

**ANALISIS PERBANDINGAN PENGGUNAAN BAHAN BAKAR
DEXLITE DAN BIODIESEL B20 TERHADAP PERFORMANSI
ENGINE DOOSAN MODEL DE 12 TIA
SKRIPSI**

**Skripsi
Untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Teknik pada Program Studi Mesin
Fakultas Teknologi Industri**



Diajukan Oleh:

**BACHRANI
157022403**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS BALIKPAPAN
BALIKPAPAN
Tahun 2019**

SKRIPSI

**ANALISIS PERBANDINGAN PENGGUNAAN BAHAN BAKAR DEXLITE
DAN BIODIESEL B20 TERHADAP PERFORMANSI ENGINE DOOSAN
MODEL DE 12 TIA**

Dipersiapkan dan disusun oleh

BACHRANI

157022403

Telah dipertahankan di depan dewan penguji

Pada tanggal :

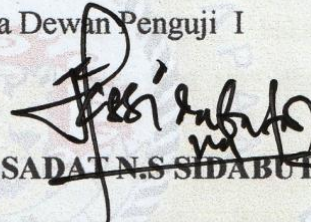
Susunan Dewan Penguji

Pembimbing I



MARSIUS FERDNIAN, S.T., MS.

Anggota Dewan Penguji I



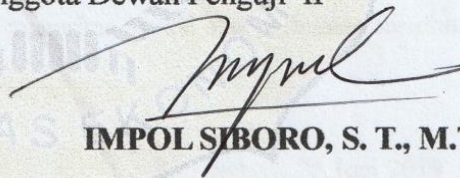
SADAT N.S. SIDABUTAR, ST., M.T.

Pembimbing II



AKHMAD NURDIN, S.T., M.T.

Anggota Dewan Penguji II

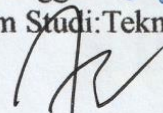


IMPOL SIBORO, S. T., M.T.

Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
Untuk memperoleh gelar Sarjana

Tanggal : 30 AUG 2019

Ketua Program Studi: Teknik Mesin



SUHERNA, S.Si., M.T.

NIK. 013 003 022



Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknologi Industri

Dr. Ir. M. Isradi Zainal, MT., MH., M.M., DESS-CAAE., A. Eng., IPU

NIK. 015 007 017

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama :BACHRANI

NIM :157022403

Program Studi :TEKNIK MESIN

Fakultas :TEKNOLOGI INDUSTRI

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi/tugas akhir yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan tulisan atau pikiran orang lain yang saya aku sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri.

Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi/tugas akhir ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Balikpapan, 25 Juni 2019

Yang membuat pernyataan,



Bachrani

:::

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan barokahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Analisis perbandingan penggunaan bahan bakar Dexlite dengan Biodiesel B20 terhadap performansi *engine* Dossan Model DE 12 TIA”. Laporan skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Balikpapan.

Dalam melakukan penelitian dan penyusunan laporan skripsi ini Penulis telah mendapatkan banyak dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Penulis mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada:

1. Dr.Ir.Isradi Zainal, M.T., M.H., M.M., CAAE., IPM., A.Eng. Selaku Dekan Program Studi Teknik Mesin Universitas Balikpapan yang telah menerima skripsi ini sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana.
2. Suherna, S.Si., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Balikpapan yang memberikan izin kepada Penulis untuk belajar.
3. Marsius Ferdnian, S.T., MS, selaku dosen pembimbing I, dan Akhmad Nurdin, ST., M.T., selaku dosen pembimbing II, yang telah dengan penuh kesabaran dan ketulusan memberikan ilmu dan bimbingan terbaik kepada Penulis.
4. Para Dosen Program Studi Teknik Mesin Universitas Balikpapan yang telah memberikan bekal ilmu kepada Penulis.
5. Kedua orang tua Suriah dan Yusran yang telah memberikan doa, nasehat, masukan yang membangun, serta dukungan, baik moril maupun materil.
6. Buat mas Adit selaku Rekan kerja yang selalu berusaha memberikan semangat, waktu, saran, masukan dan bantuan dalam menyelesaikan skripsi ini.

7. Buat Pak Tri selaku *Head Service* PT Kobexindo yang memberi izin untuk menggunakan *Dynotest* dan selalu memberikan masukan positif, motivasi, dukungan, doa, dan bantuan dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa laporan skripsi ini masih jauh dari sempurna, untuk itu semua jenis saran, kritik dan masukan yang bersifat membangun sangat Penulis harapkan. Akhir kata, Semoga tulisan ini dapat memberikan manfaat dan memberikan wawasan tambahan bagi para pembaca dan khususnya bagi Penulis sendiri.

Balikpapan 12 Juni 2019

Bachrani

ABSTRAK

Bachrani, 157022403, “Analisis Perbandingan Penggunaan Bahan Bakar Dexlite Dan Biodiesel B20 Terhadap Performansi *engine* Doosan model DE 12 TIA”. Dosen Pembimbing Marsius Ferdnian, S.T., MS Dan Akhmad Nurdin, S.T., M.T.

Bahan bakar Diesel merupakan isu yang telah lama muncul yaitu cadangan minyak bumi yang terbatas sementara pertambahan jumlah penduduk dan meningkatnya kebutuhan sarana transportasi dan aktivitas *industry*. Sehingga kebutuhan akan bahan bakar cair juga akan meningkat. Hal ini yang mendorong kita untuk mengembangkan energi alternatif. Biodiesel merupakan jenis bahan bakar alternatif yang dapat diperbaharui dan ramah lingkungan. Pengembangan *biofuels* sangat mutlak diperlukan sebagai pengganti bahan bakar yang berasal dari minyak bumi yang keberadaannya semakin lama semakin menipis. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk menganalisis perbandingan penggunaan bahan bakar Biodiesel B20 dan minyak Dexlite terhadap performansi *engine* Doosan Model DE 12 TIA.

Penelitian dilakukan di PT. Kobexindo Tractors Tbk. Objek penelitian adalah *Engine* Doosan model DE12 TIA. Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah putaran *engine* 2201, 2199, 2107, 2106, 2104, 2101, 2007, 2010, 2013, 2000, 1983, 1854, 1894, 1735, 1718, 1712, 1703, 1447, 1400 dan 1341 rpm. Variabel bebasnya adalah bahan Dexlite dan Biodiesel B20. Variabel terikatnya adalah torsi (ft-lbs) dan daya (Hp) *engine*. Peralatan uji performansi yaitu dynamometer (*dynotest*) tipe PTX Dynamometer *Systems* 50x02.

Data hasil pengujian dengan menggunakan alat Dynamometer yang dihasilkan pada setiap putaran *engine* (rpm), diperoleh nilai Daya *engine* Diesel Doosan DE 12 TIA berbahan bakar dexlite adalah 306 Hp pada 2000 rpm, dan nilai Torsi sebesar 968 pada 1400 rpms, sedangkan nilai Daya *engine* berbahan bakar Biodiesel B20 adalah 304 pada 2000 rpm, nilai Torsi sebesar 950 pada 1400 rpm, dengan demikian performansi *engine* berbahan bakar Dexlite dan Biodiesel B20 masuk *range* standar *engine* Diesel Doosan DE 12 TIA , artinya *engine ready for operation*.

Kata kunci: Bahan bakar, pengujian *dynotest*, performansi *engine*.

DAFTAR ISI

SKRIPSI	ii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN	Error! Bookmark not defined.
PRAKATA	iv
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	1
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Manfaat Penelitian	2
1.6 Sistematika Penulisan	2
TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Penelitian Terdahulu	4
2.2 Landasan Teori	5
2.2.1 Pengertian bahan bakar	5
2.2.2 Jenis-jenis bahan bakar	5
2.2.2.1 Berdasarkan bentuk dan wujudnya	5
2.2.2.2. Berdasarkan materinya	6
2.2.3 Perbedaan karakteristik Biodiesel B20 dan dibanding Dexlite	7
2.2.4 Manfaat penggunaan Biodiesel B20	8
2.2.5 Pengertian dan Jenis <i>engine</i>	8
2.2.6 Mesin Diesel	10
2.2.6.1. Prinsip kerja mesin diesel	10
2.2.6.2 Jenis mesin Diesel	10
2.2.6.3 Kelebihan dan kekurangan mesin diesel dibanding mesin bensin	14

2.2.6.4 Siklus Diesel	15
2.2.6.5 Proses pembakaran pada mesin Diesel	16
2.2.7 Menghitung torsi dan daya mesin	19
2.2.8 <i>Engine</i> Doosan Model DE 12 TIA	19
2.2.8.1. Sejarah Singkat <i>Engine</i> Diesel	19
2.2.8.2 Spesifikasi <i>Engine</i> Doosan Model DE 12 TIA	20
2.8.2 Prinsip Kerja Sistem Bahan Bakar <i>Engine</i> Doosan	22
BAB III METODE PENELITIAN	24
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	24
3.2 Objek Penelitian	24
3.3 Teknik Pengumpulan Data	26
3.4 Alat dan Bahan	27
3.5 Prosedur Penelitian	29
3.6 Variabel Penelitian	30
3.7 Diagram Alir Penelitian	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	33
4.1 Data Penelitian	33
4.2 Hasil Penelitian	33
4.3 Hasil Pembahasan	35
4.3.1. Perbandingan torsi <i>engine</i>	35
4.3.2 Perbandingan Daya <i>Engine</i>	37
4.3.2 Pengaruh Pembebanan Pada <i>Dynotest</i>	41
BAB V PENUTUP	42
5.1 Kesimpulan	42
5.2 Saran	45
DAFTAR PUSTAKA	46
Lampiran	45

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Klasifikasi motor bakar	9
Gambar 2.2	Mesin Diesel 2 langkah	11
Gambar 2.3	Mesin Diesel 4 langkah	12
Gambar 2.4	Diagram P-V siklus Diesel	15
Gambar 2.5	Grafik proses pembakaran	16
Gambar 2.6	Proses pembakaran tunda	17
Gambar 2.7	Proses perambatan api	17
Gambar 2.8	Proses pembakaran langsung	18
Gambar 2.9	Proses pembakaran lanjut	18
Gambar 2.10	<i>Engine</i> Doosan Model DE 12 TIA	20
Gambar 2.11	Sistem bahan bakar <i>engine</i> Doosan Model DE 12 TIA	21
Gambar 2.12	Prinsip kerja bahan bakar	23
Gambar 3.1	PT Kobexindo	24
Gambar 3.2	Objek penelitian	24
Gambar 3.3	Bahan bakar Dexlite dan Biodiesel	25
Gambar 3.4	<i>Power test</i> dynamometer	27
Gambar 3.5	<i>Instrument</i> yang dipasang pada <i>engine</i> Doosan	28
Gambar 3.6	Kondisi <i>engine</i> sebelum di operasikan	29
Gambar 3.7	<i>Istrument</i> sensor	30
Gambar 3.8	Diagram alir	32
Gambar 4.1	Grafik perbandingan putaran mesin dan torsi mesin	36
Gambar 4.2	Grafik perbandingan putaran mesin dan daya mesin	36
Gambar 4.3	Diagram batang Torsi maksimum	39
Gambar 4.4	Diagram batang Daya maksimum	40

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbedaan karakteristik Dexlite dan Biodiesel B20	7
Tabel 2.2 Spesifikasi keda tipe mesin	21
Tabel 3.1 Hasil <i>test</i> laboratorium untuk Dexlite dan Biodiesel B20	26
Tabel 4.1 Hasil <i>dynotest</i> performansi <i>engine</i> bahan bakar Dexlite	33
Tabel 4.2 Hasil <i>dynotest</i> performansi <i>engine</i> bahan bakar Biodiesel B20	34
Tabel 4.3 Perbandingan putaran.mesin dan torsi mesin	35
Tabel 4.4 Perbandingan putaran mesin dan daya mesin	38

ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

T = Torsi mesin (Nm)

F = Gaya sentrifugal dari benda yang berputar (N)

l = Jarak benda ke pusat rotasi (m)

T = Torsi mesin (Nm)

n = Putaran motor (rpm)

CIE = *Compression ignition engine*

CNG=*Compressed Natural Gas* dan

LPG=*Liquid Petroleum Gas (LPG)*.

CNG=*Compressed Natural Gas (CNG)*

LPG=*Liquid Petroleum Gas (LPG)*

TMB=Titik Mati Bawah (TMB)

TMA= Titik Mati Atas

EMS = *Engine Management System*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Bahan bakar Diesel merupakan isu yang telah lama muncul yaitu Cadangan minyak bumi yang terbatas, akan tetapi sampai saat ini penggunaan mesin Diesel tetap menjadi idola dalam dunia transportasi maupun dunia *industry*. Pada motor pembakaran dalam, bahan bakar yang dipergunakan salah satunya adalah bahan bakar minyak. Bahan bakar minyak adalah suatu senyawa organik yang dibutuhkan dalam suatu pembakaran dengan tujuan untuk mendapatkan energi atau tenaga. Minyak bumi sebagai sumber bahan bakar utama memegang peran yang sangat penting. Cadangan minyak bumi yang terbatas sementara pertambahan jumlah penduduk dan meningkatnya kebutuhan sarana transportasi dan aktivitas *industry*. Sehingga kebutuhan akan bahan bakar cair juga akan meningkat. Hal ini yang mendorong kita untuk mengembangkan energi alternatif. Biodiesel merupakan jenis bahan bakar alternatif yang dapat diperbaharui dan ramah lingkungan. Bahan bakar ini terbuat dari minyak nabati yang kemudian diubah menjadi campuran bahan bakar pada minyak solar. Tingkat aktifitas kegiatan di sektor pertambangan yang semakin tinggi dan jumlah unit alat berat yang semakin banyak, tentu saja penggunaan bahan bakar fosil jenis solar ini sangatlah dibatasi. Dengan adanya program pemerintah akan penghematan terhadap pemakaian bahan bakar fosil jenis solar akan diganti dengan menggunakan Biodiesel B20. Berdasarkan latar belakang maka kami mengangkat judul analisis perbandingan penggunaan bahan bakar Dexlite dan Biodiesel B20 terhadap performansi *engine* Doosan Model DE 12 TIA.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah “Perbandingan penggunaan bahan bakar Dexlite dan Biodiesel B20 terhadap performansi *engine* Doosan Model DE 12 TIA?”

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yaitu agar dapat memahami dan menganalisa perbandingan penggunaan bahan bakar Dexlite dan Biodiesel B20 terhadap performansi *engine* Doosan Model DE 12 TIA.

1.4 Batasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah di atas, penulis merumuskan batasan masalah dalam penulisan ini pada:

1. Pada penelitian ini akan dilakukan pengujian performansi untuk mengetahui besar nilai torsi serta daya output *engine* maksimal pada *range* putaran 1300 rpm 2245 rpm dan tidak meliputi perhitungan efisiensi biaya.
2. Jenis mesin yang akan dijadikan objek penelitian adalah *engine* Doosan Model DE 12 TIA (*re-build engine*).
3. Mengingat keterbatasan alat maka pada penelitian ini nilai putaran dapat di kunci pada nilai yang di tentukan.
4. Sistem dynamometer di PT Kobexindo yang di *lock* adalah rpm.
5. Jenis bahan bakar yang digunakan adalah Dexlite dan Biodiesel B20.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini antara lain:

1. Dapat mengetahui perbedaan hasil performansi *engine* saat menggunakan bahan bakar Dexlite dan bahan bakar Biodiesel.
2. Dapat mempertimbangkan konversi bahan bakar solar ke bahan bakar Biodiesel B20 di masa yang akan datang dilihat dari berbagai aspek.

1.6 Sistematika Penulisan

Hasil penelitian ini, selanjutnya disusun dengan sistematika penulisan sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Berisikan latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan di dalam penelitian yang dilakukan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Berisi tentang Penelitian yang Relevan, landasan teori, hipotesis/ Pertanyaan Penelitian (*Optional*) yang berhubungan dengan penelitian yang akan dilakukan.

BAB III METODE PENELITIAN

Berisi tentang waktu dan tempat penelitian, Objek Penelitian, teknik Pengumpulan data, alat dan bahan, prosedur Penelitian, variabel penelitian dan diagram alir Penelitian, langkah-langkah ini harus disesuaikan dengan fokus permasalahan penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini menyajikan hasil-hasil yang diperoleh dan cara pencapaiannya. Uraian harus komprehensif namun tetap ringkas dan padu. Pembahasan hasil penelitian meliputi kelebihan dan kekurangan, termasuk pengujian.

BAB V PENUTUP

Bagian ini berisi kesimpulan dan saran. kesimpulan merupakan rangkuman hasil yang dicapai dan merupakan jawaban rumusan masalah, sedangkan saran Bagian ini menguraikan saran-saran yang perlu diperhatikan berdasarkan keterbatasan yang ditemukan dan asumsi yang dibuat, termasuk saran untuk pengembangan lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Dalam tugas akhir ini, Penulis memaparkan beberapa sumber yang relevan dalam pembuatan skripsi. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Agus Waluyo, Puji saksono, Gunawan Fakultas Teknologi Industri Universitas Balikpapan Tahun 2016 dengan judul: ANALISIS PERBANDINGAN PENGGUNAAN BAHAN BAKAR SOLAR DAN BIODIESEL B20 TERHADAP PERFORMANSI ENGINE VOLVO D9B 380. Hasil pengujian dengan menggunakan bahan bakar Biodiesel B20 didapatkan nilai torsi maksimum sebesar 1608 Nm pada putaran *engine* 1474 rpm, Sedangkan minyak solar sebesar 1624 Nm pada putaran *engine* 1500 rpm. mengalami penurunan Torsi sebesar 0,985 % dan Daya sebesar 2,256%.(sumber: Agus Waluyo, 2016, analisis perbandingan bahan bakar solar dan biodiesel B20 terhadap performansi *Engine* Volvo D9B 380).

Arditha Hendriarto dkk , yang menganalisa performansi *engine* dengan menggunakan bahan bakar biodiesel B20 dari tanaman jarak, dari kesimpulan penelitian tersebut mendapatkan nilai daya maksimal sebesar 1432,82 HP pada putaran *engine* 1901 rpm dan nilai torsi maksimal sebesar 4929,3 lb.ft pada putaran *engine* 1301 rpm.(sumber: Ardhita Hendriarto. “Analisa Perbandingan Penggunaan Bahan Bakar Solar Dengan Biodiesel B10 Terhadap Performansi *Engine* Cummins).

Penelitian lain ialah Isalmi Aziz , yang melakukan uji *performance* mesin diesel menggunakan biodiesel dari minyak goreng bekas kesimpulan pada hasil penelitian tersebut bahwa biodiesel B20 dan B40 mampu memberikan kinerja yang baik untuk digunakan sebagai bahan bakar mesin diesel dan emisi gas yang dihasilkan lebih kecil dibandingkan emisi solar.(sumber:Isalmi Aziz.“Uji *Performance* Mesin Diesel Menggunakan Biodiesel Dari Minyak Goreng Bekas.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Pengertian bahan bakar

Bahan bakar adalah bahan yang apabila dibakar dapat meneruskan proses pembakaran tersebut dengan sendirinya, disertai dengan pengeluaran kalor. Setiap bahan bakar memiliki karakteristik dan nilai pembakaran yang berbeda-beda. Karakteristik inilah yang menentukan sifat-sifat dalam proses pembakaran, dimana sifat yang kurang menguntungkan dapat disempurnakan dengan jalan menambah bahan-bahan kimia ke dalam bahan bakar tersebut, dengan harapan akan mempengaruhi daya *anti knocking* atau daya letup dari bahan bakar dan dalam hal ini menunjukkan apa yang dinamakan dengan bilangan oktan (*octane number*). Proses pembakaran bahan bakar dalam motor bensin atau mesin Diesel sangat dipengaruhi oleh bilangan setana (*cetane number*).

Adapun tujuan dari pembakaran bahan bakar adalah untuk memperoleh energi yang disebut dengan energi panas (*heat energy*). Hasil pembakaran bahan bakar yang berupa energi panas dapat dibentuk menjadi energi lain, misalnya: energi untuk penerangan, energi mekanis dan sebagainya. Dengan demikian setiap hasil pembakaran bahan bakar akan didapatkan suatu bentuk energi lain yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan. Sisa-sisa hasil dari pembakaran dalam bahan bakar harus diperhatikan, sisa dari hasil pembakaran yang kurang sempurna akan dapat- berpengaruh negatif terhadap lingkungan. Sisa pembakaran ini akan mengandung gas-gas beracun yang akan mengotori lingkungan.

2.2.2 Jenis-jenis bahan bakar

2.2.2.1 Berdasarkan bentuk dan wujudnya

Berdasarkan bentuk dan wujudnya dapat dibagi menjadi 3 (tiga), yaitu:

1. Bahan Bakar Padat

Bahan bakar padat merupakan bahan bakar yang berbentuk padat dan kebanyakan menjadi sumber energi panas. Misalnya kayu dan batubara. Energi

panas yang dihasilkan bisa digunakan untuk memanaskan air menjadi uap untuk menggerakkan peralatan-peralatan dan menyediakan energi.

2. Bahan Bakar Cair

Bahan bakar cair adalah bahan bakar yang strukturnya tidak rapat jika dibandingkan dengan bahan bakar padat molekulnya dapat bergerak bebas. Bensin atau *gasoline* atau premium, minyak solar, minyak tanah, Dexlite adalah contoh bahan bakar cair. Bahan bakar cair yang biasa dipakai dalam industri, transportasi maupun rumah tangga adalah fraksi minyak bumi. Minyak bumi adalah campuran berbagai hidrokarbon yang termasuk dalam kelompok senyawa parafin, naphtena, olefin, dan aromatik. Kelompok senyawa ini berbeda dari yang lain dalam kandungan hidrogennya. Minyak mentah jika disuling akan menghasilkan beberapa macam fraksi, seperti bensin atau premium, kerosen atau minyak tanah, minyak solar, minyak bakar dan lain-lain. Setiap minyak petroleum mentah mengandung keempat kelompok senyawa tersebut, tetapi perbandingannya berbeda.

3. Bahan Bakar Gas

Bahan bakar gas ada dua jenis yakni *Compressed Natural Gas (CNG)* dan *Liquid Petroleum Gas (LPG)*. *Compressed Natural Gas (CNG)* pada dasarnya terdiri dari metana sedangkan *Liquid Petroleum Gas (LPG)* adalah campuran dari propana, butana dan bahan kimia lainnya. *Liquid Petroleum Gas (LPG)* yang digunakan untuk kompor rumah tangga sama bahannya dengan bahan bakar gas yang biasa digunakan untuk sebagian kendaraan bermotor.

2.2.2.2. Berdasarkan materinya

Berdasarkan materinya bahan bakar dibagi menjadi 2 (dua), antara lain:

1. Bahan Bakar Tidak Berkelanjutan

Bahan bakar tidak berkelanjutan bersumber pada materi yang diambil dari alam dan bersifat konsumtif, sehingga hanya bisa sekali dipergunakan dan bisa habis keberadaannya di alam. Misalnya bahan bakar berbasis karbon seperti produk-produk olahan minyak bumi.

2. Bahan Bakar Berkelanjutan

Bahan bakar berkelanjutan bersumber pada materi yang masih bisa digunakan lagi dan tidak akan habis keberadaannya di alam. Misalnya tenaga matahari, udara serta air.

2.2.3 Perbedaan karakteristik Biodiesel B20 dan dibanding Dexlite

Tabel 2.1 Perbedaan karakteristik biodiesel B20 dan Dexlite

Parameter	Standard	Solar	B15	B20
Density at 40 °C. Kg/m ³	815-870	815	845	846
Kinematic Viscosity at 40 °C, CSt	2.0-5.0	2.0	2,614	2,702
Flash Point, °C	60	60	98	108
Cetana Number	48	48	51.4	54,3
Color ASTM	3.0 maks	3.0	1.0	1.0
Sulphur Content mg/kg	0,350	0,079-0,289	0,062-0,263	0,263

Sumber : Ganduglia "Handbook of Biofuels"

No.	Parameter	Unit	Dexlite	
			Standard	Lab Test
1	Viscosity	mm ² /s (cSt)	2,0 – 4,5	3,45
2	Flash Point	°C, minimum	52	70
3	Cetane Number	minimum	48	51
4	Acid Value	mg-KOH/g, maximum	0,6	0,45
5	Oxidation Stability	minute, minimum	-	> 200 hours
6	Sulphur Content	mg/kg, maximum	0,350	0,263

Sumber : <https://www.gridoto.com>

Terlihat dari tabel di atas bahwa kandungan Dexlite masih memenuhi

spesifikasi yang ditetapkan oleh pemerintah. Bahkan karakteristik penting bahan bakar mesin diesel yaitu *cetane number* meningkat sehingga pembakaran lebih sempurna dan *flash point*-nya juga semakin tinggi sehingga *safety* pada saat penanganan bahan bakar akan lebih baik. Juga dalam mengurangi emisi SO_x akan banyak terbantu dengan menggunakan Dexlite karena kandungannya sulfur campuran Dexlite akan turun.

Kandungan pada Biodiesel B20 masih memenuhi standar atau spesifikasi dari bahan bakar solar yang sudah ditetapkan oleh pemerintah. Dilihat dari parameter tabel juga *cetane number* dari setiap bahan bakar semakin meningkat sehingga pembakaran bisa dikatakan sempurna dan *flash point* pada bahan bakar tersebut semakin tinggi. Dalam emisi gas buang yaitu kandungan SO_x pada bahan bakar biodiesel lebih rendah dari bahan bakar solar sehingga mengurangi rusaknya lingkungan sekitar dan membantu lapisan ozon pada atmosfer.

2.2.4 Manfaat penggunaan Biodiesel B20

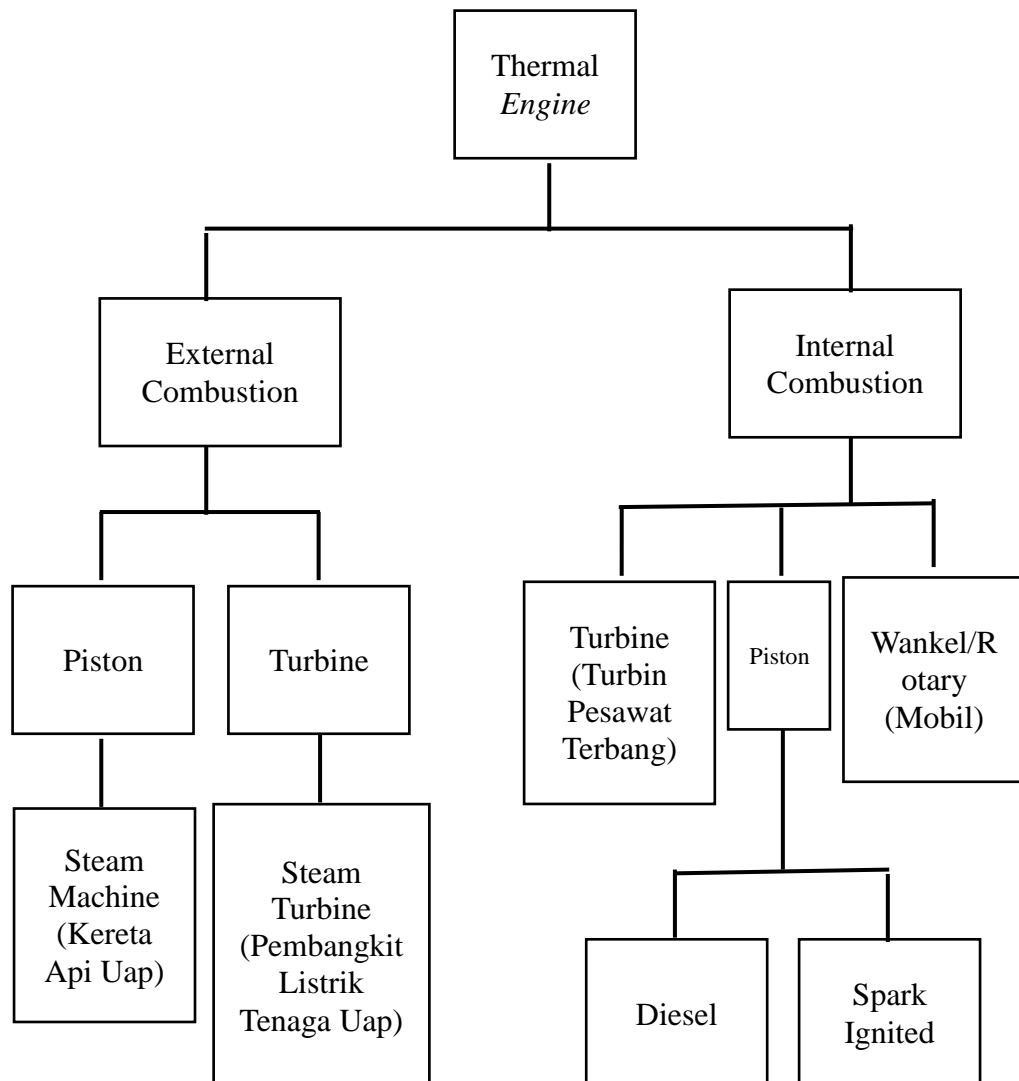
Manfaat pertama yang diperoleh dengan adanya konversi bahan bakar Dexlite ke bahan bakar Biodiesel B20 ini adalah berkurangnya tingkat konsumsi solar dalam negeri.

Sebagai salah satu energi alternatif, Biodiesel merupakan senyawa ester yang bersifat melarutkan. Pemanfaatan Biodiesel justru dapat membersihkan kerak dan kotoran yang tertinggal pada mesin, saluran bahan bakar dan tangki. Inilah yang menjadikan *filter* jadi cepat kotor di awal penggunaan B20. Setelah dibersihkan atau diganti, tidak akan ada masalah lagi. Mesin tidak akan rusak atau korosi.

2.2.5 Pengertian dan Jenis *engine*

Engine merupakan suatu alat yang merubah sumber energi seperti energi kimia, panas, listrik, udara, air, dll menjadi tenaga gerak. Motor bakar (*thermal engine*) juga merupakan salah satu macam dari jenis *engine*. Motor bakar adalah suatu mesin yang merubah energi kimia (bahan bakar) menjadi energi panas (melalui proses pembakaran), yang kemudian energi panas ini dirubah menjadi

tenaga gerak atau mekanik. Motor bakar dapat diklasifikasikan menjadi 2 (dua) kategori seperti ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 2.1 Klasifikasi motor bakar

1. Motor Pembakaran Dalam (*Internal Combustion Engine*)

Motor pembakaran dalam adalah mesin yang memanfaatkan fluida kerja/gas panas hasil pembakaran dimana antara medium yang memanfaatkan gas panas hasil pembakaran dengan fluida kerjanya tidak dipisahkan oleh dinding pemisah. Atau dapat pula dikatakan definisi dari motor pembakaran dalam adalah suatu motor yang dalam merubah tenaga kimia menjadi panas atau proses pembakarannya berlangsung di dalam mesin itu sendiri, bukan di luar.

2. Motor Pembakaran Luar (*External Combustion Engine*)

Motor pembakaran luar adalah mesin dimana media atau fluida kerja yang memanfaatkan panas pembakaran dipisahkan oleh suatu dinding pemisah dengan gas panas hasil pembakaran. Atau dapat pula dikatakan definisi dari motor pembakaran luar adalah suatu mesin yang proses pembakaran atau proses merubah suatu energi menjadi energi panas terjadi di luar mesin itu sendiri, sehingga dinamakan motor pembakaran luar, dengan kata lain mesin ini memiliki ruang bakar di luar konstruksi dari mesin tersebut.

2.2.6 Mesin Diesel

2.2.6.1. Prinsip kerja mesin diesel

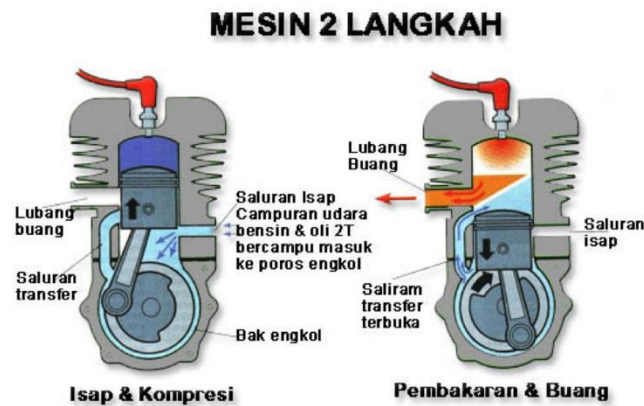
Konsep pembakaran pada mesin Diesel adalah melalui proses penyalaan kompresi udara pada tekanan tinggi (oleh karena itu mesin ini disebut *compression ignition engine*, CIE). Pembakaran itu dapat terjadi karena udara dikompresikan pada ruang dengan perbandingan kompresi jauh lebih besar daripada motor bensin (7-10), yaitu antara 14-22. Akibatnya udara akan mempunyai tekanan dan temperatur melebihi suhu dan tekanan penyalaan bahan bakar.

2.2.6.2 Jenis mesin Diesel

Sistem kerja mesin Diesel dapat dibedakan menjadi 2 (dua) yaitu mesin Diesel 2 (dua) langkah dan mesin Diesel 4 (empat) langkah.

1. Mesin Diesel dua langkah

Motor Diesel 2 (dua) langkah adalah motor Diesel yang satu kali proses pembakarannya memerlukan 2 (dua) langkah torak atau 1 (satu) kali putaran poros engkol.



Gambar 2.2 Mesin Diesel 2 (dua) langkah

Langkah-langkah mesin Diesel dua langkah adalah sebagai berikut:

a. Langkah pembilasan dan kompresi

Pada awal langkah ini udara masuk silinder melalui lubang masuk pembilasan (*port scavenging*) yang terdapat di bagian bawah silinder. Lubang ini akan terbuka saat torak bergerak ke bagian bawah mendekati titik mati bawah dan akan tertutup saat torak bergerak ke atas meninggalkan Titik Mati Bawah (TMB). Pada saat lubang pembilasan tertutup oleh torak yang bergerak ke atas menuju Titik Mati Atas (TMA) dan katup buang juga tertutup maka dimulailah proses kompresi. Gerakan torak ke atas akan menyebabkan tekanan udara dalam silinder meningkat seiring dengan peningkatan temperatur udara. Dan beberapa derajat sebelum torak mencapai Titik Mati Atas (TMA) bahan bakar mulai disemprotkan ke dalam silinder atau dikabutkan oleh injektor, karena temperatur di dalam silinder sangat tinggi sehingga bahan bakar yang dikabutkan tersebut akan terbakar. Proses pembakaran ini akan menyebabkan kenaikan tekanan dan temperatur secara drastis, tekanan dan temperatur maksimal akan terjadi beberapa saat setelah torak mulai bergerak ke bawah. Gas bertekanan tinggi ini akan mendorong torak bergerak ke bawah dan melalui batang torak akan memutar poros engkol yang akan menghasilkan energi putaran.

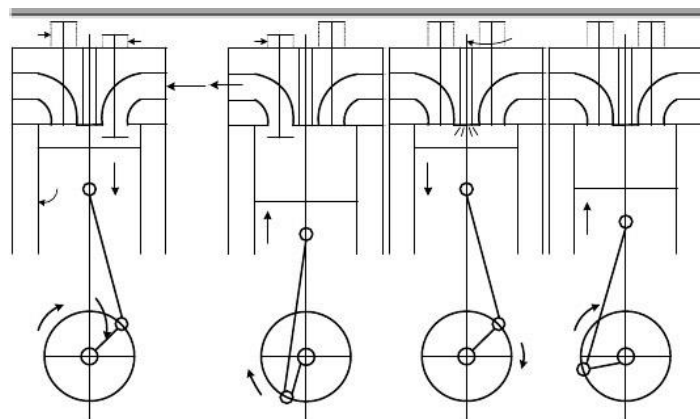
b. Langkah ekspansi dan buang

Langkah ekspansi dan buang dimulai setelah terjadinya tekanan maksimum di dalam silinder akibat terbakarnya campuran bahan bakar dengan udara. Posisi

torak bergerak menuju Titik Mati Bawah (TMB). Dan setelah terjadi tekanan maksimum di dalam silinder, torak akan terdorong menuju Titik Mati Bawah (TMB) dan katup buang mulai terbuka yang mengakibatkan perbedaan tekanan di dalam silinder lebih besar daripada di luar silinder yang akan membuat gas sisa pembakaran keluar silinder serta gas sisa pembakaran keluar akibat terdesak oleh udara segar yang dimasukkan dengan paksa melalui lubang pembilasan dengan *blower* pembilas (*turbocharger*). Pada saat katup buang sudah tertutup proses pemasukan udara masih berlangsung untuk beberapa saat dengan bantuan *kompresor* pembilas sampai lubang pembilasan tertutup oleh torak, hal ini dimaksudkan untuk meningkatkan kapasitas volume dan menaikkan tekanan udara pembilas didalam silinder. Demikian proses ini berlangsung secara terus menerus secara berkesinambungan. Dari dua kali gerakan naik turun torak menghasilkan satu kali langkah usaha, oleh karena itu disebut operasi dua langkah.

2. Mesin Diesel empat langkah

Motor Diesel 4 (empat) langkah adalah motor Diesel yang setiap satu siklus pembakaran memerlukan empat kali gerakan naik turun torak atau dua kali putaran poros engkol.



Gambar 2.3 Mesin Diesel 4 (empat) langkah

Adapun proses siklus pembakaran atau langkah kerja pada motor Diesel 4 (empat) langkah adalah sebagai berikut:

1..Langkah hisap

Katup hisap terbuka dan katup buang tertutup. Torak bergerak dari Titik Mati Atas (TMA) ke Titik Mati Bawah (TMB) karena volume silinder di perbesar maka udara luar terhisap masuk ke dalam silinder.

2. Langkah kompresi

Katup hisap dan katup buang dalam kondisi tertutup. Torak bergerak dari Titik Mati Atas, karena volume silinder diperkecil akibat dari pergerakan torak maka udara didalam silinder terampatkan. Menjelang akhir langkah ini bahan bakar disemprotkan oleh *injector* ruang bakar, akibat dari kompresi dari torak sehingga temperatur dan tekanan udara di dalam silinder memenuhi syarat untuk terjadinya pembakaran, dan dengan disemprotkan *fuel* oleh *injector* maka terjadilah pembakaran.

3. Langkah usaha

Disebabkan pemuaiian gas akibat pembakaran didalam silinder, torak terdorong. Katup hisap dan buang dalam kondisi tertutup. Torak bergerak dari Titik Mati Atas ke Titik Mati Bawah. Gerak bolak-balik (translasi) torak diubah menjadi gerak putar (rotasi) pada poros engkol (*crankshaft*).

4.. Langkah buang

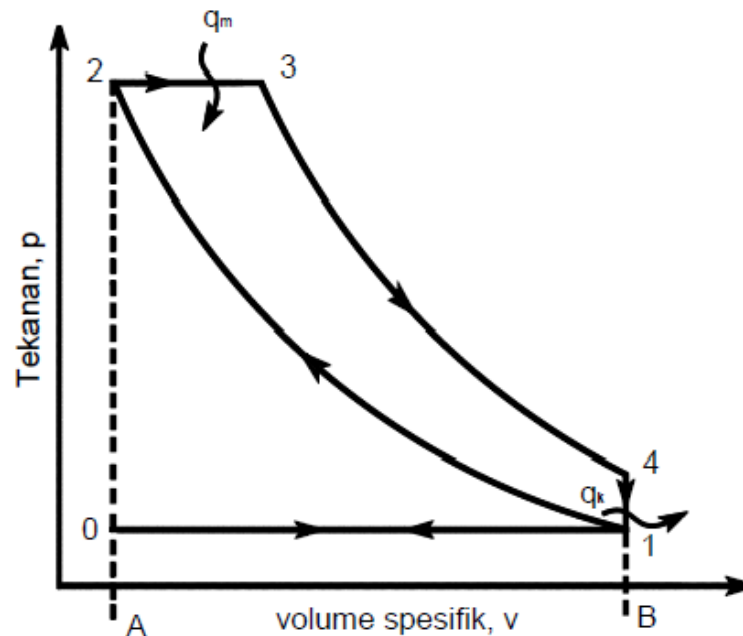
Katup buang terbuka dan katup hisap tertutup. Torak bergerak dari Titik Mati Bawah ke Titik Mati Atas, maka gas sisa pembakaran didorong keluar melalui *exhaust port*.

2.2.6.3 Kelebihan dan kekurangan mesin diesel dibanding mesin bensin

1. Kelebihan mesin Diesel dibanding mesin bensin.
 - a. Mesin Diesel memiliki efisiensi terhadap panas yang besar bila dibandingkan dengan mesin bensin. Tentunya hal tersebut dapat lebih menghemat penggunaan bahan bakar (solar) daripada bensin pada mesin bensin.
 - b. Umumnya, mesin Diesel lebih tahan lama dan tidak membutuhkan *electric igniter*. Hal ini berarti bahwa kemungkinan terjadinya kesulitan tentu lebih kecil dari pada mesin bensin.
 - c. Momen atau torsi yang dihasilkan lebih tinggi dikarenakan perbandingan kompresi yang besar dan karena hal inilah mesin Diesel umum digunakan untuk kendaraan-kendaraan besar.
2. Kelemahan mesin Diesel dibanding mesin bensin.
 - a. Suara dan getaran pada mesin Diesel jauh lebih besar dibanding suara dan getaran pada mesin bensin. Hal tersebut disebabkan oleh tekanan pembakaran maksimum pada mesin diesel hampir dua kali lebih besar daripada mesin bensin.
 - b. Karena tekanan pembakarannya lebih besar dari pada mesin bensin, maka mesin Diesel harus dibuat dengan menggunakan jenis bahan yang tahan terhadap tekanan tinggi, selain itu, bahan yang digunakan juga harus memiliki struktur yang kuat tentunya biaya pembuatannya pun juga pasti lebih mahal daripada biaya pembuatan mesin bensin.
 - c. Membutuhkan perawatan atau pemeliharaan yang lebih cermat daripada mesin bensin. Sebab mesin Diesel membutuhkan sistem injeksi bahan bakar yang lebih presisi dibanding sistem injeksi pada mesin bensin.
 - d. Mesin Diesel memerlukan alat pemutar berupa *motor starter* dan baterai yang berkapasitas lebih besar untuk memutarnya. Hal tersebut disebabkan karena mesin diesel memiliki perbandingan kompresi yang lebih tinggi dari pada mesin bensin.

2.2.6.4 Siklus Diesel

Peristiwa yang terjadi di dalam silinder *engine* Diesel 4 (empat) langkah dilihat dari hubungan antara tekanan dan volume pada diagram P-V, yang dapat digambarkan seperti dibawah ini:

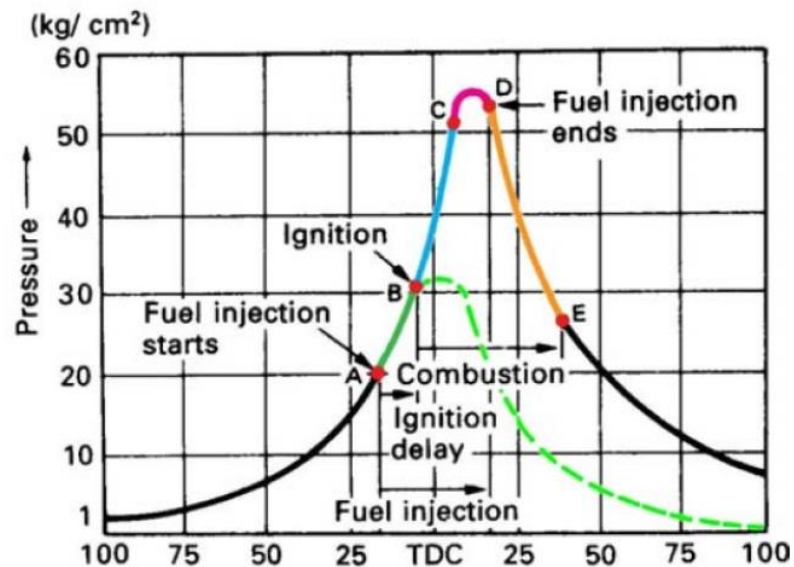


Gambar 2.4 Diagram P-V siklus Diesel

Keterangan :

- 1.Langkah (0-1) adalah langkah hisap udara, pada tekanan konstan.
- 2.Langkah (1-2) adalah langkah kompresi, pada keadaan isentropik.
- 3.Langkah (2-3) adalah langkah pemasukan kalor, pada tekanan konstan.
- 4.Langkah (3-4) adalah langkah ekspansi, pada keadaan isentropik.
- 5.Langkah (4-1) adalah langkah pengeluaran kalor, pada volume konstan.
- 6.Langkah (1-0) adalah langkah buang, pada tekanan konstan.

2.2.6.5 Proses pembakaran pada mesin Diesel

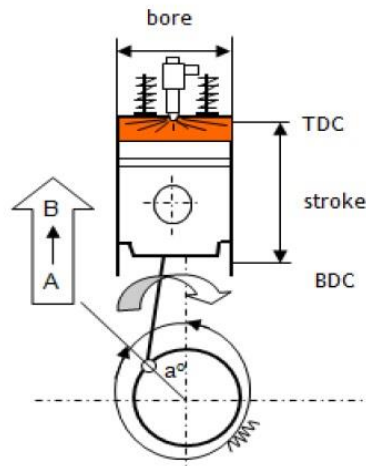


Gambar 2.5 Grafik proses pembakaran pada mesin diesel

Sekilas pada saat proses pembakaran di dalam silinder bahan bakar terbakar secara spontan dan cepat, namun hakikatnya pembakaran di dalam mesin diesel dapat dibagi dalam 4 tahap proses. Dari grafik pembakaran di atas terdapat 5 titik (A s/d E) dimana penjelasannya adalah sebagai berikut:

1. Proses pembakaran tunda / *Ignition delay process* (A-B / garis hijau)

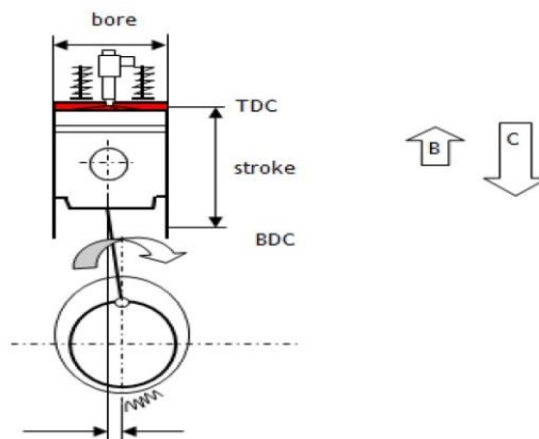
Periode ini merupakan tahap persiapan pembakaran. Bahan bakar disemprotkan oleh injektor berupa kabut ke udara panas dalam ruang bakar dimulai pada titik A, berupa partikel-partikel bahan bakar yang bercampur dengan udara di dalam silinder sehingga mudah terbakar. Pada tahap ini bahan bakar belum terbakar atau dengan kata lain pembakaran belum dimulai. Pembakaran akan mulai pada titik B pada gambar. Peningkatan tekanan terjadi secara konstan karena piston terus bergerak ke TDC.



Gambar 2.6 Proses pembakaran tunda

2. Proses perambatan api / *Flame propagation process* (B-C / garis biru muda)

Periode ini campuran bahan bakar dan udara tersebut akan terbakar di beberapa tempat. Nyala api akan merambat dengan kecepatan tinggi sehingga seolah-olah campuran terbakar sekaligus terjadilah letupan (*explosive*), sehingga menyebabkan tekanan dalam silinder naik. Periode ini sering disebut pembakaran letup.

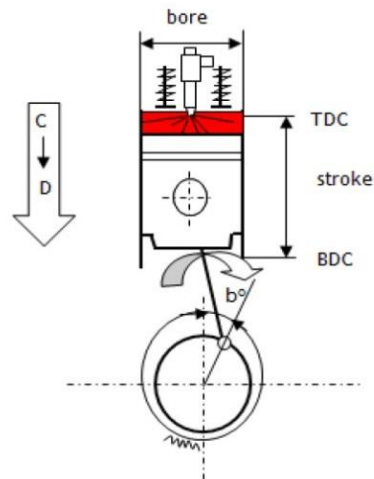


Gambar 2.7 Proses perambatan api

3. Proses pembakaran langsung / *Direct combustion process* (C-D / garis merah muda).

Pada periode ini injektor terus menyemprotkan bahan bakar dan berakhir pada titik D, maka tekanan dan suhu tinggi terus berlanjut di dalam silinder. Akibat

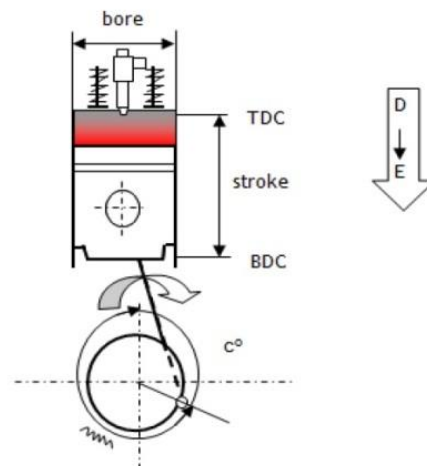
nyala api dalam silinder, maka bahan bakar yang diinjeksikan langsung terbakar oleh api. Pembakaran dapat dikontrol oleh jumlah bahan bakar yang diinjeksikan sehingga tahap ini disebut juga tahap pengontrolan pembakaran.



Gambar 2.8 Proses pembakaran langsung

4. Proses pembakaran lanjut / *After burning process* (D-E / garis jingga)

Pada periode ini injeksi berakhir di titik D, tetapi bahan bakar belum terbakar semua. Jadi walaupun injeksi telah berakhir, pembakaran masih tetap berlangsung. Pada periode ini sisa bahan bakar diharapkan akan terbakar seluruhnya pada titik E. Bila pembakaran lanjut terlalu lama, temperatur gas buang akan tinggi menyebabkan efisiensi panas turun.



Gambar 2.9 Proses pembakaran lanjut

Pada grafik di atas juga terlihat garis hijau putus-putus yang merupakan garis tekanan kompresi, proses A ke D disebut sebagai proses penginjeksian bahan bakar dan proses B ke E disebut sebagai proses pembakaran.

2.2.7 Menghitung torsi dan daya mesin

Torsi atau momen adalah gaya untuk memutar suatu benda pada porosnya. Adapun perumusan dari torsi adalah sebagai berikut. Pengukuran torsi pada poros motor bakar menggunakan alat yang dinamakan *dinamometer*.

Daya adalah kemampuan melakukan suatu usaha atau kerja dalam setiap satuan waktu tertentu. Besarnya daya motor merupakan fungsi dari torsi yang terukur oleh dinamometer dan besar putaran poros dari motor dapat dinyatakan dengan menggunakan persamaan berikut.

$$BHP = \frac{T \times 2 \pi \times n}{60000} \dots\dots\dots \text{(Persamaan 2-1)}$$

Dimana: BHP = Brake Horse Power (kW)

T = torsi mesin (Nm)

n = putaran motor (rpm)

Sedangkan untuk mengukur BHP (HP) dengan satuan torsi lbs.ft adalah sebagai berikut.

$$BHP = \frac{T \times n}{5252} \dots\dots\dots \text{(Persamaan 2-2)}$$

Dimana: BHP = Brake Horse Power (HP)

T = torsi mesin (lbs.ft)

n = putaran motor (rpm)

2.2.8 Engine Doosan Model DE 12 TIA

2.2.8.1. Sejarah Singkat Engine Diesel

Rudolf Diesel lahir di Paris tahun 1858 sebagai keluarga ekspatriat Jerman. Ia melanjutkan studi di Politeknik Munchen. Setelah lulus dia bekerja sebagai teknisi kulkas, namun bakatnya terdapat dalam mendesain mesin. Tahun 1893 ia menemukan sebuah "mesin pembakaran-lambat" yang pertama-tama mengompres udara sehingga menaikkan temperaturnya sampai di atas titik nyala,

lalu secara bertahap memasukkan bahan bakar ke dalam ruang bakar. Di Augsburg, 10 Agustus 1893, Rudolf Diesel menciptakan mesin pertamanya, sebuah silinder tunggal 10-foot (3.0 m) berbahan besi dengan roda gila pada dasarnya. Tahun 1894 dan 1895 ia membuat paten di beberapa negara untuk mesin yang ia temukan dan mengoperasikannya mesin pertamanya tahun 1897.

2.2.8.2 Spesifikasi *Engine* Doosan Model DE 12 TIA



Gambar 2.10 *Engine* Doosan Model DE 12 TIA

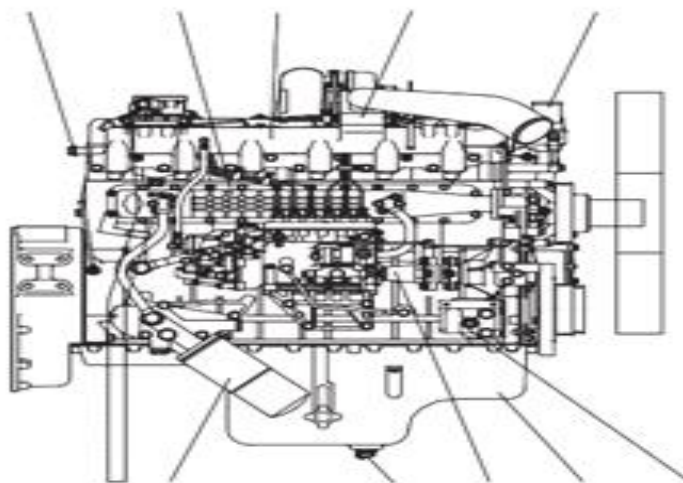
Mempunyai 6 silinder tipe V dilengkapi dengan *Turbocharger* yang digerakkan oleh *exhaust* gas dan *Intercooler*. *Output* mesin: 284-312 Hp, at 2000 rpm dan 867-962 ft.lbs at 1400.

Berikut adalah tabel spesifikasi tipe mesin.

Tabel 2.2 spesifikasi tipe mesin

Performance	ISO 1585 (SAE J1349)
Daya	284 - 312 Hp / 2,000 rpm
<i>Torque</i>	867 - 962 FT.LBS / 1,400 rpm
<i>Fuel consumption</i> (rated)	160 g / ps.h

2.8.1 Sistem Bahan Bakar *Engine* Doosan Model DE 12

Gambar 2.11 *Engine* Doosan Model DE 12 TIA

Pompa bahan bakar atau dikenal juga dengan nama *Fuel Pump* adalah salah satu komponen dalam sistem bahan bakar pada sebuah kendaraan atau mesin pembakaran dalam lainnya. Sebagian mesin tidak memerlukan pompa bahan bakar karena dari desainnya dan dengan gravitasi, bahan bakar akan mengalir dengan sendirinya dalam sistem bahan bakarnya. Sebagian yang lainnya harus menggunakan pompa untuk mengalirkan bahan bakar dari tangki bahan bakar. Pada mesin dengan menggunakan karburator, umumnya menggunakan pompa

mekanis bertekanan rendah yang terpasang di luar tangki bahan bakar, sedangkan mesin dengan injeksi bahan bakar, sebagian memiliki 2 macam pompa dalam sistem penyaluran bahan bakarnya.

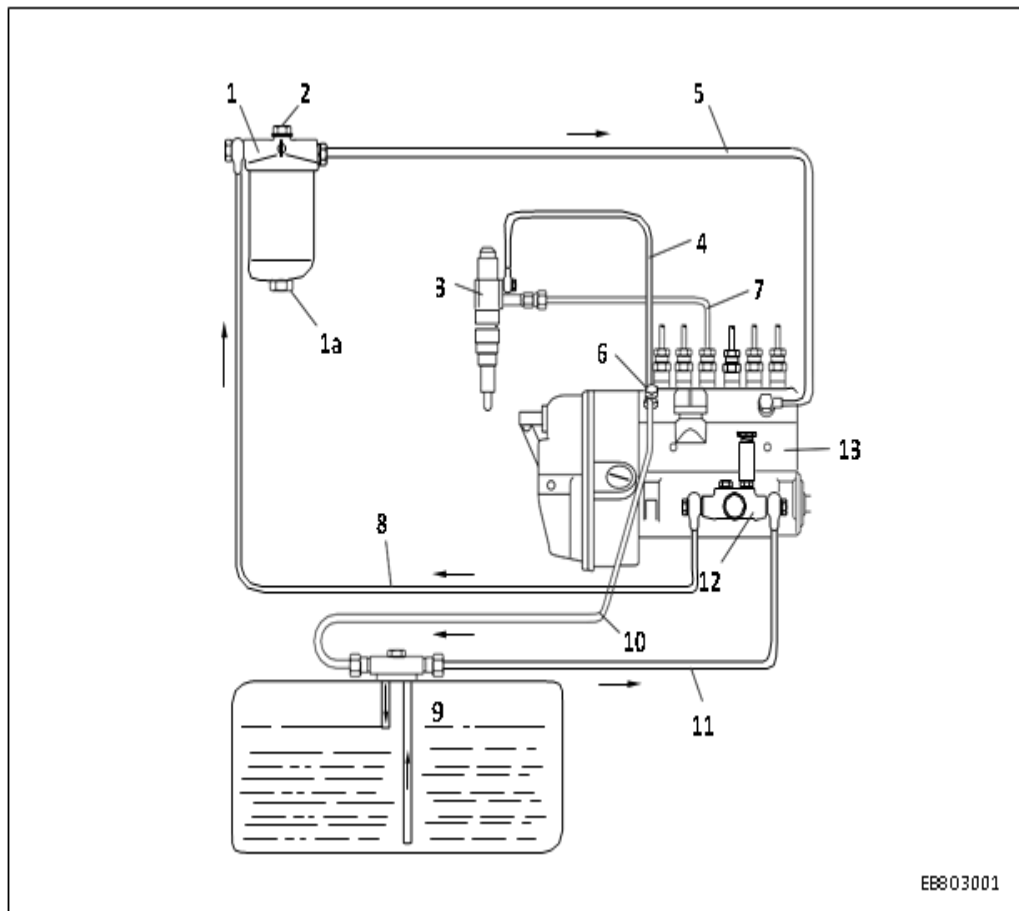
1. Pompa bahan bakar tekanan sedang/volume besar di tangki atau lebih dikenal dengan nama *Fuel Pump*. Pompa ini berfungsi untuk menyuplai kebutuhan dalam sistem injeksi bahan bakar. Umumnya pompa elektrik yang terpasang dalam tangki bahan bakar.

2. Pompa tekanan tinggi/volume rendah atau lebih dikenal dengan nama *Fuel Injection Pump* (FIP). Pompa ini ada dalam sistem injeksi bahan bakar berfungsi untuk memompa bahan bakar dalam tekanan tinggi untuk suplai ke injektor.

2.8.2 Prinsip Kerja Sistem Bahan Bakar *Engine* Doosan Model DE 12 TIA

Bahan bakar dikirim oleh pompa umpan bahan bakar melalui *filter* bahan bakar ke pompa injeksi dan dari sana ke *nozel* injeksi. Bahan bakar disemprotkan ke dalam silinder melalui nozel yang dipasang pada pemegang *nozzle* injeksi sesuai sekrup di kepala silinder. Bahan bakar yang dikirim secara berlebihan dan kebocoran bahan bakar dari aliran *nozzle* melalui pipa balik kembali ke tangki. Saringan diatur di depan pompa umpan bahan bakar.

Pompa injeksi *in-line* digerakkan melalui roda gigi dari poros engkol. Itu terhubung ke sistem pelumas mesin. *Governor-flange-mount* pada casing pompa adalah *governor* rentang variabel yang dirancang untuk menjaga kecepatan yang ditetapkan oleh unit kontrol kecepatan konstan dalam kondisi beban yang bervariasi.



Gambar 2.12 Prinsip kerja sistem bahan bakar *Engine Doosan*.

- | | |
|--|---|
| 1. <i>Fuel filter</i> | 7. <i>Fuel injection pipe</i> |
| 1a. <i>Fuel water drain plug</i> | 8. <i>Fuel pipe (feed pumpfilter)</i> |
| 2. <i>Air bleeding screw (for fuel filter)</i> | 9. <i>Fuel tank</i> |
| 3. <i>Injection nozzle</i> | 10. <i>Fuel return pipe</i> |
| 4. <i>Overflow tube</i> | 11. <i>Suction pipe</i> |
| 5. <i>Fuel pipe (filter injection pump)</i> | 12. <i>Feed pump</i> |
| 6. <i>Overflow valve</i> | 13. <i>Injection pump</i> |

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Tempat penelitian dilakukan di PT. Kobexindo Tractors Tbk. Jalan Syarifuddin Yoes RT.03 No. 91 Sepinggan, Balikpapan Kalimantan Timur 76115, sedangkan waktu penelitian dilaksanakan pada bulan Mei 2019 sampai dengan bulan Juli 2019.



Gambar 3.1 PT. Kobexindo Tractors Tbk Balikpapan.

3.2 Objek Penelitian

Adapun yang menjadi objek penelitian dalam penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. *Engine* Doosan Model DE 12 TIA



Gambar 3.2 *Engine* Doosan Model DE 12 TIA objek penelitian.

Spesifikasi dari *Engine* Doosan Model DE 12 TIA yang dijadikan bahan uji adalah sebagai berikut:

1. *Engine type* : Doosan Model DE 12 TIA
2. *power* : 284-312 Hp at 2000 rpm
3. *torque* : 867-962 ft.lbs 1400 rpm
4. *Number of cylinder: In-line 6 cylinder*
5. *Cylinder bore x stroke* : 123 mm x 155 mm
6. *Displacement* : 11.000 cc
7. *Firing sequence*: 1-5-3-6-2-4
8. *Compression ratio*: 16,5 :1
9. *Fuel injection pressure* :220 kg/cm²
10. *compression pressure*: 28 kg/cm² at 200 rpm

2. Bahan Bakar Solar Dexlite dan Biodisel B20.



Gambar 3.3 Bahan Dexlite dan Biodiesel B20

Berikut ini adalah perbedaan karakteristik bahan bakar Dexlite dan Biodiesel B20.

Tabel 3.1 Perbedaan karakteristik biodisel B20 dan Dexlite

Parameter	Standard	B20
Flash Point	60	108
Cetana Number	48	54,3
Sulphur Content mg/kg	0,350	0,263

Sumber : Ganduglia "Handbook of Biofuels"

No	Parameter	Unit	Dexlite	
			Standard	Lab Test
1	Cetane	Minimum	48	51
2	Flash Point	^o C, minimum	52	70
3	Sulphur Content	mg/kg, maximum	0,350	0,263

Sumber : <https://www.gridoto.com>

3.3 Teknik Pengumpulan Data

Metode pengambilan data yang dilakukan selama dalam penelitian adalah sebagai berikut:

1. Metode Studi Literatur

Yaitu penulis mengumpulkan data mengenai teori yang berisi tentang definisi, jenis, spesifikasi, cara kerja, serta fungsi dari *engine* itu sendiri yang didapat dari beberapa sumber seperti *Service Manual Book Engine Dossan*, *Materi Training*, serta diskusi dengan para mekanik di PT. Kobexindo Tractors Tbk Balikpapan.

2. Metode Observasi

Mengikuti pemasangan *engine* pada stand khusus untuk pengetesan dan penempatan *engine* pada ruang uji performansi (*dynotest*). Serta pemasangan kelengkapan pengetesan pada *engine*. Mengikuti prosedur pengetesan dengan menggunakan uji performansi (*dynotest*) sesuai prosedur yang ada. Mengambil

data dari hasil test tersebut dan menyesuaikan dengan data yang ada pada spesifikasi *engine*.

3.4 Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. *Power Test Engine* Dynamometer



Gambar 3.4 *Power Test* Dinamometer

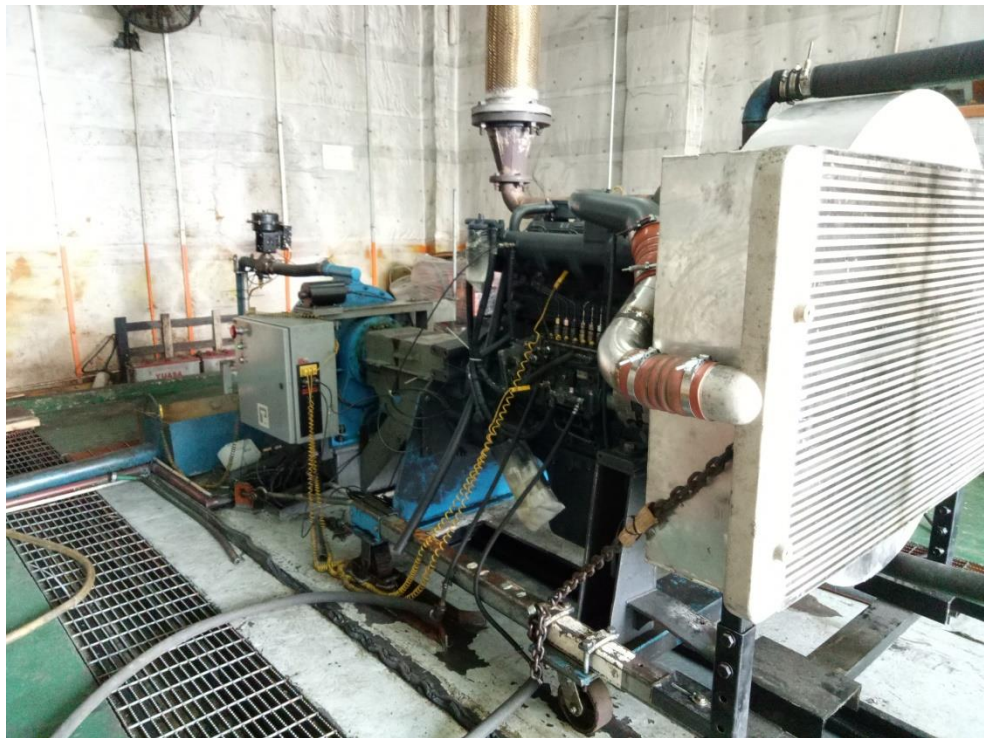
Adapun spesifikasi dari *Power Test Engine* Dynamometer adalah sebagai berikut:

1. *Type* : PTX Dynamometer Systems 50x02
2. *MaxPower* : 1.000 Hp (746 kw)
3. *Max Torque* : 3.560 ft-lbs (4827Nm)
4. *Maximum speed* : 6000 rpm
5. *Accecories* : *Engine Adaptors, Drive Shaft, Cooling Dossan, Engine Carts, Water Recirculating Systems, Room Exhaust Systems, Charge Air Coolers, Fuel Systems*

a. *Instrument* yang dipasang untuk *engine*.

Instrument yang dipasang pada *engine* Doosan .

1. *Intercooler*
2. *Exhaust*
3. *Belt* kipas radiator
4. Radiator
5. Alternator



Gambar 3.5 *Instrument* yang dipasang pada *engine* Doosan

b. *Intrument* yang dipasang untuk *Power Test* Dynamometer

Sensor berfungsi untuk mengukur parameter yang ingin diketahui. Sensor yang dipasang meliputi sebagai berikut:

1. *Oil pressure sensor*
2. *Boost pressure sensor*
3. *Fuel pressure sensor*
4. *Oil temperature sensor*

5. *Coolant (cold) temperature sensor*
2. Satu set *Tool box* dan *camera digital*.
3. *Crane* Dengan Kapasitas kekuatan mengangkat beban seberat 5 ton.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bahan Bakar Dexlite
2. Bahan Bakar Biodiesel B20

3.5 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memasang *engine* pada *stand* khusus untuk proses *dynotest*.
2. Memasang atau menyambungkan *engine* dengan dynamometer.



Gambar 3.6 Menyambungkan *engine* dengan dynamometer.

3. Memasang perlengkapan *engine*, yaitu:
 - a) *Air intake and exhaust systems*
 - b) *Coolant engine inlet and outlet systems*
 - c) *Fuel systems to engine (inlet and return)*
 - d) *Electrical systems for EMS (Engine Management System)*
 - e) *Battery for electrical supply*
 - f) *Filling engine oil for lubrication systems*

4. Memasang *instrument sensor*.



Gambar 3.7 *instrument sensor*

5. Mengoperasikan *engine* dengan posisi *low idling*.
6. Memeriksa kebocoran pada sistem pelumasan, bahan bakar, udara dan pendingin.
7. Mengoperasikan *engine* untuk tes performansi dengan menggunakan *dynotest*.
8. Melakukan panelitian atau analisa saat *engine* beroperasi.
9. Mendapatkan data dari hasil pengujian.
10. Mengolah data hasil penelitian.

3.6 Variabel Penelitian

Variabel dalam penelitian ini antara lain:

1. Variabel Bebas

Variabel bebas merupakan stimulus yang berarti variabel ini mempengaruhi variabel lain, contohnya variabel terikat. Variabel bebas merupakan variabel yang faktornya diukur, dimanipulasi, atau dipilih oleh

peneliti untuk menentukan hubungannya dengan suatu gejala yang diobservasi. Dalam penelitian ini variabel bebasnya adalah bahan Dxlite dan Biodiesel B20.

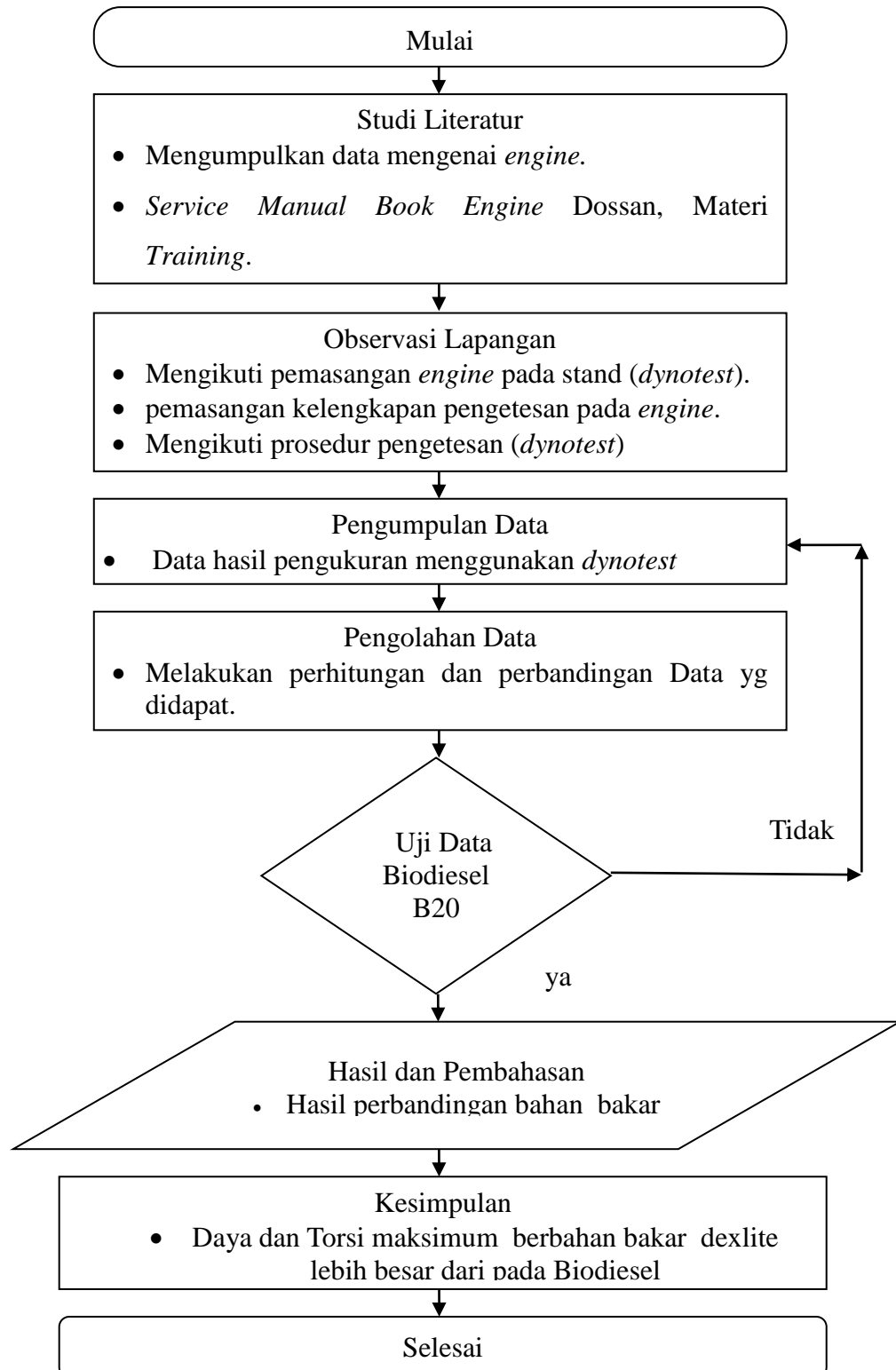
2. Variabel Terikat

Variabel terikat merupakan variabel yang memberikan reaksi atau respon jika dihubungkan dengan variabel bebas. Variabel terikat adalah variabel yang faktornya diamati dan diukur untuk menentukan pengaruh yang disebabkan oleh variabel bebas. Dalam penelitian ini variabel terikatnya adalah torsi (ft-lbs) dan daya (Hp) *engine*.

3. Variabel Kontrol

Variabel kontrol didefinisikan sebagai variabel yang faktornya dikontrol oleh peneliti untuk menetralkan pengaruh faktor luar yang tidak diteliti. Jika tidak dikontrol variabel tersebut akan mempengaruhi gejala yang sedang dikaji. Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah putaran *engine* 2201, 2199, 2107, 2106, 2104, 2101, 2007, 2010, 2013, 2000, 1983, 1854, 1894, 1735, 1718, 1712, 1703, 1447, 1400 dan 1341 rpm.

3.7 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.8 Diagram alir penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Penelitian

Pengambilan data penelitian ini diawali dengan melakukan persiapan kondisi *engine*, bahan bakar yang di ujikan dan alat ukur *dynotest* digunakan dengan spesifikasi data data sebagai berikut.

1. *Engine* Diesel Doosan model DE 12 TIA

Spesifikasi *Engine* diesel Doosan DE 12 TIA adalah sebagai berikut.

Power 284 Hp – 312 Hp at 2000 rpm dan *Max Torque* 867 ft.lbs - 962 ft.lbs at 1400 rpm.

2. Bahan bakar yang di gunakan adalah Dexlite dan Biodiesel B20

3. *Power test engine* dynamometer yang di gunakan untuk mengukur Daya dan Torsi, spesifikasi nya sebagai berikut:

a. *Type* : PTX Dynamometer Systems 50x02

b. *Power* : 1000 Hp

c. *Torque* : 3500 ft.lbs

d. *Maximum speed* : 6000 rpm

Pada penelitian ini *range* putaran *engine* yang diujikan adalah mulai dari 1324 rpm sampai 2245 rpm.

4.2 Hasil Penelitian

Dalam penelitian ini ada 2 jenis bahan bakar yang digunakan dalam pengujian yaitu bahan bakar Dexlite dan Biodiesel B20. Berikut hasil pengujian menggunakan *dynotest* seperti berikut :

Tabel 4.1 Hasil *performance* Data *engine* bahan bakar Dexlite.

Putaran mesin (rpm)	Power (Hp)	Torsi (ft-lbs)
2201	190	454

2199	193	460
2107	267	665
2106	268	668
2104	269	670
2101	270	679
2013	307	801
2010	307	802
2000	306	803
1983	310	819
1854	300	837
1894	303	840
1735	290	878
1718	291	888
1712	291	892
1703	291	896
1447	266	966
1400	258	968
1341	249	974

Tabel 4.2 Hasil *performance* Data *engine* bahan bakar Biodiesel.

Putaran mesin (rpm)	Power (Hp)	Torsi (ft-lbs)
2201	179	427
2199	183	436
2107	270	673
2106	272	676
2104	273	680
2101	274	686
2013	305	795
2010	307	802

2000	304	799
1983	307	812
1854	286	811
1894	300	831
1735	283	858
1718	284	868
1712	284	870
1703	283	872
1447	259	941
1400	253	950
1341	247	967

4.3 Hasil Pembahasan

4.3.1. Perbandingan torsi *engine*

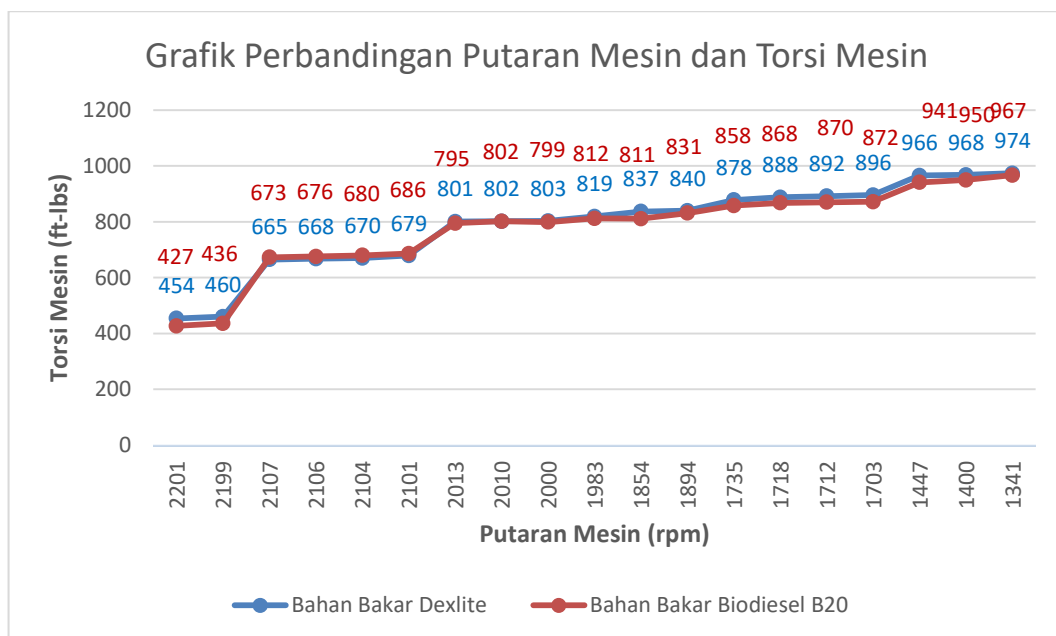
Pengukuran torsi pada poros motor bakar menggunakan alat yang dinamakan Dynamometer. *Performance* data hasil pengukuran tersebut dapat dilihat pada tabel 4.1 dan tabel 4.2. Berikut data putaran mesin yang rpm nya sama dari 2 jenis perbandingan bahan bakar tersebut terhadap torsi mesin.

Tabel 4.3 Perbandingan putaran mesin dan torsi mesin

Putaran Mesin (rpm)	Torsi Mesin (ft-lbs)	
	Dexlite	Biodiesel B20
2201	454	427
2199	460	436
2107	665	673
2106	668	676
2104	670	680
2101	679	686
2013	801	795
2010	802	802
2000	803	799
1983	819	812

1854	837	811
1894	840	831
1735	878	858
1718	888	868
1712	892	870
1703	896	872
1447	966	941
1400	968	950
1341	974	967

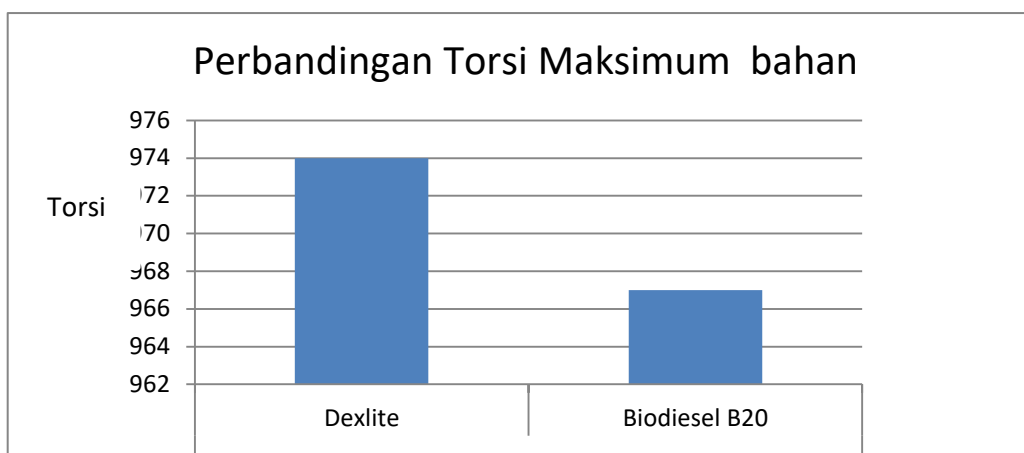
Untuk mempermudah dalam pemahaman data tabel tersebut, maka data dapat ditampilkan ke dalam bentuk grafik seperti ditunjukkan pada grafik di bawah ini.



Gambar 4.1 Grafik perbandingan putaran mesin dan torsi mesin

Pada grafik 4.1 di atas, nilai torsi yang di hasilkan *engine* Doosan DE 12 TIA berbahan bakar Dexlite pada putaran 1400 rpm adalah 968 ft-lbs, Nilai tersebut masuk pada *range* standar Torsi *engine* Diesel Doosan DE 12 TIA (standar torsi 867 ft-lbs - 962 ft-lbs pada putaran 1400 rpm), sama hal nya dengan nilai torsi yang dihasilkan *engine* Diesel Doosan DE 12 TIA berbahan bakar Biodiesel B20 pada putaran 1400 rpm adalah 950 ft lbs, nilai tersebut masuk pada

range standar torsi *engine* Diesel Doosan DE 12 TIA , artinya *engine raedy for operation*. Analisa lain menunjukkan torsi mesin dengan bahan bakar Dexlite lebih tinggi di setiap tingkat putaran mesin kecuali pada putaran 2107, 2106, 2104 dan 2101 rpm mengalami penurunan. Untuk nilai torsi mesin maksimum terlihat pada diagram batang di bawah ini.



Gambar 4.2 Diagram batang Torsi maksimum

Diagram batang diatas menunjukkan perbedaaan Torsi mesin pada setiap jenis bahan bakar yang diujikan. Untuk bahan bakar jenis Dexlite menghasilkan torsi mesin maksimum sebesar 974 ft-lbs (pada putaran mesin 1341 rpm), sedangkan untuk bahan bakar jenis Biodiesel B20 menghasilkan torsi mesin maksimum sebesar 967 ft-lbs (pada putaran mesin 1341 rpm). Penggunaan bahan bakar Biodiesel B20 menghasilkan penurunan torsi mesin maksimum sebesar 7 ft-lbs dibanding penggunaan bahan bakar Dexlite. Maka dapat diketahui persentase penurunan performansi *engine* saat menggunakan bahan bakar Biodiesel B20 terhadap bahan bakar Dexlite adalah sebesar:

$$\text{Penurunan Torsi Maksimal} = \left(\frac{974 - 967}{974} \right) \times 100\% = 0.71\%$$

4.3.2 Perbandingan Daya *Engine*

Berdasarkan data hasil pengukuran menggunakan dynamometer pada tabel 4.1 dan 4.2, maka dapat diperoleh nilai daya mesin untuk setiap tingkat putaran

mesin dengan melakukan penghitungan menggunakan Persamaan 2-3 sebagai berikut.

a) Perhitungan daya maksimum untuk bahan bakar Dexlite :

$$\text{BHP} = \frac{T \times n}{5252}$$

$$\text{BHP} = \frac{1983 \times 819}{5252}$$

$$\text{BHP} = 310 \text{ Hp}$$

b) Perhitungan daya maksimum untuk bahan bakar Biodiesel B20 :

$$\text{BHP} = \frac{T \times n}{5252}$$

$$\text{BHP} = \frac{2010 \times 802}{5252}$$

$$\text{BHP} = 307 \text{ Hp}$$

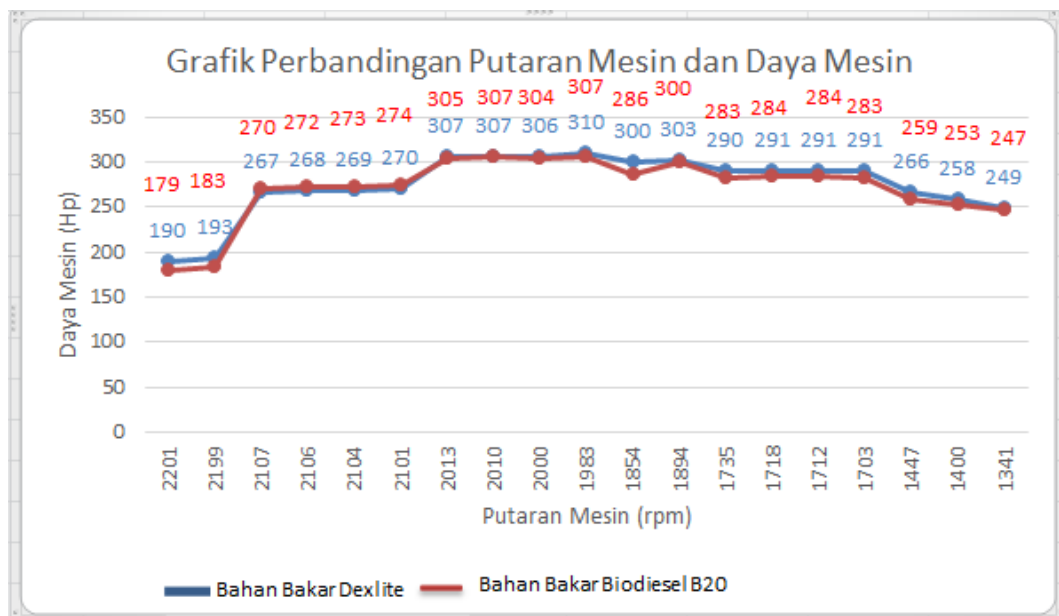
Perhitungan seperti ditunjukkan diatas menggunakan Persamaan 2-2 dikarenakan satuan torsi yang terukur adalah ft.lbs, sehingga nilai daya mesin yang dihasilkan memiliki satuan Hp. Untuk selengkapnya, data hasil perhitungan daya mesin Terhadap bahan bakar yang diujikan dapat dilihat pada tabel 4.4 di bawah ini.

Tabel 4.4 Perbandingan putaran mesin dan Daya mesin

Putaran mesin (rpm)	Daya Mesin (Hp)	
	Bahan Bakar Dexlite (HP)	Bahan Bakar Biodiesel B20 (HP)
2201	190	179
2199	193	183
2107	267	270
2106	268	272
2104	269	273
2101	270	274
2013	307	305
2010	307	307

2000	306	304
1983	310	307
1854	300	286
1894	303	300
1735	290	283
1718	291	284
1712	291	284
1703	291	283
1447	266	259
1400	258	253
1341	249	247

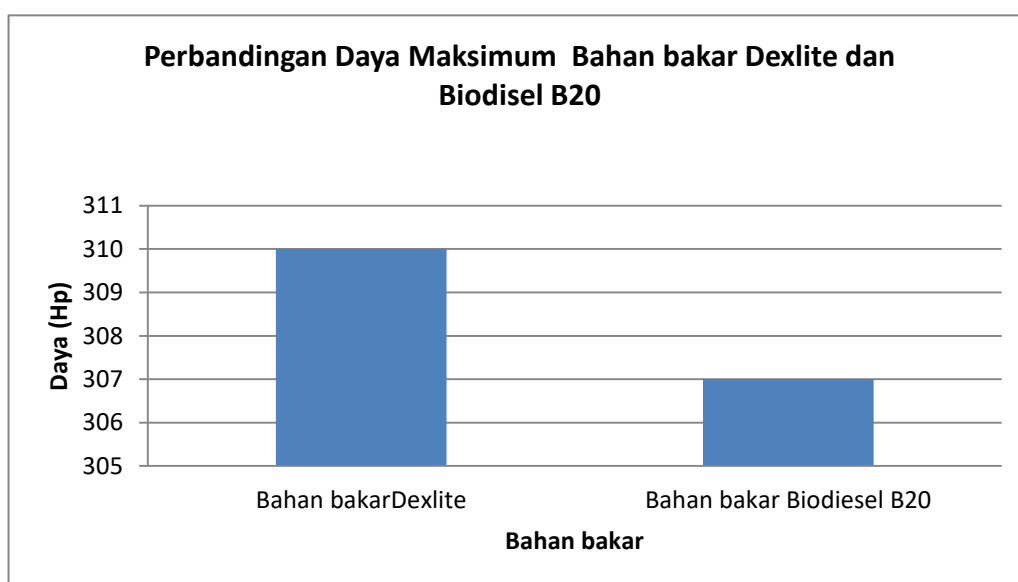
Berikut ini data Perbandingan putaran mesin dan daya *engine* bahan bakar Dexlite dan Biodiesel B20. Data dapat diilustrasikan ke dalam bentuk grafik seperti terlihat pada grafik berikut.



Gambar 4.3 Grafik perbandingan putaran mesin dan daya mesin

Pada grafik 4.3 di atas, nilai Daya yang di hasilkan *engine* Doosan DE 12 TIA berbahan bakar Dexlite pada putaran 2000 rpm adalah 306 Hp, Nilai tersebut masuk pada *range* standar Daya *engine* Diesel Doosan DE 12 TIA (standar Daya 284 – 312 Hp pada putaran 2000 rpm), sama hal nya dengan

nilai Daya yang dihasilkan *engine* Diesel Doosan DE 12 TIA berbahan bakar Biodiesel B20 pada putaran 2000 rpm adalah 304 Hp, nilai tersebut masuk pada *range* standar Torsi *engine* Diesel Doosan DE 12 TIA , artinya *engine ready for operation*. Analisa lain menunjukkan Daya mesin dengan bahan bakar Dexlite lebih tinggi di setiap tingkat putaran mesin kecuali pada putaran 2107, 2106, 2104 dan 2101 rpm mengalami penurunan. Untuk nilai Daya mesin maksimum terlihat pada diagram batang di bawah ini.



Gambar 4.4 Diagram Daya maksimum

Diagram batang diatas menunjukkan perbedaan Daya mesin pada setiap jenis bahan bakar yang diujikan. Untuk jenis bahan bakar Dexlite menghasilkan daya mesin maksimum sebesar 310 Hp (pada putaran mesin 1983 rpm), sedangkan untuk bahan bakar Biodiesel B20 menghasilkan daya mesin maksimum sebesar 307 Hp (pada putaran mesin 2010 rpm). Penggunaan bahan bakar Biodiesel B20 menghasilkan penurunan daya mesin maksimum sebesar 3 Hp dibanding penggunaan bahan bakar Dexlite. Maka dapat diketahui persentase penurunan performansi *engine* saat menggunakan bahan bakar Dexlite terhadap bahan Biodiesel adalah sebesar:

$$\text{Penurunan Daya} = \left(\frac{310 - 307}{310} \right) \times 100\% = 0,97\%$$

4.3.2 Pengaruh Pembebanan Pada *Dynotest*

Pengaruh pembebanan pada pengujian *dynotest* adalah :

1. Terjadinya perbedaan Torsi Dan Daya pada saat diberikan *load*.
2. Pada saat putaran mesin di rpm tinggi maka Daya semakin meningkat dan pada saat putaran mesin di rpm rendah maka Daya meningkat.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan penelitian, maka kesimpulan yang dapat disampaikan dari Penulis adalah sebagai berikut:

1. Data hasil pengujian dengan menggunakan alat Dynamometer yang dihasilkan pada setiap putaran *engine* (rpm), diperoleh nilai Daya *engine* Diesel Doosan DE 12 TIA berbahan bakar dextrite adalah 306 Hp pada 2000 rpm, dan nilai Torsi sebesar 968 ft-lbs pada 1400 rpm, sedangkan nilai Daya *engine* berbahan bakar Biodiesel B20 adalah 304 Hp pada 2000 rpm, nilai Torsi sebesar 950 ft-lbs pada 1400 rpm, dengan demikian performansi *engine* berbahan bakar Dextrite dan Biodiesel B20 masuk *range* standar *engine* Diesel Doosan DE 12 TIA (*power* : 284 - 312 at 2000 rpm dan *Torque* : 867- 962 ft-lbs at 1400 rpm), artinya *engine ready for operation*.
2. Pada pengujian performansi *dynotest* menggunakan bahan bakar Dextrite diperoleh Torsi maksimum sebesar 974 ft-lbs pada putaran mesin 1341 rpm dan Daya maksimum sebesar 310 Hp pada putaran mesin 1983 rpm. Sedangkan bahan bakar Biodiesel B20 diperoleh Torsi maksimum sebesar 967 ft-lbs pada putaran mesin 1341 rpm dan Daya maksimum sebesar 307 Hp pada putaran mesin 2010 rpm. Terjadi penurunan nilai Torsi Dan Daya maksimum *engine* menggunakan bahan bakar Biodiesel B20 dibandingkan dengan bahan bakar Dextrite, yaitu penurunan Torsi *engine* maksimum sebesar 0.71 % dan penurunan Daya *engine* maksimum sebesar 0.97 %.
3. Dari hasil perbandingan pada Tabel 4.3 dan Tabel 4.4, menunjukkan torsi dan Daya mesin dengan bahan bakar Dextrite lebih tinggi di setiap tingkat putaran mesin kecuali pada putaran 2107, 2106, 2104 dan 2101 rpm, mengalami penurunan.

5.2 Saran

Dari hasil pengujian dan penelitian, maka saran yang dapat disampaikan dari Penulis sebagai berikut:

1. Dalam penggunaan bahan bakar Biodiesel pada *engine* Diesel, perlu perhatian khusus terhadap *fuel filter* dan *water separator* dikarenakan kandungan air yang lebih besar dibandingkan dengan Dexlite.
2. Bahan bakar Biodiesel B20 ini sangat baik karena dapat mengurangi penggunaan bahan bakar solar yang keberadaannya saat ini mulai menipis karena solar merupakan jenis sumber energi fosil yang tidak dapat diperbaharui, sedangkan untuk Biodiesel B20 merupakan energi yang dapat diperbaharui.
3. Untuk Peneliti berikutnya perlu diadakan penelitian lebih lanjut mengenai penyimpangan data Torsi dan Daya pada putaran mesin 2107, 2106, 2104 dan 2101 rpm.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus Waluyo, Puji Saksono, Gunawan' 2016., *ANALISIS PERBANDINGAN PENGGUNAAN BAHAN BAKAR SOLAR DAN BIODIESEL B20 TERHADAP PERFORMANSI ENGINE VOLVO D9B 380*. Balikpapan.
- Ardhita Hendriarto, Puji Saksono, Gunawan. "Analisa Perbandingan Penggunaan Bahan Bakar Solar Dengan Biodiesel B10 Terhadap Performansi Engine Cummins QSK 45 C" *JTT NO.1 VOL.4* (2015) : 2338 – 6649.
- Ganduglia, F. "Handbook of Bifuels", IICA and ARPEL, (2009) San Jose, Costa Rica.
- Google , 2019, *Karakteristik Bahan Bakar Dexlite*, www.gridoto.com, diakses tanggal 22 Mei 2019.
- Isalmi Aziz. "Uji *Performance* Mesin Diesel Menggunakan Biodiesel Dari Minyak Goreng Bekas". *Jurnal Valensi Volume 1, No.6* (2010).
- Intan R.P. 2010, *Bahan Bakar*. www.nayhndy.wordpress.com. Diakses tanggal 22 Mei 2019.
- Lee. Chaehyun, 2004, *Maintenance Manual Book Engine Diesel Doosan DE 12 TIA*", Doosan Infracore, Korea.
- Power Test. 2013, *PTI PTX 1,000HP Dinamometer System*. Wisconsin: Power Test Inc.
- Pudjanarsa, Astu., Nursuhud, Djati. 2013, *Mesin Konversi Energi*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Wikipedia, 2019, *Bahan_bakar*, www.wikipedia.org, diakses tanggal 22 Mei 2019.
- Wikipedia. 2019, *Sejarah Diesel*. www.wikipedia.com. Diakses 22 Mei 2019.
- Yahya, M. T. 2014, *Menghitung Torsi dan Daya Mesin*. www.esemkaindonesia.blogspot.co.id. Diakses tanggal 22 Mei 2019.

Lampiran

Proses pengujian menggunakan Dynamometer



Hasil Dynotest bahan bakar dexlite.

Print



PT. KOBEXINDO TRACTORS
 Jl. Kol syarifudin Yoes RT 003 No. 91 Sepinggan Balikpapan 76115
 Phones : (62-542) 760989 (Hunting). Fax : (62-542) 761728
 http : //www.kobexindo.com . Email : balikpapan@kobexindo.com

Test Information

Engine Manufacturer: S 500 LC-V **Engine Model:** DOOSAN DE 12 TIA
Engine Serial No: 204197 EC **FIP Serial No:** 005A0688
Customer: BPN COMEX EX PT. LHE **SR No:** SRF 18/0062
Work Order No: INF 18/0062 **Operator:** ASEP FAISAL & ADITIYA D C & BACHRANI
Date: 20 JULI 2019

Peaks

Peak Torque 974ft-lbs **Peak Power** 310Hp

Performance Data

Speed (RPM)	Power (Hp)	Torque (ft-lbs)	E/g Water Temperature(°C)	E/g Oil Temperature(°C)	E/g Oil Pressure(Bars)	Boost P (Bars)
2245	6	15	69	54	4.47	0.12
2245	6	15	69	54	4.48	0.08
2244	6	15	69	54	4.48	0.10
2244	6	15	69	54	4.49	0.10
2226	31	73	69	54	4.49	0.16
2222	35	83	69	54	4.49	0.13
2221	38	90	69	54	4.48	0.15
2220	39	92	69	54	4.48	0.18
2219	40	95	69	54	4.48	0.18
2219	43	102	69	54	4.47	0.18
2219	43	103	69	54	4.47	0.18
2219	44	105	69	54	4.47	0.16
2219	45	105	69	54	4.47	0.16
2218	46	108	69	54	4.47	0.17
2218	93	221	69	54	4.41	0.29
2217	93	221	69	54	4.42	0.31

Hasil *Dynotest* bahan bakar Biodiesel B20.

Print



PT. KOBEXINDO TRACTORS
 Jl. Kol syarifudin Yoes RT 003 No. 91 Sepinggan Balikpapan 76115
 Phones : (62-542) 760989 (Hunting). Fax : (62-542) 761728
 http : //www.kobexindo.com . Email : Balikpapan@kobexindo.com

Test Information

Engine Manufacturer: S 500 LC-V **Engine Model:** DOOSAN DE 12 TIA
Engine Serial No: 204197 EC **FIP Serial No:** 005A0688
Customer: BPN COMEX EX PT. LHE **SR No:** SRF 18/0062
Work Order No: INF 18/0062 **Operator:** ASEP FAISAL & ADITIYA D C & BACHRANI
Date: 20 JULI 2019

Peaks

Peak Torque 967ft-lbs **Peak Power** 307Hp

Performance Data

Speed (RPM)	Power (Hp)	Torque (ft-lbs)	E/g Water Temperature(°C)	E/g Oil Temperature(°C)	E/g Oil Pressure(Bars)	Boost P (Bars)
2241	9	21	69	49	4.69	0.10
2242	9	21	69	49	4.69	0.13
2241	9	21	69	49	4.69	0.11
2242	9	21	69	49	4.69	0.08
2215	70	166	70	51	4.49	0.21
2214	85	201	70	51	4.48	0.27
2213	86	204	70	51	4.48	0.27
2214	88	209	70	51	4.48	0.29
2216	131	310	69	51	4.43	0.45
2210	166	396	70	52	4.38	0.57
2209	168	398	70	52	4.38	0.57
2210	170	404	70	52	4.38	0.57
2201	179	427	70	52	4.38	0.61
2200	181	433	70	52	4.38	0.61
2199	183	436	70	52	4.38	0.64
2199	186	443	70	52	4.38	0.64