

PENGARUH VARIASI PUTARAN MESIN TERHADAP DAYA PADA *ENGINE CUMMINS KTTA 38 C*

Purwo Yulianto¹, Arief Muliawan²

¹Teknik Mesin, Universitas Trunajaya Bontang, e-mail: purwoyuli@gmail.com

²Teknik Elektro, Sekolah Tinggi Teknologi Bontang

Diterima: 13 Januari 2016. Disetujui: 5 April 2016. Dipublikasikan: April 2016

Abstract: This study is about the effect of variations in engine rotation against the power of the engine Cummins KTTA 38 C used in loading tool for the coal mining that Komatsu PC 3000. This research was conducted at PT. Altrak 1978 Bontang which is a company engaged in the service and sales of heavy equipment. The purpose of this research is to know how to determine the engine speed of the engine power in accordance with Cummins KTTA 38C and how the influence of rotation on the power. The study was conducted on the engine general overhaul is carried out in November 2015 through January 2016. Testing of the engine is done by using test equipment dynotest is to get the engine speed and power that can be measured on a test device. The research showed that the engine Cummins KTTA 38 C to determine the engine speed to the appropriate power is round 1501 rpm power of 46 HP, round of 1603 rpm the power of 1178 HP, round of 1706 rpm the power of 1253 HP, round of 1801 rpm the power of 1324 HP, 1910 rpm rotation power of 46 HP. And the influence of the rotation Engine power is any change in engine speed that occurs can affect the value of the power produced by the engine itself.

Abstrak: Penelitian ini merupakan telaah pengaruh variasi putaran mesin terhadap daya pada *engine cummins KTTA 38 C* yang dipakai pada alat *loading* untuk pertambangan batubara yaitu Komatsu PC 3000. Penelitian ini dilakukan di PT. Altrak 1978 Bontang yang merupakan perusahaan bergerak di bidang jasa dan penjualan alat berat. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana menentukan putaran *engine* terhadap daya yang sesuai dengan *engine cummins KTTA 38C* dan bagaimana pengaruh putarannya terhadap daya. Penelitian telah dilakukan *general overhaul* pada *engine* yaitu pada bulan November 2015 sampai Januari 2016. Pengujian *engine* dilakukan dengan menggunakan alat uji *dynotest* adalah untuk mendapatkan hasil putaran *engine* dan daya yang dapat terukur pada alat uji. Dari penelitian didapatkan hasil bahwa pada *engine cummins KTTA 38 C* untuk menentukan putaran *engine* terhadap daya yang sesuai adalah pada putaran 1501 rpm daya sebesar 46 HP, putaran 1603 rpm daya sebesar 1178 HP, putaran 1706 rpm daya sebesar 1253 HP, putaran 1801 rpm daya sebesar 1324 HP, putaran 1910 rpm daya sebesar 46 HP. Dan pengaruh putaran *Engine* terhadap daya adalah tiap perubahan putaran *engine* yang terjadi dapat mempengaruhi nilai daya yang di hasilkan oleh engine itu sendiri.

© 2016 Pendidikan Fisika FTK IAIN Raden Intan Lampung

Kata kunci: rpm, daya engine, dynotest.

PENDAHULUAN

Semakin meningkatnya pertumbuhan ekonomi suatu Negara akan semakin tinggi pula kebutuhan akan energi, dimana energi tersebut di peroleh dari alam kita yang kaya akan sumber daya alamnya. Salah satu sumber daya alam yang kita miliki ialah batubara. Karena kebutuhan energi inilah banyak perusahaan-perusahaan yang bergerak di bidang pertambangan. Produksi suatu penambangan batubara sangat ditentukan dari produktifitas alat-alat tambang seperti *excavator*, *dump truck*, *dozer*,

grader, *generator sets* dan lain sebagainya (Clark, 1998). Dalam hal tersebut *Cummins* memproduksi *engine* untuk menyediakantenaga yang dibutuhkan untuk menggerakkan alat-alat tambang tersebut. Seri *engine cummins* untuk tipe K antara lain adalah K19, K38 dan K50. TTA menunjukkan sistem pemasukan udara ke dalam ruang bakar yaitu *double stage Turbocharger Aftercooler*. Diantara banyaknya seri *engine cummis* yang diproduksi salah satunya adalah *engine Cummins KTTA 38 C* yang banyak diaplikasikan pada alat

tambang dan *generator sets*. *Engine* yang telah mencapai jam kerja 12.000 jam dapat juga mengalami penurunan daya *engine* yang dapat diketahui dari putaran *engine* itu sendiri. Daya yang dikeluarkan *engine* akan mempengaruhi putaran *engine*. Yang mana putaran *engine* terhadap daya tidak sesuai dengan spesifikasi yang telah di tentukan oleh pabrikan *engine cummins* maka dapat dikatakan mengalami penurunan daya.

Putaran mesin yang sama dengan tingkat *turbocharger* berbeda mampu menghasilkan perfomansi daya yang berbeda. (Purnama, S. 2015). Fernandez menyatakan putaran mesin berpengaruh signifikan terhadap emisi gas buang, dimana kecenderungannya semakin tinggi putaran mesin maka emisi gas buang semakin menurun. (Fernandez, 2009)

Berkaitan dengan penjelasan tersebut diatas penulis tertarik untuk mengadakan penelitian dengan judul "Pengaruh Variasi Putaran Mesin Terhadap Daya Pada *Engine Cummins* KTTA 38 C".

LANDASAN TEORI

Pengertian *Engine*

Engine secara umum didefinisikan sebagai penggerak, atau dengan kata lain motor bakar. Motor adalah suatu perangkat yang terdapat pada suatu benda yang bergerak berputar dan menghasilkan tenaga daripada *engine* itu sendiri. Sedangkan pengertian motor bakar adalah suatu mesin kalor dimana tenaga atau energi dari hasil pembakaran bahan bakar didalam silinder akan diubah menjadi energi mekanik.

Prinsip Dasar Mesin Diesel

Mesin diesel di kategorikan dalam motor bakar torak dan mesin pembakaran dalam (*internal combustion engine*). Prinsip kerja mesin diesel adalah merubah energi kimia menjadi energi mekanis. Energi kimia di dapatkan melalui proses reaksi kimia yaitu pembakaran dari bahan

bakar (solar) dan *oksidiser* (udara) di dalam silinder (ruang bakar). Pembakaran pada mesin diesel terjadi karena kenaikan temperatur campuran udara dan bahan bakar akibat kompresi torak hingga mencapai temperatur nyala.

Mesin diesel adalah motor bakar torak yang proses penyalaannya bukan dengan loncatan bunga api listrik. Hanya udara yang masuk ke dalam silinder dalam langkah isap (Daryanto, 2004). Pada saat langkah kompresi, sebelum torak mencapai TMA (Titik Mati Atas) bahan bakar disemprotkan kedalam silinder dalam bentuk kabut. Proses penyalaan untuk pembakaran pun terjadi, pada saat udara di dalam silinder sudah bertemperatur tinggi. Syarat terjadinya pembakaran yaitu ada 3 unsur, yakni: ada udara, ada bahan bakar dan adanya panas.

Persyaratan ini dapat dipenuhi apabila digunakan perbandingan kompresi yang cukup tinggi berkisar 12-25, maka tekanan udara yang di kompressikan akan mencapai 26 – 40 kg/cm² dan suhunya mencapai 500 - 700° C.

Syarat-Syarat Terjadinya Pembakaran Pada *Engine Cummins*

Unsur-unsur yang diperlukan agar terjadi pembakaran didalam silinder *engine* diesel cummins adalah harus ada bahan bakar, udara, panas, dan ruang bakar.

1. Bahan Bakar

Untuk *engine* diesel cummins ditentukan bahwa bahan bakar yang digunakan haruslah bahan bakar diesel no.2. Spesifikasinya dapat dilihat didalam buku *operation and maintenance manual*. Bahan bakar diesel ini mempunyai berat jenis 0.8389 kg/ltr dan nilai kalorinya adalah 10.220 kcal/kg. Nilai kalor ini dikenal sebagai *lowest calorificvalue* (LCV).

2. Udara

Jumlah udara yang masuk kedalam ruang bakar harus seimbang dengan bahan bahan bakar yang dibakar guna

mendapatkan daya *engine* yang sesuai. Untuk itu digunakan turbocharger yang dapat menyesuaikan pemasukan udara. Perbandingan ideal untuk pembakaran yang baik antara udara dan bahan bakar adalah 20:1.

3. Panas

Pada panas tertentu bahan bakar diesel akan terbakar sendiri. Kenyataan ini jugalah yang menjadi dasar untuk pembakaran bahan bakar didalam silinder *engine* diesel cummins. Panas ini diperoleh dengan cara memampatkan udara didalam ruang bakar. Dengan tekanan udara kompresi sebesar kurang lebih 30 kg/cm² akan dicapai suhu minimum untuk pembakaran yaitu kurang lebih 550 derajat celcius.

4. Ruang Bakar

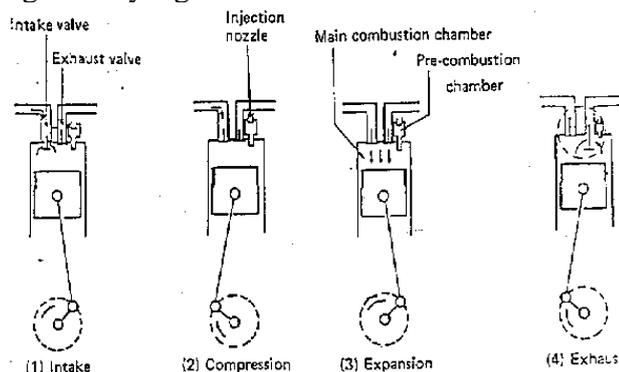
Agar pemakaran dapat berguna maka diperlukan ruang bakar yang sesuai.

Besar ruang bakar diukur dalam satuan isinya sedangkan bentuknya dibuat sedemikian rupa dengan tujuan agar bahan bakar tersebut dapat terbakar dengan sempurna. Ruang bakar dibatasi oleh *cylinder head, cylinder linier*, dan permukaan atas piston. Semakin besar ruang bakar semakin besar pula daya yang dapat dihasilkan oleh *engine*, karena bahan bakar yang dibakar lebih banyak jumlahnya.

Jenis Mesin Diesel

Berdasarkan siklus kerjanya motor bakar diesel dibagi menjadi 2 macam yaitu motor diesel 4 langkah dan motor diesel 2 langkah. Berikut penjelasan mengenai motor diesel 4 langkah dan 2 langkah.

1. Motor diesel 4 langkah



Gambar 1. Prinsip Kerja Motor Diesel 4 Langkah (Sumber gambar: *mechanic development* PT.Pama Persada Nusantara, 2004)

Motor diesel 4 langkah adalah motor diesel yang setiap satu siklus pembakaran memerlukan empat kali gerakan naik turun torak atau dua kali putaran poros engkol. Siklus ini sama dengan mesin bensin 4 langkah, adapun proses siklus pembakaran atau langkah kerja pada motor diesel 4 langkah adalah sebagai berikut:

a. Langkah hisap (*intake stroke*)

Piston bergerak dari Titik Mati Atas (TMA) ke Titik Mati Bawah (TMB). *Intake valve* terbuka dan *exhaust valve* tertutup, udara murni masuk ke dalam silinder melalui *intake valve*.

b. Langkah kompresi (*Compression stroke*)

Udara yang berada di dalam silinder dimampatkan oleh piston yang bergerak dari Titik Mati Bawah (TMB) ke Titik Mati Atas (TMA), dimana kedua *valve intake* dan *exhaust* tertutup. Selama langkah ini tekanan naik 30 - 40 kg/cm² dan temperatur udara naik 400 - 500 derajat celcius.

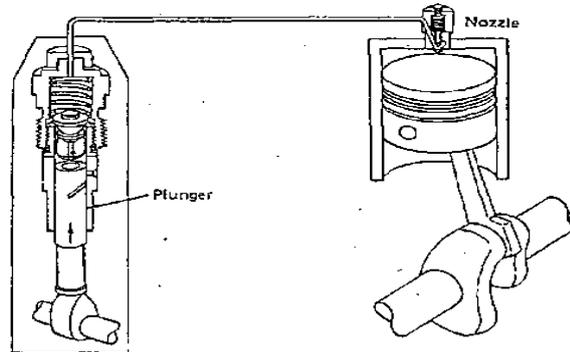
c. Langkah Kerja (*power stroke*).

Pada langkah ini, *intake valve* dan *exhaust valve* masih dalam keadaan tertutup, partikel-partikel bahan bakar yang disemprotkan oleh *nozzle* akan

bercampur dengan udara yang bertekanan dan suhu tinggi, sehingga terjadilah pembakaran yang menghasilkan tekanan dan suhu tinggi. Sehingga, tekanan naik dan temperatur menjadi 600-900 derajat celsius. Pada langkah ini piston bergerak dari Titik Mati Atas (TMA) menuju Titik Mati Bawah (TMB).

d. Langkah buang (*exhaust stroke*).

Exhaust valve terbuka sesaat sebelum piston mencapai titik mati bawah sehingga gas pembakaran mulai keluar.



Gambar 2. Prinsip Kerja Motor Diesel 2 Langkah (Sumber gambar: mechanic development PT.Pama Persada Nusantara, 2004)

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 TMB (titik mati bawah) dan akan tertutup saat torak bergerak ke atas meninggalkan TMB.

Pada saat lubang pembilasan tertutup oleh torak yang bergerak ke atas menuju TMA (titik mati atas) dan katup buang juga tertutup maka di mulailah proses kompresi. Gerakan torak ke atas akan menyebabkan tekanan udara dalam silinder meningkat seiring dengan peningkatan temperatur udara. Dan beberapa derajat sebelum torak mencapai TMA bahan bakar mulai disemprotkan ke dalam silinder (dikabutkan) oleh injektor, karena temperatur di dalam silinder sangat tinggi sehingga bahan bakar yang dikabutkan tersebut akan terbakar (Hermawan, 2011).

Proses pembakaran ini akan menyebabkan kenaikan tekanan dan

Piston bergerak dari TMB menuju TMA yaitu mendorong gas buang keluar seluruhnya menuju *muffler* dan keluar menuju udara bebas.

Kesimpulan: Empat kali langkah piston atau dua kali putaran crankshaft, menghasilkan satu kali pembakaran.

2. Motor diesel 2 langkah

Motor diesel 2 langkah adalah motor diesel yang satu kali proses pembakarannya memerlukan dua langkah torak atau satu kali putaran poros engkol.

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 TMB (titik mati bawah).

Setelah terjadi tekanan maksimum di dalam silinder, torak akan terdorong menuju TMB dan katup buang mulai terbuka yang mengakibatkan perbedaan tekanan di dalam silinder lebih besar daripada diluar 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.

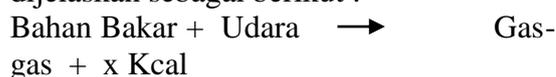
Demikian proses ini berlangsung secara terus menerus secara berkesinambungan. Dari dua kali gerakan naik turun torak menghasilkan satu kali langkah usaha, oleh karena itu disebut operasi dua langkah.

Pada dasarnya prinsip kerja engine 2 langkah dan 4 langkah adalah sama, yakni: pengisapan, kompresi, kerja, dan pembuangan. Sedangkan perbedaannya adalah pada jumlah putaran poros engkol per siklus yang menghasilkan kerja.

Perhitungan Daya Engine

Daya adalah kemampuan melakukan suatu usaha atau kerja dalam setiap satuan waktu tertentu. Daya mekanik suatu engine diawali oleh gerak lurus piston dari TMA ke TMB selama langkah usaha dengan perantara connecting rod dirubah menjadi gerak putar crankpin pada crankshaft.

Pengertian dasar dari pembakaran adalah reaksi kimia suatu zat dengan udara. Didalam engine yang berperan sebagai zat adalah bahan bakar. Reaksi ini menghasilkan beberapa senyawa kimia yang berupa gas serta sejumlah panas atau kalor. Secara sederhana dapat dijelaskan sebagai berikut :



Panas hasil pembakaran ini diserap oleh semua bagian engine yang membentuk ruang bakar, termasuk dinding bagian dalam dari silinder serta oleh gas hasil pembakaran itu sendiri. Dengan demikian maka suhu gas akan meningkat dan mencapai puncaknya pada saat bahan bakar telah terbakar, yaitu saat

torak berada pada posisi tertentu setelah TMA dan memasuki langkah usaha.

Dari hukum Boyle – Gay Lussac, kita ketahui bahwa :

$$\frac{P_1 \times V_1}{T_1} = C \text{ atau } \frac{P_1 \times V_1}{T_1} = \frac{P_2 \times V_2}{T_2} \quad (1)$$

Dimana:

- C = konstanta
- T = Temperatur
- P = Tekanan
- V = Volume

Karena puncak pembakaran pada posisi tertentu dari torak, maka $V_1 = V_2$ Jadi kita

dapatkan:

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \quad (2)$$

Berarti dengan meningkatnya suhu T_2 , maka tekanan gas P_2 juga akan meningkat. Tekanan ini bekerja pada permukaan atas torak sepanjang langkah usaha, yaitu dari TMA ke TMB dengan penurunan nilai karena ekspansi gas yang mengikuti pembesaran volume sesuai dengan posisi torak. Didalam perhitungan yang digunakan adalah tekanan rata – rata didalam silinder selama langkah usaha tersebut. Tekanan ini disebut Tekanan Indikator Engine, sedangkan daya yang dihasilkan berdasarkan tekanan ini disebut sebagai Daya Indikator Engine. Maka daya indikator engine tersebut:

$$I \text{ HP} = \frac{\pi/4 \times D^2 \times P \times S \times i \times n}{2 \times 60 \times 550} \quad (3)$$

Sebagian dari daya indikator engine dipakai untuk menggerakkan komponen atau mekanisme dari sistem yang ada didalam engine itu sendiri. Sebagian lagi terpakai untuk mengatasi gesekan dan perlawanan selama langkah kompresi. Semua ini dinyatakan sebagai kerugian mekanis. Dengan adanya kerugian ini, maka tekanan rata-rata yang berguna menjadi berkurang. Tekanan akhir ini disebut sebagai tekanan efektif atau brake mean effective pressure (BMEP). Nilai BMEP ini ada didalam data spesifikasi

engine. Dengan menggunakan BMEP, kita dapat menghitung daya efektif *engine* yaitu daya yang diukur pada *flywheel*. Daya efektif *engine* ini disebut juga *brake horse power* (BHP). Jadi:

$$\text{BHP} = \frac{\pi/4 \times D^2 \times \text{BMEP} \times S \times i \times n}{2 \times 60 \times 550} \quad (4)$$

Dimana:

BHP = daya *engine* (HP)

BMEP = Tekanan efektif terhadap piston (psi)

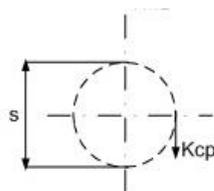
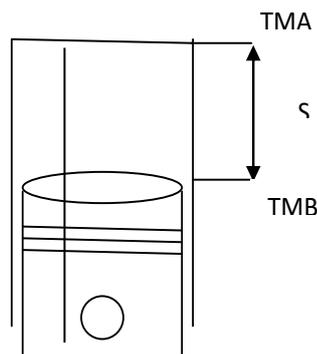
D = Diameter *piston* (inchi)

S = Langkah *piston* (ft)

i = Jumlah silinder

n = Putaran *engine* (rpm)

Hubungan antara usaha *piston* dan *crankpinengine* dijelaskan sebagai berikut:



Gambar 3. Skema Langkah *Piston* Dan *Crankpin*. (Sumber Gambar: *Cummins handbook*)

Keterangan gambar :

S = Langkah *piston*

Kp = Gaya linier *piston*

Kcp = Gaya putar *crankshaft*

TMA = Titik mati atas

TMB = Titik mati bawah

Diameter lingkaran yang dilalui oleh *crankpin* sama dengan langkah *piston* dari TMA ke TMB.

1. Pada *Piston*

Dapat kita rumuskan usaha efektif total torak rata-rata dalam setiap putaran *engine* adalah:

$$W_p = \frac{K_p \times S \times i}{2} = \frac{\pi/4 \times D^2 \times \text{BMEP} \times S \times i}{2} \quad (5)$$

Dimana:

W_p = usaha efektif total torak (lbft)

K_p = tekanan terhadap torak (Psi)

2. Pada *Crankpin*

Besarnya torsi yang terjadi adalah:

$$T_q = K_{cp} \times \frac{1}{2} S \quad (6)$$

Dimana:

T_q = torsi (Lb.Ft)

K_{cp} = Gaya putar *Crankpin/Crankshaft*.

Usaha rata-rata dalam setiap putaran *engine*:

$$W_{cp} = K_{cp} \times \pi S = 2 \pi (K_{cp} \times \frac{1}{2} S) = 2 \pi \times T_q \quad (7)$$

Dimana:

W_{cp} = usaha efektif pada *crankpin* (lb.ft)

Didalam sebuah *engine*, tentu saja berlaku Usaha Efektif Total *Pistons* sama dengan Usaha Total *crankpin*.

Jadi : $W_p = W_{cp}$

$$\text{Atau} : \frac{\pi/4 \times D^2 \times \text{BMEP} \times S \times i}{2} = 2 \pi \times T_q$$

Karena:

$$\text{BHP} = \frac{\pi/4 \times D^2 \times \text{BMEP} \times S \times i \times n}{2 \times 60 \times 550} \quad \text{BHP}$$

$$= \frac{\pi/4 \times D^2 \times \text{BMEP} \times S \times i}{2} \times \frac{n}{60 \times 550}$$

$$\text{BHP} = 2 \pi \times T_q \times \frac{n}{60 \times 550}$$

$$\text{BHP} = \frac{2 \pi \times T_q \times n}{60 \times 550}$$

$$\text{BHP} = \frac{2 \times 3,1416}{60 \times 550} \times T_q \times n$$

$$= 0,0001904 \times T_q \times n$$

$$\text{BHP} = \frac{T_q \times \text{RPM}}{5252} \quad (8)$$

METODE PENELITIAN

Adapun objek penelitian pada penulisan Penelitian ini di fokuskan pada *Engine Cummins KTTA 38 C*, *Cummins* memberikan nama *engine KTTA 38 C* yang berarti :

- K adalah tipe atau *family* dari *engine* seri K
- TTA adalah sistem pemasukan udara ke dalam ruang bakar yaitu *double stage Turbocharger Aftercooler*.
- 38 adalah *total displacement* dalam satuan liter.

Tampilan daripada *Engine Diesel Cummins KTTA 38 C* adalah sebagai berikut:



Gambar 4. *Engine Diesel Cummins KTTA 38 C*

Spesifikasi *engine Cummins KTTA 38 C* adalah sebagai berikut:

- a. *Total Displacement*: 37.7 Liter (2301 C.I.D)
- b. *Number Of Cylinder*: V12
- c. *Bore and Stroke*: 159 mm (6,25 in) x 159 mm (6,25 in)
- d. *Compression Ratio*: 15,0 : 1
- e. *Engine Power*: 1260 HP @ 1800 RPM
- f. *Peak Torque*: 3767 Lbft @ 1400 RPM
- g. *Low Idle Speed*: 700 ± 25 RPM
- h. *High Idle Speed*: 1900 RPM
- i. *Oil Pressure Idle*: 138 kPa (20 psi)
- j. *Oil Pressure rated*: 310 kPa(45 psi)-483 kPa (70psi)
- k. *Boost Pressure*: 38 – 55 inhg
- l. *Coolant Temperature*: 72 – 94 °C

Alat Dan Bahan Penelitian

1. *Taylor Dynamometer DS4010*

Dinamometer atau *dynotest*, adalah sebuah alat yang digunakan mengukur daya dan torsi yang di dihasilkan dari suatu alat yang berputar dalam hal ini alat yang dimaksud adalah *engine*.



Gambar 5. *Taylor Dynamometer DS4010*
(Dokumentasi Oktober 2015)

Adapun spesifikasi dari *Taylor Dynamometer DS4010*:

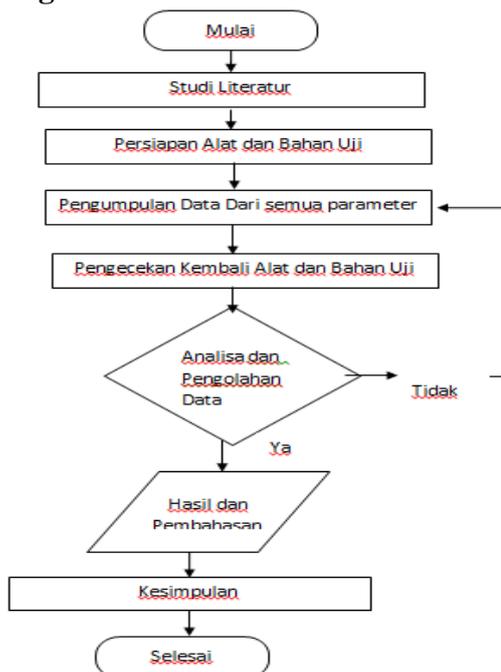
- a. *Power*: 3.500 HP (2.611 kw)
 - b. *Torque*: 11.263 Lb.ft (15.271 Nm)
 - c. *Speed*: 2.800 RPM
 - d. *Water Use*: 255 GPM (16,1 L/s)
 - e. *Shipping Weight*: 4.620 lbs (2.097 kg)
 - f. *Accessories*: *Drive Shaft, Adapter Plate Kit, Shaft Guard, Air Stater – Single or Dual Directional, Base Kit, Throttle Control, Water Recticulating System, Engine Cart, Closed Loop Cooling System.*
2. Instrumen Sensor

Langkah Penelitian

1. Melakukan pemasangan *engine*, langkah yang dilakukan sebagai berikut:
 - a. Memasang *engine* di stand *dynotest room*
 - b. Memasang / menyambungkan *engine* dengan *dynamometer*
 - c. Memasang instrumen sensor diantaranya :
 - 1) *Coolant temperature and pressure*
 - 2) *Oil temperature and pressure*
 - 3) *Piston cooling oil pressure*
 - 4) *Air inlet restriction*
 - 5) *Intake manifold temperature and pressure*

- 6) *Fuel rail pressure*
 - 7) *Fuel restriction and temperature*
 - 8) *Exhaust temperature and restriction*
- d. Menyambungkan peralatan ke *engine* diantaranya:
- 1) *Air inlet piping*
 - 2) *Exhaust piping*
 - 3) *Electric harness for command ECM (electronic control module)*
 - 4) *Battery cables or air supply*
 - 5) *Fuel inlet and outlet to engine*
 - 6) *Coolant engine inlet and outlet piping*
 - 7) *Coolant LTA (Low Temperature Aftercooler) inlet and outlet piping.*
- e. Mengetes kebocoran pada sistem pelumas, pendingin, udara, bahan bakar
- f. Mengetes *priming pump* pada sistem pelumasan.
2. Mengoperasikan *engine* untuk tes performansi.
 3. Melakukan penelitian / analisa saat *engine* beroperasi.
 4. Mendapatkan data hasil pengujian dalam bentuk tabel.

Diagram Alir Penelitian



Gambar 6. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian dilaksanakan di PT. Altrak 1978, hasil *dynotest* yang menggunakan alat *Dynamometer Taylor* yang dipasang pada bagian *flywheel engine* pada *engine Cummins KTTA 38C* memberikan gambaran nyata performansinya setelah dilakukan *overhaul* pada 12.000 jam kerja. Semua hasil *parameter engine* yang di peroleh dari pengukuran *dynotest* seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1 setelah dilakukan pengklasifikasian.

Tabel 1. Data Hasil *Dynotest*

| No. | Parameter | Hasil 1 | Hasil 2 | Hasil 3 | Hasil 4 | Hasil 5 |
|-----|---------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1. | Engine speed (Rpm) | 1501.583 | 1603.29 | 1706.614 | 1801.587 | 1910.096 |
| 2. | Power (HP) | 1096.496 | 1178.389 | 1253.142 | 1324.583 | 46.759 |
| 3. | Torque (lbs/ft) | 3833.263 | 3860.19 | 3855.934 | 3862.313 | 128.122 |
| 4. | Boost pressure RB (in Hg) | 50.478 | 54.801 | 57.954 | 60.947 | 4.671 |
| 5. | Boost pressure LB (in Hg) | 51.985 | 56.705 | 60.123 | 63.379 | 5.463 |
| 6. | Oil pressure (Psi) | 73.949 | 77.138 | 79.168 | 81.093 | 86.782 |
| 7. | Temp. exhaust RB (Deg C) | 436.381 | 415.423 | 400.867 | 396.164 | 274.006 |
| 8. | Temp. exhaust LB (Deg C) | 380.174 | 369.356 | 362.12 | 356.81 | 258.776 |
| 9. | Temp. coolant (Deg C) | 79.684 | 79.667 | 79.349 | 78.255 | 81.254 |
| 10. | Coolant pressure (Psi) | 15.932 | 17.427 | 19.087 | 21.081 | 24.159 |
| 11. | Fuel pressure (Psi) | 98.702 | 108.231 | 117.495 | 127.279 | 7.526 |

Setelah didapatkan hasil penelitian dengan menggunakan alat uji *dynotest* pada *engine Cummins KTTA 38 C* setelah dilakukan *overhaul* 12000 jam. Hasil yang terbaik dari *engine* tersebut adalah dapat mencapai daya maksimum sebesar 1324.583 HP pada putaran *engine* 1801.587 rpm. Untuk dapat mengetahui hubungan antara daya dengan putaran mesin maka akan dilakukan perhitungan yang mana akan menampilkan keterkaitan antara daya, torsi dan putaran mesin. Dalam menghitung daya terhadap putaran mesin maka di gunakan persamaan 8 data

hasil *dynotest* sangat dibutuhkan untuk membantu dalam perhitungannya mencari daya *engine* dikarenakan hanya data dari alat uji yang benar – benar dianggap data yang akurat untuk dimasukkan dalam perhitungan karena didapat langsung dari bahan yang diuji yaitu dalam kondisi sesuai yang diinginkan oleh peneliti.

Berikut perhitungan daya pada hasil 1 yang merujuk pada persamaan 8 pada untuk selanjutnya akan di rangkum dalam tabel,

Hasil 1 pada putaran *engine* 1501,583 rpm menghasilkan Torsi 3833,263 lbs/ft di dapatkan hasil :

$$\begin{aligned}
 \text{BHP} &= \frac{\text{Torsi} \times \text{RPM}}{5252} \\
 &= \frac{3833.263 \times 1501.583}{5252} \\
 &= \frac{5755962.6}{5252} \\
 &= 1095.9563 \text{ HP}
 \end{aligned}$$

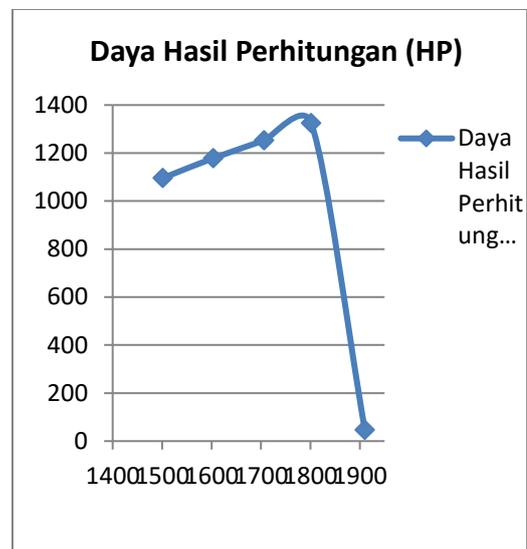
Dari analisa pengaruh variasi putaran mesin terhadap daya yang melakukan pengukuran langsung pada *engine cummins* KTTA 38 C dengan menggunakan alat uji *dynotest* dan hasil dengan perhitungan teoritis terhadap variasi putaran mesin terhadap daya pada *engine*. Maka akan dilakukan perbandingan antara hasil pengukuran langsung dengan alat uji *dynotest* dan hasil perhitungan teoritis, yang mana akan menjelaskan pengaruh variasi putaran mesin terhadap daya dan akan membuktikan juga kebenaran daripada persamaan 8 pada untuk melakukan perhitungan daya. Hasil teoritis perhitungan daya dirangkum dalam tabel 2 dan Hasil pengukuran daya dengan *Dynotest* di rangkum pada tabel 3.

Tabel 2. Hasil Teoritis Perhitungan Daya

| No | Putaran Mesin (Rpm) | Daya Hasil Perhitungan (HP) |
|----|---------------------|-----------------------------|
| 1 | 1501.583 | 1095.956313 |
| 2 | 1603.29 | 1178.408992 |
| 3 | 1706.614 | 1252.968573 |

| | | |
|---|----------|-------------|
| 4 | 1801.587 | 1324.884404 |
| 5 | 1910.096 | 46.59659553 |

Dari tabel 2 dapat ditampilkan dalam bentuk grafik pada gambar 5 sehingga dapat dilihat pengaruh putaran mesin terhadap daya menurut hasil perhitungan yang telah dilakukan, pada grafik putaran *engine* terhadap daya akan menjelaskan garis gaya yang terjadi mulai pada putaran *engine* 1500 rpm sampai pada putaran 1900 rpm.



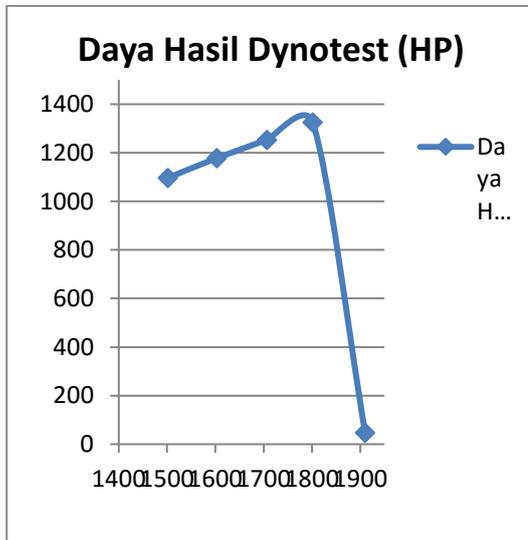
Gambar 7. Daya Hasil Perhitungan

Tabel 3. Daya Hasil *Dynotest*

| No | Putaran Mesin (Rpm) | Daya Hasil <i>Dynotest</i> (HP) |
|----|---------------------|---------------------------------|
| 1 | 1501.583 | 1096.496 |
| 2 | 1603.29 | 1178.389 |
| 3 | 1706.614 | 1253.142 |
| 4 | 1801.587 | 1324.583 |
| 5 | 1910.096 | 46.759 |

Dari tabel 3 dapat ditampilkan pula dalam bentuk grafik pada gambar 7 sehingga dapat dilihat pengaruh putaran mesin terhadap daya menurut hasil alat uji *dynotest*, pada grafik putaran *engine* terhadap daya akan menjelaskan garis

gaya yang terjadi mulai pada putaran *engine* 1500 rpm sampai pada putaran 1900 rpm.



Gambar 7. Daya Hasil Dynotest

Dari kedua gambar pada gambar 6 dan gambar 7 yang menunjukkan grafik putaran *engine* terhadap daya. Garis daya *engine* sama – sama membentuk garis yang mulai menanjak pada putaran 1500 rpm dengan daya berkisar 1096 HP hingga pada puncaknya pada putaran 1800 rpm menghasilkan daya sebesar 1324 HP dan sama – sama menurun tajam pada putaran 1910 rpm dengan besar daya yang sama 46 HP. Selisih nilai dari kedua grafik yang ditampilkan adalah sangat kecil sehingga membentuk garis daya yang sama pula dan dapat disimpulkan atau dianggap sama.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Pengaruh putaran *Engine cummins* KTTA 38 C terhadap daya adalah tiap perubahan putaran *engine* yang terjadi dapat mempengaruhi nilai daya yang di hasilkan oleh *engine* itu sendiri. Semakin tingginya putaran *engine* terhadap beban maka akan semakin banyak juga pembakaran yang terjadi didalam ruang bakar sehingga akan menghasilkan tenaga daripada *engine* itu sendiri.

Saran

Selalu melakukan perawatan berkala terhadap *engine* sesuai dengan jadwal yang ditentukan, kritis terhadap masalah mulai dari masalah kecil sampai masalah besar yang timbul pada *engine* dan segera lakukan perbaikan, melakukan *general overhaul* sesuai dengan jadwal yang ditentukan. Hal tersebut sangat dibutuhkan untuk selalu menjaga dan meningkatkan performansi *engine* yang turun akibat pengoperasian *engine* tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Clark, A. (1998). *Shop Manual Cummins K38 And K50 Series Engine*, Cummins Inc.
- Daryanto. (2004). *Motor Diesel Pada Mobil*. Yrama Widya, Bandung.
- Fernandez, D. (2009). Pengaruh Putaran Mesin Terhadap Emisi Gas Buang Hidrokarbon (HC) dan Karbon Monoksida (CO). *Sainstek*, 12(1), 81-84.
- Hermawan, Bambang. (2011). *Training Module Intensive Mechanic Course*, Altrak 1978, Jakarta.
- Mechanic development PT.Pama Persada Nusantara, 2004, Motor diesel, Jakarta.
- Permana, Danu, (2005). *Merawat & Memperbaiki Mobil Diesel*. Puspa Swara: Jakarta.
- Purnama, S., & Saksono, P. (2015). Analisa Perbandingan Aplikasi Sistem Satu dan Dua Tingkat Turbocaharger Terhadap Performansi Cummins Engine K38-C. *JTT (Jurnal Teknologi Terpadu)*, 3(1).