

**ANALISIS KINERJA GENERATOR DAN EFISIENSI KONVERSI
ENERGI BIOGAS PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BIOGAS
SELAPAN JAYA BERBASIS LIMBAH SAWIT**



SKRIPSI

**Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Kurikulum Pada Tingkat Sarjana
Strata -1 Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Tridinanti**

Oleh:

**M. IRZA RAHMADDON PRATAMA
2202230029**

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TRIDINANTI
2026**

**ANALISIS KINERJA GENERATOR DAN EFISIENSI KONVERSI
ENERGI BIOGAS PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BIOGAS
SELAPAN JAYA BERBASIS LIMBAH SAWIT**



SKRIPSI

**Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Kurikulum Pada Tingkat Sarjana
Strata -1 Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Tridinanti**

Oleh:



**M. IRZA RAHMADDON PRATAMA
2202230029**

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TRIDINANTI**

2026

LEMBAR PENGESAHAN

Nama : M Irza Rahmadden Pratama

NIM : 2202230029

Program Studi : Teknik Elektro

Fakultas : Teknik

Jenjang Pendidikan : Strata -1 (S-1)

Judul Skripsi : Analisis Kinerja Generator dan Efisiensi Konversi Energi

Biogas Pada Pembangkit Listrik Tenaga Biogas Selapan

Jaya

Email/ Hp : mahanumadurza4@gmail.com/08994466835

Disetujui Oleh :

Pembimbing I

Pembimbing II



Moh. Wahyu A., S.T., M.T.



Muhni Panuji, S.T., M.M.

Mengetahui

Program Studi

Dekan

Ketua



Dr. Ani Firda, ST., M.T.



Moh. Wahyu A. ST., M.T.

LEMBAR PERNYATAAN

Saya bertanda tangan di bawah ini :

Nama : M Irza Rahmaddon Pratama

NIM : 2202230029

Program Studi : Teknik Elektro

Fakultas : Teknik

Judul Skripsi : Analisis Kinerja Generator dan Efisiensi Konversi Energi Biogas
Pada Pembangkit Listrik Tenaga Biogas Selapan Jaya.

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Hasil penulisan skripsi yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Jika terdapat kata kata dan rumusan yang sama, maka hal tersebut di jadikan referensi dan di masukan dalam daftar Pustaka.
2. Apabila dikemudian hari penulisan skripsi ini merupakan hasil plagiat atau jiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggung jawabkan dan menerima sanksi berdasarkan undang undang republik Indonesia nomor 20 tahun 2003 tentang “ sistem Pendidikan nasional” pasal ayat 25 ayat 2 dan pasal 70.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan apapun.

Palembang, Juli 2026

Penulis

M. Irza Rahmaddon Pratama



MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan

(Q.S AL-INSYIRAH :6)

Kau boleh menangis, kau boleh juga berlari asal kau tidak boleh menyerah

(Jigoro Kuwajima)

ABSTRAK

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada bulan Januari konsumsi biogas sebesar 160.390 Nm³ menghasilkan energi listrik sebesar 155.284 kWh dengan energi masukan sebesar 962.340 kWh, sehingga diperoleh nilai efisiensi konversi energi sebesar 16,13%. Nilai konsumsi biogas spesifik yang diperoleh sebesar 1,033 Nm³/kWh, yang menunjukkan bahwa untuk menghasilkan 1 kWh energi listrik diperlukan sekitar 1,033 Nm³ biogas. Berdasarkan hasil analisis periode Januari hingga Juni, nilai efisiensi dan konsumsi biogas mengalami perubahan setiap bulan akibat adanya fluktuasi volume biogas yang tersedia dan energi listrik yang dihasilkan. Namun, hubungan antara penggunaan biogas dan produksi energi listrik menunjukkan kecenderungan yang searah, dimana peningkatan jumlah biogas yang dimanfaatkan dapat meningkatkan energi listrik yang dihasilkan oleh generator. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa sistem PLTBg mampu memanfaatkan biogas dari limbah POME sebagai sumber energi terbarukan dengan kinerja konversi energi yang cukup stabil. Pemanfaatan biogas sebagai bahan bakar pembangkit listrik menjadi salah satu solusi dalam mengurangi dampak lingkungan industri kelapa sawit sekaligus meningkatkan pemanfaatan energi terbarukan.

Kata kunci : *Pome, biogas, efisiensi energi, selapan jaya, Limbah sawit*

KATA PENGANTAR

Syukur alhamdulillah panjatkan berkat dan rahmatnya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini sebagai syarat untuk memperoleh gelar strata 1 pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tridinanti. Selesainya skripsi ini juga tidak terlepas dari dukungan beberapa pihak. Untuk itu penulis juga mengucapkan terima kasih kepada :

1. Prof. Ir. H. Edizal A.E M.S Selaku Rektor Universitas Tridinanti beserta staff.
2. Dr. Ir. Ani Farida, M.T Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Tridinanti.
3. Bapak Moh. Wahyu Aminullah, S.T., M.T. selaku Dosen pembimbing 1 dan ketua program studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tridinanti.
4. Bapak Moh. Wahyu Aminullah, S.T.,M.T. selaku dosen pembimbing 1.
5. Bapak Muhni Pamuji, S.T.,M.M. selaku dosen pembimbing 2.
6. Seluruh Dosem/Staf Tata Usaha Fakultas Teknik dan Program Studi Teknik Elektro serta Civitas Akademika Universitas Tridinanti yang telah memberi bimbingan selama masa studi.
7. PLTBG Selapan Jaya sebagai tempat pengambilan data dan seluruh pihak PLTBG yang terkait dalam pembuatan skripsi ini.
8. Kedua Orang tua saya yang selalu mendukung saya.
9. Berbagai pihak yang tidak bisa saya tuliskan satu persatu namun

berkontribusi membantu dalam penyusunan skripsi ini. Penulis menyadari sepenuhnya, bahwa dalam penulisan skripsi ini masi banyak kekurangan walau penulis telah berusaha semaksimal mungkin. Harapan penulis, informasi dari skripsi ini mampu memberikan manfaat.

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR PERNYATAAN.....	ii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	iii
ABSTRAK.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan masalah	2
1.3 Batasan masalah	2
1.4 Tujuan	3
1.5 Sistematika Penulisan	3
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	5
2.1 Teori Dasar	5
2.1.1 Biogas.....	5
2.1.2 Limbah Cair Kelapa Sawit (POME)	6
2.1.3 Pembangkit Listrik Tenaga Biogas (PLTBG).....	7
2.1.4 Efisiensi Pada Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Biogas (PLTBG)	17
2.1.5 Konsumsi Biogas Spesifik.....	18
2.1.6 Generator Pada Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Biogas	19
2.1.7 Generator Sinkron.....	21
2.1.8 Energi Biogas.....	22
2.1.9 Pengaruh Kandungan Metana Terhadap Generator	23

2.2 Penelitian Terdahulu	DAFTAR ISI	24
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	27
3.1	Diagram Alur Penelitian	27
3.2	Metodologi Penelitian	27
3.2.1	Metodologi Penulisan dan Pengumpulan Data	27
3.3	Waktu dan Tempat Pelaksanaan	28
3.4	Teknik Analisis Data	28
3.5	Sumber data	30
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	32
4.1	Perhitungan Efisiensi Konversi Energi Biogas	32
4.2	Perhitungan Konsumsi biogas	35
4.3	Analisa Perhitungan	26
4.3.1	Analisa Perhitungan Efisiensi	26
4.3.2	Analisa Perhitungan Konsumsi Biogas	38
BAB V	KESIMPULAN	27
5.1	Kesimpulan	27
5.2	Saran	28
DAFTAR PUSTAKA		29
LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

Tabel.1. Spesifikasi Generator pada Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Biogas ..	19
Tabel 2. Jenis dan Sumber data.....	30
Tabel 3. Hasil Perhitungan Efisiensi Dari Bulan Januari-Juni	33
Table 4. Hasil Perhitungan konsumsi Biogas dari Januari - Juni	36

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Generator Sinkron.....	22
Gambar 2. Single Line Diagram PLTBG SELAPAN JAYA.....	30
Gambar 3. Diagram grafik efisiensi	34
Gambar 4. Diagram grafik konsumsi biogas	37

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Generator Sinkron

Lampiran 2. Single line diagram PLTBG Selapan Jaya

Lampiran 3. Data Methane Gas

Lampiran 4. Buku Konversi Energi

Lampiran 5. Kartu Bimbingan Skripsi

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan produsen kelapa sawit terbesar didunia, Perkebunan kelapa sawit di Indonesia dapat di kategorikan menajdi Perkebunan swasta. Produksi kelapa sawit Indonesia pada tahun 2025 mencapai sekitar 56,55 juta ton (gabungan CPO dan PKO), dengan produksi minyak sawit mentah (CPO) sebesar $\pm 51,66$ juta ton. Peningkatan produksi ini menunjukkan tren positif industri sawit nasional yang menjadi salah satu sektor utama penyedia bahan baku energi terbarukan, khususnya dalam pemanfaatan limbah POME untuk pembangkit listrik tenaga biogas.

Selain komoditas tersebut, pabrik juga menghasilkan limbah padat dan limbah cair. Limbah padat dapat berupa tanda kosong, serat buat, pelepah, dan cangkang kelapa sawit. Sedangkan limbah cair kelapa sawit atau dikenal dengan POME(palm oil mill effeuent) dapat diproses menjadi biogas sebagai bahan bakar untuk pembangkit listrik.

POME berasal dari proses sterilisasi tandan buah segar, penjernihan CPO dan pemasaran tandan kosong. Sebelum dimanfaatkan menjadi biogas, POME dialirkan ke dalam kolam penampungan untuk diambil sisa minyaknya dan diturunkan suhunya sehingga siap proses untuk menguraikan zat organik secara anaerob. Proses penguraian zat organik ini akan melepas gas metana (CH_4) ke udara yang dapat menimbulkan emisi gas ke rumah kaca (GRIK). Gas metana

mempunyai efek GRK 21 kali lebih besar dibandingkan dengan gas CO₂. Oleh karena itu emisi GRK dapat dikurangi dengan memperoses gas metana dari POME dan digunakan sebagai bahan bakar untuk pembangkit listrik tenaga biogas (PLTBg) pemanfaatan gas metana dari POME sebagai bahan bakar untuk PLTBg ini menawarkan alternatif untuk mengurangi dampak lingkungan dalam pengolahan Perkebunan kelapa sawit dan sekaligus mendapatkan pasokan listrik dengan memanfaatkan energi terbarukan. Pembangunan PLTBg harus mempertimbangkan kelayakan baik secara teknis maupun ekonomi. Beberapa tantangan yang harus dipertimbangkan Adalah skala produksi, kontinuitas pasokan POME secara biaya pembangkitan listrik.

Dari latar belakang di atas saya mengambil judul “**analisis kinerja generator dan efisiensi konversi biogas pada pembangkit listrik tenaga biogas selapan jaya berbasi limbah sawit**”.

1.2 Rumusan Masalah

Bedasarkan latar belakang yang diuraikan diatas, makan permasalahan yang akan diamati Adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana tingkat efisiensi konversi energi biogas menjadi energi listrik pada PLTBG Selapan Jaya berdasarkan nilai spesifik energi (kWh/Nm³)?
2. Berapa nilai konsumsi bahan bakar spesifik (spesifik fuel consumption) biogas yang digunakan untuk menghasilkan energi listrik pada generator?

1.3 Batasan masalah

Agar penelitian lebih terarah dan tidak menyimpang dari tujuan yang telah ditetapkan, maka batasan masalah dalam penelitian ini Adalah sebagai berikut :

1. Analisis kinerja generator hanya berdasarkan data operasional yang tersedia, meliputi produksi energi listrik, konsumsi biogas, daya pembangkitan, dan kandungan metana, tanpa membahas secara detail desain internal generator maupun gas engine.
2. Penelitian dibatasi pada data operasional PLTBG Selapan Jaya bulan Januari – juni 2024), serta tidak mencakup analisis ekonomi, aspek finansial, atau perbandingan dengan pembangkit lain.

1.4 Tujuan

Tujuan yang ingin saya capai adalah Ingin mendapatkan nilai kestabilan kandungan metana dan ketersediaan bahan baku (TBS/POME) terhadap stabilitas operasi generator pada PLTBG Selapan Jaya.

1.5 Sistematika Penulisan

Agar pembahasan didalam skripsi lebih terarah dan mudah dipahami maka penulis membuat sistematika penulisa yang terdiri dari beberapa bab yaitu :

Bab I PENDAHULUAN

Menguraikan mengenai latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, metode penelitian dan sistematika penulisan.

Bab II KAJIAN PUSTAKA

Pada bab ini berisikan teori dasar dan teori pendukung lainnya serta penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan masalah yang ada di dalam skripsi dan penelitian terdahulu.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan metode yang digunakan dalam penelitian, meliputi diagram alur penelitian, metode pengumpulan data, waktu dan tempat penelitian, teknik analisis data, jenis dan sumber data, serta tahapan perhitungan analisis kinerja generator dan efisiensi konversi energi biogas pada PLTBG selapan jaya.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi hasil dan pembahasan mengenai analisis kinerja generator, perhitungan efisiensi konversi energi biogas menjadi energi listrik berdasarkan nilai specific energy (kWh/Nm^3), pengaruh kandungan metana terhadap performa genertor, pengaruh TBS terhadap ketersediaan POME, serta analisis data oprasional

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan serta saran yang dapat digunakan sebagai bahan pengembangan penelitian selanjutnya maupun perbaikan sistem operasi di PLTBG Selapan Jaya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Wahyuni, S. (2013). *Panduan Praktis Biogas*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- [2] Hambali, E., Thahar, A., dan Suryani, A. (2007). *Teknologi Bioenergi*. Jakarta: AgroMedia Pustaka.
- [3] Said, N. I. (2006). “Pengolahan Limbah Cair Industri Kelapa Sawit dan Pemanfaatannya sebagai Sumber Energi Biogas.” *Jurnal Air Indonesia*, Vol. 2 No. 1.
- [4] Haryanto, A., Triyono, S., dan Wicaksono, R. (2019). “Produksi Biogas dari Limbah Cair Kelapa Sawit sebagai Energi Alternatif.” *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, Vol. 8 No. 2, hlm. 105–112.
- [5] Rumokoy, S. N. dan Monika, D. (2018). “Potensi Energi Listrik pada Pabrik Kelapa Sawit Melalui Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Biogas.” *Jurnal Poli-Teknologi*, Vol. 17 No. 2.
- [6] Sugiyono, A., Adiarso, Dewi, R. E. P., Yudiartono, Wijono, A., dan Larasati, N. (2020). “Analisis Keekonomian Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Biogas dari POME dengan Continuous Stirred Tank Reactor (CSTR).” *Majalah Ilmiah Pengkajian Industri*, Vol. 13 No. 1.
- [7] Chin, M. J., Poh, P. E., Tey, B. T., Chan, E. S., dan Chin, C. L. (2013). “Biogas from Palm Oil Mill Effluent (POME): Opportunities and Challenges.” *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 26, hlm. 717–726.
- [8] Ohimain, E. I. dan Izah, S. C. (2017). “Tinjauan Produksi Biogas dari Limbah Cair Kelapa Sawit Menggunakan Berbagai Konfigurasi Bioreaktor.” *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 70, hlm. 242–253.

