

## **PENGARUH SUDUT *INTAKE MANIFOLD* DENGAN MODIFIKASI MESIN PERFORMA TINGGI DAN ECU *PROGRAMMABLE* TERHADAP PENINGKATAN DAYA DAN TORSI PADA SEPEDA MOTOR YAMAHA AEROX NEW CONNECTED**

**Framesta Eksya Alpahsyah**

Universitas Negeri Semarang, Semarang, Indonesia

Email: [frmsteksy@studentsl.unnes.ac.id](mailto:frmsteksy@studentsl.unnes.ac.id)

**Rizqi Fitri Naryanto**

Universitas Negeri Semarang, Semarang, Indonesia

Email: [rizqi\\_fitri@mail.unnes.ac.id](mailto:rizqi_fitri@mail.unnes.ac.id)

**Setyo Bhahak Fendi Baihaqi**

Universitas Negeri Semarang, Semarang, Indonesia

Email: [bhahak@mail.unnes.ac.id](mailto:bhahak@mail.unnes.ac.id)

### **Abstrak**

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi sudut *intake manifold* terhadap performa mesin sepeda motor Yamaha Aerox New Connected yang telah dimodifikasi dengan mesin performa tinggi dan ECU *programmable*. Tiga sudut *intake manifold* yang diuji adalah 90°, 126°, dan 160°, dengan parameter pengujian meliputi aliran udara (CFM) menggunakan *flowbench*, serta daya (HP) dan torsi (Nm) menggunakan dynamometer. Sepeda motor yang digunakan telah dimodifikasi dengan kapasitas mesin 182 cc, *throttle body* 34 mm, *porting head*, *camshaft custom*, dan ECU UMA Racing M9. Hasil pengujian menunjukkan bahwa *intake manifold* dengan sudut 90° menghasilkan aliran udara tertinggi, dengan rata-rata 94,20 CFM, menunjukkan efisiensi volumetrik terbaik. Sementara itu, sudut 126° dan 160° masing-masing menghasilkan 91,64 CFM dan 89,94 CFM. Meskipun sudut 90° unggul dalam efisiensi aliran udara, *intake manifold* dengan sudut 160° mencatatkan performa tertinggi dalam hal daya dan torsi pada RPM rendah hingga menengah, dengan rerata daya maksimum 16,3 HP dan torsi maksimum 30,08 Nm. Kesimpulannya geometri *intake manifold* memiliki pengaruh signifikan terhadap karakteristik aliran udara dan performa mesin. Sudut yang lebih tegak seperti 90° cocok untuk efisiensi volumetrik tinggi, sedangkan sudut lebih landai seperti 160° lebih optimal untuk torsi dan daya pada RPM rendah. Penggunaan ECU *programmable* memungkinkan penyesuaian parameter mesin secara presisi, sehingga mendukung optimasi performa sesuai konfigurasi intake yang digunakan. Dengan demikian, pemilihan sudut *intake manifold* harus disesuaikan dengan kebutuhan performa dan karakter penggunaan kendaraan.

**Kata kunci:** *intake manifold*, ECU *programmable*, *flowbench*, dynamometer, Yamaha Aerox, performa mesin

## PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi otomotif saat ini mengalami peningkatan yang signifikan, terutama dalam hal peningkatan performa kendaraan bermotor. Salah satu kendaraan yang banyak diminati oleh masyarakat adalah sepeda motor Yamaha Aerox New Connected, yang dikenal dengan desain modern dan performa responsif. Untuk meningkatkan performa mesin, modifikasi pada sektor *intake manifold* menjadi salah satu solusi yang banyak diterapkan oleh para penggemar otomotif (Isal, 2023; Sunaryo & Gunawan, 2021; Uje, 2020).

*Intake manifold* merupakan komponen penting dalam sistem pembakaran internal yang berfungsi untuk mengalirkan campuran udara dan bahan bakar dari *throttle body* menuju ruang bakar (Latheesh et al., 2018). Modifikasi sudut *intake manifold*, terutama menjadi model *downdraft* atau tegak lurus dengan sudut  $126^\circ$  hingga  $90^\circ$ , dipercaya dapat mengurangi hambatan aliran udara serta meningkatkan efisiensi volumetrik. Desain ini mengarahkan udara secara langsung dan singkat ke ruang bakar, sehingga mampu meningkatkan efisiensi pembakaran serta menghasilkan tenaga dan torsi yang lebih besar.

Desain *intake manifold* sangat berpengaruh terhadap karakteristik aliran udara dan distribusi campuran udara-bahan bakar dalam ruang bakar (Calvo et al., 2013; Hall et al., 2021). Desain yang optimal mampu meningkatkan efisiensi volumetrik dan pembakaran mesin (Hung et al., 2019; Sharma et al., 2020). Untuk menilai karakteristik aliran udara, pengujian menggunakan *flowbench* sering digunakan karena dapat mengevaluasi performa *intake manifold* dalam berbagai kondisi aliran (Samuri et al., 2014; Stoica et al., 2020; Suhaimi et al., 2013). Sudut yang dirancang dengan baik mampu mengurangi turbulensi dan meningkatkan keseragaman aliran campuran (Jayashankara & Ganesan, 2007; C. Xu & Cho, 2017; J. Xu, 2017).

Penggunaan ECU *programmable* menjadi bagian penting dalam mendukung performa mesin yang telah dimodifikasi (Synák et al., 2019; C. Xu & Cho, 2017). ECU ini memungkinkan penyesuaian berbagai parameter mesin seperti waktu pengapian, jumlah bahan bakar yang disemprotkan, dan respon throttle secara lebih fleksibel (Dendaluce, 2015; Huertas & Navarrete, 2008; Rostami & Amiri, 2014). Dibandingkan dengan ECU standar, ECU *programmable* dapat meningkatkan daya hingga 24% dan torsi hingga 23% tanpa menyebabkan peningkatan konsumsi bahan bakar yang signifikan (Hartono, 2017; Prasajo, 2021; Synák et al., 2019).

Kehadiran ECU *programmable* juga mendukung penggunaan bahan bakar beroktan tinggi seperti Pertamina Turbo (RON 98), yang diperlukan untuk mesin performa tinggi (Pertamina, 2023; R & Susila, 2018). Bahan bakar dengan angka oktan tinggi mampu menahan tekanan kompresi lebih besar dan menghasilkan pembakaran yang lebih sempurna (Karnowo et al., 2019; Shi & Hu, 2022). Hal ini sangat penting untuk mesin berkompresi tinggi yang telah dimodifikasi (Agrawal & Rajapatel, 2020; Khumaedi et al., 2021).

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa variasi sudut intake manifold memberikan dampak signifikan terhadap performa mesin. Sudut  $130^\circ$  menghasilkan daya tertinggi sebesar 8,0 HP dan torsi 11,63 Nm pada sepeda motor Vario 125 KZR (Naryanto et al., 2024). *Intake manifold* dengan panjang 88 mm juga terbukti meningkatkan efisiensi konsumsi bahan bakar dan performa mesin tipe K03 (Saputro & Roziqin, 2021). Selain itu, *intake manifold* dengan desain *port-only* menghasilkan aliran udara tertinggi dibandingkan konfigurasi lengkap (Suhaimi et al., 2013).

Dengan berbagai pengembangan dan modifikasi tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi sudut *intake manifold* terhadap performa sepeda motor Yamaha Aerox New Connected yang telah dimodifikasi. Fokus utama dari penelitian ini

adalah pengaruh sudut *intake* terhadap peningkatan aliran udara (CFM), daya (HP), dan torsi (Nm), sebagai parameter utama performa mesin. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap dunia otomotif, khususnya dalam pengembangan mesin kendaraan bermotor performa tinggi yang efisien dan responsif (Manley et al., 2008; Panday & Bansal, 2014; Taylor, 2008).

## METODE

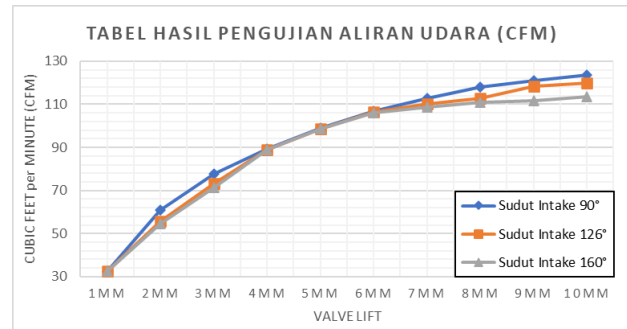
Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan jenis penelitian eksperimen yang bertujuan untuk mengukur secara objektif pengaruh variasi sudut *intake manifold* terhadap performa mesin sepeda motor Yamaha Aerox New Connected. Pendekatan ini dipilih karena fokus penelitian adalah pada pengukuran variabel numerik seperti aliran udara (CFM), daya (HP), dan torsi (Nm), yang diperoleh melalui pengujian laboratorium menggunakan alat flowbench dan dynamometer. Penelitian dilakukan secara bertahap dimulai dari identifikasi masalah, studi literatur, perancangan dan pembuatan *intake manifold* dengan tiga variasi sudut (160°, 126°, dan 90°), pelaksanaan pengujian pada motor berkapasitas 182 cc dengan ECU programmable UMA Racing M9 dan *throttle body* 34 mm, hingga analisis data hasil pengujian. Pengukuran aliran udara dilakukan untuk mengetahui nilai CFM dari setiap variasi *intake*, sementara dynotest digunakan untuk mengetahui perubahan daya dan torsi mesin. Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif dan komparatif untuk melihat variasi performa berdasarkan sudut *intake manifold* yang diuji. Pendekatan dan metode ini memungkinkan peneliti untuk menarik kesimpulan yang terukur dan valid mengenai pengaruh sudut *intake* terhadap efisiensi dan performa mesin.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Pengujian Flowbench

Berdasarkan hasil pengujian flowbench pada tiga variasi sudut *intake manifold* (90°, 126°, dan 160°) di tunjukan pada gambar 4.1 Peningkatan *valve lift* menunjukkan kenaikan CFM pada semua konfigurasi tetapi pada *valve*

*lift* 9 mm ke 10 mm peningkatan mulai stabil, menunjukkan batas efisiensi aliran udara.



**Gambar 1. Hasil Pengujian Aliran Udara**

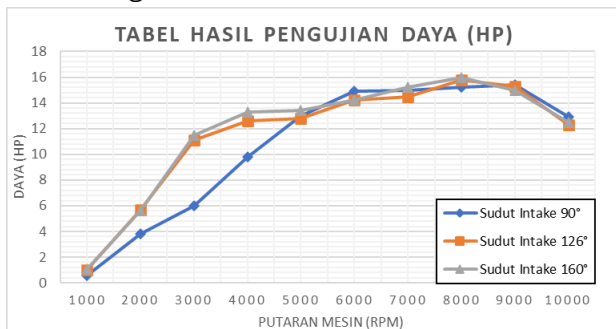
Berdasarkan hasil pengujian flowbench terhadap tiga variasi sudut *intake manifold* (90°, 126°, dan 160°), diperoleh bahwa sudut 90° menghasilkan nilai aliran udara tertinggi dengan rata-rata 94,20 CFM, diikuti oleh sudut 126° sebesar 91,64 CFM, dan sudut 160° sebesar 89,94 CFM. Hasil ini menunjukkan bahwa sudut *intake manifold* berpengaruh signifikan terhadap efisiensi volumetrik mesin. Sudut 90° memungkinkan aliran udara lebih lurus dari *throttle body* ke *valve*, sehingga mengurangi turbulensi dan kehilangan tekanan, serta menghasilkan aliran yang lebih optimal ke ruang bakar.

Desain *intake manifold* dengan sudut 90° cenderung memiliki jalur aliran yang lebih langsung dan minim hambatan, yang berdampak positif terhadap proses pembakaran. Geometri ini mendukung peningkatan efisiensi volumetrik, yang pada akhirnya dapat meningkatkan daya dan torsi mesin. Sementara itu, sudut 126° dan 160° masih mampu mengalirkan udara dengan baik, namun performanya sedikit lebih rendah dibandingkan sudut 90°, terutama dalam aplikasi mesin performa tinggi seperti Yamaha Aerox New Connected yang telah dimodifikasi. Temuan ini menggarisbawahi pentingnya pemilihan desain *intake manifold* yang optimal untuk mendukung peningkatan performa mesin secara menyeluruh.

### Hasil Pengujian Performa

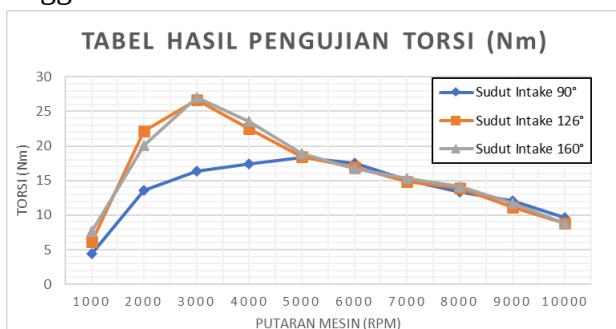
Pada pengujian daya, sudut 90° menghasilkan daya tertinggi pada 8000 RPM dengan rerata 15,2 HP, sementara sudut 126° mencapai puncak daya pada 8000 RPM dengan rerata 15,8 HP, dan

sudut 160° memiliki daya tertinggi pada 8000 RPM dengan rerata 16,3 HP.



**Gambar 2. Hasil Pengujian Daya (HP)**

Gambar 2 menunjukkan bahwa sudut 160° memiliki kecenderungan menghasilkan daya lebih tinggi dibandingkan dua sudut lainnya pada RPM tinggi. Sudut *intake manifold* yang lebih besar seperti 160° dan 126° lebih mengoptimalkan daya pada RPM rendah, sementara sudut 90° lebih efektif dalam mempertahankan daya dan torsi pada putaran tinggi.



**Gambar 3. Hasil Pengujian Torsi (Nm)**

Pengujian torsi pada tiga variasi sudut *intake manifold* menunjukkan bahwa sudut 160° menghasilkan torsi tertinggi pada 3000 RPM dengan rerata 27,02 Nm, diikuti oleh sudut 126° sebesar 26,7 Nm, dan sudut 90° mencapai puncaknya pada 5000 RPM dengan rerata 18,38 Nm. Hal ini menunjukkan bahwa sudut *intake* yang lebih landai (126° dan 160°) lebih optimal pada putaran rendah, sementara sudut 90° lebih efektif pada RPM menengah hingga tinggi. Meskipun sudut 126° dan 160° memiliki nilai CFM yang lebih rendah dibandingkan sudut 90°, daya yang dihasilkan tetap tinggi karena rasio udara dan bahan bakar (AFR) yang lebih seimbang, memungkinkan pembakaran yang lebih efisien.

Geometri *intake manifold* terbukti tidak hanya memengaruhi aliran udara, tetapi juga karakteristik torsi dan daya mesin berdasarkan putaran. Sudut 90° tetap menjadi pilihan unggulan dalam meningkatkan efisiensi volumetrik tanpa harus memperbesar klep atau throttle body, khususnya dalam pengaturan performa tinggi dan regulasi *motorsport*. Namun, untuk mempertahankan performa pada putaran rendah, diperlukan penyesuaian pada basis bahan bakar melalui *mapping* ECU agar campuran tidak terlalu kurus. Dengan demikian, kombinasi geometri *intake* dan pengaturan bahan bakar sangat penting dalam mencapai performa mesin yang optimal di berbagai kondisi kerja

## KESIMPULAN

Variasi sudut *intake manifold* berpengaruh signifikan terhadap performa mesin Yamaha Aerox New Connected. Sudut 90° menghasilkan aliran udara (CFM) tertinggi karena jalur aliran yang lurus dan minim hambatan. Namun, sudut 160° memberikan daya dan torsi maksimum terbaik pada RPM rendah, menunjukkan bahwa geometri *intake* perlu disesuaikan dengan karakteristik penggunaan. Daya mesin tidak hanya dipengaruhi oleh volume udara, tetapi juga oleh keseimbangan AFR yang dikendalikan ECU. *Intake* 90° cocok untuk performa RPM tinggi, sedangkan 126° dan 160° lebih optimal untuk akselerasi di putaran rendah.

## REFERENSI

- Agrawal, M., & Rajapatel, M. M. S. (2020). *Global Perspective on Electric Vehicle 2020. International Journal of Engineering Research And*, V9(01), 2018– 2021. <https://doi.org/10.17577/ijertv9is010005>
- Calvo, A., Garcia, H., & Carbajal, G. (2013). *Design, analysis and simulation of an intake manifold. ASME International Mechanical Engineering Congress and Exposition, Proceedings (IMECE)*, 12, 1–7. <https://doi.org/10.1115/IMECE2013-66514>
- Dendaluce, M. (2015). *System-on-Chip-based highly integrated powertrain control unit for next-generation Electric Vehicles: Harnessing*

- the potential of Hybrid Embedded platforms for Advanced Model- Based Control Algorithms. *World Electric Vehicle Journal*, 7(2), 311–323. <https://doi.org/10.3390/wevj7020311>
- Hall, B., Wheatley, G., & Zaeimi, M. (2021). On the Design of the Manifold for a Race Car. *Periodica Polytechnica Mechanical Engineering*, 65(2), 171–179. <https://doi.org/10.3311/PPme.17325>
- Hartono, D. (2017). Studi Eksperimental Pengaruh Mapping Waktu Pengapian Mapping Durasi Injeksi Dan Rasio Kompresi Terhadap Performansi Dan Emisi Gas Buang Engine Honda Cb150r Berbahan Bakar E50.
- Huertas, J. I., & Navarrete, N. A. (2008). *Engine Simulator for ECMs Diagnosis*. *IFAC Proceedings Volumes*, 41(2), 147– 151. <https://doi.org/10.3182/20080706-5-kr-1001.00025>
- Hung, L. V., Dung, D. Van, Nguyen, A. T., & Giang, L. H. (2019). *Performance Characteristics of Small Diesel DI Engine Using Different Geometry Intake Parts*. *Applied Mechanics and Materials*, 894, 72–81. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/amm.894.72>
- Isal. (2023). Ramai Motor Matic Pakai Intake Downdraft, Ternyata Ini Fungsinya. GridOto.Com. <https://www.gridoto.com/read/223785617/ramai-motor-matic-pakai-intake-downdraft-ternyata-ini-fungsinya>
- Jayashankara, B., & Ganesan, V. (2007). *Effect of intake port bend angle on flow field inside the cylinder of a DI diesel engine*. *Proceedings of the ASME/IEEE Joint Rail Conference and the ASME Internal Combustion Engine Division, Spring Technical Conference 2007*, 417–427. <https://doi.org/10.1115/JRC/ICE2007-40046>
- Karnowo, Al-Janani, D. H., Maulana, S., M., A. D. N. I., & Setiadi, R. (2019). BAHAN BAKAR DAN PELUMAS. In P. Sudarmo (Ed.), *Sustainability (Switzerland)* (Vol. 11, Issue 1). CV Mahata (Magna Raharja Tama). [http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2008.06.005%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/305320484\\_SISTEM\\_PEM\\_BETUNGAN\\_TERPUSAT\\_STRATEGI\\_MELESTARI](http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2008.06.005%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/305320484_SISTEM_PEM_BETUNGAN_TERPUSAT_STRATEGI_MELESTARI)
- Khumaedi, M., Wahyudi, & Burhan, M. (2021). Differences of Fuel and Capacitor Discharge Ignition in Energy Output of Motorcycle. *Arkus*, 6(2), 102–107. <https://doi.org/10.37275/arkus.v6i2.83>
- Latheesh, V. M., Parthasarathy, P., Baskaran, V., & Karthikeyan, S. (2018). Design and CFD analysis of intake port and exhaust port for a 4 valve cylinder head engine. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 310(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/310/1/012122>
- Manley, D. K., McIlroy, A., & Taatjes, C. A. (2008). Research needs for future internal combustion engines. *Physics Today*, 61(11), 47–52. <https://doi.org/10.1063/1.3027991>
- Naryanto, R. F., Mujaki, A., Gini, C. S., Janan, D. H. A., Septianto, A., Nuryanta, M. I., & Darsono, F. B. (2024). *Effect of Intake Manifold Tilt Angle on Engine Performance Using Dyno Test Tools*. 868– 874.
- Panday, A., & Bansal, H. O. (2014). *Green transportation: Need, technology and challenges*. *International Journal of Global Energy Issues*, 37(5–6), 304–318. <https://doi.org/10.1504/ijgei.2014.067663>
- Pertamina. (2023). Oktan, Bilangan Ron, Riset Oksidasi, Stabilitas. 0177, 6–7. <https://onesolution.pertamina.com>
- Prasojo, M. Y. (2021). *Differences of Power and Torsion Output in One Cylinder Motorcycle*. *Arkus*, 7(2), 160–164. <https://doi.org/10.37275/arkus.v7i2.94>
- R, D. V., & Susila, I. W. (2018). Pengaruh Penggunaan Jenis Bahan Bakar Terhadap Kinerja Mesin Dan Emisi Gas Buang Pada Sepeda Motor Honda All New Cbr 150 Cc Tahun 2016. *Jptm*, 7(1), 1–10. [https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/jurna\\_l-pendidikan-teknik-mesin/article/view/24682/22596%0Ahttp://news.detik.com/](https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/jurna_l-pendidikan-teknik-mesin/article/view/24682/22596%0Ahttp://news.detik.com/)

- Rostami, M., & Amiri, P. (2014). *Designing of Automotive Engine Electronic Throttle Controller for EF7 Engine*. *Universal Journal of Electrical and Electronic Engineering*, 2(4), 145–151. <https://doi.org/10.13189/ujeee.2014.020401>
- Samuri, M. F., Said, M. F. M., Shafie, N. A. M., Latiff, Z. A., & Aziz, A. A. (2014). *Intake Port Flow Study On Cylinder Head Using Flowbench M. 92*(February), 374–389.
- Saputro, W. A., & Roziqin, A. (2021). *Modifikasi Panjang Intake Manifold Terhadap Performa Dan Konsumsi Bahan Bakar Mesin Tipe K03*. *Automotive Science and Education Journal*, 9(1), 25–30. <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/asej>
- Sharma, V., Dhauni, S., & Chawla, V. K. (2020). *Design and manufacturing of air intake assembly for formula SAE vehicle*. *Materials Today: Proceedings*, 43, 58–64. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.11.209>
- Shi, Q., & Hu, Y. (2022). *Review on Intelligent Diagnosis Technology of Electronically Controlled Fuel Injection System of ME Diesel Engine*. *Academic Journal of Science and Technology*, 1(2), 69–75. <https://doi.org/10.54097/ajst.v1i2.351>
- Stoica, M., Cretu, C., & Cucu, L. (2020). *Study case regarding the measurement of an intake gallery airflow*. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 997(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/997/1/012135>
- Suhaimi, S., Mamat, R., & Abdullah, N. R. (2013). *Investigation of the effects of inlet system configuration on the airflow characteristics*. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 50(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/50/1/012009>
- Sunaryo, S., & Gunawan, L. Van. (2021). *Pengaruh Sudut Intake Manifold Terhadap Peningkatan Daya, Torsi Dan Kecepatan Akselerasi Pada Sepeda Motor*. *Device*, 11(2), 58–66. <https://doi.org/10.32699/device.v11i2.2243>
- Synák, F., Synák, J., Skrúcaný, T., & Milojević, S. (2019). *Modification of engine control unit data and selected vehicle characteristics*. *Applied Engineering Letters*, 4(4), 120–127. <https://doi.org/10.18485/aeletters.2019.4.4.3>
- Taylor, A. M. K. P. (2008). *Science review of internal combustion engines*. *Energy Policy*, 36(12), 4657–4667. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2008.09.001>
- Uje. (2020). *Apa Sih Intake Downdraft? Lagi Ramai Bisa Tingkatkan Power 1 Dk*. <https://www.gridoto.com/read/222464576/apa-sih-intake-downdraft-lagi-ramai-bisa-tingkatkan-power-1-dk?page=2>
- Xu, C., & Cho, H. (2017). *The Analysis of Influence of Throttle Body on Engine Intake System*. *International Journal of Engineering and Technology*, 9(5), 3481–3486. <https://doi.org/10.21817/ijet/2017/v9i5/170905048>
- Xu, J. (2017). *Flow analysis of engine intake manifold based on computational fluid dynamics*. *Journal of Physics: Conference Series*, 916(1), 0–8. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/916/1/012043>