# KAJIAN TEORITIS SIKLUS OTTO MOTOR BAKAR BENSIN DENGAN TURBOCHARGER SECARA TERMODINAMIKA PADA MOBIL TOYOTA KIJANG 5K

**Ramdhan Febriansyah[1], Gusti Rusydi Furqon[2], Jainal Arifin[3]**

[1,2,3]Prodi Teknik Mesin, 21201, Fakultas Teknik, Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari, NPM.17620131, NIK.060.610.297, NIK.061.508.786

ramdhanfebry919@gmail.com

**ABSTRAK**

Pada prinsipnya supercharger dan turbocharger mempunyai tujuan yang sama, yaitu memperbesar jumlah udara yang masuk ke dalam silinder. Hal ini bertujuan meningkatkan daya motor tanpa memperbesar kapasitas motor tersebut. Tujuan analisis ini adalah untuk mendapatkan parameter termodinamika motor bakar bensin tanpa penggunaan turbocharger dan dengan pengguaan turbocharger, dan mendapatkan tingkat performansi motor bakar bensin tanpa penggunaan turbocharger dan dengan penggunaan turbocharger. Dalam kajian teoritis ini peneliti menggunakan data spesifikasi teknis mesin mobil Toyota Kijang 5K. Hasil analisa termodinamika daya bersih (W_nett) tanpa penggunaan turbocharger sebesar 1,93125 Kj sedangkan (W_nett) dengan penggunaan turbocharger sebesar 1,70125 Kj. Performansi mesin tanpa penggunaan turbocharger diperoleh (mep) sebesar 5198,5196 Kpa, (P_i) pada putaran 4400 rpm sebesar 386,25 KW, (P_s) sebesar 5,6214 KW, (sfc) sebesar 9118,1556 gram/KW.jam, (n_m) sebesar 5,83% dan (n_v) sebesar 195,39%. Sedangkan performansi mesin dengan penggunaan turbocharger (mep) sebesar 4579,4078 Kpa, (P_i) pada putaran 4400 rpm sebesar 340,25 KW, (P_s) sebesar 5,6214 KW, (sfc) sebesar 8299,7118 gram/KW.jam, (n_m) sebesar 6,61% dan (n_v) sebesar 195,15%.

Kata Kunci: Motor Bakar, Turbocharger dan Termodinamika.

***ABSTRACT***

*In principle, superchargers and turbochargers have the same goal, namely to increase the amount of air that enters the cylinder. It aims to increase the power of the motor without increasing the capacity of the motor. The purpose of this analysis is to obtain the thermodynamic parameters of a gasoline engine without the use of a turbocharger and with the use of a turbocharger, and to obtain the performance level of a gasoline engine without the use of a turbocharger and with the use of a turbocharger. In this theoretical study, the researcher uses data on the technical specifications of the Toyota Kijang 5K car engine. The result of thermodynamic analysis of net power (Wnett) without the use of a turbocharger is 1.93125 Kj while (Wnett) with the use of a turbocharger is 1.70125 Kj. The engine performance without the use of a turbocharger was obtained (mep) of 5198.5196 Kpa, (Pi) at 4400 rpm of 386.25 KW, (Ps) of 5.6214 KW, (sfc) of 9118.1556 grams/KW.hour, (nm) by 5.83% and (nv) by 195.39%. While the engine performance with the use of a turbocharger (mep) of 4579.4078 Kpa, (Pi) at 4400 rpm of 340.25 KW, (Ps) of 5.6214 KW, (sfc) of 8299.7118 grams/KW.hour, (nm) by 6.61% and (nv) by 195.15%*

*Keywords: Motor Fuel, Turbocharger and Thermodynamics.*

## 1. PENDAHULUAN

Agustinus Made (2011) merancang kompresor sentrifugal pada Turbocharger motor bensin 1500 cc untuk menaikkan daya maksimal mesin sebesar 25%. Hasil yang diperoleh tekanan udara dapat ditingkatkan sebesar 0,382 atm dengan putaran Turbocharger 50000 rpm.

Ibrahim Santoso (2006) melakukan perancangan turbin gas dan blower pada Turbocharger untuk motor bensin sekelas sedan 1500 cc. Hasil perhitungan diperoleh peningkatan

daya efektif mesin mencapai 42% dan mengurangi konsumsi bahan bakar spesifik 6%.

Dari kedua penelitian yang telah dilakukan tersebut, penulis ingin melakukan kajian teoritis siklus otto motor bakar bensin dengan turbocharger secara termodinamika pada Toyota kijang 5k untuk mendapat unjuk kerja termodinamika mesin standar dan mesin yang menggunakan turbocharger. Keuntungannya, karena kerja Turbocharger lebih efektif dalam menyediakan udara yang diperlukan untuk proses pembakaran. Udara yang biasanya dihisap karena proses kevakuman mesin, tetapi dengan Turbocharger justru udara dimampatkan untuk diteruskan ke dalam ruang pembakaran.

### 1.1. Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada pnelitian ini adalah :

1) Bagaimanakah siklus termodinamika mesin yang terjadi pada mobil Toyota kijang 5k ?
2) Bagaimanakah perbedaan mesin standar dan mesin dengan menggunakan turbocharger ?

### 1.2. Ruang Lingkup Penelitian

Sesuai dengan perumusan masalah di atas, cakupan kajian teoritis ini dilakukan batasan sebagai berikut:

1) Analisa dan perhitungan menggunakan teori termodinamika dengan asumsi keadaan tidak berpengaruh dari luar sistem dan proses yang reversible (dapat kembali ke kondisi awal).
2) Jenis fluida yang mengalir dalam turbocharger adalah udara yang dianggap sebagai gas ideal.
3) Tidak melakukan perhitungan dimensi turbocharger secara detail dan tidak melakkukan analisa material untuk konstruksi turbocharger.

### 1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk :

1) Menganalisis siklus termodinamika mesin standar dan mesin dengan menggunakan turbocharger yaitu berupa kalor yang disuplai ke dalam silinder mesin, kerja yang dihasilkan, kalor yang dibuang dan tingkat efisiensi termal nya.
2) Menganalisis unjuk kerja mesin standar dan mensin dengan menggunakan turbocharger yaitu berupa tekanan efektif rata- rata, daya indikator, daya poros, konsumsi bahan bakar, efisiensi termal, efisiensi mekanis, efisiensi volumetrik.

### 1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mendapatkan pengetahuan, wawasan karena dapat mengimplementasikan ilmu yang diperoleh selama kuliah, serta penulis dapat melakukan analisis secara nyata kajian teoritis siklus otto motor bakar bensin dengan turbocharger secara termodinamika.
2. Sebagai masukan yang bermanfaat dan tambahan imformasi bagi perusahaan dalam meningkatkan proses produksi di Dunia Industri.
3. Bagi pihak lain yang membaca karya tulis ini agar dapat menambah wawasan dan pengetahuan sesuai dengan topik penulisan dan sumbangan pemikiran tentang kajian teoritis siklus otto motor bakar bensin dengan turbocharger secara termodinamika pada Toyota kijang 5k.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Pengertian Dasar Mobil Toyota Kijang 5K

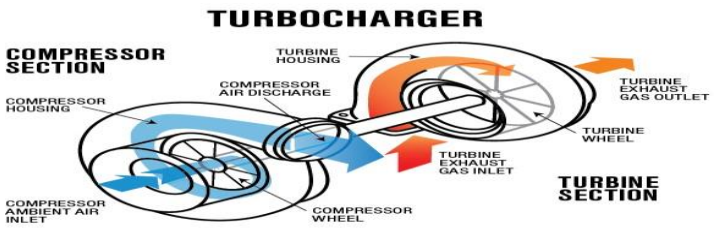
Toyota Mesin Seri 5K ini dipakai pada Toyota Kijang Generasi ke-2 dan ke-3. Kita

ketahui bahwa pada Toyota Kijang generasi ke-2 terdapat dua versi, versi pertama yang memiliki kapasitas 1,3L adalah mesin 4K. Sementara versi kedua yang memiliki kapasitas 1.5 L adalah mesin 5K. Toyota Kijang yang menggunakan mesin seri 5K pada generasi ke-3 ini adalah Toyota Kijang dengan beberapa varian seperti Commando dan Ranger. Varian Commando memiliki 4 pintu dengan beberapa pilihan yaitu LSX, SSX, LX dan SX.

Mungkin lebih familiernya adalah Kijang Super. Mesin Seri 5K memiliki kapasitas 1.5 L yang diproduksi dari tahun 1983 hingga 1996. Mampu menghasilkan output sekitar 71 hp pada 5.600 rpm. Memiliki sepesifikasi berikut: Silinder bore dan stroke: 80,5 mm x 73 mm. Mekanisme katup: OHV 8 valve.

## 2.2. Turbocharger

Pada prinsipnya supercharger dan turbocharger mempunyai tujuan yang sama, yaitu memperbesar jumlah udara yang masuk ke dalam silinder. Hal ini bertujuan meningkatkan daya motor tanpa memperbesar kapasitas motor tersebut. Ada perbedaan dalam proses kerja antara supercharger dan turbocharger, yaitu pada penggerak impeler turbin dimana pada supercharger impeler turbin digerakkan oleh gerakan mekanik yang ditransfer dari putaran poros engkol, sedangkan pada turbocharger memanfaatkan gas buang sebagai penggerak impeler turbin.




Gambar 2.1. Turbocharger

## 2.3. Parameter Performansi Motor Bakar Bensin

1. Tekanan Efektif Rata-Rata (mep)

Selama siklus berlangsung, temperatur dan tekanannya selalu berubah-ubah. Oleh karena itu sebaiknya dicari harga tekanan tertentu (konstan) yang apabila mendorong torak sepanjang langkahnya dapat menghasilkan kerja persiklus yang sama dengan siklus yang dianalisis. Tekanan tersebut dinamai tekanan efektif rata-rata (mep) yang diperoleh menggunakan rumus berikut.

$$mep = Wnett/Vd$$

Dimana:
mep = tekanan efektif rata –rata (kpa)
Vd = volume langka torak (m3)

2. Daya Poros

Daya yang dihasilkan suatu mesin pada poros keluarannya disebut sebagai daya poros (atau biasa dikenal dengan brake horse power) yang dihitung dengan cara berikut.

$$\acute{w}b = 2\pi \times N \times \tau$$

dimana:
ẃb/Ps = daya poros (kw)
N = putaran mesin (putaran/perdetik)
τ = torsi (Nm)

Seperti yang telah diketahui,dari sejumlah gaya yang dihasilkan mesin, maka sebagian darinya dipakai untuk mengatasi gesekan/ friksi antar bagianbagian mesin yang bergerak, sebagian lagi dipakai menngisap udara dan bahan bakar serta mengeluarkannya dalam bentuk gas buang.

$$sfc = mf : wb$$

Dimana:
sfc = komsumsi bahan bakar spesifik (gr/kwh)
f = laju aliran rata-rata bahan bakars pesifik (kg/detik)
mf = masa bahan bakar (kg)
ma = masa udara (kg)

3. Konsumsi Bahan Bakar Spesifik

Konsumsi bahan bakar didefenisikan sebagai jumlah bahan bakar yang dikonsumsi persatuan unit daya yang dihasilkan perjam operasi. Secara tidak langsung konsumsi bahan bakar spesifik merupakan indikasi efisiensi mesin dalam menghasilkan daya dari pembakaran bahan bakar yang dihitung dengan cara berikut.

$$sfc=mf/wb$$

Dimana :

Sfc = konsumsi bahan bakar (kg/kwh)

Mf = laju aliran rata-rata bahan bakar (kg/detik)

4. Efisiensi termal

Efisiensi termal suatu mesin didefenisikan sebagai perbandingan antara energi keluaran dengan energi kimia yang masuk yang dikandung bahan bakar dalam bentuk bahan bakar yang dihisap ke dalam ruang bakar. Efisiensi termal merupakan parameter untuk mengukur efisiensi bahan bakar yang diberikan dengan persamaan berikut.

$$\eta th=1 - (T1/T2)$$

Dimana:

ηth = efisiensi termal

Pa = masa jenis udara (kg/m3)

Vd = volume langka torak (m3)

n = jumblah putaran dalam satu siklus, untuk empat tak n = 2 (putaran/siklus)

5. Efisiensi Mekanis

Besarnya kerugian daya diperhitungkan dalam efisiensi mekanis yang dirumuskan pada persamaan berikut.

$$\eta_m \frac{P_s}{P_i} x100\%$$

6. Efisiensi Volumetrik

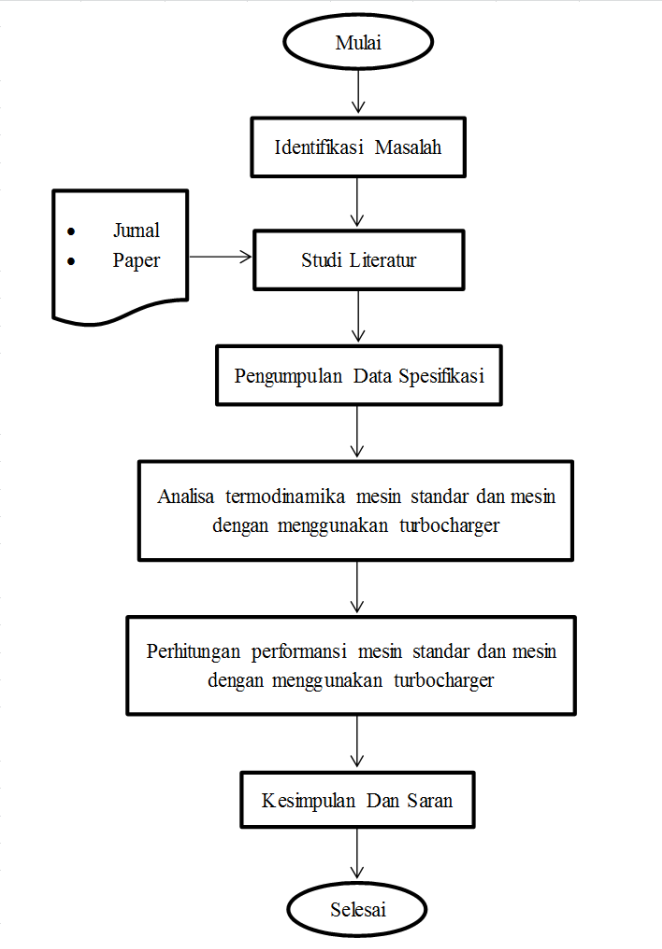
Efisiensi ini didefenisikan sebagai perbandingan antara massa udara yang masuk karena dihisap torak pada langkah hisap dan massa udara pada tekanan dan temperatur atmosfir yang dapat dihisap masuk ke dalam volume langkah torak yang sama dengan bentuk berikut.

$$\eta_v \frac{m_u}{P_u x V_d} x100\%$$

(Yusron, 2018).

## 3. METODE PENELITIAN

Bagan Metode penelitian pada gambart 3.1




Gambar 3.1. Diagram penelitian

### 3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

1. Tempat Penelitian

Tempat pelaksanaan dan pengambilan data dilakukan di Bengkel CF Auto Custom, Jl Pangeran Hidayatullah (depan pom bensin Benua Anyar) Kota Banjarmasin..

2. Waktu Penelitian

Waktu penelitian di mulai dari persetujuan judul skripsi yang disetujui oleh Dosen pembimbing, pengambilan data, pengolahan data, hingga penyusunan skripsi

dinyatakan selesai. Waktu penelitian dimulai dari bulan April – Agustus 2021.

### 3.2 Analiais Data

untuk mendapatkan parameter termodinamika motor bakar bensin tanpa penggunaan turbocharger dan dengan pengguaan turbocharger, dan mendapatkan tingkat performansi motor bakar bensin tanpa penggunaan turbocharger dan dengan penggunaan turbocharger, maka mengunakan rumus yang ada di Bab II.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Ferformansi Tanpa Menggunakan Turbocharger

1. Tekanan efektif rata-rata (*mep*)

$W_{nett} = 1{,}93125\ Kj$

$V_d = 0{,}0003715\ m^3$

$$mep = \frac{W_{nett}}{V_d} = \frac{1{,}93125}{0{,}0003715}$$

$$= 5198{,}5196\ Kpa$$

2. Daya indikator ($P_i$)

Putaran mesin $N = 6000\ rpm$ dan nilai n = 2

$$P_i = \frac{W_{nett} \times N}{n}$$

$$= \frac{1{,}93125 \times \left(\frac{6000}{60}\right)}{2}$$

$$= 96{,}5625\ KW$$

Untuk 4 silinder diperoleh daya indikator sebagai berikut

$$P_i = 4 \times 96{,}5625\ KW$$

$$= 386{,}25\ KW$$

3. Daya poros

Nilai torsi pada putaran 4400 rpm adalah 12.2 kgf.m sesuai dengan data spesifikasi mesin pada Bab 3.

$$P_s = \frac{2\pi \times N \times T}{60 \times 100}$$

$$= \frac{2\pi \times 4400 \times 12{,}2}{60 \times 100}$$

$$= 5{,}6214\ KW$$

4. Konsumsi bahan bakar spesifik (*sfc*)

N = 6000 rpm

$mf$ = 0,00007119 *kg*

Jumah silinder (z) = 4

n = 2.

$$sfc = \frac{\dot{m}_f}{P_s} = \frac{m_f \times N \times z \times \frac{1}{n}}{P_s}$$

$$= \frac{0{,}00007119 \times \left(\frac{6000}{60}\right) \times 4 \times \frac{1}{2}}{P_s}$$

$$= \frac{0{,}014238}{5{,}6214}$$

$$= 0{,}002532821\ \frac{kg}{KW}.s$$

$$= 9118{,}1556\ \frac{gram}{KW}.jam$$

5. Efisiensi mekanis

$$n_m = \frac{P_s}{P_i} \times 100 = \frac{5{,}6214}{96{,}5625} \times 100$$

$$= 5{,}83\%$$

6. Efisiensi volumetric

$m_u = 0{,}000439\ kg$

$\rho_u = 1{,}1769\ kg/m^3$

$$n_v = \frac{m_u}{\rho_u \times V_d}$$

$$= \frac{0{,}0008543}{1{,}1769 \times 0{,}0003715}$$

$$= 1{,}9539\ (195{,}39\%)$$

**4.2. Performansi dengan penggunaan Turbocharger**

1. Tekanan efektif rata-rata (*mep*)

$W_{nett} = 1{,}70125\ Kj$

$V_d = 0{,}0003715\ m^3$

$$mep = \frac{W_{nett}}{V_d} = \frac{1{,}70125}{0{,}0003715}$$

$$= 4579{,}4078\ Kpa$$

2. Daya indikator ($P_i$)

Putaran mesin $N = 6000\ rpm$ dan nilai n = 2

$$P_i = \frac{W_{nett} \times N}{n}$$

$$= \frac{1{,}70125 \times \left(\frac{6000}{60}\right)}{2}$$

$$= 85{,}0625\ KW$$

Untuk 4 silinder diperoleh daya indikator sebagai berikut

$$P_i = 4 \times 85{,}0625\ KW$$

$$= 340{,}25\ KW$$

3. Daya poros

Nilai torsi pada putaran 4400 rpm adalah 12,2 kgf.m sesuai dengan data spesifikasi mesin pada Bab 3.

$$P_s = \frac{2\pi \times N \times T}{60 \times 100}$$

$$= \frac{2\pi \times 4400 \times 12{,}2}{60 \times 100}$$

$$= 5{,}6214\ KW$$

4. Konsumsi bahan bakar spesifik (*sfc*)

N = 6000 rpm

$mf$ = 0,0000647951 $kg$

Jumah silinder (z) = 4

n = 2.

$$sfc = \frac{\dot{m}_f}{P_s} = \frac{m_f \times N \times z \times \frac{1}{n}}{P_s}$$

$$= \frac{0{,}0000647951 \times \left(\frac{6000}{60}\right) \times 4 \times \frac{1}{2}}{P_s}$$

$$= \frac{0{,}01296}{5{,}6214}$$

$$= 0{,}0023054755 \frac{kg}{KW}.s$$

$$= 8299{,}7118\ \frac{gram}{KW}.jam$$

5. Efisiensi mekanis

$$n_m = \frac{P_s}{P_i} \times 100 = \frac{5{,}6214}{85{,}0625} \times 100$$

$$= 6{,}61\%$$

6. Efisiensi volumetric

Nilai $m_u = 0{,}000761\ kg$ dan $\rho_u = 2{,}0392 \frac{kg}{m^3}$

$$n_v = \frac{m_u}{\rho_u \times V_d}$$

$$= \frac{0{,}000777541}{1{,}0725 \times 0{,}0003715}$$

$$= 1{,}9515\ (195{,}15\%)$$

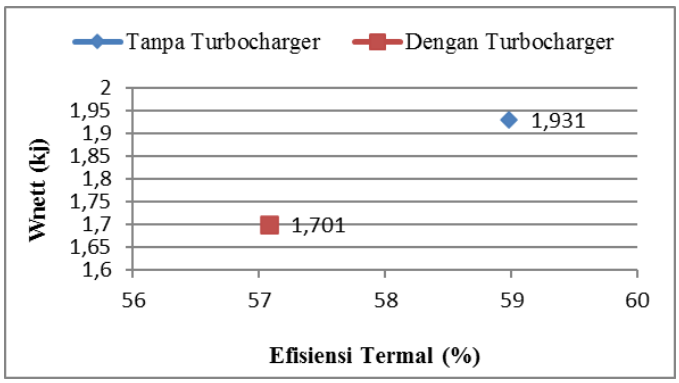
Tabel 4.3 Hasil Perbandingan Performansi

| KETERANGAN | TANPA TURBOCHARGER | DENGAN TURBOCHARGER |
|---|---|---|
| Tekanan Efekrtif Rata-rata | 5198,5196 Kpa | 4579,4078 Kpa |
| Daya Indikator | 96,5625 KW | 85,0625 KW |
| | Untuk 4 silinder diperoleh daya | Untuk 4 silinder diperoleh daya |
| | indikator sebesar 386,25 KW | indikator sebesar 340,25 KV |
| Daya Poros | 5,6214 KW | 5,6214 KW |
| Konsumsi Bahan Bakar Spesifik | 9118,1556 gram/KW.jam | 8299,7118 gram/KW.jam |
| Efisiensi Mekanis | 5,83% | 6,61% |
| Efisiensi Volumetrik | 195,39% | 195,15% |

**4.3. Hasil perfomansi mesin tanpa Turbochager dengan menggunakan Turbochager**

1. Efisiensi termal dengan Wnett

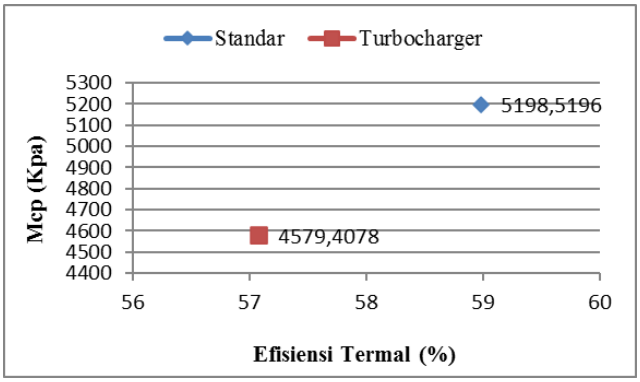
Dari hasil analisis perfomansi mesin tanpa turbocharger dan dengan turbocharger dapat di plot dalam bentuk grafik pada gambar. Grafik menunjukan bahwa dengan menggunakan turbocharger efisiensi termal dengan Wneet mengalami peningkatan.




Gambar 4.5. Efisiensi Termal vs Wneet

2. Efisiensi termal dengan mep

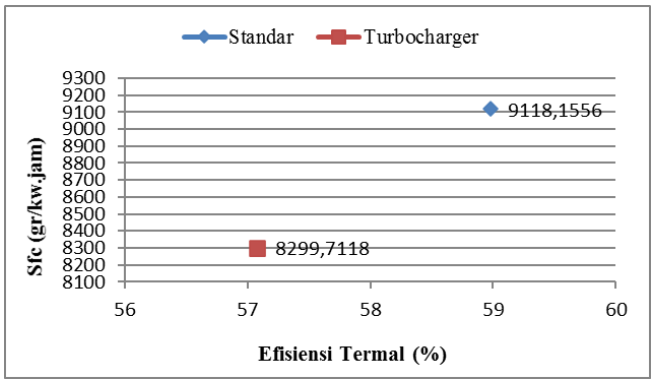
Dari hasil analisis perfomansi mesin tanpa turbocharger dan dengan turbocharger dapat di plot dalam bentuk grafik pada gambar. Grafik menunjukan bahwa dengan menggunakan turbocharger efisiensi termal dengan mep mengalami peningkatan.




Gambar 4.6. Efisiensi Termal vs mep

3. Efisiensi termal dengan sfc

Dari hasil analisis perfomansi mesin tanpa turbocharger dan dengan turbocharger dapat diplot dalam bentuk grafik pada gambar. Grafik menunjukan bahwa dengan menggunakan turbocharger efesiensi termal dengan mep mengalami peningkatan.




Gambar 4.7. Grafik Efesiensi Termal vs sfc

## 5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa termodinamika dan perhitungan performansi mesin bensin Toyota Kijang 5K diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil analisa termodinamika motor bakar bensin tanpa penggunaan turbocharger diperoleh nilai kalor yang disuplai ke dalam silinder mesin 〖(Q〗_in) sebesar 3,27474 Kj, kalor yang dibuang (Q_out) sebesar 1,3421 Kj, kerja bersih siklus (W_nett) yang dihasilkan sebesar 1,93125 Kj, dan efisiensi termal siklus (n_th) sebesar 0,5898 (58,98%). Sedangkan hasil analisa termodinamika motor bakar bensin dengan penggunaan turbocharger diperoleh nilai kalor yang disuplai ke dalam silinder mesin 〖(Q〗_in) sebesar 2,9805746 Kj, kalor yang dibuang (Q_out) sebesar 1,0142 Kj, kerja bersih siklus (W_nett) yang dihasilkan sebesar 1,70125 Kj, dan efisiensi termal siklus (n_th) sebesar 0,5708 (57,08%) .
2. Hasil perhitungan performansi motor bakar bensin tanpa penggunaan turbocharger diperoleh tekanan efektif rata-rata (mep) sebesar 5198,5196 Kpa, daya indikator (P_i) pada putaran 4400 rpm sebesar 386,25 KW, daya poros (P_s) pada putaran 4400 rpm sebesar 5,6214 KW, konsumsi bahan bakar spesifik (sfc) sebesar 9118,1556 gram/KW.jam, efisiensi mekanis (n_m) sebesar 5,83% dan efisiensi volumetrik (n_v) sebesar 195,39%. Sedangkan hasil perhitungan performansi motor bakar bensin dengan penggunaan turbocharger diperoleh tekanan efektif rata-rata (mep) sebesar 4579,4078 Kpa, daya indikator (P_i) pada putaran 4400 rpm sebesar 340,25 KW, daya poros (P_s) pada putaran 4400 rpm sebesar 5,6214 KW, konsumsi bahan bakar spesifik (sfc) sebesar 8299,7118 gram/KW.jam, efisiensi mekanis (n_m) sebesar 6,61% dan efisiensi volumetrik (n_v) sebesar 195,15%.

## 6. SARAN

Untuk kelanjutan kajian teoritis ini kedepannya, perlu kiranya untuk dilakukan perhitungan dimensi turbocharger berdasarkan hasil analisa termodinamika pada kajian ini serta melakukan uji eksperimen dengan mengaplikasikan turbocharger langsung pada mesin bensin dengan dilengkapi alat ukur untuk dapat mengetahui performansinya secara actual.

## 7. DAFTAR PUSTAKA


Agustinus, 2011. *Perancangan Kompresor Sentrifugal Pada Turbocharger Motor Bensin 1500 cc Untuk Menaikkan Daya Maksimal Sebesar 25%*. Surabaya:Jurusan Teknik Mesin. ITS

Manalu, K., 2018. *Analisa Kinerja Motor Bensin Volume 1000 Cc Dengan Turbocharger Secara Termodinamika*.Skripsi.Medan:Program Studi Teknik Mesin.Universitas Medan Area

Santoso, I., 2006. *Perancangan Turbin Gas dan Blower Pada Turbocharger Untuk Motor Bensin 1500cc*. Universitas Muhammadiyah Malang

Permana, S., 2020. *Pengaruh Penggunaan Turbocharger Terhadap Performa Mesin Dan Emisi Gas Buang Pada Mesin Diesel Maupun Bensin.*Universitas Diponegoro

Rifky Marley, 2011. *Prinsip Kerja Mesin 4 Tak.* http://allick.blogspot.com/2011/12/prinsip-kerja-mesin-4-tak.html, Diakses pada tanggal 28 Januari 2021

Yusuf, Lizardi.,2021. *Analisis Thermodinamika Turbocharger Pada Mesin Bensin Toyota Camry 2494cc Type Il-4*

*Terhadap Unjuk Kerja Mesin*.Skripsi.Medan:Program Studi Teknik Mesin. Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara.

Yusuf, Yusvardi.dkk., *Analisis prestasi mesin mobil diesel turbocharger yang diuji dengan dynamometer*.Skripsi.Universitas Sultan Agung Tirtayasa.

Yusron, M., 2018. *Analisa Termodinamika Pemasangan Turbocharger Pada Mesin Bensin Toyota Kijang Innova 2000cc Tipe IL-4 Terhadap Unjuk Kerja Daya Mesin*.Skripsi.Medan:Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

**https://www.bisaotomotif.com/perbedaan-mesin-kijang-3k-4k-5k-dan-7k-dan-sejarahnya/** Diakses pada tanggal 10 Januari 2021

**https://dokumen.tips/documents/spesifikasi-mesin-kijang-toyota-5k.html** Diakses pada tanggal 18 Januari 2021