

**ANALISA PENGARUH PERUBAHAN POLA PEMBEBANAN
ANTARA PLTU SANGGAU & PLTD SEMBOJA TERHADAP
EFISIENSI PENGGUNAAN BAHAN BAKAR SPESIFIK**

SKRIPSI

BIDANG KONVERSI ENERGI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan

Memperoleh gelar Sarjana Teknik



TRI WIBOWO
NIM. 141210619

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PONTIANAK
2019**

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISA PENGARUH PERUBAHAN POLA PEMBEBANAN ANTARA PLTU
SANGGAU & PLTD SEMBOJA TERHADAP EFISIENSI PENGGUNAAN
BAHAN BAKAR SPESIFIK**

SKRIPSI

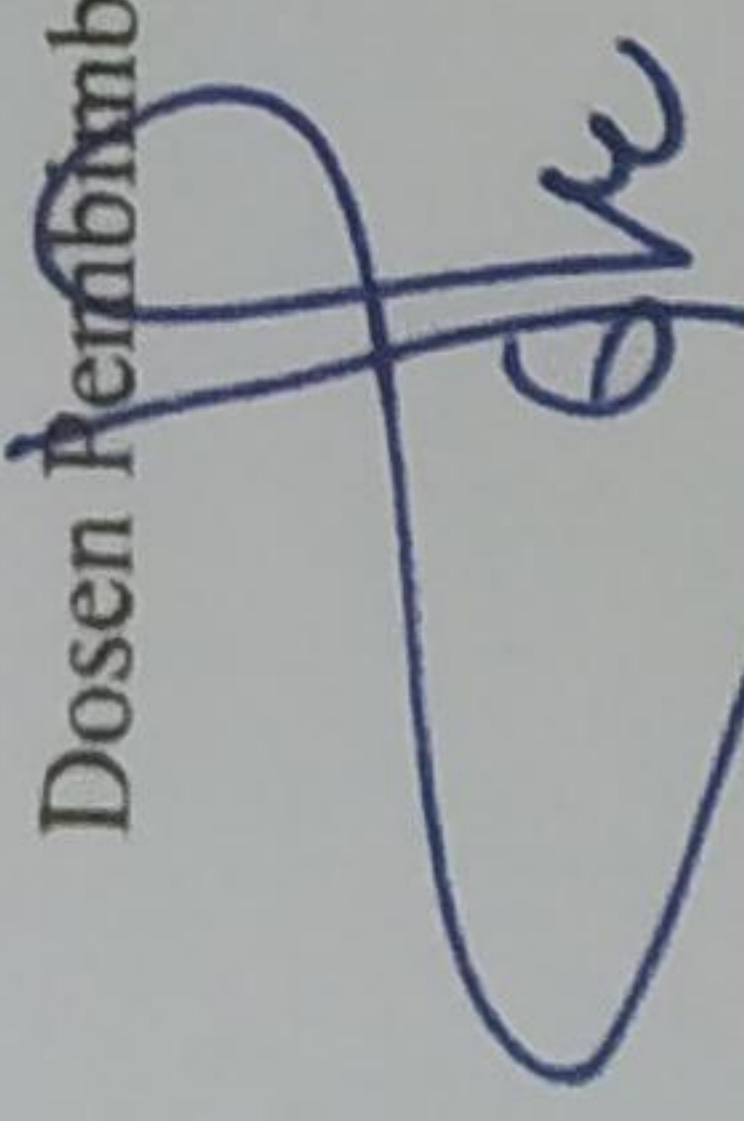
BIDANG KONVERSI ENERGI

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan
Memperoleh gelar sarjana teknik

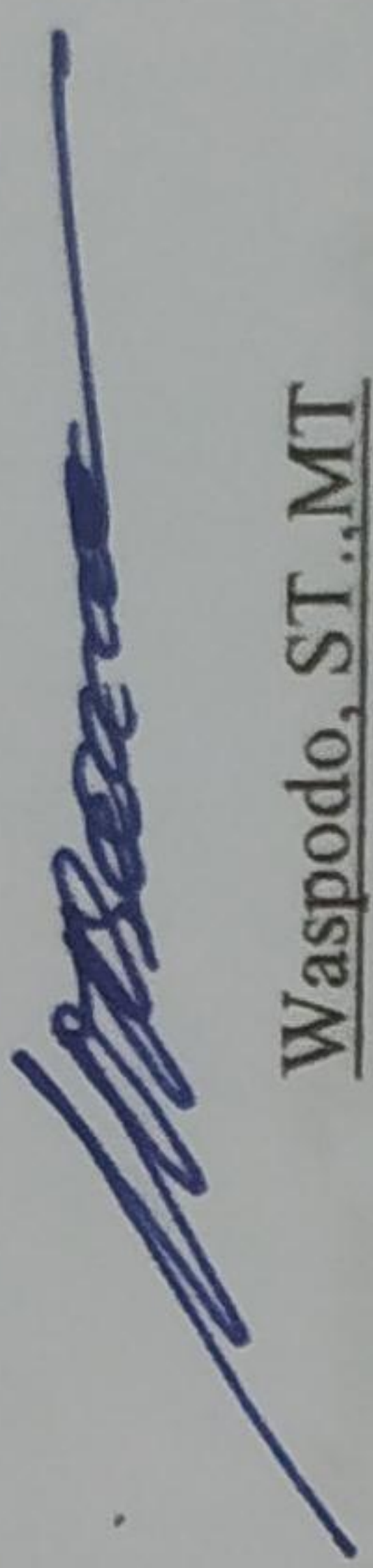


TRI WIBOWO
NIM 141210619

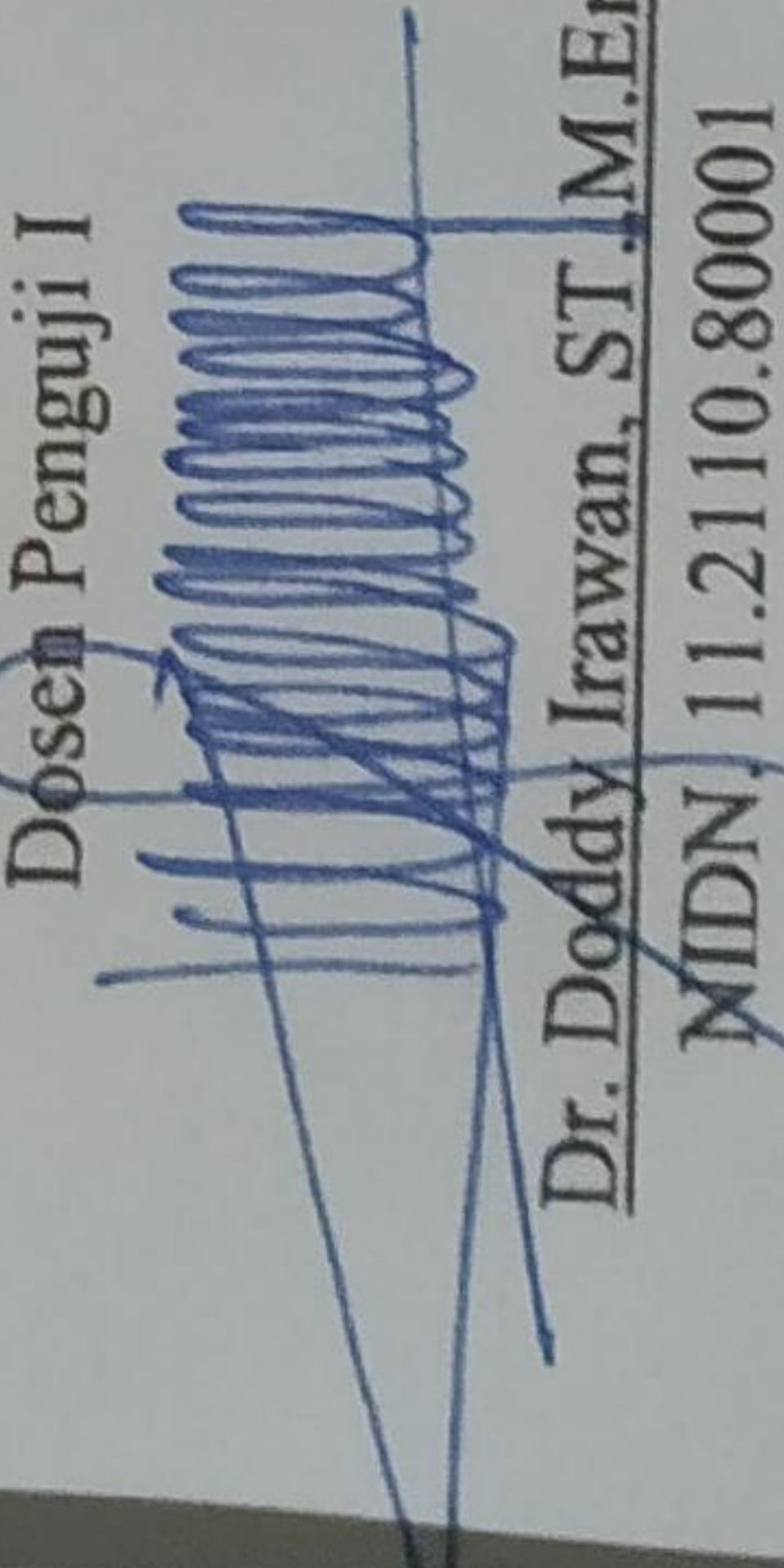
Dosen Pembimbing I


Gunarto, ST., M.Eng
NIDN. 00.0909.7301

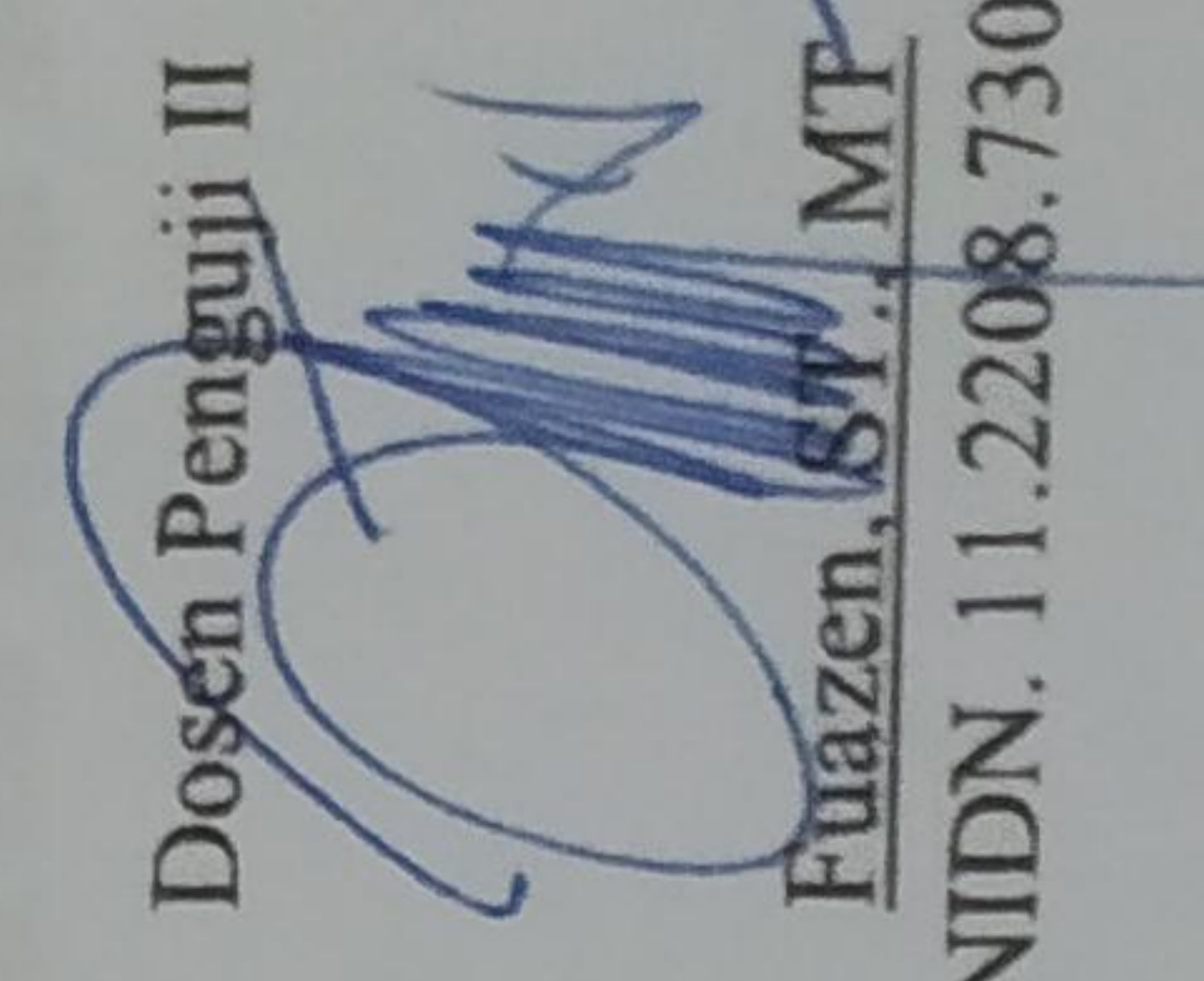
Dosen Pembimbing II


Waspodo, ST.,MT
NIDN. 11.1406.7602

Dosen Penguji I


Dr. Doddy Irawan, ST.,M.Eng
NIDN/ 11.2110.80001

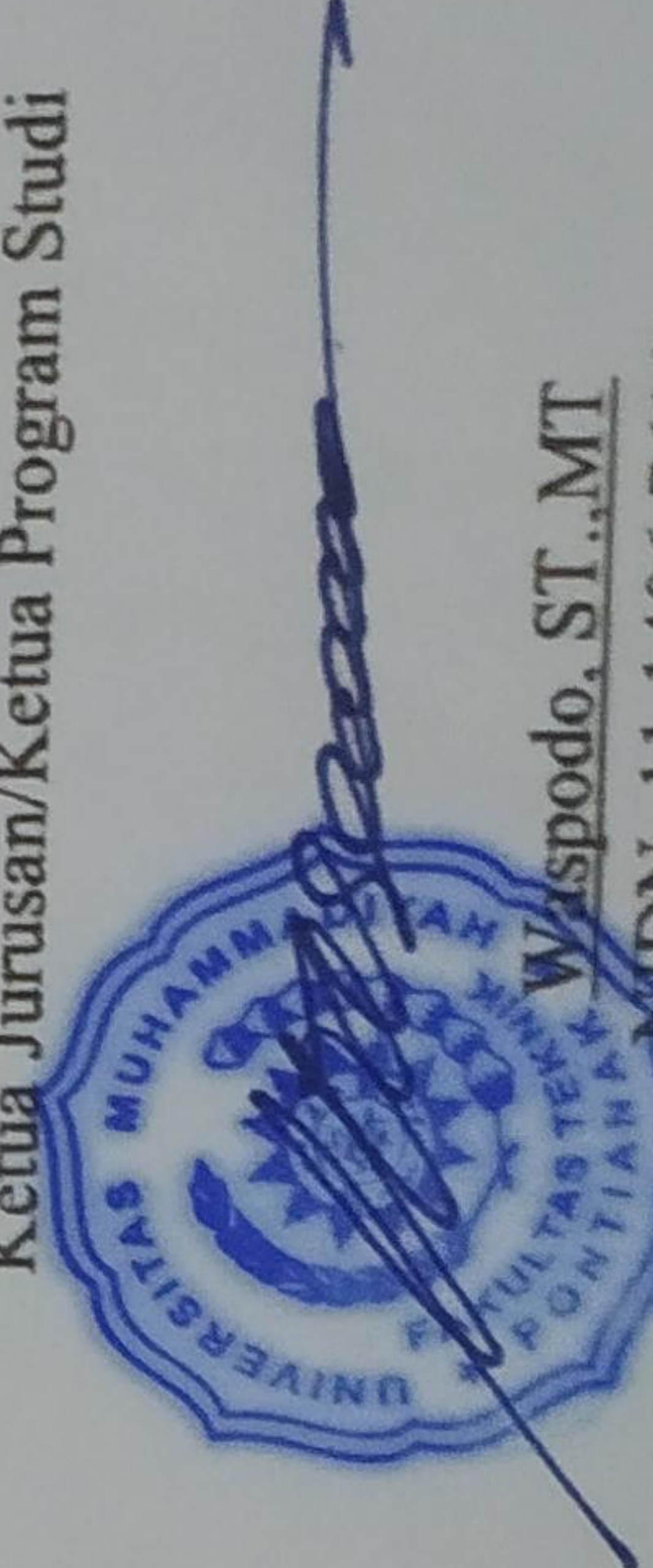
Dosen Penguji II


Fuazen, ST., MT
NIDN. 11.2208.7301

Mengetahui

Ketua Jurusan/Ketua Program Studi




Waspodo, ST.,MT
NIDN. 11.1406.7602

RINGKASAN

Tri Wibowo, Jurusan / Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Pontianak, Analisa Pengaruh Perubahan Pola Pembebanan Antara PLTU Sanggau & PLTD Semboja Terhadap Efisiensi Penggunaan Bahan Bakar Spesifik.

Dosen Pembimbing : Gunarto, ST., M.Eng dan Waspodo, ST., MT

Pada Penelitian ini, Peneliti menghitung pengaruh perubahan pola pembebanan antara unit pembangkit PLTU Sanggau & PLTD Semboja terhadap pemakaian bahan bakar spesifik masing-masing pembangkit. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan antara perubahan pola beban terhadap efisiensi penggunaan bahan bakar serta efisiensi thermal unit pembangkit. Penelitian ini menggunakan metode perhitungan langsung dengan menggunakan parameter volume pemakaian bahan bakar harian masing-masing unit pembangkitan serta kWh produksi harian baik bruto maupun netto. Perhitungannya meliputi pemakaian bahan bakar spesifik (*SCC/SFC*), *Heat Rate*, *Efisiensi Thermal* serta perhitungan laba/rugi perusahaan selama Bulan April 2019. Dari hasil penelitian didapat nilai *SCC* PLTU terendah ialah 1,412 kg/kWh pada beban 9505 KW serta *SCC* tertinggi ialah 1,628 kg/kWh pada beban 5788 KW. Nilai *SFC* PLTD terendah ialah 0,267 Liter/kWh pada beban 5966 KW serta *SFC* PLTD tertinggi ialah 0,286 liter/kWh pada beban 5748 KW. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi beban yang dibangkitkan maka semakin rendah nilai pemakaian bahan bakar spesifiknya, sebaliknya semakin rendah beban yang dibangkitkan maka semakin tinggi nilai pemakaian bahan bakar spesifiknya.

Kata Kunci : *bahan bakar spesifik, heat rate, efisiensi thermal.*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	.....	i
LEMBAR PERUNTUKAN	.....	ii
LEMBAR ORISINILITAS	.....	iii
LEMBAR IDENTITAS TIM PENGUJI SKRIPSI	.....	iv
LEMBAR RINGKASAN	.....	v
LEMBAR SUMMARY	.....	vi
PENGANTAR	.....	vii
DAFTAR ISI	.....	ix
DAFTAR TABEL	.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	.....	xvii
DAFTAR SIMBOL	.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN	.....	1
1.1 Latar Belakang	.....	1
1.2 Perumusan Masalah	.....	3
1.3 Batasan masalah	.....	3
1.4 Tujuan Penelitian	.....	3
1.4.1 Tujuan Umum	.....	3
1.4.2 Tujuan khusus	.....	4
1.5 Manfaat Penelitian	.....	4
1.5.1 Manfaat bagi Program Studi	.....	4
1.5.2 Manfaat bagi mahasiswa	.....	4
1.6 Metode Penelitian	.....	4
1.7 Sistematika Penulisan	.....	5
BAB II LANDASAN TEORI	.....
2.1 Tinjauan Pustaka	.....	6
2.2 Sinkronisasi Pembangkit	.....	8
2.2.1 Pengertian Sinkronisasi	.....	8
2.2.2 Syarat-Syarat Sinkronisasi	.....	8
2.2.2.1 Mempunyai Tegangan Kerja Sama	.....	8
2.2.2.2 Mempunyai Urutan Fasa yang Sama	.....	9

2.2.2.3 Mempunyai Frekuensi yang sama	10
2.2.2.4 Mempunyai sudut fasa yang sama	10
2.2.3 Prosedur Sinkronisasi Pembangkit	10
2.2.3.1 Prosedur Manual	11
2.2.3.2 Prosedur Otomatis	11
2.3 Pembangkit Listrik Tenaga Diesel	12
2.3.1 Diagram P-V Teoritis motor disel 4 langkah	15
2.3.2 Diagram P-V Sebenarnya motor 4 Langkah	15
2.3.3 Konsumsi Bahan Bakar Spesifik	17
2.4 Pembangkit Listrik Tenaga Uap	18
2.4.1 Siklus Renkine	20
2.4.1.1 Proses Siklus Rankine	22
2.4.1.2 Siklus rankine Ideal	23
2.4.2 Pemakaian Bahan Bakar Spesifik	24
2.4.3 Heat Rate dan Efisiensi Termal	25
2.5 Nilai Kalor Bahan Bakar	26
2.5.1 Spesifikasi Batubara PLTU	26
2.5.2 Spesifikasi High Speed Diesel	26
2.6 Daya Pada Arus Bolak-balik	28
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Tempat Penelitian	32
3.2 Variabel Penelitian	32
3.3. Alat dan Bahan Penelitian	33
3.3.1 Power Meter	33
3.3.2 Volt Meter	33
3.3.3 Ampere Meter	33
3.3.4 Cos Phi meter	34
3.3.5 Flow Meter	34
3.3.6 Belt Wigher	34
3.3.7 kWh Meter	34
3.4 Prosedur Pengujian	34
3.5 Kajian Teknis	35
3.6 Kajian Ekonomis	41

3.6 Penyusunan Grafik Hasil Penelitian	41
3.7 Diagram Alur Penelitian	42
BAB IV PERHITUNGAN DAN PEMBAHASAN	
4.1 Perhitungan Teknis	43
4.1.1 Perhitungan Pola Pembebanan Rata-rata per hari	45
4.1.2 Perhitungan SCC PLTU	51
4.1.2.1 Perhitungan SCC PLTU Bruto	51
4.1.2.2 Perhitungan SCC PLTU Netto	54
4.1.3 Perhitungan SFC PLTD	56
4.1.3.1 Perhitungan SFC PLTD Bruto	57
4.1.3.2 Perhitungan SFC PLTD Netto	62
4.1.4 Perbandingan total kWh produksi terhadap SCC / SFC	67
4.1.5 Perhitungan Efisiensi Teknis PLTU & PLTD	69
4.1.5.1 Tara Kalo & Efisiensi termal PLTU	70
4.1.5.2 Tara Kalo & Efisiensi termal PLTD	71
4.2 Perhitungan Ekonomis	75
4.2.1 Biaya Produksi listrik bruto	75
4.2.2 Biaya Produksi listrik netto	78
4.2.3 Perhitungan Laba Rugi PLTU dan PLTD	81
4.2.3.1 Laba / Rugi Bruto	81
4.2.3.2 Laba / Rugi Netto	87
4.3 Pembahasan	94
4.3.1 Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (SCC) PLTU	94
4.3.2 Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (SFC) PLTD	96
4.3.3 Konsumsi Bahan Bakar Spesifik PLTU & PLTD	99
4.3.4 Heat Rate PLTU dan PLTD	102
4.3.5 Hubungan SCC PLTU terhadap Heat Rate PLTU	105
4.3.6 Hubungan SFC PLTD terhadap Heat Rate PLTD	107
4.3.7 Hubungan Beban Terhadap Heat Rate PLTU	109
4.3.8 Hubungan Beban Terhadap Heat Rate PLTD	111

4.3.9 Efisiensi Thermal PLTU dan PLTD	113
4.3.10 Hubungan efisiensi thermal terhadap Heat Rate PLTU	116
4.3.11 Hubungan Efisiensi thermal terhadap Heat Rate PLTD	118
4.3.12 Hubungan efisiensi thermal terhadap SCC PLTU	120
4.3.13 Hubungan Efisiensi thermal terhadap SFC PLTD	122
4.3.14 Hubungan Beban Terhadap Efisiensi Thermal PLTU	124
4.3.15 Hubungan Beban Terhadap Efisiensi Thermal PLTD	127
4.3.16 Perbandingan Biaya Produksi Listrik PLTU dan PLTD	129
4.3.17 Analisa Laba/Rugi Bruto Pengoperasian PLTU & PLTD	132
4.3.18 Analisa Laba/Rugi Netto Pengoperasian PLTU & PLTD	138
BAB IV PERHITUNGAN DAN PEMBAHASAN	
5.1 Kesimpulan	144
5.2 Saran	145

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT PLN (PERSERO) adalah BUMN yang mengurus semua aspek kelistrikan yang ada di Indonesia. Dalam usaha penyediaan tenaga listrik di wilayah Indonesia, PLN bertanggung jawab atas ketersediaan pembangkit listrik sebagai sumber awal untuk memenuhi kebutuhan akan tenaga listrik masyarakat mulai dari kebutuhan Industri hingga kebutuhan rumah tangga. Dalam upaya untuk memenuhi kebutuhan tersebut, pembangkit listrik berbahan bakar minyak sering menjadi sorotan nasional karena dari segi operasional memerlukan biaya operasi yang relatif tinggi di bandingkan jenin pembangkit lain, dan kondisi ini didominasi oleh Unit Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD). Hal ini disebabkan karena unit pembangkit tenaga diesel memerlukan biaya pokok produksi yang cukup besar terutama dalam pemakaian bahan bakar yang mana pembangkit tenaga listrik ini menggunakan minyak solar jenis HSD sebagai sumber energinya. Hal ini jelas sangat berpengaruh pada pendapatan perusahaan itu sendiri yang mana dituntut untuk tetap menghasilkan keuntungan dari bisnis kelistrikan tersebut.

PT PLN (PERSERO) Unit Pelaksana Pelayanan Pelanggan Sanggau (UP3 Sanggau) adalah salah satu bagian dari wilayah kerja Unit Induk Wilayah Kalbar (UIW Kalbar) yang bertanggung jawab menjalankan bisnis kelistrikan di wilayah timur Kalimantan Barat mencakup 5 Kabupaten diantaranya Kabupaten Sanggau, Sekadau, Sintang, Melawi & Kapuas Hulu. Untuk memenuhi kebutuhan energi listrik di Kabupaten Sanggau, PLN mengandalkan suplay energi dari PLTD Semboja dan PLTU Sanggau. Kedua Unit pembangkit ini saling sinkron untuk memenuhi kebutuhan energy listrik masyarakat.

Berdasarkan data Pengusahaan UP3 Sanggau, Beban puncak tertinggi selama tahun 2018 untuk ULP Sanggau yang melayani kebutuhan energy listrik di kawasan Kabupaten Sanggau terjadi di Bulan Januari yaitu sebesar 18490 kW.

Untuk melayani Kebutuhan tersebut PLN UP3 Sanggau memanfaatkan kehandalan Pembangkit dari PLTU Sanggau dengan daya mampu sebesar 11000 kW. Dari data tersebut jelas bahwa PLTU Sanggau tidak dapat memikul semua kebutuhan energy untuk kawasan Kabupaten Sanggau. Salah satu upaya yang dilakukan ialah memanfaatkan keberadaan PLTD Semboja sebagai pembangkit yang membantu PLTU dalam menyediakan sumber energi listrik tersebut. PLTD Semboja sendiri memiliki daya Mampu sebesar 3800 kW dan disupport oleh PLTD Rental yang memiliki daya mampu sebesar 13000 kW.

Salah satu indikator kinerja utama dalam bidang pembangkitan ialah SFC (Specific Fuel Consumption) PLTD yang mana SFC itu sendiri ialah pemakaian bahan bakar yang digunakan untuk membangkitkan / memproduksi setiap satu satuan tenaga listrik (kWh). Pemakaian bahan bakar spesifik adalah untuk mengetahui tingkat pemakaian bahan bakar pada suatu unit pembangkit tenaga listrik, apakah unit tersebut masih berada pada tingkat yang wajar sehingga menguntungkan atau sebaliknya. Sebagaimana kita ketahui bahwa pada sistem pembangkitan di kawasan Sanggau masih didominasi oleh pembangkit listrik tenaga diesel yang membutuhkan HSD sebagai bahan bakar utamanya. Adanya peningkatan harga bahan bakar minyak dari tahun ke tahun mengakibatkan meningkatnya biaya Produksi khususnya untuk pengoperasian PLTD. Hal ini sangat berpengaruh terhadap kinerja PLN itu sendiri yang dituntut untuk menjalankan bisnis yang memberi keuntungan.

Melihat kondisi tersebut penulis ingin mencoba melakukan analisis terhadap proses pengoperasian pembangkit di Sistem Kelistrikan Sanggau untuk menekan penggunaan bahan bakar pada sistem pengoperasian yang sudah berjalan khususnya penggunaan bahan bakar jenis HSD. Untuk itu penulis akan melakukan penelitian mengenai pengaruh pola pembebanan antara PLTU Sanggau dan PLTD Semboja terhadap efisiensi penggunaan bahan bakar. Harapan dari penelitian ini ialah terdapat nilai perubahan SFC pada setiap perubahan pola pembebanan sehingga dapat menunjukkan pola pembebanan yang optimal dari PLTU Sanggau

dan PLTD Semboja dengan nilai penggunaan bahan bakar spesifik yang lebih kecil untuk menekan penggunaan bahan bakar.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan Latar Belakang diatas, maka permasalahan yang dapat diangkat dalam Tugas Akhir ini yaitu :

1. Bagaimana pengaruh pola pembebanan PLTU Sanggau dan PLTD Semboja terhadap efisiensi penggunaan bahan bakar spesifik?
2. Bagaimana pola pembebanan yang paling efektif antara PLTU Sanggau dan PLTD semboja untuk mendapatkan nilai efisiensi termal yang paling optimal serta biaya pokok produksi yang paling ekonomis ?

1.3 Batasan Masalah

Adapun batas masalah dalam penulisan Tugas Akhir ini adalah?

1. Perhitungan nilai efisiensi penggunaan bahan bakar hanya pada sistem kelistrikan Sanggau yaitu pada pola sinkronisasi antara PLTU Sanggau dan PLTD Semboja.
2. Penelitian dilakukan berdasarkan perubahan pola operasi yang diakibatkan oleh kondisi perubahan beban total dan kondisi unit pembangkitan.
3. Penelitian hanya menghitung dari data perusahaan unit pembangkitan berupa total kWh produksi yang dihasilkan dan pemakaian bahan bakar yang digunakan tanpa menghitung perpindahan kalor suatu sistem.

1.4 Tujuan Penelitian

1.4.1 Tujuan Umum

Adapun tujuan umum dalam penelitian ini antara lain:

- a. Sebagai syarat dalam menyelesaikan program pendidikan Starta I pada Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Pontianak.
- b. Sebagai penerapan disiplin ilmu (teori dan praktek) maupun pengalaman selama dibangku kuliah dan praktek industri.

1.4.2 Tujuan Khusus

Adapun tujuan khusus dalam penelitian ini antara lain:

- a. Untuk mengetahui bagaimana pengaruh pola pembebanan PLTU Sanggau dan PLTD Semboja terhadap efisiensi penggunaan bahan bakar
- b. Untuk mengetahui bagaimana pola pembebanan yang paling efektif antara PLTU Sanggau dan PLTD semboja untuk mendapatkan nilai efisiensi termal yang paling optimal serta biaya pokok produksi yang paling ekonomis

1.5 Manfaat Penelitian

1.5.1 Manfaat bagi Program studi

- a. Dapat memberikan wawasan dan manfaat dalam meningkatkan proses pembelajaran yang berkaitan dengan efisiensi pemakaian bahan bakar PLTD baik dari segi perhitungan maupun penanganan masalah

1.5.2 Manfaat bagi Mahasiswa

- a. Dengan penelitian ini, diharapkan dapat meningkatkan kemampuan peneliti dalam berfikir secara objektif dan ilmiah dalam menerapkan disiplin ilmu yang telah diperoleh selama menempuh perkuliahan untuk dapat diterapkan dilapangan sebagai implementasi teori dan penunjang dalam dunia kerja.

1.6 Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- a. Metode literatur

Dalam hal ini penulis akan mengambil referensi dari berbagai sumber untuk mendukung pembuatan tugas akhir ini yang berkaitan dengan efisiensi pemakaian bahan bakar spesifik yang selanjutnya referensi tersebut dijadikan acuan dalam melaksanakan penelitian ini.

- b. Metode teoritis

Dalam metode teoritis ini akan dilakukan perhitungan secara teoritis untuk mendapatkan nilai SFC mesin pembangkit diesel berdasarkan data-data yang terdapat pada parameter mesin tersebut.

c. **Metode Pengujian Langsung**

Dalam metode ini akan dilakukan pengujian langsung untuk mendapatkan nilai SFC dengan cara membandingkan antara nilai total kWh yang dihasilkan dari mesin tersebut yang didapat dari kWh Meter Produksi dengan nilai pemakaian bahan bakar yang didapat dari flowmeter pada periode tertentu.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan dalam penulisan Tugas Akhir ini yaitu :

BAB I Pendahuluan

Pada bab ini berisikan tentang latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metodologi penelitian, serta sistematika penulisan.

BAB II Landasan Teori

Pada bab ini akan dibahas mengenai dasar-dasar teori serta rumus-rumus perhitungan yang akan digunakan dalam pelaksanaan penelitian ini.

BAB III Metode Penelitian

Bab ini berisikan tata cara serta alur penelitian yang akan dilakukan penulis dalam melaksanakan penelitian lapangan.

BAB IV Perhitungan dan Pembahasan

Pada bab ini akan dibahas proses perhitungan SFC secara teoritis berdasarkan parameter yang didapat pada mesin serta hasil pengujian SFC secara langsung.

BAB V Kesimpulan dan Saran

Pada bab ini berisikan kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan serta saran-saran penguji untuk meningkatkan kinerja perusahaan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian mengenai pengaruh perubahan pola pembebanan antara PLTU Sanggau dan PLTD Semboja terhadap pemakaian bahan bakar spesifik dapat disimpulkan bahwa :

1. SCC terendah PLTU terdapat pada beban 9505 KW yaitu dengan nilai SCC 1,412 kg/kWh pada tanggal 18 April 2019. SCC tertinggi PLTU terdapat pada beban 5788 KW yaitu dengan nilai SCC 1,628 kg/kWh pada tanggal 25 April 2019. SFC terendah PLTD terdapat pada beban 5966 KW yaitu dengan nilai SFC 0,267 liter/kWh pada tanggal 30 April 2019 sedangkan SFC tertinggi PLTD terdapat pada beban 5748 KW yaitu dengan nilai SFC 0,286 liter/kwh pada tanggal 29 April 2019. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi pola pembebanan maka nilai SCC/SFC akan semakin kecil sehingga kebutuhan bahan bakar yang diperlukan untuk membangkitkan energi listrik per 1 kWh semakin kecil. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa besarnya nilai beban akan berbanding terbalik dengan nilai pemakaian bahan bakar spesifik.
2. Efisiensi thermal tertinggi PLTU terdapat pada beban 9505 KW yaitu dengan nilai efisiensi thermal 14,73% pada tanggal 18 April 2019. efisiensi thermal terendah PLTU terdapat pada beban 5788 KW yaitu dengan nilai efisiensi thermal 12,78% pada tanggal 25 April 2019. Efisiensi thermal tertinggi PLTD terdapat pada beban 5966 KW yaitu dengan nilai efisiensi thermal 35,52% pada tanggal 30 April 2019 sedangkan efisiensi thermal terendah PLTD terdapat pada beban 5748 KW yaitu dengan nilai efisiensi thermal 33,14% pada tanggal 29 April 2019. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi pola pembebanan maka nilai efisiensi thermal akan semakin besar sehingga lebih banyak kalor yang dimanfaatkan dari hasil pembakaran bahan bakar untuk menghasilkan energi listrik per satuan kwh nya. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa besarnya

nilai beban akan berbanding lurus dengan nilai efisiensi thermal yang dihasilkan.

3. Dari segi teknis dengan mengacu pada efisiensi thermal yang dihasilkan dapat dilihat bahwa PLTD lebih efisien dibandingkan dengan PLTU karena memiliki nilai efisiensi thermal yang lebih besar dibandingkan PLTU sehingga pemanfaatan kalor dari hasil pembakaran bahan bakar yang menghasilkan energi listrik lebih optimal. Nilai efisiensi thermal netto PLTU selama bulan April 2019 jika dirata-ratakan adalah 13,46% sedangkan nilai efisiensi thermal netto PLTD rata-rata dibulan April 2019 adalah 34,46%. Selisih nilai efisiensi thermal PLTD dan PLTU adalah 21%.
4. Dari segi ekonomis dengan mengacu pada biaya produksi listrik yang dihasilkan dapat dilihat bahwa PLTU lebih efisien dibandingkan dengan PLTD karena memiliki biaya produksi listrik yang lebih kecil dibandingkan PLTD sehingga perolehan laba dari hasil penjualan energi listrik ke pelanggan lebih besar dibanding PLTD yang cenderung merugi dikarenakan biaya produksi listrik yang lebih mahal dari tarif dasar listrik ke pelanggan. Nilai biaya produksi listrik PLTU netto selama bulan April 2019 jika dirata-ratakan adalah Rp. 1017 per kWh sedangkan nilai biaya produksi listrik netto PLTD rata-rata dibulan April 2019 adalah Rp. 2171 per kWh. Selisih biaya produksi listrik PLTU dan PLTD adalah Rp. 1153 per kWh.

5.2 Saran

Adapun saran dari hasil penelitian pengaruh perubahan pola pembebanan antara PLTU Sanggau dan PLTD Semboja ialah :

1. Untuk memaksimalkan laba yang dihasilkan dari penjualan energy listrik ke pelanggan dapat dengan memaksimalkan pola pengoperasian PLTU sehingga kwh produksi yang dihasilkan oleh PLTU akan lebih besar dibandingkan dengan kwh yang diproduksi oleh PLTD. Hal ini bertujuan untuk menekan biaya produksi listrik per kWh nya sehingga dapat meraup laba yang lebih besar.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, B. dan P. A. Nugroho. 2017. Analisis pemakaian bahan bakar high speed diesel dan biodiesel (B30) terhadap konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang mesin diesel PLTD 1,4 MW. *Presisi* 18(2): 30-41.
- Budianto, N., K. H. Kwee, dan A. Hiendro. 2018. *Analisa Pengaruh Laju Kalor Terhadap Efisiensi Thermal PLTU Sintang (3 X 7 MW)*. Program Studi Teknik Elektro, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura : Pontinak
- Cengel, Y. A. and A. Boles. *Thermodynamic: An Enginerring Approach*. Singapore : MCGraw-Hill, 1989.
- Sahid, A. H. dan D. Hendrawati. 2014. Analisa *heat rate* dengan variasi beban pada PLTU paiton baru (Unit 9). *Jurnal Teknik Energi* 10(1): 23-38.
- Anonim¹. 2014. *Teori Dasar Listrik*. PT PLN (Persero) Pusat Pendidikan dan Pelatihan. : Jakarta
- Anonim². 2014. *Pengukuran Listrik*. PT PLN (Persero) Pusat Pendidikan dan Pelatihan. : Jakarta
- PT PLN (Persero). 1989. Standar Operasi Pusat Listrik Tenaga Gas : SPLN 80 : 1989.
- PT PLN (Persero). 1995. Manajemen Pemeliharaan Pusat Listrik Bagian 4 : Manajemen Pemeliharaan PLTD : SPLN 111-4 : 1995
- Widagdo, E. 2013. Optimasi pola pembebanan daya mesin pembangkit listrik diesel SWD 6TM 410 terhadap efisiensi konsumsi bahan bakar. *Jurnal ELKHA* 5(2): 1-7.
- Winardi, Bambang. 2009. Analisis Konsumsi Bahan Bakar Pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap. *Prosiding Seminar Electrical, Informatics, and It's Educations 2019 AI* 34-37.

- Yulizar, I. D. Sara, dan M. Syukri. 2016. Prototipe pengukuran pemakaian energi listrik pada kamar kos dalam satu hunian berbasis Arduino Uno R3 dan GSM Shield SIM900. *KITEKTRO: Jurnal Online Teknik Elektro* 1(3): 47-56.
- Yusran, S. N. 2018. Studi Kebutuhan Energi Listrik Untuk Starting PLTU Pada PT. Rimba Raya Lestari. *Skripsi*. Politeknik Negeri Samarinda. Samarinda 2018.
- Anonim³. *Sinkronisasi*. Diakses dari <http://dunia-listrik.blogspot.com/2009/11/sinkronisasi.html>. tanggal 14 Februari 2019 pukul 18.24 WIB.
- Guntoro, H. 2009. *Metode Paralel Generator Sinkron*. Diakses dari <http://dunia-listrik.blogspot.com/2009/04/metode-paralel-generator-sinkron.html> tanggal 14 Februari 2019 pukul 19.13 WIB.