

ANALISA PEMANFAATAN LIMBAH CAIR KELAPA SAWIT SEBAGAI BAHAN BAKAR PEMBANGKIT TERDISTRIBUSI UNTUK MENGURANGI RUGI-RUGI PADA JARINGAN DISTRIBUSI KABUPATEN PELALAWAN

Dony C. Anggoro^{*)}, Karnoto, and Juningtyastuti

Jurusan Teknik Elektro, Universitas Diponegoro Semarang
Jl. Prof. Sudharto, SH, Kampus UNDIP Tembalang, Semarang 50275, Indonesia

^{*)}Email : doni.anggora@gmail.com

Abstrak

Kabupaten Pelalawan merupakan salah satu daerah administratif di Provinsi Riau. Daerah ini memiliki jaringan distribusi listrik yang cukup panjang. Jarak antara pembangkit utama dengan beban terjauh mencapai 100 km. Panjangnya jaringan distribusi menyebabkan tegangan di ujung jaringan tidak sesuai dengan standart SPLN 72: 1987. Disisi lain terdapat potensi energi baru terbarukan dengan jumlah besar di Kabupaten Pelalawan, yaitu limbah cair hasil pengolahan minyak sawit dari 20 pabrik kelapa sawit yang tersebar di seluruh Kabupaten Pelalawan. Potensi energi ini didapat dari proses anaerobik pengolahan limbah cair kelapa sawit berupa gas metana (CH₄). Apabila gas ini dikumpulkan dan ditampung, dapat digunakan sebagai bahan bakar pembangkit terdistribusi. Hasil penelitian potensi energi limbah cair, Kabupaten Pelalawan memiliki potensi energi sebesar 965.494,386 MWh. Sedangkan simulasi menggunakan ETAP 7.5.0 menunjukkan pemanfaatan energi dari limbah cair kelapa sawit sebagai pembangkitan terdistribusi dapat mengurangi drop tegangan sebesar 7,084 kV serta mengurangi rugi daya sebesar 3,331 MVA pada jaringan distribusi Kabupaten Pelalawan. Dengan memanfaatkan potensi energi dari limbah cair kelapa sawit menjadikan jaringan distribusi listrik Kabupaten Pelalawan sesuai dengan standart SPLN 72:1987.

Kata Kunci: limbah cair kelapa sawit, pembangkitan terdistribusi, rugi tegangan, SPLN 72: 1987

Abstract

Pelalawan Regency, an administration area in Riau Province. This Regency has electrical distribution network that long enough. Distance between main power plant to the farthest loads up to 100 km. The length causes the voltage received by customer at the end of the network not in compatible with SPLN standard. On the other hand there is the potential for renewable energy in Pelalawan, that is palm oil mill effluent from. Potential energy is obtained from the anaerobic wastewater treatment process of palm oil mill effluent. The results of the processing is methane gas (CH₄). If the gas is collected and stored, can be used as distributed generation fuel. The result of study on potential energy from palm oil mill effluent, shows that Pelalawan Regency has potential energy up to 965.494,386 MWh. Meanwhile, simulation using ETAP 7.5.0 shows that utilization of palm oil mill effluent as distributed generation can reduce voltage drop up to 7,084 kV and reduce power loss up to 3,331 MVA. The utilization of potential energy from palm oil mill effluent make electrical distribution network on Pelalawan Regency suit to SPLN 72:1987 Standart.

Keyword: palm oil mill effluent, distributed generation, voltage loss, SPLN 72:1987

1. Pendahuluan

Kabupaten Pelalawan Merupakan salah satu daerah administratif di Provinsi Riau, terdiri dari 12 Kecamatan, 121 Desa/Kelurahan dengan jumlah penduduk sebanyak 339.340 jiwa dan jumlah rumah tangga sebanyak 92.763

rumah tangga[1]. Kondisi kelistrikan di Kabupaten Pelalawan pada saat ini bahwa suplai daya yang dikelola oleh IPP Langgam Power yang bekerja sama dengan

PT.Perusahaan Listrik Negara (PT. PLN) mencapai 45 MWatt dan baru bisa melayani sekitar 34.260 rumah tangga atau ratio elektrifikasi sebesar 37,11% dengan jarak distribusi mencapai 100 km dari pusat pembangkit[1] [2]. Jarak distribusi yang sangat jauh ini menyebabkan kualitas listrik yang diterima pelanggan di ujung jaringan jauh dari standart[3]

Untuk mengatasi masalah tersebut maka diambil langkah-langkah percepatan, diantaranya pengembangan pemanfaatan energi baru dan terbarukan dengan

mengutamakan Sumber Daya Setempat[5] [6]. Salah satu potensi energi baru terbarukan yang sangat melimpah di Kabupaten Pelalawan adalah limbah cair dari produksi kelapa sawit atau yang sering di sebut POME (Palm Oil Mill Effluent)[7]. Potensi ini sangat strategis karena memiliki kemungkinan energi hingga hingga 224,5 MW dari 20 industri kelapa sawit yang tersebar di Seluruh Kabupaten Pelalawan.[7] Persebaran lokasi dari industri ini dapat dimungkinkan untuk dilakukannya pembangkitan terdistribusi[7].

Pembangkitan Terdistribusi merupakan metode untuk menghasilkan energi listrik dari beberapa sumber energi yang berkapasitas kecil dan dihubungkan langsung pada jaringan distribusi dan dekat dengan pusat beban[8]. Penelitian sebelumnya oleh Carmen Borges dan Djalma Falcao menyebutkan bahwa pembangkitan terdistribusi memiliki beberapa keuntungan, diantaranya memperbaiki profil tegangan dan mengurangi rugi daya pada jaringan[9].

Dengan latar belakang tersebut, penulis mencoba menganalisis pengaruh pemanfaatan potensi limbah kelapa sawit sebagai sumber pembangkitan terdistribusi untuk mengurangi rugi tegangan dan rugi daya pada jaringan distribusi Kabupaten Pelalawan menggunakan software ETAP 7.5.0.

2. Metode

2.1 Diagram Alir

Penulisan penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pemanfaatan energi dari limbah cair kelapa sawit sebagai pembangkitan terdistribusi untuk perbaikan kualitas listrik, khususnya pengurangan rugi daya dan rugi tegangan. Objek bahasan adalah level tegangan pada jaringan distribusi listrik tegangan menengah (JTM) 20KV Kabupaten Pelalawan, Provinsi Riau. Langkah-langkah penelitian yang dilakukan pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 1

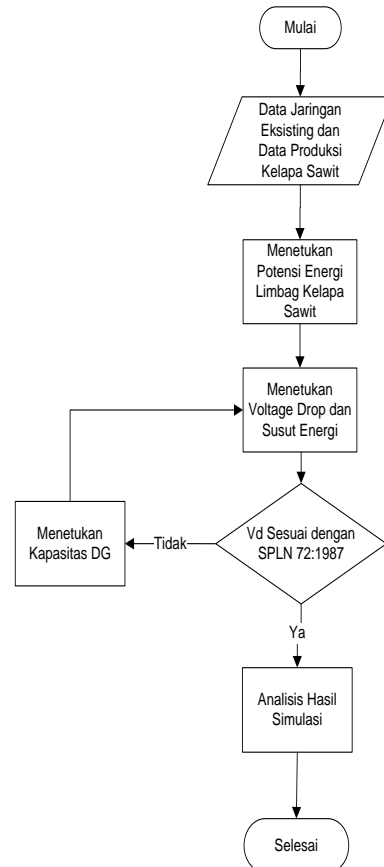
2.2 Metode Survey

Metode survey dan pemetaan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Survey GPS dilakukan dengan menggunakan pengambilan data melalui handheld GPS
2. Sistem pengambilan menggunakan waypoint
3. Menggunakan catatan untuk menjelaskan waypoint
4. Pada saat pengambilan waypoint GPS, pastikan bahwa GPS menerima sinyal secara utuh.
5. Pengambilan data jalan berbentuk garis dengan menggunakan tracking mode.
6. Pengambilan dengan tracking akan mencatat keseluruhan track/line mulai dari titik awal sampai titik akhir.
7. Pastikan bahwa setting pada GPS mencatat /record log track yang sudah diambil, dan pastikan pilihan show

on map sehingga saat tracking dilakukan bisa dilihat dalam peta.

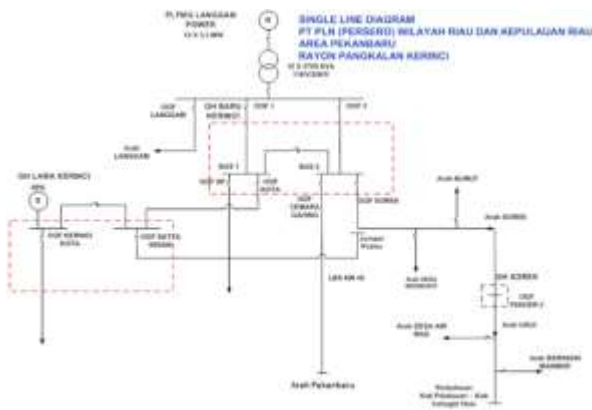
8. Hasil survey secara otomatis dapat dimasukkan dalam software ExpertGPS dengan cara diimport menggunakan kabel.
9. Hasil survey dari software ExpertGPS dipindahkan ke dalam AutoCAD dengan fasilitas ekspor untuk diolah.



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

2.3 Data Jaringan

Pada jaringan distribusi PT PLN Kabupaten Pelalawan, terdapat dua pembangkit yang mensupply kelistrikan di area tersebut. Pembangkit utama merupakan PT Langgam Power yang memiliki tiga penyulang utama yaitu OGF 1, OGF 2, dan OGF Langgam. Pembangkit ini mensupply hampir seluruh daerah di Kabupaten Pelalwan. Pembangkit kedua adalah milik swast PT. RPE. Pembangkit ini hanya mensupply Ibukota Kabupaten Pelalawan. Single line diagram dapat dilihat pada gambar 2



Gambar 2 Single Line Diagram

2.4 Data Kelapa Sawit

Kapasitas produksi dari 20 Pabrik Kelapa Sawit (PKS) dapat dilihat pada tabel 1

Tabel 1 kapasitas Produksi PKS

No	Nama Perusahaan (PT)	Lokasi	kapasitas (ton tbs/jam)
1	Sinar Siak Dian Permai	Bandar Sekijang	90
2	Multi Palma Sejahtera	Bandar Sekijang	60
3	Sinar Agro Raya	Bandar Sekijang	60
4	Jalur Pusaka	Pangkalan Kerinci	5
5	Inti Indosawit Subut I (Buatan)	Pangkalan Kerinci	60
6	Inti Indosawit Subur II(Buatan)	Pangkalan Kerinci	60
7	Mitra Unggul Pusaka	Langgam	60
8	Langgam Inti Hibrido	Pangkalan Kuras	90
9	Surya BrataSena	Pangkalan Kuras	60
10	Musim Mas I	Pangkalan Kuras	90
11	Musim Mas II	Pangkalan Lesung	60
12	Sumber Sawit	Pangkalan Kuras	45
13	Serikat Putra	Bandar Petalangan	60
14	Adei Plantation & Industri I	Pangkalan Kuras	120
15	Adei Plantation & Industri II	Pangkalan Kuras	60
16	Sari Lembah Subur I	Kerumutan	90
17	Sari Lembah Subur II	Kerumutan	30
18	Inti Indosawit Subur Ukui I	Ukui	90
19	Inti Indosawit Subur Ukui II	Ukui	60
20	Gandaerah Hendana	Ukui	60

3. Hasil dan Analisa

3.1 Perkiraan Potensi Energi Listrik dari Limbah Cair Kelapa Sawit

Perkiraan emisi metan maksimum dari limbah cair dihitung menggunakan formula berikut, data produksi

kelapa sawit pada tabel 1 dengan sample kapasitas produksi dari PT. Musim Mas,:

$$\begin{aligned}
 MEP_{ww} &= Q_{ww} \times B_{o,ww} \times \sum COD_{removed} \\
 &\quad \times MCF_{ww} \\
 &= 463320 \times 0.25 \times 1.12 \times 0.045 \\
 &\quad \times 0.8 \\
 &= 4736,79 \text{ ton CH}_4
 \end{aligned}$$

Apabila setiap ton CH4 menghasilkan potensi energi kalor sebesar 50000 Mjoule, maka energi potensi energi yang dapat dibangkitkan:

$$\begin{aligned}
 \text{Potensi Energi Panas} &= MEP_{ww} \times 50000 \\
 &= 236839680 \text{ Mjoule}
 \end{aligned}$$

Apabila setiap 1 Mjoule energi kalor sebanding dengan 0,00028 MWh, maka perkiraan energi listrik maksimum yang dapat dibangkitkan

$$\begin{aligned}
 \text{Potensi Energi Listrik} &= 236839680 \times 0,00028 \\
 &= 65770,38 \text{ MWh}
 \end{aligned}$$

Untuk mengetahui maksimum potensi daya listrik yang dapat dibangkitkan, maka hasil perhitungan potensi energi harus dibagi lama waktu operasi pembangkit dalam satu tahun. Apabila diharapkan pembangkit dapat bekerja selama 8000 jam dalam satu tahun, maka besar daya listrik yang dapat di bangkitkan sebesar

$$\begin{aligned}
 P_{potensi, pembangkit} &= \frac{\text{Potensi Energi Listrik}}{\text{waktu operasi}} \\
 &= \frac{65770,38}{8000} \\
 &= 8,106 \text{ MW}
 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan metode yang sama, didapatkan perkiraan potensi daya listrik yang dapat dibangkitkan dari masing-masing PKS di Kabupaten Pelalawan yang dapat dilihat pada tabel 3

Tabel 3. Energi dari Limbah Cair Kelapa Sawit

No	Nama Perusahaan (PT)	maksimum potensi daya Bruto (MW)	Potensi daya dengan PLTMG (effiseinsi 42%)
1	Sinar Siak Dian Permai	8,106	3,404
2	Multi Palma Sejahtera	5,404	2,270
3	Sinar Agro Raya	5,404	2,270
4	Jalur Pusaka	0,450	0,189
5	Inti Indosawit Subut I (Buatan)	5,404	2,270
6	Inti Indosawit Subur II(Buatan)	5,404	2,270
7	Mitra Unggul Pusaka	5,404	2,270
8	Langgam Inti Hibrido	8,106	3,404
9	Surya BrataSena	5,404	2,270
10	Musim Mas I	8,106	3,404
11	Musim Mas II	5,404	2,270

12	Sumber Sawit Sejahtera	4,053	1,702
13	Serikat Putra	5,404	2,270
14	Adei Plantation & Industri I	10,808	4,539
15	Adei Plantation & Industri II	5,404	2,270
16	Sari Lembah Subur I	8,106	3,404
17	Sari Lembah Subur II	2,702	1,135
18	Inti Indosawit Subur Ukui I	8,106	3,404
19	Inti Indosawit Subur Ukui II	5,404	2,270
20	Gandaerah Hendana	5,404	2,270
Jumlah		117,985	49,554

3.2 Pemilihan Lokasi Pembangkitan Terdistribusi

Dari hasil perhitungan potensi energi yang dapat dibangkitkan yang terlihat pada Lampiran 1, maka dipilih 4 PKS (Pabrik Kelapa Sawit) sebagai pembangkitan terdistribusi, yaitu PT ADEI Plantation, PT. Musim Mas, PT. Inti Indosawit Subur Ukui, dan PT. Sari Lembah Subur. Alasan pemilihan keempat PKS sebagai pembangkitan terdistribusi antara lain:

- 1 Keempat PKS menghasilkan limbah relatif lebih banyak dibanding PKS yang lainnya.
- 2 Keempat PKS terletak sepanjang OGF 2, dimana jaringan tersebut merupakan fokus penelitian ini
- 3 Masing masing PKS memiliki dua unit pabrik yang berdekatan, sehingga kapasitas produksi limbah cair sebagai bahan baku lebih banyak.
- 4 Letak masing-masing PKS yang strategis, yaitu berada di pangkal jaringan (PT. ADEI Plantation / DG 1), di tengah jaringan (PT. Musim Mas / DG 2), Dan di ujung ujung jaringan (PT. Sari Lembah Subur / DG 3 dan PT Inti Indosawit Subur Ukui / DG 4).

3.3 Simulasi Profil Tegangan

Penambahan DG akan merubah kondisi profil tegangan pada jaringan. Peninjauan profil tegangan dilakuakn pada sembilan titik bus, yaitu GH Baru, Pangkalan Kerinci, pangkalan Lesung, Indragiri Hulu, pangkalan Kuras, Bunut, Ukui, Kerumutan, dan Sei Kijang. Pemilihan titik sample ini dikarenakan

- Untuk mempermudah penguasaan dari jumlah bus yang sangat banyak sekitar 200 bus.
- Pada lokasi GH Baru merupakan gardu hubung yang membagi penyulang OGF 2 dari Pembangkit Langgam Power menjadi dua Penyulang yaitu OGF Sorek dan OGF Cemara Gading.
- Pada lokasi Pangkalan Kerinci merupakan bus terdekat engan DG 1 dan terdapat tiga percabangan yaitu Pangkalan Kuras, Bunut dan Pangkalan Lesung.
- Pada lokasi Pangkalan Lesung merupakan bus terdekat dengan DG 2 dan terdapat tiga percabangan yaitu Ukui, Indragiri Hulu, dan Kerumutan

- Pada Lokasi Indragiri Hulu merupakan ujung jaringan paling selatan di Kabupaten Pelalawan dan berbatasan langsung dengan Kabupaten Indragiri Hulu
- Pada lokasi Pangkalan Kuras, merupakan ujung percabangan di Kecamatan Pangkalan Kuras.
- Pada lokasi Bunut, merupakan ujung percabangan di Kecamatan Bunut.
- Pada lokasi Ukui, merupakan ujung percabangan di Kecamatan Ukui dan bus terdekat dengan DG 4.
- Pada lokasi Kerumutan, merupakan ujung percabangan di Kecamatan Kerumutan dan bus terdekat dengan DG 3.
- Pada lokasi Sei Kijang, merupakan ujung percabangan di Kecamatan Sei Kijang.

Berikut hasil simulasi penambahan DG pada jaringan terhadap rugi tegangan

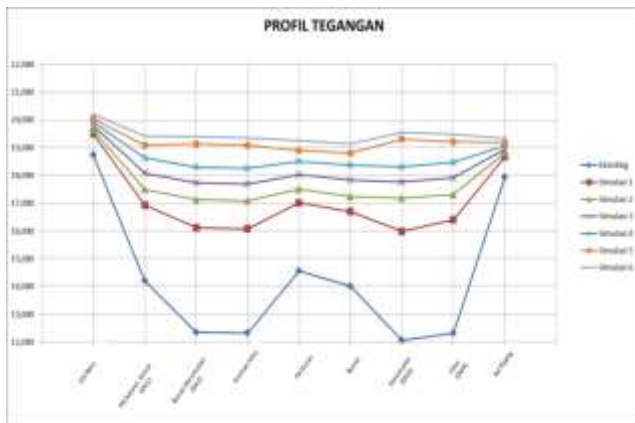
Tabel 3 Variasi Pembangkitan Unit DG

No DG	MW					
	Simulasi 1	Simulasi 2	Simulasi 3	Simulasi 4	Simulasi 5	Simulasi 6
DG1	1	1	1	1	1	2
DG2	1	1	2	3	3	3
DG3	1	2	2	2	3	3
DG4	1	1	1	1	1	1

Tabel 4 Perbandingan Profil Tegangan

Lokasi	Profil Tegangan kV						
	Eksisting	Simulasi 1	Simulasi 2	Simulasi 3	Simulasi 4	Simulasi 5	Simulasi 6
GH Baru	18,732	19,501	19,638	19,785	19,921	20,032	20,195
Panhkalan Kerinci (DG 1)	14,212	16,936	17,494	18,086	18,631	19,081	19,42
Pangkalan Lesung (DG 2)	12,351	16,115	17,125	17,732	18,295	19,133	19,395
Indragiri Hulu	12,322	16,077	17,084	17,69	18,252	19,088	19,35
Pangkalan Kuras	14,556	17,017	17,506	18,025	18,505	18,899	19,255
Bunut	14,01	16,696	17,245	17,828	18,366	18,81	19,144
Kerumutan (DG 3)	12,068	15,99	17,187	17,766	18,303	19,302	19,551
Ukui (DG 4)	12,32	16,401	17,309	17,908	18,463	19,218	19,477
Sei Kijang	17,937	18,673	18,804	18,945	19,075	19,181	19,338
Rata-rata	14,279	17,045	17,71	18,196	18,646	19,194	19,458

Berdasarkan tabel 4 dapat dibuat grafik perbandingan profil tegangan dari hasil simulasi. Mulai kondisi eksisting, simulasi kondisi I, hingga simulasi kondisi VI seperti gambar 3. Dapat terlihat bahwa terjadi perbaikan profil tegangan pada jaringan tersebut.



Gambar 3 Grafik Perbandingan Profil Tegangan Tiap Kondisi Simulasi

Berikut penjelasan hasil simulasi pada perbaikan rugi tegangan:

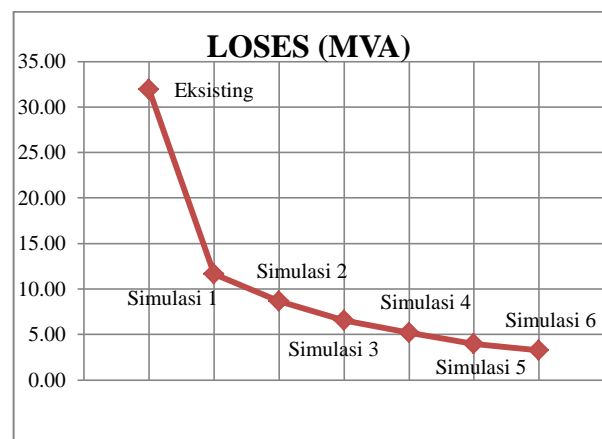
- Pada simulasi kondisi eksisting, tegangan terendah bernilai 12,060 kV, atau terjadi penurunan 39,7% dari tegangan rating 20 kV. Kondisi ini belum sesuai dengan standart SPLN
- Saat Simulasi I, tegangan terendah bernilai 15,990 kV, atau terjadi penurunan 20,05% dari tegangan rating 20 kV. Apabila dibandingkan dengan kondisi eksisting, terjadi perbaikan sebesar 3,930 kV, namun masih belum sesuai dengan standart SPLN.
- Pada simulasi II, tegangan terendah bernilai 17,048 kV, atau terjadi penurunan sebesar 14,58% dari tegangan rating. Apabila dibandingkan dengan kondisi eksisting, terjadi perbaikan sebesar 4,988 kV pada jaringan. Kondisi ini masih belum sesuai dengan standard SPLN.
- Pada simulasi III, tegangan terendah bernilai 17.690, atau terjadi penurunan sebesar 11,55% dari tegangan raing 20 kV. Apabila dibandingkan dengan kondisi eksisting, terjadi perbaikan sebesar 5,630 kV. Kondisi ini masih belum sesuai dengan standard SPLN.
- Pada simulasi IV, tegangan terendah bernilai 18,252 kV, atau terjadi penurunan sebesar 8,74% dari tegangan rating. Apabila dibandingkan dengan kondisi eksisting, terjadi perbaikan sebesar 6,192 kV Kondisi ini masih belum sesuai dengan standard SPLN..
- Pada simulasi V, tegangan terendah bernilai 18,810 kV, atau terjadi penurunan sebesar 5,95% dari tegangan rating. Apabila dibandingkan dengan kondisi eksisting, terjadi perbaikan sebesar 6,750 kV. Kondisi ini masih belum sesuai dengan standard SPLN.
- Pada simulasi VI, tegangan terendah bernilai 19,144 kV, atau terjadi penurunan sebesar 4,28% dari tegangan rating. Apabila dibandingkan dengan kondisi eksisting, terjadi perbaikan sebesar 7,084 kV. Pada kondisi ini seluruh profil tegangan telah sesuai standart SPLN

3.4 Rugi Daya

Penambahan DG akan mempengaruhi aliran daya listrik pada suatu jaringan, sehingga rugi daya pada saluran akan terpengaruh pula. Dengan penambahan DG diharapkan adanya pegurangan rugi daya listrik pada jaringan. Berikut pada tabel 5 adalah perbandingan rugi daya dari simulasi yang dilakukan.

Tabel 5 Perbandingan Rugi Daya Hasil Simulasi

Kondisi	Rugi Daya	
	MVA	%
Eksisting	3,846	31,92
Simulasi I	1,549	11,65
Simulasi II	1,198	8,63
Simulasi III	0,943	6,56
Simulasi IV	0,773	5,19
Simulasi V	0,618	3,97
Simulasi VI	0,515	3,24



Gambar 4 Grafik Perbandingan Rugi Daya

Berikut penjelasan dari simulasi pengurangan rugi daya pada jaringan:

- Pada simulasi kondisi eksisting, rugi daya pada jaringan sebesar 3,846 MVA atau 31,92% dari daya yang dibangkitkan.
- Pada simulasi I, rugi daya pada jaringan sebesar 1,549 MVA. Terjadi penurunan sebesar 2,297 MVA dibanding dengan kondisi eksisting.
- Pada simulasi II, rugi daya pada jaringan sebesar 1,198 MVA. Terjadi penurunan sebesar 2,648 MVA dibanding dengan kondisi eksisting.
- Pada simulasi III, rugi daya pada jaringan sebesar 0,943 MVA. Terjadi penurunan sebesar 2,903 MVA dibanding dengan kondisi eksisting.
- Pada simulasi IV, rugi daya jang terjadi sebesar 0,773 MVA. Terjadi penurunan 3,073 MVA dibanding dengan kondisi eksisting.
- Pada simulasi V, rugi daya jang terjadi sebesar 0,618 MVA. Terjadi penurunan 3,228 MVA dibanding dengan kondisi eksisting.

- Pada simulasi VI, rugi daya yang terjadi sebesar 0,515 MVA. Terjadi penurunan 3,331 MVA dibanding dengan kondisi eksisting.

4. Kesimpulan

Berdasarkan pada simulasi dan analisa yang telah dilakukan didapatkan kesimpulan sebagai antara lain, dari 20 Pabrik Kelapa Sawit yang tersebar di Kabupaten Pelalawan, dalam satu tahun menghasilkan 6.898.320 m³ limbah cair, dengan potensi energi dari limbah sebesar 965.494,386 MWh. Untuk menjadikan profil tegangan pada jaringan distribusi Kabupaten Pelalawan sesuai dengan standart SPLN 72:1987, diperlukan penambahan DG dari PT. ADEI plantation sebesar 2 MW, PT. Musim Mas sebesar 3 MW, PT. Sari Lembah Subur sebesar 3 MW dan PT. Inti Indosawit sebesar 1 MW. Kondisi paling optimal adalah kondisi simulasi VI, dimana jaringan terhubung dengan empat unit DG dengan kapasitas total 9 MW. Pada kondisi ini, rugi daya dapat berkurang sebesar 3,331 MVA. Dari nilai awal 3,846 MVA menjadi 0,515 MVA

Referensi

- [1]. Dinas Pertambangan dan Energi Kabupaten Pelalawan. Ekspose Kelistrikan di Kabupaten Pelalawan 2014. Kabupaten Pelalawan, 2014
- [2]. Dinas Pertambangan dan Energi Kabupaten Pelalawan, Laporan Akhir Detail Engineering Design jaringan Listrik JTM, JTR, dan Accessories di Kabupaten Pelalawan, Kabupaten Pelalawan, 2014
- [3]. Perusahaan Listrik Negara. SPLN 72:1987. *Spesifikasi Desain Untuk Jaringan Tegangan Menengah (JTM) dan Jaringan Tegangan Rendah (JTR)*. Jakarta; 1987
- [4]. Perusahaan Listrik Negara. Rencana Penyediaan Tenaga Listrik PT PLN (Persero) 2013-2022. Jakarta, 2013
- [5]. Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 2014 Tentang Pedoman Penyusunan Rencana Umum Energi Nasional
- [6]. Peraturan Pemerintah Nomor 79 Tahun 2004 Tentang Kebijakan Energi Nasional
- [7]. Dinas Pertambangan dan Energi Kabupaten Pelalawan. Laporan Akhir Kajian Potensi energi di Kabupaten Pelalawan. Kabupaten Pelalawan. 2014
- [8]. Bayod-Rujula, Angel A. Future Development of the Electricity Systems With Distributed Generation. *ScienceDirect*, 2009
- [9]. Borges, Carmen L. T. and Falcao, Djalma M. Impact of Distributed Generator Allocation and Sizing on Reliability and Voltage Profile. *IEEE*, 2003
- [10]. Stevenson, William D. Analisis Sistem Tenaga Listrik. Penerbit Erlangga. Jakarta. 1994.
- [11]. Wildi, Theodore. Electrical Machines, Drives, and Power Systems Fifth Edition. Prentice Hall, 2002
- [12]. Gonen, Turan. Electric Power Distribution System Engineering. McGraw-Hill Book. 1986.
- [13]. Pasini, Anthony J. Electrical Distribution Engineering 3rd Edition. CRC Press. 2007
- [14]. Therien, Scott M. Distributed Generation: Issues Concerning A Changing Power Grid Paradigm. Thesis. Faculty of California Polytechnic State University, 2010.