

ANALISIS RUGI DAYA UNTUK UNIT KILANG BERBASIS ETAP 12.6.0 DI PUSAT PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA MINYAK DAN GAS BUMI (PPSDM MIGAS) CEPU

Novian Zainun Qorif Putera

Program Studi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya, Ketintang 60231, Indonesia

Email: novian.17050874061@mhs.unesa.ac.id

Subuh Isnur Hardyudo, S.T., M.T., Dr. Joko, M.Pd., M.T., Unit Three Kartini, Ph. D.

Dosen Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya, Ketintang 60231, Indonesia

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

Abstrak

Di zaman sekarang, listrik sudah memasuki kebutuhan primer untuk setiap manusia. Hampir seluruh peralatan yang dipakai sehari-hari membutuhkan listrik. PT Perusahaan Listrik Negara (PLN) sebagai penyedia dan pendistribusian listrik juga harus selalu dapat memenuhi kebutuhan konsumen dan berinovasi. Tidak hanya kebutuhan rumah tangga, bahkan dunia industri juga menjadikan listrik sebagai bahan dasar dari sebagian besar peralatan yang beroperasi. Jika seluruh kebutuhan baik rumah tangga maupun industri disuplai penuh oleh PLN maka besar kemungkinannya masih belum mampu untuk memenuhi. Oleh sebab itu, sudah banyak industri yang menyediakan pembangkit listrik untuk memenuhi kebutuhan listriknya sendiri. Salah satunya, di Pusat Pengembangan Sumber Daya Manusia Minyak dan Gas Bumi Cepu (PPSDM Migas Cepu). Sistem pendistribusian listrik juga merupakan salah satu yang paling sering terjadi masalah. Oleh sebab itu, tujuan penulis melakukan penelitian ini adalah untuk menganalisis besarnya nilai rugi daya pada sistem distribusi Unit Kilang di PPSDM Migas Cepu. Metode yang digunakan untuk membantu menganalisis permasalahan tersebut adalah dengan menggunakan metode teknik analisis data kuantitatif dibantu dengan software ETAP 12.6.0. Data yang dibutuhkan didapat dari survei lapangan di PPSDM Migas Cepu kemudian membuat *Single Line Diagram* beserta parameternya supaya dapat disimulasikan. Hasil dari simulasi tersebut rugi daya aktif sebesar 3,0 Kw dan total rugi-rugi daya reaktif sebesar 9,1 KVar. Berdasarkan Standart PLN No. 72 Tahun 1987, jumlah rugi daya yang diizinkan yakni tidak melebihi 10%. Dan dalam penelitian kali ini besarnya rugi daya masih belum melebihi 10% dari daya nominalnya. Jadi, dapat disimpulkan bahwa sistem distribusi Unit Kilang di PPSDM Migas Cepu belum perlu dilakukan perbaikan.

Kata Kunci: ETAP 12.6.0, PPSDM Migas Cepu, Rugi Daya, Unit Kilang.

Abstract

In this day and age, electricity has entered the primary need for every human being. Almost all equipment used daily requires electricity. PT Perusahaan Listrik Negara (PLN) as a provider and distribution of electricity must always be able to meet consumer needs and innovate. Not only household needs, even the industrial world also uses electricity as the basic material for most operating equipment. If all the needs of both households and industries are fully supplied by PLN, it is very likely that they will still not be able to fulfill them. Therefore, there are many industries that provide power plants to meet their own electricity needs. One of them is at the Cepu Oil and Gas Human Resources Development Center (PPSDM Migas Cepu). The electricity distribution system is also one of the most common problems. Therefore, the author's purpose of conducting this research is to analyze the value of power loss in the distribution system of the Refinery Unit at PPSDM Migas Cepu. The method used to help analyze these problems is to use quantitative data analysis techniques assisted by ETAP 12.6.0 software. The data needed is obtained from a field survey at PPSDM Migas Cepu and then makes a *Single Line Diagram* along with its parameters so that it can be simulated. The results of the simulation are active power losses of 3.0 Kw and total reactive losses of 9.1 KVar. Based on PLN Standard No. 72 of 1987, the allowable amount of power loss does not exceed 10%. And in this study, the amount of power loss still does not exceed 10% of the nominal power. So, it can be concluded that the distribution system of the Refinery Unit at PPSDM Migas Cepu does not need to be repaired.

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

PENDAHULUAN

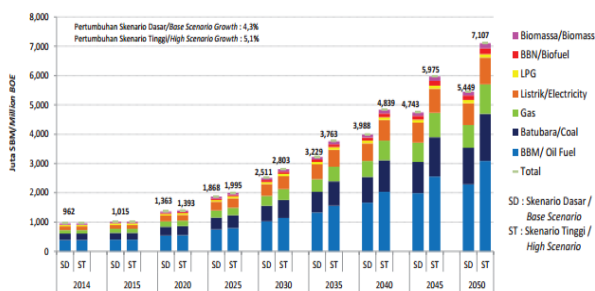
Indonesia merupakan negara berkembang yang ikut serta dan masih berusaha untuk bersaing di dunia perindustrian dengan negara-negara lain di kancah

internasional. Oleh sebab itu, untuk saat ini Indonesia sedang dalam proses untuk membangun industri-industri di segala bidang guna memenuhi kebutuhan internal masyarakat dan eksternal untuk menambah cadangan

devisa negara. Satu contoh industri yang sedang dikembangkan ialah industri *petroleum* dan *petrochemical* dan salah satu jenis sumber daya energinya, yakni Minyak dan Gas Bumi sebagai bahan galian vital dan strategis. (Sofyan, 2008)

Berdasarkan Undang-Undang No.22 Tahun 2001 Tentang Minyak dan Gas Bumi, minyak dan gas bumi ialah hasil mekanisme alami berwujud hidrokarbon pada saat tekanan dan temperatur atmosfer berbentuk fasa cair atau padat, termasuk aspal, lilin, mineral atau *ozokerit*, bitumen yang diperoleh dari hasil proses penambangan, tetapi tidak termasuk batubara ataupun proses endapan *hidrokarbon* lain yang berbentuk padat yang diperoleh dari kegiatan yang tidak berkaitan dengan Minyak dan Gas Bumi. Sedangkan Gas Bumi adalah hasil proses alami berupa hidrokarbon yang dalam kondisi tekanan dan temperatur atmosfer berbentuk fasa atau gas yang diperoleh dari penambangan Migas Bumi.

Hasil dari pengolahan Minyak dan Gas Bumi dapat berupa Bahan Bakar Minyak (BBM), Liquefied Petroleum Gas (LPG) dan padatan yang digunakan sebagai bahan bakar. Pada pembangunan nasional, Migas Bumi mempunyai peranan sangat penting terutama sebagai sumber energi dalam negeri, sumber pemasukan negara dan devisa dan bahan baku industri pada umumnya. Sejalan dengan meningkatnya penggunaan energi pada rumah tangga, industri, maupun kendaraan maka pengolahan Minyak dan Gas Bumi juga diharuskan untuk terus meningkat.



Gambar 1 Proyeksi Kebutuhan Energi
(Sumber: BPPT-Outlook Energi 2016)

Dalam Outlook Energi Indonesia Tahun 2016, kebutuhan akan hasil pengolahan Minyak dan Gas Bumi seperti LPG dan BBM semakin meningkat. Hal tersebut menggambarkan bahwa diperlukannya pengolahan dari Minyak dan Gas Bumi yang lebih efisien dan berkelanjutan mengingat semakin meningkatnya kebutuhan dari hasil olahan Minyak dan Gas Bumi untuk memenuhi kebutuhan di tahun-tahun mendatang.

Menanggapi permasalahan di atas, diperlukan usaha dan dukungan dari berbagai pihak terutama dari segi

industri yang mengolah Minyak dan Gas Bumi. Sebagai industri yang sangat berperan penting dibutuhkan keefektifan dan keefisiensi dalam proses pengolahan sehingga dapat dengan maksimal dalam memperoleh hasil olahan.

Pusat Pengembangan Sumber Daya Manusia Minyak dan Gas Bumi (PPSDM MIGAS) merupakan lembaga pemerintahan pusat dibawah Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia Energi dan Sumber Daya Mineral, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral dalam melaksanakan tugas, PPSDM MIGAS Cepu bertanggung jawab langsung kepada Kepala Badan Diklat Energi dan Sumber Daya Mineral (Surat Keputusan No. 150 Tahun 2001 tanggal 2 Maret 2001) yang telah diperbarui dengan peraturan Menteri ESDM no. 13 Tahun 2016 tanggal 20 Juli 2016, dimana PPSDM MIGAS mempunyai tugas pengembangan sumber daya manusia di bidang Minyak dan Gas Bumi. Selain itu, PPSDM Migas Cepu juga diberikan sedikit tugas untuk mengelola hasil galian yang nantinya akan diserahkan kembali kepada PT Pertamina Persero.

Salah satu cara untuk dapat menghasilkan keefektifan dan keefisiensi dalam proses pengolahan adalah dengan cara mengurangi rugi-rugi daya pada sistem kelistrikan industri.

Rugi daya merupakan berkurangnya nilai daya yang ditransfer dari sumber (Pembangkit) yang kemudian diterima dalam hal ini unit pengolah (Unit Kilang). Jadi, daya yang berkurang karena rugi daya merupakan daya yang dibangkitkan tapi tidak sampai untuk dapat dipakai. Dalam masalah ini, pihak pertama yakni penghasil daya listrik (Pembangkit) mengalami kerugian karena menghasilkan daya dengan modal yang lumayan besar akan tetapi tidak memperoleh hasil pengolahan yang maksimal (Indra, 2019). Rugi daya listrik untuk saluran tiga fasa dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$PL = 3 \cdot I^2 \cdot R \cdot L \quad [1]$$

Dengan:

PL = Rugi Daya (Watt)

R = Tahanan Kawat per Fasa (Ω /Km)

I = Arus Beban (A)

L = Panjang saluran (Km)

Rugi daya yang kemungkinan akan terjadi dan besar tidaknya akan dianalisis dengan bantuan software ETAP 12.6.0 pada penelitian kali ini, yang ditujukan dapat memberikan pengetahuan baru kepada pihak-pihak yang bersangkutan.

Losses (rugi daya) dapat diklasifikasi menjadi beberapa bagian, rugi daya teknis dan rugi daya non-teknis. Rugi daya teknis merupakan rugi daya yang dipengaruhi oleh sifat material atau peralatan jaringan, kemudian rugi daya non-teknis merupakan rugi daya

yang dikarenakan kesalahan instalasi atau kerusakan alat pada jaringan (Mega, 2018).

Kerugian teknis adalah karena sifat komponen yang digunakan di jaringan, kerugian komersial mengacu pada energi tidak ditagih, dan kerugian total menandakan energi ditagih tetapi tidak dibayar (Hachimenum, 2016).

Secara umum losses jaringan biasanya disebabkan oleh sistem distribusi, beban yang tidak seimbang, eror pada KWh meter, overload, trip, dan penggunaan listrik yang tidak teratur (Arfita, 2018).

ETAP (Electrical Transient Analysis Program) yakni sebuah software yang tertata secara rapi untuk membantu menuntaskan masalah seperti *Analysis Harmonic*, *Analysis Transient Stability*, *Analysis Load Flow* (Aliran Daya), *ShortCircuit* (ANSI dan IEC), *Optimal Power Flow*, *Ground Grid Systems*, *Manuver Jaringan Sistem Transmisi dan Distribusi*, Mengurangi *Losses* untuk jaringan Transmisi dan Distribusi, Penambahan Kapasitor untuk sistem Transmisi dan Distribusi. Software ini awalnya dianalisis oleh Brown, K, Shokooh, F, Abcede, H, dan Donner, G, dengan judul “*Interactive Simulation of Power System: ETAP Application and Techniques*”. Software ETAP selanjutnya dipakai membantu analisis stabilitas *transient* dalam sistem tenaga listrik oleh Ramasudha, K; Prakash, V V S, 2003 (Yessi, 2018).

Menurut SPLN No.72 Tahun 1987, besarnya nilai rugi daya juga diperlukan untuk menentukan keandalan sistem, besarnya rugi daya tidak boleh melebihi standart yakni 10%. Apabila melebihi standart yang diizinkan akan menyebabkan kerugian bagi konsumen serta penyedia listrik (Guton, 2017)

Dengan begitu dapat rumuskan bahwa salah satu cara untuk membantu mencukupi kebutuhan energi terutama dalam hal listrik yakni dengan cara mengurangi rugi daya pada sistem kelistrikan. Oleh karena itu penulis akan melaksanakan penelitian dengan judul Analisis Rugi Daya Untuk Unit Kilang di Pusat Pengembangan Sumber Daya Manusia Minyak dan Gas Bumi Cepu dengan harapan didapatkannya hasil yang akurat sehingga jika memang terjadi rugi daya yang melebihi standart dapat segera dilakukan perbaikan juga dapat sedikit membantu tercukupinya kebutuhan energi listrik di tahun-tahun mendatang.

METODE

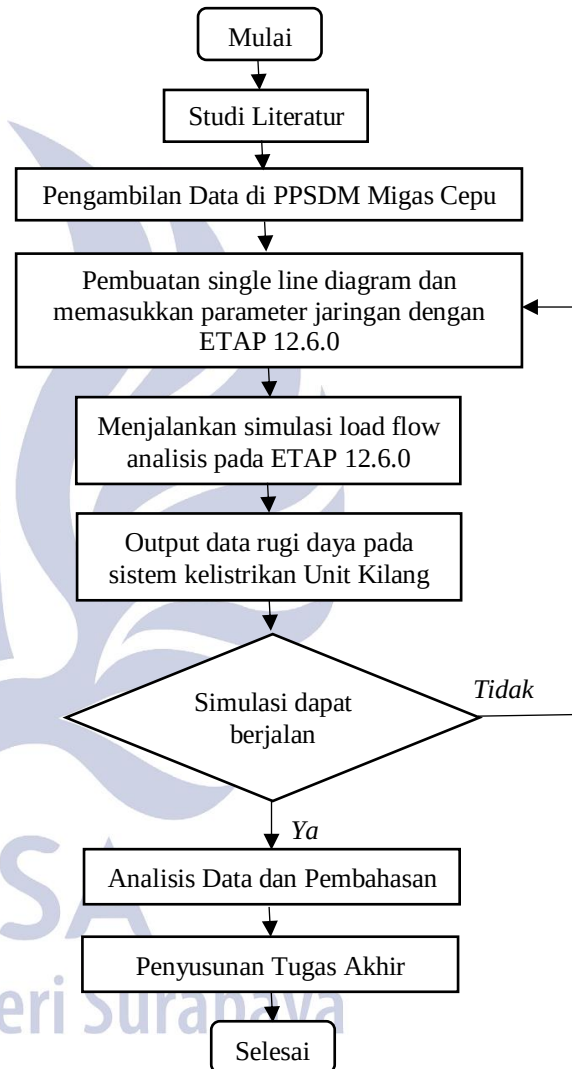
Metode yang dipakai guna menyelesaikan penelitian ini adalah metode Teknik Analisis Data Kuantitatif. Adalah sebuah metode yang memakai data kuantitatif atau data numerik yang dapat dihitung secara akurat.

Penelitian ini dilakukan dengan pengambilan data yang dilaksanakan di Pusat Pengembangan Sumber Daya

Manusia Minyak dan Gas Bumi Cepu, Blora, Jawa Tengah. Dan dilaksanakan mulai tanggal 2 maret sampai selesai.

Ada beberapa variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian ini yakni variabel bebas, terikat dan kontrol. Variabel bebasnya adalah Unit Kilang PPSDM Migas Cepu. Variabel terikatnya adalah Besarnya total rugi daya. Dan Software ETAP 12.6.0 menjadi variabel kontrolnya.

Rancangan Penelitian



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Tahapan pelaksanaan penelitian ini dimulai dengan studi literatur dimana penulis mengumpulkan rujukan dari buku-buku, penelitian yang sesuai pembahasannya. Kemudian pengumpulan data berupa parameter jaringan yang membantu menyelesaikan penelitian diperoleh dari lapangan. Data yang didapatkan dari lapangan meliputi kapasitas generator, kapasitas trafo, diagram satu garis, jenis penghantar saluran, panjang saluran dan besarnya hambatan penghantar.

Pembuatan *single line* ini merupakan langkah awal setelah terkumpulnya data-data yang diperlukan kemudian memasukkannya kedalam parameter yang dibutuhkan. Proses selanjutnya pengolahan data berupa simulasi program ETAP 12.6.0 dapat diawali dengan menggambarkan diagram satu garis lengkap dengan parameternya, kemudian menyimulasikan analisis Rugi Daya.

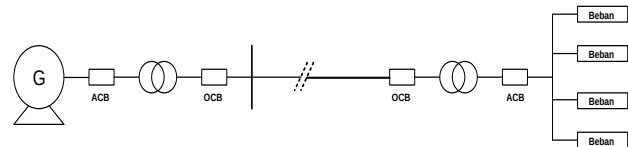
Apabila dalam menyimulasikan tidak terjadi eror pada tiap-tiap komponen berarti parameter dan desain sistem kelistrikan berjalan sesuai rencana. Jika terdapat eror pada komponen kita harus memeriksa ulang desain dan parameternya. Selanjutnya menganalisis hasil simulasi berdasarkan hasil penelitian refrensi dan teori yang ada. Dan yang terakhir penyusunan laporan akhir membutuhkan hasil kesimpulan yakni apakah sesuai dengan maksud dan tujuan awal dari penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem Distribusi PPSDM Migas

Dengan pertimbangan kehandalan dan efisiensi maka sejak tahun 2010 sampai saat ini sebagian beban PPSDM Migas menggunakan jaringan dari PT PLN, sebagian beban yang menggunakan jaringan PT PLN disediakan satu unit transformator step-down 20 kV/0.38 kV dengan kapasitas 2770 kVA, jaringan distribusi dari PT PLN tersebut langsung disambungkan ke panel distribusi pada transformator 1, 2 dan 3 untuk melayani beban pada: Gedung utama, gedung sertifikasi, gedung PTSA, klinik, lab dasar, water treatment, fire fighting, angkutan, gedung COE, lab instrument, lab bor, lab mekanik, lab welder dan inspeksi, serta lab listrik. Namun, jika terjadi pemadaman (gangguan) pada saluran distribusi PT PLN, beban-beban di atas diback-up dari jaringan distribusi tegangan menengah *power plant* PPSDM Migas dengan menyambungkan kabel saluran ke sisi primer trafo 1, 2 dan 3.

Sedangkan beban yang tetap dilayani oleh *power plant* PPSDM Migas, dengan jaringan sistem tegangan menengah yaitu: pada transformator 8, 9, 10, 13 dan 14, yang meliputi seluruh beban kilang dan penunjangnya. Dilihat dari bentuk jaringannya, sistem distribusi saat ini menggunakan jaringan radial, dengan system dua transformator, yaitu tegangan output yang dibangkitkan dari generator sebesar 400 V dinaikkan oleh transformator step-up menjadi 6.100 V, tegangan 6.100 V ini disalurkan ke transformator distribusi (step-down) menjadi tegangan rendah 400 V, 380 V dan 220 V. Gambar ilustrasi jaringan distribusi sistem 2 transformator seperti gambar 3 dibawah:



Gambar 3. Ilustrasi Jaringan 2 Transformator

Jaringan primer radial ini adalah bentuk yang umum digunakan, terutama digunakan di area dengan beban rendah kepadatan beban. Sistem ini memiliki satu saluran listrik untuk beban oleh sebab itu semua beban di jaringan akan kehilangan daya saat adanya saluran terputus. Keuntungan penting dari sistem radial ini adalah kemampuan dengan bentuk sederhana dan biaya ekonomis. Kelemahan dari sistem ini adalah kesinambungan layanan buruk, kehandalan rendah, dan tinggi penurunan tegangan, terutama untuk bagian akhir jalur distribusi. Kepadatan arus yang besar dari jenis ini radial ditemukan di garis antara sumber daya dan trafo sedangkan yang terkecil terjadi di ujung garis. Sesuai dengan tingkat kerapatan arus maka luas penampang dapat bervariasi sesuai dengan kebutuhannya.

Saluran Penghantar

Penyaluran tenaga listrik di PPSDM Migas Cepu pada saluran utama menggunakan saluran bawah tanah jenis N2XSEFGbY 3 x 95 mm² – Cu / XLPE / CTS / PVC / SFWA / PVC. (Copper Conductor) Standard Specification : IEC 60502-2 (Data Power Plant di PPSDM Migas Cepu Tahun 2018).

Data elektrik kabel tersebut ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1 Data Elektrik kabel N2XSEFGbY – 6/10 kV

Nom. Croc c Sect. (mm ²)	Conductor		Inductance (mH/km)	Current – Carrying Capacity at 30°C		Short circuit current at 1 sec	
	DC Resistance At 20°C Max (Ω/km)	AC Resistance At 90°C Max (Ω/km)		in air	in ground	Conductor	Screen
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 2018)

Dari data tabel di atas, saluran utama tenaga listrik di PPSDM Migas Cepu menggunakan N2XSEFGbY ukuran 95 mm², dengan demikian menurut tabel resistansinya adalah 0,247 ohm/km dan reaktansinya 0,095 ohm/km.

Nilai 0,095 didapat dari perhitungan rumus persamaan [2] reaktansi induktif yakni:

$$XL = 2. \pi. f. L \quad [2]$$

Dimana :

X_L = Reaktansi Induktif (Ω)

π = 3,14 atau $22/7$

F = Frekuensi (Hz)

L = Nilai Induktansi Induktor (H)

Tabel 2. dibawah ini adalah data panjang saluran kabel antara transformator-transformator serta nilai resistansi dan reaktansinya, yaitu:

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 2018)

Dalam penelitian ini difokuskan untuk membahas rugi daya pada unit kilang dimana unit kilang sendiri pertempatan pada jaringan listrik transformator 8, sehingga data yang akan dimasukkan kedalam parameter simulasi ETAP 12.6.0 adalah antara busbar dengan transformator 8/10.

Generator

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 2018)

Untuk dapat menyimulasikan ETAP 12.6.0 perlu diperhatikan untuk penyuplai daya listrik misal dari generator ataupun *power grid*. Namun dalam pembahasan kali ini menggunakan suplai dari generator

2 (G2 Cummins V) dengan daya sebesar 876 KW untuk memenuhi beban.

Primer Mover

Tabel 4. Data Kapasitas Primer Mover PPSDM Migas

NO.	ID	Merk	Kapasitas	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 2018)

Primer Mover sendiri merupakan penggerak mula, dimana seluruh Pembangkit Listrik Tenaga Diesel menggunakan primer mover sebagai penggerak dari generator agar dapat menghasilkan listrik. Karena generator yang digunakan adalah generator 2 maka primer mover sendiri juga menggunakan primer mover 2 dengan kapasitas yang sama yakni 1020/950 BPH dengan Rpm 1500.

Transformator

Tabel 5. Data Kapasitas Transformator PPSDM Migas

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

(Sumber: Data Power Plant PPSDM Migas Tahun 2018)

Dengan alasan untuk efisiensi biaya, saat ini seluruh beban pada transformator 1,2 dan 3 sudah disuplai penuh oleh PLN dan hanya jika terjadi pemadaman dari PLN baru kemudian di *over* pada PLTD oleh sebab itu, pembahasan kali ini hanya menganalisis tentang Rugi Daya transformator 8 saja, karena Unit Kilang berada pada distribusi transformator 8.

Beban Unit Kilang

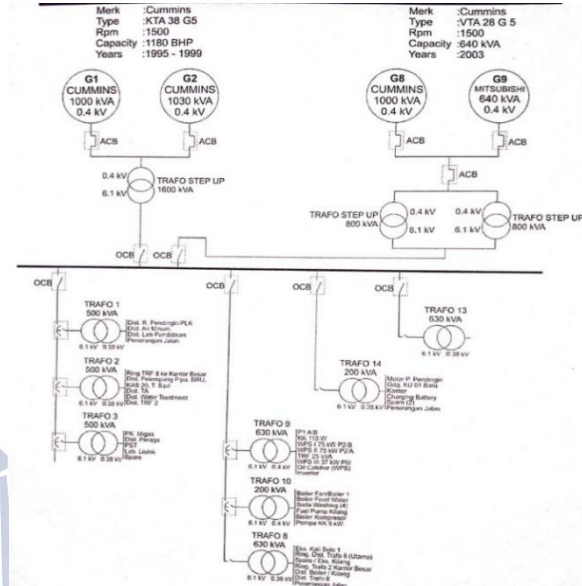
Tabel 6. Data Beban untuk Unit Kilang

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	30	30	200
Reflux C-2	1	30	30	200
Fuel Oil	1	11	11	200
Premium /Pertasol	1	12,5	12,5	200
Solar	1	45	45	200
Residu	1	45	45	200
Pertasol /Treating	1	4	4	200
Soda Treating	1	4	4	200
Pompa Sirkulasi Separator 1	1	4	4	200
TOTAL			213,08	

(Sumber: Data Power Plant PPSDM Migas Tahun 2018)

Beban diatas merupakan beban nyata yang ada dilapangan. Jika dipersingkat maka akan menjadi: Eks Kali Solo 1 = Pompa sirkulasi separator 1 dan Pompa sirkulasi furnace. Ring Distribusi Transformator 8 (utama) = Premium/Pertasol, Solar dan Residu. Spar/Eks Kilang = Reflux C-1, Reflux C-2, Pompa Feed dan Fuel Oil. Ring Transformator 2 Kantor Besar sudah tidak terpasang. Distribusi Boiler/Kilang = Pompa Boiler Furnace dan Motor Boiler Furnace. Distribusi Transformator 8 =Pertasol/Treating dan Soda Treating. Dengan total keseluruhan beban ada 13 unit beban dan total daya sebesar 213,09 Kw.

Single Line Diagram PPSDM Migas

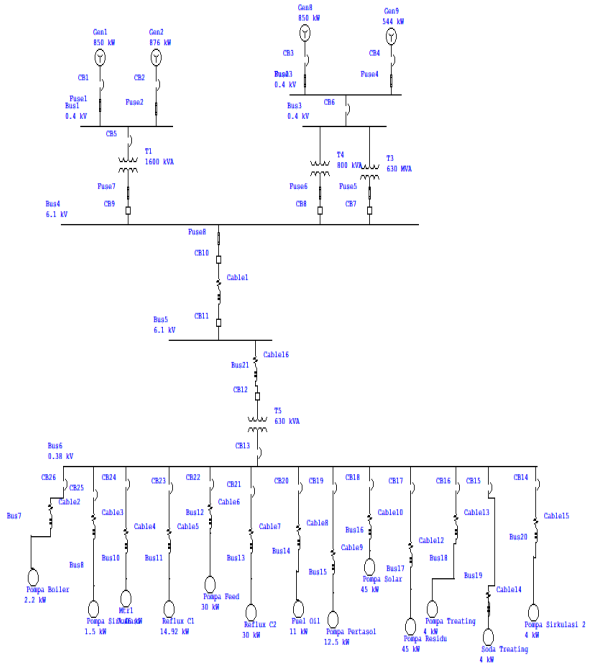


Gambar 4. Single Line Diagram PPSDM Migas
(Sumber: Data Power Plant PPSDM Migas)

Analisis Rugi Daya Unit Kilang PPSDM Migas

Setelah dilakukan analisis mengenai keadaan *existing* jaringan kelistrikan di Unit Kilang PPSDM Migas Cepu, sekarang sudah dapat melakukan pemodelan diagram satu garis dengan bantuan software ETAP 12.6.0. Pemodelan diagram satu garis menggunakan software ETAP 12.6.0 sebagai simulasi yang dapat mempersentasikan keadaan nyata dilapangan. Simulasi dengan software ini akan sangat membantu karena dapat melakukan analisis aliran daya dengan kecepatan tinggi.

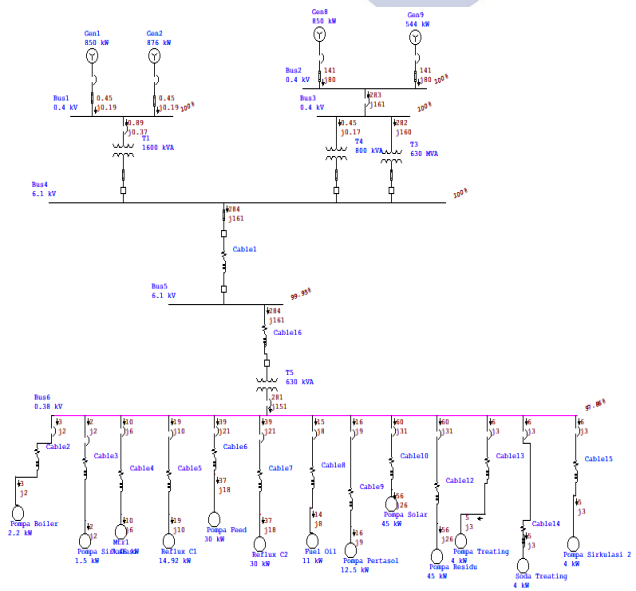
Berikut adalah hal-hal yang dilakukan sebelum menggambar *Single Line Diagram*, yakni penyetelan sebagai berikut: Membuka Software ETAP 12.6.0, Setelah terbuka akan muncul jendela *Create New Project*. Masukkan nama proyek yang akan dikerjakan dan diktori penyimpanannya. Kemudian akan muncul jendela user information. Masukkan nama pembuat proyek dan centang semua pilihan *access level permission*. Dilanjutkan mengatur *Project Standart* yang akan digunakan. Klik, *Project* pada *Menu Bar*, kemudian klik *Standard*. Untuk simulasi kali ini, digunakan standart IEC dengan frekuensi 60Hz dan Unit system English



Gambar 5 Diagram Satu Garis Unit Kilang Berbasis ETAP
12.6.0

Gambar 5 merupakan diagram satu garis dari Power Plant ke Unit Kilang PPSPDM Migas Cepu menggunakan software ETAP 12.6.0.

Untuk menjalankan simulasi dengan ETAP 12.6.0 pastikan pemodelan rangkaian dan parameternya sudah selesai. Setelah itu, klik simbol *Load Flow Analysis* agar pemodelan rangkaian masuk pada tahap pengetesan. Kemudian klik simbol *Run Losses* sehingga ETAP 12.6.0 akan langsung secara otomatis akan melakukan simulasi yang diinginkan.



Gambar 6. Hasil Simulasi ETAP 12.6.0

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

CKT / Branch	From-To Bus Flow			To-From Bus Flow		Losses		% Bus Voltage		Vd
	ID	MW	Mvar	MW	Mvar	kW	kvar	From	To	% Drop in Vmag
T1		0.001	0.000	-0.001	0.000	0.0	0.0	100.0	100.0	0.00
T3		0.270	0.143	-0.270	-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		0.271	0.144	-0.271	-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	0.04
Cable3		0.002	0.002	-0.002	-0.002	0.0	0.0	98.1	98.1	0.02
Cable4		0.010	0.006	-0.010	-0.006	0.0	0.0	98.1	98.0	0.10
Cable5		0.019	0.010	-0.019	-0.010	0.0	0.0	98.1	100.6	0.20
Cable6		0.038	0.018	-0.037	-0.018	0.1	0.1	98.1	100.4	0.35
Cable7		0.038	0.018	-0.037	-0.018	0.1	0.1	98.1	100.4	0.38
Cable8		0.014	0.008	-0.014	-0.008	0.0	0.0	98.1	100.6	0.15
Cable9		0.016	0.009	-0.016	-0.009	0.0	0.0	98.1	100.6	0.17
Cable10		0.056	0.026	-0.056	-0.026	0.3	0.2	98.1	100.2	0.55
Cable12		0.056	0.026	-0.056	-0.026	0.3	0.2	98.1	100.2	0.55
Cable13		0.005	0.003	-0.005	-0.003	0.0	0.0	98.1	98.1	0.06
Cable14		0.005	0.003	-0.005	-0.003	0.0	0.0	98.1	98.1	0.06
Cable15		0.005	0.003	-0.005	-0.003	0.0	0.0	98.1	98.1	0.06
T5		-0.269	-0.135	0.271	0.144	2.1	8.3	98.1	100.0	1.86
						3.0	9.1			

Gambar 7. Hasil Simulasi ETAP 12.6.0 Total Rugi Daya tiap Komponen

Gambar di atas menunjukkan rugi-rugi daya yang ada pada tiap peralatan dan juga total keseluruhan rugi-rugi daya. Sistem Unit Kilang mengalami seluruh rugi-rugi daya aktif sebesar 3,0 Kw dan total rugi-rugi daya reaktif sebesar 9,1 KVar.

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang sudah dilakukan maka kesimpulan pada penelitian ini, yaitu :

Rugi-rugi daya yang terjadi pada sistem distribusi Unit Kilang di PPSDM Migas mengalami total rugi-rugi daya aktif sebesar 3,0 Kw dan keseluruhan rugi-rugi daya reaktif sebesar 9,1 KVar. Berdasarkan SPLN No. 72 Tahun 1987 besarnya nilai rugi daya yang diizinkan yakni tidak boleh melebihi 10%. Sedangkan hasil penelitian menunjukkan bahwa besarnya rugi daya tidak melebihi 10% sehingga belum perlu dilakukan perbaikan.

Panjang saluran adalah salah satu faktor penyebab timbulnya kerugian daya yang harus dihindari dan banyaknya transformator juga ikut andil dalam terjadinya rugi daya. Oleh karena itu, perlu adanya upaya untuk menghindari *overloading feeder* dengan memastikan beban seimbang setiap saat. Dan mengupayakan untuk tidak menggunakan terlalu banyak transformator agar besarnya rugi daya juga dapat ditekan.

Saran

Beberapa saran yang bisa diberikan kepada penelitian setelahnyaya adalah sebagai berikut :

Diharapkan hasil analisis Rugi Daya pada Unit Kilang di PPSDM Migas Cepu dengan bantuan program komputer, yakni ETAP 12.6.0 mampu memberikan referensi dalam melakukan analisis lainnya dan

menjadikan program ETAP 12.6.0 lebih dikenal untuk digunakan menganalisa kasus-kasus lain dalam sistem kelistrikan.

Perlu adanya evaluasi berkala untuk memastikan semua peralatan masih bekerja dengan baik dan sesuai dengan standarnya. Apabila sudah ditemukan adanya gangguan atau peralatan yang tidak bekerja dengan maksimal maka segera dilakukan perbaikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, Mega. A.N. Afandi. 2018. "Analisis Kontinuitas Penyaluran Daya dan Losses Jaringan pada Skenario Penambahan Interkoneksi Jaringan Transmisi 150 Kv Malang Raya". Prosiding Seminar Nasional Teknologi Elektro Terapan. Volume 02, No. 01, ISSN: 2581-0049
- Albaroka, Guton. 2017. "Analisis Rugi Daya pada Jaringan Distribusi Penyulang Barata Jaya Area Surabaya Selatan Menggunakan Software ETAP 12.6". J. Teknik Elektro, Vol. 6, No. 2.
- Assauri, Sofyan. 2008. "Manajemen Produksi dan Operasi". Perpustakaan Ecampus Prodi Manajemen Repository Pelita Bangsa.
- Dewi, Arfita Yuana. 2018. "Stability Analysis of 20 KV Sistem Mat PT PLN (persero) Rayon Muaralabuh Before and After Interconnection by IPP (PLTMH PT. SKE)". ICTIS, MATEC Web of Conferences 215, 01020.
- N. Amadi, Hachimenum, dkk. 2016. "Evaluation of Losses in Distribution Network of Selected Industrial Cities in Nigeria Using ETAP". British Journal of Applied Science and Technology, Volume 17 No. (6) , pp 1-12.
- Outlook Energi Badan Pengkajian Penerapan Teknologi (BPPT). 2016.
- Peraturan Menteri ESDM No. 13 Tahun 2016 tanggal 20 Juli 2016.
- Pratama, Indra Yudha and , Aris Budiman, S.T., M.T. (2019) *Analisis Rugi Daya Saat Manuver Jaringan dengan Etap Power Station 12.6*. Skripsi thesis, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- SPLN No.72 Tahun 1987.
- Sugianto, Arif Jaya, dkk. 2020. "Analisis Rugi-Rugi Daya Jaringan Distribusi Penyulang POLDA Area Makassar Utara Dengan ETAP 12.6". Jurnal Ilmiah Teknik Elektro Unkhair, Vol. 7, No. 1.
- Surat Keputusan No. 150 Tahun 2001 tanggal 2 Maret 2001.
- Undang-Undang No.22 Tahun 2001 Tentang Minyak dan Gas Bumi.
- Y. Marniati and Q. A. Haifatulah. 2018. "Evaluasi Susut Daya Penyulang Cendana 20 kV Pada Gardu Induk Bungaran Dengan ETAP 12.6," J. Tek. Elektro, vol. 7, no. 1, pp. 79–93.