

Optimasi Mesin Berpenggerak Udara Dengan Pengaturan Posisi Dan Berat Flywheel

*Ahmad Farid¹, Hadi Wibowo², Mustaqim³, Soebyakto⁴

^{1,2,3,4} Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pancasakti Tegal, Kota Tegal Jawa Tengah, INDONESIA

INFORMASI ARTIKEL

NASKAH DITERIMA: 7 Desember 2022

DIREVISI: 7 Januari 2023

DISETUJUI: 7 Februari 2023

*KORESPONDENSI PENULIS :
ahmadfaridmt@gmail.com

Abstract

From the results of research on previous designs regarding air-driven engines, the results of tests carried out by adjusting the weight of the flywheel, opening the air valve and loading on the axle have known results, while setting the distance of the flywheel to the engine has not been carried out. So to know the characteristics of this research needs to be done. The research method used was an experiment by redesigning an air driven engine by setting the flywheel to the engine, namely 12cm, 15cm and 18cm and opening the intake air valve, namely 1/3, 2/3 and 3.3 (full). The fixed flywheel weight is 3.2 kg, the axle loading is 5 kg and the air pressure in the tube is 100 psi. From this test it is expected to know the characteristics of maximum rotation and shaft power. The results of the tests carried out resulted in an increasing engine speed that was directly proportional to the setting of the air faucet opening. Where the lowest rotation is at setting a distance of 12cm and opening the air faucet 1/3, which is 361.2 rpm. While the highest rotation is obtained at 18cm setting and full faucet opening, namely 845.1 rpm where the average increase per setting is 1%. Likewise, from testing the distance of the flywheel to the engine from 12cm, 15cm and 18 cm, the engine shaft power increased in direct proportion also at setting the air valve opening 1/3, 2/3 and 3/3 (full). Where the lowest shaft power is at setting a distance of 12cm and opening the air faucet 1/3 which is 1.49 HP and the highest rotation is obtained at setting 18 cm and opening the full faucet which is 3.48 HP so that the increase in the average setting is 1%.

Keywords: air engine, flywheel, axle power

Abstrak

Dari hasil riset rancangan sebelumnya tentang mesin berpenggerak udara bahwa hasil pengujian yang dilakukan dengan pengaturan berat flywheel, pembukaan katup udara dan pembeban pada poros telah diketahui hasilnya adapun pengaturan jarak flywheel ke mesin belum dilakukan. Sehingga untuk mengetahui karakteristiknya penelitian ini perlu dilakukan. Metode penelitian yang dilakukan adalah eksperimen dengan melakukan rancang ulang mesin berpenggerak udara dengan melakukan pengaturan flywheel ke mesin yaitu 12cm, 15cm dan 18cm dan pembukaan katup udara masuk yaitu 1/3, 2/3 dan 3.3 (penuh). Adapun berat flywheel tetap yaitu 3,2kg, pembeban poros yaitu 5kg dan tekanan udara dalam tabung 100psi. Dari pengujian ini diharapkan diketahui karakteristiknya putaran dan daya poros yang maksimal. Hasil pengujian yang dilakukan menghasilkan putaran mesin yang semakin meningkat berbanding lurus juga pada pengaturan pembukaan kran udara. Dimana putaran terendah adalah pada pengaturan jarak 12cm dan pembukaan kran udara 1/3 yaitu 361,2 rpm. Sedangkan putaran tertinggi diperoleh pada pengaturan 18cm dan bukaan kran penuh yaitu 845,1 rpm dimana peningkatannya rata-rata perpengaturan adalah 1%. Demikian juga dari pengujian jarak flywheel ke mesin dari 12cm, 15cm dan 18 cm menghasilkan daya poros mesin yang semakin meningkat berbanding lurus juga pada pengaturan pembukaan kran udara 1/3, 2/3 dan 3/3 (penuh). Dimana daya poros terendah adalah pada pengaturan jarak 12cm dan pembukaan kran udara 1/3 yaitu 1,49 HP dan putaran tertinggi diperoleh pada pengaturan 18 cm dan bukaan kran penuh yaitu 3,48 HP sehingga peningkatannya rata-rata perpengaturan adalah 1%.

Kata Kunci : mesin udara, flywheel, daya poros

I. PENDAHULUAN

Mesin Udara adalah mesin penggerak yang memanfaatkan energi potensial yang tersimpan dalam udara yang ditekan untuk diubah menjadi tenaga kinetik yang menggerakkan benda. Dalam prosesnya udara yang bertekanan tinggi disimpan dalam sebuah tabung, kemudian udara ini dialirkan ke sebuah mesin piston yang akan bergerak dan pada akhirnya memutar roda. Piston yang bergerak oleh tekanan udara ini mirip dengan prinsip dasar mesin uap piston, hanya disini, fungsi uap digantikan oleh udara bertekanan yang disimpan di dalam tabung. Mesin ini adalah sebuah alternatif untuk sebuah tenaga

penggerak yang bebas polusi dan murah. Dari hasil riset rancangan sebelumnya tentang mesin berpenggerak udara bahwa hasil pengujian yang dilakukan dengan pengaturan berat flywheel, pembukaan katup udara dan pembeban pada poros telah diketahui hasilnya adapun pengaturan jarak flywheel ke mesin belum dilakukan. Sehingga untuk mengetahui karakteristiknya penelitian ini perlu dilakukan.

1. Tinjauan Pustaka

Dari penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh A. Farid, Royan H dan Azib Muzani 2021 dengan judul Analisa Daya Poros Pada Mesin Berpenggerak Udara Modifikasi yang

dipublikasikan pada Journal Mechanical Engineering (NJME), 2021. Dimana pengembangan mesin berpengerak udara modifikasi yaitu mesin sebagai penggerak kompresor 1 HP dari tenaga bahan bakar yang dimodifikasi dengan menghilangkan ruang masuk bahan bakar agar bisa bergerak dengan menggunakan udara bertekanan yang dimasukkan pada intake manifold. Pada pengujian ini menggunakan O₂ dalam tabung sebagai bahan penggerak. Pengaturan O₂ yang dimasukkan pada mesin dengan menggunakan keran yang disetting pada bukaan 30°. Pengaturan setting keran 30° ini diketahui pada penelitian sebelumnya memiliki performansi yang baik dibandingkan dengan pengaturan bukaan 60° dan 90°. Sedangkan untuk mengetahui torsi dan daya poros pada penelitian ini menggunakan pembebanan pada poros yaitu 6 – 10 kg. Hasil yang diperoleh rata-rata putaran poros 327rpm, torsi rata-rata diperoleh 28,2Nm dan daya rata-rata 1,28HP.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Nursekha 2022 dengan judul “Analisa Penambahan Berat Flywheel Terhadap Daya Mesin Berpengerak Udara Bertekanan” dimana dalam penelitiannya memiliki tujuan yakni supaya bisa mendapatkan informasi terkait ukuran berat *flywheel* yang bisa menciptakan daya mesin berpengerak udara bertekanan yang paling tinggi serta bisa mendapatkan informasi terkait nilai putaran poros mesin di tiap ukuran berat *flywheel* mesin berpengerak udara bertekanan. Diharapkan riset ini bisa menyumbang inovasi kepada riset pengembangan mesin berpengerak udara bertekanan supaya lebih sempurna lagi. Metode pengujian dan penelitian yang dijalankan ialah metode eksperimental yakni dengan menjalankan uji terhadap variasi berat *flywheel* dari 2,5 kg, 3,5 kg, 4,5 kg, 5,5 kg dan 6,5 kg, dengan pembebanan poros mesin 5,1 kg. Dengan pengujian dan penelitian ini dapat diketahui putaran poros mesin dan daya dari masing-masing variasi berat *flywheel* dan ditentukan berapa berat *flywheel* yang menghasilkan putaran poros mesin dan daya paling tinggi. Dari hasil pengujian *flywheel* dengan variasi 2,5 kg, 3,5 kg, 4,5 kg, 5,5 kg dan 6,5 kg, semuanya menunjukkan hasil daya yang teratur. Dari sini dapat disimpulkan bahwa berat *flywheel* yang menghasilkan daya paling tinggi adalah pada *flywheel* dengan berat 2,5 kg yang memperoleh daya sebesar 5.454,83 Watt. Dari hasil pengujian dapat diketahui bahwa *flywheel* dengan berat 2,5 kg menghasilkan putaran mesin 1.185 rpm. Menggunakan *flewheel* dengan berat 3,5 kg menghasilkan putaran mesin 1.092,33 rpm. Menggunakan *flewheel* dengan berat 4,5 kg menghasilkan putaran mesin 1.020,67 rpm. Menggunakan *flewheel* dengan berat 5,5 kg menghasilkan putaran mesin 946,67 rpm. Menggunakan *flewheel* dengan berat 6,5 kg menghasilkan putaran mesin 870 rpm. Dari beberapa pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin ringan beban *flywheel* (2,5 kg, 3,5 kg, 4,5 kg, 5,5 kg dan 6,5 kg) pada pembebanan poros mesin sebesar 5,1 kg maka diperoleh putaran poros mesin yang paling besar adalah pada pengujian *flywheel* dengan berat 2,5 kg yang menghasilkan putaran poros mesin 1.185 rpm. Dari hasil pengujian dapat diketahui bahwa pengujian *flywheel* dengan berat 2,5 kg menghasilkan daya 5.454,83 Watt. Menggunakan *flewheel* dengan berat 3,5 kg menghasilkan daya 5.028,26 Watt. Menggunakan *flewheel* dengan berat 4,5 kg menghasilkan daya 4.698,39 Watt.

Menggunakan *flewheel* dengan berat 5,5 kg menghasilkan daya 4.357,75 Watt. Menggunakan *flewheel* dengan berat 6,5 kg menghasilkan daya 3.926,51 Watt. Dari beberapa pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin ringan beban *flywheel* (2,5 kg, 3,5 kg, 4,5 kg, 5,5 kg dan 6,5 kg) pada pembebanan poros mesin sebesar 5,1 kg maka diperoleh daya yang paling besar adalah pada pengujian *flywheel* dengan berat 2,5 kg menghasilkan daya 5.454,83 Watt / 7,31 HP.

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Muhamad Shalahuddin Ghaly dan Yuniarto Agus Winoko prodi Teknik Mesin, Politeknik Negeri Malang. Dalam Jurnal Flywheel, Volume 10, Nomor 2, September 2019. Dengan judul : “Analisis Perubahan Diameter Base Circle Camshaft Terhadap Daya Dan Torsi Pada Sepeda Motor”. Dijelaskan bahwa Sepeda motor yang digunakan berbeda dengan sepeda motor yang digunakan untuk sehari-hari yaitu sepeda motor balap dalam penelitiannya telah dilakukan modifikasi pada beberapa komponen yang bertujuan untuk meningkatkan daya dan torsi. Pada umumnya untuk meningkatkan daya dan torsi selain memodifikasi piston, memodifikasi sistem pengapian, memodifikasi sistem bahan bakar yaitu dengan memodifikasi sistem mekanisme katup. Modifikasi sistem mekanisme katup ini dapat dilakukan dengan cara melakukan perubahan pada diameter *base circle* intake dan exhaust pada *camshaft*. Penelitian ini yaitu melakukan pengamatan pengaruh besar diameter *base circle* terhadap daya dan torsi pada mesin sepeda motor 4 langkah. Objek yang digunakan yaitu menggunakan sepeda motor tipe *matic*. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh besar diameter *base circle* terhadap torsi dan daya pada sepeda motor 4 langkah. Metode pengujian kinerja menggunakan ISO 1585 dikarenakan ISO 1585 merupakan suatu standarisasi untuk pengambilan data daya dan torsi untuk mesin pembakaran dalam. Hasil daya saat menggunakan noken as standar 9.8 HP, torsi 25.25 Kgm hasil daya saat menggunakan noken as modifikasi 1 adalah 11.9 HP, torsi 25 Kgm, adapun modifikasi 2 adalah 10.4HP, torsi 23 Kgm dan modifikasi 3 adalah 10.9 HP, torsi 27.5 Kgm dan modifikasi 4 10.1 HP, torsi 20.5Kgm. Dapat disimpulkan hasil yang paling baik untuk daya adalah dengan menggunakan noken as modifikasi 1 dan untuk torsi menggunakan noken as modifikasi 3

II. METODOLOGI

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen, yaitu melakukan pengujian dengan variable tetap dan variable terikat. Dimana hal ini yaitu variasi pada pengaturan jarak *flywheel* 12cm, 15cm dan 18cm dan pengaturan bukaan kran udara 1/3, 2/3 dan 3/3 terhadap putaran poros, torsi dan daya poros. Data yang diperoleh kemudian dianalisa dengan menggunakan persamaan-persamaan yang selanjutnya dibuat grafik untuk mendapatkan suatu kesimpulan. Berikut adalah gambar alat ujinya:



Gambar 1. Alat Uji Mesin Berpenggerak Udara

Sedangkan alat-alat yang digunakan pada saat pengujian diantaranya adalah:

- a. Tachometer
- b. Pressure gauge
- c. Stop watch
- d. Kompresor
- e. Mesin berpenggerak udara
- f. Bandul

Adapun langkah pengujiannya adalah sebagai berikut:

- a. Siapkan mesin uji, oksigen dalam tabung, alat ukur dan alat tulis.
- b. Siapkan bandul pembeban dengan dimulai dari beban yang paling kecil.
- c. Ikatkan bandul pada tali dan hubungkan pada poros.
- d. Cek tekanan udara dalam tabung, diharapkan tekanan minimal 100psi kemudian udara disalurkan ke mesin uji melalui selang.
- e. Atur jarak flywheel ke mesin dengan pengaturan 12cm, 15cm dan 18 cm
- f. Keran selang udara dibuka dengan pengaturan dari 1/3, 2/3 dan 3/3 untuk mengalirkan udara masuk kedalam mesin uji.
- g. Atur bukaan keran dan lihat tekanan udara.
- h. Catat setiap variasi bukaan keran terhadap perubahan kecepatan poros.
- i. Kecepatan poros diukur dengan menggunakan alat Tachometer.
- j. Lakukan pengujian dengan variasi bukaan keran udara dan pembebanan.

Catat semua variasi bukaan keran dan pembebanan dalam table yang selanjutnya untuk dianalisa perhitungan untuk mendapatkan daya dan torsi mesin

III. HASIL

Hasil Penelitian

1. Hasil pengambilan data

No	Jarak Flywheel ke Mesin (cm)	Pembebanan Poros (kg)	Bukaan Kran	Putaran Poros (Rpm)
1	12	5	1/3	361,2
2			2/3	742,5
3			3/3	835,6
4	15	5	1/3	367,3
5			2/3	763,7
6			3/3	841,3
7	18	5	1/3	380,4
8			2/3	770,7
9			3/3	845,1

2. Perhitungan dan Analisa Data

Dari hasil data pengujian diatas maka untuk mengetahui bukaan mana yang sesuai untuk menghasilkan daya yang maksimal maka dapat diketahui dengan analisa perhitungan sebagai berikut: (sampel perhitungan pada bukaan 1/3; massa beban : 5 (kg) sehingga daya poros yang diperoleh adalah:

- a. Perhitungan daya dari jarak *flywheel* ke mesin 12 cm pada tekanan tabung 100 Psi pada bukaan 1/3

$$P = \frac{2 \cdot \pi \cdot n \cdot t}{60}$$

Diketahui :

$$n = 361,2 \text{ rpm}$$

$$T = 43,12 \text{ Nm}$$

Maka :

$$P = \frac{2 \times 3,14 \times 361,2 \times 43,12}{60}$$

$$P = \frac{66689,08}{60}$$

$$P = 1111,48 \text{ Watt}$$

$$= 1111,48 \times 0,00134 = 1,49 \text{ HP}$$

Jadi Daya poros yang dihasilkan dari pengaturan jarak *flywheel* 12 cm dengan bukaan kran udara 1/3 diperoleh 1,49 HP

- b. Perhitungan daya dari jarak *flywheel* ke mesin 12 cm pada tekanan tabung 100 Psi pada bukaan 2/3

$$P = \frac{2 \cdot \pi \cdot n \cdot t}{60}$$

Diketahui :

$$n = 367,3 \text{ rpm}$$

$$t = 43,12 \text{ Nm}$$

Maka :

$$P = \frac{2 \times 3,14 \times 367,3 \times 43,12}{60}$$

$$P = \frac{67815,33}{60}$$

$$P = 1130,26 \text{ Watt}$$

$$= 1130,26 \times 0,00134 = 1,51 \text{ HP}$$

Jadi Daya poros yang dihasilkan dari pengaturan jarak *flywheel* 12 cm dengan bukaan kran udara 2/3 diperoleh 1,51 HP

- c. Perhitungan daya dari jarak *flywheel* ke mesin 12 cm pada tekanan tabung 100 Psi pada bukaan 3/3 (penuh)

$$P = \frac{2 \cdot \pi \cdot n \cdot t}{60}$$

Diketahui :

$$n = 380,4 \text{ rpm}$$

$$t = 43,12 \text{ Nm}$$

Maka :

$$P = \frac{2 \times 3,14 \times 380,4 \times 43,12}{60}$$

$$P = \frac{70234,01}{60}$$

$$P = 1170,57 \text{ Watt}$$

$$= 1170,57 \times 0,00134 = 1,57 \text{ HP}$$

Jadi Daya poros yang dihasilkan dari pengaturan jarak *flywheel* 12 cm dengan bukaan kran udara 3/3 (penuh) diperoleh 1,51 HP.

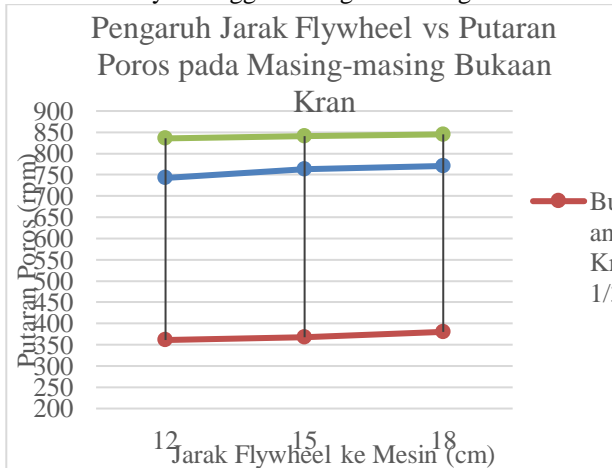
Dari hasil perhitungan daya poros diatas pada pengaturan jarak *flywheel* ke mesin dari 12cm, 15cm dan 18cm pada masing-masing bukaan kran udara diperoleh data pada table berikut :

Tabel 4.7 Rekap Perhitungan Daya Dan Torsi Pada Tekanan Tabung 100 Psi

No	Jarak Flywheel ke Mesin (cm)	Pembebanan Poros (kg)	Bukaan Kran	Putaran Poros (Rpm)	P _{poros} (HP)
1	12	5	1/3	361,2	1,49
2			2/3	742,5	3,06
3			3/3	835,6	3,45
4	15	5	1/3	367,3	1,51
5			2/3	763,7	3,15
6			3/3	841,3	3,47
7	18	5	1/3	380,4	1,57
8			2/3	770,7	3,18
9			3/3	845,1	3,48

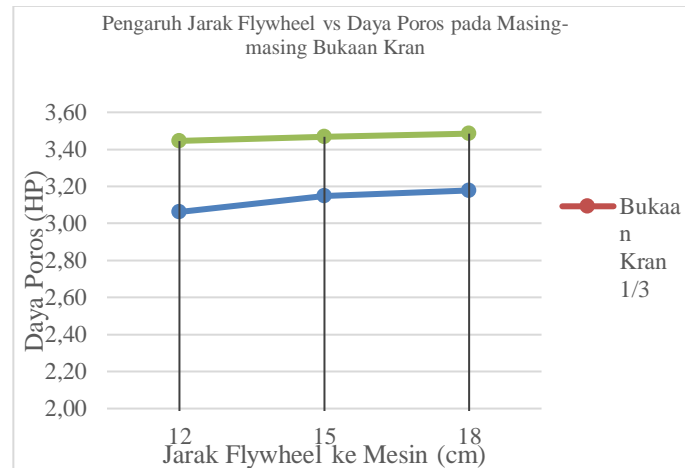
3. Pembahasan

Pada penelitian yang dilakukan bertujuan untuk pengaruh jarak *flywheel* ke mesin terhadap daya poros pada masing-masing bukaan kran udara dari 1/3 , 2/3 dan 3/3 (penuh). Sehingga dari penelitian ini diketahui pada pengaturan penempatan mana yang dapat memberikan putaran dan daya poros yang maksimal. Berikut adalah hasil analisisnya menggunakan grafik sebagai berikut:



Gambar 4.4 Grafik Hasil Pengujian Putaran Mesin Dari jarak *Flywheel*

Dari grafik diatas dapat diketahui bahwa pengujian jarak *flywheel* ke mesin dari 12cm, 15cm dan 18 cm menghasilkan putaran mesin yang semakin meningkat berbanding lurus juga pada pengaturan pembukaan kran udara 1/3. 2/3 dan 3/3 (penuh). Sehingga bila diaplikasikan untuk mendapatkan putaran yang maksimal maka digunakan pengaturan jarak yang maksimal yaitu 18cm dan pembukaan udara penuh (3/3). Artinya bahwa semakin jauh jarak *flywheel* ke mesin akan berdampak semakin tingginya putaran mesin dengan peningkatan 1%.



Gambar 4.5 Grafik Hasil Pengujian Daya Dari Jarak *Flywheel*

Dari grafik diatas dapat diketahui bahwa pengujian jarak *flywheel* ke mesin dari 12cm, 15cm dan 18 cm menghasilkan daya poros mesin yang semakin meningkat berbanding lurus juga pada pengaturan pembukaan kran udara 1/3. 2/3 dan 3/3 (penuh). Sehingga bila diaplikasikan untuk mendapatkan putaran yang maksimal maka digunakan pengaturan jarak yang maksimal yaitu 18cm dan pembukaan udara penuh (3/3). Artinya bahwa semakin jauh jarak *flywheel* ke mesin akan berdampak semakin besarnya daya poros mesin dengan peningkatan 1%

IV. SIMPULAN

Dari hasil pengujian, analisa perhitungan dan grafik pada penelitian tentang analisa pengaturan jarak *flywheel* ke mesin pada mesin berpenggerak udara bertekanan diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Pengujian jarak *flywheel* ke mesin dari 12cm, 15cm dan 18 cm menghasilkan putaran mesin yang semakin meningkat berbanding lurus juga pada pengaturan pembukaan kran udara 1/3. 2/3 dan 3/3 (penuh). Dimana putaran terendah adalah pada pengaturan jarak 12cm dan pembukaan kran

udara 1/3 yaitu 361,2 rpm. Sedangkan putaran tertinggi diperoleh pada pengaturan 18cm dan bukaan kran penuh yaitu 845,1 rpm dimana peningkatannya rata-rata perpengaturan adalah 1%.

2. Demikian juga dari pengujian jarak *flywheel* ke mesin dari 12cm, 15cm dan 18 cm menghasilkan daya poros mesin yang semakin meningkat berbanding lurus juga pada pengaturan pembukaan kran udara 1/3, 2/3 dan 3/3 (penuh). Dimana daya poros terendah adalah pada pengaturan jarak 12cm dan pembukaan kran udara 1/3 yaitu 1,49 HP dan putaran tertinggi diperoleh pada pengaturan 18 cm dan bukaan kran penuh yaitu 3,48 HP sehingga peningkatannya rata-rata perpengaturan adalah 1%.

SARAN

1. Pengaturan suplai udara bertekanan ke dalam mesin berdasarkan hasil penelitian, lebih baik pada bukaan keran penuh atau maksimal.
2. Bila mesin akan diaplikasikan untuk mendapatkan putaran dan daya poros yang maksimal maka digunakan pengaturan jarak yang maksimal yaitu 18cm. Artinya bahwa semakin jauh jarak *flywheel* ke mesin akan berdampak semakin tingginya putaran mesin
3. Perlu dilakukan penelitian untuk menurunkan suara (berisik) mesin sehingga nyaman bila dihidupkan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Analisa Penambahan Berat *Flywheel* Terhadap Daya Mesin Berpenggerak Udara Bertekanan. Nursekha. Skripsi Teknik Mesin UPS Tegal 2022
- [2] Analisa Daya Poros Pada Mesin Berpenggerak Udara Modifikasi. AFarid, Royan H dan Azib Muzani 2021 dengan judul yang dipublikasikan pada *Journal Mechanical Engineering (NJME)*, Agustus 2021.
- [3] Analisis Perubahan Diameter *Base Circle Camshaft* Terhadap Daya Dan Torsi Pada Sepeda Motor. Muhammad Shalahuddin Ghaly dan Yuniarto Agus Winoko prodi Teknik Mesin, Politeknik Negeri Malang. Dalam *Jurnal Flywheel*, Volume 10, Nomor 2, September 2019.
- [4] Analisis Sistem Pneumatik Sebagai Penggerak Kendaraan *Hybrid* Ramah Lingkungan. Rifqi Ijlal Taufiqi, Teknik Mesin UNNES, Juli 2020