

Analisis Penambahan Turbo Elektrik Terhadap Unjuk Kerja Pada Mesin Sepeda Motor Injeksi

Rabby Muliady^{1*}, Ahmad Arif¹, Dwi Sudarno Putra¹, M. Yasep Setiawan¹
Suliono²

¹Departemen Teknik Otomotif, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang
Jln. Prof. Dr. Hamka Air Tawar, Padang, Sumatera Barat, Indonesia

²Departemen Teknik Mesin, Politeknik Negeri Indramayu
Jl. Raya Lohbener Lama No. 08 Indramayu, Jawa Barat, Indonesia

*e-mail: rabbymuliady@gmail.com

(Diajukan: 18 Oktober 2023, direvisi: 11 Januari 2023, disetujui: 20 Maret 2024, dipublikasikan: 27 Maret 2024)

Abstrak

Meningkatnya populasi kendaraan bermotor di Indonesia secara otomatis juga membutuhkan stok bahan bakar bertambah setiap tahun, hal ini akan membuat persediaan bahan bakar menipis dan harga bahan bakar yang meningkat naik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan turbo elektrik pada mesin sepeda motor Honda Supra X 125 FI 2017. Penambahan turbo elektrik ini bertujuan agar udara yang masuk ke dalam intake manifold menjadi lebih banyak daripada kondisi standarnya. Jenis penelitian ini menggunakan metode eksperimen, metode yang digunakan untuk menguji suatu perlakuan atau desain baru dengan cara membandingkan sebelum perlakuan dan sesudah perlakuan sebagai pengontrolnya. Pengaruh penambahan turbo elektrik terhadap kondisi standar terdapat peningkatan torsi rata-rata 6,06% dan peningkatan daya rata-rata 6,06%, penurunan konsumsi bahan bakar rata-rata 8,11%, penurunan emisi gas buang CO rata-rata 29,6% dan HC rata-rata 17,5%, dan juga terjadi peningkatan laju aliran udara dalam intake manifold rata-rata 7,6%.

Kata Kunci: Turbo Elektrik, Torsi, Daya, Konsumsi Bahan Bakar, Emisi Gas Buang, Laju Aliran Udara

Abstract

The increasing population of motor vehicles in Indonesia automatically also requires an increase in fuel stocks every year, which will make fuel supplies thin and fuel prices rise. The addition of electric turbo on injection motorcycles can affect the motorcycle engine demonstration. This study aims to determine the effect of the addition of electric turbo on the motorcycle engine of the Honda Supra X 125 FI 2017. The addition of this electric turboprop is aimed at ensuring that the air entering the manifold intake is more than its standard conditions. The effect of adding the electrical turbo to the standard conditions is an increase in average torque of 6,06% and an improvement in average power of 6,06%, a reduction in average fuel consumption of 8,11%, a decrease in average CO exhaust gas emissions of 29,6% and HC of an average of 17.5%, and also a increase in the air flow rate in the average manifold Intake of 7.6%.

Keywords: Electric Turbo, Torque, Power, fuel Consumption, Exhaust Gas Emissions, Air Flow Rate

PENDAHULUAN

Aktifitas manusia setiap hari tidak bisa dilepaskan dari kendaraan bermotor, terutama kendaraan ringan sepeda motor dan mobil sebagai sarana transportasi. Perkembangan ilmu pengetahuan membawa manusia selalu mengembangkan teknologi untuk mengatasi berbagai masalah salah satunya adalah perkembangan teknologi sepeda motor. Sepeda motor lebih banyak digunakan oleh masyarakat Indonesia karena harganya yang lebih terjangkau, serta penggunaan sepeda motor dinilai lebih efisien waktu dan juga biaya ketika digunakan. Hal ini dibuktikan dengan populasi sepeda motor lebih mendominasi dibandingkan mobil dengan persentase sepeda motor sebesar 87%. [1].

Banyaknya sepeda motor yang digunakan masyarakat tentu akan menimbulkan permasalahan, salah satunya yaitu polutan yang dihasilkan sepeda motor. Ketika hidrokarbon dan nitrogen oksida menggumpal di udara, gumpalan ini akan menghambat sinar matahari sehingga terjadiphotocemical smogdan mengakibatkan fenomena kabut asap. Akibatnya pandangan menjadi terhalang, iritasi pada mata dan bahkan juga kanker. Secara umum dampak gas buang kendaraan terhadap kesehatan banyak sekali seperti menyebabkan tenggorokan gatal-gatal, batuk, iritasi mata dan lain sebagainya. [2].

Tingginya konsumsi bahan bakar dan kadar polusi dari kendaraan bermotor pada dasarnya dapat dikendalikan dan dapat dikurangi. Beberapa cara yang dapat dilakukan yaitu dengan cara memperbaiki proses pembakaran yang terjadi di dalam mesin. Proses pembakaran campuran bahan bakar dan udara di dalam silinder dipengaruhi oleh temperatur, kerapatan campuran, komposisi dan turbulensi pada campuran. Apabila temperatur pada campuran bahan bakar dan udara naik, maka proses pembakaran bahan bakar dan udara akan dengan mudah terjadi. Dengan temperatur yang cukup maka campuran bahan bakar dalam hal ini bensin akan menjadi lebih homogen dengan udara. [3].

Konsumen kendaraan bermotor kebanyakan menginginkan kendaraannya mempunyai torsi dan daya yang maksimal, namun konsumsi bahan bakarnya irit. Salah satu faktor meningkatkan kinerja mesin dengan cara membuat pembakaran di dalam mesin menjadi sempurna. Turbo elektrik merupakan salah satu teknologi otomotif yang bermanfaat untuk membantu mengurangi konsumsi bahan bakar pada sepeda motor. Turbo elektrik adalah salah satu teknologi untuk mendorong udara agar masuk lebih banyak ke dalam ruang bakar, dengan cara kerja turbin/kipas dari turbo elektrik dibuat putaran yang lebih fokus, sehingga mendorong udara yang akan masuk ke dalam ruang bakar. Turbo elektrik ini digunakan pada mesin pembakaran dalam yang berfungsi untuk membuat aliran udara yang masuk ke dalam ruang silinder menjadi lebih cepat karena tekanan dari kipas/turbin.

Turbo elektrik dapat memampatkan udara sesuai dengan putaran dan jumlah sudu-sudu turbo elektrik yang dihasilkan. Penambahan turbo elektrik ini dapat menyebabkan perubahan karakteristik aliran udara yang masuk ke dalam ruang silinder. Udara yang masuk ke dalam ruang silinder akan mengalami tekanan dan terbentuk secara turbulen.

Proses pembakaran yang terjadi di dalam ruang silinder selain menghasilkan torsi dan daya, juga menghasilkan emisi gas buang hasil pembakaran. Pembakaran yang sempurna akan menghasilkan emisi gas buang yang lebih baik, sedangkan jika pembakaran yang tidak sempurna akan menghasilkan gas buang yang buruk. Gas buang yang buruk diakibatkan karena beberapa campuran bahan bakar dan udara tidak terbakar

secara sempurna dan terbuang keluar. Proses pembakaran dengan *air fuel ratio* (AFR) yang kurang ideal membuat emisi gas buang dan performa mesin tidak maksimal. Gas hasil pembakaran di dalam silinder pada sepeda motor menghasilkan gas yang tidak beracun seperti N_2 (Nitrogen), CO_2 (Karbon Dioksida), dan H_2O (Uap Air). Serta menghasilkan gas beracun seperti NO_x , HC, dan CO.[4].

Mendapatkan proses pembakaran yang sempurna dengan cara memanipulasi sifat fisik dengan menggunakan turbo elektrik merupakan alternatif yang dapat digunakan. Pemasangan turbo elektrik bertujuan untuk mengatur molekul antara bahan bakar dengan udara. Pencampuran bahan bakar dan udara yang baik akan menghasilkan tenaga hasil pembakaran yang maksimal dan menurunkan gas sisa pembakaran. Dikarenakan campuran udara dan bahan bakar yang ada didalam mesin terbakar dengan sempurna.[5].

Turbocharger

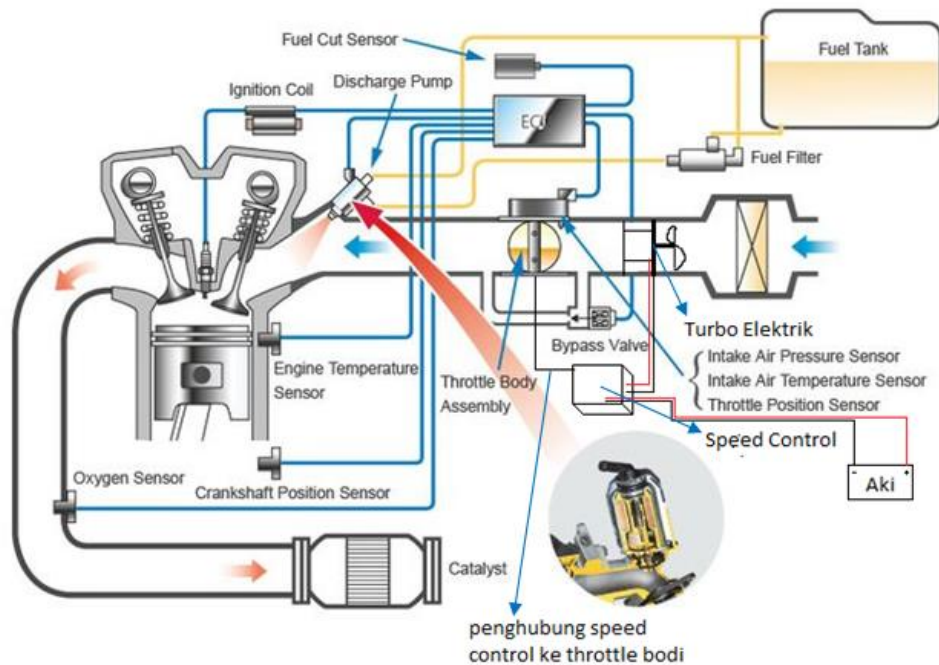
Turbocharger adalah sebuah alat pompa udara yang didesain khusus untuk memanfaatkan energi gas buang yang tidak terpakai pada kendaraan. *Turbocharger* menggunakan energi yang tersimpan pada gas buang, sehingga daya keluar/output dari mesin dapat meningkat tanpa mempengaruhi dari kinerja *engine* itu sendiri. Penggunaan *turbocharger* bertujuan untuk meningkatkan jumlah aliran udara sehingga udara dapat masuk ke dalam ruang bakar. *Turbocharger* juga dapat diartikan sebagai suatu mekanisme untuk mensuplai udara dengan kepadatan melebihi kepadatan udara atmosfer kedalam ruang silinder pada langkah hisap.[5]. Turbocharger dapat memasukkan udara lebih banyak kedalam ruang silinder, hal tersebut diharapkan dapat membuat pembakaran menjadi lebih baik dan membuat gas sisa pembakaran menjadi lebih bersih.[6]. Sistem *turbocharger* pertama kali ditemukan oleh Alfred Buchi, seorang insinyur yang berasal dari Swiss. Insinyur ini berhasil menyempurnakan *turbocharger* pertama temuannya pada tahun 1905.[7].

Turbo Elektrik

Turbo elektrik adalah sebuah alat yang berfungsi untuk mendorong/memampatkan udara yang masuk ke dalam ruang silinder dengan menggunakan turbin/sudu-sudu dan menjadikan arus listrik sebagai energi penggerak. Turbo elektrik ini berbentuk hampir sama dengan *turbocharger*, yang membedakan hanya komponen dan cara kerja. Pada gambar 1 dapat dilihat posisi pemasangan turbo elektrik pada mesin sepeda motor injeksi.

Unjuk Kerja Mesin Sepeda Motor

Daya adalah jumlah usaha yang dapat dilakukan dalam tiap satu satuan waktu. Satuan yang digunakan untuk menyatakan daya yaitu Joule per detik atau Watt. Dalam fisika, daya adalah kecepatan dalam melakukan kerja, daya sama dengan jumlah energi yang diperlukan per satuan waktu.[8]. Daya dijelaskan melalui besarnya output kerja mesin yang berhubungan dengan waktu atau rata-rata kerja yang dihasilkan.[9]. Daya pada poros engkol yang merupakan hasil dari kalor diruang bakar menjadi kerja disebut daya kuda efektif atau daya efektif atau daya poros (Ne) [10]. Daya dijadikan acuan pengukuran performa mesin karena daya merupakan hasil dari kinerja mesin sepeda motor. Daya didapatkan dari hasil pembakaran campuran bahan bakar dan udara yang terjadi di dalam ruang bakar sepeda motor.



Gambar 1. Skema turbo elektrik

Torsi adalah ukuran kemampuan mesin untuk melakukan kerja, jadi torsi adalah suatu energi. Besaran torsi adalah besaran turunan yang biasa digunakan untuk menghitung energi yang dihasilkan dari benda yang berputar pada porosnya.[8]. Secara umum torsi dapat diartikan sebagai gaya putar. Pada mesin kendaraan bermotor, torsi dapat diperoleh dari gerakan piston dan diubah menjadi gerak putar oleh poros engkol. Sama halnya dengan daya, torsi dijadikan acuan pengukuran performa mesin karena torsi merupakan hasil dari kinerja mesin sepeda motor. Torsi didapatkan dari hasil pembakaran campuran bahan bakar dan udara yang terjadi di dalam ruang bakar sepeda motor.

Pemakaian bahan bakar pada sebuah *engine* diukur berdasarkan volume aliran dalam interval waktu dan mengalikannya dengan berat jenis bahan bakar tersebut yang mana akan didapatkan nilai yang akurat.[11]. Konsumsi bahan bakar adalah angka yang menunjukkan berapa banyak kilometer yang dapat di tempuh oleh motor dengan 1 liter bensin. Mengukur kebutuhan konsumsi bahan bakar dilakukan dengan menentukan jumlah penggunaan bahan bakar bensin yang diperlukan mesin untuk menghasilkan tenaga pada kecepatan tertentu [12]. Konsumsi bahan bakar juga menunjukkan seberapa banyak bahan bakar yang diperlukan mesin untuk setiap satuan-satuan waktu [9]. Konsumsi bahan bakar dijadikan acuan pengukuran performa mesin karena konsumsi bahan bakar merupakan berapa banyak bahan bakar yang diperlukan mesin sepeda motor untuk menghasilkan daya dan torsi. Konsumsi bahan bakar dijadikan patokan untuk mempertimbangkan bagaimana kerja dari turbo elektrik apakah layak dipakai atau tidak, satuan yang digunakan dalam pengukuran konsumsi bahan bakar yaitu kg/s.

Emisi gas buang adalah gas sisa hasil pembakaran bahan bakar dan udara yang terjadi di dalam ruang silinder dan dikeluarkan melalui saluran pembuangan mesin. Kandungan yang ada di dalam emisi gas buang sepeda motor bensin ada 2 jenis yakni gas yang berbahaya (Nox, HC, serta CO) dan gas yang tidak berbahaya (N_2 , CO_2 , dan H_2O).

Bensin merupakan bahan bakar yang bersenyawa hidrokarbon, nilai HC adalah sisa bahan bakar yang tidak habis terbakar dan keluar bersama asap gas buang. Hasil pembakaran yang sempurna maka menghasilkan reaksi CO_2 dan H_2O saja.[13]. Karbon Monoksida (CO) merupakan gas yang dihasilkan pembakaran dengan ciri-ciri tidak berbau dan tidak berwarna, gas ini disebabkan karena pembakaran yang tidak habis dari bahan yang mengandung karbon atau pembakaran di bawah tekanan dan temperatur tinggi seperti pada pembakaran internal di dalam mesin. Hidrokarbon terbentuk dari campuran bahan bakar yang tidak tercampur rata pada saat pembakaran, sehingga tidak bereaksi dengan oksigen, maka ini akan ikut keluar bersama dengan gas buangan hasil pembakaran dan menjadi bahan pencemar udara.[14].

Laju aliran massa adalah massa suatu fluida yang mengalir persatuan waktu. Laju aliran udara adalah pergerakan massa udara per satuan waktu. Kecepatan aliran udara atau gas dalam pipa di ukur dengan menggunakan tabung pitot. Tabung pitot merupakan alat yang digunakan untuk mengukur aliran gas atau udara.[15].

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini menggunakan metode eksperimen, metode yang digunakan untuk menguji suatu perlakuan atau desain baru dengan cara membandingkan sebelum perlakuan dan sesudah perlakuan sebagai pengontrolnya. Penelitian dengan pendekatan eksperimen merupakan penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi yang terkendalikan. Pada penelitian ini menggunakan model *eksperimen pretest-posttest design control group*. [16].

Teknik Pengumpulan Data

Pengambilan data ini dilakukan secara langsung menggunakan alat ukur dyno test untuk mengukur data torsi dan daya, menggunakan buret untuk mengukur konsumsi bahan bakar, menggunakan gas analyzer untuk mengukur emisi gas buang, dan menggunakan pitot u untuk mengukur laju aliran udara. Pengambilan data dalam penelitian ini dirangkum dalam bentuk tabel yang kemudian dilakukan pengolahan data berupa grafik persentase. Pada gambar 2. dapat dilihat skema instrumen pengambilan data pada penelitian.



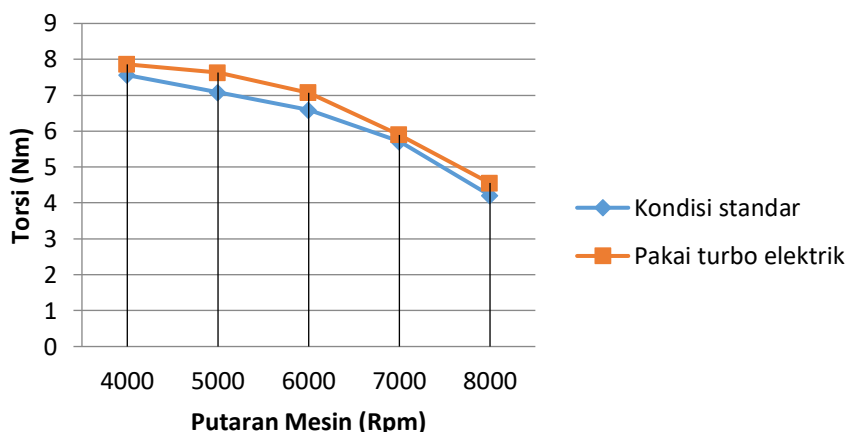
Gambar 2. Skema Instrumen Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

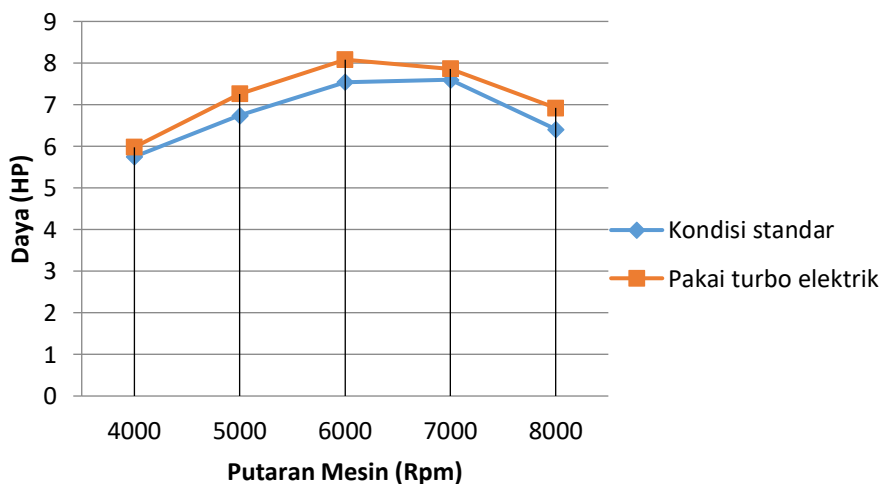
Dari hasil penelitian torsi, daya, konsumsi bahan bakar, emisi gas buang dan laju aliran udara yang telah dilakukan didapatkan data-data berupa tabel dan grafik mengenai analisis pengaruh penambahan turbo elektrik terhadap unjuk kerja sepeda motor Honda Supra X 125 injeksi. Berikut data-data berupa tabel dan grafik hasil penelitian pengaruh penambahan turbo elektrik terhadap unjuk kerja sepeda motor Honda Supra X 125 injeksi.

Berdasarkan pada gambar 3. dapat dilihat saat kondisi sepeda motor standar terjadi peningkatan torsi terhadap penambahan turbo elektrik dibandingkan saat tidak menggunakan turbo elektrik. Kenaikan torsi terjadi pada setiap putaran mesin sepeda motor saat menggunakan turbo elektrik.



Gambar 3. grafik perbandingan hasil pengujian torsi

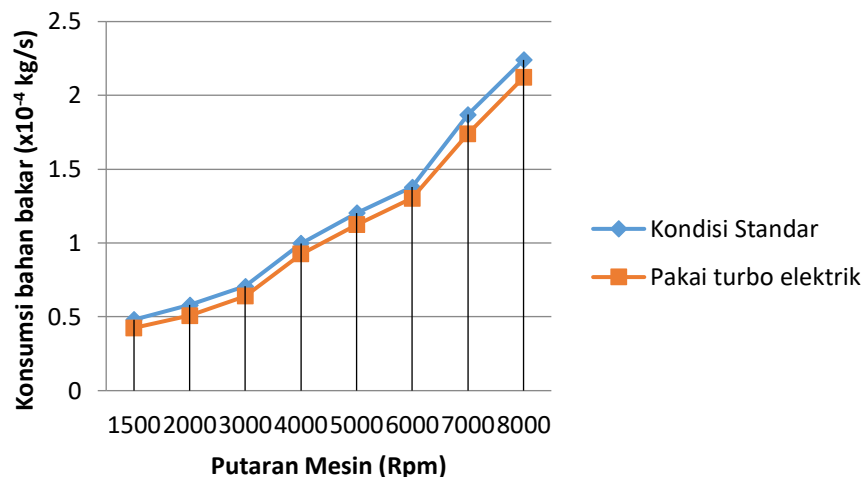
Berdasarkan pada gambar 4. dapat dilihat saat kondisi sepeda motor standar terjadi peningkatan dan penurunan daya terhadap penambahan turbo elektrik dibandingkan saat tidak menggunakan turbo elektrik. Kenaikan daya terjadi pada setiap putaran mesin sepeda motor saat menggunakan turbo elektrik.



Gambar 4. grafik perbandingan hasil pengujian daya

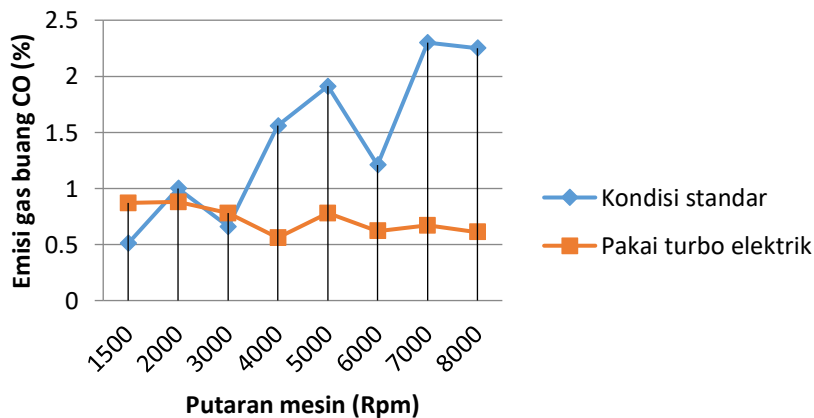
Berdasarkan pada gambar 5. dapat dilihat saat kondisi sepeda motor standar terjadi penurunan konsumsi bahan bakar terhadap penambahan turbo elektrik dibandingkan saat

tidak menggunakan turbo elektrik. Penurunan konsumsi bahan bakar terjadi pada setiap putaran mesin sepeda motor saat menggunakan turbo elektrik.



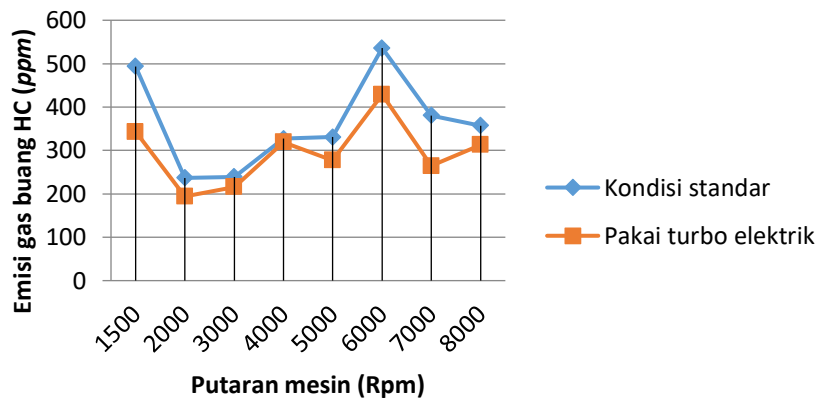
Gambar 5. grafik perbandingan hasil pengujian konsumsi bahan bakar

Berdasarkan pada gambar 6. dapat dilihat saat kondisi sepeda motor standar terjadi penurunan dan peningkatan emisi gas buang CO terhadap penambahan turbo elektrik dibandingkan saat tidak menggunakan turbo elektrik. Peningkatan emisi gas buang CO terjadi pada putaran 1500 Rpm dan 3000 Rpm, selebihnya emisi gas buang CO mengalami penurunan.



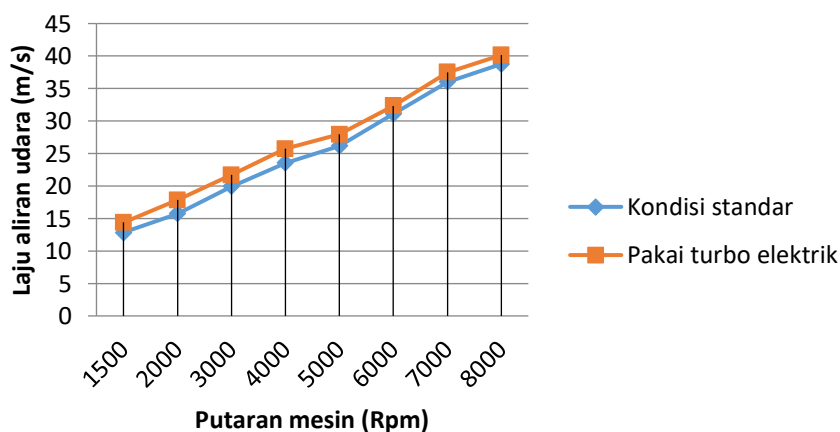
Gambar 6. grafik perbandingan hasil pengujian hasil emisi gas buang CO

Berdasarkan pada gambar 7. dapat dilihat saat kondisi sepeda motor standar terjadi penurunan emisi gas buang HC terhadap penambahan turbo elektrik dibandingkan saat tidak menggunakan turbo elektrik. Penurunan emisi gas buang HC terjadi pada setiap putaran mesin sepeda motor saat menggunakan turbo elektrik.



Gambar 7. grafik perbandingan hasil pengujian hasil emisi gas buang HC

Berdasarkan pada gambar 8. dapat dilihat saat kondisi sepeda motor standar terjadi peningkatan laju aliran udara terhadap penambahan turbo elektrik dibandingkan saat tidak menggunakan turbo elektrik. Peningkatan laju aliran udara terjadi pada setiap putaran mesin sepeda motor saat menggunakan turbo elektrik.



Gambar 8. grafik perbandingan hasil pengujian laju aliran udara

Pada gambar 9. dapat dilihat hasil pemasangan turbo elektrik pada sepeda motor injeksi. Penghubung antara turbo elektrik dengan throttle bodi sepeda motor menggunakan selang karet dan diikat oleh klem. Sedangkan pengontrol putaran turbo elektrik terpasang dibawah throttle bodi dan dihubungkan ke tangkai throttle bodi menggunakan tali.

Pembahasan

Didapatkan data persentase perbandingan torsi, daya, konsumsi bahan bakar, emisi gas buang dan laju aliran udara pada pengujian menggunakan sepeda motor standar dan saat sepeda motor menggunakan turbo elektrik. Berikut pembahasan data persentase perbandingan, daya, konsumsi bahan bakar, emisi gas buang dan laju aliran udara pada pengujian menggunakan sepeda motor standar dan saat sepeda motor menggunakan turbo elektrik.



Gambar 9. Pemasangan turbo elektrik pada sepeda motor

Analisis Persentase Torsi Dan Daya Sepeda Motor Saat Standar Dan Saat Menggunakan Turbo Elektrik

Berdasarkan pada tabel 1 dapat diuraikan hasil rata-rata dalam pengujian pengaruh penambahan turbo elektrik dapat menaikkan torsi dari 7,56 menjadi 7,86 pada putaran 4000 Rpm dengan persentase sebesar 4%, menaikkan torsi dari 7,08 menjadi 7,63 pada putaran 5000 Rpm dengan persentase sebesar 7,8%, menaikkan torsi dari 6,59 menjadi 7,07 pada putaran 6000 Rpm dengan persentase sebesar 7,2%, menaikkan torsi dari 5,71 menjadi 5,90 pada putaran 7000 Rpm dengan persentase sebesar 3,3%, dan menaikkan torsi dari 4,21 menjadi 4,55 pada putaran 8000 Rpm dengan persentase sebesar 8%.

Tabel 1. Analisis persentase torsi sepeda motor

Analisis Persentase Torsi (Nm)					
Pengujian ke-	Putaran Mesin (Rpm)	Kondisi Sepeda Motor		Selisih	Persentase
		Standar	Pakai Turbo Elektrik		
1	4000	7,56	7,86	0,3	4%
2	5000	7,08	7,63	0,55	7,8%
3	6000	6,59	7,07	0,48	7,2%
4	7000	5,71	5,90	0,19	3,3%
5	8000	4,21	4,55	0,34	8%

Kenaikan torsi pada setiap putaran mesin disebabkan karena pembakaran yang lebih sempurna daripada sebelumnya. Pembakaran yang lebih sempurna dihasilkan dari penambahan turbo elektrik pada sepeda motor. Penambahan turbo elektrik ini membuat udara yang masuk ke dalam ruang bakar lebih banyak, sehingga pembakaran yang terjadi saat memakai turbo elektrik lebih baik daripada saat tidak memakai turbo elektrik.

Berdasarkan pada tabel 2 dapat diuraikan hasil rata-rata dalam pengujian pengaruh penambahan turbo elektrik dapat menaikkan daya dari 5,75 menjadi 5,98 pada putaran 4000 Rpm dengan persentase sebesar 4%, menaikkan daya dari 6,74 menjadi 7,26 pada putaran 5000 Rpm dengan persentase sebesar 7,7%, menaikkan daya dari 7,54 menjadi 8,08 pada putaran 6000 Rpm dengan persentase sebesar 7,1%, menaikkan daya dari 7,60 menjadi 7,86 pada putaran 7000 Rpm dengan persentase sebesar 3,4%, dan menaikkan daya dari 6,41 menjadi 6,92 pada putaran 8000 Rpm dengan persentase sebesar 8%.

Tabel 2. Analisis persentase daya sepeda motor.

Analisis Persentase Daya (Hp)					
Pengujian	Putaran Mesin (Rpm)	Kondisi Sepeda Motor			Persentase
		Standar	Pakai Turbo Elektrik	Selisih	
1	4000	5,75	5,98	0,23	4%
2	5000	6,74	7,26	0,52	7,7%
3	6000	7,54	8,08	0,54	7,1%
4	7000	7,60	7,86	0,26	3,4%
5	8000	6,41	6,92	0,51	8%

Sama halnya dengan yang terjadi pada torsi, kenaikan daya pada setiap putaran mesin disebabkan karena pembakaran yang lebih sempurna daripada sebelumnya. Pembakaran yang lebih sempurna dihasilkan dari penambahan turbo elektrik pada sepeda motor. Penambahan turbo elektrik ini membuat udara yang masuk ke dalam ruang bakar lebih banyak, sehingga pembakaran yang terjadi saat memakai turbo elektrik lebih baik daripada saat tidak memakai turbo elektrik.

Analisis Persentase Konsumsi Bahan Bakar Sepeda Motor Saat Standar Dan Saat Menggunakan Turbo Elektrik

Berdasarkan pada tabel 3 dapat diuraikan hasil rata-rata dalam pengujian pengaruh penambahan turbo elektrik dapat menurunkan konsumsi bahan bakar dari 0,00004806 menjadi 0,00004250 pada putaran mesin 1500 Rpm dengan persentase penurunan sebesar 11,6%, konsumsi bahan bakar dari 0,00005799 menjadi 0,00005084 pada putaran mesin 2000 Rpm dengan persentase penurunan sebesar 12,3%, konsumsi bahan bakar dari 0,00007071 menjadi 0,00006395 pada putaran mesin 3000 Rpm dengan persentase penurunan sebesar 9,5%, konsumsi bahan bakar dari 0,00009970 menjadi 0,00009255 pada putaran mesin 4000 Rpm dengan persentase penurunan sebesar 7,1%, konsumsi bahan bakar dari 0,00012036 menjadi 0,00011241 pada putaran mesin 5000 Rpm dengan persentase penurunan sebesar 6,6%, konsumsi bahan bakar dari 0,00013784 menjadi 0,00013027 pada putaran mesin 6000 Rpm dengan persentase penurunan sebesar 5,5%, konsumsi bahan bakar dari 0,00018709 menjadi 0,00017399 pada putaran mesin 7000 Rpm dengan persentase penurunan sebesar 7%, konsumsi bahan bakar dari 0,00022404 menjadi 0,00021212 pada putaran mesin 8000 Rpm dengan persentase penurunan sebesar 5,3%.

Penurunan konsumsi bahan bakar disebabkan karena jumlah udara yang masuk ke dalam ruang bakar lebih banyak daripada sebelumnya. Hal ini membuat kompresi mesin menjadi lebih padat dan membuat ledakan pembakaran yang terjadi lebih kuat. Dengan

ledakan pembakaran yang lebih kuat, maka konsumsi bahan bakar akan lebih irit karena beban mesin masih sama saat sebelum menggunakan turbo elektrik dengan sudah menggunakan turbo elektrik.

Tabel 3. Analisis Persentase Konsumsi Bahan Bakar

Analisis Persentase Konsumsi Bahan Bakar ($\times 10^{-4}$ kg/s)					
Pengujian	Putaran Mesin (Rpm)	Kondisi Sepeda Motor		Selisih	Persentase
		Standar	Pakai Turbo Elektrik		
1	1500	0,4806	0,4250	0,0556	11,6%
2	2000	0,5799	0,5084	0,0715	12,3%
3	3000	0,7071	0,6395	0,0676	9,5%
4	4000	0,9970	0,9255	0,0715	7,1%
5	5000	1,2036	1,1241	0,0795	6,6%
6	6000	1,3784	1,3027	0,0757	5,5%
7	7000	1,8709	1,7399	0,131	7%
8	8000	2,2404	2,1212	0,1192	5,3%

Analisis Persentase Emisi Gas Buang Sepeda Motor Saat Standar Dan Saat Menggunakan Turbo Elektrik

Berdasarkan pada tabel 4 dapat diuraikan hasil rata-rata dalam pengujian pengaruh penambahan turbo elektrik terjadi peningkatan emisi gas buang CO dari 0,51 menjadi 0,87 pada putaran 1500 Rpm dengan persentase peningkatan sebesar 70%, terjadi penurunan emisi gas buang CO dari 1,0 menjadi 0,88 pada putaran 2000 Rpm dengan persentase penurunan sebesar 12%, terjadi peningkatan emisi gas buang CO dari 0,66 menjadi 0,78 pada putaran 3000 Rpm dengan persentase peningkatan sebesar 18%, terjadi penurunan emisi gas buang CO dari 1,56 menjadi 0,56 pada putaran 4000 Rpm dengan persentase penurunan sebesar 64%, terjadi penurunan emisi gas buang CO dari 1,91 menjadi 0,78 pada putaran 5000 Rpm dengan persentase penurunan sebesar 59%, terjadi penurunan emisi gas buang CO dari 1,21 menjadi 0,62 pada putaran 6000 Rpm dengan persentase penurunan sebesar 48%, terjadi penurunan emisi gas buang CO dari 2,30 menjadi 0,67 pada putaran 7000 Rpm dengan persentase penurunan sebesar 70%, terjadi penurunan emisi gas buang CO dari 2,25 menjadi 0,61 pada putaran 8000 Rpm dengan persentase penurunan sebesar 72%.

Tabel 4. Analisis persentase emisi gas buang CO

Analisis Persentase Emisi Gas Buang CO (%)					
Pengujian	Putaran Mesin (Rpm)	Kondisi Sepeda Motor		Selisih	Persentase
		Standar	Pakai Turbo Elektrik		
1	1500	0,51	0,87	-0,36	-70%
2	2000	1,0	0,88	0,12	12%
3	3000	0,66	0,78	-0,12	-18%
4	4000	1,56	0,56	1,0	64%
5	5000	1,91	0,78	1,13	59%
6	6000	1,21	0,62	0,59	48%
7	7000	2,30	0,67	1,63	70%
8	8000	2,25	0,61	1,64	72%

Pada putaran 1500 Rpm dan 3000 Rpm terjadi peningkatan emisi gas buang CO yang cukup besar terjadi karena pembakaran yang kurang sempurna. Hal ini disebabkan karena sistem pengapian pada sepeda motor yang sudah mulai mengalami gangguan dan perlu peremajaan. Hal ini ditandai pada saat putaran 1500 Rpm dan putaran 3000 Rpm keatas putaran mesin kurang stabil.

Berdasarkan pada tabel 5 dapat diuraikan hasil rata-rata dalam pengujian pengaruh penambahan turbo elektrik dapat menurunkan emisi gas buang HC dari 493,67 menjadi 343 pada putaran 1500 Rpm dengan persentase penurunan sebesar 31%, menurunkan emisi gas buang HC dari 236,67 menjadi 194 pada putaran 2000 Rpm dengan persentase penurunan sebesar 18%, menurunkan emisi gas buang HC dari 239,33 menjadi 215,67 pada putaran 3000 Rpm dengan persentase penurunan sebesar 10%, menurunkan emisi gas buang HC dari 327 menjadi 319,33 pada putaran 4000 Rpm dengan persentase penurunan sebesar 2%, menurunkan emisi gas buang HC dari 330,67 menjadi 277 pada putaran 5000 Rpm dengan persentase penurunan sebesar 16%, menurunkan emisi gas buang HC dari 536 menjadi 428,67 pada putaran 6000 Rpm dengan persentase penurunan sebesar 20%, menurunkan emisi gas buang HC dari 380,67 menjadi 264,33 pada putaran 7000 Rpm dengan persentase penurunan sebesar 31%, menurunkan emisi gas buang HC dari 357,33 menjadi 312,67 pada putaran 8000 Rpm dengan persentase penurunan sebesar 12%.

Tabel 5. Analisis persentase emisi gas buang HC

Pengujian	Putaran Mesin (Rpm)	Kondisi Sepeda Motor		Selisih	Persentase
		Standar	Pakai Turbo Elektrik		
		1	1500		
2	2000	236,67	194	42,67	18%
3	3000	239,33	215,67	23,66	10%
4	4000	327	319,33	7,67	2%
5	5000	330,67	277	53,67	16%
6	6000	536	428,67	107,33	20%
7	7000	380,67	264,33	116,34	31%
8	8000	357,33	312,67	44,66	12%

Pada emisi gas buang HC, terjadi penurunan emisi gas buang saat pakai turbo elektrik dibandingkan saat tidak pakai turbo elektrik. Penurunan ini disebabkan oleh pembakaran saat memakai turbo elektrik lebih sempurna dibandingkan saat tidak memakai turbo elektrik. Sama halnya dengan emisi gas buang CO di atas, emisi gas buang HC juga tidak stabil. Seharusnya semakin tinggi putaran mesin semakin bagus emisi gas buang yang dihasilkan. Namun pada pengujian yang dilakukan pada putaran tertentu terjadi peningkatan dan penurunan emisi gas buang HC.

Analisis Persentase Aliran Udara Sepeda Motor Saat Standar Dan Saat Menggunakan Turbo Elektrik

Berdasarkan pada tabel 6 dapat diuraikan hasil rata-rata dalam pengujian pengaruh penambahan turbo elektrik dapat meningkatkan laju aliran udara dari 12,85 menjadi 14,37 pada putaran mesin 1500 Rpm dengan persentase peningkatan sebesar 12%, meningkatkan laju aliran udara dari 15,74 menjadi 17,84 pada putaran mesin 2000 Rpm dengan

persentase peningkatan sebesar 13%, meningkatkan laju aliran udara dari 19,92 menjadi 21,70 pada putaran mesin 3000 Rpm dengan persentase peningkatan sebesar 8%, meningkatkan laju aliran udara dari 23,53 menjadi 25,70 pada putaran mesin 4000 Rpm dengan persentase peningkatan sebesar 9%, meningkatkan laju aliran udara dari 26,19 menjadi 27,95 pada putaran mesin 5000 Rpm dengan persentase peningkatan sebesar 7%, meningkatkan laju aliran udara dari 31,10 menjadi 32,34 pada putaran mesin 6000 Rpm dengan persentase peningkatan sebesar 4%, meningkatkan laju aliran udara dari 36,02 menjadi 37,49 pada putaran mesin 7000 Rpm dengan persentase peningkatan sebesar 4%, meningkatkan laju aliran udara dari 38,77 menjadi 40,15 pada putaran mesin 8000 Rpm dengan persentase peningkatan sebesar 4%.

Tabel. 6. Analisis Persentase Laju Aliran Udara

Analisis Persentase Laju Aliran Udara (m/s)					
Pengujian	Putaran Mesin (Rpm)	Kondisi Sepeda Motor		Selisih	Persentase
		Standar	Pakai Turbo Elektrik		
1	1500	12,85	14,37	1,52	12%
2	2000	15,74	17,84	2,1	13%
3	3000	19,92	21,70	1,78	8%
4	4000	23,53	25,70	2,17	9%
5	5000	26,19	27,95	1,76	7%
6	6000	31,10	32,34	1,24	4%
7	7000	36,02	37,49	1,47	4%
8	8000	38,77	40,15	1,38	4%

Peningkatan laju aliran udara pada setiap putaran mesin terjadi karena dorongan dari turbin/sudu-sudu turbo elektrik. Saat turbin berputar, desain turbin yang mendukung membuat udara yang mengalir menjadi lebih cepat daripada sebelumnya. Peningkatan laju aliran udara inilah yang membuat jumlah udara lebih banyak dan membuat kompresi lebih padat sehingga membuat pembakaran lebih sempurna.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan hasil pengujian torsi menggunakan dyno test pada sepeda motor injeksi terjadi peningkatan torsi rata-rata 6,06%. Berdasarkan hasil pengujian daya menggunakan dyno test pada sepeda motor injeksi terjadi peningkatan daya rata-rata 6,06%. Berdasarkan hasil pengujian konsumsi bahan bakar menggunakan alat pengujian bahan bakar pada sepeda motor injeksi terjadi penurunan konsumsi bahan bakar rata-rata 8,11%. Berdasarkan hasil pengujian emisi gas buang CO menggunakan gas analyzer pada sepeda motor injeksi, terjadi penurunan emisi gas buang CO rata-rata 29,6%. Berdasarkan hasil pengujian emisi gas buang HC menggunakan gas analyzer pada sepeda motor injeksi terjadi penurunan emisi gas buang HC rata-rata 17,5%. Berdasarkan hasil pengujian laju aliran udara menggunakan alat Pitot U pada sepeda motor injeksi terjadi peningkatan laju aliran udara rata-rata 7,6%.

Saran

Penggunaan turbo elektrik pada sepeda motor injeksi berdasarkan unjuk kerja sepeda motor disarankan karena mendapatkan performa mesin yang baik, konsumsi bahan bakar yang lebih irit dan emisi gas buang yang lebih baik. Hasil penelitian ini dilakukan pada sepeda motor injeksi, hasilnya belum tentu sama jika dilakukan pada sepeda motor karburator karena sistemnya yang berbeda pada sepeda motor karburator. Selain itu perbandingan kompresi yang berbeda juga membuat hasil yang berbeda pula. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat meneliti pengaruh penggunaan turbo elektrik terhadap suhu mesin karena udara yang dipasok lebih padat daripada standarnya.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] R. Kurniawan and A. Kurniawan, "Jumlah Kendaraan di Indonesia 147 Juta Unit, 87 Persen Motor," Kompas.com, 10 Februari 2023.[Online]. Available: <https://otomotif.kompas.com/read/2023/02/10/070200315/jumlah-kendaraan-di-indonesia-147-juta-unit-87-persen-motor>. [Accessed 30 10 2023].
- [2] B. Amin, F. Ismet, "Teknologi Motor Bensin," Kencana, Jakarta, 2016.
- [3] A. Suyanto, "Pengaruh Pemanasan Bahan Bakar dengan Radiator Sebagai Upaya Meningkatkan Kinerja Mesin Bensin," Proton, vol. 2, no. 2, Hlm. 23-27, 2010.
- [4] Z. Arifin, Sukoco, "Pengendalian Polusi Kendaraan," Alfabeta, Bandung, 2009.
- [5] Marfan, "Pengaruh Variasi Putaran Turbo Elektrik Terhadap Kinerja Mesin Sepeda Motor," Universitas Negeri Riau, Pekanbaru, 2021.
- [6] Kusnadi, "Pengaruh Penggunaan Turbocharger Terhadap Unjuk Kerja Mesin Diesel Tipe L300," vol. 1, no. 1, 2015.
- [7] A. Setiawan, "Turunnya RPM Turbocharger Berpengaruh Terhadap Pengoperasian Mesin Induk Di MV. Teluk Berau," Politeknik Ilmu Pelayaran, Semarang, 2023
- [8] W. D. Raharjo, Karnowo, "Mesin Konversi Energi," Cetakan Pertama, Universitas Negeri Semarang Press, Semarang, 2008.
- [9] A. Widiyanto, Y. Winardi, and M. Mulyadi, "Pengaruh Perubahan Remapping Ecu Terhadap Torsi Dan Daya Pada Sepeda Motor CB 150 R," *AutoMech: Jurnal Teknik Mesin*, vol. 2, no. 02, 2022.
- [10] I. P. P. P. Kusmanto and Y. A. Winoko, "Pengaruh Suhu Bahan Bakar Terhadap Daya Dan Konsumsi Bahan Bakar Motor Bensin 1781 CC," *Jurnal Flywheel*, vol. 10, no. 1, pp. 33-43, 2019.
- [11] S. Marthur, "A Course In Internal Combustion Engine," Rai & Sons, Delhi, 2003.
- [12] S. Amrullah and E. Prastianto, "analisis Pengaruh Penggunaan Bahan Bakar Premium Dan Pertamina Terhadap Prestasi Mesin," *Teknologi*, vol. 18, no. 1, p. 24, 2018.
- [13] S. Huda, dkk, "The Effect of Turbo Cycle Instalation on 4 Stroke Motor Cycle on Fuel Consumption and Exhaust Emissions," *Journal of Mechanical, Electrical and Industrial Engineering*, vol. 3, no 2, hlm. 69-76, 2021.
- [14] W. Wisnu, "Dampak Pencemaran Lingkungan," Andi Offset, Yogyakarta, 2004.
- [15] S. Sunardi and E. Irawan, "Fisika Bilingual 2," Yrama Widya, Bandung, 2006.
- [16] S. Arikunto, "Manajemen Penelitian," Rineka Cipta, Jakarta, 2010.