

Perancangan Sistem Distribusi Tenaga Listrik Terpusat *perspektif*: Industri Kelapa Sawit

Stieven N. Rumokoy^{1*}, I Gede Para Atmaja²

^{1,2}Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Manado, Jl. Raya Politeknik, Ds. Buha, Manado, 95252, Indonesia

Informasi Artikel

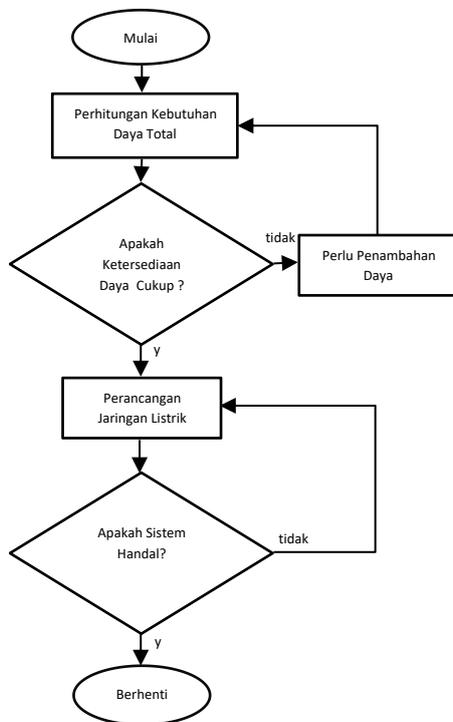
Naskah Diterima : 7 Mei 2019

Direvisi : 10 Mei 2019

Disetujui : 11 Juni 2019

*Korespondensi Penulis :
rumokoy@polimdo.ac.id

Graphical abstract



Abstract

Electric Energy plays an important role to ensure the Palm Oil Industry running well. Most of the Palm Oil Industry consist of Palm Oil Mill for Crude Oil Production and the Plantation to provide raw material in the same location. Either the Mill or the Plantation need electrical energy to support the operational. At the Mill, the electrical energy will use to drive the electrical equipment, for office operational and activity in employee houses. At the Plantation, the electrical energy will use for office operational and activity in employee houses. Employee houses was spread in plantation area. At the Mill, the electrical power was available with cheaper cost while at the Plantation the electrical power cost is more expensive. Replacing the electrical distribution with centered system, expected availability of electrical power for all area of the Palm Oil Industry in "x" Company can be covered by this system. The result of the design by using 1kV of distribution system, voltage drop at the end of the electrical network about 4.83% for Site Kebun A , 4.16% for Site Kebun B and 4.85% for Site Kebun C, respectively. Based on Indonesia National Standard – Electrical Power Installation rule about drop voltage standard 5% for maximum, design of electrical power distribution centered system using 1kV voltage rating is can be used properly.

Keywords: Electrical Power Distribution, Centered System, Voltage Drop, Palm Oil Industry

Abstrak

Energi listrik sangat diperlukan untuk keberlangsungan Industri Kelapa Sawit. Pada umumnya di Industri kelapa sawit terdapat Pabrik sebagai tempat pengolahan minyak mentah dan perkebunan sebagai penyedia bahan baku. Baik pabrik maupun perkebunan membutuhkan energy listrik. Pada pabrik energy listrik dibutuhkan untuk penggerak mesin produksi, perkantoran dan kebutuhan perumahan karyawan, sedangkan pada area perkebunan dibutuhkan untuk perkantoran dan perumahan karyawan. Perumahan karyawan tersebar berkelompok pada area perkebunan dengan memiliki sumber tenaga listrik masing-masing area. Pada Area Pabrik tersedia energy listrik murah yang belum dimanfaatkan sedangkan pada area perkebunan menggunakan energy listrik dari bahan bakar yang tidak murah. Dengan mengganti Sistem Distribusi tenaga listrik terpusat pada pabrik, diharapkan ketersediaan tenaga listrik untuk seluruh area Industri Kelapa sawit di PT."X" menjadi lebih baik. Dari hasil perancangan Sistem Distribusi Tenaga Listrik menggunakan tegangan 1kV, tegangan pada ujung jaringan Site kebun A berkurang 4.83 %, tegangan pada Site kebun B berkurang 4.16 % dan tegangan pada Site kebun C berkurang 4.85 %. Mengacu pada Standar Nasional Indonesia- Peraturan Instalasi Tenaga Listrik mengenai drop tegangan maksimum 5%, Perancangan Sistem Distribusi tenaga Listrik Terpusat dengan menggunakan tegangan 1 kV baik untuk digunakan.

Kata kunci: Distribusi Tenaga Listrik, Sistem Terpusat, Drop Tegangan, Industri Kelapa Sawit.

© 2017 Penerbit Jurusan Teknik Elektro UNTIRTA Press. All rights reserved

1. PENDAHULUAN

Industri kelapa sawit, merupakan salah satu komoditas andalan bagi pendapatan nasional dan devisa Negara Indonesia[1]. Industri kelapa sawit terus meningkat, data ini dapat dilihat pada jumlah produksi dan ekspor hasil produksi[2]. Permintaan global yang terus meningkat adalah salah satu factor pemicu trus bertumbuhnya Industri kelapa sawit[2]. Pada sisi kebutuhan energy, Energi memiliki peranan penting dalam proses pembangunan yang pada akhirnya untuk mencapai tujuan social, ekonomi dan lingkungan untuk serta merupakan pendukung bagi kegiatan ekonomi nasional. Sumber energi terbarukan yang berasal dari pemanfaatan biogas limbah cair kelapa sawit dapat menghasilkan energi listrik yang saat ini banyak bergantung pada generator diesel dengan biaya yang mahal[3].

Dalam penggunaan energy listrik pada Industri Kelapa Sawit terjadi kepincangan penyediaan tenaga listrik. Hal yang paling terlihat adalah pada area pabrik, listrik berlimpah sehingga baik proses produksi ataupun untuk digunakan untuk keperluan kantor dan perumahan pekerja, seakan tidak dibatasi dalam hal penggunaannya. Ini dikarenakan tersedianya bahan bakar yang murah yang tidak dapat disimpan dalam waktu lama yang sebaiknya segera dihabiskan. Bahan bakar yang adalah biomass dan biogas ini dikonversi menjadi energy listrik yang dihasilkan pada pembangkit listrik yang ada di area pabrik. Berbalik kondisi dengan area pabrik, area perkebunan sangat minim ketersediaan energi listrik. Energi listrik pada perumahan/site perkebunan hanya mengandalkan listrik dari bahan bakar solar. Bahan bakar solar sangat mahal, ini mengakibatkan kebijakan untuk tidak mengaktifkan listrik selama 24 jam dalam satu hari. Kebijakan ini diambil dalam rangka penghematan bahan bakar. Hal ini menjadi polimik tersendiri dalam industry kelapa sawit. Diharapkan dengan mengganti system distribusi tenaga listrik terpusat dari pabrik, semua site kebun dapat mendapat pasokan listrik yang memadai, yang kondisinya seperti perumahan di area pabrik. Kebaikan lain yang didapat adalah energy listrik yang digunakan berasal dari energy terbarukan, jika penggunaan listrik berasal dari pabrik otomatis penggunaan utamanya adalah pembangkit listrik yang menggunakan bahan bakar biomass dan biogas. Penggunaan energy fosil pada industry kelapa sawit dapat dikurangi dengan menghilangkan penggunaan solar dari generator diesel yang digunakan di site kebun. Penghematan pembiayaan juga terjadi, karena tidak dibutuhkannya lagi pasokan solar yang tadinya harus tersedia untuk bahan bakar genset diesel. Dalam system hal operasi penyediaan tenaga listrik akan semakin mudah penyediaannya, tenaga listrik akan lebih praktis dan ekonomis, unit genset otomatis berkurang, hal ini berarti berkurangnya biaya perawatan dan pekerja, industry kelapa sawit dapat kembali berhemat dalam bagian ini. Dampak lain yang tidak kalah baiknya adlah kesejahteraan pekerja. Dengan tersedianya listrik selam 24 jam dalam satu hari, berarti para anggota rumahtangga yang tinggal di site perkebunan, dapat berkegiatan dengan lebih baik.

2. KEBUTUHAN ENERGI LISTRIK PADA INDUSTRI KELAPA SAWIT

Sama halnya dengan Industri-Industri lainnya, kelangsungan Industri Kelapa Sawit bergantung juga pada energy listrik. Energy listrik menopang proses produksi, Peralatan penggerak mesin produksi digerakan oleh sumber energy listrik. Kebutuhan energy listrik lainnya adalah untuk kehidupan para pekerja. Kondisi perkebunan yang luas mengakibatkan tempat tinggal para pekerja dikelompokan terpisah. Masing – masing kelompok pekerja membutuhkan energy listrik untuk kebutuhn sehar-harinya.

Umumnya pada Industri kelapa sawit memiliki dua pembangkit listrik. Pembangkit listrik ini adalah Pembangkit Listrik Tenaga Biomass(PLTBm) dan Pembangkit Listrik Tenaga Diesel(PLTD). Dalam khusus PT."X", Ada tambahan Pembangkit yang lain yaitu Pembangkit Listrik Tenaga Biogas(PLTBg). Semua Pembangkit Tenaga Listrik ini dapat disingkron kedalam satu busbar.

Note: Penggunaan nama PT."X", Bukanlah nama Industri Sebenarnya, hal ini dimaksudkan untuk menghormati kerahasiaan data yang dimiliki oleh Industri yang menjadi contoh objek penelitian.

2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Biomass

Pembangkit listrik Tenaga Biomass (PLTBm) menggunakan bahan bakar fibre dan cangkang kelapa sawit sebagai bahan bakar boiler. Pemanfaatan limbah industri sawit berupa fiber dan kernel sudah umum dipergunakan di pabrik sawit sebagai sumber panas untuk pengolahan dan juga pembangkit listrik. Dengan memanfaatkan bahan baku ini, pabrik sawit sudah dapat swasembada dalam kebutuhan energinya[5]. Kelangsungan tersedianya bahan bakar biomass merupakan sesuatu

yang sangat penting untuk kelangsungan pembangkitan tenaga listrik[10]. Pembakaran pada boiler menghasilkan panas yang akan memanaskan air menjadi uap air/ steam. Steam diperlukan untuk proses produksi dan sebagai penggerak turbin uap. Pada saluran steam yang digunakan untuk turbine uap, tekanan dan laju aliran steam diatur sedemikian rupa agar mampu menggerakkan turbin yang terintegrasi dengan generator untuk menghasilkan energy listrik.



(a) (b) (c)

Gambar 1. (a) Turbine Uap, (b) Genset Biogas, (c) Genset Diesel

Pada PT."X" Terdapat 2 unit Generator Listrik yang di gerakan Oleh Turbin Uap. Masing-masing unit memiliki kapasitas maksimum 1400 kW. Penggunaan Turbin ini dilakukan bergantian karena Boiler yang digunakan hanya sanggup mengerakan satu unit turbin uap untuk menghasilakn energy listrik. Untuk pemenuhan energy listrik pada area pabrik sebenarnya sudah cukup dengan hanya menggunakan pembangkit ini. Karena total kebutuhan daya pada pabrik sekitar maksimum hanya sampai 1200 kW saja. Kelangsungan Operasi PLTBm ini harus diperhatikan mengenai bahan bakarnya. Bahan bakar akan selalu menjadi pertimbangan untuk mengoperasikan peralatan ini. Kondisi ini perlu diperhatikan karena bahan bakar biomass ini juga digunakan untuk energy panas untuk pengolahan CPO(Crude Palm Oil).

2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Biogas

Limbah Cair atau POME(Palm Oil Mill Effluent) pada pengolahan minyak mentah kelapa sawit dapat diproses sehingga menghasilkan Biogas. Limbah cair organik yang dihasilkan selama produksi kelapa sawit merupakan sumber energi besar yang belum banyak dimanfaatkan[9]. Biogas dapat digunakan sebagai bahan bakar engine biogas yang terintegrasi dengan generator sehingga menghasilkan listrik. Peralatan pada pembangkit Listrik Tenaga Biogas(PLTBg) pada umumnya berupa:

- a) Cooling tower, berfungsi sebagai pengontrol suhu POME.
- b) Mix Tank, Berfungsi untuk homogenisasi POME untuk proses pengolahan limbah penghasil biogas.
- c) Reactor, Bisa berupa kolam reactor atau tangki reactor, ini adalah tempat proses terjadinya biogas.
- d) Scrubber, Tempat penyaringan gas H₂S yang dapat merusak peralatan yang terbuat dari bahan metal
- e) Dehumidifire and flare, tempat pengontrolan suhu dan pressure biogas. Flare digunakan untuk membakar kelebihan Gas metan.
- f) Genset Biogas, Seperti pada Genset lainnya, Genset biogas pun memiliki system pengontrolan bahan bakar, system pendinginan, system pelumasan dan system pembuangan sisa pembakaran.

Jumlah gas metana yang dihasilkan dari limbah cair mempunyai perbandingan yang linier dengan jumlah Tandan Buah Segar(TBS) yang diolah[4]. PT."X" memiliki dua unit Genset Biogas, masing-masing memiliki kapasitas 1200kW. PLTBm ini digunakan untuk mendukung kebutuhan tenaga listrik pada industry kelapa sawit. Dengan tambahan energy listrik ini diharapkan bisa memenuhi kebutuhan listrik di seluruh area Industri Kelapa Sawit PT."X".

2.3 Pembangkit Listrik Tenaga Biogas

Genset diesel menggunakan bahan bakar solar. Genset diesel sebenarnya sangat nyaman digunakan karena memiliki respon yang baik dalam memenuhi permintaan beban. Fluktuatif beban yang terjadi tidak terlalu mengganggu kerja genset diesel. Sayangnya Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) ini tidak ekonomis untuk digunakan, ini dikarenakan harga bahan bakar yang mahal. Selain itu issue kerusakan lingkunganpun menjadi factor yang mendukung untuk tidak menggunakan pembangkit ini. Bahan bakar dari fosil dipercaya berdampak buruk bagi lingkungan.

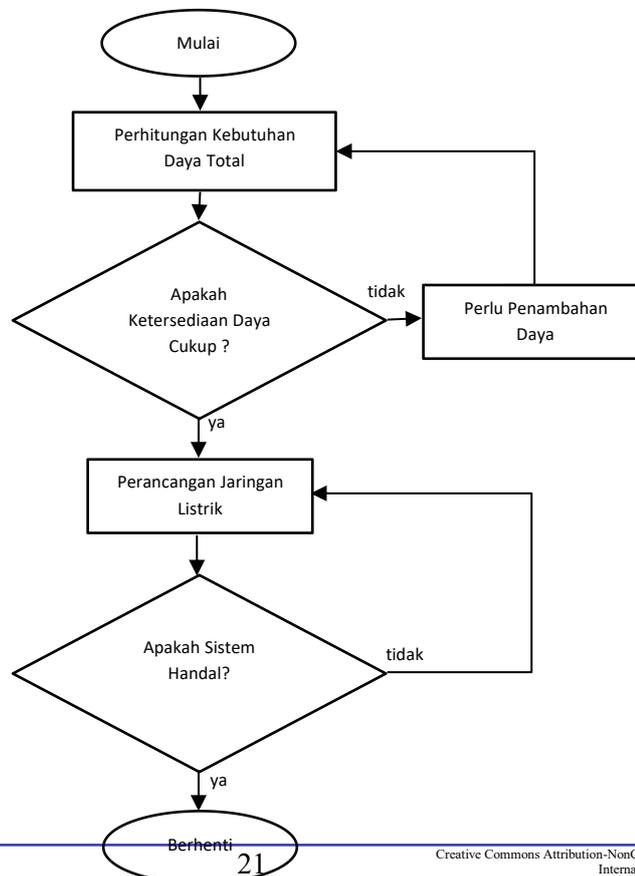
Genset Diesel sangat diperlukan pada pengoperasian peralatan PLTBm dan PLTBg. Peralatan pendukung untuk mengaktifkan Turbin dan Genset biogas membutuhkan listrik awal. Kebutuhan listrik ini disediakan oleh Genset Diesel ini. Pada pengoperasian pengolahan CPO, jika turbine uap dan atau Genset Biogas telah aktif, genset diesel ini akan di nonaktifkan. Pada PT."X" terdapat dua unit Genset Diesel, masing-masing memiliki kapasitas 400 kW.

2.3 Drop Tegangan

Sistem tenaga listrik terdiri dari tiga komponen utama, yaitu pembangkitan tenaga listrik, transmisi dan distribusi. Setelah tenaga listrik dibangkitkan dalam pusat listrik, maka tenaga listrik ini disalurkan (ditransmisikan) lalu didistribusikan kepada para konsumen tenaga listrik[6]. Umumnya beban yang terdapat pada sistim tenaga listrik bersifat resistif dan induktif. Beban tersebut akan menyerap daya aktif dan daya reaktif yang dihasilkan dari pusat sumber listrik. Penyerapan daya reaktif yang diakibatkan oleh beban induktif akan menyebabkan timbulnya jatuh tegangan yang dihasilkan dari pusat sumber listrik. Akibatnya nilai tegangan di sisi penerima akan berbeda dengan nilai tegangan di sisi pengirim[6]. Salah satu upaya perbaikan penyaluran daya listrik yang mudah dilakukan dan bermanfaat dalam waktu yang lama untuk mengantisipasi perkembangan beban yang dipikul oleh penyulang adalah dengan mengganti luas penampang penghantar pada seksi saluran yang mengalami persentase jatuh tegangan yang melebihi standar yang diijinkan[7]. Mengacu pada Standar Nasional Indonesia - Peraturan Instalasi Tenaga Listrik mengenai drop tegangan adalah tidak lebih dari 5% [8].

3. PERANCANGANN

Untuk merancang system distribusi tenaga listrik terpusat pada Industri kelapa sawit maka langkah-langkah penganalisaannya dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 2. Flowchart Penelitian

3.1 Kebutuhan Daya Total

Pada Industri kelapa sawit, energy listrik yang dibutuhkan disalurkan dalam beberapa area. Untuk mempermudah dalam penganalisaan, pembagian penyaluran energy listrik dipisahkan terhadap pabrik yang adalah juga sebagai pusat pembangkitan tenaga listrik dan perkebunan. Kebutuhan energy listrik pada Pabrik dapat dilihat pada table 1.

Tabel 1. Maksimum Kebutuhan Daya Pada Pabrik Kelapa Sawit

No.	Area Penyaluran Daya Listrik	Maksimum Kebutuhan Daya Listrik (kW)
1.	Stasiun Loading Ramp	10
2.	Stasiun Sterillizer	5
3.	Stasiun Tippler and Threser	60
4.	Stasiun Press	210
5.	Stasiun Klarifikasi	280
6.	Stasiun Kernel	170
7.	Boiler and Engine Room	200
8.	Kantor, Lab dan Workshop	120
9.	Biogas dan Effluent	110
10.	Perumahan dan Operasional Lainnya	235
	Total	1400

Sedangkan pada Perkebunan dibagi menjadi tiga lokasi yang berbeda, dengan kebutuhan energy listrik yang berbeda. Kebutuhan energy listriknya dapat dilihat seperti pada Table 2.

Tabel 2. Maksimum Kebutuhan Daya Pada Perumahan Perkebunan

No.	Area Penyaluran Daya Listrik	Maksimum Kebutuhan Daya Listrik (kW)
1.	Site Kebun A	60
2.	Site Kebun B	40
3.	Site Kebun C	45
	Total	145

Berdasarkan data kebutuhan Energi listrik pada Industri kelapa sawit pada perusahaan “X” adalah 0.00 kW seperti yang ditunjukkan pada table 3

Tabel 3. Maksimum Kebutuhan Daya Total

No.	Area Penyaluran Daya Listrik	Maksimum Kebutuhan Daya Listrik (kW)
1.	Pabrik	1400
2.	Semua Site Kebun	145
	Total	1545

3.2 Kapasitas Pembangkit

Pada PKS PT.”X”, terdapat Pembangkit listrik Tenaga Bio Mass(PLTBm) yang terdiri dari boiler untuk pembakaran Biomass dan diintegrasikan dengan Turbin Uap untuk penggerak

generatornya, Pembangkit Listrik Tenaga Biogas (PLTBg) yang terdiri dari engine biogas untuk pengegerak generator, dan Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) seperti pada genset diesel pada umumnya. Berikut kapasitas masing-masing pembangkit.

Tabel 4. Ketersediaan Pembangkit Tenaga Listrik

No.	Pembangkit Listrik	Kapasitas Pembangkit (kW)
1.	Turbin Uap 1	1400
2.	Turbin Uap 2	1400
3.	Genset Diesel 1	400
4.	Genset Diesel 2	400
5.	Genset Biogas 1	1200
6.	Genset Biogas 2	1200

Berhubungan dengan ketersediaan keberlangsungan bahan bakar untuk proses produksi, seperti yang dijelaskan pada bagian teori dasar, scenario penggunaan Pembangkit listrik hanya dapat digunakan masing-masing bergantian untuk jenis unit pembangkit. Oleh sebab itu, dalam hal penentuan kapasitas ketersediaan pembangkit tenaga listrik, pengambilan sample pembangkit masing-masing satu unit saja, untuk pembangkitan tenaga listrik. Untuk total ketersediaan daya listrik dapat dilihat pada Table 5.

Tabel 5. Maksimum Ketersediaan Daya Total

No.	Pembangkit Listrik	Kapasitas Pembangkit (kW)
1.	Turbin Uap	1400
2.	Genset Diesel	400
3.	Genset Biogas	1200
	Total	3000

Berhubungan dengan efisiensi kerja maksimal pembangkit, dengan memperhatikan kelangsungan operasi pembangkit tenaga listrik, Efisiensi kerja peralatan pembangkit akan diambil sebanyak 80% dari total kapasitas pembangkit. Jadi, total daya dapat dihitung dengan persamaan:

$$P_{tersedia} = P_{terpasang} \times \mu \dots \dots \dots (1)$$

Dimana, P_ tersedia adalah Daya total yang tersedia untuk memenuhi kebutuhan energy listrik (kW) dan P_ terpasang adalah Daya total peralatan pembangkit (kW) dan μ adalah efisiensi kerja peralatan pembangkit (%), berturut-turut.

Dengan P_ terpasang sebesar 3000 kW dan μ sebesar 80%, berarti P_ tersedia sebesar 2400 kW

3.3 Perbandingan Kebutuhan Daya Dengan Kapasitas Pembangkit

Jika dibandingkan kebutuhan daya dengan Kapasitas pembangkit untuk menyediakan daya pada PT."X", hasilnya masih cukup, Masih tersedia sekitar 885 kW (sekitar 36.88% dari total daya yang tersedia).

Tabel 6. Perbandingan Ketersediaan Tenaga Listrik

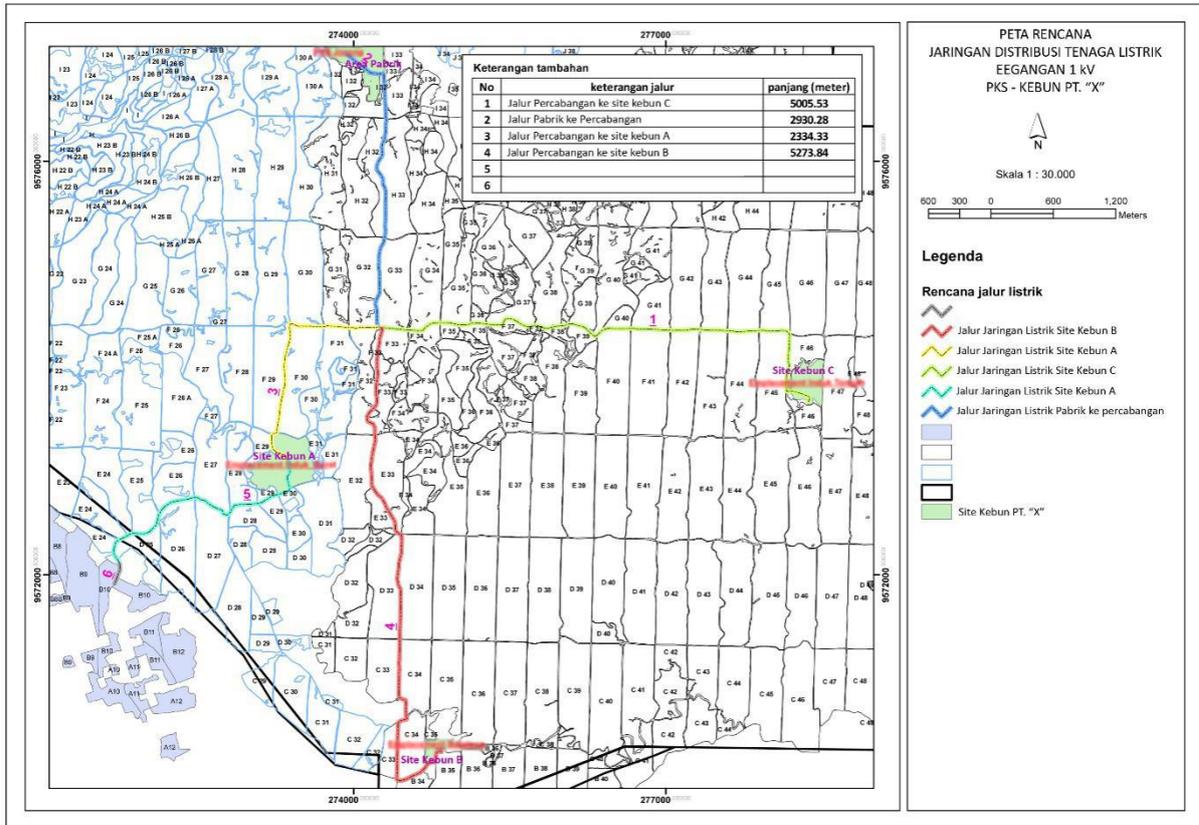
Kebutuhan Daya (kW)	Daya Yang Tersedia (kW)	Sisa Daya Tersedia (kW)
1545	2400	855

Dengan hasil ini, dapat diambil kesimpulan bahwa daya yang diperlukan untuk disalurkan kesemua konsumen dapat di penuhi. Secara teknis, tidak diperlukan lagi penambahan pembangkit tenaga listrik.



3.4 Perancangan Jaringan

Untuk Perancangan jaringan distribusi tenaga listrik, dimulai dari menentukan jalur yang akan dilewati kabel. Panjang jaringan 1 kV yang diperlukan ke setiap area penyaluran listrik dapat dilihat pada Table 7.



Gambar 3. Peta Perencanaan Jaringan 1kV

Data pada Table 7. Diambil dari data dari lapangan yang dapat dilihat pada peta Gambar 3. Pada perhitungan total jarak, data jarak dua angka dibelakang koma diabaikan karena satuan dalam meter. Toleransi dapat dipertanggungjawabkan.

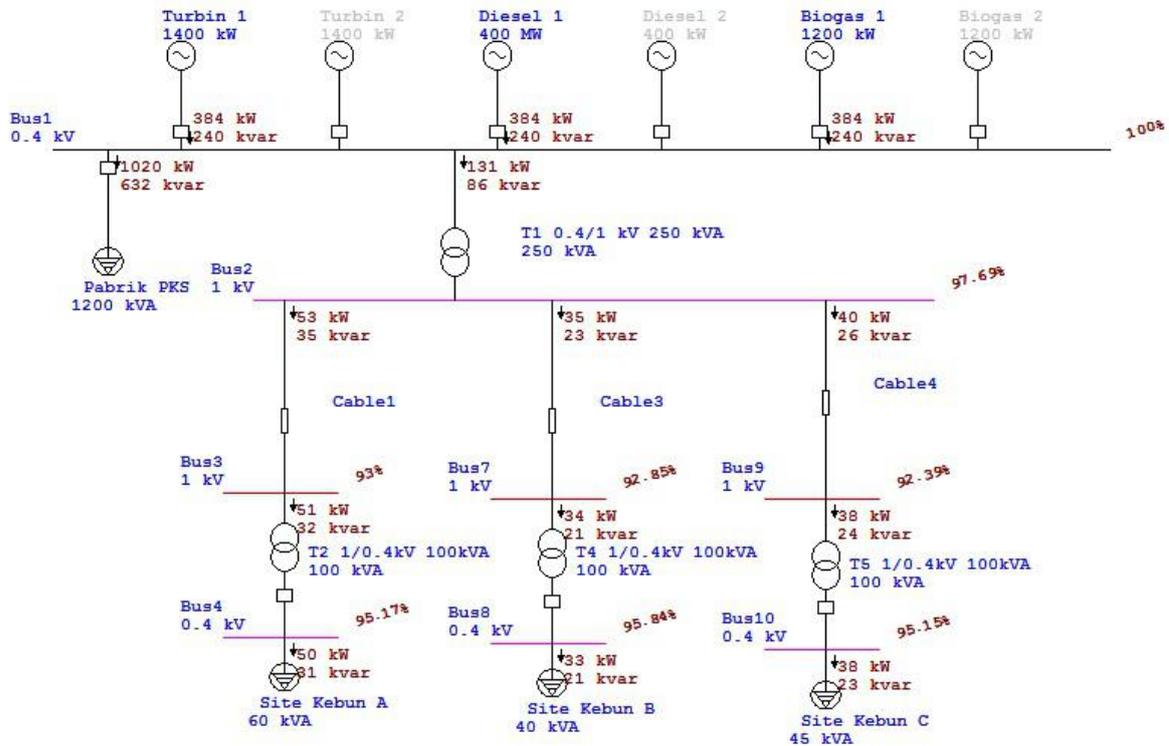
Tabel 7. Panjang Jaringan 1kV

No.	Area Penyaluran DayaListrik	Panjang Jaringan (m)	Tambah 10 % Toleransi
1.	Site Kebun A	5264	5790
2.	Site Kebun B	8203	9023
3.	Site Kebun C	7935	8728
	Total	21402	23541

Dengan mempertimbangkan aspek-aspek keamanan pekerja, perawatan dan faktor lainnya, jaringan distribusi tenaga listrik akan dilewatkan seperti pada peta Gambar 3. jalur warna biru ditambah kuning adalah jalur menuju site kebun A, jalur warna biru ditambah merah adalah jalur menuju site kebun B, dan jalur warna biru ditambah hijau adalah jalur menuju site kebun C, berturut-turut. Untuk penyaluran tenaga listrik ke beban pabrik hanya menggunakan tegangan 400 V, 3 phase karena jarak yang tidak jauh. Losses tegangan dan perkiraan aliran dayanya dapat dilihat pada Gambar 4 yang adalah hasil simulasi dari software etab power system.

3.5 Drop Tegangan Pada Ujung Saluran

Untuk meminimalkan drop tegangan, penggunaan luas penampang kabel harus diperhitungkan. Dalam hal menentukan luas penampang kabel yang tepat untuk digunakan, dilakukan simulasi penggunaan luas penampang kabel yang berbeda. Berikut adalah grafik pebandingan antara luas penampang, besar tegangan dan drop tegangan yang terjadi di ujung-ujung jaringan.



Gambar 4. Hasil Simulasi Jaringan, pada sisi sekunder trafo stepdown pengaturan tap changer diatur pada 5%.

Mengacu pada standar SPLN, drop tegangan yang diijinkan adalah 5%. Dari hasil yang didapat penentuan besar luas penampang kabel yang bisa digunakan adalah seperti pada Grafik dibawah ini.



Gambar 5. Drop tegangan pada ujung saluran Site kebun A dibandingkan dengan penggunaan luas penampang kabel yang berbeda.



Gambar 6. Drop tegangan pada ujung saluran Site kebun B dibandingkan dengan penggunaan luas penampang kabel yang berbeda.



Gambar 7. Drop tegangan pada ujung saluran Site kebun B dibandingkan dengan penggunaan luas penampang kabel yang berbeda.

Dari hasil perbandingan penggunaan Luas penampang yang berbeda, untuk mendapatkan hasil yang baik, dibutuhkan luas penampang kabel yang besar. Sebagai solusi untuk mempermudah penginstalan, dapat dengan menggunakan kabel dengan luas penampang yang lebih kecil tapi dibuat lebih dari satu tarikan kabel.

4. KESIMPULAN

4.1 Kesimpulan

Dari hasil perancangan distribusi listrik terpusat dengan tegangan 1 kV pada Industri Kelapa Sawit di PT.X dapat diambil kesimpulan:

- a) Dengan mengganti System Distribusi tenaga listrik menjadi terpusat, Penyaluran tenaga listrik menjadi lebih andal.
- b) Penggunaan tegangan 1 kV dapat memenuhi kebutuhan tenaga listrik dengan drop tegangan yang masih dalam standar. Dari hasil perancangan Sistem Distribusi Tenaga Listrik, tegangan pada ujung jaringan Site kebun A berkurang 4.83 %, tegangan pada Site kebun B berkurang 4.16 % dan tegangan pada Site kebun B berkurang 4.85 %. Mengacu pada Standar Nasional Indonesia – Peraturan Umum Instalasi Tenaga Listrik mengenai drop tegangan maksimum 5%.
- c) Rekomendasi system Distribusi Listrik terpusat, dapat menjadi solusi yang baik dalam penggunaan tenaga listrik pada Industri Kelapa Sawit. Hasil simulasi dari optimalisasi energi pembangkit hibrida di Pulau Tunda menghasilkan beberapa kesimpulan, yaitu:

4.2 Saran

Dalam Perancangan ini masih dapat dipertimbangkan scenario pemanfaatan sumber energy listrik dari sisi ekonomisnya.

REFERENSI

- [1] I.R. Nurbahar, “Statistik Perkebunan Indonesia 2015-2017,” Jakarta: Direktorat Jendral Perkebunan, 2018, pp.iii
- [2] Suwandi, “Outlook Kelapa Sawit”, Jakarta: Kementerian Pertanian, 2016, pp.1.
- [3] Alkushima Y.M., “Pengembangan Potensi Energi Alternatif Dengan Pemanfaatan Limbah Cair Kelapa Sawit Sebagai Sumber Energi Baru Terbarukan Di Kabupaten Kota Waringin Timur, Jurnal Ilmu lingkungan, Vol 14, 2016
- [4] Febijanto, Irhan. Potensi Penangkapan Gas Metana dan Pemanfaatannya Sebagai Bahan Bakar Pembangkit Listrik Di PTPN VI Jambi”, J.Ilm.Energi Vol. 1 No.10, 2010

- [5] Zulkifli, Arif. Analisis Kelayakan Potensi Pembangunan PLTBg POME di Wilayah Perkebunan Sawit. Jurnal PASTI Vol X No.2
- [6] Hermanto, “Perbaikan Jatuh Tegangan pada feeder Jaringan Distribusi Tegangan Menengah 20kV Teluk Kuantan”. Jurnal
- [7] Nopianto A.S, “Perhitungan Jatuh Tegangan dan Susut Daya Serta Perbaikan Penyaluran Daya Listrik Pada Pt. PLN(Persero) Rayon Sambas”. Jurnal
- [8] -, “Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2011”, Jakarta:Standar Nasional Indonesia,2011 pp. 69
- [9] Rahayu,Ade Sri dkk, “Konversi POME Menjadi Biogas”, Jakarta: Winrock Internasional, 2015
- [10] Aghamohammadi, Nasrin dkk, “An Investigation Of Sustainable Power Generation From Palm Oil Biomass: A Case Study in Sarawak, Jurnal: sustainability MDPI

