

UNJUK KERJA MESIN DIESEL TERHADAP PENAMBAHAN TURBOCHARGER

Rasdy Yunandi, Abrar dan Steven

Universitas Tarumanagara Jakarta, Indonesia

Email: rasdy.515150042@stu.untar.ac.id, abrarr@ft.untar.ac.id dan stevend@ft.untar.ac.id

INFO ARTIKEL

Diterima
10 Februari 2021
Direvisi
15 Februari 2021
Disetujui
15 Maret 2021

Keywords:

turbocharger; diesel engine; power; torque

ABSTRACT

The times that are increasingly rapid demand development in all fields, fields of technology, demand for programs and demands that demand that technology be familiar with the environment, and use or consume fuel as economically as possible and high performance. To achieve this, of course an additional device is needed, one of which is by using a turbocharger. In this experiment we will compare the value of engine performance when using a turbocharger and when not using a turbocharger when using a turbocharger increases engine power. The purpose of this study was to determine the difference in power produced by a diesel engine that uses a turbocharger and a diesel engine that does not use a turbocharger, by collecting secondary data that has been previously tested for analysis, and proceeding into a graph to see the differences made by the use of a turbocharger

ABSTRAK

Perkembangan zaman yang semakin pesat menuntut perkembangan di segala bidang, bidang teknologi, permintaan program dan menuntut permintaan agar teknologi akrab dengan lingkungan, dan menggunakan atau mengkonsumsi bahan bakar sebesar mungkin secara ekonomis dan kinerja tinggi. Untuk mencapai hal tersebut, tentunya diperlukan perangkat tambahan, salah satunya dengan menggunakan *turbocharger*. Dalam eksperimen ini kita akan membandingkan nilai kinerja mesin saat menggunakan *turbocharger* dan ketika tidak menggunakan *turbocharger* saat menggunakan *turbocharger* yang berfungsi untuk meningkatkan tenaga mesin. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perbedaan daya yang dihasilkan mesin diesel yang menggunakan *turbocharger* dan mesin diesel yang tidak menggunakan *turbocharger*, dengan mengumpulkan data sekunder yang telah diuji sebelumnya

Kata Kunci: untuk dianalisis, dan diolah menjadi grafik untuk dapat
turbocharger; mesin dilihat perbedaan yang dihasilkan oleh penggunaan
diesel; kekuasaan; torsi *turbocharger*.

Corresponden Author

Email: rasdy.515150042@stu.untar.ac.id

Artikel dengan akses terbuka dibawah lisensi



Pendahuluan

Perkembangan zaman yang semakin pesat menuntut adanya kemajuan didalam segala bidang terutama didalam bidang teknologi. Salah satu bidang teknologi yang mengalami kemajuan adalah dalam bidang otomotif. Kemajuan didalam bidang ini dapat kita lihat pada kendaraan-kendaraan sekarang yang selalu ingin meningkatkan rasa kenyamanan, kepuasan keamanan dan ramah lingkungan (Hendrawan et al., 2020).

Tuntutan program dan permintaan konsumen yang menuntut agar teknologi haruslah akrab dengan lingkungan, dan pemakaian atau konsumsi bahan bakar yang sehemat mungkin (Mahfudiyanto et al., 2020). Hal ini merupakan tantangan tersendiri untuk para perancang otomotif atau para insinyur untuk terus berupaya dan berinovasi menciptakan kendaraan dengan tingkat polusi yang serendah- rendahnya, hemat bahan bakar serta mempunyai performa yang tinggi (Nasution & Ibrahim, 2017).

Salah satu cara peningkatan unjuk kerja mesin diesel dapat dilakukan dengan memperbaiki sistem pemasukan dan pengeluaran udara, untuk memperoleh hal tersebut tentu diperlukan suatu perangkat tambahan salah satu diantaranya dengan memakai *turbocharger* (Ginting & Hazwi, 2014). *Turbocharger* adalah sebuah komponen yang berupa kompresor yang digunakan dalam mesin pembakaran dalam untuk meningkatkan performa mesin (Nasution & Ibrahim, 2017).

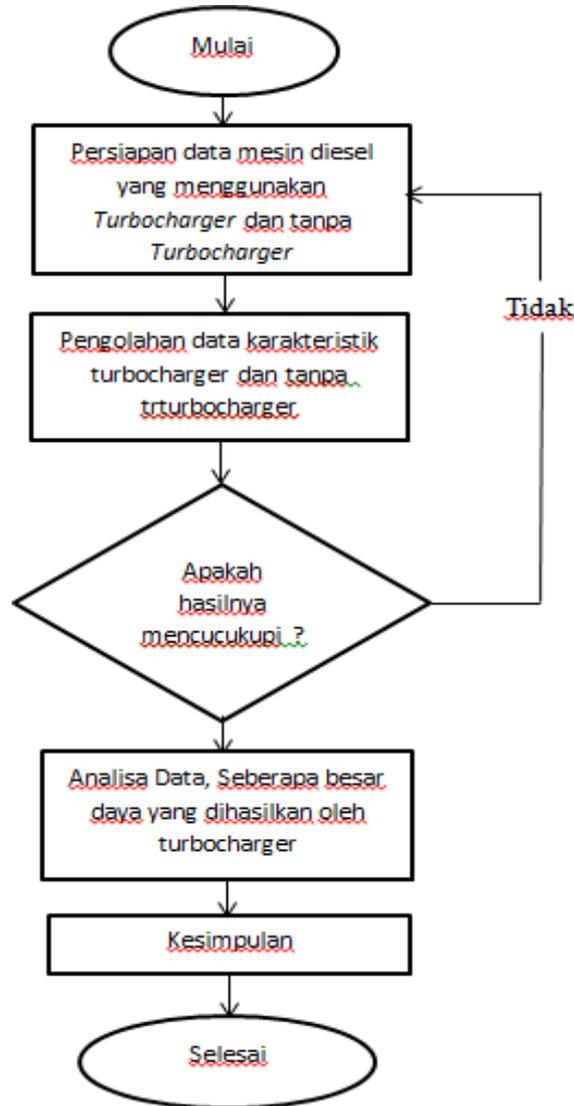
Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa besar perbedaan daya dan torsi yang dihasilkan oleh mesin diesel yang menggunakan *turbocharger* dan mesin diesel yang tidak menggunakan *turbocharger* dengan menggumpulkan data sekunder yang sudah ada dan telah diuji sebelumnya untuk dianalisis dan diolah dalam bentuk grafik.

Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah dengan mengumpulkan beberapa data sekunder, kemudian melalui data yang sudah didapatkan akan diolah dan dianalisis dengan mencari delta daya dan torsi mesin diesel. Data olahan tersebut akan dibuat menjadi grafik untuk dapat dilihat perbedaan dari hasil performa mesin yang dihasilkan dari penggunaan *turbocharger* (Purwanto, 2005). Pembuatan analisa berdasarkan data dan grafik yang sudah didapat dari data yang telah diuji sebelumnya untuk dijadikan kesimpulan.

Data sekunder yang dikumpulkan 3 jurnal untuk dimasukkan ke laporan jurnal, yang dimana dibagi jadi 2 jenis percobaan dimana percobaan 1 adalah percobaan

perbandingan performa mesin yang menggunakan *turbocharger*, dan untuk percobaan 2 adalah percobaan perbandingan performa mesin tanpa menggunakan *turbocharger*.



Gambar 1
Flowchart Pengambilan Data

Hasil dan Pembahasan

1. Percobaan Performa Mesin Untuk Data Mesin Diesel dengan *Turbocharger*

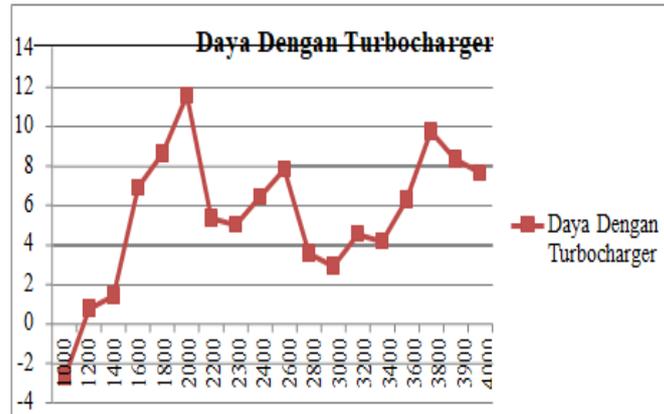
Berikut merupakan data karakteristik *turbocharger* yang digunakan saat melakukan uji coba dengan menggunakan mesin mobil diesel *turbocharger* yang diuji dengan *dynamometer* (Yusuf et al., 2019).

Tabel 1
Data Hasil Pengujian Daya dengan *Turbocharger* dan Tanpa *Turbocharger*
 (Yusuf et al., 2019)

Rpm	<i>Max Power Tanpa Turbocharger</i>	<i>Max Power Dengan Turbocharger</i>
1000	15.47 N.m.	15.06 N.m.
1200	19.81 N.m.	19.97 N.m.
1400	23.37 N.m.	23.71 N.m.
1600	26.8 N.m.	28.66 N.m.
1800	30.55 N.m.	33.19 N.m.
2000	33.72 N.m.	37.62 N.m.
2200	36.92 N.m.	38.91 N.m.
2300	38.4 N.m.	40.33 N.m.
2400	39.71 N.m.	42.27 N.m.
2600	41.56 N.m.	44.82 N.m.
2800	44.57 N.m.	46.17 N.m.
3000	47.18 N.m.	48.57 N.m.
3200	49.13 N.m.	51.32 N.m.
3400	50.87 N.m.	53 N.m.
3600	51.53 N.m.	54.77 N.m.
3800	52.15 N.m.	57.24 N.m.
3900	51.26 N.m.	55.54 N.m.
4000	50.67 N.m.	54.56 N.m.

Pada table 1 dapat dilihat perbandingan daya mesin dengan *turbocharger* dan tanpa *turbocharger* pada rpm berbeda. Untuk daya maksimum tertinggi diperoleh pada 3800 rpm di mana mesin dengan menggunakan *turbocharger* memiliki daya maksimum sebesar 57,24 N.m, sedangkan mesin tanpa *turbocharger* memiliki daya maksimum sebesar 52,15 N.m (Sumardiyanto & Susilowati, 2017). Pada putaran 3800 rpm, diperoleh daya maksimum untuk mesin dengan *turbocharger* sebesar 54,56 N.m dan mesin tanpa *turbocharger* sebesar 50,67 N.m. Jika dilihat perbandingan dari putaran mesin yang berbeda dapat dikatakan bahwa mesin dengan menggunakan *turbocharger* memiliki keunggulan dari sisi keluaran daya maksimum dibandingkan dengan mesin tanpa *turbocharger* (Yusuf et al., 2019).

Unjuk Kerja Mesin Diesel terhadap Penambahan Turbocharger



Grafik 1
Delta Daya dari Percobaan 1

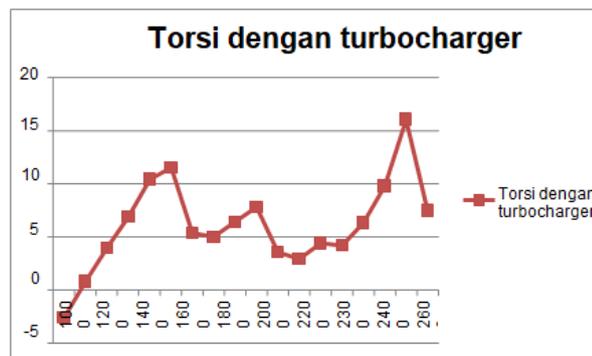
Pada grafik 1 dapat disimpulkan bahwa delta daya maksimal yang dihasilkan mesin dengan menggunakan *turbocharger* mengalami peningkatan daya sebesar 11,57% dari putaran 1000 rpm sampai 2000 rpm, sedangkan pada putaran 3000 rpm mesin mengalami penurunan daya sebesar 2,95 % dan daya mesin kemabali naik pada putaran 3800 rpm dengan daya sebesar 9.76%.

Tabel 2
Data Hasil Pengujian Torsi dengan *Turbocharger* dan Tanpa *Turbocharger*
(Yusuf et al., 2019)

Rpm	Max Torque kg.m Tanpa Turbocharger	Max Torque kg.m Dengan Turbocharger
1000	15.06 N.m.	14.67 N.m.
1200	16.07 N.m.	16.2 N.m.
1400	16.25 N.m.	16.49 N.m.
1600	16.31 N.m.	17.44 N.m.
1800	16.52 N.m.	17.95 N.m.
2000	16.41 N.m.	18.31 N.m.
2200	16.34 N.m.	17.22 N.m.
2300	16.25 N.m.	17.07 N.m.
2400	16.11 N.m.	17.15 N.m.
2600	15.56 N.m.	16.78 N.m.
2800	15.5 N.m.	16.05 N.m.
3000	15.31 N.m.	15.76 N.m.
3200	14.95 N.m.	15.61 N.m.
3400	14.57 N.m.	15.18 N.m.
3600	13.93 N.m.	14.81 N.m.
2800	13.36 N.m.	14.67 N.m.
3900	12.8 N.m.	14.86 N.m.
4000	12.35 N.m.	13.28 N.m.

Pada table 1 dapat dilihat perbandingan torsi mesin dengan *turbocharger* dan tanpa *turbocharger* pada rpm berbeda. Untuk daya maksimum tertinggi diperoleh

pada 2000 rpm dimana mesin dengan menggunakan *turbocharger* memiliki daya maksimum sebesar 18,31 N.m, sedangkan mesin tanpa *turbocharger* memiliki daya maksimum sebesar 16,41 N.m. Pada putaran maksimum untuk mesin dengan menggunakan *turbocharger* sebesar 13,28 N.m di posisi 4000 rpm lebih tinggi jika dibandingkan dengan mesin tanpa *turbocharger* yang memperoleh torsi sebesar 12,35 N.m (Yusuf et al., 2019).



Grafik 2
Delta Torsi dari Percobaan 1

Pada grafik 2 diperlihatkan delta torsi mesin diesel dengan menggunakan *turbocharger* mengalami peningkatan sebesar 11,58 % pada putaran 2000 rpm dan terjadi penurunan sebesar 2,94 % pada putaran 2000 rpm dan pada putaran 3200 rpm sampai 3900 rpm torsi mengalami peningkatan sebesar 16.09 %, sebelum kembali turun pada putaran 4000 rpm (DIMAS, 2019).

2. Percobaan Kedua Performa Mesin untuk Data Mesin Diesel dengan *Turbocharger*

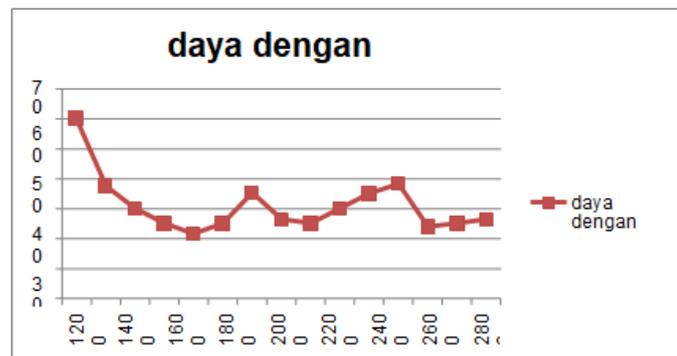
Berikut merupakan data karakteristik *turbocharger* yang digunakan saat melakukan uji coba dengan menggunakan mesin diesel DAIHATSU tipe CB-23. (Eko, 2019).

Tabel 3
Data Hasil Pengujian Daya dengan Turbocharger dan Turbocharger (Sony Uji Permana.,2020)

Rpm	aya Dengan Turbocharger	Daya Tanpa Turbocharger
1200	8 HP	5 HP
1400	11 HP	8 HP
1600	13 HP	10 HP
1800	15 HP	12 HP
2000	17 HP	14 HP
2200	20 HP	16 HP
2400	23 HP	17 HP
2600	24 HP	19 HP
2800	25 HP	20 HP
3000	26 HP	20 HP
3200	27 HP	20 HP

Rpm	Daya Dengan Turbocharger	Daya Tanpa Turbocharger
3400	28.33 HP	20.49 HP
3600	26 HP	20.99 HP
3800	25 HP	20 HP
4000	24 HP	19 HP

Pada table 3 dapat dilihat perbandingan daya mesin dengan *turbocharger* dan tanpa *turbocharger* pada rpm berbeda yang diuji oleh Philip Kristanto, Willyanto (Arviyanto, 2019) melakukan penelitian pada motor DAIHATSU tipe CB-23 yang menggunakan *turbocharger* dan tidak menggunakan *turbocharger*. Pada penelitian tersebut dapat diamati mesin dengan *turbocharger* memiliki daya sebesar 28,33 HP pada putaran 3400 rpm dan mesin tanpa *turbocharger* memiliki daya sebesar 20,99 pada putaran 3600 rpm. Mesin dengan *turbocharger* memiliki daya maksimum sebesar 24 HP pada putaran 4000 rpm sedangkan pada mesin tanpa menggunakan *turbocharger* memiliki daya maksimum sebesar 19 HP pada putaran 4000 rpm, sehingga dapat dikatakan mesin dengan *turbocharger* memiliki daya yang lebih besar dibandingkan tanpa menggunakan *turbocharger* (Sulaksono, 2012).



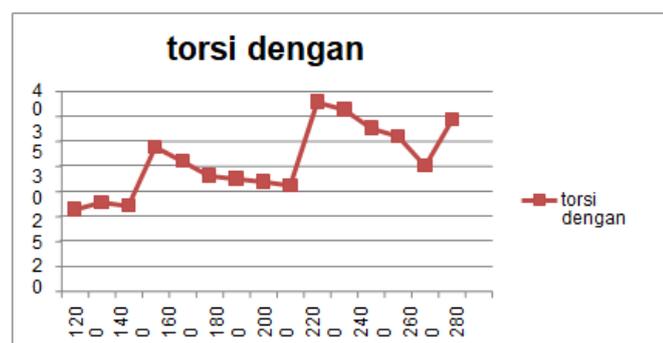
Grafik 3
Data Daya dari Percobaan 2

Pada grafik 3 delta daya dari percobaan dua mesin yang menggunakan *turbocharger* pada putaran awal 1200 rpm memiliki daya sebesar 60 % dan pada putaran 1400 rpm sampai dengan putaran 2000 rpm terjadi penurunan daya sebesar 21,43 % dan pada putaran 2400 rpm daya kembali naik sebesar 35,29 % sampai dengan 38,26 % pada putaran 3400 rpm sebelum kembali turun pada putaran 3600 rpm.

Tabel 4
Data Hasil Pengujian Torsi dengan Turbocharger dan Tanpa Turbocharger
 (Eko, 2019)

Rpm	torsi dengan turbocharger	Torsi tanpa turbocharger
1200	50 Nm	43 Nm
1400	53 Nm	45 Nm
1600	55 Nm	47 Nm
1800	58 Nm	48 Nm
2000	63 Nm	50 Nm
2200	64 Nm	52 Nm
2400	65.89 Nm	53.79 Nm
2600	64 Nm	52.5 Nm
2800	63 Nm	52 Nm
3000	62 Nm	45 Nm
3200	60 Nm	44 Nm
3400	57 Nm	43 Nm
3600	55 Nm	42 Nm
3800	50 Nm	40 Nm
4000	47 Nm	35 Nm

Pada table 4 Philip Kristanto, Willyanto (Arviyanto, 2019) melakukan penelitian pada mesin Daihatsu tipe CB-23, dari table diatas dapat diamati perbandingan torsi mesin diesel yang menggunakan *turbocharger* dan mesin diesel tanpa menggunakan *turbocharger*, pada mesin diesel yang menggunakan *turbocharger* memiliki torsi sebesar 65,89 Nm pada putaran 2400 rpm sedangkan mesin tanpa *turbocharger* mempunyai torsi paling tinggi pada putaran 2400 rpm dengan torsi 53,79 Nm.



Grafik 4
Delta Torsi dari Percobaan 2

Pada grafik 4 delta torsi dari percobaan 2 pada putaran awal yaitu 1200 rpm mempunyai torsi sebesar 16,28 % dan terus mengalami kenaikan sebesar 28,83 % pada putaran 1800 rpm sampai dengan 37,78 % pada putaran 3000 rpm sebelum mengalami penurunan sebesar 35 % pada putaran 3800 rpm. Mesin diesel dengan

turbocharger memiliki delta torsi maksimum sebesar 34,29 % pada putaran 4000 rpm (Nurpratama, 2017).

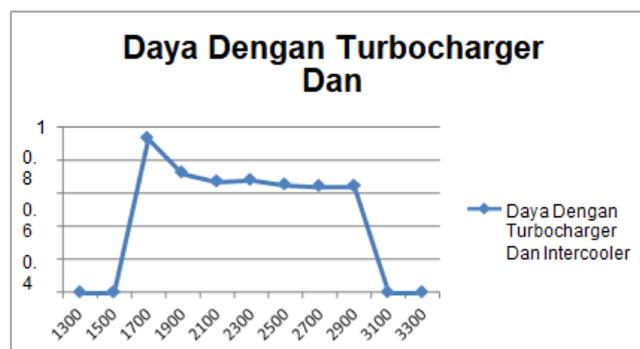
3. Percobaan Ketiga Performa Mesin untuk Data Mesin Diesel *Turbocharger* dengan *Intercooler*

yang digunakan saat melakukan uji coba dengan menggunakan mesin diesel *turbocharger* dengan *intercooler* (Biyantoro & Muhadi., 2010).

Tabel 5
Data Hasil Pengujian Daya Dengan *Turbocharger* dan Tanpa *Turbocharger*
(Biyantoro & Muhadi., 2010)

Rpm	Daya dengan turbocharger	Daya tanpa turbocharger
1300	59 Hp	-
1500	70 Hp	-
1700	83 Hp	43 Hp
1900	100 Hp	58 Hp
2100	117 Hp	70 Hp
2300	128 Hp	76 Hp
2500	130 Hp	79 Hp
2700	128 Hp	78 Hp
2900	125 Hp	76 Hp
3100	110 Hp	-
3300	100 Hp	-

Pada table 5 Mahadi (Biyantoro & Muhadi, 2010) melakukan penelitian mesin diesel *turbocharger* dengan *intercooler* dan mesin diesel tanpa *turbocharger* dan *intercooler* dari table diatas dapat diamati mesin diesel *turbocharger* dengan *intercooler* dimulai dari putaran 1300 rpm dengan daya sebesar 59 Hp sampai dengan 3300 rpm dan memiliki daya 100 Hp, sedangkan mesin tanpa *turbocharger* dan tanpa *intercooler* putaran awal dimulai pada putaran 1700 rpm dengan daya sebesar 43 Hp sampai putaran 2900 rpm dengan daya sebesar 76 Hp. Mesin diesel *turbocharger* mempunyai daya paling besar yaitu 130 Hp pada putaran 2500 rpm sedangkan mesin tanpa *turbocharger* dan *intercooler* memiliki daya paling besar yaitu sebesar 79 Hp pada putaran 2500 rpm (Kusnadi, 2015).



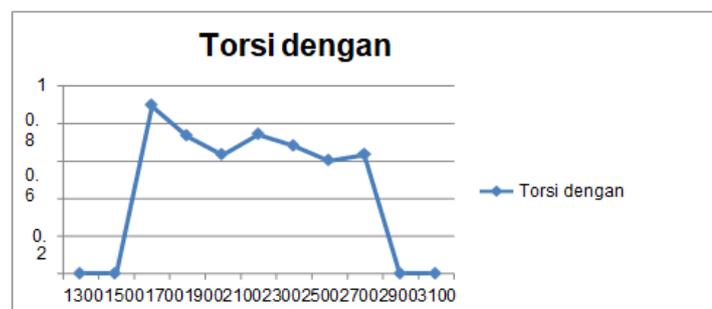
Grafik 5
Delta Daya dari Percobaan 3

Pada grafik 5 delta daya dari percobaan 3 penelitian yang dilakukan oleh Mahadi (Biyantoro & Muhadi, 2010) mesin diesel *turbocharger* dengan *intercooler* pada putaran 1700 rpm terjadi peningkatan daya sebesar 0,93 %, sedangkan pada 1900 rpm daya kembali berubah sebesar 0,72 %. Daya maksimum yang dihasilkan oleh mesin diesel *turbocharger* dengan *intercooler* sebesar 0,64% pada putaran 2900 rpm (Rohman, 2018).

Tabel 6
Data Hasil Pengujian Torsi dengan Turbocharger dan Tanpa Turbocharger
(Biyantoro & Muhadi, 2010)

Rpm	Torsi dengan turbocharger	torsi tanpa turbocharger
1300	32 Kg-m	-
1500	34 Kg-m	-
1700	36 Kg-m	19 Kg-m
1900	38 Kg-m	22 Kg-m
2100	39 Kg-m	24 Kg-m
2300	40 Kg-m	23 Kg-m
2500	37 Kg-m	22 Kg-m
2700	32 Kg-m	20 Kg-m
2900	31 Kg-m	19 Kg-m
3100	26 Kg-m	-
3300	22 Kg-m	-

Pada table 6 Mahadi (Wibowo, 2019) melakukan penelitian pada mesin diesel *turbocharger* dengan *intercooler*. Dari table dapat dilihat bahwa mesin diesel *turbocharger* dengan *intercooler* mempunyai torsi paling besar pada putaran 2300 rpm dengan besar torsi 40 Kg-m, dari rpm awal 1300 dengan besar torsi 32 Kg-m sedangkan mesin diesel tanpa *turbocharger* dan *intercooler* torsi paling besar pada putaran 2100 rpm dengan torsi 24 Kg-m dengan putaran awal torsi pada 1700 rpm sebesar 19 Kg-m. Daya maksimum torsi mesin diesel *turbocharger* dengan *intercooler* adalah 22 Kg-m pada rpm 3300 dan untuk torsi maksimum mesin diesel tanpa *turbocharger* dan *intercooler* sebesar 19 Kg-m pada putaran 2900 rpm.



Grafik 6
Delta Torsi dari Percobaan 3

Pada grafik 6 delta torsi percobaan 3 terjadi peningkatan torsi pada putaran 1700 rpm sebesar 0,89 % dan pada putaran 2700 terjadi penurunan torsi sebesar 0,63 % dan torsi kembali meningkat pada putaran 2300 rpm sebesar 0,74 %, pada percobaan tiga grafik delta torsi memiliki torsi maksimum pada sebesar 0,69 % terdapat pada putaran 2900 rpm.

Kesimpulan

Secara umum *turbocharger* pada mesin diesel mobil yang diuji dengan *dynamometer* dapat menaikkan unjuk kerja mesin diesel yaitu kenaikan daya maksimum sebesar 57,24 kW pada putaran 3500 rpm sedangkan mesin tanpa *turbocharger* daya maksimum yang dihasilkan sebesar 52,15 kw. Untuk maksimum torsi dengan *turbocharger* sebesar 18,32 N.m pada putaran 200 rpm dan tanpa *turbocharger* torsi maksimum yang dihasilkan sebesar 16,52 N.m pada putaran 1800 rpm. Terjadi peningkatan nilai daya maksimum pada mesin dengan menggunakan *turbocharger* sebanyak 9,76 % dari kondisi mesin tanpa *turbocharger* dan peningkatan nilai torsi maksimum pada mesin dengan menggunakan *turbocharger* sebanyak 10,84 % dari kondisi mesin tanpa *turbocharger*.

Pada data kedua mesin diesel Daihatsu tipe CB-23 yang menggunakan *turbocharger* mempunyai daya maksimum sebesar 28,33 HP yang terjadi pada putaran 3400 rpm sedangkan mesin diesel tanpa menggunakan *turbocharger* memiliki daya maksimum sebesar 20,99 HP pada putaran 3600 rpm. Untuk maksimum torsi yang dihasilkan mesin dengan *turbocharger* sebesar 65,89 N.m pada putaran 2400 rpm dan torsi maksimum untuk mesin diesel tanpa *turbocharger* sebesar 53,79 N.m pada putaran 2400 rpm. Mesin dengan *turbocharger* akan meningkatkan daya dari motor sebesar 34,97% dan nilai torsi mesin yang dihasilkan menggunakan *turbocharger* lebih tinggi dibandingkan dengan mesin normal.

Untuk data pada percobaan ketiga daya yang dihasilkan pada mesin diesel ketika menggunakan *turbocharger* dengan *intercooler* mempunyai daya maksimum sebesar 130 Hp pada putaran 2500 rpm sedangkan mesin tanpa *turbocharger* dan *intercooler* memiliki daya paling besar yaitu sebesar 79 Hp pada putaran 2500 rpm dengan putaran awal mesin yang berbeda.

BIBLIOGRAFI

- Arviyanto, N. (2019). *Analisis Shaft Turbocharger Mesin Diesel Generator Yang Patah Di Mv. Dk 02*. Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
- Biyantoro, D., & Muhadi, A. W. (2010). Kajian Pemisahan Zr-Hf Dengan Proses Ekstraksi Cair-Cair. *Prosiding Pertemuan Dan Presentasi Ilmiah Penelitian Dasar Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi Nuklir*. Yogyakarta.
- Dimas, T. K. (2019). *Pengaruh Kualitas Udara Dan Kualitas Perawatan Terhadap Kinerja Turbocharger Dan Strategi Kinerja Turbocharger Di Mv. Sri Wandari Indah*. Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
- Eko, B. (2019). *Identifikasi Menurunnya Kerja Turbocharger Pada Mesin Diesel Generator Di Mv. Nur Allya Dengan Metode Shel Dan Usg*. Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
- Ginting, A. S., & Hazwi, M. (2014). Analisa Performansi Pada Mobil Toyota Fortuner Mesin Diesel Tipe 2kd-Ftv Vn Turbo Intercooler. *E-Dinamis*, 10(2).
- Hendrawan, A., Laras, T., Suchyowati, H., & Cahyandi, K. (2020). Peningkatan Kepemimpinan Transformasional Dengan Organizational Citizenship Behavior (Ocb). *Proceeding Of The Urecol*, 78–89.
- Kusnadi, K. (2015). Pengaruh Penggunaan Turbocharger Terhadap Unjuk Kerja Mesin Diesel Tipe L 300. *Nozzle: Journal Mechanical Engineering*, 3(1).
- Mahfudiyanto, H., Rijanto, A., & Zulfika, D. N. (2020). Pengaruh Turbocharger Terhadap Tekanan Efektif Rata-Rata Dan Batas Asap Pada Mitsubishi Canter Fe73 110 Ps. *Majamecha*, 2(2), 134–140.
- Nasution, A., & Ibrahim, H. (2017). *Kajian Studi Turbocharger Terhadap Performasi Motor Bakar Diesel Daya 150 Ps*.
- Nurpratama, R. (2017). *Analisa Penyebab Kerusakan Turbocharger Mesin Diesel Mwm Tbd 234 V8 Menggunakan Metode Fault Tree Analysis*. Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
- Purwanto, H. (2005). Pengaruh Turbocharger Terhadap Daya Pada Motor Diesel. *Majalah Ilmiah Momentum*, 1(1).
- Rohman, S. (2018). *Identifikasi Kurangnya Perawatan Turbocharger Pada Mesin Diesel Generator Di Mv. Isa Express Dengan Metode Fishbone Dan Fta*. Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
- Sulaksono, B. (2012). Evaluasi Unjuk Kerja Sistem Turbocharger Pada Mesin Diesel. *Mekanikal: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 8(2), 128–132.

- Sumardiyanto, D., & Susilowati, S. E. (2017). Pengaruh Kondisi Udara Bilas Terhadap Kinerja Mesin Diesel. *Jurnal Konversi Energi Dan Manufaktur Unj*, 4(2), 81–88.
- Wibowo, A. (2019). *Analisis Penggunaan Turbo Cyclone Pada Mesin Diesel L300 Terhadap Kinerja Fuel Consumption Dengan Menggunakan Alat Uji Prestasi Mesin*. Universitas Mercu Buana Jakarta.
- Yusuf, Y., Caturwati, N. K., Rosyadi, I., Haryadi, H., & Abdullah, S. (2019). Analisis Prestasi Mesin Mobil Diesel Turbocharger Yang Diuji Dengan Dynamometer. *Teknika: Jurnal Sains Dan Teknologi*, 15(2), 92–101.