



TUGAS AKHIR – ME184841

**ANALISA PENGARUH PISTON MODIFIKASI
TERHADAP PERFORMA MESIN DIESEL SATU
SILINDER EMPAT LANGKAH BERBASIS SIMULASI
MENGUNAKAN BAHAN BAKAR B30**

Viorel Herniza Leksono

NRP. 04211640000118

DOSEN PEMBIMBING

Beny Cahyono, S.T., M.T., Ph.D.

NIP. 197903192008011008

Adhi Iswantoro, S.T., M.T.

NIP. 1991201711050

DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN

FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SURABAYA

2020



BACHELOR THESIS – ME184841

**THE EFFECT OF PISTON MODIFICATION OF
PERFORMANCE ON FOUR STROKE ONE CYLINDER
DIESEL ENGINE WITH B30 FUEL BASED ON
SIMULATION**

**VIOREL HERNIZA LEKSONO
04211640000118**

SUPERVISOR

Beny Cahyono, S.T., M.T., Ph. D

NIP. 197903192008011008

Adhi Iswantoro, S.T., M.T.

NIP. 1991201711050

DEPARTMENT OF MARINE ENGINEERING

FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY

SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY

SURABAYA

2020

LEMBAR PENGESAHAN
ANALISA PENGARUH
PISTON MODIFIKASI TERHADAP PERFORMA
MESIN DIESEL SATU SILINDER EMPAT LANGKAH
BERBASIS SIMULASI MENGGUNAKAN
BAHAN BAKAR B30

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik

Pada

Bidang Studi *Marine Power Plant* (MPP)

Program Studi S-1 Departemen Teknik SistemPerkapalan

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

Viorel Herniza Leksono
NRP. 04211640000118

Disetujui Oleh
Pembimbing Tugas Akhir,

Beny Cahyono, S.T., M.T., Ph. D
NIP.197903192008011008

()

Adhi Iswanto, S.T., M.T.
NIP.19912017111050

()

SURABAYA, JUNI 2020

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISA PISTON MODIFIKASI TERHADAP PERFORMA MESIN DIESEL SATU SILINDER EMPAT LANGKAH BERBASIS SIMULASI MENGUNAKAN BAHAN BAKAR B30

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Pada

Bidang Studi *Marine Power Plant (MPP)*
Program S-1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

Viorel Herniza
NRP. 04211640000118

Disetujui Oleh,
Kepala Departemen Teknik Sistem Perkapalan :



Beny Cahyono, ST, MT, Ph.D.
NIP 197903192008011008

SURABAYA
AGUSTUS 2020

Analisa Pengaruh Piston Modifikasi Terhadap Performa Mesin Diesel Satu Silinder Empat Langkah Berbasis Simulasi Menggunakan Bahan Bakar B30

Nama Mahasiswa : Viorel Herniza Leksono
NRP : 04211640000118
Jurusan : Teknik Sistem Perkapalan
Dosen Pembimbing I : Beny Cahyono, S.T., M.T., Ph.D.
Dosen Pembimbing II : Adhi Iswantoro, S.T., M.T.
Bidang Studi : MPP (*Marine Power Plant*)

ABSTRAK

Piston merupakan sebuah komponen yang berfungsi untuk menggerakkan seluruh mekanisme yang ada dalam proses pembakaran mesin diesel. Untuk meningkatkan kinerja mesin diesel dapat dilakukan dengan cara memperluas ruang bakar. Salah satu tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mendapatkan desain piston yang optimal dengan melakukan modifikasi terhadap piston crown menjadi cekung dan cembung. Pada penelitian ini, akan menganalisa perbandingan performa mesin diesel menggunakan piston standar mesin Yanmar TF85MH dengan piston TCC modifikasi dengan melakukan beberapa variasi ukuran terhadap diameter kedalaman piston crown dengan penambahan dan pengurangan sebesar +1 dan -1 dari diameter kedalaman normal (dalam mm). Metode yang digunakan adalah simulasi menggunakan software. Dari hasil pengujian performa yang dilakukan, didapatkan hasil bahwa piston modifikasi TCC +1 menggunakan bahan bakar HSD menghasilkan performa yang lebih baik dibandingkan dengan yang lain.

Kata Kunci : Piston TCC, Performa, Mesin Diesel

The Effect of Piston Modification of Performance on Four Stroke One Cylinder Diesel Engine with B30 Fuel Based on Simulation

Name : Viorel Herniza Leksono
NRP : 04211640000118
Department : Marine Engineering
Supervisor I : Beny Cahyono, S.T., M.T., Ph.D.
Supervisor II : Adhi Iswanto, S.T., M.T.
Field of Study : MPP (*Marine Power Plant*)

ABSTRACT

Piston is a component that functions to move all the mechanisms that exist in the combustion process of a diesel engine. To improve the performance of diesel engines can be done by expanding the combustion chamber. One of the objectives of this research is to obtain an optimal piston design by making modifications to the crown piston to be concave and convex. In this study, we will analyze the comparison of diesel engine performance using standard Yanmar TF85MH piston with the modified TCC piston by varying the diameter size of piston crown depth by adding and subtracting +1 and -1 from the normal depth diameter (in mm). The method is using simulation software. From the results of the performance testing, TCC +1 modification piston using diesel fuel resulted better performance than others.

Keyword : *TCC Piston, Performance, Diesel Engine*

Kata Pengantar

Segala puji bagi Allah SWT atas rahmat dan karunia Nya yang telah diberikan kepada penulis sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Analisa Piston Modifikasi Terhadap Performa Mesin Satu Silinder Empat Langkah Berbasis Simulasi Menggunakan Bahan Bakar B30” dengan sebaik-baiknya. Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan studi tingkat sarjana (S1) di Departemen Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Dalam proses penyusunan dan pengerjaan Tugas Akhir ini, penulis banyak mendapatkan bantuan dan dukungan moral yang sangat berarti dari berbagai pihak. Sebagai bentuk rasa syukur, penulis mengucapkan terima kasih khususnya kepada:

1. Bapak Tri Leksono Heryanto, Ibu Nurhayati Zaini, dan Kayla Qisty Leksono, serta semua anggota keluarga yang senantiasa telah mendoakan serta memberikan dukungan moral maupun materil untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Beny Cahyono, S.T., M.T., Ph.D. selaku Ketua Departemen Teknik Sistem Perkapalan dan juga sebagai dosen pembimbing I yang telah membimbing penulis dengan sabar, memberikan banyak saran, dan ilmu bagi penulis.
3. Bapak Adhi Iswanto, S.T., M.T. sebagai dosen pembimbing II yang telah membimbing penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Ardi Pangestu Wuryantoro, selaku teman spesial penulis yang selalu memberikan motivasi dan dukungan untuk penulis.
5. Firman Maulana Erawan Hakam, Ilham Rezandhi Akbar, dan Taruno Ganggas Daruadji Baskoro, selaku teman kelompok penulis yang selalu mendukung, mengingatkan, tempat bertukar pikiran serta memberikan motivasi selama masa pengerjaan.
6. Muhammad Hadrian D.J., Allysha Prista Augustiana, Eka Novianto selaku sahabat penulis yang selalu menghibur, memberikan motivasi dan dukungan.
7. Teman-teman *Marine Power Plant Laboratory* yang selalu senantiasa membantu dan menjadi tempat bertukar pikiran selama pengerjaan tugas akhir dengan baik dan lancar.
8. Teman-teman *Voyage* angkatan 2016 yang selalu mendukung dan mengingatkan sehingga penulis mampu menyelesaikan tugas akhir.
9. Serta semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
ABSTRAK.....	v
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Manfaat.....	3
2 DASAR TEORI	5
2.1 Motor Diesel	5
2.1.1 Motor Diesel Dua Langkah	6
2.1.2 Motor Diesel Empat Langkah	7
2.2 Biodiesel.....	9
2.3 Bentuk Permukaan Piston	11
2.3.1 Hemispherical Combustion Chamber (HCC).....	11
2.3.2 Spherical Combustion Chamber (SCC)	12
2.3.3 Toroidal Combustion Chamber (TCC)	12
2.4 Performa Mesin.....	13
2.4.1 Daya Mesin.....	14
2.4.2 Torsi Mesin.....	15
2.4.3 Konsumsi Bahan Bakar Mesin	15
BAB 3.....	18
METODE PENELITIAN	18
2.5 Identifikasi Masalah.....	19
2.6 Studi Literatur.....	19

2.7	Pengumpulan Data	19
2.8	Pembuatan Model Engine	20
2.9	Validasi Pemodelan.....	21
2.10	Simulasi Model Engine.....	25
2.11	Pengambilan Data.....	27
2.12	Analisa dan Pembahasan	27
2.13	Kesimpulan dan Saran	28
BAB 4.....		30
HASIL DAN PEMBAHASAN		30
4.1	Properties Biosolar B30	30
4.2	Performa Motor Diesel dengan Bahan Bakar Solar dan Biosolar B30	30
4.2.1	Perbandingan Antara Daya dan SFOC pada Piston Case 1 Berbahan Bakar B30.....	31
4.2.2	Perbandingan Antara Daya dan SFOC pada Piston Case 1 Berbahan Bakar Solar.....	32
4.2.3	Perbandingan Antara Daya dan SFOC pada Piston Case 3 Berbahan Bakar B30.....	33
4.2.4	Perbandingan Antara Daya dan SFOC pada Piston Case 3 Berbahan Bakar Solar.....	34
4.2.5	Perbandingan Antara Daya dan SFOC pada Piston Case 4 Berbahan Bakar B30.....	35
4.2.6	Perbandingan Antara Daya dan SFOC pada Piston Case 4 Berbahan Bakar Solar.....	36
4.2.7	Perbandingan Antara Daya dan SFOC pada Jenis Piston Berbahan Bakar B30 dan Solar pada RPM 1600	37
4.2.8	Perbandingan Antara Daya dan SFOC pada Jenis Piston Berbahan Bakar B30 dan Solar pada RPM 1700	39
4.2.9	Perbandingan Antara Daya dan SFOC pada Jenis Piston Berbahan Bakar B30 dan Solar pada RPM 1800	41

4.2.10	Perbandingan Antara Daya dan SFOC pada Jenis Piston Berbahan Bakar B30 dan Solar pada RPM 1900	42
4.2.11	Perbandingan Antara Daya dan SFOC pada Jenis Piston Berbahan Bakar B30 dan Solar pada RPM 2000	43
4.2.12	Perbandingan Antara Daya dan SFOC pada Jenis Piston Berbahan Bakar B30 dan Solar pada RPM 2100	45
4.2.13	Perbandingan Antara Daya dan SFOC pada Jenis Piston Berbahan Bakar B30 dan Solar pada RPM 2200	46
4.2.14	Perbandingan Antara Daya dan RPM pada Jenis Piston Berbahan Bakar B30 dan Solar	47
4.2.15	Perbandingan Antara Torsi dan RPM pada Jenis Piston Berbahan Bakar B30 dan Solar	49
4.2.16	Perbandingan Antara SFOC dan RPM pada Jenis Piston Berbahan Bakar B30 dan Solar	51
BAB 5	52
KESIMPULAN DAN SARAN	52
5.1	Kesimpulan	52
5.2	Saran	53
DAFTAR PUSTAKA	55
LAMPIRAN	57

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2 1 Langkah Kerja Mesin Diesel 2 Langkah.....	6
Gambar 2 2 Langkah Kerja Mesin Diesel 4 Langkah.....	8
Gambar 2 3 Piston HCC (<i>Hemispherical Combustion Chamber</i>).....	11
Gambar 2 4 Piston SCC (<i>Spherical Combustion Chamber</i>)	12
Gambar 2 5 Piston TCC (<i>Toroidal Combustion Chamber</i>).....	12
Gambar 2 6 Keseimbangan Energi Pada Motor Bakar (Basyirun,2008:23)	13
Gambar 3 1 Diagram Alur Pengerjaan.....	18
Gambar 3 2 Spesifikasi Mesin Diesel Yanmar TF85MH	20
Gambar 3 3 Model Simulasi.....	21
Gambar 3 4 Grafik Karakteristik Mesin Diesel Yanmar TF85MH	22
Gambar 3 5 Hasil Kalibrasi Torsi	23
Gambar 3 6 Hasil Kalibrasi BHP.....	23
Gambar 3 7 Hasil Kalibrasi Fuel Flow Rate	24
Gambar 3 8 Hasil Kalibrasi SFOC.....	24
Gambar 3 9 Piston Standard Yanmar TF85MH	25
Gambar 3 10 Piston Modifikasi TCC -1	26
Gambar 3 11 Piston Modifikasi TCC +1	26

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.2 1 Perbandingan Antara Daya dan SFOC pada Piston Case 1 Berbahan Bakar B30	31
Grafik 4.2 2 Perbandingan Antara Daya dan SFOC pada Piston Case 1 Berbahan Bakar Solar.....	32
Grafik 4.2 3 Perbandingan Antara Daya dan SFOC pada Piston Case 3 Berbahan Bakar B30	33
Grafik 4.2 4 Perbandingan Antara Daya dan SFOC pada Piston Case 3 Berbahan Bakar Solar.....	34
Grafik 4.2 5 Perbandingan Antara Daya dan SFOC pada Piston Case 4 Berbahan Bakar B30	35
Grafik 4.2 6 Perbandingan Antara Daya dan SFOC pada Piston Case 4 Berbahan Bakar Solar.....	36
Grafik 4.2 7 Perbandingan Antara Daya dan SFOC pada Jenis Piston Berbahan Bakar B30 dan Solar pada RPM 1600.....	37
Grafik 4.2 8 Perbandingan Antara Daya dan SFOC pada Jenis Piston Berbahan Bakar B30 dan Solar pada RPM 1700.....	39
Grafik 4.2 9 Perbandingan Antara Daya dan SFOC pada Jenis Piston Berbahan Bakar B30 dan Solar pada RPM 1800.....	41
Grafik 4.2 10 Perbandingan Antara Daya dan SFOC pada Jenis Piston Berbahan Bakar B30 dan Solar pada RPM 1900.....	42
Grafik 4.2 11 Perbandingan Antara Daya dan SFOC pada Jenis Piston Berbahan Bakar B30 dan Solar pada RPM 2000.....	43
Grafik 4.2 12 Perbandingan Antara Daya dan SFOC pada Jenis Piston Berbahan Bakar B30 dan Solar pada RPM 2100.....	45
Grafik 4.2 13 Perbandingan Antara Daya dan SFOC pada Jenis Piston Berbahan Bakar B30 dan Solar pada RPM 2200.....	46
Grafik 4.2 14 Perbandingan Antara Daya dan RPM pada Jenis Piston Berbahan Bakar B30 dan Solar.....	47
Grafik 4.2 15 Perbandingan Antara Torsi dan RPM pada Jenis Piston Berbahan Bakar B30 dan Solar.....	49
Grafik 4.2 16 Perbandingan Antara SFOC dan RPM pada Jenis Piston Berbahan Bakar B30 dan Solar.....	51

DAFTAR TABEL

Tabel 2 1 Standar Nasional Indonesia (SNI) Biodiesel 7182:2012	10
Tabel 3 1 Ukuran Piston.....	26
Tabel 3 2 Ukuran Piston Modifikasi	27
Tabel 4 1 Properties Biosolar B30	30

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi motor diesel, dalam memaksimalkan kinerja mesin motor bakar harus menggunakan bahan bakar yang berkualitas baik untuk memaksimalkan kinerja motor. Besarnya daya yang dapat dikeluarkan dari energi panas ini tergantung dari besarnya silinder dan ruang bakar. Daya yang ditimbulkan oleh bahan bakar nantinya akan menggerakkan piston dan piston akan menggerakkan semua mekanisme yang ada (Soenarta, N. dan Furuham; S, 2002).

Piston terdiri dari dua bagian, yaitu piston head dan connecting rod. Untuk piston head terdiri dari piston crown, piston ring, dan piston pin. Salah satu cara untuk memperbesar volume ruang bakar (*combustion chamber*) yaitu dengan mengurangi ketebalan piston head dan piston crown.

Piston crown memiliki tiga bentuk yaitu, bentuk datar (*flat shape*), bentuk cekung (*concave shape*), dan bentuk cembung (*convex shape*), yang mana perbedaan bentuk kepala piston bertujuan untuk mendapatkan performa yang maksimal, efisiensi bahan bakar, dan juga ketahanan mesin.

Dipelajari dari penelitian sebelumnya yang berjudul Analisa Pengaruh Bentuk Permukaan Piston Terhadap Kinerja Motor Bensin (Fitri, Irwan : 2014) menunjukkan bahwa pada permukaan datar dianggap sebagai nilai hasil pembandingan standar terhadap pengembangan permukaan piston cekung dan cembung. Sebaliknya pada permukaan piston cembung akan menghasilkan tingkatan kompresi yang lebih besar dari permukaan piston datar. Karena pada langkah kompresi yang cukup besar sehingga akan menghasilkan daya motor yang besar juga. Dari penelitian tersebut untuk kerja pengaruh permukaan piston cekung belum diketahui.

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Billy Juanda (2017) membahas mengenai performa dari biodiesel B20 dan B30 dibandingkan biosolar milik PT Pertamina menghasilkan bahwa biodiesel mempengaruhi hasil performa motor diesel dan daya yang dihasilkan bahan bakar biodiesel B20 lebih tinggi dibandingkan dengan bahan bakar biodiesel B30.

Oleh karena itu penulis akan melakukan eksperimen pengaruh modifikasi permukaan piston terhadap performa motor diesel meliputi,

torsi, daya, dan konsumsi bahan bakar spesifik pada mesin diesel satu silinder empat langkah.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang ada, perlu dilakukan pengujian untuk mengetahui :

1. Bagaimana perbandingan daya motor diesel menggunakan piston datar dengan piston modifikasi?
2. Bagaimana perbandingan torsi motor diesel menggunakan piston datar dengan piston modifikasi?
3. Bagaimana perbandingan konsumsi bahan bakar motor diesel menggunakan piston datar dengan piston modifikasi?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengidentifikasi perbandingan daya motor diesel menggunakan piston datar dengan piston modifikasi
2. Untuk mengidentifikasi perbandingan torsi motor diesel menggunakan piston datar dengan piston modifikasi
3. Untuk mengidentifikasi perbandingan konsumsi bahan bakar motor diesel menggunakan piston datar dengan piston modifikasi

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dibuat agar lingkup penelitian ini lebih fokus, yaitu:

1. Menggunakan bahan bakar biosolar B30 pada saat simulasi
2. Penelitian terhadap performa mesin meliputi, torsi, daya, dan konsumsi bahan bakar spesifik
3. Modifikasi bentuk piston crown yang dibuat yaitu modifikasi bentuk piston TCC
4. Menggunakan karakteristik mesin diesel Yanmar TF 85 MH pada saat simulasi
5. Menggunakan variasi beban 50%, 60%, 70%, 75%, 80%, 90%, 100%

1.5 Manfaat

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menambah pengetahuan bagi peneliti mesin diesel beserta komponennya
2. Memberikan berbagai opsi kepada para pengguna dalam pemilihan penggunaan bentuk piston

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB 2

DASAR TEORI

2.1 Motor Diesel

Motor diesel merupakan motor bakar dalam yang mana cara kerjanya berbeda dengan motor bensin. Perbedaan tersebut terletak pada proses siklusnya, yang mana bahan bakar dari motor bensin dinyalakan oleh busi sedangkan motor diesel bahan bakarnya dinyalakan oleh kompresi.

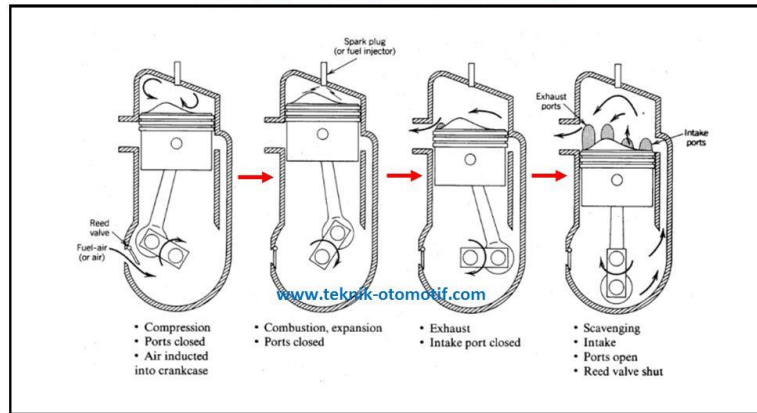
Prinsip kerja dari motor diesel tersebut, mula-mula udara yang masuk ke ruang bakar akibat langkah hisap dan kemudian dikompresi pada saat langkah kompresi hingga mencapai suhu dan tekanan yang tinggi. Saat piston berada beberapa derajat sebelum Titik Mati Atas (TMA) bahan bakar diinjeksikan ke dalam ruang bakar, dikarenakan udara yang dikompresi sudah memiliki suhu dan tekanan yang tinggi maka bahan bakar akan terbakar dengan sendirinya. Maka dari itu motor diesel memiliki rasio kompresi yang lebih tinggi dibanding dengan motor bensin. Sama halnya dengan motor bensin, motor diesel ada dua jenis yaitu motor diesel dua langkah dan motor diesel empat langkah.

Motor diesel disebut juga *compression ignition engine*, karena proses penyalanya terjadi karena proses penyalan sendiri. Motor diesel berbeda dengan motor bakar piston lainnya, misalnya: motor bensin dimana dalam proses penyalannya terjadi karena loncatan bunga api listrik dari busi. Pada motor diesel saat langkah isap yang dihisap ke dalam silinder hanya udara segar saja, kemudian pada akhir langkah kompresi bahan bakar disemprotkan ke dalam ruang bakar. Karena suhu di dalam ruang bakar telah mencapai sekitar 450-600° C dimana suhu tersebut telah melebihi titik nyala bahan bakar, maka bahan bakar yang disemprotkan tersebut akan langsung terbakar dengan sendirinya (proses pembakaran), sehingga terjadilah proses usaha atau kerja. Hal ini akan terjadi apabila dipergunakan perbandingan kompresi yang tinggi berkisar 14- 25. Perbandingan kompresi yang rendah

biasanya dipergunakan pada motor diesel yang berukuran besar dengan putaran yang rendah. Sedangkan perbandingan kompresi yang tinggi banyak digunakan pada motor diesel berukuran kecil dengan putaran yang tinggi ± 4000 Rpm (Daryanto, 1984).

2.1.1 Motor Diesel Dua Langkah

Langkah Kerja Motor 2 Tak



Gambar 2 1 Langkah Kerja Mesin Diesel 2 Langkah

Sumber : www.teknik-otomotif.com

Pada langkah hisap (*intake*) udara masuk ke ruang bakar dengan bantuan blower dan saat ini piston berada di Titik Mati Bawah (TMB) dan katup buang dalam keadaan tertutup. Akibat piston berada di TMB maka lubang bilas terbuka, dikarenakan ada blower memiliki tekanan maka udara akan masuk dengan sendirinya. Langkah kompresi (*compression*), pada langkah ini piston sedang bergerak dari TMB menuju Titik Mati Atas (TMA). Saat posisi piston berada beberapa derajat setelah TMB maka katup buang menutup dan saat piston sudah melewati lubang bilas maka otomatis lubang bilas tertutup pula sehingga udara murni yang berada didalam ruang bakar akan dikompresikan.

Pada langkah usaha (*power*), saat ini piston berada pada beberapa derajat sebelum TMA dan injector mulai menyemprotkan bahan bakar, karena akibat langkah kompresi

sebelumnya maka saat bahan bakar disemprotkan akan terbakar dengan sendirinya. Hal ini sebabkan karena terjadi tekanan dan temperatur yang tinggi pada ruang bakar pada saat langkah kompresi. Akibat terbakarnya bahan bakar maka piston akan terdorong kuat dan bergerak dari TMA menuju TMB dengan cepat langkah buang (*exhaust*), saat ini piston sedang bergerak dari TMA menuju TMB yang disebabkan oleh langkah usaha, saat piston berada beberapa derajat sebelum TMB katup buang terbuka dan otomatis lubang bilas pun terbuka. Karena adanya blower maka udara yang akan masuk menuju ruang bakar memiliki tekanan dan secara langsung mendorong sisa-sisa pembakaran dari langkah usaha menuju katup buang dan sekaligus terjadi langkah hisap. Pada motor diesel 2 langkah piston berperan juga sebagai katup lubang bilas sehingga pada umumnya bentuk piston pada motor diesel 2 langkah cenderung lebih panjang dari pada motor diesel 4 langkah. Motor diesel 2 langkah memerlukan 1 kali putaran penuh poros engkol atau naik dan turun untuk menghasilkan 1 usaha.

2.1.2 Motor Diesel Empat Langkah

Langkah kerja motor empat langkah adalah langkah hisap, langkah kompresi, langkah kerja, dan langkah buang, lebih jelasnya dapat diuraikan sebagai berikut :



Gambar 2 2 Langkah Kerja Mesin Diesel 4 Langkah

1. Langkah hisap

Piston bergerak dari titik mati atas (TMA) menuju titik mati bawah (TMB). Katup hisap dibuka dan katup buang ditutup, sehingga tekanan di dalam silinder menjadi tekanan rendah atau vacuum selanjutnya campuran udara dan bahan bakar terisap masuk melalui katup hisap untuk mengisi ruang silinder

2. Langkah Kompresi

Piston bergerak dari titik mati bawah (TMB) menuju titik mati atas (TMA). Katup hisap dan katup buang ditutup. Pada proses ini campuran bahan bakar dan udara ditekan atau kompresi, akibatnya tekanan dan temperature nya naik sehingga akan memudahkan proses pembakaran.

3. Langkah Kerja

Piston bergerak dari titik mati atas (TMA) menuju titik mati bawah (TMB). Katup hisap dan katup buang masih ditutup. Sesaat piston menjelang titik mati atas busi pijar menyalakan percikan api seketika campuran bahan bakar dan udara terbakar secara cepat berupa ledakan. Dengan terjadinya ledakan

menghasilkan tekanan sangat tinggi untuk mendorong piston ke bawah, sebagai tenaga atau usaha yang dihasilkan mesin.

4. Langkah Buang

Piston bergerak dari titik mati bawah (TMB) menuju titik mati atas (TMA). Katup hisap ditutup dan katup buang dibuka. Pada langkah atau proses ini gas-gas bekas pembakaran didorong piston ke atas sampai TMA selanjutnya dibuang melewati katup buang. Dalam satu siklus kerja motor, poros engkol berputar dua kali putaran atau empat kali gerak bolak-balik torak.

2.2 Biodiesel

Biodiesel adalah bahan bakar mesin diesel yang terbuat dari bahan terbarukan atau secara khusus merupakan bahan bakar mesin diesel yang terdiri atas ester alkil dari asam-asam lemak. Biodiesel dapat dibuat dari minyak nabati, minyak hewani atau dari minyak goreng bekas/daur ulang. Biodiesel merupakan salah satu bahan bakar mesin diesel yang ramah lingkungan dan dapat diperbarui (renewable). Biodiesel tersusun dari berbagai macam ester asam lemak yang dapat diproduksi dari minyak tumbuhan maupun lemak hewan. Minyak tumbuhan yang sering digunakan antara lain minyak sawit (palm oil), minyak kelapa, minyak jarak pagar dan minyak biji kapok randu, sedangkan lemak hewani seperti lemak babi, lemak ayam, lemak sapi, dan juga lemak yang berasal dari ikan (Wibisono, 2007; Sathivel, 2005).

Biodiesel merupakan monoalkil ester dari asam-asam lemak rantai panjang yang terkandung dalam minyak nabati atau lemak hewani untuk digunakan sebagai alternatif yang paling tepat untuk menggantikan bahan bakar mesin diesel. Biodiesel bersifat biodegradable, dan hampir tidak mengandung sulfur. Alternatif bahan bakar terdiri dari metil atau etil ester, hasil transesterifikasi baik dari triakilgliserida (TG) atau esterifikasi dari asam lemak bebas (FFA) (Ma and Hanna, 1999).

Biodiesel merupakan salah satu bahan bakar alternatif pengganti bahan bakar disel yang dibuat dari sumber yang dapat diperbaharui seperti minyak nabati dan lemak hewan.

Dibandingkan dengan bahan bakar fosil, bahan bakar biodiesel mempunyai kelebihan diantaranya bersifat biodegradable, non-toxic, mempunyai angka emisi CO₂ dan gas sulfur yang rendah dan sangat ramah terhadap lingkungan (Marchetti dan Errazu, 2008).

Dalam pengaplikasian biodiesel terhadap mesin terdapat ketentuan sifat biodiesel yang diatur dalam Standar Nasional Indonesia (SNI) 7182:2012

No	Parameter Uji	Satuan, min/maks	Persyaratan	Metode Uji Alternatif
1	Massa jenis pada 40°C	kg/m ³	850 -890	ASTM D 1298 atau ASTM D 4052
2	Viskositas Kinematik pada 40°C	mm ² /s (cSt)	2,3 - 6,0	ASTM D 445
3	Angka setana	min	51	ASTM D 613 atau ASTM D 6890
4	Titik nyala (mangkok tertutup)	°C, min	100	ASTM D 93
5	Titik kabut	°C, maks	18	ASTM D 2500
6	Korosi lempeng tembaga (3 jam pada 50°C)		nomor 1	ASTM D 130
	Residu karbon			
7	- dalam per contoh asli, atau - dalam 10% ampas distilasi	%-massa, maks	0,05 0,3	ASTM D 4530 atau ASTM D 189
8	Air dan sedimen	%-vol, maks	0,05	ASTM D 2709
9	Temperatur distilasi 90%	°C, maks	360	ASTM D 1160
10	Abu tersulfatkan	%-massa, maks	0,02	ASTM D 874
11	Belerang	mg/kg, maks	100	ASTM D 5453 atau ASTM D 1266 atau ASTM D 4294 atau ASTM D 2622
12	Fosfor	mg/kg, maks	10	AOCS Ca 12-55
13	Angka asam	mg-KOH/g, maks	0,5	AOCS Cd 3d-63 atau ASTM D 664
14	Gliserol bebas	%-massa, maks	0,02	AOCS Ca 14-56 atau ASTM D 6584
15	Gliserol total	%-massa, maks	0,24	AOCS Ca 14-56 atau ASTM D 6584
16	Kadar ester metil	%-massa, min	96,5	
17	Angka iodium	%-massa(g-I ₂ /100g), maks	115	AOCS Cd 1-25
18	Kadar monogliserida	%-massa, maks	0,8	ASTM D 6584
	Kestabilan oksidasi			
19	- Periode induksi metode rancimat, atau - Periode induksi metode petro oks	menit	360 27	EN 15751 ASTM D 7545

Tabel 2 1 Standar Nasional Indonesia (SNI) Biodiesel 7182:2012

2.3 Bentuk Permukaan Piston

Permukaan piston memiliki banyak bentuk untuk beberapa fungsi yang berbeda, berikut adalah macam bentuk piston :

2.3.1 Hemispherical Combustion Chamber (HCC)



Gambar 2 3 Piston HCC (*Hemispherical Combustion Chamber*)

Piston ini memiliki permukaan yang memberikan *squish* (*squish* adalah sudut yang terbentuk antara kepala piston dengan bakar yang bertujuan mengarahkan gas pembakaran oleh penekanan bagian sejajar saling berhadapan ketika piston mencapai TMA) kecil yang memberikan beberapa variasi rasio kedalaman terhadap diameter permukaan

2.3.2 Spherical Combustion Chamber (SCC)



Gambar 2 4 Piston SCC (*Spherical Combustion Chamber*)

Piston ini memiliki kedalaman permukaan yang dangkal sehingga umumnya digunakan pada mesin besar.

2.3.3 Toroidal Combustion Chamber (TCC)

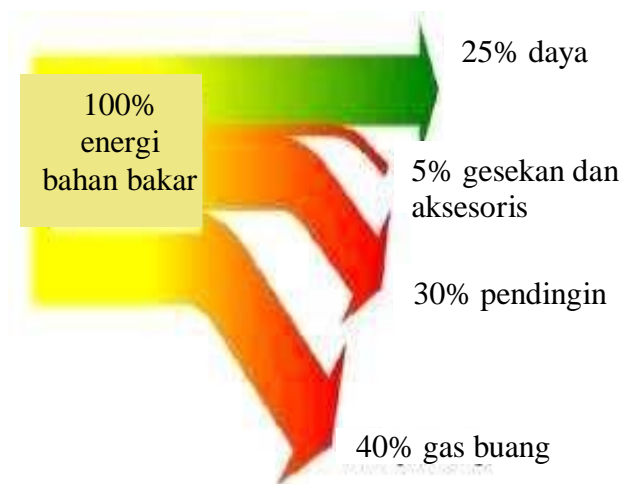


Gambar 2 5 Piston TCC (*Toroidal Combustion Chamber*)

Piston ini memiliki kedalaman yang dapat menghasilkan efisiensi bahan bakar hingga mencapai 35% dan mampu menetralkan gas polutan yang dihasilkan seperti NO_x, HC, dan CO disebabkan oleh memaksimalkan injeksi bahan bakar menjadi terbakar sempurna

2.4 Performa Mesin

Performa mesin adalah kemampuan mesin motor bakar untuk merubah energi yang masuk yaitu bahan bakar sehingga menghasilkan daya yang berguna. Pada motor bakar tidak mungkin mengubah semua energi bahan bakar menjadi daya berguna. Dari gambar terlihat daya berguna bagiannya hanya 25% yang artinya mesin hanya mampu menghasilkan 25% daya berguna yang bisa dipakai sebagai penggerak dari 100% bahan bakar. Energi yang lainnya dipakai untuk menggerakkan aksesoris atau peralatan bantu, kerugian gesekan dan sebagian terbuang ke lingkungan sebagai panas gas buang dan melalui air pendingin. Kalau digambar dengan hukum termodinamika kedua yaitu “tidak mungkin membuat sebuah mesin yang mengubah semua panas atau energi yang masuk menjadi kerja” (Basyirun, 2008 : 23).



Gambar 2 6 Keseimbangan Energi Pada Motor Bakar
(Basyirun,2008:23)

Ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi daya dan torsi motor atau kemampuan motor. Beberapa faktor yang mempengaruhi antara lain volume silinder, perbandingan kompresi, efisiensi volumetrik, dan kualitas bahan bakar (Sudibyo, 2011 : 23).

2.4.1 Daya Mesin

Daya menjelaskan besarnya output kerja mesin yang berhubungan dengan waktu, atau rata-rata kerja yang dihasilkan (Putra Nurliansyah, 2014 : 4). Penjelasan tersebut diperjelas oleh Wiratmaja (2010 : 20) yang mendefinisikan daya sebagai hasil dari kerja, atau dengan kata lain daya merupakan kerja atau energi yang dihasilkan mesin per satuan waktu mesin itu beroperasi.

Daya yang dihasilkan dari proses pembakaran di dalam silinder dan biasanya disebut dengan daya indikator. Daya tersebut diteruskan pada torak yang bekerja bolak-balik di dalam silinder mesin. Jadi di dalam silinder mesin, terjadi perubahan energi dari energi kimia bahan bakar dengan proses pembakaran menjadi energi mekanik pada torak (Basyirun, 2008 : 25). Untuk menghitung besarnya daya motor 4 langkah digunakan rumus (Sudibyo, 2011 : 27) :

$$P = \frac{V \times I \times \cos \theta}{\mu_{Generator} \times \mu_{Belt}}$$

Dimana :

P = Daya (Watt)

V = Tegangan (volt)

I = Ampere (A)

$\cos \theta$ = 0.9

$\mu_{Generator}$ = 0.85

$$\mu_{Belt} = \frac{\text{Putaran nyata generator}}{\text{Putaran teori generator}}$$

1HP = 0,746 kW

1 kW = 1,36 HP

2.4.2 Torsi Mesin

Torsi adalah ukuran kemampuan mesin untuk melakukan kerja yakni menggerakkan atau memindahkan mobil atau motor dari kondisi diam hingga berjalan. Untuk itu torsi berkaitan dengan akselerasi dan putaran bawah mesin. (Putra Nurliansyah, 2014 : 4)

Untuk menghitung torsi dapat digunakan rumus sebagai berikut

$$T = \frac{P}{2\pi \times Rps}$$

Dimana :

T = Torsi benda berputar (N.m)

P = Daya (watt)

Rps = Rotation per Second

Alat yang digunakan untuk mengukur putaran mesin yaitu tachometer.

2.4.3 Konsumsi Bahan Bakar Mesin

Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (SFOC) adalah jumlah pemakaian bahan bakar yang di konsumsi oleh motor yang menghasilkan daya satu daya kuda selama satu jam. Semakin besar nilai SFC, berarti semakin boros pemakaian bahan bakarnya dengan perolehan daya yang sama. Sebaliknya, semakin kecil nilai SFC menunjukkan semakin hemat pemakaian bahan bakar nya. *Specific Fuel Oil Consumption* (SFOC) dapat dihitung dengan rumus berikut

Konsumsi Bahan Bakar (SFOC)

$$SFOC = \frac{3600 \times Mb}{BHP \times t} = \frac{\text{bahan bakar (kg)}}{HP \times \text{jam}}$$

Keterangan

SFOC = Konsumsi Bahan Bakar (kg/jam)

Mb = bahan bakar yang dikonsumsi (kg)

BHP = daya mesin motor (HP)

t = waktu konsumsi bahan bakar (detik)

Proses untuk mendapatkan nilai dari parameter - parameter performa motor bakar perlu dilakukannya pengukuran pada penelitian ini pengukuran performa motor bakar dilakukan dengan menggunakan alat dinamometer adalah suatu alat yang di pergunakan untuk mengukur daya dan torsi yang di perlukan untuk mengoperasikan mesin.

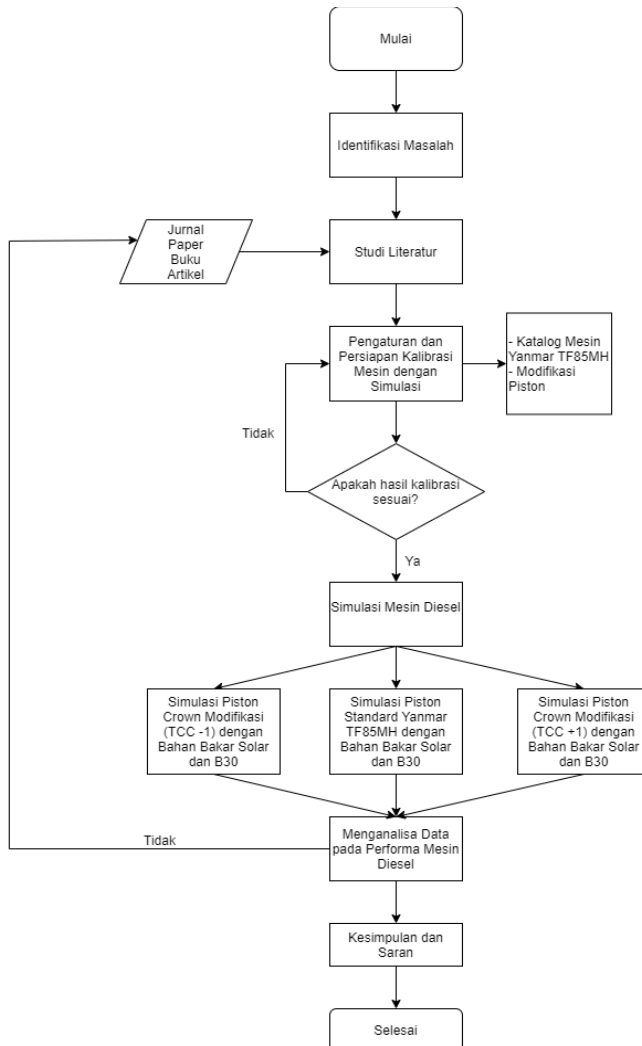
Hipotesis penelitian ini adalah motor dengan menggunakan kompresi tinggi lebih optimal dibandingkan dengan kompresi yang kurang tinggi untuk memaksimalkan bahan bakar yang bernilai oktan tinggi.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB 3

METODE PENELITIAN

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian berbasis simulasi. Pengambilan dan pengumpulan data dilakukan dengan penelitian langsung terhadap objek penelitian, kemudian data yang didapat dilakukan analisis untuk kemudian dilakukan penarikan kesimpulan.



Gambar 3 1 Diagram Alur Pengerjaan

3.1 Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah dari penelitian ini adalah analisa performa piston modifikasi terhadap mesin diesel satu silinder empat langkah menggunakan bahan bakar biosolar B30 menggunakan metode simulasi pada software.

3.2 Studi Literatur

Studi Literatur yang digunakan merupakan beberapa referensi penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Referensi-referensi tersebut berhubungan dengan piston modifikasi dan performa mesin diesel. Referensi yang digunakan yaitu :

- a. Buku
- b. Jurnal
- c. Artikel
- d. Tugas Akhir
- e. Software Analisa

3.3 Pengumpulan Data

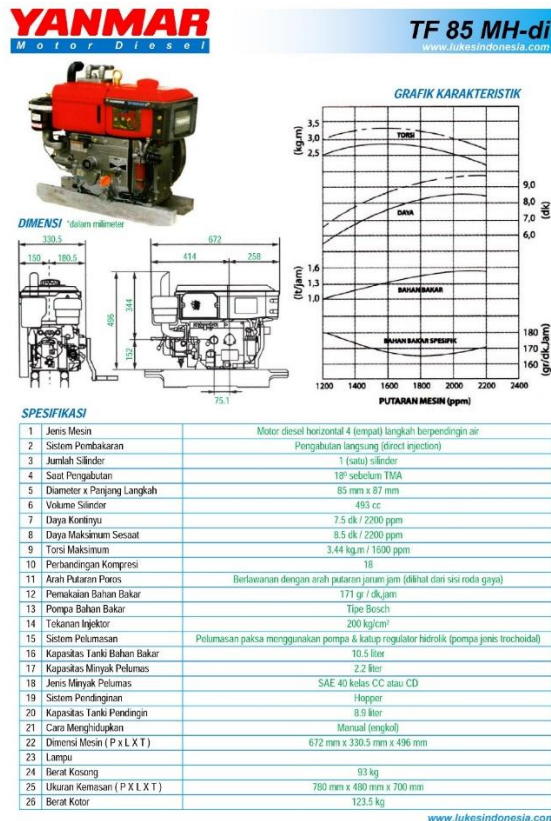
Untuk melakukan analisa kerja dari mesin maka dilakukan pengumpulan data dengan pembukaan mesin dan melakukan pengukuran komponen-komponen mesin serta parameter-parameter yang dibutuhkan oleh software. Sebagai bahan perbandingan dan analisa suatu permasalahan, adapun data yang diperlukan :

- a. Spesifikasi motor diesel
- b. Hasil penelitian yang sudah diteliti sebelumnya
- c. Model variasi piston yang akan dibuat
- d. Penentuan variabel yang akan digunakan adalah sebagai berikut
 - 1600 RPM (dengan beban 50%, 60%, 70%, 75%, 80%, 90%, 100%)
 - 1700 RPM (dengan beban 50%, 60%, 70%, 75%, 80%, 90%, 100%)
 - 1800 RPM (dengan beban 50%, 60%, 70%, 75%, 80%, 90%, 100%)
 - 1900 RPM (dengan beban 50%, 60%, 70%, 75%, 80%, 90%, 100%)

- 2000 RPM (dengan beban 50%, 60%, 70%, 75%, 80%, 90%, 100%)
- 2100 RPM (dengan beban 50%, 60%, 70%, 75%, 80%, 90%, 100%)
- 2200 RPM (dengan beban 50%, 60%, 70%, 75%, 80%, 90%, 100%)

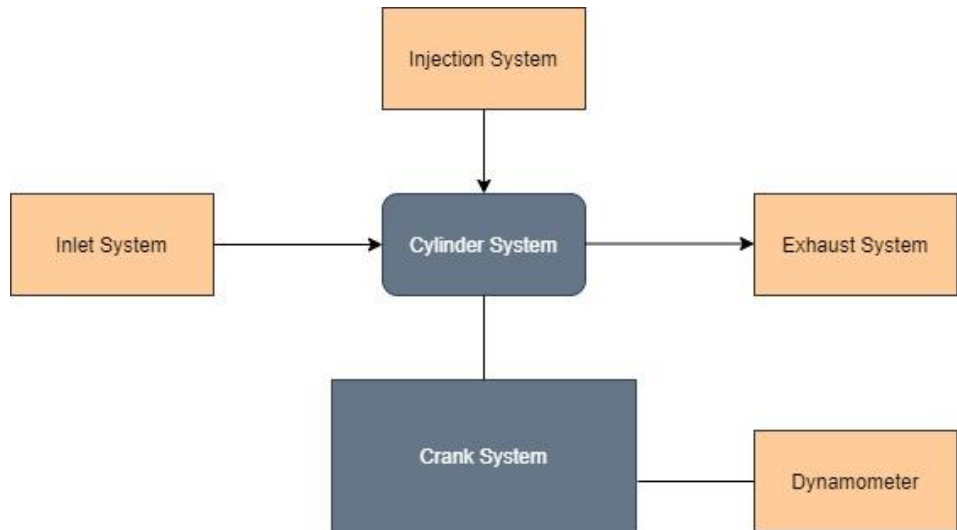
3.4 Pembuatan Model Engine

Pada pembuatan model simulasi mesin pada software yang dilakukan adalah memasukkan parameter-parameter yang dibutuhkan untuk memproses software sehingga menghasilkan data output dari software yang dapat dianalisa. Berikut merupakan gambar dan spesifikasi mesin diesel yang akan disimulasikan :



Gambar 3 2 Spesifikasi Mesin Diesel Yanmar TF85MH

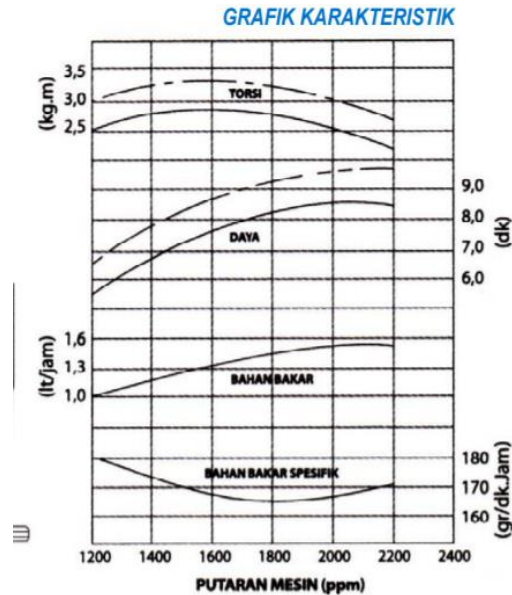
Berikut merupakan model simulasi yang digunakan



Gambar 3 3 Model Simulasi

3.5 Validasi Pemodelan

Pada tahapan validasi ini dilakukan proses kalibrasi yang bertujuan untuk mendapatkan hasil proses kerja yang sama atau mendekati antara hasil proses kerja eksperimen dengan simulasi menggunakan mesin Yanmar TF85MH agar pemodelan simulasi yang dilakukan mendapatkan perbandingan yang sesuai. Berikut merupakan grafik karakteristik mesin Yanmar TF85MH sebagai acuan untuk proses kalibrasi

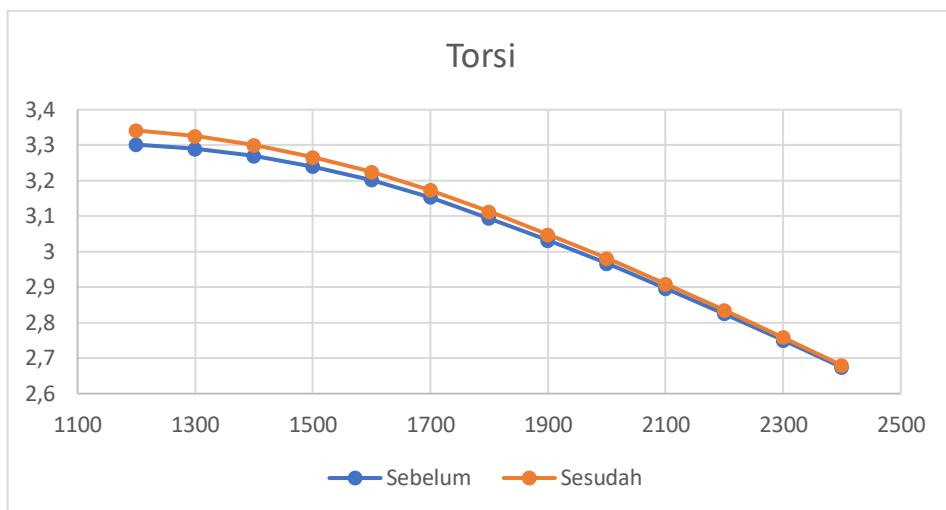


Gambar 3 4 Grafik Karakteristik Mesin Diesel Yanmar TF85MH

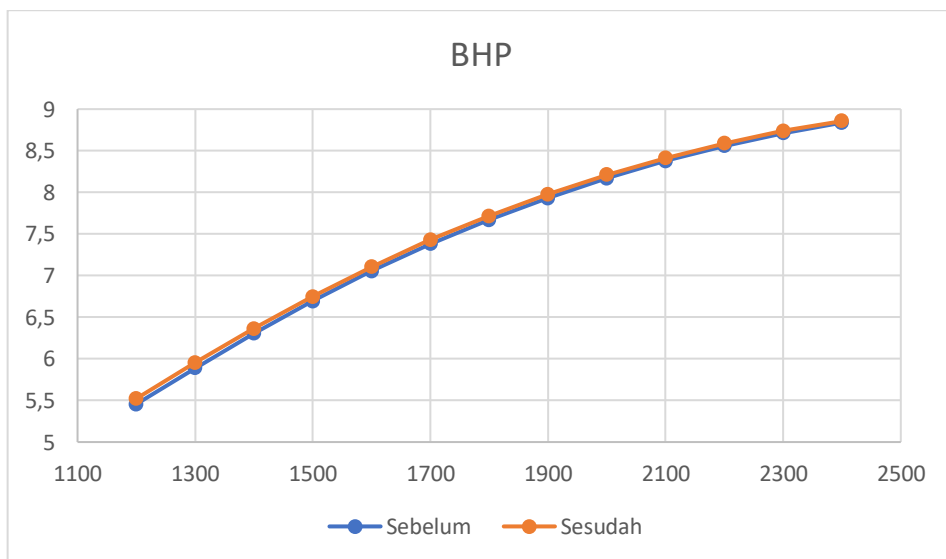
a. Proses Kalibrasi

1. Membuat rangkaian komponen untuk pemodelan simulasi yang dapat dilihat pada katalog. Rangkaian tersebut akan menjadi acuan dalam penyesuaian seluruh rangkaian komponen yang ada pada software yang digunakan. Pada proses ini dilakukan perubahan pada injeksi, TDC Clearance, Wrist Pin to Crank Offset, Engine Effective Rotating Inertia, dan Cam Timing Angle.
2. Setelah dilakukan perbaikan pada bagian Profile Injector, konsumsi bahan bakar mengalami penghematan sebesar 0,4 gram/jam, sementara untuk Torque, BHP, Fuel Flow Rate mengalami peningkatan sedikit yang dapat diartikan mesin menjadi lebih efisien dari sebelumnya.
3. Setelah rangkaian sudah terpasang dapat dilakukan running simulasi untuk mendapatkan hasil data dan dapat melakukan penyelarasan grafik performa seperti SFOC, BHP, Fuel Flow Rate, dan Torque.

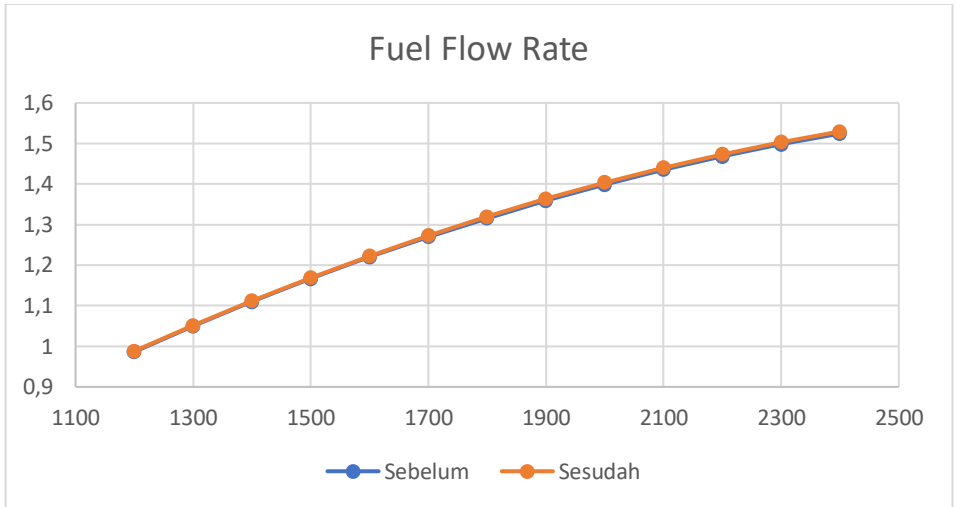
Berikut merupakan hasil kalibrasi sebelum dan sesudah melakukan perubahan pada komponen-komponen tersebut



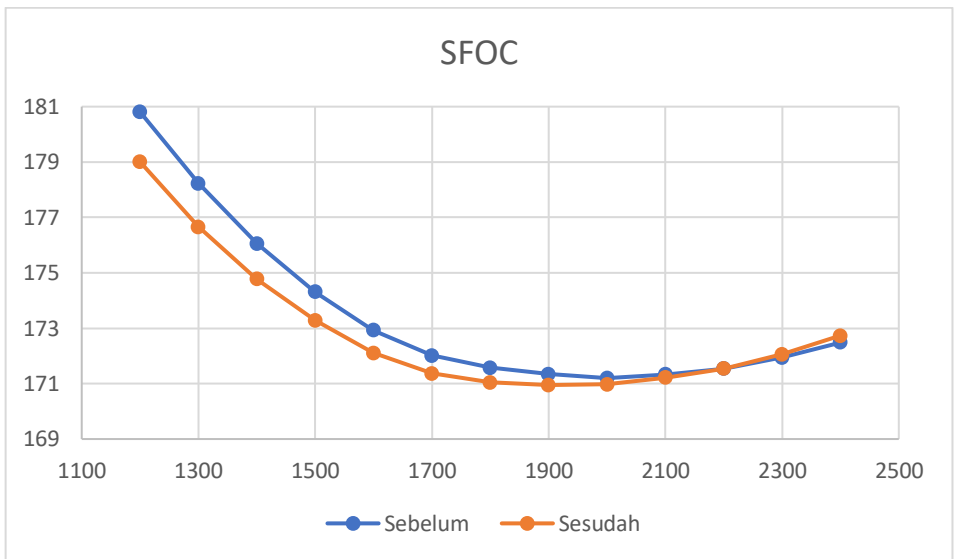
Gambar 3 5 Hasil Kalibrasi Torsi



Gambar 3 6 Hasil Kalibrasi BHP



Gambar 3 7 Hasil Kalibrasi Fuel Flow Rate



Gambar 3 8 Hasil Kalibrasi SFOC

Apabila didapatkan hasil yang belum sesuai maka dapat dilakukan pemodelan ulang dengan melakukan analisa terhadap data-data input nya

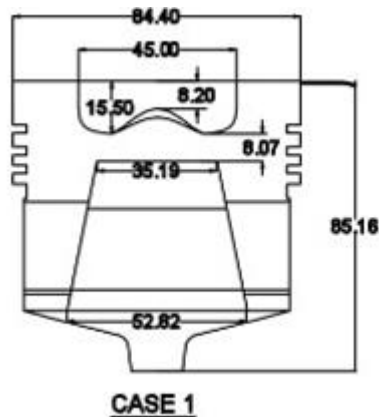
3.6 Simulasi Model Engine

Apabila sudah didapatkan hasil kalibrasi yang sesuai dengan karakteristik mesin yang sesungguhnya maka dapat dilakukan simulasi terhadap pemodelan yang sudah dibuat dengan melakukan variasi terhadap ukuran piston crown. Simulasi tersebut dilakukan terhadap tiga jenis piston yang berbeda, yaitu piston standard mesin Yanmar TF85MH dan dua piston modifikasi.

a. Piston Modifikasi

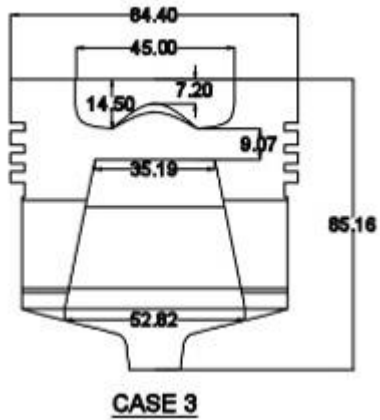
Pemodifikasian piston dilakukan dengan membuat desain terlebih dahulu menggunakan aplikasi AutoCAD yang nantinya akan disimulasikan pada software. Berikut merupakan desain dari piston modifikasi tersebut :

1. Piston Standard Mesin Yanmar TF85MH



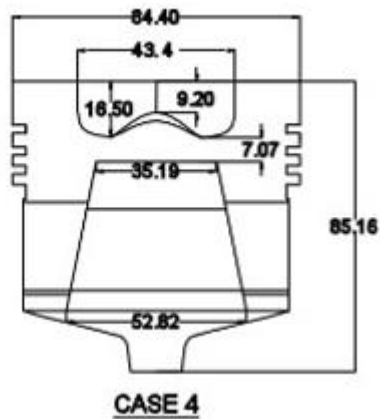
Gambar 3 9 Piston Standard Yanmar TF85MH

2. Piston Modifikasi Case 3 (TCC -1)



Gambar 3 10 Piston Modifikasi TCC -1

3. Piston Modifikasi Case 4 (TCC +1)



Gambar 3 11 Piston Modifikasi TCC +1

Berikut merupakan ukuran piston yang sudah dimodifikasi

Jenis Piston	Bowl Depth (mm)	Bowl Diameter (mm)	TDC Clearance (mm)	CR	Connecting Rod
Case 1	15,5	45	0,8	18	118.1
Case 3	14,5	45	1,08	18,01	117.82
Case 4	16,5	43,4	0,7	17,97	118.2

Tabel 3 1 Ukuran Piston

b. Rumus Rasio Kompresi :

$$\frac{\text{Total Volume BDC}}{\text{Total Volume TDC}} = \frac{\text{vol. bowl} + \text{vol. silinder} + \text{vol. TDC}}{\text{vol. bowl} + \text{vol. TDC}}$$

c. Rumus Connecting Rod untuk piston modifikasi :

$$\text{TDC Clearance (modifikasi)} - \text{TDC Clearance (standard)} = \text{Jarak}$$

$$\text{Connecting Rod (modifikasi)} = \text{Connecting Rod (standard)} - \text{Jarak}$$

Jenis Piston	TDC Clearance (modifikasi)	TDC Clearance (Std)	Connecting Rod (Std)	Jarak	Connecting Rod (Modifikasi)
Case 1	0.8	0.8	118.1	0	118.1
Case 3	1.08	0.8	118.1	0.28	117.82
Case 4	0.7	0.8	118.1	-0.1	118.2

Tabel 3 2 Ukuran Piston Modifikasi

3.7 Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan secara berulang dengan beberapa variasi RPM, variasi piston, variasi beban, dan dua jenis bahan bakar sebagai penunjang untuk menganalisa hasil performa piston standard dan piston modifikasi pada motor diesel yaitu daya, torsi, dan SFOC. Pengumpulan data didapatkan dari hasil running simulasi yang dapat dilihat pada software tersebut. Berikut merupakan pengaturan yang dilakukan untuk proses pengambilan data

3.8 Analisa dan Pembahasan

Analisa yang dilakukan adalah mengamati hasil performa yang diperoleh dari hasil simulasi pengujian dengan beberapa variasi RPM, variasi piston, variasi beban, dan dua jenis bahan bakar yang berbeda sebagai penunjang. Hasil data performa tersebut meliputi daya, torsi, dan SFOC. Analisa tersebut akan digunakan sebagai grafik perbandingan yang akan dibahas dalam penelitian ini.

3.9 Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan dibuat berdasarkan hasil seluruh rangkaian kegiatan eksperimen. Diharapkan kesimpulan akan menjawab seluruh rumusan dan tujuan pada penelitian ini.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Properties Biosolar B30

No	Parameter	Satuan	Hasil Analisa	Metode Analisa
1	Densitas 15°C	kg/L	848	Piknometri
2	Viskositas 40°C	mm ² /s	2.2	Viskometri
3	LHV	kal/g	10340	Bomb Calorimetri
4	Flash Point	°C	91	ASTM D-93
5	Cetane Number	-	73.2	Octane-cetane Analyzer

Tabel 4 1 Properties Biosolar B30

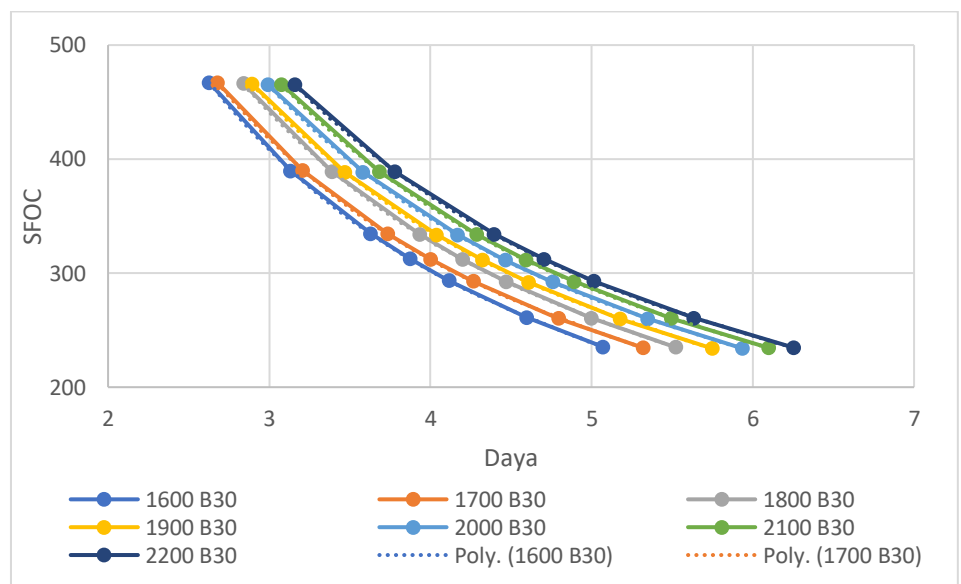
4.2 Performa Motor Diesel dengan Bahan Bakar Solar dan Biosolar B30

Pada penelitian kali ini akan dilakukan uji performansi untuk mengetahui pengaruh solar dan biosolar B30 pada mesin diesel. Penelitian ini menggunakan parameter-parameter mesin diesel Yanmar TF85MH yang disimulasikan menggunakan software. Hasil dari percobaan ini nantinya akan menentukan performa motor diesel menggunakan bahan bakar biosolar B30 dan akan dibandingkan dengan bahan bakar yang sudah diperjual belikan di pasaran yaitu Solar. Putaran yang digunakan pada percobaan ini dimulai pada putaran 1600 rpm sampai dengan 2200 rpm.

Pada percobaan ini terdapat dua jenis bahan bakar yang akan digunakan. Jenis bahan bakar yang pertama menggunakan bahan bakar biosolar B30. Jenis bahan bakar yang kedua menggunakan bahan bakar Solar. Penelitian ini disertai dengan

percobaan tiga jenis piston yang berbeda yaitu, piston standard mesin diesel Yanmar TF85MH dan dua jenis piston yang sudah di modifikasi. Untuk mengetahui performa dari motor diesel, diperlukan pemodelan mesin yang disimulasikan pada software tersebut yang terdapat pada lampiran untuk analisa dan pembahasan mengenai daya, torsi, dan konsumsi bahan bakar spesifik (SFOC).

4.2.1 Perbandingan Antara Daya dan SFOC pada Piston Case 1 Berbahan Bakar B30

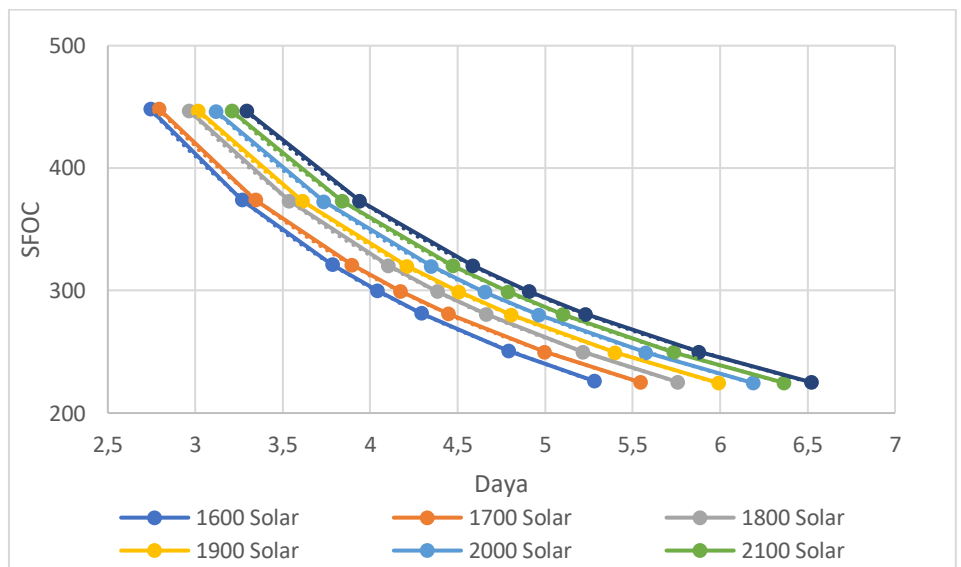


Grafik 4.2.1 Perbandingan Antara Daya dan SFOC pada Piston Case 1 Berbahan Bakar B30

Grafik 4.2.1 adalah grafik perbandingan daya terhadap SFOC pada bahan bakar B30 menggunakan piston standard mesin diesel Yanmar TF85MH (piston case 1) sebagai acuan awal pengambilan data, menunjukkan lengkung SFOC terhadap daya pada masing-masing RPM dan beban yang telah ditentukan. Hasil dari pembacaan grafik diatas, menunjukkan titik SFOC terendah terjadi pada RPM 1900 dengan nilai SFOC sebesar 234,06 gr/kWh. Sementara

untuk titik SFOC terendah pada masing-masing RPM yaitu pada 1600 RPM dengan nilai SFOC 235,5 gr/kWh, 1700 RPM dengan nilai SFOC 234,49 gr/kWh, 1800 RPM dengan nilai SFOC 234,98 gr/kWh, 1900 RPM dengan nilai SFOC 234,06 gr/kWh, 2000 RPM dengan nilai SFOC 234,11 gr/kWh, 2100 RPM dengan nilai SFOC 234,45 gr/kWh, dan 2200 RPM dengan nilai SFOC 234,79 gr/kWh. Titik-titik SFOC terendah dari titik lembah lengkung yang terjadi pada setiap RPM digunakan untuk menentukan 100% daya.

4.2.2 Perbandingan Antara Daya dan SFOC pada Piston Case 1 Berbahan Bakar Solar

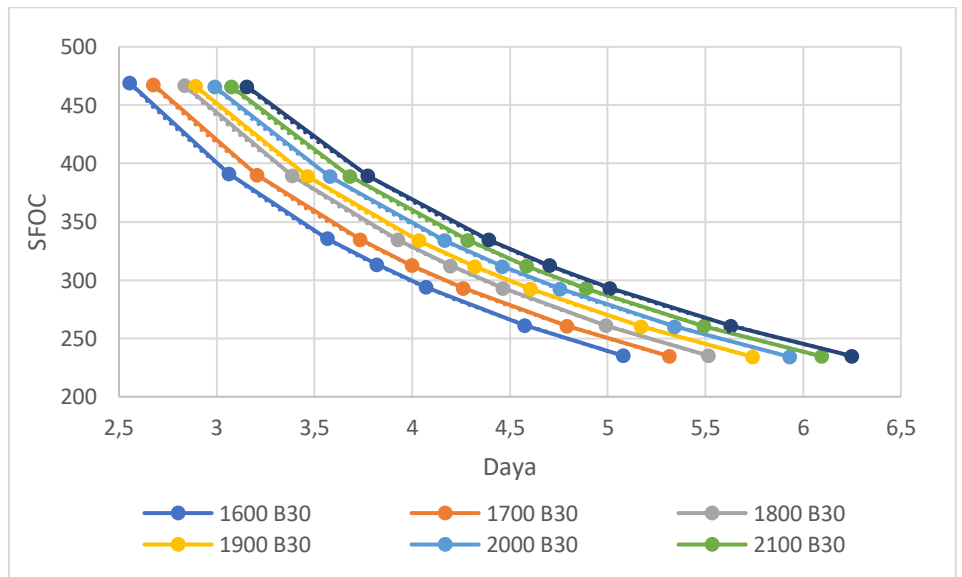


Grafik 4.2 2 Perbandingan Antara Daya dan SFOC pada Piston Case 1 Berbahan Bakar Solar

Grafik 4.2.2 adalah grafik perbandingan daya terhadap SFOC pada bahan bakar solar menggunakan piston standard mesin Yanmar TF85MH (piston case 1), menunjukkan lengkung SFOC terhadap daya pada masing-masing RPM dan beban yang telah ditentukan. Hasil dari pembacaan grafik diatas menunjukkan titik SFOC terendah

terjadi pada RPM 1900 dengan nilai SFOC 224,52 gr/kWh. Sementara untuk titik SFOC terendah pada masing-masing RPM yaitu pada RPM 1600 dengan nilai SFOC 226,05 gr/kWh, RPM 1700 dengan nilai SFOC 225 gr/kWh, RPM 1800 dengan nilai SFOC 225,37 gr/kWh, RPM 1900 dengan nilai SFOC 224,52 gr/kWh, RPM 2000 dengan nilai SFOC 224,56 gr/kWh, RPM 2100 dengan nilai SFOC 224,77 gr/kWh, dan RPM 2200 dengan nilai SFOC 225,07 gr/kWh. Titik-titik SFOC terendah dari titik lembah lengkung yang terjadi pada setiap RPM digunakan untuk menentukan 100% daya.

4.2.3 Perbandingan Antara Daya dan SFOC pada Piston Case 3 Berbahan Bakar B30

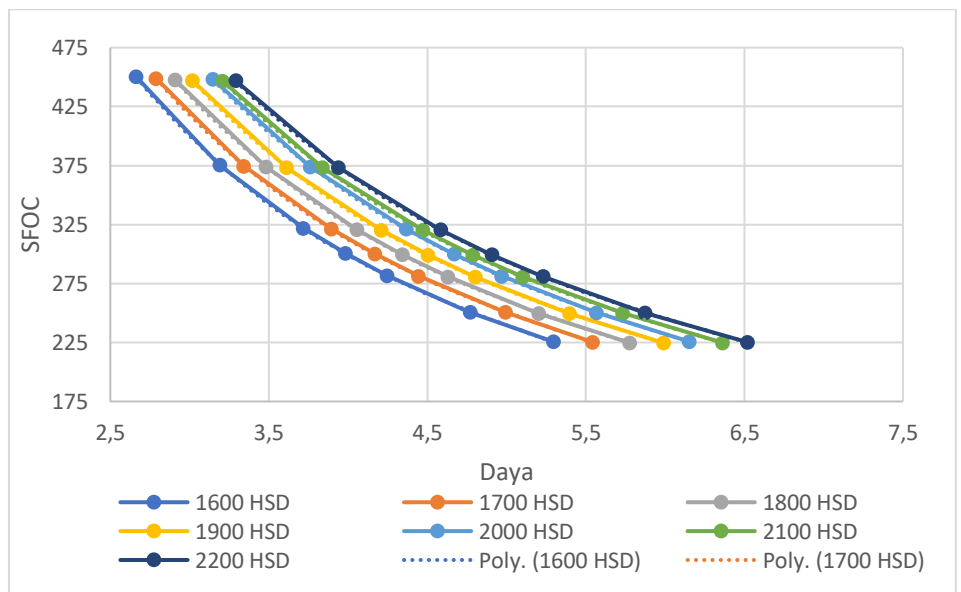


Grafik 4.2 3 Perbandingan Antara Daya dan SFOC pada Piston Case 3 Berbahan Bakar B30

Grafik 4.2.3 adalah grafik perbandingan daya terhadap SFOC pada bahan bakar B30 menggunakan piston modifikasi TCC -1 (piston case 3) menunjukkan lengkung SFOC terhadap daya pada masing-masing RPM dan beban yang telah ditentukan. Hasil dari pembacaan grafik diatas

menunjukkan titik SFOC terendah terjadi pada RPM 1900 dengan nilai SFOC 234,275 gr/kWh. Sementara untuk titik SFOC terendah pada masing-masing RPM yaitu pada RPM 1600 dengan nilai SFOC 235,214 gr/kWh, RPM 1700 dengan nilai SFOC 234,69 gr/kWh, RPM 1800 dengan nilai SFOC 235,219 gr/kWh, RPM 1900 dengan nilai SFOC 234,275 gr/kWh, RPM 2000 dengan nilai SFOC 234,3 gr/kWh, RPM 2100 dengan nilai SFOC 234,63 gr/kWh, RPM 2200 dengan nilai SFOC 234,98 gr/kWh. Titik-titik SFOC terendah dari titik lembah lengkung yang terjadi pada setiap RPM digunakan untuk menentukan 100% daya.

4.2.4 Perbandingan Antara Daya dan SFOC pada Piston Case 3 Berbahan Bakar Solar

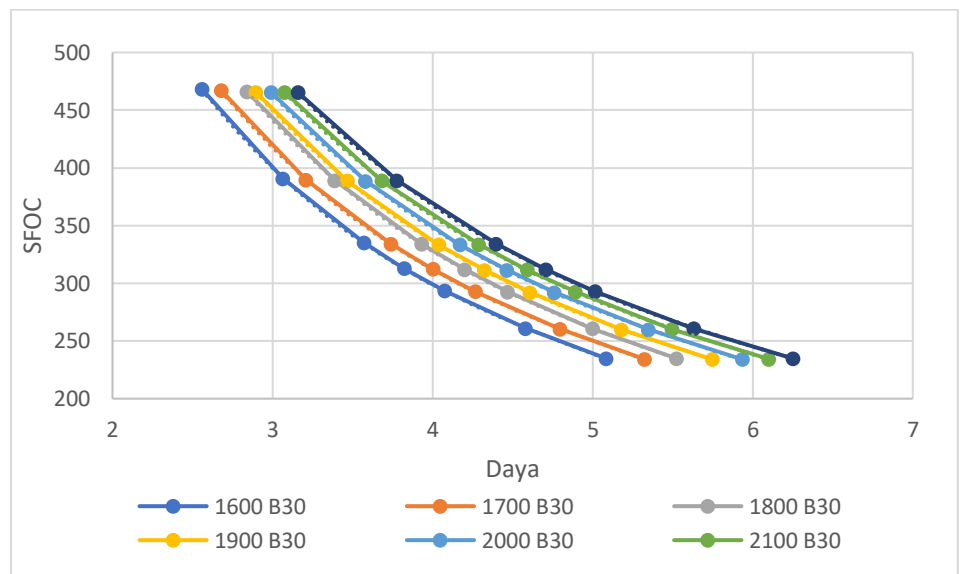


Grafik 4.2.4 Perbandingan Antara Daya dan SFOC pada Piston Case 3 Berbahan Bakar Solar

Grafik 4.2.3 adalah grafik perbandingan daya terhadap SFOC pada bahan bakar B30 menggunakan piston modifikasi TCC -1 (piston case 3) menunjukkan lengkung SFOC terhadap daya pada masing-masing RPM dan beban

yang telah ditentukan. Hasil dari pembacaan grafik diatas menunjukkan titik SFOC terendah terjadi pada RPM 1900 dengan nilai SFOC 224,66 gr/kWh. Sementara untuk titik SFOC terendah pada masing-masing RPM yaitu pada RPM 1600 dengan nilai SFOC 225,736 gr/kWh, RPM 1700 dengan nilai SFOC 225,334 gr/kWh, RPM 1800 dengan nilai SFOC 224,839 gr/kWh, RPM 1900 dengan nilai SFOC 224,66 gr/kWh, RPM 2000 dengan nilai SFOC 225,826 gr/kWh, RPM 2100 dengan nilai SFOC 224,94 gr/kWh, dan RPM 2200 dengan nilai SFOC 225,245 gr/kWh. Titik-titik SFOC terendah dari titik lembah lengkung yang terjadi pada setiap RPM digunakan untuk menentukan 100% daya.

4.2.5 Perbandingan Antara Daya dan SFOC pada Piston Case 4 Berbahan Bakar B30

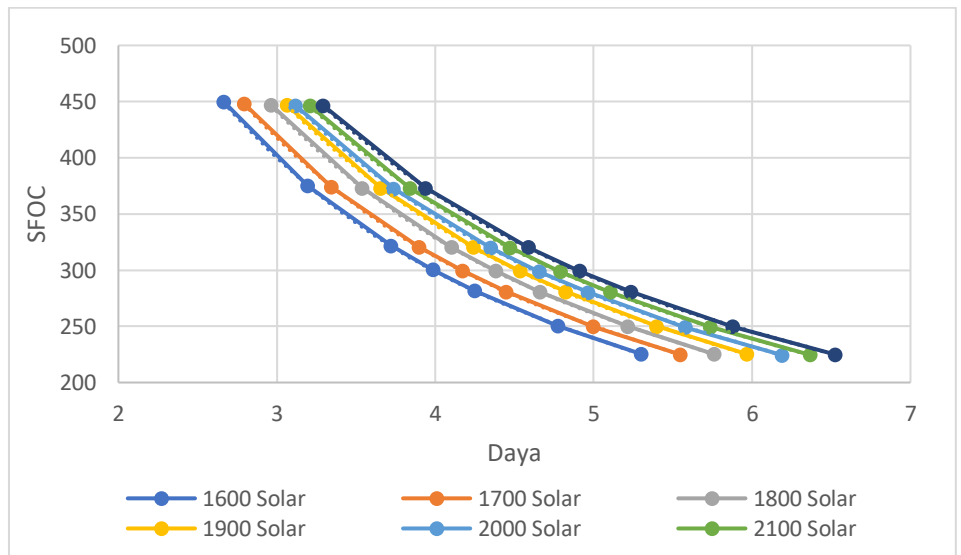


Grafik 4.2 5 Perbandingan Antara Daya dan SFOC pada Piston Case 4 Berbahan Bakar B30

Grafik 4.2.5 adalah grafik perbandingan daya terhadap SFOC pada bahan bakar B30 menggunakan piston modifikasi TCC +1 (piston case 4) menunjukkan lengkung

SFOC terhadap daya pada masing-masing RPM dan beban yang telah ditentukan. Hasil dari pembacaan grafik diatas menunjukkan titik SFOC terendah terjadi pada RPM 1900 dengan nilai SFOC 233,978 gr/kWh. Sementara untuk titik SFOC terendah pada masing-masing RPM yaitu pada RPM 1600 dengan nilai SFOC 234,883 gr/kWh, RPM 1700 dengan nilai SFOC 234,41 gr/kWh, RPM 1800 dengan nilai SFOC 234,903 gr/kWh, RPM 1900 dengan nilai SFOC 233,978 gr/kWh, RPM 2000 dengan nilai SFOC 234,039 gr/kWh, RPM 2100 dengan nilai SFOC 234,383 gr/kWh, dan RPM 2200 dengan nilai SFOC 234,727 gr/kWh. Titik-titik SFOC terendah dari titik lembah lengkung yang terjadi pada setiap RPM digunakan untuk menentukan 100% daya.

4.2.6 Perbandingan Antara Daya dan SFOC pada Piston Case 4 Berbahan Bakar Solar

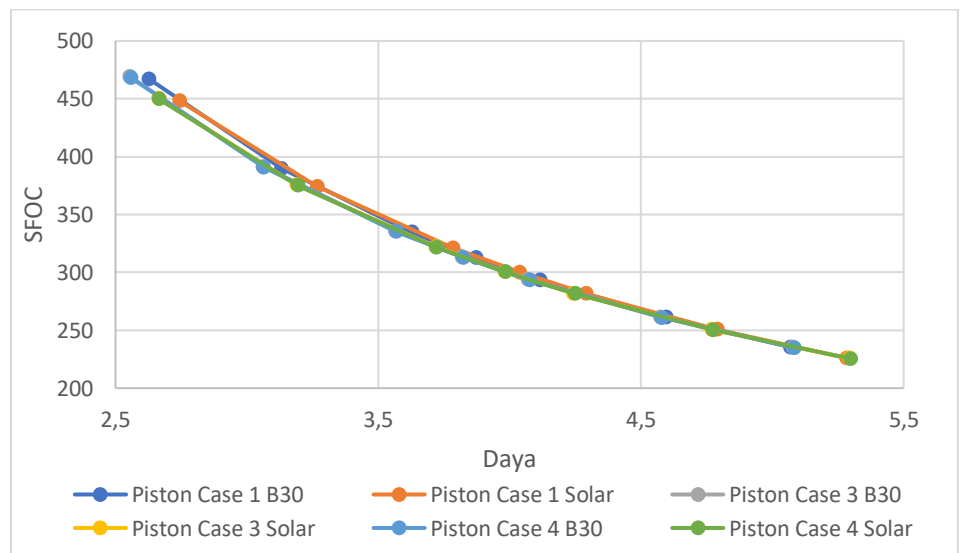


Grafik 4.2 6 Perbandingan Antara Daya dan SFOC pada Piston Case 4 Berbahan Bakar Solar

Grafik 4.2.6 adalah grafik perbandingan daya terhadap SFOC pada bahan bakar B30 menggunakan piston modifikasi TCC +1 (piston case 4) menunjukkan lengkung

SFOC terhadap daya pada masing-masing RPM dan beban yang telah ditentukan. Hasil dari pembacaan grafik diatas menunjukkan titik SFOC terendah terjadi pada RPM 2000 dengan nilai SFOC 224,44 gr/kWh. Sementara untuk titik SFOC terendah pada masing-masing RPM yaitu pada RPM 1600 dengan nilai SFOC 225,45 gr/kWh, RPM 1700 dengan nilai SFOC 224,93 gr/kWh, RPM 1800 dengan nilai SFOC 225,3 gr/kWh, RPM 1900 dengan nilai SFOC 225,36 gr/kWh, RPM 2000 dengan nilai SFOC 224,44 gr/kWh, RPM 2100 dengan nilai SFOC 224,7 gr/kWh, dan RPM 2200 dengan nilai SFOC 225,01 gr/kWh. Titik-titik SFOC terendah dari titik lembah lengkung yang terjadi pada setiap RPM digunakan untuk menentukan 100% daya.

4.2.7 Perbandingan Antara Daya dan SFOC pada Jenis Piston Berbahan Bakar B30 dan Solar pada RPM 1600

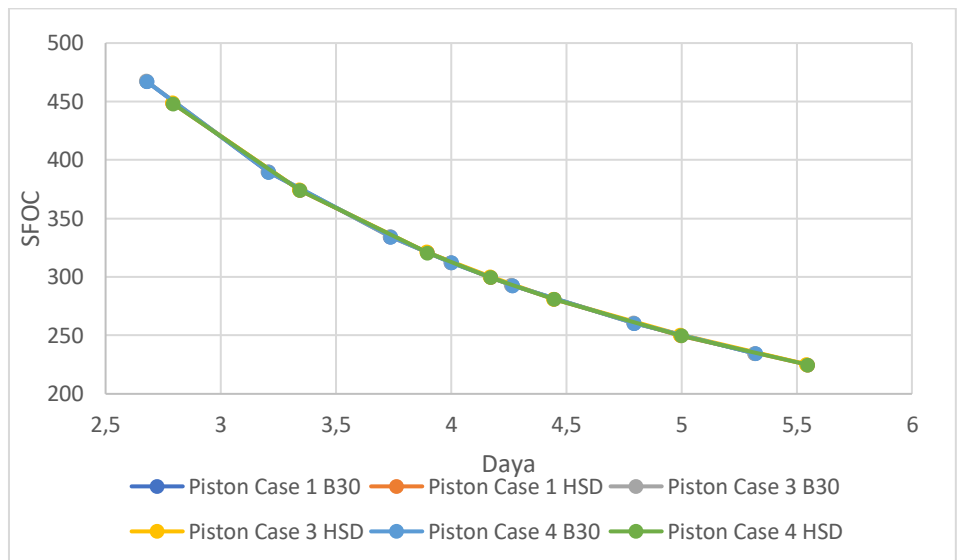


Grafik 4.2 7 Perbandingan Antara Daya dan SFOC pada Jenis Piston Berbahan Bakar B30 dan Solar pada RPM 1600

Grafik 4.2.7 merupakan grafik perbandingan performa SFOC terhadap daya pada RPM 1600 pada setiap jenis

piston untuk 2 variasi bahan bakar. Berdasarkan grafik diatas, terlihat bahwa bahan bakar B30 dan solar menghasilkan SFOC terendah sebesar 234,88 gr/kWh dan 225,45 gr/kWh, SFOC tersebut didapatkan saat menggunakan piston modifikasi TCC +1 (piston case 4). Sedangkan daya yang dihasilkan dari setiap jenis piston dengan variasi 2 bahan bakar, daya yang paling besar dihasilkan pada RPM 1600 pada penggunaan bahan bakar solar sebesar 5,298 kW menggunakan piston modifikasi TCC +1 (piston case 4). Pada RPM 1600 di masing-masing piston yang menggunakan bahan bakar B30 mengalami kenaikan daya sebanyak 0,01 kW sementara yang menggunakan bahan bakar solar mengalami kenaikan sebanyak 0,011 kW dan 0,005 kW. Daya yang dihasilkan bahan bakar B30 pada piston standard mesin Yanmar TF85MH (piston case 1), piston modifikasi TCC -1 (piston case 3), dan piston modifikasi TCC +1 (piston case 4) berturut-turut yaitu 5,068 kW, 5,078 kW, dan 5,083 kW. Sementara daya yang dihasilkan bahan bakar solar pada piston standard mesin Yanmar TF85MH (piston case 1), piston modifikasi TCC -1 (piston case 3), dan piston modifikasi TCC +1 (piston case 4) berturut-turut yaitu 5,282 kW, 5,293 kW, dan 5,298 kW.

4.2.8 Perbandingan Antara Daya dan SFOC pada Jenis Piston Berbahan Bakar B30 dan Solar pada RPM 1700

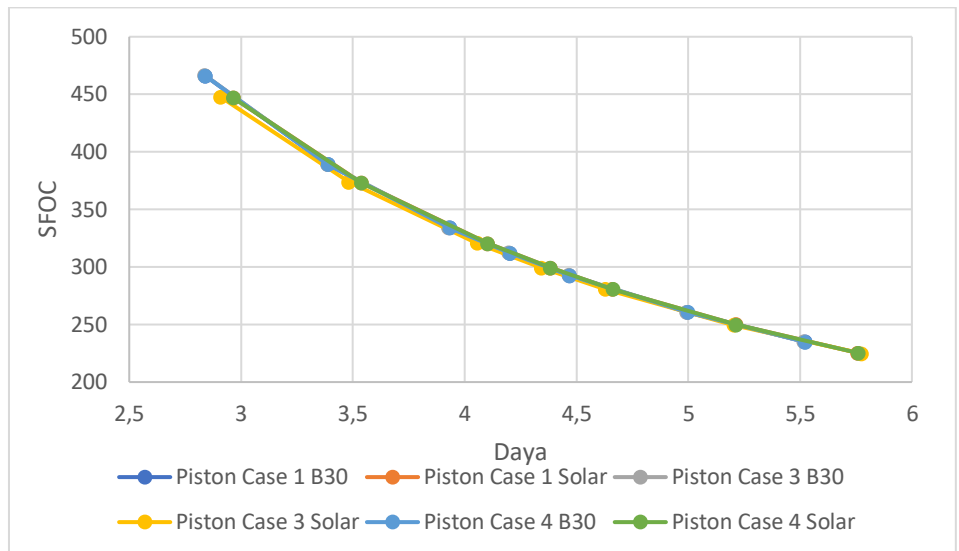


Grafik 4.2 8 Perbandingan Antara Daya dan SFOC pada Jenis Piston Berbahan Bakar B30 dan Solar pada RPM 1700

Grafik 4.2.8 merupakan grafik perbandingan performa SFOC terhadap daya pada RPM 1700 pada setiap jenis piston untuk 2 variasi bahan bakar. Berdasarkan grafik diatas, terlihat bahwa bahan bakar B30 menghasilkan SFOC terendah sebesar 234,41 gr/kWh yaitu pada piston modifikasi TCC +1 (piston case 4) sementara untuk bahan bakar solar menghasilkan SFOC terendah sebesar 224,93 gr/kWh yaitu pada piston modifikasi TCC +1 (piston case 4). Sedangkan daya yang dihasilkan dari setiap jenis piston dengan variasi 2 bahan bakar, daya yang paling besar dihasilkan pada RPM 1700 pada penggunaan bahan bakar solar sebesar 5,547 kW menggunakan piston modifikasi TCC +1 (piston case 4). Pada RPM 1700 di masing-masing piston yang menggunakan bahan bakar B30 mengalami penurunan daya sebanyak 0,003 kW kemudian mengalami kenaikan sebanyak 0,005 kW sementara yang menggunakan bahan bakar solar mengalami penurunan sebanyak 0,004 kW kemudian mengalami kenaikan

sebanyak 0,005 kW. Daya yang dihasilkan bahan bakar B30 pada piston standard mesin Yanmar TF85MH (piston case 1), piston modifikasi TCC -1 (piston case 3), dan piston modifikasi TCC +1 (piston case 4) berturut-turut yaitu 5,319 kW, 5,316 kW, dan 5,321 kW. Sementara daya yang dihasilkan bahan bakar solar pada piston standard mesin Yanmar TF85MH (piston case 1), piston modifikasi TCC -1 (piston case 3), dan piston modifikasi TCC +1 (piston case 4) berturut-turut yaitu 5,546 kW, 5,542 kW, dan 5,547 kW.

4.2.9 Perbandingan Antara Daya dan SFOC pada Jenis Piston Berbahan Bakar B30 dan Solar pada RPM 1800

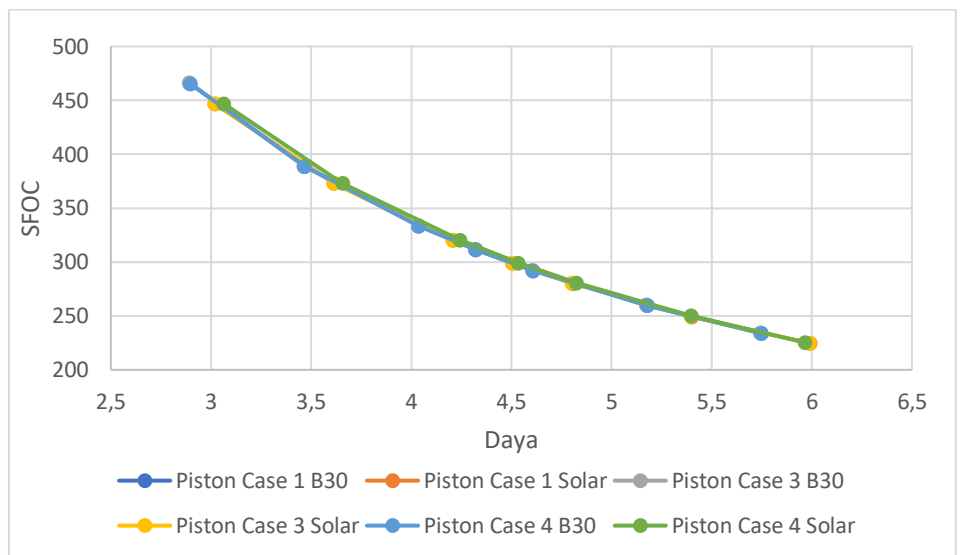


Grafik 4.2 9 Perbandingan Antara Daya dan SFOC pada Jenis Piston Berbahan Bakar B30 dan Solar pada RPM 1800

Grafik 4.2.9 merupakan grafik perbandingan performa SFOC terhadap daya pada RPM 1800 pada setiap jenis piston untuk 2 variasi bahan bakar. Berdasarkan grafik diatas, terlihat bahwa bahan bakar B30 menghasilkan SFOC terendah sebesar 234,9 gr/kWh pada piston modifikasi TCC +1 (piston case 4) sementara untuk bahan bakar solar menghasilkan SFOC terendah sebesar 224,84 gr/kWh pada piston modifikasi TCC -1 (piston case 3). Sedangkan daya yang dihasilkan dari setiap jenis piston dengan variasi 2 bahan bakar, daya yang paling besar dihasilkan pada RPM 1800 pada penggunaan bahan bakar solar sebesar 5,774 kW menggunakan piston modifikasi TCC -1 (piston case 3). Pada RPM 1800 di masing-masing piston yang menggunakan bahan bakar B30 mengalami penurunan daya sebanyak 0,004 kW kemudian mengalami kenaikan sebanyak 0,005 kW sementara yang menggunakan bahan bakar solar mengalami kenaikan sebanyak 0,017 kW kemudian mengalami penurunan

sebanyak 0,016 kW. Daya yang dihasilkan bahan bakar B30 pada piston standard mesin Yanmar TF85MH (piston case 1), piston modifikasi TCC -1 (piston case 3), dan piston modifikasi TCC +1 (piston case 4) berturut-turut yaitu 5,520 kW, 5,516 kW, dan 5,521 kW. Sementara daya yang dihasilkan bahan bakar solar pada piston standard mesin Yanmar TF85MH (piston case 1), piston modifikasi TCC -1 (piston case 3), dan piston modifikasi TCC +1 (piston case 4) berturut-turut yaitu 5,757 kW, 5,774 kW, dan 5,758 kW.

4.2.10 Perbandingan Antara Daya dan SFOC pada Jenis Piston Berbahan Bakar B30 dan Solar pada RPM 1900

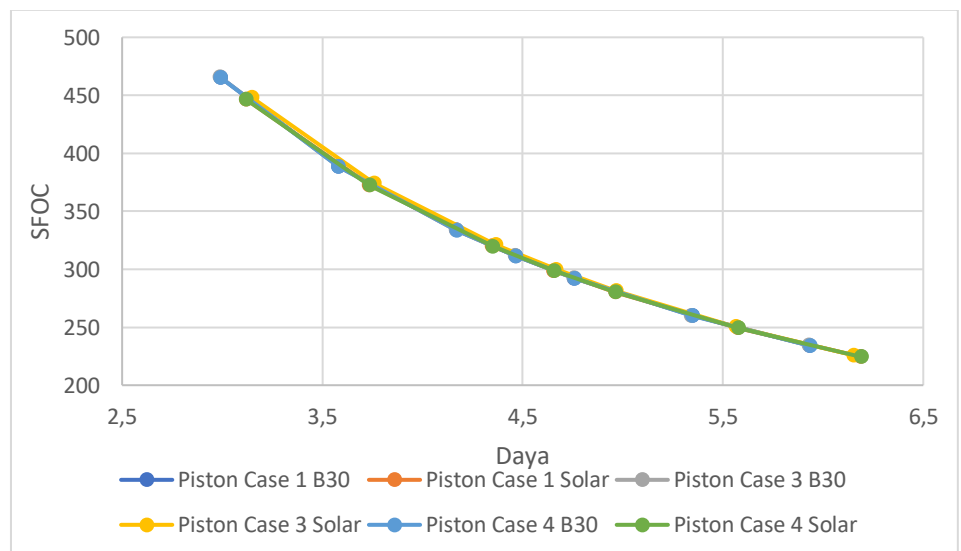


Grafik 4.2 10 Perbandingan Antara Daya dan SFOC pada Jenis Piston Berbahan Bakar B30 dan Solar pada RPM 1900

Grafik 4.2.10 merupakan grafik perbandingan performa SFOC terhadap daya pada RPM 1900 pada setiap jenis piston untuk 2 variasi bahan bakar. Berdasarkan grafik diatas, terlihat bahwa bahan bakar B30 menghasilkan SFOC terendah sebesar 233,98 gr/kWh pada piston modifikasi TCC +1 (piston case 4) sementara untuk bahan

bakar solar menghasilkan SFOC terendah sebesar 224,52 gr/kWh pada piston standard mesin Yanmar TF85MH (piston case 1). Pada RPM 1900 di masing-masing piston pada bahan bakar B30 mengalami penurunan daya sebanyak 0,574 kW kemudian mengalami kenaikan sebanyak 0,575 kW sementara pada bahan bakar solar mengalami penurunan sebanyak 0,003 kW dan 0,023 kW. Daya yang dihasilkan bahan bakar B30 pada piston standard mesin Yanmar TF85MH (piston case 1), piston modifikasi TCC -1 (piston case 3), dan piston modifikasi TCC +1 (piston case 4) berturut-turut yaitu 5,746 kW, 5,172 kW, dan 5,747 kW. Sementara daya yang dihasilkan bahan bakar solar pada piston standard mesin Yanmar TF85MH (piston case 1), piston modifikasi TCC -1 (piston case 3), dan piston modifikasi TCC +1 (piston case 4) berturut-turut yaitu 5,992 kW, 5,989 kW, dan 5,966 kW.

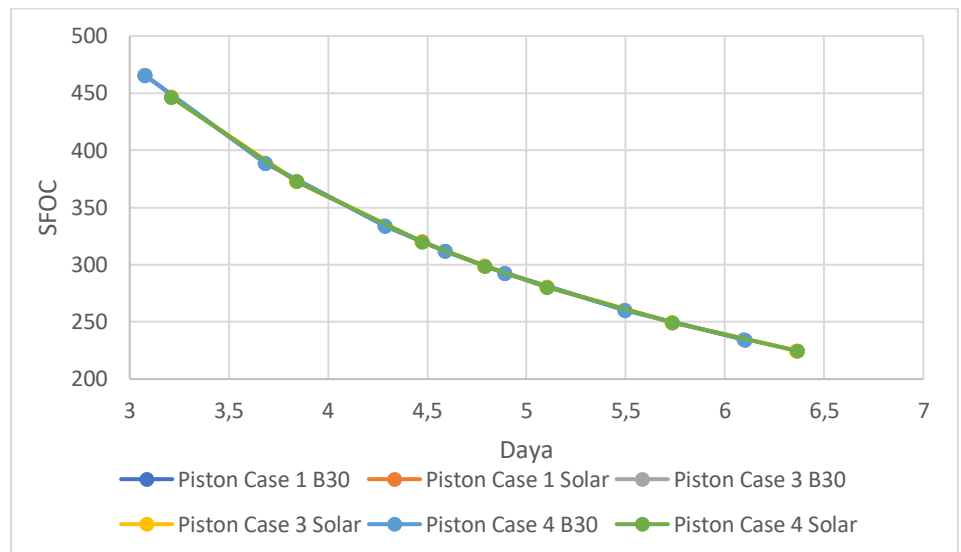
4.2.11 Perbandingan Antara Daya dan SFOC pada Jenis Piston Berbahan Bakar B30 dan Solar pada RPM 2000



Grafik 4.2 11 Perbandingan Antara Daya dan SFOC pada Jenis Piston Berbahan Bakar B30 dan Solar pada RPM 2000

Grafik 4.2.11 merupakan grafik perbandingan performa SFOC terhadap daya pada RPM 2000 pada setiap jenis piston untuk 2 variasi bahan bakar. Berdasarkan grafik diatas, terlihat bahwa bahan bakar B30 dan solar menghasilkan SFOC terendah sebesar 234,04 gr/kWh dan 224,44 gr/kWh, SFOC tersebut didapat saat menggunakan piston modifikasi TCC +1 (piston case 4). Pada RPM 2000 di masing-masing piston pada bahan bakar B30 mengalami penurunan daya sebanyak 0,004 kW kemudian mengalami kenaikan sebanyak 0,005 kW sementara pada bahan bakar solar mengalami penurunan sebesar 0,036 kW kemudian mengalami kenaikan sebanyak 0,039 kW. Daya yang dihasilkan bahan bakar B30 pada piston standard mesin Yanmar TF85MH (piston case 1), piston modifikasi TCC -1 (piston case 3), dan piston modifikasi TCC +1 (piston case 4) berturut-turut yaitu 5,933 kW, 5,929 kW, dan 5,934 kW. Sementara daya yang dihasilkan bahan bakar solar pada piston standard mesin Yanmar TF85MH (piston case 1), piston modifikasi TCC -1 (piston case 3), dan piston modifikasi TCC +1 (piston case 4) berturut-turut yaitu 6,187 kW, 6,151 kW, dan 6,190 kW.

4.2.12 Perbandingan Antara Daya dan SFOC pada Jenis Piston Berbahan Bakar B30 dan Solar pada RPM 2100

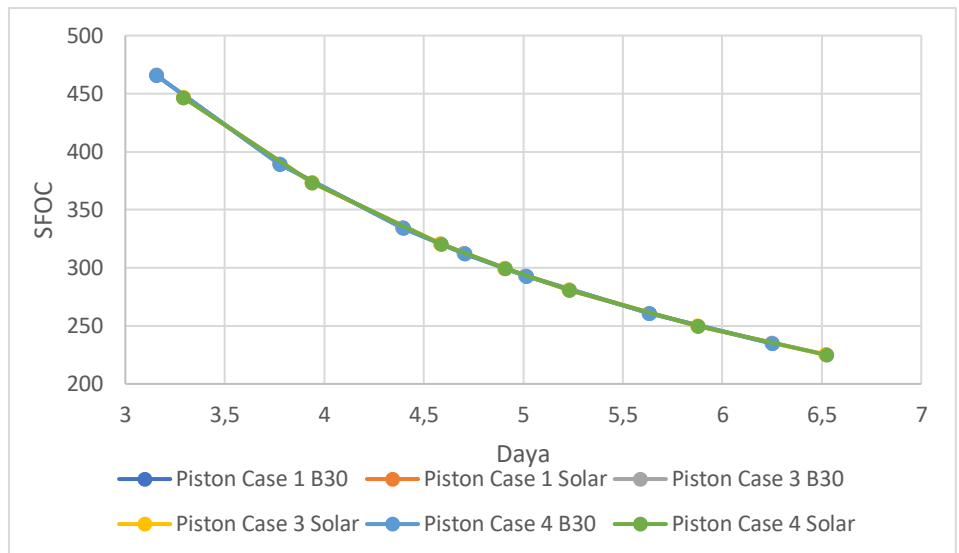


Grafik 4.2 12 Perbandingan Antara Daya dan SFOC pada Jenis Piston Berbahan Bakar B30 dan Solar pada RPM 2100

Grafik 4.2.12 merupakan grafik perbandingan performa SFOC terhadap daya pada RPM 2000 pada setiap jenis piston untuk 2 variasi bahan bakar. Berdasarkan grafik diatas, terlihat bahwa bahan bakar B30 dan solar menghasilkan SFOC terendah sebesar 234,383 gr/kWh dan 224,7 gr/kWh, SFOC tersebut didapatkan saat menggunakan piston modifikasi TCC +1 (piston case 4). Pada RPM 2100 di masing-masing piston pada bahan bakar B30 mengalami penurunan daya sebanyak 0,003 kW kemudian mengalami kenaikan sebanyak 0,005 kW sementara pada bahan bakar solar mengalami penurunan daya sebanyak 0,003 kW kemudian mengalami kenaikan sebanyak 0,004 kW. Daya yang dihasilkan bahan bakar B30 pada piston standard mesin Yanmar TF85MH (piston case 1), piston modifikasi TCC -1 (piston case 3), dan piston modifikasi TCC +1 (piston case 4) berturut-turut yaitu 6,098 kW, 6,095 kW, dan 6,1 kW. Sementara daya

yang dihasilkan bahan bakar solar pada piston standard mesin Yanmar TF85MH (piston case 1), piston modifikasi TCC -1 (piston case 3), dan piston modifikasi TCC +1 (piston case 4) berturut-turut yaitu 6,363 kW, 6,360 kW, dan 6,364 kW.

4.2.13 Perbandingan Antara Daya dan SFOC pada Jenis Piston Berbahan Bakar B30 dan Solar pada RPM 2200

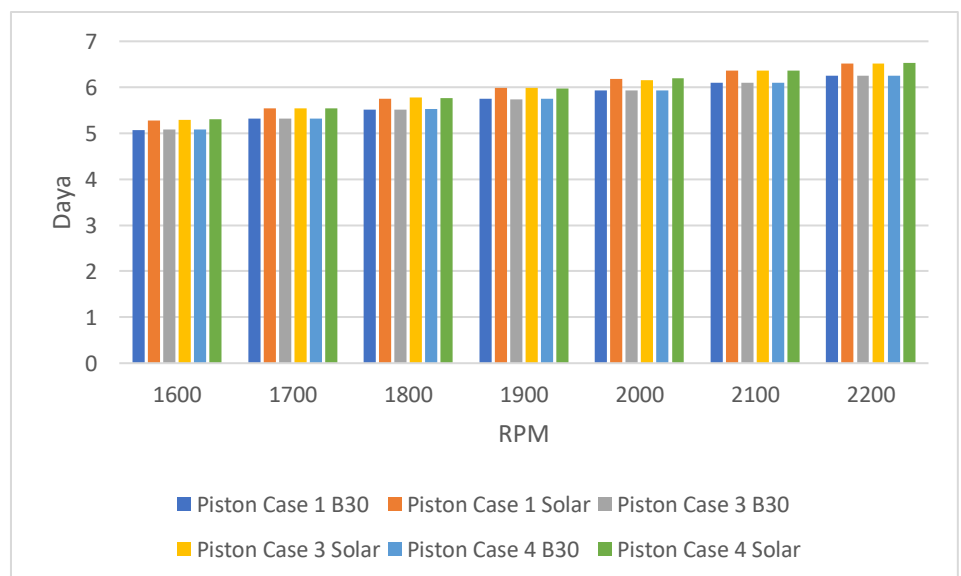


Grafik 4.2 13 Perbandingan Antara Daya dan SFOC pada Jenis Piston Berbahan Bakar B30 dan Solar pada RPM 2200

Grafik 4.2.13 merupakan grafik perbandingan performa SFOC terhadap daya pada RPM 2200 pada setiap jenis piston untuk 2 variasi bahan bakar. Berdasarkan grafik diatas, terlihat bahwa bahan bakar B30 menghasilkan SFOC terendah sebesar 234,727 gr/kWh pada piston modifikasi TCC +1 (piston case 4) sementara untuk bahan bakar solar menghasilkan SFOC terendah sebesar 225,01 gr/kWh pada piston modifikasi TCC +1 (piston case 4). Pada RPM 2200 di masing-masing piston pada bahan bakar B30 mengalami penurunan daya sebanyak 0,003 kW kemudian mengalami kenaikan sebanyak 0,005 kW

sementara pada bahan bakar solar mengalami penurunan daya sebanyak 0,004 kW kemudian mengalami kenaikan sebanyak 0,005 kW. Daya yang dihasilkan bahan bakar B30 pada piston standard mesin Yanmar TF85MH (piston case 1), piston modifikasi TCC -1 (piston case 3), dan piston modifikasi TCC +1 (piston case 4) berturut-turut yaitu 6,25 kW, 6,247 kW, dan 6,252 kW. Sementara daya yang dihasilkan bahan bakar solar pada piston standard mesin Yanmar TF85MH (piston case 1), piston modifikasi TCC -1 (piston case 3), dan piston modifikasi TCC +1 (piston case 4) berturut-turut yaitu 6,522 kW, 6,518 kW, dan 6,523 kW.

4.2.14 Perbandingan Antara Daya dan RPM pada Jenis Piston Berbahan Bakar B30 dan Solar

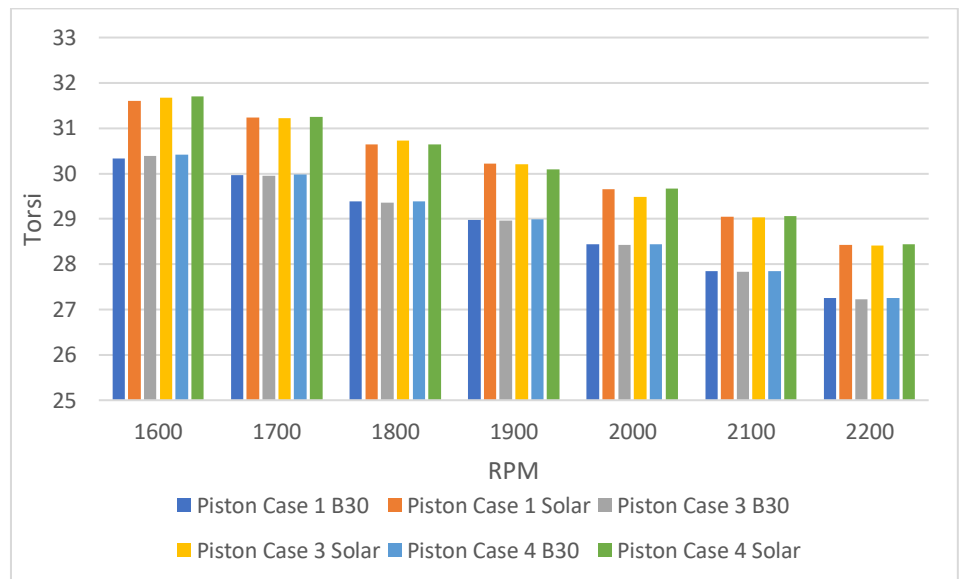


Grafik 4.2 14 Perbandingan Antara Daya dan RPM pada Jenis Piston Berbahan Bakar B30 dan Solar

Grafik 4.2.14 merupakan grafik performa perbandingan daya terhadap RPM pada bahan bakar B30 dan solar menggunakan piston standard mesin Yanmar TF85MH (piston case 1), piston modifikasi TCC -1 (piston

case 3), dan piston modifikasi TCC +1 (piston case 4). Grafik diatas merupakan nilai dari 100% daya yang didapatkan dari nilai atau SFOC pada setiap RPM pada grafik perbandingan antara SFOC terhadap daya dari setiap variabel bahan bakar dan piston yang digunakan. Hasil dari pembacaan dan pengamatan grafik diatas, terlihat pada RPM 1600 menggunakan bahan bakar B30 menggunakan jenis piston standard mesin Yanmar TF85MH (piston case 1), piston modifikasi TCC -1 (piston case 3), dan piston modifikasi TCC +1 (piston case 4) berturut-turut menghasilkan daya sebesar 5,068 kW, 5,078 kW, dan 5,083 kW sementara pada penggunaan bahan bakar solar pada jenis piston standard mesin Yanmar TF85MH (piston case 1), piston modifikasi TCC -1 (piston case 3), dan piston modifikasi TCC +1 (piston case 4) berturut-turut menghasilkan daya sebesar 5,282 kW, 5,293 kW, dan 5,298 kW. Penggunaan bahan bakar B30 pada seluruh jenis piston memiliki hasil daya terbesar pada RPM 2200 beban 100% yaitu, 6,25 kW, 6,247 kW, dan 6,251 kW. Sementara pada penggunaan bahan bakar solar pada pada seluruh jenis piston memiliki hasil daya terbesar pada RPM 2200 beban 100% yaitu 6,522 kW, 6,518 kW, dan 6,523 kW. Dari penggunaan dua bahan bakar dan tiga jenis piston pada grafik tersebut didapatkan hasil bahwa daya terbesar didapat saat menggunakan piston modifikasi TCC +1 (piston case) pada saat RPM 2200, yaitu sebesar 6,523 kW.

4.2.15 Perbandingan Antara Torsi dan RPM pada Jenis Piston Berbahan Bakar B30 dan Solar



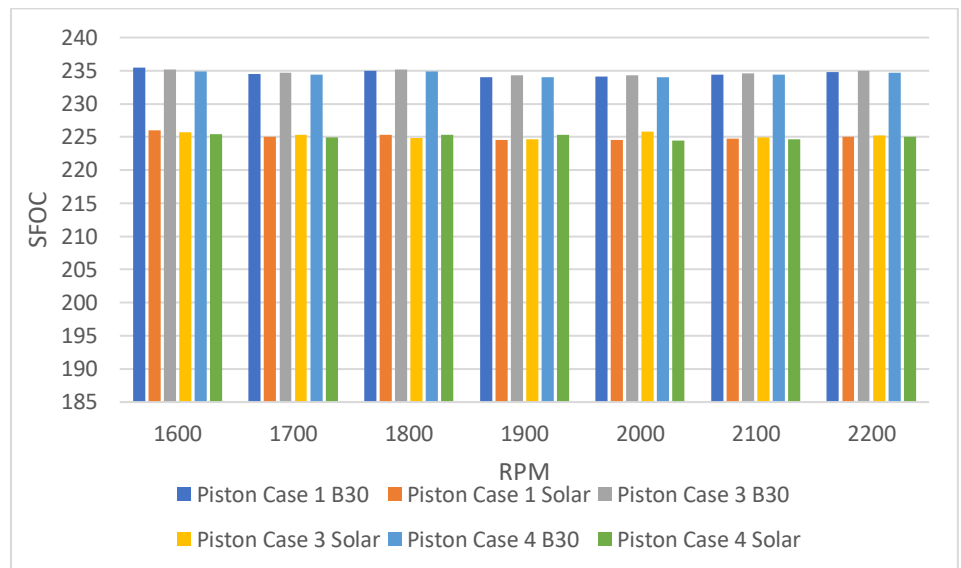
Grafik 4.2 15 Perbandingan Antara Torsi dan RPM pada Jenis Piston Berbahan Bakar B30 dan Solar

Grafik 4.2.15 adalah grafik performa perbandingan torsi terhadap RPM pada variabel bahan bakar B30 dan solar menggunakan jenis piston standard mesin Yanmar TF85MH (piston case 1), piston modifikasi TCC -1 (piston case 3), dan piston modifikasi TCC +1 (piston case 4). Grafik diatas merupakan nilai dari 100% torsi yang didapatkan dari nilai atau titik SFOC terbaik disetiap RPM pada grafik perbandingan antara SFOC terhadap torsi dari masing-masing variabel bahan bakar dan jenis piston.

Hasil dari pembacaan dan pengamatan grafik diatas, terlihat pada RPM 1600 menggunakan bahan bakar B30 menggunakan jenis piston standard mesin Yanmar TF85MH (piston case 1), piston modifikasi TCC -1 (piston case 3), dan piston modifikasi TCC +1 (piston case 4) berturut-turut menghasilkan torsi sebesar 30,326 Nm,

30,383 Nm, dan 30,414 Nm sementara pada penggunaan bahan bakar solar pada jenis piston standard mesin Yanmar TF85MH (piston case 1), piston modifikasi TCC -1 (piston case 3), dan piston modifikasi TCC +1 (piston case 4) berturut-turut menghasilkan torsi sebesar 31,604 Nm, 31,667 Nm, dan 31,697 Nm. Dari pengamatan grafik secara keseluruhan, RPM 1600 memiliki hasil torsi terbesar pada setiap bahan bakar dan jenis piston yang digunakan.

4.2.16 Perbandingan Antara SFOC dan RPM pada Jenis Piston Berbahan Bakar B30 dan Solar



Grafik 4.2 16 Perbandingan Antara SFOC dan RPM pada Jenis Piston Berbahan Bakar B30 dan Solar

Grafik 4.2.16 adalah grafik performa perbandingan SFOC terhadap RPM pada variabel bahan bakar B30 dan solar menggunakan jenis piston standard mesin Yanmar TF85MH (piston case 1), piston modifikasi TCC -1 (piston case 3), dan piston modifikasi TCC +1 (piston case 4). Hasil dari pembacaan grafik diatas dapat dilihat bahwa SFOC terendah dihasilkan dari piston modifikasi TCC +1 (piston case 4) menggunakan bahan bakar HSD pada RPM 2000, yaitu sebesar 224,435 gr/kWh. Dapat dilihat dari grafik tersebut bahwa SFOC yang dihasilkan menggunakan dua jenis bahan bakar dan tiga jenis piston hanya mengalami sedikit kenaikan atau penurunan pada setiap RPM nya. Dari grafik tersebut dapat diketahui bahwa SFOC yang dihasilkan dari penggunaan bahan bakar HSD lebih baik daripada bahan bakar B30.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan uji performa piston standard mesin Yanmar TF85MH dan dua piston modifikasi menggunakan bahan bakar biodiesel B30 dan Solar maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut

1. Hasil dari performa biodiesel B30 dan Solar menggunakan tiga jenis piston yang berbeda yaitu sebagai berikut :
 - a. Dari kedua bahan bakar didapatkan hasil daya terbesar pada beban maksimal terdapat pada 2200 RPM menggunakan piston modifikasi TCC +1 (piston case 4), untuk biodiesel B30 sebesar 6,252 kW dan sementara solar sebesar 6,523 kW. Untuk nilai SFOC terendah terjadi pada beban 100% pada masing-masing putaran mesin, pada bahan bakar biodiesel B30 didapat pada saat RPM 1900 menggunakan piston modifikasi TCC +1 (piston case 4) sebesar 233,98 gr/kWh. Untuk bahan bakar HSD SFOC terendah didapat pada RPM 2000 menggunakan piston TCC +1 (piston case 4) sebesar 224,435 gr/kWh.

2. Hasil perbandingan performa biodiesel B30 dan Solar menggunakan tiga jenis piston yang berbeda yaitu sebagai berikut :
 - a. SFOC yang dihasilkan dari penggunaan bahan bakar B30 pada RPM 2200 mengalami kenaikan sebanyak 0,0006% saat menggunakan piston modifikasi TCC -1 (piston case 3) dan mengalami penurunan sebanyak 0,0008% saat menggunakan piston modifikasi TCC +1 (piston case 4). Sementara dari penggunaan bahan bakar HSD pada RPM 2200 mengalami kenaikan sebanyak 0,0007% saat menggunakan piston modifikasi TCC -1 (piston case 3) dan mengalami penurunan sebanyak 0,001% saat menggunakan piston modifikasi TCC +1 (piston case 4). Dapat diurutkan SFOC terbaik saat menggunakan bahan bakar B30 yaitu menggunakan piston modifikasi TCC +1 (piston case 4), piston standard mesin diesel Yanmar TF85MH (piston case 1), dan piston modifikasi TCC -1 (piston case 3).

- b. Daya yang dihasilkan dari penggunaan bahan bakar B30 pada RPM 2200 mengalami kenaikan sebanyak 0,0008% saat menggunakan piston modifikasi TCC -1 (piston case 3) dan piston modifikasi TCC +1 (piston case 4). Sementara dari penggunaan bahan bakar HSD pada RPM 2200 mengalami kenaikan sebanyak 0,0007% saat menggunakan piston modifikasi TCC -1 (piston case 3) dan piston modifikasi TCC +1 (piston case 4).
- c. Torsi yang dihasilkan dari penggunaan bahan bakar B30 pada RPM 2200 mengalami penurunan sebanyak 0,0005% saat menggunakan piston modifikasi TCC -1 (piston case 3) dan mengalami kenaikan sebanyak 0,0006% saat menggunakan piston modifikasi TCC +1 (piston case 4). Sementara dari penggunaan bahan bakar HSD pada RPM 2200 mengalami penurunan sebanyak 0,0005% saat menggunakan piston modifikasi TCC -1 (piston case 3) dan mengalami kenaikan sebanyak 0,0007% saat menggunakan piston modifikasi TCC +1 (piston case 4).

5.2 Saran

1. Perlu dilakukan penelitian analisa performa piston modifikasi menggunakan bahan bakar biodiesel B30 dan solar menggunakan metode eksperimen
2. Peneliti selanjutnya dapat meneliti uji emisi terhadap piston modifikasi menggunakan bahan bakar biodiesel B30 dan solar

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- Dayang. (n.d.). Pengaruh Perubahan Compression Ratio pada Unjuk Kerja Motor Diesel dengan Bahan Bakar Gas.
- Dimaranggono, A. G. (2009). Unjuk Kerja Motor Bensin Empat Langkah Satu Silinder Menggunakan Torak Jenis Flat Dibanding Menggunakan Torak Jenis Dome. *Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang*.
- Ezeoye, I. S., & Orangian, M. (March 2019). Design and Optimisation of Marine Two-Stroke Diesel Engine Piston. *International Journal of Marine Engineering Innovation and Research*, Vol. 4(1).
- Farkhan. (2015). Analisis Performa Mesin Menggunakan Campuran Bahan Bakar Premium dengan Ethanol Terhadap Daya dan Torsi pada Toyota Kijang Innova Tipe 1TR-FE.
- Ganji, P. R., Singh, R. N., Raju, V. K., & Rao, S. S. (2018). Design of Piston Bowl Geometry for Better Combustion in Direct-Injection Compression Ignition Engine. *Sadhana* (2018) 43:92.
- Garg, A., & Garg, K. (March 2017). Optimization of Piston Head of Single Cylinder Diesel Engine. *International Journal of Engineering Sciences and Research Technology* (408).
- Irawan, F. W. (Februari 2014). Analisis Pengaruh Bentuk Permukaan Piston Terhadap Kinerja Motor Bensin. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, Vol. 2, No.1, Universitas Islam 45, Bekasi.
- Rifai, M., Mufarida S.T.,M.T., N. A., & Irawan, S.T., M.T., M.Eng., A. (n.d.). Pengaruh Konstruksi Piston Standar dan Piston Dome Berbahan Bakar Campuran Premium dan Methanol Terhadap Performa Motor Bakar 4 Langkah 110CC. *Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Jember*.
- Rozaqi, F. (September 2012). Perbaikan dan Modifikasi Mesin Diesel 1 Silinder untuk Engine Test Komposisi Bahan Bakar B0, B5, B10, dan B15. *Fakultas Teknik Program Studi Diploma III Teknik Mesin*.

- Sakthisaravanasenthil, K., Senthilkumar, S., & Sivakumar, G. (2017). A Study on Effect of Piston Bowl Shape on Engine Performance and Emission Characteristics of a Diesel Engine. *School of Mechanical and Construction Engineering, Vel Tech University*.
- Septiawan, H. (n.d.). Analisa Tegangan Piston Akibat Pengurangan Tebal Piston Head pada Konversi Mesin Diesel Menjadi Mesin Bahan Bakar Gas.
- Setiawan, P. B. (2018). Analisa Pengaruh Diameter Piston, Bahan Bakar, dan Bentuk Kubah Piston pada Motor Empat Langkah Terhadap Konsumsi Bahan Bakar. *Simki-Techsain Vol.02 No.01 Tahun 2018 ISSN : 2599-3011 Universitas Nusantara PGRI Kediri*.
- Shidiq, M. A. (Oktober 2015). Redesain Piston Modifikasi GM.1-54/50/13 pada Penggunaan Ethanol-100. *Jurnal Engineering Volume 11 No.2*.

LAMPIRAN

Lampiran 1 : Hasil Data Simulasi

Data simulasi piston standard mesin Yanmar TF85MH (piston case 1)
bahan bakar biodiesel B30

Pembebanan Piston Standard B30						
RPM	RPM Aktual	Beban	Torsi	BHP	FFR	SFOC
1600	1655.267	50%	15.16	2.628	1.228	467.123
1600	1643.544	60%	18.2	3.132	1.221	389.754
1600	1631.773	70%	21.23	3.628	1.214	334.698
1600	1625.837	75%	22.75	3.873	1.211	312.602
1600	1619.914	80%	24.26	4.115	1.207	293.392
1600	1607.964	90%	27.29	4.595	1.201	261.262
1600	1596.023	100%	30.32685	5.069	1.194	235.497
1700	1700.237	50%	15.04036	2.678	1.251	467.224
1700	1699.223	60%	18.01946	3.206	1.25	389.98
1700	1698.203	70%	21.00855	3.736	1.25	334.493
1700	1697.695	75%	22.4981	4	1.249	312.347
1700	1697.184	80%	23.99764	4.265	1.249	292.83
1700	1696.162	90%	26.98673	4.793	1.248	260.395
1700	1695.142	100%	29.96866	5.32	1.247	234.486
1800	1845.454	50%	14.69	2.839	1.324	466.256
1800	1835.303	60%	17.63	3.388	1.319	389.134
1800	1825.093	70%	20.57	3.931	1.313	334.058
1800	1819.966	75%	22.04	4.201	1.311	312.023
1800	1814.823	80%	23.51	4.468	1.308	292.742
1800	1804.529	90%	26.44	4.996	1.303	260.713
1800	1794.162	100%	29.38189	5.52	1.297	234.984
1900	1897.682	50%	14.56121	2.894	1.348	465.857
1900	1896.798	60%	17.45023	3.466	1.347	388.731
1900	1895.916	70%	20.32926	4.036	1.347	333.679
1900	1895.474	75%	21.76878	4.321	1.346	311.613
1900	1895.029	80%	23.21829	4.608	1.346	292.159
1900	1894.146	90%	26.09732	5.177	1.346	259.929

1900	1893.259	100%	28.98221	5.746	1.345	234.055
2000	1996.481	50%	14.30535	2.991	1.392	465.404
2000	1995.658	60%	17.13434	3.581	1.391	388.563
2000	1994.835	70%	19.95334	4.168	1.391	333.667
2000	1994.42	75%	21.37284	4.464	1.391	311.506
2000	1994.012	80%	22.78234	4.757	1.39	292.234
2000	1993.185	90%	25.61134	5.346	1.39	259.954
2000	1992.359	100%	28.4381	5.933	1.389	234.114
2100	2095.334	50%	14.02122	3.077	1.433	465.627
2100	2094.567	60%	16.7902	3.683	1.432	388.838
2100	2093.803	70%	19.54917	4.286	1.431	333.961
2100	2093.417	75%	20.93866	4.59	1.431	311.799
2100	2093.033	80%	22.31815	4.892	1.431	292.527
2100	2092.268	90%	25.07713	5.494	1.43	260.343
2100	2091.499	100%	27.84648	6.099	1.43	234.452
2200	2194.216	50%	13.74009	3.157	1.47	465.616
2200	2193.502	60%	16.43904	3.776	1.47	389.171
2200	2192.787	70%	19.138	4.395	1.469	334.288
2200	2192.431	75%	20.48748	4.704	1.469	312.269
2200	2192.065	80%	21.84695	5.015	1.469	292.837
2200	2191.35	90%	24.54591	5.633	1.468	260.638
2200	2190.631	100%	27.24777	6.251	1.468	234.794

Data simulasi piston standard mesin Yanmar TF85MH (piston case 1) bahan bakar solar

Pembebanan Piston Standard Solar						
RPM	RPM Aktual	Beban	Torsi	BHP	FFR	SFOC
1600	1657.966	50%	15.8	2.743	1.229	448.1527
1600	1645.8	60%	18.96	3.268	1.223	374.127
1600	1633.54	70%	22.12	3.784	1.216	321.2382
1600	1627.375	75%	23.7	4.039	1.212	300.0969
1600	1621.184	80%	25.28	4.292	1.209	281.5991
1600	1608.73	90%	28.44	4.791	1.201	250.7564
1600	1596.16	100%	31.60423	5.283	1.194	226.0451
1700	1700.696	50%	15.66934	2.791	1.252	448.5809

1700	1699.633	60%	18.7884	3.344	1.251	374.112
1700	1698.572	70%	21.89746	3.895	1.25	320.9945
1700	1698.039	75%	23.45699	4.171	1.25	299.6533
1700	1697.506	80%	25.01652	4.447	1.249	280.9729
1700	1696.442	90%	28.12558	4.997	1.249	249.9136
1700	1695.375	100%	31.23916	5.546	1.248	225.0049
1800	1847.838	50%	15.32	2.964	1.325	447.0036
1800	1837.282	60%	18.38	3.536	1.32	373.2139
1800	1826.625	70%	21.45	4.103	1.314	320.3444
1800	1821.289	75%	22.98	4.383	1.312	299.261
1800	1815.94	80%	24.51	4.661	1.309	280.8094
1800	1805.155	90%	27.58	5.214	1.303	249.9736
1800	1794.38	100%	30.64028	5.758	1.298	225.3704
1900	1898.085	50%	15.17975	3.017	1.349	446.9651
1900	1897.164	60%	18.18875	3.614	1.348	373.023
1900	1896.242	70%	21.19774	4.209	1.347	320.0728
1900	1895.783	75%	22.69724	4.506	1.347	298.9271
1900	1895.32	80%	24.20673	4.804	1.347	280.2865
1900	1894.397	90%	27.21573	5.399	1.346	249.2977
1900	1893.474	100%	30.21926	5.992	1.345	224.5197
2000	1996.857	50%	14.9135	3.119	1.392	446.4982
2000	1995.999	60%	17.86247	3.734	1.392	372.7846
2000	1995.138	70%	20.81143	4.348	1.391	319.9613
2000	1994.71	75%	22.28092	4.654	1.391	298.859
2000	1994.28	80%	23.7604	4.962	1.391	280.2501
2000	1993.418	90%	26.70936	5.576	1.39	249.3078
2000	1992.558	100%	29.65339	6.187	1.389	224.5562
2100	2095.685	50%	14.61932	3.208	1.433	446.6559
2100	2094.883	60%	17.50826	3.841	1.432	372.9557
2100	2094.082	70%	20.3972	4.473	1.432	320.1324
2100	2093.682	75%	21.83667	4.788	1.432	299.0293
2100	2093.282	80%	23.27614	5.102	1.431	280.5364
2100	2092.48	90%	26.16508	5.733	1.431	249.5618
2100	2091.677	100%	29.05166	6.363	1.43	224.7653
2200	2194.532	50%	14.32763	3.293	1.47	446.5966
2200	2193.783	60%	17.14655	3.939	1.47	373.1754

2200	2193.035	70%	19.96547	4.585	1.469	320.4868
2200	2192.659	75%	21.37493	4.908	1.469	299.3539
2200	2192.286	80%	22.78439	5.231	1.469	280.8357
2200	2191.529	90%	25.61331	5.878	1.468	249.8182
2200	2190.779	100%	28.42978	6.522	1.468	225.0693

Data simulasi piston modifikasi TCC -1 (piston case 3) bahan bakar biodiesel B30

Pembebanan Piston TCC -1 B30						
RPM	RPM Aktual	Beban	Torsi	BHP	FFR	SFOC
1600	1601.558	50%	15.234	2.555	1.1986	469.1225
1600	1600.46	60%	18.263	3.0609	1.1978	391.3133
1600	1599.361	70%	21.292	3.5661	1.1969	335.6431
1600	1598.809	75%	22.812	3.8193	1.1965	313.2849
1600	1598.26	80%	24.321	4.0706	1.1961	293.84
1600	1597.158	90%	27.35	4.5745	1.1953	261.2965
1600	1596.053	100%	30.383	5.0782	1.1945	235.2137
1700	1700.18	50%	15.031	2.6762	1.2515	467.6322
1700	1699.164	60%	18.01	3.2047	1.2507	390.2802
1700	1698.143	70%	20.999	3.7343	1.25	334.7266
1700	1697.634	75%	22.489	3.998	1.2496	312.5559
1700	1697.124	80%	23.978	4.2615	1.2492	293.1398
1700	1696.101	90%	26.967	4.7898	1.2485	260.648
1700	1695.079	100%	29.949	5.3162	1.2477	234.6992
1800	1845.359	50%	14.68	2.8368	1.324	466.7193
1800	1835.209	60%	17.62	3.3863	1.3188	389.4585
1800	1825.032	70%	20.55	3.9275	1.3136	334.4708
1800	1819.905	75%	22.02	4.1966	1.311	312.397
1800	1814.764	80%	23.49	4.4641	1.3083	293.076
1800	1804.47	90%	26.42	4.9924	1.303	260.9903
1800	1794.107	100%	29.361	5.5163	1.2975	235.2194
1900	1897.623	50%	14.552	2.8918	1.3484	466.2836
1900	1896.739	60%	17.441	3.4642	1.3478	389.046
1900	1895.858	70%	20.32	4.0342	1.3471	333.9245
1900	1895.416	75%	21.76	4.319	1.3468	311.8336

1900	1894.975	80%	23.199	4.6037	1.3465	292.4842
1900	1894.092	90%	26.078	5.1726	1.3459	260.1939
1900	1893.206	100%	28.963	5.7421	1.3452	234.275
2000	1996.415	50%	14.296	2.9888	1.3922	465.8119
2000	1995.59	60%	17.125	3.5788	1.3917	388.8625
2000	1994.767	70%	19.944	4.1662	1.3911	333.8992
2000	1994.354	75%	21.364	4.4618	1.3908	311.7136
2000	1993.942	80%	22.773	4.7552	1.3905	292.4208
2000	1993.119	90%	25.592	5.3416	1.3899	260.2105
2000	1992.291	100%	28.422	5.9297	1.3894	234.3072
2100	2095.262	50%	14.012	3.0745	1.4329	466.0403
2100	2094.494	60%	16.781	3.6807	1.4323	389.1422
2100	2093.728	70%	19.54	4.2843	1.4318	334.1977
2100	2093.345	75%	20.92	4.5859	1.4315	312.1602
2100	2092.959	80%	22.309	4.8896	1.4313	292.718
2100	2092.192	90%	25.068	5.4923	1.4308	260.5019
2100	2091.423	100%	27.832	6.0955	1.4302	234.6384
2200	2194.15	50%	13.731	3.1551	1.4704	466.0346
2200	2193.434	60%	16.43	3.774	1.4699	389.4808
2200	2192.72	70%	19.129	4.3925	1.4694	334.5289
2200	2192.361	75%	20.479	4.7016	1.4692	312.4847
2200	2192.003	80%	21.828	5.0106	1.4689	293.1661
2200	2191.285	90%	24.537	5.6306	1.4685	260.8001
2200	2190.569	100%	27.233	6.2472	1.468	234.9832

Data simulasi piston modifikasi TCC -1 (piston case 3) bahan bakar solar

Pembebanan Piston TCC -1 Solar						
RPM	RPM Aktual	Beban	Torsi	BHP	FFR	SFOC
1600	1602.019	50%	15.873	2.663	1.1993	450.3538
1600	1600.875	60%	19.032	3.191	1.1984	375.6007
1600	1599.728	70%	22.191	3.718	1.1975	322.1309
1600	1599.155	75%	23.771	3.981	1.1971	300.7256
1600	1598.58	80%	25.35	4.244	1.1967	281.9877
1600	1597.431	90%	28.509	4.769	1.1958	250.741
1600	1596.28	100%	31.667	5.294	1.195	225.7363

1700	1700.618	50%	15.66	2.789	1.2521	448.9778
1700	1699.556	60%	18.769	3.34	1.2513	374.6051
1700	1698.491	70%	21.888	3.893	1.2505	315.4954
1700	1697.961	75%	23.438	4.167	1.2502	289.6129
1700	1697.428	80%	24.997	4.443	1.2498	265.7864
1700	1696.363	90%	28.106	4.993	1.249	231.6549
1700	1695.296	100%	31.22	5.542	1.2482	204.2469
1800	1799.282	50%	15.429	2.907	1.302	447.8529
1800	1798.295	60%	18.488	3.482	1.3013	373.7515
1800	1797.306	70%	21.547	4.055	1.3005	320.6903
1800	1796.811	75%	23.077	4.342	1.3002	299.435
1800	1796.316	80%	24.606	4.629	1.2998	280.8222
1800	1795.322	90%	27.675	5.203	1.2991	249.6806
1800	1794.33	100%	30.733	5.775	1.2984	224.8392
1900	1898.003	50%	15.181	3.017	1.3489	447.0558
1900	1897.083	60%	18.18	3.612	1.3482	373.3074
1900	1896.16	70%	21.189	4.207	1.3476	320.2941
1900	1895.699	75%	22.688	4.504	1.3473	299.1253
1900	1895.235	80%	24.198	4.802	1.3469	280.4653
1900	1894.311	90%	27.207	5.397	1.3463	249.4465
1900	1893.385	100%	30.208	5.99	1.3456	224.6604
2000	2038.895	50%	14.74	3.147	1.4104	448.1555
2000	2029.693	60%	17.69	3.76	1.4063	374.0162
2000	2020.447	70%	20.64	4.367	1.4021	321.0658
2000	2015.822	75%	22.11	4.667	1.4	299.9567
2000	2011.157	80%	23.59	4.968	1.3979	281.3574
2000	2001.825	90%	26.54	5.564	1.3936	250.4793
2000	1992.477	100%	29.484	6.152	1.3892	225.8259
2100	2095.612	50%	14.62	3.208	1.4334	446.7427
2100	2094.813	60%	17.499	3.839	1.4328	373.2459
2100	2094.01	70%	20.388	4.471	1.4323	320.3584
2100	2093.615	75%	21.828	4.786	1.432	299.2318
2100	2093.215	80%	23.267	5.1	1.4317	280.7192
2100	2092.407	90%	26.156	5.731	1.4312	249.7139
2100	2091.608	100%	29.037	6.36	1.4306	224.9399
2200	2194.467	50%	14.319	3.291	1.4708	446.9767

2200	2193.72	60%	17.138	3.937	1.4703	373.4563
2200	2192.971	70%	19.957	4.583	1.4698	320.7055
2200	2192.597	75%	21.366	4.906	1.4696	299.5497
2200	2192.222	80%	22.776	5.229	1.4693	281.0124
2200	2191.471	90%	25.595	5.874	1.4688	250.0626
2200	2190.723	100%	28.415	6.519	1.4683	225.2447

Data simulasi piston modifikasi TCC +1 (piston case 4) bahan bakar biodiesel B30

Piston Standard TCC +1 B30						
RPM	RPM Aktual	Beban	Torsi	BHP	FFR	SFOC
1600	1601.63	50%	15.25	2.558	1.198	468.341
1600	1600.533	60%	18.28	3.064	1.197	390.743
1600	1599.434	70%	21.31	3.569	1.197	335.204
1600	1598.882	75%	22.83	3.823	1.196	312.894
1600	1598.33	80%	24.35	4.076	1.196	293.368
1600	1597.227	90%	27.38	4.58	1.195	260.912
1600	1596.122	100%	30.41	5.084	1.194	234.883
1700	1700.259	50%	15.04	2.678	1.251	467.181
1700	1699.238	60%	18.03	3.208	1.25	389.727
1700	1698.216	70%	21.02	3.738	1.25	334.303
1700	1697.705	75%	22.51	4.002	1.249	312.179
1700	1697.195	80%	24	4.265	1.249	292.802
1700	1696.17	90%	26.99	4.793	1.248	260.37
1700	1695.144	100%	29.98	5.321	1.247	234.41
1800	1845.48	50%	14.69	2.839	1.324	466.21
1800	1835.333	60%	17.63	3.388	1.318	389.104
1800	1825.127	70%	20.57	3.931	1.313	334.016
1800	1820.001	75%	22.04	4.201	1.311	311.989
1800	1814.861	80%	23.51	4.468	1.308	292.725
1800	1804.535	90%	26.45	4.998	1.302	260.589
1800	1794.182	100%	29.39	5.522	1.297	234.903
1900	1897.708	50%	14.57	2.896	1.348	465.497
1900	1896.83	60%	17.45	3.466	1.347	388.696
1900	1895.947	70%	20.34	4.038	1.347	333.484

1900	1895.505	75%	21.78	4.323	1.346	311.442
1900	1895.066	80%	23.22	4.608	1.346	292.132
1900	1894.181	90%	26.11	5.179	1.345	259.805
1900	1893.297	100%	28.99	5.747	1.345	233.978
2000	1996.508	50%	14.3	2.991	1.392	465.365
2000	1995.684	60%	17.13	3.581	1.391	388.528
2000	1994.862	70%	19.96	4.17	1.391	333.469
2000	1994.451	75%	21.37	4.464	1.39	311.477
2000	1994.037	80%	22.79	4.759	1.39	292.078
2000	1993.212	90%	25.62	5.348	1.39	259.827
2000	1992.388	100%	28.44	5.935	1.389	234.039
2100	2095.351	50%	14.02	3.077	1.432	465.588
2100	2094.583	60%	16.79	3.683	1.432	388.804
2100	2093.814	70%	19.56	4.289	1.431	333.76
2100	2093.43	75%	20.94	4.59	1.431	311.771
2100	2093.046	80%	22.32	4.892	1.431	292.5
2100	2092.275	90%	25.09	5.497	1.43	260.215
2100	2091.507	100%	27.85	6.1	1.43	234.383
2200	2194.246	50%	13.74	3.157	1.47	465.586
2200	2193.532	60%	16.44	3.776	1.469	389.144
2200	2192.812	70%	19.15	4.397	1.469	334.089
2200	2192.454	75%	20.5	4.706	1.469	312.094
2200	2192.096	80%	21.85	5.015	1.468	292.815
2200	2191.383	90%	24.55	5.633	1.468	260.618
2200	2190.663	100%	27.25	6.252	1.468	234.727

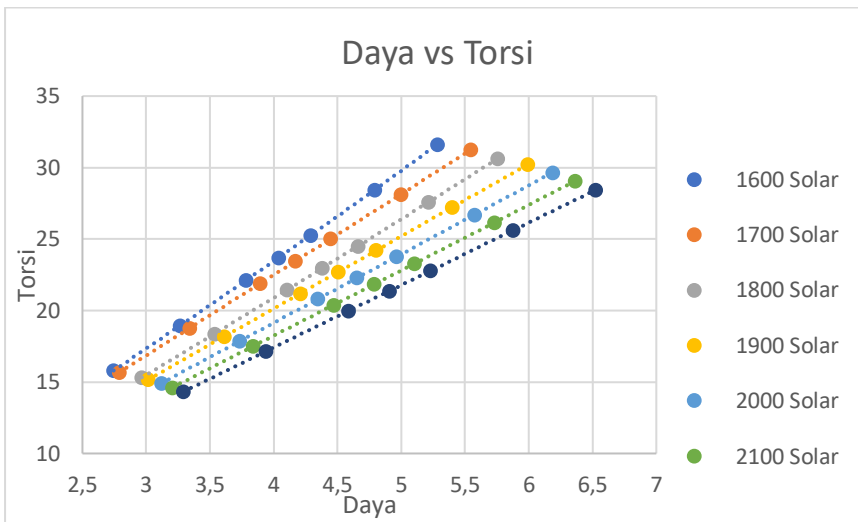
Data simulasi piston modifikasi TCC +1 (piston case 4) bahan bakar solar

Piston Standard TCC +1 Solar						
RPM	RPM Aktual	Beban	Torsi	BHP	FFR	SFOC
1600	1602.12	50%	15.892	2.666	1.199	449.648
1600	1600.977	60%	19.051	3.194	1.198	375.088
1600	1599.831	70%	22.211	3.721	1.197	321.737
1600	1599.258	75%	23.79	3.984	1.197	300.376
1600	1598.681	80%	25.38	4.249	1.196	281.563

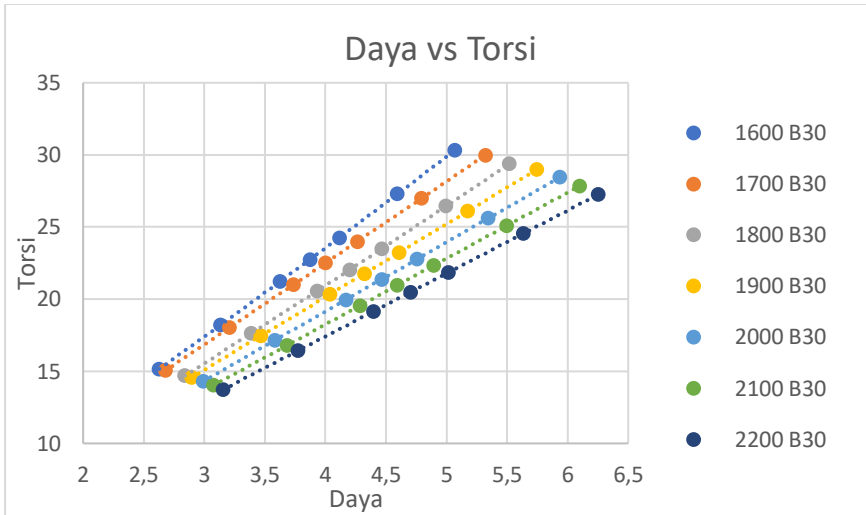
1600	1597.533	90%	28.539	4.774	1.195	250.395
1600	1596.383	100%	31.697	5.299	1.195	225.448
1700	1700.716	50%	15.679	2.792	1.252	448.259
1700	1699.654	60%	18.788	3.344	1.251	374.081
1700	1698.588	70%	21.907	3.897	1.25	320.821
1700	1698.058	75%	23.457	4.171	1.25	299.628
1700	1697.524	80%	25.016	4.447	1.249	280.949
1700	1696.456	90%	28.135	4.998	1.249	249.803
1700	1695.388	100%	31.247	5.548	1.248	224.93
1800	1847.849	50%	15.32	2.965	1.325	446.966
1800	1837.265	60%	18.39	3.538	1.32	372.979
1800	1826.649	70%	21.45	4.103	1.314	320.312
1800	1821.317	75%	22.98	4.383	1.312	299.231
1800	1815.936	80%	24.52	4.663	1.309	280.667
1800	1805.194	90%	27.58	5.214	1.303	249.948
1800	1794.402	100%	30.646	5.759	1.297	225.303
1900	1943.289	50%	15.05	3.063	1.369	446.989
1900	1933.428	60%	18.06	3.657	1.364	373.081
1900	1923.551	70%	21.06	4.242	1.359	320.454
1900	1918.56	75%	22.57	4.535	1.357	299.25
1900	1913.588	80%	24.07	4.823	1.355	280.831
1900	1903.572	90%	27.08	5.398	1.35	250.017
1900	1893.495	100%	30.092	5.967	1.345	225.365
2000	1996.883	50%	14.913	3.119	1.392	446.463
2000	1996.022	60%	17.872	3.736	1.392	372.545
2000	1995.163	70%	20.821	4.35	1.391	319.78
2000	1994.735	75%	22.291	4.656	1.391	298.699
2000	1994.303	80%	23.77	4.964	1.391	280.107
2000	1993.443	90%	26.719	5.578	1.39	249.192
2000	1992.582	100%	29.666	6.19	1.389	224.435
2100	2095.704	50%	14.629	3.21	1.433	446.318
2100	2094.905	60%	17.508	3.841	1.432	372.926
2100	2094.103	70%	20.397	4.473	1.432	320.105
2100	2093.7	75%	21.846	4.79	1.432	298.867
2100	2093.3	80%	23.286	5.104	1.431	280.391
2100	2092.497	90%	26.175	5.736	1.431	249.444

2100	2091.695	100%	29.057	6.365	1.43	224.697
2200	2194.573	50%	14.327	3.293	1.47	446.568
2200	2193.826	60%	17.146	3.939	1.47	373.149
2200	2193.076	70%	19.975	4.587	1.469	320.303
2200	2192.702	75%	21.384	4.91	1.469	299.192
2200	2192.328	80%	22.794	5.233	1.469	280.691
2200	2191.579	90%	25.613	5.878	1.468	249.799
2200	2190.83	100%	28.435	6.524	1.468	225.006

Grafik Daya vs Torsi Perbandingan Bahan Bakar Biodiesel B30 dan Solar pada Piston Standard Mesin Yanmar TF85MH (piston case 1)

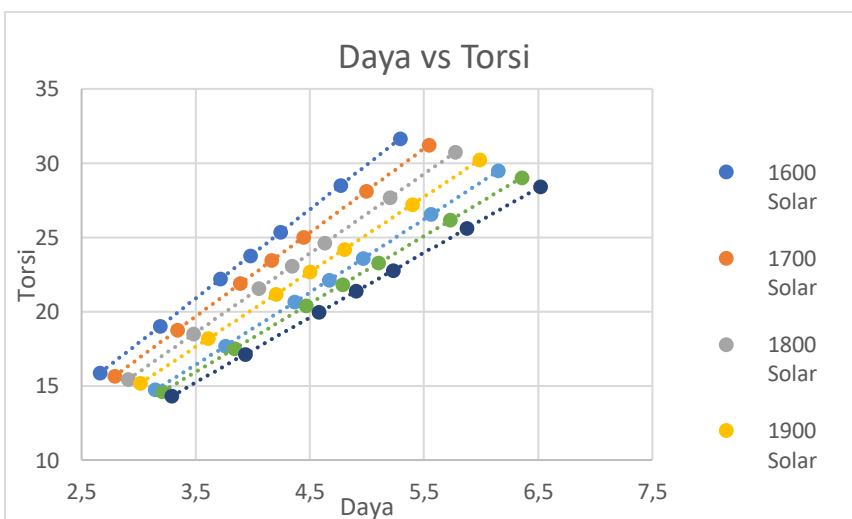


Grafik Daya vs Torsi pada Piston Standard Mesin Yanmar TF85MH dengan Bahan Bakar Solar

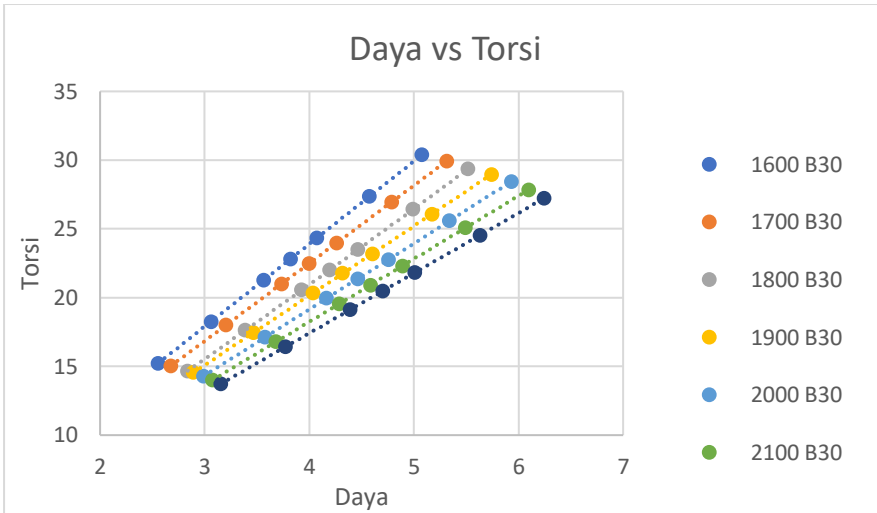


Grafik Daya vs Torsi pada Piston Standard Mesin Yanmar TF85MH dengan Bahan Bakar Biodiesel B30

Grafik Daya vs Torsi Perbandingan Bahan Bakar Biodiesel B30 dan Solar pada Piston Modifikasi TCC -1 (piston case 3)

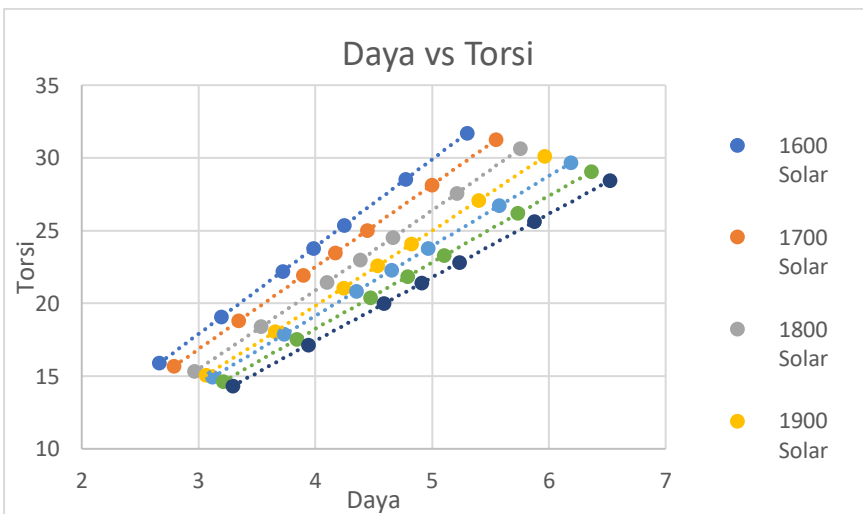


Grafik Daya vs Torsi pada Piston Modifikasi TCC -1 (Piston Case 3) dengan Bahan Bakar Solar

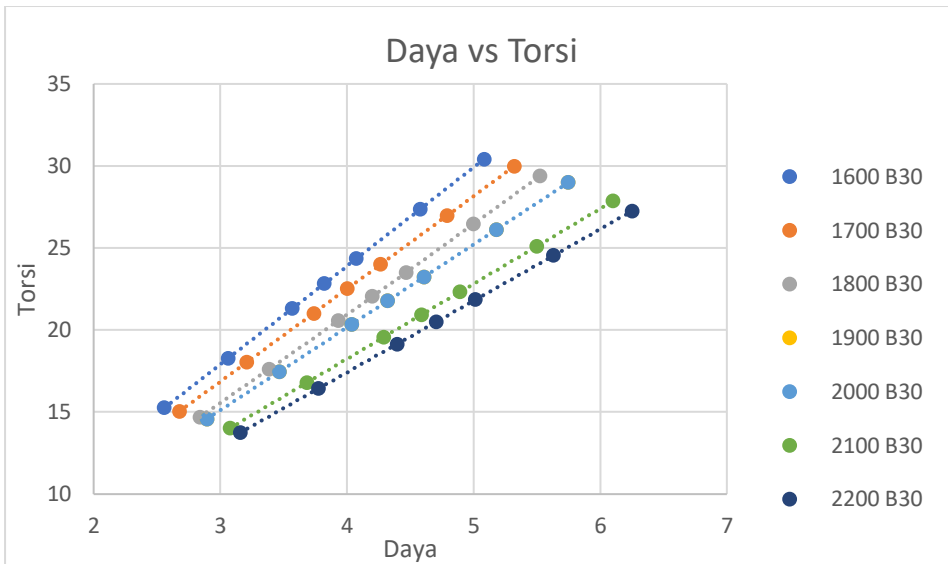


Grafik Daya vs Torsi pada Piston Modifikasi TCC -1 (Piston Case 3) dengan Bahan Bakar Biodiesel B30

Grafik Daya vs Torsi Perbandingan Bahan Bakar Biodiesel B30 dan Solar pada Piston Modifikasi TCC +1 (piston case 4)



Grafik Daya vs Torsi pada Piston Modifikasi TCC +1 (Piston Case 4) dengan Bahan Bakar Solar



Grafik Daya vs Torsi pada Piston Modifikasi TCC +1 (Piston Case 4) dengan Bahan Bakar Biodiesel B30

BIODATA PENULIS



Viorel Herniza Leksono, dilahirkan di Jakarta, pada tanggal 21 Desember 1998. Penulis menempuh jenjang pendidikan formal di SDN Cipinang Melayu 03 Pagi Jakarta, SMPN 252 Jakarta, dilanjutkan dengan SMAN 81 Jakarta. Setelah menamatkan pendidikan di SMA pada tahun 2016, penulis melanjutkan Pendidikan Program S1 di Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya pada tahun 2016 dan terdaftar dengan Nomor Registrasi Pokok 04211640000118. Selama masa studi, penulis aktif dalam berbagai kegiatan kepanitiaan maupun keorganisasian, seperti menjadi Staf Departemen Hubungan Luar HIMASISKAL FTK ITS 2017/2018, Staf Competition Development Department SPE ITS SC 2017/2018, Sub-Coordinator Liaison Officer of Paper Competition PETROLIDA 2018 dan Sekretaris Marine Icon 2019. Pengalaman Kerja Praktek yang pernah ditempuh penulis antara lain di PT. Daya Radar Utama Jakarta dan SKK Migas. Pada tahun keempat berkuliah, penulis mengambil konsentrasi Tugas Akhir di bidang studi *Marine Power Plant* (MPP).