-0.037	-0.018	0.2	0.1	98.1	100.3	0.51
Cable8	0.014	0.008	-0.014	-0.008	0.0	0.0	98.1	100.6	0.20
Cable9	0.016	0.009	-0.016	-0.009	0.0	0.0	98.1	100.6	0.22
Cable10	0.056	0.026	-0.056	-0.026	0.4	0.2	98.1	100.0	0.75
Cable12	0.056	0.026	-0.056	-0.026	0.4	0.2	98.1	100.0	0.75
Cable13	0.005	0.003	-0.005	-0.003	0.0	0.0	98.1	98.1	0.08
Cable14	0.005	0.003	-0.005	-0.003	0.0	0.0	98.1	98.1	0.08
Cable15	0.005	0.003	-0.005	-0.003	0.0	0.0	98.1	98.1	0.08
T5	-0.270	-0.135	0.272	0.144	2.1	8.4	98.1	100.0	1.86
					3.6	9.0			

Gambar 7. Laporan ringkasan *branch losses*

Gambar 5 adalah hasil *single line* diagram dari *Power Plant* ke Unit Kilang PPSDM Migas Cepu dengan menggunakan *software* ETAP 12.6.0. sebelum dilakukan simulasi. Untuk menjalankan simulasi dengan ETAP 12.6.0 pastikan parameter benar dan lengkap dan pemodelan *single line* telah di selesaikan. Kemudian, klik simbol *load flow analysis* untuk menjalankan simulasi. Kemudian, klik *run losses*.

Pada simulasi analisis sistem kelistrikan Unit Kilang PPSDM Migas Cepu ini menggunakan suplai daya dari generator 2, dengan kapasitas 876 kW pada kondisi normal untuk memenuhi beban.

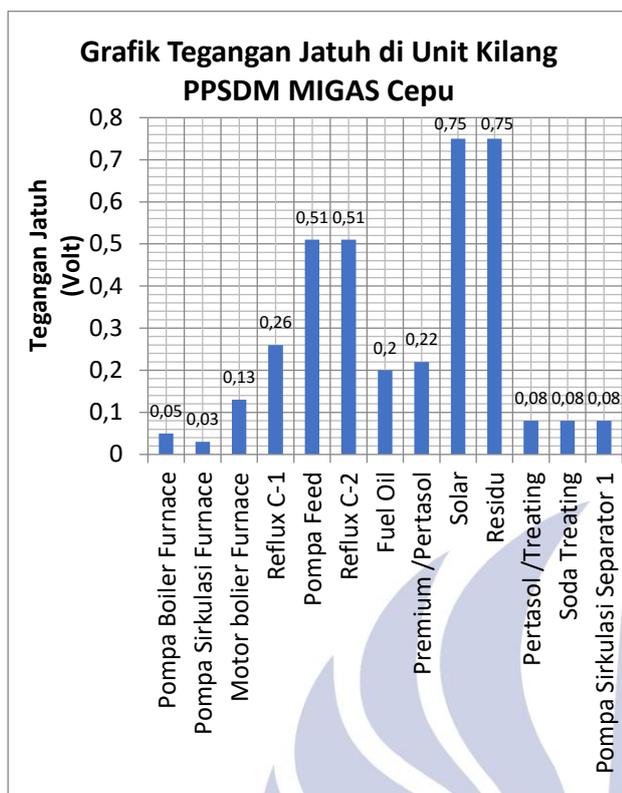
Tabel 6 merupakan hasil simulasi tegangan jatuh dengan memakai *software* ETAP. Hasil analisis didapatkan hasil dari tegangan jatuh terbesar sebesar 0,75 %, tegangan jatuh yang terjadi sudah mencakup dari standarisasi yang telah ditentukan sesuai dengan syarat standarisasi PLN (SPLN No.72 1987), dinyatakan bahwa dalam standarisasi tersebut nilai tegangan jatuh yang terjadi maksimal 5% dan minimal kurang dari 10% dari tegangan nominal.

Hasil analisis tegangan jatuh yang terjadi dapat disimpulkan bahwa nilai tegangan jatuh yang terjadi dikarenakan oleh beberapa aspek yaitu salah satunya saluran penghantar dan nilai impedansi, dimana nilai tersebut dapat dipengaruhi reaktansi dari saluran penghantar tersebut kemudian resistansi dari saluran penghantar. hal ini mengakibatkan nilai darr reaktansi dan resistansi menjadi semakin besar, lalu nilai dari tegangan jatuh akan menjadi besar pula.

Tabel 7 dibawah ini merupakan hasil dari perhitungan tegangan jatuh yang telah disimulasikan dengan menggunakan bantuan aplikasi ETAP 12.6.0 dijelaskan pada tabel tersebut nilai tegangan pada sisi beban dalam satuan *volt* dan dalam satuan persen

Tabel 7. Hasil Perhitungan Tegangan Jatuh

Beban	Tegangan pada sisi beban (Volt)	Tegangan Jatuh (%)
Pompa Boiler Furnace	372,7	0,05
Pompa Sirkulasi Furnace	372,8	0,03
Motor bolier Furnace	372,4	0,13
Reflux C-1	371,9	0,26
Pompa Feed	371	0,51
Reflux C-2	371	0,51
Fuel Oil	372,1	0,20
Premium /Pertasol	372	0,22
Solar	370	0,75
Residu	370	0,75
Pertasol /Treating	372,6	0,08
Soda Treating	372,6	0,08
Pompa Sirkulasi Separator 1	372,6	0,08



Gambar 8. Grafik Tegangan Jatuh Pada Unit Kilang

Dari Tabel 7. dan grafik 8 di atas dapat disimpulkan bahwa pada hasil pengujian tersebut menunjukkan nilai tegangan jatuh paling besar terdapat di beban solar dan residu dan tegangan jatuh paling kecil terdapat di pompa sirkulasi furnace. Hal ini terjadi karena panjang kabel, besar arus dan kondisi dari peralatan dapat menyebabkan terjadinya tegangan jatuh. Apabila kondisi ini dibiarkan dan tanpa tindak lanjut akan menyebabkan nilai tegangan jatuh yang melebihi standart yang ditentukan dan menimbulkan kerusakan pada saluran penghantar dan transformator.

Secara keseluruhan tegangan jatuh di tiap saluran pada system jaringan tegangan menengah yang paling besar adalah 10 V atau 0.75 % sehingga menurut standarisasi yang telah diatur dalam PLN (SPLN) perancangan jaringan dibuat agar tegangan jatuh diujung penerima tidak lebih dari 10%, sedang pada saluran. dapat ditarik kesimpulan bahwa jaringan distribusi di PPSDM Migas masih beroperasi dengan baik.

PENUTUP

Simpulan

Analisis tegangan jatuh pada unit kilang di PPSDM migas cepu dilakukan untuk mengetahui kondisi dari tegangan jatuh pada pada unit kilang di PPSDM Migas Cepu agar tidak terjadi tegangan yang melebihi standarisasi yang ditentukan dan bisa bekerja dengan baik. Pengujian mengacu pada standarisasi PLN (SPLN

No.72 1987). Hasil analisis didapatkan melalui simulasi yang dilakukan menggunakan *software* ETAP 12.6.0. Dari hasil pengujian, tegangan jatuh yang terjadi di Unit Kilang paling besar 0,75 % dari tegangan nominalnya. Kondisi ini disebabkan oleh beberapa hal diantaranya panjang saluran penghantar dan juga dapat dipengaruhi nilai impedansi. Dari hasil pengujian tersebut menunjukkan bahwa tegangan jatuh menurut standarisasi yang ditentukan PLN (SPLN No.72 1987) pada peristiwa ini jika pada suatu tegangan dikatakan wajar apabila masih pada dalam batasan toleransi yang ditentukan sebesar 10% dan dapat disimpulkan bahwa tegangan jatuh yang berlangsung telah memenuhi standarisasi PLN (SPLN No.72 1987) yaitu sebesar 0,75% pada perhitungan menggunakan ETAP.

Saran

Beberapa saran yang penulis berikan untuk kelanjutan dari analisis tegangan jatuh pada unit kilang di PPSDM MIGAS Cepu diharapkan menggunakan bantuan *software*, yakni ETAP 12.6.0 dikarenakan kompeten dalam melakukan analisis dalam sistem kelistrikan. Harus ada pemeriksaan secara berkala terhadap saluran penghantar dan transformator agar tidak terjadi nilai tegangan jatuh yang melebihi standarisasi yang ditentukan. Agar usia dari sebuah transformator dapat panjang dan bertahan lama maka beban yang dipikul suatu transformator harus dibatasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Baqaruzi, F. 2020. *Analisis Jatuh Tegangan dan Rugi-rugi Akibat Pengaruh Penggunaan Distributed Generation Pada Sistem Distribusi Primer 20 KV*. Cilacap: Politeknik Negeri Cilacap.
- Dwi, Fajar. 2019. *Simulasi Penempatan Transfo pada Jaringan Distribusi Berdasarkan Jatuh Tegangan Menggunakan ETAP Power Station 12.6.0*. Semarang: Skripsi Universitas Negeri Semarang .
- Harison, Torang. 2017. *Analisa Rekonfigurasi pada Feeder Sibuk Untuk Mengurangi Rugi-Rugi Daya dan Drop Tegangan dengan Menggunakan ETAP 12.6.0*. Riau: Universitas Riau.
- Hayusman, L. M., T. Hidayat, C. Saleh, I. M. Wartana 2017. *Pelatihan Software ETAP (Electrical Transient Analyzer Program. Industri Inovatif . 7(1): 7–11.*
- Nugroho, A., D. H. Kusumastuti dan B. Winardi. 2017. *Perencanaan Perbaikan JTR Penyulang SRL001 Di Daerah Tanjungsari Guna Mengurangi Drop Tegangan Konsumen Pada PT PLN (Persero) Rayon Semarang Selatan*

Menggunakan Software ETAP 12.6.0.
Semarang : Universitas Diponegoro Semarang

- Pebriati, Puri. 2020. *Analisa Jatuh Tegangan Pada Sistem Jaringan Distribusi 20KV di Gardu Induk Solo Baru Menggunakan Software ETAP 12.6.0.* Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Roza, I. 2018. *Analisis Tegangan Jatuh Lokasi Penempatan Trafo Distribusi 20 kV Untuk Penyaluran Energi Fall.* Journal of Electrical and System Control Engineering 1(2): 72-82.
- SPLN No.72 1987. *Spesifikasi Desain Untuk Jaringan Tegangan Menengah (JTM) dan Jaringan Tegangan Rendah (JTR).* Departemen Pertambangan dan Energi Perusahaan Umum Listrik Negara
- Suhadi, 2008. *SMK Teknik Distribusi Tenaga Listrik Jilid I,* Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Umum Dirjen Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah Departemen Pendidikan Nasional.
- Stevenson, William D. 1996. *Analisis Sistem Tenaga Listrik.* Erlangga.
- Suprianto. 2018. *Pengaruh Distributed Generation Terhadap Tegangan Jatuh di Jaringan Distribusi 20 kV PT. PLN Rayon Kuala Simpang.* Medan : Politeknik Negeri Medan
- Syahputra, R. 2017. *Transmisi Dan Distribusi Tenaga Listrik.* edited by D. I. Soesanti. Yogyakarta: LP3M UMY.
- Winarno, Heru. 2016. *Perbaikan Losses dan Drop tegangan PWI 9 dengan Pelimpahan Beban Ke Penyulang Baru PWI 11 di PLN (PERSERO) Semarang.* Semarang: Jurusan Teknik Elektro, Universitas Diponegoro Semarang.