

**ANALISIS PENGGUNAAN VARIASI TURBO CYCLONE TERHADAP
PERFORMA KENDARAAN**

SKRIPSI

*Diajukan Sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk Menyelesaikan Program Strata
Satu Pada Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif Departemen Teknik
Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang*



HASNUL FIKRI
NIM. 18073122

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK OTOMOTIF
DEPARTEMEN TEKNIK OTOMOTIF
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG**

2022

HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING

SKRIPSI

Analisis Penggunaan Variasi *Turbo Cyclone* Terhadap Performa Kendaraan

Nama : Hasnul Fikri
NIM : 18073122
Program Studi : Pendidikan Teknik Otomotif
Departemen : Teknik Otomotif
Fakultas : Teknik

Padang, 17 November 2022

Disetujui Oleh,
Dosen Pembimbing,



Wanda Afrison, S.Pd., M.T.
NIP. 198904092022031008

Mengetahui
Kepala Departemen



Prof. Dr. Wakhinuddin S. M.Pd
NIP. 19600314 198503 1 003

PENGESAHAN TIM PENGUJI

Nama : Hasnul Fikri

NIM : 18073122

Dinyatakan lulus setelah mempertahankan skripsi di depan Tim Penguji
Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif
Departemen Teknik Otomotif
Fakultas Teknik
Universitas Negeri Padang
Dengan judul

Analisis Penggunaan Variasi Turbo Cyclone Terhadap Performa Kendaraan

Padang, 17 November 2022

Tim Penguji

| Nama | | Tanda Tangan |
|---------------|-------------------------------------|---|
| 1. Ketua | : Wanda Afnison, S.Pd.,M.T |  1..... |
| 2. Sekretaris | : Wagino, S.Pd.,M.Pd.T |  2..... |
| 3. Anggota | : Hendra Dani Saputra, S.Pd.,M.Pd.T |  3..... |



SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : **Hasnul Fikri**
NIM/TM : 18073122/2018
Program Studi : Pendidikan teknik Otomotif
Departemen : Teknik Otomotif
Fakultas : Teknik
Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Padang

Dengan ini menyatakan, bahwa Skripsi saya dengan judul **“Analisis Penggunaan Variasi Turbo Cyclone Terhadap Performa Kendaraan.”** Adalah benar merupakan hasil karya saya dan bukan merupakan plagiat dari karya orang lain. Apabila suatu saat terbukti saya melakukan plagiat maka saya bersedia diproses dan menerima sanksi akademis maupun hukum sesuai dengan hukum dan ketentuan yang berlaku, baik di institusi Universitas Negeri Padang maupun di masyarakat dan negara.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Padang, 25 November 2022

Saya yang menyatakan,



Hasnul Fikri
NIM. 18073094/2018

HALAMAN PERSEMBAHAN

الرَّحِيمِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu'alaikum, Wr. Wb

Alhamdulillah puji syukur kepada Allah SWT, karena atas kehendak dan ridhanya saya dapat menyelesaikan Skripsi ini. Saya sadari skripsi ini tidak akan selesai tanpa doa, dukungan dari berbagai pihak. Dalam kesempatan kali ini saya ingin mengucapkan banyak terimakasih kepada :

Ayahhanda Hanafi dan Ibunda Yermaneti, orang paling hebat di antara yang terhebat yang sampai detik ini selalu mendoakan dan memberikan dukungan luar biasa atas segala urusan saya hingga sampai titik menyanggah gelar sarjana/strata satu (S1) ini. Gelar yang saya persembahkan untuk mereka berdua sebagai bukti bahwa mereka berhasil mendidik seorang putra walaupun dalam keterbatasan. Kepada Ayah, Ibu, dan keluarga yang selalu menjadi alasan saya untuk tetap semangat, terimakasih atas do'a dan motivasi tiada henti dari kalian.

Teman seperjuangan Departemen Teknik Otomotif 2018, adinda, dan kakanda Departemen Teknik Otomotif yang sama-sama berjuang dan selalu memberikan banyak bantuan dan semangat dalam penyelesaian skripsi ini.

Hormat saya



Hasnul Fikri

18073122/2018

ABSTRAK

Hasnul Fikri. 2022 : Analisis Penggunaan Variasi Turbo Cyclone Terhadap Performa Kendaraan

Penelitian ini dilatar belakangi banyaknya kendaraan yang mengalami penurunan performa dan emisi gas buang yang berlebihan karena usia pakai dan perawatan yang tidak rutin. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan *Turbo Cyclone* terhadap performa kendaraan dan emisi gas buang serta simulasi bentuk aliran udara yang melewati *Turbo Cyclone*. Pada penelitian ini, peneliti menggunakan Turbo Cyclone merek Jet Ranger dan JSC yang kemudian dibandingkan.

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen, kendaraan yang digunakan sebagai objek penelitian yaitu Honda Beat PGM-FI. Pada penelitian ini yang menjadi variable bebas yaitu Turbo Cyclone Jet Ranger dan Turbo Cyclone JSC, sedangkan yang menjadi variable terikat yaitu performa kendaraan berupa torsi, daya, emisi gas buang dan konsumsi bahan bakar spesifik (SFCE) serta simulasi aliran udara menggunakan *solidwork*.

Hasil penelitian menunjukkan, penggunaan *Turbo Cyclone* menyebabkan torsi dan daya maksimum pada motor berkurang jika dibandingkan tanpa menggunakan *Turbo Cyclone*, Emisi gas buang yang dihasilkan pada putaran 1700 RPM, 3500 RPM dan 5500 RPM saat pengujian memiliki keunggulan pada masing – masing tahapan pengujian, Konsumsi bahan bakar spesifik terbaik terjadi pada saat menggunakan *Turbo Cyclone* JSC, dan hasil dari simulasi aliran udara menggunakan *solidwork* yaitu intensitas turbulensi dan *pressure drop* tertinggi terjadi saat menggunakan *Turbo Cyclone Jet Ranger*.

Kata Kunci:

Turbo cyclone, performa, emisi gas buang, konsumsi bahan bakar spesifik, simulasi

KATA PENGANTAR



Syukur Alhamdulillah, penulis ucapkan kepada Allah SWT, yang mana berkat rahmad dan karuniaNya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul “**Analisis Penggunaan Variasi Turbo Cyclone Terhadap Performa Kendaraan**”.

Dalam kesempatan ini penulis ucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Fahmi Rizal, M.Pd, M.T. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
2. Bapak Prof. Dr. Wakhinuddin S, M.Pd. selaku Kepala Departemen Teknik Otomotif.
3. Bapak Wagino, S.Pd. Selaku Sekretaris Departemen Teknik Otomotif.
4. Bapak Nuzul Hidayat, S.Pd., M.Pd.T Selaku Penasehat Akademik.
5. Bapak Wanda Afnison, S.Pd., M.T selaku pembimbing skripsi yang telah membimbing penulis dalam menyelesaikan proposal penelitian ini.
6. Bapak/ibu Dosen dan Staf Departemen Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
7. Untuk kedua orang tua penulis dan seluruh keluarga yang selalu memberi penulis dorongan dan semangat baik berupa spiritual maupun materi.
8. Untuk sahabat saya yang selalu mau mendampingi penulis saat melakukan penelitian ini.

Seterusnya kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini, penulis ucapkan banyak terimakasih, semoga

bantuan, bimbingan dan petunjuk yang bapak/ibu, saudara/I berikan menjadi amal ibadah dan dapat balasan yang berlipat ganda dari Allah SWT. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan dan kelemahan dikarenakan keterbatasan dan kemampuan penulis, oleh sebab itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan skripsi ini untuk selanjutnya.

Padang, November 2022

Penulis

Hasnul Fikri

DAFTAR ISI

| | |
|--|------------------------------|
| HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING | Error! Bookmark not defined. |
| PENGESAHAN TIM PENGUJI..... | ii |
| ABSTRAK | v |
| KATA PENGANTAR..... | vi |
| DAFTAR ISI | viii |
| DAFTAR GAMBAR..... | x |
| DAFTAR TABEL | xii |
| DAFTAR LAMPIRAN..... | xiv |
| BAB I PENDAHULUAN..... | 1 |
| A. Latar Belakang | 1 |
| B. Identifikasi Masalah..... | 5 |
| C. Batasan Masalah..... | 5 |
| D. Rumusan Masalah | 6 |
| E. Tujuan Penelitian | 7 |
| F. Manfaat Hasil Penelitian | 7 |
| BAB II LANDASAN TEORI..... | 8 |
| A. Landasan Teori..... | 8 |
| B. Penelitian Relevan | 28 |
| C. Kerangka Berfikir | 32 |
| D. Pertanyaan Penelitian | 33 |
| BAB III METODE PENELITIAN | 34 |
| A. Desain Penelitian | 34 |
| B. Definisi Operational | 34 |
| C. Variable Penelitian | 35 |
| D. Objek Penelitian | 36 |
| E. Jenis dan Sumber Data | 36 |
| F. Tempat dan Waktu Penelitian | 37 |
| G. Instrument Penelitian..... | 37 |
| H. Prosedur Penelitian | 41 |
| I. Teknik Pengumpulan Data | 44 |

| | |
|---|-----------|
| J. Teknik Analisa Data | 46 |
| BAB IV | 48 |
| A. Hasil Pengujian | 48 |
| B. Pembahasan dan Analisa Data | 60 |
| BAB V PENUTUP | 90 |
| A. Kesimpulan | 90 |
| B. Saran | 91 |
| DAFTAR PUSTAKA | 93 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 1. Langkah hisap | 10 |
| Gambar 2. Langkah kompresi | 11 |
| Gambar 3. Langkah usaha..... | 12 |
| Gambar 4. Langkah buang | 12 |
| Gambar 5. Destonasi | 15 |
| Gambar 6. Intake Manifold | 16 |
| Gambar 7. <i>Turbo Cyclone Free Vane</i> | 18 |
| Gambar 8. <i>Turbo Cyclone Fixed Vane</i> | 19 |
| Gambar 9. Kontur tekanan tanpa <i>turbo cyclone</i> dan dengan <i>turbo cyclone</i> | 19 |
| Gambar 10. Bentuk aliran laminar | 21 |
| Gambar 11. Bentuk aliran turbulen..... | 23 |
| Gambar 12. Diagram Kerangka Berfikir..... | 33 |
| Gambar 13. Sepeda Motor Honda Beat PGM-FI..... | 36 |
| Gambar 14. <i>Four Gas Analyzer</i> | 37 |
| Gambar 15. <i>Turbo Cyclone Jet Ranger</i> dan JSC | 40 |
| Gambar 16. Skema Penempatan <i>Turbo Cyclone</i> | 40 |
| Gambar 17. Diagram alur penelitian..... | 44 |
| Gambar 18. Grafik hasil pengujian torsi dan daya tanpa menggunakan <i>Turbo Cyclone</i> | 54 |
| Gambar 19. Grafik hasil pengujian torsi dan daya menggunakan <i>Turbo Cyclone Jet Ranger</i> | 55 |
| Gambar 20. Grafik hasil pengujian torsi dan daya menggunakan <i>Turbo Cyclone JSC</i> | 56 |
| Gambar 21. Bentuk aliran udara masuk tanpa menggunakan <i>Turbo Cyclone</i> | 58 |
| Gambar 22. Bentuk aliran udara masuk menggunakan <i>Turbo Cyclone Jet Ranger</i> | 58 |
| Gambar 23. Bentuk aliran udara masuk menggunakan <i>Turbo Cyclone</i> | 59 |
| Gambar 24. Grafik hasil pengujian konsumsi bahan bakar rata – rata tanpa menggunakan <i>Turbo Cyclone</i> , menggunakan <i>Turbo Cyclone Jet Ranger</i> dan menggunakan <i>Turbo Cyclone JSC</i> | 64 |

| | |
|--|----|
| Gambar 25. Grafik hasil pengujian emisi gas buang CO tanpa menggunakan <i>Turbo Cyclone</i> , menggunakan <i>Turbo Cyclone Jet Ranger</i> dan menggunakan <i>Turbo Cyclone JSC</i> | 70 |
| Gambar 26. Grafik hasil pengujian emisi gas buang HC tanpa menggunakan <i>Turbo Cyclone</i> , menggunakan <i>Turbo Cyclone Jet Ranger</i> dan menggunakan <i>Turbo Cyclone JSC</i> | 70 |
| Gambar 27. Grafik perbandingan hasil pengujian torsi dan daya tanpa menggunakan <i>Turbo Cyclone</i> dengan menggunakan <i>Turbo Cyclone Jet Ranger</i> | 74 |
| Gambar 28. Grafik perbandingan hasil pengujian torsi dan daya tanpa menggunakan <i>Turbo Cyclone</i> dengan menggunakan <i>Turbo Cyclone JSC</i> | 75 |
| Gambar 29. Grafik perbandingan hasil pengujian torsi dan daya menggunakan <i>Turbo Cyclone Jet Ranger</i> dengan menggunakan <i>Turbo Cyclone JSC</i> | 77 |
| Gambar 30. Grafik Konsumsi Bahan Bakar Spesifik Efektif (SFCE)..... | 84 |
| Gambar 31. Grafik tekanan Inlet dan Outlet..... | 86 |
| Gambar 32. Grafik Pressure Drop..... | 87 |
| Gambar 33. Grafik Intensitas Turbulensi..... | 88 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 1. Spesifikasi Honda Beat PGM-FI | 39 |
| Tabel 2. Pengujian Kandungan Emisi Gas Buang | 45 |
| Tabel 3. Data Hasil Simulasi Aliran | 45 |
| Tabel 4. Pengujian Konsumsi Bahan Bakar | 45 |
| Tabel 5. Hasil pengujian konsumsi bahan bakar tanpa menggunakan <i>Turbo Cyclone</i> | 48 |
| Tabel 6. Hasil pengujian konsumsi bahan bakar menggunakan <i>Turbo Cyclone Jet Ranger</i> | 49 |
| Tabel 7. Hasil pengujian konsumsi bahan bakar menggunakan Turbo Cyclone JSC | 50 |
| Tabel 8. Hasil pengujian emisi gas buang CO dan HC tanpa menggunakan <i>Turbo Cyclone</i> | 50 |
| Tabel 9. Hasil pengujian emisi gas buang CO dan HC menggunakan <i>Turbo Cyclone Jet Ranger</i> | 51 |
| Tabel 10. Hasil pengujian emisi gas buang CO dan HC menggunakan <i>Turbo Cyclone JSC</i> | 52 |
| Tabel 11. Torsi dan Daya Maksimum..... | 53 |
| Tabel 12. Data hasil simulasi aliran udara menggunakan solidwork..... | 57 |
| Tabel 13. Persentase hasil pengujian Konsumsi Bahan Bakar Menggunakan <i>Turbo Cyclone Jet Ranger</i> | 62 |
| Tabel 14. Persentase hasil pengujian Konsumsi Bahan Bakar Menggunakan <i>Turbo Cyclone JSC</i> | 63 |
| Tabel 15. Persentase hasil pengujian emisi gas buang CO menggunakan <i>Turbo Cyclone Jet Ranger</i> | 71 |
| Tabel 16. Persentase hasil pengujian emisi gas buang CO menggunakan <i>Turbo Cyclone JSC</i> | 71 |
| Tabel 17. Persentase hasil pengujian emisi gas buang HC menggunakan <i>Turbo Cyclone Jet Ranger</i> | 72 |
| Tabel 18. Persentase hasil pengujian emisi gas buang HC menggunakan Turbo Cyclone JSC..... | 73 |

| | |
|---|----|
| Tabel 19. Persentase hasil pengujian Torsi dan Daya menggunakan <i>Turbo Cyclone Jet Ranger</i> | 78 |
| Tabel 20. Persentase hasil pengujian Torsi menggunakan <i>Turbo Cyclone JSC</i> ... | 78 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|---|-----|
| Lampiran 1. Dokumentasi Pengujian Konsumsi Bahan Bakar..... | 98 |
| Lampiran 2. Dokumentasi Pengujian Emisi Gas Buang..... | 99 |
| Lampiran 3. Dokumentasi Pengujian Torsi dan Daya..... | 100 |
| Lampiran 4. Analisis Data | 101 |
| Lampiran 5. Surat izin penelitian..... | 103 |
| Lampiran 6. Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Tipe Baru | 104 |

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kendaraan bermotor merupakan suatu alat transportasi yang banyak digunakan dan sangat dibutuhkan oleh manusia. Adanya kendaraan bermotor dapat mempercepat suatu perjalanan manusia sampai tujuan. Meskipun demikian, semakin banyak kendaraan bermotor yang digunakan, maka dapat menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan, salah satunya yaitu polusi udara yang dapat membahayakan kesehatan pada pernafasan manusia dan menurunnya performa yang dihasilkan oleh kendaraan. Kendaraan bermotor di Indonesia mengalami penurunan performa karena usia dan pola perawatan kendaraan tersebut. Semakin lama pemakaian suatu kendaraan maka akan terjadi penurunan performa dari kendaraan tersebut. Oleh karena itu, kendaraan harus mendapatkan perawatan secara maksimal agar tetap dalam kondisi yang sehat.

Perawatan kendaraan yang dilakukan tentu berbeda – beda sesuai dengan SOP (*Standard Operational Procedure*) masing – masing kendaraan. Untuk perawatan berkala motor injeksi sebaiknya dibawa ke bengkel resmi, karena untuk motor injeksi sendiri memiliki komponen – komponen yang harus diperiksa menggunakan alat khusus seperti sensor – sensor yang ada pada motor tersebut. Berbeda halnya dengan motor konvensional atau masih menggunakan karburator. Motor ini bisa dilakukan perawatan pada bengkel – bengkel biasa. Jika perawatan motor tidak dilakukan secara rutin, maka akan terjadi kerusakan yang membuat spesifikasi kendaraan tidak sesuai dengan standar lagi

diantaranya yaitu emisi gas buang yang melebihi standar dan berkurangnya tenaga yang dihasilkan oleh motor itu sendiri. “Negara didunia menyadari bahwa gas buang kendaraan merupakan polutan atau sumber pencemaran udara terbesar, sehingga gas buang kendaraan dibuat agar tidak mencemari udara” (Sriyanto, 2008; 757). Perkembangan dibidang industri otomotif terus melakukan inovasi industri.

Dalam pengembangan inovasi industri otomotif di Indonesia, Pemerintah Republik Indonesia juga berupaya dalam mengurangi dan menanggulangi pencemaran yang disebabkan oleh emisi gas buang kendaraan yang tertuang dalam Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 05 tahun 2006 tentang Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Lama. Gas buang dihasilkan oleh pembakaran campuran udara dan bahan bakar yang terjadi di dalam ruang bakar. Agar meminimalisir emisi gas buang pada kendaraan maka suatu pembakaran yang terjadi di ruang bakar haruslah sempurna.

Pembakaran sempurna merupakan proses yang sangat diharapkan pada suatu pembakaran motor bensin, hal ini bisa tercapai apabila campuran bahan bakar dan udara terdistribusi merata dan cukup homogen didalam ruang bakar. Pembakaran sempurna dapat mengakibatkan peningkatan performa kendaraan dan dapat meminimalisir emisi gas buang. Sedangkan pembakaran tidak sempurna merupakan campuran udara dan bahan bakar diruang bakar terbakar sebagian/ tidak terbakar keseluruhan. “Pembakaran yang tidak sempurna akan mengakibatkan pemakaian bahan bakar menjadi boros”(Khoir & Marsudi,

2014). Hal ini disebabkan bahan bakar tidak tercampur homogen saat memasuki ruang bakar.

Untuk mendapatkan campuran udara dan bahan bakar yang homogen, dapat dilakukan dengan membuat aliran turbulen, sehingga pada saat campuran udara dan bahan bakar masuk ke ruang bakar tercampur secara homogen. “Untuk mendapatkan kepadatan dari campuran dengan membuat aliran campuran udara dan bahan bakar yang turbulen sebelum masuk ke ruang bakar” (Surono et al., 2012; 2). Untuk membuat aliran pusaran di dalam intake manifold diperlukan alat tambahan, salah satunya adalah *Turbo Cyclone*.

“Prinsip kerja *Turbo Cyclone* adalah angin yang masuk ke ruang bakar dibuat berpusar sehingga tertuju pada satu titik dan proses pembakaran menjadi lebih sempurna” (Khoir & Marsudi, 2014). *Turbo Cyclone* ini mirip dengan *swirl fan* yang sudu – sudunya tidak berputar (*fixed fan*). Penambahan *Turbo Cyclone* diklaim dapat memberikan dampak positif bagi kinerja mesin yaitu dapat meningkatkan unjuk kerja dan meminimalkan emisi gas buang kendaraan. “Pemasangan *Turbo Cyclone* sangat berpengaruh dalam menaikkan tekanan pada sisi masukan/*inlet* dari pada sisi keluaran/*outlet*” (Muchammad, 2007). “Bentuk sudu tidak berlubang juga memiliki *pressure drop* dan intensitas turbulensi yang lebih besar dibanding model *Turbo Cyclone* yang sudunya berlubang” (Utomo, 2006; 36).

“Penggunaan *Turbo Cyclone* juga dapat meminimalkan kadar emisi gas buang. Pemasangan turbo cyclone mampu menurunkan kadar emisi gas buang CO (% volume CO)” (Ihwanudin & , Agus Sholah, 2015). “Penggunaan *Turbo Cyclone* dan busi iridium dapat meningkatkan torsi, daya efektif, tekanan efektif

rata – rata, dan menurunkan konsumsi bahan bakar” (Khoir & Marsudi, 2014). Dari pernyataan tersebut, disimpulkan bahwa penggunaan *Turbo Cyclone* dapat meningkatkan unjuk kerja mesin dan meminimalkan kadar emisi gas buang.

Berdasarkan pengamatan penulis, penelitian ini perlu dilakukan untuk mengetahui kebenaran dari pendapat di atas. Ada dua merek *Turbo Cyclone* yang menarik perhatian penulis sebagai bahan yang akan penulis teliti yaitu *Turbo Cyclone* merek *Jet Ranger* 6 sudu tanpa lubang dan JSC 6 sudu berlubang yang telah beredar di pasaran. Penulis menggunakan *Turbo Cyclone Jet Ranger* 6 sudu tanpa lubang dan JSC 6 sudu berlubang karena kedua bentuk *Turbo Cyclone* ini yang biasa digunakan pada sepeda motor, untuk bentuk *Turbo Cyclone* yang lain, spesifikasinya hanya digunakan pada mobil sementara objek yang penulis gunakan yaitu sepeda motor Honda Beat PGM-FI. “Penerapan teknologi PGM-FI pada Honda Beat PGM-FI masih menimbulkan keluhan pada konsumen yaitu berupa akselerasi yang kurang responsif bila dibandingkan dengan sepeda motor transmisi manual. Sementara itu kenaikan harga BBM bersubsidi yang terus berlanjut juga melahirkan peningkatan kebutuhan masyarakat akan kendaraan yang lebih hemat bahan bakar” (Nurohman, 2015). Pada penelitian ini juga dilakukan simulasi aliran yang dihasilkan *Turbo Cyclone Jet Ranger* 6 sudu tanpa lubang dan JSC 6 sudu berlubang dengan menggunakan *software Solidworks*.

Penelitian ini menargetkan data performa terbaik yang dihasilkan antara *Turbo Cyclone Jet Ranger* 6 sudu tanpa lubang dengan *Turbo Cyclone JSC* 6 sudu berlubang. Performa yang di uji yaitu besarnya torsi, daya dan emisi gas buang dan konsumsi bahan bakar spesifik (SFCE) yang dihasilkan dengan

menggunakan *dynamometer*, *four gas analyzer* dan buret sebagai alat pengujian.

Dari uraian di atas maka penulis melakukan penelitian dengan judul “**Analisis Penggunaan Variasi Turbo Cyclone Terhadap Performa Kendaraan**”. Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat menemukan *Turbo Cyclone* yang bisa memberi pengaruh terbaik bagi performa kendaraan.

B. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Polusi udara yang ditimbulkan oleh kendaraan bermotor melalui emisi gas buang yang berlebihan.
2. Menurunnya performa kendaraan karena usia dan pola perawatan kendaraan yang tidak rutin.
3. Penerapan teknologi PGM-FI pada Honda Beat PGM-FI masih menimbulkan keluhan pada konsumen yaitu berupa akselerasi yang kurang responsif bila dibandingkan dengan sepeda motor transmisi manual. Sementara itu kenaikan harga BBM bersubsidi yang terus berlanjut juga melahirkan peningkatan kebutuhan masyarakat akan kendaraan yang lebih hemat bahan bakar.

C. Batasan Masalah

Adapun pembatasan masalah dari penelitian ini yaitu :

1. *Turbo Cyclone* yang digunakan yaitu *Turbo Cyclone Jet Ranger 6* sudu tanpa lubang dan *JSC 6* sudu berlubang yang di dapat dari toko *online*.

2. Objek penelitian ini menggunakan sepeda motor Honda Beat *Injection* PGM-Fi
3. Performa yang diuji berupa torsi, daya dan emisi gas buang serta konsumsi bahan bakar spesifik.
4. Alat yang digunakan dalam penelitian yaitu *Dyno Test* dan *Four Gas Analyzer*.
5. Simulasi aliran (*fluid flow analysis*) dilakukan menggunakan *software Solidworks*.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian yang telah dijelaskan pada latar belakang masalah, identifikasi masalah, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana perbandingan torsi yang dihasilkan dari masing – masing *Turbo Cyclone*?
2. Bagaimana perbandingan nilai daya motor dari penggunaan masing – masing *Turbo Cyclone*?
3. Bagaimana perbandingan emisi gas buang yang dihasilkan dari penggunaan masing -masing *Turbo Cyclone*.
4. Bagaimana perbandingan konsumsi bahan bakar spesifik yang dihasilkan dari penggunaan masing -masing *Turbo Cyclone*.
5. Bagaimana karakteristik aliran *fluida* yang melalui masing – masing *Turbo Cyclone*.

E. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh penambahan *Turbo Cyclone* terhadap kendaraan berupa torsi, daya, emisi gas buang dan konsumsi bahan bakar spesifik yang dihasilkan.
2. Mendapatkan merek *Turbo Cyclone* yang memberikan performa terbaik bagi kendaraan.
3. Mengetahui aliran yang menghasilkan turbulensi terbaik setelah melewati *Turbo Cyclone*.

F. Manfaat Hasil Penelitian

Adapun Manfaat dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagi peneliti sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd) di Jurusan Teknik Otomotif FT UNP.
2. Menjadi trobosan terbaru bagi pemerintah dalam meminimalisir kadar emisi gas buang.
3. Dapat di gunakan oleh masyarakat yang memiliki kendaraan untuk dapat meningkatkan performa kendaraan.
4. Sebagai referensi di perpustakaan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
5. Sebagai bahan bacaan serta pedoman bagi mahasiswa di Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Landasan Teori

1. Motor Bakar

“Motor bakar adalah salah satu jenis dari mesin kalor, yaitu mesin yang mengubah energi termal untuk melakukan kerja mekanik atau mengubah tenaga kimia bahan bakar menjadi tenaga mekanis”.(Prima, 2012: 6). “Motor bakar ialah pesawat tenaga yang menghasilkan tenaga penggerak dari hasil pembakaran bahan bakar di dalam silinder’ (Sudarminto, 1973 : 7). “Motor bakar adalah mesin penggerak mula, karena mesin ini dapat membangkitkan daya dan potensi energi kimia bahan bakar primer (BBM)” (Supriyadi, 2011: 10). “Motor bakar adalah alat yang dapat menghasilkan tenaga melalui panas yang diubah menjadi energi gerak atau mekanis pada penggerak suatu kendaraan” (Surono et al., 2012: 1)

Dari beberapa pendapat para ahli diatas dapat kita simpulkan bahwa motor bakar merupakan suatu mesin konversi energi yang mengubah energi kimia bahan bakar menjadi energi mekanik/gerak. Motor bakar terbagi menjadi dua jenis yaitu:

a. Motor pembakaran dalam

Motor pembakaran dalam yaitu sebuah mesin yang sumber tenaganya berasal dari pengembangan gas-gas panas bertekanan tinggi hasil pembakaran campuran bahan bakar dan udara yang berlangsung didalam ruang tertutup didalam mesin yang disebut ruang bakar (*Combustion Chamber*). “Motor pembakaran dalam atau lebih dikenal

dengan istilah mesin motor bakar ialah salah satu jenis mesin konversi energi yang memanfaatkan fluida kerja berupa gas panas hasil proses pembakaran dimana pada sistemnya tidak terdapat dinding pemisah antara fluida kerja yang berupa gas panas dengan medium yang memanfaatkan gas panas tersebut” (Astu, P. 2008). “Motor Pembakaran dalam atau disebut dengan istilah motor bakar adalah suatu mesin konversi energi yang memanfaatkan fluida kerja/gas panas hasil dari pembakaran, di mana antara medium yang memanfaatkan fluida kerja dengan fluida kerjanya tidak dipisahkan oleh dinding pemisah” (Pudjanarsa dan Nursuhud, 2006). Yang termasuk motor pembakaran dalam yaitu mesin 4 tak, mesin 2 tak, mesin 6 tak, mesin wankel, mesin jet dan beberapa mesin roket termasuk dalam mesin pembakaran dalam.

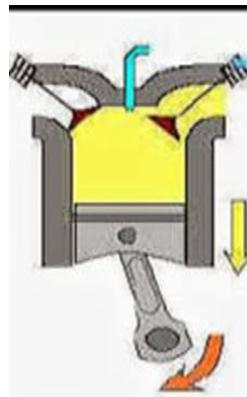
b. Motor pembakaran luar

Motor pembakaran luar yaitu proses pembakaran bahan bakar terjadi diluar motor itu, sehingga untuk melaksanakan pembakaran motor tersendiri. Panas dari hasil pembakaran bahan bakar tidak langsung diubah menjadi tenaga gerak, tetapi terlebih dulu melalui media penghantar, baru kemudian diubah menjadi tenaga mekanik. Di dalam motor pembakaran luar bahan bakarnya dibakar diruang pembakaran tersendiri dengan ketel untuk menghasilkan uap, selanjutnya uap yang dihasilkan digunakan untuk menggerakkan sudut – sudut turbin. Jadi motor tidak digerakan oleh gas yang terbakar, akan tetapi digerakan oleh uap air.

2. Motor bensin 4 langkah

Motor pembakaran dalam (*Internal Combustion Engine*) adalah mesin yang memanfaatkan fluida kerja berupa gas panas hasil pembakaran, dimana antara medium yang memanfaatkan fluida kerja dengan fluida kerjanya tidak dipisahkan oleh dinding pemisah. Motor bensin 4 langkah merupakan motor pembakaran dalam yang bekerja dalam satu siklus pembakaran terjadi 4 kali pergerakan torak dan 2 kali putaran poros engkol. Prinsip kerja atau siklus kerja yang terjadi secara periodik:

- a. Langkah hisap : Udara dan bahan bakar bergerak menuju ruang bakar karena perbedaan tekanan antara atmosfer dan ruang bakar, diperlihatkan pada gambar dibawah ini:

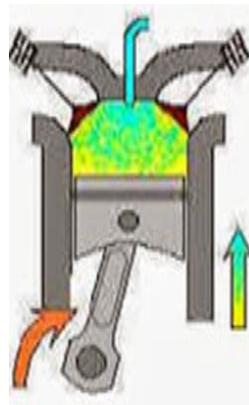


Gambar 1. Langkah hisap

Sumber : www.coversuper.com

Saat piston bergerak dari TMA ke TMB, katup hisap terbuka, katup buang tertutup, sehingga terjadi perubahan volume pada ruang bakar, hal ini mengakibatkan turunnya tekanan ruang bakar, sedangkan tekanan luar tetap, maka udara akan bergerak masuk ke ruang bakar.

- b. Langkah kompresi : Pada langkah kompresi kondisi katup hisap dan buang tertutup, piston bergerak dari TMB menuju TMA. Volume ruang bakar akan mengecil dan campuran udara serta bahan bakar akan terkompresi. Pada proses ini terjadi kenaikan tekanan dan suhu ruang bakar. Pada langkah ini piston telah melakukan satu kali putaran poros engkol. Langkah kompresi dapat kita lihat seperti gambar berikut ini :

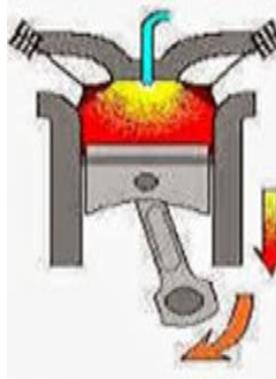


Gambar 2. Langkah kompresi

Sumber : www.coversuper.com

- c. Langkah usaha : Pada langkah usaha keadaan katup hisap dan buang tertutup. Pada akhir langkah kompresi, beberapa derajat sebelum piston mencapai titik mati atas (TMA) busi memercikkan bunga api untuk membakar campuran bahan bakar dan udara yang telah dikompresikan. Campuran bahan bakar dan udara yang terbakar mengakibatkan suhu didalam silinder naik sehingga tekananya naik. Tekanan yang dihasilkan akan mendorong piston dari titik mati atas (TMA) ke titik mati bawah (TMB), sehingga terjadi langkah usaha (ekspansi), kemudian batang penghubung (*connecting rod*) akan meneruskan gerakan ini menjadi

gaya yang memutar poros engkol. Langkah usaha dapat dilihat pada gambar berikut:

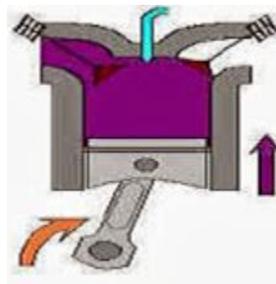


Gambar 3. Langkah usaha

Sumber : www.coversuper.com

- d. Langkah buang : Pada langkah buang katup hisap masih tertutup sedangkan katup buang terbuka. Piston bergerak dari titik mati bawah (TMB) ke titik mati atas (TMA), sehingga ruang bakar semakin sempit. Ruangan yang seperti ini tidak akan mempertinggi tekanan, karena katup buang telah terbuka. Gerakan piston dari titik mati bawah (TMB) ke titik mati atas (TMA) mendorong sisa hasil pembakaran bahan bakar dan udara yang ada di dalam silinder.

Langkah buang dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 4. Langkah buang

Sumber : www.coversuper.com

3. Reaksi pembakaran

Reaksi pembakaran adalah suatu reaksi kimia atau reaksi persenyawaan bahan bakar dengan diikuti sinar panas, mekanisme pembakaran sangat di pengaruhi oleh keadaandari keseluruhan pembakaran dimana atom-atom dari komponen yang dapat bereaksi dengan oksigen dan menghasilkan sebuah gas. Oksigen adalah udara yang segar didapat dari lingkungan. Menurut pendapat Jalius dan Wagino (2008: 60) mengatakan bahwa "Pembakaran merupakan proses oksidasi cepat bahan bakar disertai dengan produksi panas dan cahaya. Ada tiga faktor pembakaran yaitu temperatur, oksigen (udara), dan bahan bakar. Tanpa tiga faktor ini maka pembakaran tidak akan sempurna". Udara segar yang masuk melalui *intake manifold* tidak hanya berupa oksigen saja, namun terdapat juga unsure lainnya yaitu nitrogen. Pada campuran bahan bakar dan udara yang terlalu kaya maupun kurus dapat mengakibatkan pembakaran yang tidak sempurna.

Pembakaran yang tidak sempurna bisa berpotensi timbulnya emisi gas buang yang semakin meningkat dan berdampak pada polusi lingkungan, dikarenakan pada saat terjadinya reaksi pembakaran terdapat unsur-unsur yang tidak terbakar dengan sempurna hanya terbakar sebagian saja. Dalam proses pembakaran sangat dibutuhkan jumlah udara dan bahan bakar yang tertentu agar proses pembakaran ideal, campuran bahan bakar yang ideal yaitu 1:14,7. Perbandingan jumlah campuran bahan bakar ini disebut juga dengan AFR (*air fuel rasio*) secara umum proses suatu pembakaran terbagi 2 yaitu:

a. Pembakaran sempurna (Normal)

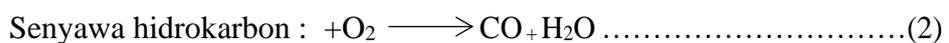
Menurut Toyota new step 2 (1972: 2-3) mengatakan bahwa “Mekanisme pembakaran normal dalam motor bensin dimulai pada saat terjadinya loncatan bunga api pada busi. Selanjutnya api membakar bahan bakar yang berada di sekelilingnya dan terus menjalar ke seluruh bagian sampai semua partikel bahan bakar terbakar habis”. Menurut Wiratmaja (2010: 18) mengatakan “Pembakaran sempurna sesuatu pembakaran dimana semua unsur dalam bahan bakar terbakar dan membentuk gas CO₂, dan H₂O, sehingga tidak ada lagi bahan bakar yang tersisa”.



Berdasarkan penjelasan diatas, dapat disimpulkan bahwa pembakaran sempurna adalah pembakaran yang terjadi ketika busi memercikan bunga api saat akhir langkah kompresi.

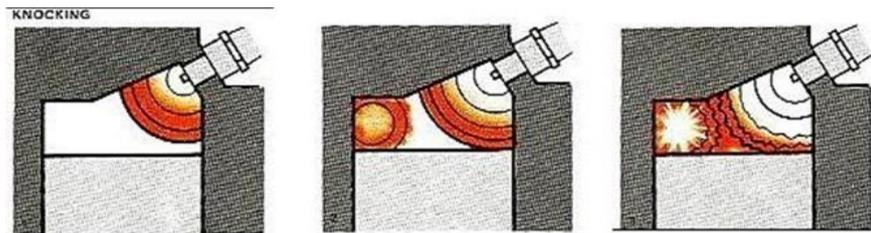
b. Pembakaran tidak sempurna (Tidak Normal)

Menurut Wiratmaja (2010: 18) mengatakan “Pembakaran yang tidak sempurna terjadi karena disebabkan pada proses pembakaran yang tidak serentak pada saat langkah kompresi belum berakhir (busi belum memercikkan bunga api) ditandai dengan adanya pengapian sendiri yang muncul mendadak pada bagian akhir dari campuran.”.



1) Detonasi

Menurut Pungun Bambang (2011: 111) “Destonasi adalah suatu gelombang tekanan gas yang dihasilkan dari energi pembakaran yang sangat tinggi”. Menurut Riman (2011: 328) mengatakan “ penyebab terjadinya *knocking* adalah (1) yaitu campuran suhu dan udara di dalam silinder mengalami tekanan yang sangat tinggi, (2) masa pengapian didalam silinder sangat cepat, (3)rendahnya putaran mesin mengakibatkan penyebaran api lambat, (4)kontuksi tidak didalam ruang bakar tidak tepat sehingga membuat pas waktu pembakaran tidak terbakar dengan sempurna”.



Gambar 5. Destonasi

Sumber : www.autospeed.com

Berdasarkan pendapat diatas maka dapat disimpulkan bahwa destonasi adalah gelombang tekanan gas pada mesin yang dihasilkan dari pembakaran yang sangat tinggi, sehingga campuran bahan bakar dan udara tanpa adanya percikan bunga api dari busi, melainkan terbakar dengan sendirinya. Hal ini dikarenakan masa pengapian terlalu cepat, putaran mesin rendah dan penempatan busi dan kontruksi bahan bakar tidak tepat.

4. *Intake Manifold* (saluran hisap)

Intake manifold atau yang biasa disebut dengan saluran hisap merupakan saluran masuknya campuran udara dan bahan bakar menuju ke ruang bakar (Arisetiawan, 2017). Perubahan *intake manifold* dapat membentuk aliran turbulen, sehingga campuran bahan bakar lebih homogen dan pembakaran lebih sempurna (Winarto dan heru, 2014: 202). Semakin besar tekanan pada *intake manifold* menghasilkan CO, CO₂ dan HC yang semakin kecil dan O₂ semakin besar, besar tekanan pada *intake manifold* berpengaruh terhadap performa mesin dan emisi yang dihasilkan (Kusuma, 2015: 45).

Jadi dengan memperbesar tekanan aliran udara di dalam *intake manifold* dapat meminimalisir emisi gas buang kendaraan. Untuk memperbesar tekanan tersebut dapat menggunakan *Turbo Cyclone* yang dipasang pada sisi *inlet*/masuk pada *intake manifold*.



Gambar 6. Intake Manifold

Sumber : www.id.aliexpress.com

5. Turbo cyclone

Turbo cyclone adalah alat tambahan pada *internal combustion engine* untuk membuat aliran udara yang akan masuk ke dalam karburator dan

silinder ruang bakar menjadi berputar/*swirling* (Muchammad, 2007: 6). *Turbo Cyclone* merupakan perangkat tambahan pada mesin pembakaran dalam (*internal combustion engine*) untuk mengubah aliran udara yang akan masuk ke dalam ruang bakar (Ihwanudin & , Agus Sholah, 2015). *Turbo Cyclone* merupakan teknologi pemampatan udara yang melewati sudu *Turbo Cyclone* dibuat pusaran yang lebih focus (Meiraga dan Muhaji, 2013: 206).

Dari beberapa pendapat para ahli di atas dapat disimpulkan bahwa *Turbo Cyclone* merupakan suatu alat yang terbuat dari logam stainless steel yang mempunyai beberapa sirip/sudu dengan sudut kemiringan tertentu terhadap sumbu tegaknya dipasang pada saluran udara sebelum karburator yang berfungsi untuk mengarahkan udara yang masuk ke karburator menjadi berputar/*swirl*. Hal ini terjadi sebagai akibat pembelokan udara secara paksa oleh adanya sudu – sudu miring dengan sudut tertentu saat melewati *Turbo Cyclone*.

Menurut Ping Wang (2005) berputarnya aliran udara akan memperbaiki tingkat efisiensi pencampuran bahan bakar dengan udara (*fuel/air mixing*), meningkatkan intensitas pembakaran dan menstabilkan nyala api pembakaran dengan memanfaatkan zona yang masih dipengaruhi perputaran (*internal recirculation zone*), serta dapat memperbaiki kecepatan propagasi api sehingga pembakaran yang sempurna dapat dicapai.

Prinsip kerja *Turbo Cyclone* adalah angin yang masuk ke ruang bakar dibuat satu pusaran sehingga lebih tertuju pada satu titik dan proses

pembakaran menjadi lebih sempurna . Udara yang melewati sudu-sudu miring dengan sudut tertentu dapat membentuk pusaran sehingga percampuran bahan bakar dan udara menjadi lebih homogen. Karena *Turbo Cyclone* yang penulis gunakan memiliki sudu – sudu yang bersifat tetap (*fixed*) atau tidak berputar, maka *Turbo Cyclone* ini hanya memanfaatkan hisapan dari piston dan hanya membelokkan aliran udara yang menyebabkan timbulnya *pressure drop* dan turbulensi.

Jenis – jenis *Turbo Cyclone* yang penulis ketahui ada 2 macam yaitu:

a) *Turbo Cyclone Free Vane*



Gambar 7. *Turbo Cyclone Free Vane*

Sumber : www.tokopedia.com

Turbo Cyclone free vane merupakan *Turbo Cyclone* yang memiliki sudu/sirip yang dapat berputar. Sudu dari *Turbo Cyclone* diputar oleh udara yang masuk kedalam ruang bakar akibat proses langkah hisap yang dilakukan piston. Ada juga yang menggunakan dinamo sebagai pemutar sudu dari *Turbo Cyclone* ini melalui sistem elektrik. Perputaran sudu dapat meningkatkan kecepatan udara masuk.

b) *Turbo Cyclone Fixed Vane*

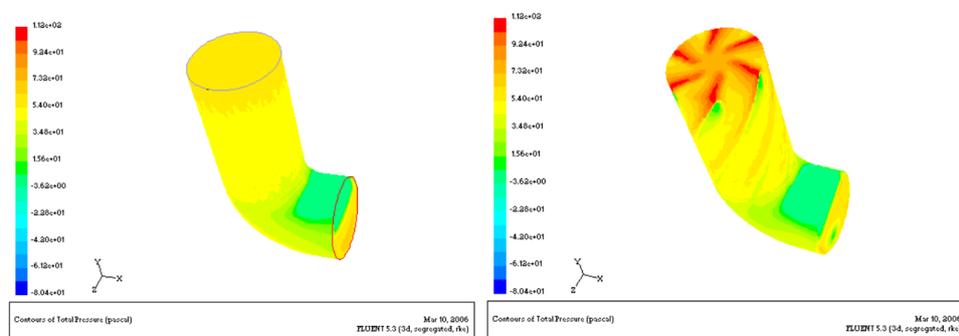


Gambar 8. *Turbo Cyclone Fixed Vane*

Sumber : www.tokopedia.com

Turbo cyclone jenis ini memiliki sudu/sirip yang tetap atau tidak berputar. Prinsip kerja dari *Turbo Cyclone* ini merubah bentuk aliran udara yang masuk menjadi pusaran dengan menyesuaikan bentuk sudu *Turbo Cyclone*.

Penambahan *Turbo Cyclone* pada saluran udara dapat mengubah karakteristik aliran udaranya. Terutama terhadap tekanan dan intensitas turbulensi.



Gambar 9. Kontur tekanan tanpa *turbo cyclone* dan dengan *turbo cyclone*.

Sumber : Muchammad (2007)

Pada gambar 9 menunjukkan tekanan total pada saluran udara tanpa menggunakan *Turbo Cyclone* (kiri) dan menggunakan *Turbo Cyclone* (kanan) terlihat bahwa saluran udara tanpa menggunakan *Turbo Cyclone* tidak terjadi peningkatan tekanan dan intensitas turbulensi tetapi setelah pemasangan *Turbo Cyclone* terjadi peningkatan tekanan dan intensitas turbulensi. Bentuk aliran udara yang melewati *Turbo Cyclone* berputar mengikuti bentuk sudu *Turbo Cyclone*

6. Tipe – tipe aliran.

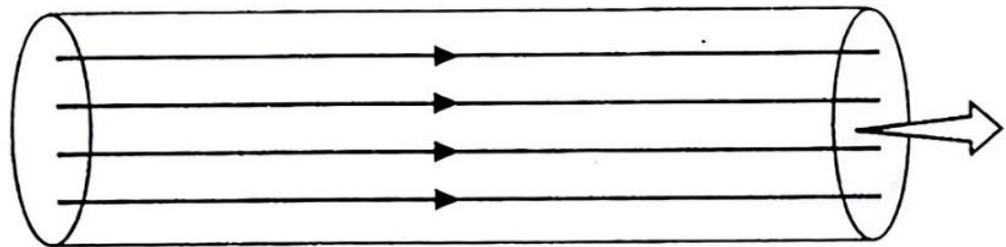
Laju aliran dalam pipa dapat diklasifikasikan pada 2 tipe, yaitu:

a. Aliran Laminar

Aliran laminar ketika fluida mengalir pada lapisan (*layer*) tertentu dan tidak terjadi pertukaran (*mixing*) secara makroskopik diantara lapisan-lapisan fluida yang berdekatan. Awal mula aliran terbentuk berupa aliran laminar yang bergerak lurus sejajar mengikuti garis awal, viskositas (tingkat kekentalan) cukup tinggi, dan tingkat kecepatan fluida yang rendah.

Menurut Syaiful (2005: 17), aliran laminar adalah aliran yang struktur alirannya memiliki karakteristik pergerakan yang halus dalam laminar (lapisan). Aliran laminar cenderung tidak meningkatkan homogenitas, hal ini disebabkan karena tidak ada perubahan aliran dalam menyatukan campuran udara dan bahan bakar, sehingga tidak di

aplikasikan pada *intake manifold*. Pernyataan lain juga dijelaskan oleh Surono et al, (2012: 2) yang menyatakan bahwa aliran laminar partikel – partikel fluida yang bergerak sepanjang lintasan – lintasan halus secara lancar dalam lapisan lapisan. Sebagaimana yang ditunjukkan pada gambar 8 berikut yang alirannya lurus dan halus.



Gambar 10. Bentuk aliran laminar

Sumber : <http://zonageologi.blogspot.com/>

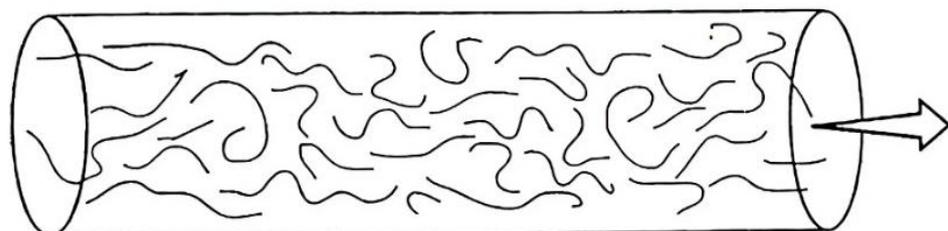
b. Aliran Turbulen

Aliran turbulen merupakan gerakan tidak beraturan (*random*) dengan gumpalan fluida bergerak tidak beraturan (Permatasari dan Riyono, 2007: 175). Aliran ini terjadi karena viskositas (kekentalan) pada fluida relatif lebih ringan bila dibanding gaya inersia, sehingga memungkinkan terjadinya homogenitas pada campuran udara dan bahan bakar di dalam saluran hisap karena karakteristik aliran yang bergerak ke segala arah sehingga terjadi pusaran fluida dan tidak beraturan.

Menurut Ping Wang (2005) berputarnya aliran udara akan memperbaiki tingkat efisiensi pencampuran bahan bakar dengan udara (*fuel/air mixing*), meningkatkan intensitas pembakaran dan menstabilkan nyala api pembakaran dengan memanfaatkan zona yang

masih dipengaruhi perputaran (*internal recirculation zone*), serta dapat memperbaiki kecepatan propagasi api sehingga pembakaran yang sempurna dapat dicapai. Menurut Varin Dodo Rusmawan (2020) pusaran di ruang bakar menyebabkan campuran bergerak di dalamnya, sehingga ketika campuran dihidupkan, pengapian akan merambat dengan cepat. Dengan demikian, perambatan api dari campuran bahan bakar dan udara meningkat dengan cepat dengan vortex campuran bahan bakar dan udara. Dengan bertambahnya penyalaan campuran bahan bakar dan udara maka pembakaran berlangsung dengan sempurna, sehingga energi panas yang dihasilkan juga lebih besar untuk diubah menjadi tenaga mekanik untuk menggerakkan motor.

Dalam penelitian Deny Darmawan dkk (2018) yang berjudul “Analisis Bilangan Reynold (Re) Untuk Menentukan Jenis Aliran Fluida Menggunakan CFD (*Computational Fluid Dynamic*) Sebagai Rancangan Bahan Ajar di SMA” menunjukkan bahwa hasil simulasi menggunakan CFD (*Computational Fluid Dynamic*) didapatkan hasil semakin besar kecepatan aliran fluida yang digunakan, maka aliran fluida yang dihasilkan akan semakin cenderung bersifat turbulen. Aliran turbulen dapat di analogikan sebagai aliran yang tidak beraturan seperti gambar berikut :



Gambar 11. Bentuk aliran turbulen

Sumber : <http://zonageologi.blogspot.com/>

7. Sifat Fisik Aliran Laminer dan Turbulen

Aliran laminer dan turbulen ditentukan oleh harga Reynold yang perbedaannya secara kualitatif di demonstrasikan oleh Osborne Reynold, pada eksperimen tersebut, air dari reservoir dialirkan melalui saluran transparan. Pada bagian *interence* saluran, diinjeksikan flamen tinta tipis untuk mengamati aliran secara visual.

Pada laju aliran yang rendah (angka Reynold kecil), tinta yang diinjeksikan ke dalam aliran membentuk filamen tunggal yang membentuk garis lurus. Tinta tidak mengalami dispersi karena aliran adalah laminer. Pada aliran laminer, fluida mengalir pada lapisan tertentu dan tidak terjadi pertukaran atau *mixing* secara makroskopik diantara lapisan – lapisan fluida yang berdekatan.

Apabila laju aliran ditingkatkan, flamen tinta menjadi tidak stabil dan berubah menjadi gerak acak. Garis yang dibentuk oleh flamen tinta berbentuk benang kusut, dan kondisi ini dengan cepat menyebar keseluruhan medan aliran. Pertukaran partikel fluida diantara lapisan yang berdekatan, menyebabkan tinta terdispersi dengan cepat. Perilaku aliran turbulen ini mengarah ke fluktuasi kecepatan, sehingga analisa aliran turbulen didasarkan pada gerak rata – rata aliran.

Secara kuantitatif, perbedaan antara aliran laminer dan turbulen bisa diketahui dengan menempatkan alat ukur kecepatan yang sensitive pada medan aliran. Apabila dilakukan pengukuran terhadap komponen

kecepatan (misal dalam arah x), maka untuk aliran steady laminar dan turbulen akan diperoleh variasi kecepatan terhadap waktu. Untuk aliran laminar steady, kecepatan di satu titik tertentu tetap konstan terhadap perubahan waktu, sedangkan untuk aliran turbulen, grafik kecepatan menunjukkan bahwa kecepatan sesaat untuk berfluktuasi secara acak.

8. Parameter Kerja Mesin

a. Torsi

Menurut Zikri (2021: 88) Torsi adalah gaya pada gerak translasi menunjukkan kemampuan sebuah gaya untuk membuat benda melakukan gerak rotasi/berputar. Sebuah benda akan berotasi bila dikenai torsi. Kekuatan putar poros ini pada mesin dihasilkan oleh pembakaran yang efeknya mendorong piston naik turun. Piston naik turun menyebabkan poros engkol ikut berputar yang kemudian akan ditransfer menuju ke roda-roda penggerak sehingga mencapai ke roda. Terjadi ketika kendaraan akan bergerak (start) atau sewaktu mempercepat laju kendaraan, dan tenaga berguna untuk memperoleh kecepatan tinggi.

Torsi merupakan besarnya gaya yang dihasilkan dalam jarak tertentu atau bisa diartikan ukuran dari kemampuan sebuah mesin untuk melakukan kerja. Besarnya torsi dapat ditentukan dengan mengukur beban mesin dan panjang lengan torsi. Pengukuran beban pada mesin dilakukan dengan menggunakan alat *chassis dynamometer*. Besarnya torsi suatu kendaraan dapat ditentukan dengan rumus berikut :

$$T = \frac{P_m \cdot A \cdot L \cdot i}{a \cdot 2 \cdot \pi} \dots \dots \dots (3)$$

Dimana :

T = Torsi (N.m)

P_m = tekanan efektif rata – rata (kPa)

A = luas penampang silinder (cm²)

L = Panjang langkah torak (m)

i = jumlah silinder

a = jumlah putaran satusiklus kerja

(2-langkah $a=1$, 4 langkah $a=2$)

b. Daya

Menurut Zikri (2021: 88) Daya merupakan besarnya kerja telah dilakukan tiap satuan waktu, pada motor bensin, Brake Horse Power (BHP) merupakan besaran yang mengindikasikan *horse power actual* yang dihasilkan oleh mesin. Selain itu "Daya kerja motor atau prestasi kerja motor adalah gerakan/putaran mesin yang menghasilkan kerja persatuan waktu". Daya motor dapat diukur dalam besarnya kerja pada waktu tertentu dihitung dalam 75 kg.m pada waktu 1 detik (s) atau dapat disebut 1 HP (*horse power*). Daya yang dihasilkan motor dapat diukur dengan menggunakan *chassis dynamometer*, alat ini secara otomatis dapat mengetahui hasil pengukuran performa mesin kendaraan berupa torsi dan daya dalam bentuk grafik dan diikuti angka pada putaran tertentu. Rumus untuk mencari besarnya daya adalah sebagai berikut :

$$N_e = \frac{T \cdot n \cdot 2 \cdot \pi}{60 \times 1000} \dots \dots \dots (4)$$

Dimana :

T = Torsi (N.m)

n = Kecepatan putaran mesin (Rpm)

N_e = Daya keluaran (W)

c. Konsumsi bahan bakar spesifik efektif (SFC_e)

Konsumsi bahan bakar spesifik efektif (SFCe) dipakai sebagai ukuran ekonomi pemakaian bahan bakar karena menyatakan banyaknya bahan bakar yang terpakai per jam untuk setiap daya (power) yang dihasilkan. Konsumsi bahan bakar spesifik efektif dapat dicari menggunakan rumus sebagai berikut:

$$SFCe = \frac{FC}{Ne} \text{ (kg.HP/jam)} \dots\dots\dots(5)$$

Keterangan:

SFCe = Konsumsi bahan bakar spesifik efektif (kg.HP/jam)

FC = Konsumsi bahan bakar (kg/jam)

Ne = Daya efektif (HP)

d. Emisi gas buang

Emisi gas buang merupakan sisa hasil pembakaran bahan bakar di dalam ruang bakar kendaraan bermotor yang di keluarkan melalui sistem pembuangan. Zat yang dihasilkan oleh emisi gas buang kendaraan bermotor dibagi menjadi tiga macam yaitu: CO, HC dan NOx. Gas ini sangat mengganggu pernafasan dan berbahaya bagi manusia, binatang dan tanaman.

1) CO atau Karbon Monoksida

Karbon monoksida (CO) merupakan senyawa gas beracun yang terbentuk akibat pembakaran yang tidak sempurna dalam proses kerja motor, gas CO merupakan gas yang relatif tidak stabil dan cenderung bereaksi dengan unsur lain. Karbon monoksida (CO) akan menyebabkan berkurangnya kemampuan darah dalam menyerap oksigen yang dibutuhkan organ tubuh yang sangat vital

yakni otak, paru – paru dan jantung serta jaringan darah. Dalam industry otomotif CO diukur dalam satuan % per volume.

Kadar CO yang besar diakibatkan oleh perbandingan campuran udara dan bahan bakar tidak sesuai, dimana kandungan bahan bakar terlalu banyak tetapi masih dapat terbakar sehingga menghasilkan emisi CO yang besar, CO besar dapat disebabkan oleh kesalahan dalam penyetelan karburator sehingga homogenitas campuran menjadi jelek, filter udara yang kotor juga akan mengurangi jumlah udara yang masuk kedalam silinder.

2) HC atau Hidrokarbon

Hidrokarbon (HC) merupakan unsur senyawa bahan bakar bensin, HC yang ada pada gas buang adalah dari senyawa bahan bakar yang tidak terbakar habis dalam proses pembakaran motor, HC diukur dalam satuan ppm (*part permillion*) (Robert, 1993. Weller, 1989. Spuller, 1987). Jumlah HC yang besar dapat mengakibatkan iritasi pada mata, batuk, rasa mengantuk, bercak kulit dan perubahan kode genetik.

Hidrokarbon yang tinggi dapat disebabkan gangguan pada sistem pengapian yang jelek, sehingga dengan adanya gangguan tersebut akan mengakibatkan pembakaran yang tidak sempurna dan menghasilkan emisi HC yang besar.

3) NO_x atau Nitrogen Oksida

NO_x merupakan senyawa gas beracun yang ditimbulkan dari proses pembakaran yang tidak sempurna serta juga diakibatkan oleh suhu pembakaran diruang bakar yang cukup tinggi.

B. Penelitian Relevan

Penelitian yang relevan diambil untuk mendukung atau mempertegas teori-teori yang telah di kemukakan dalam kajian teori ini, peneliti mengambil kesimpulan dari penelitian – penelitian yang peneliti anggap relevan dengan penelitian ini. Adapun penelitian yang relevan terhadap penelitian yang peneliti teliti yaitu :

1. Syahrul Huda, Wawan Purwanto, Budi Utomo Wisesa (2021) dengan judul “Pengaruh Pemasangan *Turbo Cyclone* Pada Sepeda Motor 4 Tak Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Dan Emisi Gas Buang”. Hasil penelitian menunjukkan pemasangan *Turbo Cyclone* setelah karburator dapat menurunkan konsumsi bahan bakar yang signifikan dibanding pemasangan *Turbo Cyclone* sebelum karburator. Dimana penurunan konsumsi bahan bakar terbesar pada putaran sedang yang mencapai 8% pada putaran 1500 Rpm dan 3000 Rpm. Sedangkan pada uji emisi gas buang pengaruh terbaik di dapat dengan pemasangan *Turbo Cyclone* setelah karburator.
2. Yusuf Rizal Fauzi (2018) dengan judul “Pengaruh Penambahan *Turbo Cyclone* Aksial Terhadap Aliran Dan Performa Motor Bakar”. Hasil penelitian menunjukkan perbandingan rata – rata daya efektif menggunakan *Turbo Cyclone* dan tanpa *Turbo Cyclone* yaitu 0,7239654 HP : 0,4151938

HP. Untuk Torsi yang dihasilkan dengan pemasangan *Turbo Cyclone* 0,2592515 kg.m dan tanpa menggunakan *Turbo Cyclone* 0,1486808 kg.m. Untuk konsumsi bahan bakar (SFCe) dengan menggunakan *Turbo Cyclone* 0,325596 kg/h dan tanpa *Turbo Cyclone* 0,9273914 kg/h. Sedangkan untuk Efisiensi termis efektif dengan menggunakan *Turbo Cyclone* 14,1434058%, dan tanpa *Turbo Cyclone* 6,229145%.

3. Sarjito, Sandhika Putra Pratama, Wijianto, dan Subroto (2021) dengan judul “Analisis Computational Fluid Dynamic (CFD) *Turbo Cyclone* dan *Intake Manifold Spacer* pada Honda Supra Fit”. Hasil dari penelitian ini setelah *Turbo Cyclone* diaplikasikan berubah menjadi aliran udara *swirl* dengan kondisi turbulensi. Profil turbulensi aliran udara terbaik ditunjukkan pada *Turbo Cyclone* 4-blade dengan perubahan intensitas turbulensi rata-rata 2.44536% pada kasus turbulensi sedang. 4-blade *Turbo Cyclone* mengalami perubahan nilai kecepatan sebesar 0. 14009 m/s dengan nilai perubahan tekanan sebesar -0,04582 Pa. Penambahan variasi *Turbo Cyclone* dan *intake manifold spacer* terbukti mengubah aliran linier menjadi aliran turbulen akibat aliran udara yang berputar.
4. Varin Dodo Rusmawan, Husin Bugis, Ngatau Rohman (2020) dengan judul “Analisis Pengaruh Pemasangan Tipe *Turbo Cyclone* dan Modifikasi *Intake Manifold* Terhadap Torsi dan Daya pada Sepeda Motor”. Hasil dari penelitian ini torsi maksimum yang dihasilkan motor Yamaha Byson 150 cc dengan menggunakan *free vane turbo cyclone* adalah 12,21 Nm, meningkat 0,15 Nm atau 1,24% dari kondisi standar. Pemasangan *fix vane Turbo Cyclone* menghasilkan torsi maksimum 12,16 Nm, atau naik 0,1 Nm atau

0,83% dari kondisi standar. Modifikasi *intake manifold* berpengaruh pada pengurangan torsi pada sepeda motor Yamaha Byson 150 cc. Pemasangan *intake manifold* yang dimodifikasi berdampak pada penurunan torsi sebesar 1,23 Nm atau 10,20% dari kondisi standar.

5. Daviq Mursidi, Nely Ana Mufarida, ST.,MT., Andik Irawang, st.,M.Eng. (2016) dengan judul ‘Pengaruh Penggunaan *Turbo Cyclone* 6 Sirip Berlubang Dengan Variasi Bahan Bakar Terhadap Unjuk Kerja Motor 4 Langkah 156 Cc’. hasil penelitian menunjukkan pengujian menggunakan *Turbo Cyclone* berbahan bakar premium lebih unggul dimana daya rata – rata yang dihasilkan 7,885077 HP, torsi rata – rata 8.066154 N.m, tekanan efektif rata – rata mencapai 0,0792 kg/HP.jam.
6. Amir , Yusuf Kurnia Effendi (2021) dengan judul ‘Analisis Pengaruh Emisi Gas Buang Terhadap Pemakaian *Turbo Cylone* Pada Sepeda Motor Matic 110 Cc Berbahan Bakar Pertamina’. Hasil penelitian menunjukkan penggunaan *Turbo Cyclone* pada sepeda motor matic 110 cc menghasilkan emisi gas buang CO sebesar 0,44 %, CO₂ sebesar 14, 10 % dan HC sebesar 106 ppm. Jadi kesimpulan dalam pengujian emisi gas buang yang dihasilkan motor beat 110 cc adalah penurunan kadar emisi gas buang CO dan HC terbaik saat menggunakan *Turbo Cyclone* sedangkan kadar emisi CO₂ tidak terjadi perubahan sama sekali yaitu diangka 14,10%.
7. Ridwan, Drs. Martias, M.Pd, Drs. Andrizal, M.Pd. dengan judul “Pengaruh Penggunaan *Turbo Cyclone* Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Dan Kandungan Emisi Gas Buang Pada Sepeda Motor Yamaha Mio Soul”. Hasil penelitian menunjukan adanya pengaruh yang signifikan dari penggunaan

Turbo Cyclone. pada putaran mesin menghasilkan konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang yang lebih rendah terutama emisi gas buang Co, Konsumsi bahan bakar pada 1500 rpm turun 7.234% pada putaran 2000 turun 19.692% dan pada 2500 rpm turun 13.81%. Sedangkan Emisi gas buang CO pada putaran 1500 rpm sebesar 59.714% , CO pada 2000 rpm sebesar 3.192% dan pada 2500 rpm sebesar 12.443%. Emisi gas buang HC pada putaran 1500 rpm turun 6.571% HC pada 2000 rpm Mengalami peningkatan sebesar 1.413%, HC pada 2500 rpm 8.257% lebih tinggi.

8. Tony Suryo Utomo (2006) dengan judul “Simulasi Efek *Turbo Cyclone* Terhadap Karakteristik Aliran Udara Pada Saluran Udara Suatu Motor Bakar Menggunakan *Computational Fluid Dynamics*”. Kesimpulan dari penelitian menunjukkan *Turbo Cyclone* yang memiliki sudut 45° tanpa lubang memiliki intensitas turbulensi dan *pressure drop* paling besar untuk semua kecepatan angin yaitu 105,32 Pa dan 1,52 pada kecepatan udara 6,099 m/s, 570,45 Pa dan 3,62 pada kecepatan udara 14,52 m/s, serta 937,73 Pa dan 4,64 pada kecepatan udara 18,634 m/s. Pemasangan *Turbo Cyclone* sangat berpengaruh dalam menaikkan tekanan pada sisi masukan/*inlet* dari pada sisi keluaran/*outlet*, sehingga besarnya *pressure drop* lebih dominan dipengaruhi oleh tekanan *inlet*.
9. Yulian Prian Maharaka (2018) dengan judul “Pengaruh Variasi *Turbo Cyclone* Pada Saluran Udara Masuk Terhadap Unjuk Kerja Mobil Avanza Veloz Tahun 2012”. Dalam penelitiannya menggunakan turbo cyclone 3 sudu berlubang, 3 sudu tidak berlubang, 6 sudu berlubang dan 6 sudu tidak berlubang. Hasil dari penelitiannya yang memiliki peningkatan unjuk kerja

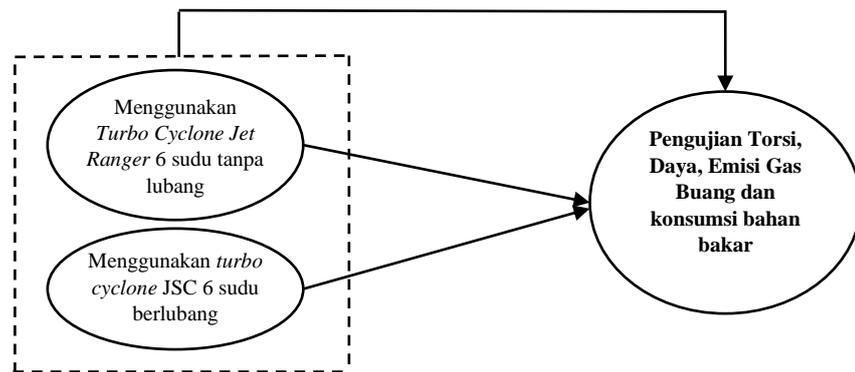
hanya terjadi pada *Turbo Cyclone* 3 sudu berlubang dengan torsi maksimum 149,6 N.m pada putaran 4000 rpm sedangkan daya rata – rata yang dihasilkan 49,41 kW.

Berdasarkan penelitian relevan diatas bahwa penelitian yang penulis lakukan terdapat perbedaan yaitu belum adanya penelitian yang membandingkan performa yang dihasilkan saat penggunaan *Turbo Cyclone Jet Ranger* 6 sudu tanpa lubang dan JSC 6 sudu berlubang. Karena manfaat dari *turbo cyclone* yaitu dapat meningkatkan tenaga mesin, membuat campuran udara dan bahan bakar homogen, meminimalisir emisi gas buang, menambah akselerasi dan meningkatkan efisiensi bahan bakar, maka penulis tertarik untuk membandingkan performa serta simulasi aliran yang dihasilkan dari kedua *Turbo Cyclone* tersebut. Performa yang di uji yaitu torsi, daya dan emisi gas buang yang di hasilkan setelah pemasangan *Turbo Cyclone*.

C. Kerangka Berfikir

Penelitian ini akan menganalisa perbandingan performa yang di hasilkan oleh *Turbo Cyclone Jet Ranger* 6 sudu tanpa lubang dan *Turbo Cyclone JSC* 6 sudu belubang. Performa yang di uji yaitu torsi, daya dan emisi gas buang pada motor Honda Beat PGM-FI.

Biar lebih jelas kerangka berfikir dapat dilihat pada diagram dibawah ini:



Gambar 12. Diagram Kerangka Berfikir

D. Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan arah yang ingin dituju dari sebagian anggapan penelitian yang sudah dikemukakan, bahwa peneliti mengajukan pertanyaan yaitu:

1. Apakah ada pengaruh pemasangan *Turbo Cyclone* terhadap performa (torsi, daya, emisi gas buang dan konsumsi bahan bakar) yang dihasilkan motor?
2. Berapa hasil performa terbaik dari pemasangan *Turbo Cyclone* setelah melakukan pengujian?
3. Bagaimana karakteristik aliran yang melewati *Turbo Cyclone* setelah melakukan simulasi aliran menggunakan *Solidworks*?

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan yang telah dilakukan maka peneliti dapat mengambil kesimpulan dari hasil penelitian sebagai berikut:

1. Pada pengujian konsumsi bahan bakar yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa penggunaan Turbo Cyclone JSC lebih menghemat konsumsi bahan bakar. Penggunaan Turbo Cyclone JSC lebih menghemat bahan bakar yaitu pada putaran 3500 Rpm sebesar 32%. Jadi usahakan saat berkendara menggunakan Turbo Cyclone JSC dengan kecepatan tetap pada putaran mesin sekitar 3500 Rpm agar menghemat bahan bakar.
2. Hasil pengujian emisi gas buang adalah penggunaan *Turbo Cyclone* dapat meningkatkan kadar emisi gas buang di banding tanpa menggunakan *Turbo Cyclone*, tetapi peningkatan emisi gas buang menggunakan *Turbo Cyclone* ini masih dibawah batas maksimum emisi yang di tetapkan pemerintah. Demi menjaga kesehatan akibat dampak buruk dari emisi gas buang ini, alangkah baiknya tidak menggunakan *Turbo Cyclone*.
3. Berdasarkan hasil penelitian torsi dan daya tanpa menggunakan *Turbo Cyclone*, menggunakan *Turbo Cyclone Jet Ranger* dan menggunakan *Turbo Cyclone JSC* dapat disimpulkan bahwa penggunaan *Turbo Cyclone* dapat menurunkan torsi dan daya yang dihasilkan oleh sepeda motor Honda Beat PGM-FI jika dibanding tanpa menggunakan *Turbo Cyclone*.
4. Berdasarkan hasil analisis simulasi aliran udara menggunakan *software solidwork* tanpa menggunakan *Turbo Cyclone*, menggunakan *Turbo*

Cyclone Jet Ranger dan menggunakan *Turbo Cyclone JSC* dapat disimpulkan bahwa penggunaan *Turbo Cyclone* dapat merubah karakteristik aliran udara yang melewatinya. Ini disebabkan karena pengaruh dari sudu – sudu yang ada pada *Turbo Cyclone* yang membuat aliran udara menjadi berputar.

5. Besarnya *pressure drop* dan intensitas turbulensi sangat dipengaruhi oleh bentuk sudu. Bentuk sudu tidak berlubang memiliki *pressure drop* dan intensitas turbulensi yang lebih besar disbanding dengan *Turbo Cyclone* yang memiliki sudu berlubang.
6. Berdasarkan hasil analisis konsumsi bahan bakar spesifik (SFCe) tanpa menggunakan *Turbo Cyclone*, menggunakan *Turbo Cyclone Jet Ranger* dan menggunakan *Turbo Cyclone JSC* dapat disimpulkan bahwa konsumsi bahan bakar spesifik (SFCe) terendah diperoleh saat menggunakan *Turbo Cyclone JSC*, artinya saat menggunakan *Turbo Cyclone JSC* jumlah pemakaian bahan bakar semakin hemat jika dibandingkan dengan menggunakan *Turbo Cyclone Jet Ranger* dan tanpa menggunakan *Turbo Cyclone*.

B. Saran

Setelah peneliti melakukan penelitian ini ada beberapa saran yang dapat peneliti sampaikan sebagai berikut:

1. Bagi masyarakat yang ingin menggunakan *Turbo Cyclone* sebagai sebuah alat yang dipasang pada kendaraan, maka perhatikan dulu tempat

pemasangan yang cocok serta bentuk *Turbo Cyclone* yang akan dipasang karena hal ini dapat memberikan pengaruh yang berbeda – beda.

2. Bagi peneliti selanjutnya mungkin bisa menciptakan *Turbo Cyclone* yang terbaru dan posisi penempatan *Turbo Cyclonenya* yang tepat agar emisi gas buang menurun dan performa kendaraan dapat meningkat.
3. Bagi yang memiliki kendaraan, jangan menghidupkan kendaraan diruang tertutup karena emisi gas buang kendaraan sangat berbahaya jika terhirup.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidi, Shahim Haider, and M. M. Hasan. 2021. "Variation of Turbulent Kinetic Energy Due to Dimples in Intake Manifold for Diesel Engine." *Case Studies in Thermal Engineering* 27. doi: 10.1016/j.csite.2021.101299.
- Afnison, W., & Hidayat, N. (2021). Analisis Thermal Pada Solid dan Ventilated Disk Brake Pada Mobil Hemat Energi Pagaruyuang Team UNP. *Mekanova*, 7(1), 44–49.
- Afnison, W., Alwi, E., Maksum, H., Amin, B., & Setiawan, M. Y. (2019). Energy Harvesting Tool for Vehicles Pengembangan Electromagnetic Regeneratif Shock Absorber Sebagai Alat Pemanen Energy Getaran Pada Kendaraan. *MOTIVECTION : Journal of Mechanical, Electrical and Industrial Engineering*, 71–82.
- Amir, and Yusuf Efendi Kurnia. 2021. "Analisis Pengaruh Emisi Gas Buang Terhadap Pemakaian Turbo Cyclone Pada Sepeda Motor Matic 110 CC Berbahan Bakar Pertamina." *Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Tangerang* 5(2):1–4.
- Arisetiawan, Pujiyanto. 2017. "Pengaruh Jumlah Sudu Turbo Cyclone Dalam Intake Manifold Terhadap Unjuk Kerja Dan Emisi Gas Buang Mesin Bensin 4 Langkah 1 Silinder 110 CC." *Dinamikia Vocational Teknik Mesin*.
- Astu P. & Djati N. 2006. *Mesin Konversi Energi*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Astu, P. & Nursuhud, D. 2008. *Mesin Konversi Energi Edisi II*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Fauzi, Yusuf Rizal. 2018. "Pengaruh Penambahan Turbo Cyclone Aksial Terhadap Aliran Dan Performa Motor Bakar." *Jurnal Program Studi Teknik Mesin*. 7(1):25-31.
- Ihwanudin, M., and Anny Martiningsih, Agus Sholah. 2015. "Penggunaan Turbocyclone Pada Kendaraan Bermotor Terhadap Emisi Gas Buang CO Dan HC." *Teknologi Dan Kejuruan* 38(2):113–20.
- Jalius Jama & Wagino. 2008. *Teknologi Sepeda Motor Jilid 1*. Jakarta: Direktorat Pembinaan SMK.
- Karan Supriadi, Wagino, T. S. (2018). Pengaruh Variasi Oversize Piston Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Yamaha Mio Sporty. *Jurusan Teknik Otomotif FT UNP*, 1(2), 1–7.