

Analisis Jatuh Tegangan Pada Jaringan Distribusi Pada Unit Kilang Dengan Metode Fast-Decoupled Di PPSDM Migas Cepu

Zenny Wicaksono

S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
E-mail: zenny.17050874048@unesa.ac.id

Subuh Isnur haryudo, Farid Baskoro

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
E-mail: subuhisnur@unesa.ac.id, faridbaskoro@unesa.ac.id

Abstrak

Listrik ialah sebuah sumber energi penting untuk keberlangsungan hidup manusia. Energi listrik dijadikan bahan utama untuk mengoperasikan peralatan serta mesin yang ada di dunia industri. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan perhitungan serta simulasi jatuhnya tegangan untuk jaringan distribusi di PPSDM Migas Cepu berbantuan Software ETAP 12.6.0 serta agar diketahui hasil analisisnya yang sesuai pedoman SPLN No.72 Tahun 1987. Penelitian ini mempergunakan jenis penelitian survei. Didalam penelitian yang dilaksanakan peneliti melaksanakan analisis mengenai besarnya tegangan jatuh untuk jaringan distribusi di PPSDM Migas Cepu yang berbantuan Software ETAP 12.6.0 pada simulasinya. Langkah sebelum menganalisis ialah peneliti mengumpulkan data keadaan lapangan di PPSDM Migas Cepu. Kemudian melaksanakan perancangan single line diagram yang mempergunakan software ETAP 12.6.0. teknik analisis data yang dilaksanakan ialah melakukan perbandingan tegangan jatuh pada hasil ETAP terhadap tegangan jatuh sesuai pedoman SPLN No.72 Tahun 1987. Sesuai SPLN No.72 Tahun 1987 menyatakan bahwa jatuhnya tegangan dari sistem yang baik tidak boleh lebih dari 10% dari tegangan nominal. Maka kesimpulannya bahwasannya setiap sistem distribusi unit kilang di PPSDM Migas Cepu masih dinyatakan bekerja dengan baik karena tidak ada komponen yang memiliki jatuh tegangan diatas 10%.

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

Abstract

Electricity is an important source of energy for human survival. Electrical energy is used as the main ingredient to operate equipment and machines in the industrial world. This study aims to calculate and simulate the voltage drop for the distribution network at PPSDM Migas Cepu with the help of ETAP 12.6.0 software and to know the results of the analysis according to SPLN guidelines No.72 of 1987. This research uses a survey research type. In the research carried out by the researchers carried out an analysis of the magnitude of the voltage drop for the distribution network at PPSDM Migas Cepu which was assisted by the ETAP 12.6.0 software in the simulation. The step before analyzing is that the researcher collects data on the state of the field at the Cepu Migas PPSDM. Then carry out the design of a single line diagram using ETAP 12.6.0 software. The data analysis technique carried out is to compare the voltage drop on the results of the ETAP to the voltage drop according to the SPLN guidelines No.72 of 1987. According to SPLN No.72 of 1987 it states that the voltage drop of a good system cannot be more than 10% of the nominal voltage. So the conclusion is that every refinery unit distribution system at the Cepu Oil and Gas PPSDM is still declared to be working properly because there are no components that have a voltage drop above 10%.

Keyword: Voltage Drop, PPSDM Migas Cepu, ETAP 12.6.0, Refinery Unit.

PENDAHULUAN

Energi listrik ialah suatu hal yang sangat dibutuhkan manusia. Hal tersebut terlihat disetiap aktivitas serta kehidupan manusia yang terus bergantung pada listrik. Alat yang dipergunakan oleh manusia disetiap industri, ruang publik, kantor ataupun rumah tangga pasti memerlukan energi listrik agar beroperasi. Semakin meningkatnya listrik untuk kebutuhan manusia serta industri perlu diseimbangkan dengan adanya peningkatan energi listrik yang berkualitas yakni mencoba melakukan perbaikan mutu energi listrik serta sistem tenaga listrik yang andal.

PPSDM Migas Cepu merupakan satu dari sekian banyak pusat pelatihan serta pendidikan dibidang industri minyak serta gas bumi dibawah naungan Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral Pemerintah Pusat Indonesia yang mempunyai *power plant* (sistem ketenagaan) yang berperan penting didalam industri migas yang menyediakan serta menjamin adanya daya yang digunakan untuk industri Migas (PPSDM Migas Cepu,2023).

Tegangan listrik yang stabil ialah satu dari beberapa wujud energi listrik yang baik. Tegangan jatuh akan menyebabkan turunnya kinerja alat listrik yang digunakan dan memicu kerusakan,

dikarenakan secara umumnya alat listrik bisa dioperasikan dengan menggunakan nilai tegangan tertentu. (hermawan,2022).

Metode *Fast-Decoupled* ialah suatu metode yang dipergunakan untuk menyelesaikan perhitungan aliran daya. Metode tersebut ialah metode yang paling praktis serta cepat dan hasil perhitungan yang didapatkan akurat. Metode tersebut diperoleh berdasarkan pengembangan serta penyederhanaan metode *Newton-Raphson* yang mempergunakan prinsip *decoupled* yakni terdapatnya ketergantungan yang tinggi diantara daya nyata terhadap sudut fasa tegangan serta ketergantungan setiap daya reaktif terhadap besarnya tegangan. (Melani,2020).

Metode perhitungan *fast-decoupled* untuk menggantikan matriks Jacobi-asli sebuah *matriks* perhitungan berdasarkan metode *Newton-Raphson* dengan *matriks Jacobian* diagonal dan konstan dengan metode transformasi. (chen,2020).

Oleh sebab itu pada penelitian kali ini saya mengangkat judul “Analisis Jatuh Tegangan pada jaringan distribusi Unit Kilang dengan Metode *Fast-decoupled* di PPSDM Migas Cepu” yang mana peneliti mencoba menganalisis kualitas energi listrik di PPSDM Migas Cepu berbantuan *Software* ETAP 12.6.0. Yang kemudian nanti hasil dari simulasi ETAP 12.6.0 tentang berapa nilai jatuhnya tegangan akan disesuaikan pada “SPLN No. 72 Tahun 1987” yang menyatakan bahwasannya keandalan sistem distribusi jatuhnya tegangan tidak lebih dari 10% daripada tegangan nominalnya.

Keunggulan penelitian metode *fast-decoupled* untuk menganalisis jatuh tegangan dari penelitian sebelumnya adalah yang mana pada penelitian ini inputannya ialah generator, *primer mover*, transformator dan beban.

Berdasarkan paparan diatas rumusan permasalahan penelitian yang dilaksanakan ialah bagaimana analisis jatuhnya tegangan pada jaringan distribusi unit kilang menggunakan metode *matriks fast-decoupled* berbantuan aplikasi ETAP 12.6.0 serta apakah sudah mengikuti pedoman “SPLN No.72 tahun 1987”?

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut Menganalisis tegangan jatuh pada jaringan distribusi unit kilang menggunakan metode matriks *fast-decoupled* dengan bantuan aplikasi ETAP 12.6.0. dan sudah sesuai dengan SPLN No.72 tahun 1987.

Manfaat penelitian yang dilaksanakan ialah dapat memahami hasil analisis tegangan jatuh pada jaringan distribusi unit kilang dengan metode *fast-decoupled* dan bisa memperoleh tambahan pengalaman serta pengetahuan secara lebih luas sesuai dengan tema yang diambil didalam penelitian.

Pada penelitian yang dilaksanakan akan sangat mungkin muncul beberapa permasalahan yang memiliki keterkaitan pada penelitian ini, jadi dibutuhkan batasan permasalahan untuk penelitian yang dilaksanakan agar bisa fokus dengan arah yang jelas. Batasan permasalahan pada penelitian yang dilaksanakan ialah analisis jatuhnya tegangan didalam jaringan distribusi unit kilang yang mempergunakan *fast-decoupled* serta berbantuan *software* ETAP 12.6.0 apakah telah berpedoman pada “SPLN No.72 Tahun 1987”.

Jaringan Distribusi

Didalam sistem tenaga listrik terdapat salah satu bagiannya yaitu sistem distribusi yang fungsinya sebagai berikut:

- a. Sebagai penyalur atau membagikan tenaga listrik dititik pembagian beban.
- b. Suatu bagian sistem tenaga listrik sebagai penghubung langsung diantara pelanggan (pusat beban) kepada catu dayanya untuk setiap Gardu Distribusi atau pusat beban.

Pembangkit tenaga listrik yang menghasilkan tenaga listrik besar yang bertegangan 11 kV hingga 24 kV dengan gardu induk pembangkit yang menaikkan tegangannya yang mempergunakan trafo *step up* menjadi 500 kV, 275 kV, 250 kV, 125 kV atau 70 kV yang selanjutnya akan tersalurkan dengan mempergunakan saluran transmisi. Tegangan yang naik disaluran transmisi tersebut tujuannya sebagai upaya mengurangi rugi daya listrik.

Pada daya yang sama, tegangan yang naik menyebabkan arus listrik yang dialirkan akan mengecil, hal tersebut bisa menyebabkan semakin kecilnya rugi daya karena sama kuatnya dengan arus yang dihasilkan. Di gardu distribusi, tegangan transmisinya akan di turunkan pada 20 kV yang disebut tegangan menengah, hal tersebut dikatakan pula sebagai saluran distribusi primer. Untuk sistem tegangan yang rendah dengan tegangan 380/220 V disebut saluran distribusi sekunder.

Jatuh Tegangan

Besarnya arus tegangan listrik yang melewati jaringan transmisi bisa menyebabkan berbedanya

tegangan jatuhnya yang umumnya disebut *drop voltage* ketika melalui jaringan transmisi serta memperoleh sebuah beban listrik. *Drop voltage* ialah tegangan listrik yang menurun jumlahnya yang melalui penghantar listrik yang memiliki perbedaan dengan tegangan nominal. Berbedanya nilai tegangan yang dikirimkan dengan tegangan yang diterima ataupun pada beban didalam suatu sistem kelistrikan umumnya disebut sebagai nilai dari tegangan jatuh.

Setiap nilai tegangan jatuh bisa berubah dikarenakan adanya perbedaan penghantar yang mengakibatkan pada saat dilaksanakannya optimalisasi di saluran dipergunakanlah dilai yang paling tinggi yang sesuai pada pedoman SPLN 72:1987. Selanjutnya untuk diketahui apakah di sebuah jaringan tegangan pelayanannya masih didalam aturan standar yang sudah ditetapkan atau tidak, dilaksanakanlah proses menghitung *presentase drop voltage* dengan persamaan 1 :

$$VD = 2l \left(R + j0,2794 \log_{10} \frac{D_m}{D_s} \right) I V \quad (1)$$

Keterangan:

- VD = Tegangan jatuh karena impedansi saluran dalam Volt.
 l = Panjang garis (km)
 R = Resistansi masing-masing konduktor (Ω)
 D_m = Jarak rata-rata geometri antara pusat konduktor (GMD) (cm)
 D_s = Radius rata-rata geometri (GMR) (cm) (0,7788r untuk konduktor silinder)
 r = jari-jari konduktor silinder (cm)
 I = Arus fasa (A)

Analisis Aliran Daya

Analisis aliran daya adalah proses ditentukannya atau dihitungnya daya reaktif, daya aktif, arus serta tegangan yang ada diberbagai titik saluran listrik didalam kondisi operasional yang normal, baik yang beroperasi saat ini ataupun yang akan datang.

Analisa daya memiliki beberapa tujuan diantaranya sebagai berikut:

- Agar dapat diketahui tegangan disetiap bus yang terdapat didalam sistem, baik pada sudut fasa tegangan atau *magnitude*.
- Agar dapat diketahui daya reaktif dan aktifnya yang terdistribusi disaluran yang berada didalam sistem.
- Agar diketahui keadaan disemua beban, apakah sesuai dengan batas yang sudah ditetapkan ketika akan menyalurkan daya yang diperlukan.

- Agar mendapatkan keadaan awal ketika merencanakan sistem yang terbaru.
- Agar mendapatkan keadaan awalnya yang akan dipergunakan pada studi yang akan dilaksanakan dikemudian hari misalnya studi pembebanan ekonomis, stabilitas serta hubung singkat.

Metode Fast-decoupled

Ciri khas dioperasikannya sistem tenaga didalam keadaan tunak ialah bergantungnya daya nyata pada sudut fasa tegangan bus serta diantara daya reaktif pada magnitude tegangan bus. Pada keadaan tersebut, terdapatnya perubahan kecil didalam magnitude tegangan tidak mengakibatkan perubahan untuk daya nyatanya.

Kemudian bila terdapat perubahan sekecil apapun didalam sudut tegangan fasa tidak mengakibatkan perubahan untuk daya reaktifnya. Hal tersebut bisa dibuktikan didalam beberapa pendekatan yang dilaksanakan dalam menjelaskan hubungan diantara P serta δ dan diantara Q serta V pada persamaan 2 dan 3.

Keterangan:

ΔP = Daya aktif

ΔQ = Daya reaktif

ΔV = Tegangan

$$\left[\frac{\Delta P}{V} \right] = [B'] [\Delta \delta] \quad (2)$$

$$\left[\frac{\Delta Q}{V} \right] = [B''] [\Delta V] \quad (3)$$

Perhatikan bahwa kedua matriks B' dan B'' adalah nyata, jarang, dan simetris dengan fakta bahwa kerentanan shunt, tap off-nominal transformator, dan pergeseran fasa dihilangkan. oleh karena itu, kedua matriks B' dan B'' selalu simetris. karena itu, faktor segitiga atas yang jarang dan konstan dapat dihitung dan disimpan hanya satu kali pada awal solusi. metode ini sangat cepat dan dapat diandalkan.

Electric Transient and Analysis Program (ETAP)

ETAP adalah sebuah *software* yang bisa menjalankan sistem tenaga listrik. *Software* tersebut bisa beroperasi didalam kondisi *offline* ketika melaksanakan simulasi sistem tenaga listrik serta ketika akan mengelola data secara *real time* ataupun dipergunakan sebagai pengendali sistem dengan *real time* harus pada kondisi *online*.

Fitur yang ada didalam *software* ini ada beberapa macam diantaranya fitur yang dipergunakan ketika melakukan analisis sistem distribusi, sistem transmisi, serta pembangkitan tenaga listrik. Ketika melaksanakan analisa sistem

tenaga listrik, sebuah *single line diagram* (diagram satu garis) ialah sebuah notasi sederhana pada sistem tenaga listrik 3 fasa. Suatu konduktor dipergunakan untuk menggantikan representasi jaringan 3 fasa yang terpisahkan.

Hal tersebut memberikan kemudahan didalam membaca diagram ataupun didalam melakukan analisa rangkaian. Peralatan elektrik atau komponennya misalnya *bus bar*, kapasitor, transformator, pemutus rangkaian ataupun konduktor lainnya bisa diperlihatkan dengan mempergunakan simbol yang sudah distandarisasikan pada *single line diagram*.

Untuk peralatan listrik ataupun komponen yang dipergunakan didalam diagram tidak mewakili ukuran lokasi, warna, bentuk ataupun fisik dari komponen tersebut, namun dijadikan konfersi secara umumnya agar pengaturan diagram menjadi simbol ataupun saklar. Banyaknya peralatan listrik ataupun komponen bisa ditulis ataupun diletakkan disamping komponen yang dijadikan data pendukung untuk setiap pralatan listrik ataupun komponen yang dipasang. Supaya memudahkan serta diketahui setiap ciri khas didalam pengimplementasian instalasi didalam memasang peralatan listrik atau komponen pada saat menganalisis *trouble shooting* yang terjadi atau yang sebenarnya.

METODE

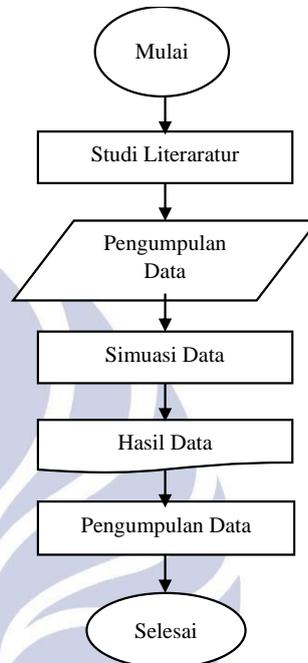
Penelitian yang dilaksanakan mempergunakan pendekatan penelitian kuantitatif, yang pengertiannya ialah sebuah metode yang menggunakan data kuantitatif atau data angka yang bisa dilakukan perhitungan dengan akurat. Tinjauan pustaka dipergunakan sebagai pedoman supaya perumusan masalah serta tujuan penelitian yang dilaksanakan bisa sama seperti keadaan dilapangan.

Pada penelitian yang dilaksanakan terdapat variabel-variabel yang dipergunakan, yaitu variabel kontrol, terikat serta bebas. Variabel kontrol yang dipergunakan ialah *Software* ETAP 12.6.0, kemudian variabel terikat yang dipergunakan ialah besar total jatuh tegangan serta variabel bebas yang dipergunakan ialah Unit Kilang PPSDM Migas Cepu. Simulasi yang berbantuan *software* ETAP 12.6.0 dipergunakan sebagai teknik pengujian hasil pada penelitian yang dilaksanakan. Kemudian metode *fast decoupled* dipergunakan untuk menyelesaikan pengukuran *drop voltage*.

Saat simulasi pengukuran *drop voltage* mempergunakan pendekatan dengan langkah trial and error, yakni mempergunakan langkah mengulang serta memberikan variasi data input

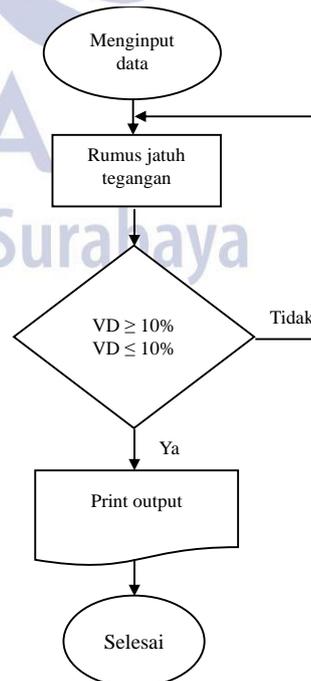
sebuah nilai variabel terhadap batas yang telah ditetapkan hingga nilai maksimum ataupun sebuah nilai optimasi yang sesuai tercapai.

Pada penelitian yang dilaksanakan didalamnya dilaksanakan beberapa tahapan. Tahapan yang pertama yaitu proses penyelesaian skripsi yang bisa diperlihatkan didalam flowchart pada Gambar 1.



Gambar 1. Flowchart Proses Penyelesaian Skripsi.

Kemudian tahapan yang kedua yaitu proses analisa data dapat diperlihatkan didalam flowchart seperti gambar 2.



Gambar 2 Flowchart perhitungan jatuh tegangan

Tabel 1. Data Elektrik kabel N2XSEFGbY – 6/10 kV

Nom. Sect.	DC Resistance At 20°C	AC Resistance At 90°C	Inductance (mH/km)	Current – Carrying Capacity at 30°C		Short circuit current at 1 sec	
				in air	in ground	Conductor (kA)	Screen (kA)
25	0.727	0.927	0.342	152	147	3.58	1.03
35	0.524	0.668	0.325	185	175	5.01	1.03
50	0.387	0.494	0.313	219	205	7.15	1.03
70	0.268	0.342	0.296	273	251	10.01	1.03
95	0.193	0.247	0.303	333	298	13.59	1.03
120	0.153	0.196	0.276	379	339	17.16	1.03
150	0.124	0.160	0.268	430	379	21.45	1.03
185	0.0991	0.128	0.262	490	427	26.46	1.03
240	0.0754	0.099	0.255	573	490	34.32	1.37
300	0.0601	0.080	0.252	649	547	42.90	1.37

(Sumber: Data di PPSDM Migas Tahun 2021)

Berdasarkan tabel tersebut, di PPSDM Migas Cepu untuk jaringan utama tenaga listriknya mempergunakan N2XSEFGbY berukuran 95 mm², maka sesuai tabel tersebut memiliki resistansi sebesar 0,247 ohm/km serta memiliki reaktansi sebesar 0,095 ohm/km. Untuk data panjang jaringan kabel disetiap transformator dan nilai-nilai reaktansi serta resistansinya diperlihatkan didalam Tabel 2.

Pada penelitian yang dilaksanakan fokusnya ialah membahas jatuh tegangan yang mempergunakan metode *fast-decoupled* diunit kilang yang mana unit kilangnya ditempatkan didalam saluran listrik untuk trafo ke 8, maka data tersebut nantinya ditulis pada parameter simulasi ETAP 12.6.0 diantara transformator ke 8/10 dengan busbar seperti pada tabel 2.

Didalam simulasinya pada ETAP 12.6.0 harus memperhatikan bahwasannya pada penyuplai daya listriknya misalnya dari power grid atau generator. Tetapi didalam pembahasan ini mempergunakan penyuplai dari G2 Cummins V (generator 2) yang berdaya sebanyak 876 KW agar beban terpenuhi seperti pada tabel 3.

Seluruh pembangkit Pembangkit Listrik Tenaga Diesel digerakkan oleh *Primer Mover* yang menggerakkan generator untuk bisa menghasilkan listrik. Dikarenakan generator yang dipergunakan ialah generator ke 2, *primer mover* pun mempergunakan *primer mover* ke 2 yang berkapasitas sesuai yakni 1020/950 BPH serta 1500 Rpm yang dijelaskan pada tabel 4.

Tabel 2. Panjang Saluran Kabel antar Transformator dan nilai R, X.

Kabel	Panjang (Km)	R (Ω)	X (Ω)
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	0,063	0,032
Antara Trafo 3 dengan Trafo 4	0,490	0,095	0,121
Antara Trafo 4 dengan Trafo 15	1,765	0,341	0,436
Antara Trafo 15 dengan Trafo 5	1,000	0,193	0,247
Antara Trafo 5 dengan Trafo 12A	1,900	0,367	0,469
Antara Trafo 12A/B dengan Trafo 11	0,195	0,038	0,048
Antara Trafo 11 dengan Trafo 6A/B	0,525	0,101	0,130
Antara Trafo 6A/B dengan Trafo 7	0,920	0,178	0,223
Antara Trafo 7 dengan Trafo 8/10	0,150	0,003	0,037
Antara Busbar dengan Trafo 8/10	0,190	0,247	0,095
Antara Busbar dengan Trafo 9	0,200	0,049	0,019
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 Tahun 2021)

Tabel 3. Data Kapasitas Generator PPSDM Migas.

NO.	ID	Merk	KVA	KV
1	G1 CumminsII	Newage Stamford	1000	0,4
2	G2 Cummins V	Newage Stamford	1030	0,4
3	G8 Cummins III	ONAN	1000	0,4
4	G9 Cummins IV	ONAN	640	0,4

(Sumber: Data *Power Plant* PPSDM Migas Tahun 2021)

Tabel 4. Data Kapasitas *Primer Mover* PPSDM Migas.

NO	ID	Merk	Kapasi tas	Rpm
1	G1CumminsII	Cummins	1020/950BHP	1500
2	G2CumminsV	Cummins	1020/950BHP	1500
3	G8CumminsIII	Cummins	1020/950BHP	1500
4	G9CumminsIV	Cummins	740HP	1500

(Sumber: Data *Power Plant* PPSDM Migas Tahun 2021)

Tabel 5. Data Kapasitas Transformator PPSDM Migas

NO	ID	KVA	KV
1	Transformator Step Up	17 1600	0,4/6,1
2	Transformator Step Up	18 800	0,4/6,1
3	Transformator Step Up	19 630	0,4/6,1
4	Transformator Step Down	8 630	6,1/0,38
5	Transformator Step Down	10 200	6,1/0,4
6	Transformator Step Down	13 630	6,1/0,38
7	Transformator Step Down	14 200	6,1/0,38
8	Transformator Step Down	1 500	6,1/0,38
9	Transformator Step Down	2 500	6,1/0,38
10	Transformator Step Down	3 630	6,1/0,38

(Sumber: Data *Power Plant* PPSDM Migas Tahun 2021)

Seluruh beban di trafo 1,2 serta 3 mempergunakan suplai penuh dari PLN dikarenakan untuk efisiensi biaya serta ketika ada pemadaman dari PLN maka akan di *cover* oleh PLTD. Maka, pembahasan ini ialah melaksanakan analisis mengenai tegangan jatuh pada trafo ke 8, dikarenakan unit kilangnya ada di distribusi trafo ke 8. seperti tabel 5

Beban tersebut ialah beban nyata yang diperoleh dilapangan, dengan total beban keseluruhan menjadi 14 unit beban serta daya totalnya sebesar 182,08 Kw seperti pada tabel 6.

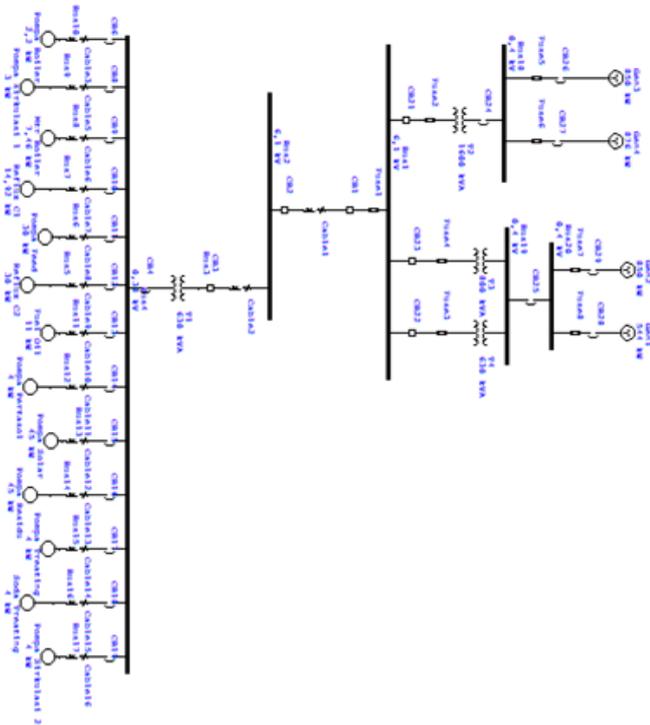
Analisis jatuh tegangan unit kilang PPSDM Migas dilaksanakan dengan mempergunakan keadaan *existing* saluran listrik di Unit Kilang PPSDM Migas Cepu, yang saat ini telah bisa melaksanakan pemodelan dengan *single line diagram* berbantuan ETAP 12.6.0 untuk melaksanakan simulasi dengan mempresentasikan kondisinya secara nyata dengan yang ada dilapangan. Dengan melaksanakan simulasi tersebut bisa menjadi bantuan dikarenakan bisa melaksanakan suatu analisa aliran daya yang berkecepatan tinggi.

Tabel 6. Data Beban untuk Unit Kilang

Beban	Beban Operasi	Beban Terpasang (KW)	Total Operasi (KW)	Panjang Kabel Saluran (Meter)
Pompa Boiler Furnace	1	2,2	2,2	200
Pompa Sirkulasi Furnace	1	1,5	3	200
Motor bolier Furnace	1	7,46	7,46	200
Reflux C-1	1	14,92	14,92	200
Pompa Feed	1	15	15	200
Reflux C-2	1	5,5	5,5	200
Fuel Oil	1	11	11	200
Premium /Pertasol	1	15	15	200
Solar	1	45	45	200
Residu	1	37	37	200
Pertasol /Treating	1	4	4	200
Soda Treating	1	3	3	200
Pompa Sirkulasi Separato r 1	1	4	4	200
Penerangan	1	15	15	200
TOTAL			182,08	

(Sumber: Data *Power Plant* PPSDM Migas Tahun 2021)

Hal yang harus dilaksanakan ketika akan membuat gambar single line diagram ialah, mengklik *software* ETAP 12.6.0, kemudian muncullah jendela *Create New Project*. Tulislah nama dokumen yang akan dibuat serta pilih tempat penyimpanannya. Lalu muncul jendela *user information*. Tulis nama orang yang membuat dokumen serta pilih centang untuk seluruh pilihan *access level permission*. Kemudian aturlah *Project Standart* yang akan dipergunakan. Klik, *Project* pada *Menu Bar*, selanjutnya klik *Standard*. Ketika ingin melaksanakan simulasi dipergunakan *standard IEC* yang frekuensinya 50 Hz serta *Unit System English*.



Gambar 4. Diagram Satu Garis Unit Kilang Berbasis ETAP 12.6.0.

Gambar 4 merupakan sebuah single line diagram untuk Power Plant ke Unit Kilang PPSDM Migas CEPU yang mempergunakan ETAP 12.6.0. Tabel 7 merupakan data generator yang di input pada single line. Tabel 8 merupakan data bus yang di input pada single line. Tabel 9 merupakan aliran daya yang dianalisa untuk penelitian ini.

Dalam membuat simulasi berbantuan ETAP 12.6.0 harus memastikan terlebih dahulu untuk pembuatan parameter serta rangkaiannya telah benar serta selesai. Kemudian klik simbol *Load Flow Analysis* supaya pemodelannya pada rangkaian masuk ditahap pengetesan. Selanjutnya klik *Run Losses* maka ETAP 12.6.0 melaksanakan simulasi secara otomatis seperti yang ditunjukkan pada gambar 5.

Tabel 7. data Generator yang di input

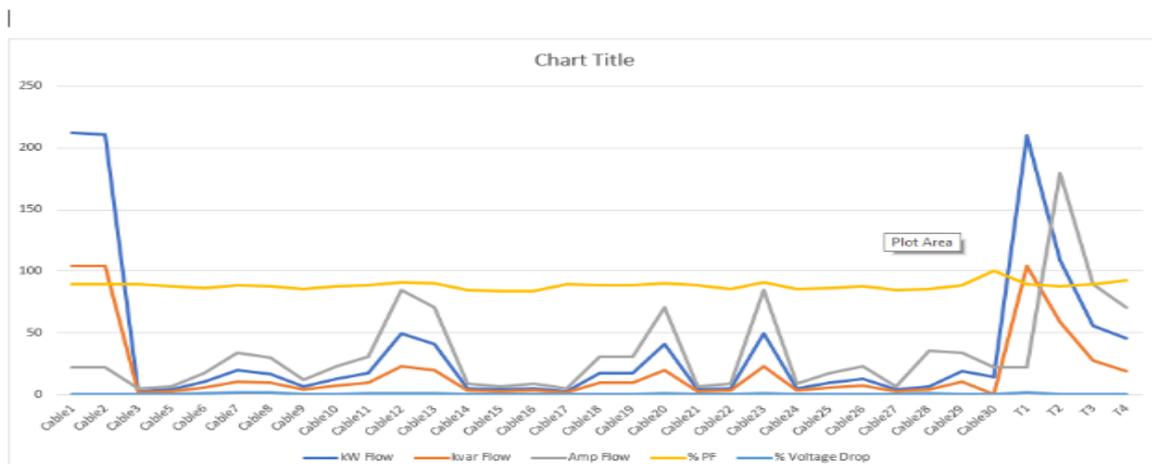
ID	Rating	MW	Mvar
Gen1	0,544 MW	0,05	0,023
Gen2	0,85 MW	0,05	0,023
Gen3	0,85 MW	0,055	0,029
Gen4	0,876 MW	0,055	0,029

Tabel 8. data Bus yang di input

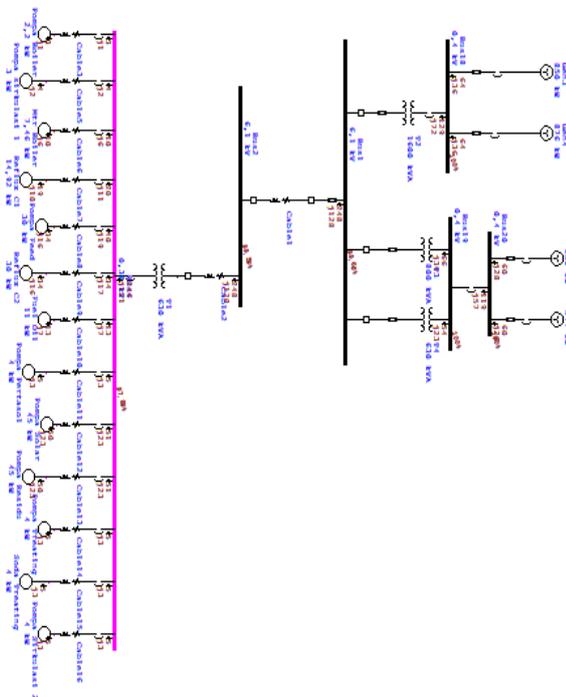
Bus ID	Nominal kV	Voltage	MW Loading	% Loading
Bus1	6,1	99,74	0,212	0
Bus2	6,1	99,71	0,211	0
Bus4	0,38	98,32	0,209	0
Bus19	0,4	100	0,101	0

Tabel 9. Aliran Daya

ID	kW Flow	kvar Flow	% PF	% Voltage Drop
Cable1	212	104	89,7	0,02
Cable2	211	104	89,64	0,01
Cable3	2,789	1,424	89,06	0,06
Cable5	3,816	2,041	88,18	0,12
Cable6	9,87	5,724	86,51	1,16
Cable7	19,301	10,253	88,31	1,27
Cable8	16,708	9,149	87,71	1,35
Cable9	6,56	3,925	85,81	0,09
Cable10	12,774	7,065	87,51	0,44
Cable11	17,329	9,214	88,29	1,05
Cable12	49,616	22,805	90,86	0,48
Cable13	41,079	19,422	90,41	0,51
Cable14	4,806	2,981	84,98	0,07
Cable15	3,644	2,33	84,25	0,05
Cable16	4,548	2,98	83,64	0
Cable17	2,798	1,424	89,13	0,04
Cable18	17,094	9,129	88,21	0,23
Cable19	17,094	9,129	88,21	0,23
Cable20	40,659	19,264	90,37	0,53
Cable21	3,818	2,039	88,21	0,05
Cable22	4,819	2,979	85,06	0,07
Cable23	49,073	22,601	90,83	0,64
Cable24	4,819	2,979	85,06	0,07
Cable25	9,73	5,673	86,39	0,13
Cable26	12,696	7,035	87,47	0,17
Cable27	3,66	2,329	84,37	0,05
Cable28	6,537	3,91	85,82	0,53
Cable29	18,987	10,14	88,21	0,25
Cable30	14,226	0,001	100	0,01
T1	210	104	89,56	1,38
T2	109	58,993	88	0,26
T3	55,547	27,785	89,44	0,26
T4	45,284	18,481	92,59	0,26



Gambar 6. Grafik hasil simulasi ETAP 12.6.0.



Gambar 5. Hasil Simulasi ETAP 12.6.0.

Didalam simulasi yang menganalisis sistem distribusi untuk Unit Kilang PPSDM Migas Cepu tersebut mempergunakan power plant GEN ke 2 (generator) yang kapasitasnya 876 kW dikeadaan normal agar beban terpenuhi seperti gambar 6.

Gambar 6 memperlihatkan jatuh tegangan yang terdapat di tiap komponen dengan berdasarkan data diatas jika dibandingkan dengan SPLN no.72 tahun 1987 yang menyatakan bahwa rugi tegangan dari sistem distribusi yang baik tidak lebih 10% dari tegangan nominal.

Diambil kesimpulan bahwasannya sistem distribusi unit kilang PPSDM MIGAS Cepu masih bekerja dengan baik. Gambar 6 tersebut menunjukkan bahwa rangkaian simulasi perhitungan jatuh tegangan terhadap jaringan distribusi unit kilang PPSDM MIGAS Cepu sesuai dengan ketentuan SPLN no.72 tahun 1987.

Berdasarkan semua rangkaian simulasi perhitungan jatuhnya tegangan menggunakan metode *fast-decoupled* terhadap jaringan distribusi unit kilang di PPSDM MIGAS Cepu meghasilkan berupa jatuh tegangan secara total.

PENUTUP

Simpulan

Bedasarkan hasil serta pembahasannya bisa di simpulkan bahwasannya penggunaan metode matriks fast-decoupled yang berbantuan aplikasi ETAP 12.6.0 didalam menganalisa jatuh tegangan pada jaringan distribusi unit kilang di PPSDM MIGAS menghasilkan jatuh tegangan dari setiap beban yang tidak melebihi standard SPLN No. 72 tahun 1987. pada SPLN No.72 tahun 1987 menyatakan bahwasannya jatuhnya tegangan dari sistem yang baik tidak boleh melebihi dari 10% dari tegangan nominal. Maka bisa di simpulkan bahwasannya sistem distribusi unit kilang PPSDM MIGAS Cepu masih dinyatakan bekerja dengan baik karena tidak ada komponen yang memiliki jatuh tegangan diatas 10%.

DAFTAR PUSTAKA

- Ghanayem, Haneen. 2023. *Decoupled Speed and Flux Control of Three-Phase PMSM Based on the Proportional-Resonant Control Method*. Energies 2023, 16. 1053.
- Ghiasi, Mohammad. 2019. *A Case Study of Modeling Simulation and Load Flow Assessment in the Power Distribution Network of Tehran Metro Using ETAP*. International journal of engineering and future technology, vol. 16 no. 3.
- Gönen, Turan. 1988. *Modern Power System Analysis*. Canada: John Wiley & Sons, Inc.
- Hermawan, Deny. 2022. *Analisa Optimasi Daya Reaktif pada Static VAR Compensator dengan Metode Fast-decoupled*. UMSU
- Kucuk, Selahattin, dan Ali Ajder. 2022. *Analytical Voltage Drop Calculations During Direct on Motor Starting: Solution for Industrial* Ain Shams Engineering Journal
- Melani, Pangloli. K. 2020. *Analisis Aliran Daya Menggunakan Metode Fast Decoupled Pada Sisi Tegangan 6.3 KV PT. Semen Tonasa V. SNTEI (Seminar Nasional Teknik Elektro dan Informatika)*.
- Mujiburrahman, M. 2021. *Analisis Tegangan Jatuh (Drop Voltage) Pada Unit Boiler Di PPSDM Migas Cepu Menggunakan Etap 12.6.0*. Jurnal Teknik Elektro, 10(3), 757-768.
- Putra, Novian. Z. Q. 2021. *Analisis Rugi Daya Untuk unit Kilang Berbasis ETAP 12.6.0 di Pusat Pengembangan Sumber Daya Manusia Minyak dan Gas (PPSDM MIGAS) Cepu*. Jurnal Teknik Elektro, 10(2) 435-442.
- SPLN No.72 Tahun 1987.
- Suhan, Zhang. 2020. *Partitional Decoupling Method for Fast Calculation of Energy Flow in a Large-scale Heat and Electricity Integrated Energy System*. IEEE Transactions on Sustainable Energy, vol. 12 pp. 501-513.
- Yanbo, Chen. 2020. *Fast Decoupled Multi-energy Flow Calculation for Integrated Energy System*. Journal of Modern Power Systems and Clean Energy, vol. 8 no. 5.
- Ying, Zhang. 2019. *Interval State Estimation with Uncertainty of Distributed Generation and Line Parameters in Unbalanced Distribution Systems*. IEEE Transactions on Power Systems.