



RANCANG BANGUN PRONY BRAKE DYNAMOMETER UNTUK PENGUJIAN ENGINE MOBIL HEMAT ENERGI TIM JOGOPATI

Angga Fahad Musthofa^a, Agung Fauzi Hanafi^a, Prabuditya Bhisma W.W^a, Asmar Finali^a, Rochmad Eko P.U.^b

^aProgram Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur, Politeknik Negeri Banyuwangi, Banyuwangi, Indonesia

^bProgram Studi Teknik Manufaktur Kapal, Politeknik Negeri Banyuwangi, Banyuwangi, Indonesia

E-mail koresponden: prabuditya@poliwangi.ac.id

Abstract

The aim of this research is to determine the force required by the Prony brake tester, understand the manufacturing process and analyze the test results to ensure that this tool can accurately and efficiently measure engine performance. This research includes the development, manufacture and calibration of the Prony brake tester, followed by testing of energy efficient automobile engines. The data obtained is analyzed to evaluate the performance of the dyno and engine performance to ensure that this tool can be used accurately and efficiently during testing. The force required to press the caliper piston onto the disc brake is 136.2 N. The input power at a current of 2.4 A is 264 W. The braking force F_b from the 2.4 current variation with $Ft = 0, 3 \text{ kg}$ is 0.98 N. The force (P) The power of the electric motor is 14.2833 watts for the 2.4 current variant with F scale of 0.3 m and 1473 rpm. To test a torque of 10.3 Nm at a speed of 3600 rpm, a contact force of 136.2 N is required on the brake shoes. The output power at a speed of 1473 rpm is 14.28 W with a measured input power of 264 W. At a speed of 1435 rpm, however, the output power generated is 120.61 W with a measured input power of 572 W.

Keyword : design, prony brake, dynamometer, engine

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui gaya yang dibutuhkan oleh *prony brake dynamometer*, memahami proses pembuatannya, dan menganalisis hasil pengujinya, guna memastikan alat ini dapat mengukur performa mesin dengan akurat dan efisien. Penelitian ini meliputi desain, pembuatan, Prony Brake Dynamometer, diikuti oleh pengujian engine mobil hemat energi. Data yang diperoleh dianalisis untuk mengevaluasi kinerja dynamometer serta performa engine, guna memastikan alat ini dapat digunakan secara akurat dan efisien dalam pengujian. Gaya yang diperlukan pada penekanan piston caliper ke *disc brake* adalah 136,2 N. Daya input dengan arus 2,4 A didapatkan sebesar 264 W. gaya penggeraman F_b dari variasi Arus 2,4 dengan $Ft = 0,3 \text{ kg}$ adalah 0,98 N. Daya (P) output dari motor listrik menggunakan variasi Arus 2,4 dengan F timbangan 0,3 m serta rpm 1473 adalah 14,2833 watt. Dibutuhkan gaya penekanan sebesar 136,2 N pada sepatu rem untuk menguji torsi sebesar 10,3 Nm pada kecepatan putar 3600 rpm. Daya output saat kecepatan putar 1473 rpm sebesar 14,28 W dengan daya input yang terukur adalah 264 W. Sedangkan pada saat kecepatan putar 1435 rpm daya output yang dihasilkan adalah 120,61 W dengan daya input yang terukur adalah 572 W.

Kata kunci : rancang bangun, prony brake, dynamometer, engine

1. PENDAHULUAN

Mobil hemat energi merupakan salah satu inovasi yang terus dikembangkan dalam rangka mengurangi konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang yang berdampak pada lingkungan [1]. Perkembangan teknologi dalam bidang otomotif, terutama yang berfokus pada efisiensi bahan bakar, menuntut adanya alat uji yang mampu mengukur performa *engine* dengan akurasi tinggi. Salah satu parameter penting yang perlu diuji

adalah daya dan torsi yang dihasilkan oleh engine tersebut. Dalam konteks ini, dinamometer menjadi alat yang sangat penting untuk melakukan pengujian performa mesin secara presisi. Dinamometer tipe *prony brake* merupakan salah satu jenis dinamometer yang sering digunakan dalam pengujian *engine*. Prinsip kerja dari *prony brake dynamometer* ini sederhana namun efektif, yakni mengukur torsi yang dihasilkan oleh *engine* melalui hambatan mekanis yang diberikan pada poros keluaran mesin. Dinamometer ini sangat berguna dalam menguji berbagai parameter performa mesin, termasuk daya, torsi, serta efisiensi bahan bakar. Oleh karena itu, perancangan dan pengembangan *prony brake* dinamometer menjadi hal yang krusial dalam mendukung pengujian mobil hemat energi. Dalam konteks mobil hemat energi, pengujian *engine* menggunakan *prony brake* dinamometer tidak hanya bertujuan untuk mengukur performa mesin secara umum, tetapi juga untuk menganalisis efisiensi energi dari berbagai inovasi teknologi yang diterapkan. Mobil hemat energi biasanya dilengkapi dengan teknologi yang dirancang untuk memaksimalkan penggunaan energi, seperti sistem pembakaran yang lebih efisien, aerodinamika yang lebih baik, dan penggunaan material yang lebih ringan. Oleh karena itu, dinamometer ini perlu dirancang sedemikian rupa agar mampu menangkap data performa yang relevan dengan kebutuhan pengujian tersebut.

Selain itu, perancangan *prony brake* dinamometer untuk pengujian mobil hemat energi juga harus mempertimbangkan aspek akurasi, kehandalan, dan kemudahan penggunaan. Dinamometer yang dirancang harus mampu memberikan hasil pengujian yang konsisten dan dapat diandalkan dalam berbagai kondisi uji. Hal ini penting agar data yang diperoleh dapat digunakan sebagai acuan dalam pengembangan lebih lanjut dari teknologi mobil hemat energi. Oleh karena itu, diperlukan penelitian yang mendalam dalam merancang dan membangun *prony brake* dinamometer yang sesuai dengan kebutuhan pengujian. Dalam penelitian ini, akan dilakukan rancang bangun *prony brake* dinamometer yang ditujukan khusus untuk pengujian *engine* mobil hemat energi. Proses perancangan akan melibatkan berbagai pertimbangan teknis, seperti pemilihan material, desain mekanis, serta sistem pengukuran yang digunakan. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi yang signifikan dalam pengujian performa mobil hemat energi, serta menjadi referensi dalam pengembangan alat uji serupa di masa depan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Dynamometer adalah alat ukur yang digunakan untuk menguji performa mesin dengan mengukur parameter seperti daya, torsi, dan kecepatan rotasi [2]. Alat ini sangat penting dalam bidang otomotif, terutama untuk menganalisis efisiensi dan kinerja mesin. Terdapat berbagai jenis *dynamometer* yang telah dikembangkan, termasuk *prony brake*, *hydraulic dynamometer*, dan *eddy current dynamometer*, masing-masing dengan prinsip kerja dan aplikasi yang berbeda. *Prony Brake*, misalnya, bekerja dengan memberikan hambatan mekanis pada poros mesin untuk mengukur torsi, sedangkan *hydraulic* dan *eddy current dynamometer* menggunakan fluida atau medan elektromagnetik untuk menghasilkan beban uji. Penelitian-penelitian sebelumnya telah banyak membahas penggunaan *dynamometer* dalam berbagai aplikasi, mulai dari pengujian mesin pembakaran internal hingga motor listrik, serta dalam pengembangan teknologi baru yang berfokus pada peningkatan efisiensi energi dan pengurangan emisi. Pemilihan jenis *dynamometer* yang tepat sangat bergantung pada spesifikasi mesin yang diuji serta tujuan dari pengujian itu sendiri.

Prony brake dynamometer adalah salah satu jenis *dynamometer* tertua dan paling sederhana yang digunakan untuk mengukur torsi dan daya mesin. Prinsip kerjanya didasarkan pada penambahan beban mekanis terhadap poros mesin yang sedang berputar, di mana gaya gesekan yang dihasilkan oleh kampas rem yang terbuat dari bahan asbestos dan non asbestos diukur untuk menentukan torsi yang dihasilkan oleh mesin [3]. Alat ini terdiri dari sabuk atau tali yang dililitkan di sekitar roda yang berputar pada poros mesin, dan dengan menambahkan atau mengurangi ketegangan pada sabuk, beban yang diterapkan pada mesin dapat diatur. Meskipun *prony brake* sederhana dalam konstruksi dan operasi, alat ini tetap relevan, terutama dalam aplikasi yang membutuhkan pengujian sederhana dan biaya rendah. Beberapa studi menunjukkan bahwa meskipun dinamometer ini mungkin kurang canggih dibandingkan jenis lainnya, seperti *eddy current* atau *hydraulic dynamometer*, namun *prony brake* dapat memberikan data yang cukup akurat untuk pengujian dasar performa mesin. Dinamometer ini masih banyak digunakan dalam penelitian dan pendidikan, terutama untuk memahami dasar-dasar dinamika mesin dan konsep torsi serta daya.

Torsi adalah besaran vektor yang menggambarkan kecenderungan suatu gaya untuk memutar suatu benda terhadap titik poros atau sumbu rotasi. Atau dalam Bahasa lain torsi adalah hasil kali dari gaya dengan lengan gaya [4]. Dalam konteks mekanik dan otomotif, torsi sangat penting karena merupakan salah satu indikator utama dari performa mesin. Torsi dihasilkan ketika gaya diterapkan pada suatu jarak tertentu dari titik pusat rotasi, dengan besaran torsi dihitung sebagai hasil kali antara gaya dan lengan momen (jarak dari sumbu rotasi). Penelitian mengenai torsi telah banyak dilakukan untuk memahami bagaimana berbagai faktor, seperti desain mesin, bahan bakar, dan kondisi operasional, mempengaruhi kemampuan mesin untuk

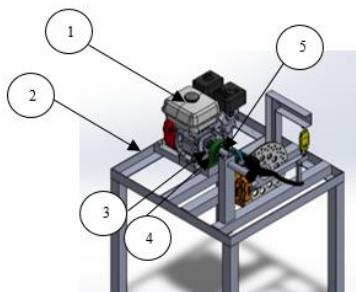
menghasilkan torsi. Selain itu, torsi sering dikaitkan dengan akselerasi dan kemampuan kendaraan untuk menahan beban, menjadikannya parameter penting dalam desain dan pengujian mesin. Dalam pengujian mesin menggunakan dynamometer, torsi adalah salah satu parameter kunci yang diukur untuk menilai efisiensi dan kinerja keseluruhan dari mesin tersebut.

Daya adalah besaran yang menggambarkan laju transfer energi atau laju kerja yang dilakukan oleh sebuah sistem mekanis, sering dihitung sebagai hasil kali antara torsi dan kecepatan sudut. Dalam konteks mesin, daya mekanis memberikan informasi penting mengenai kemampuan mesin untuk melakukan kerja dalam satuan waktu tertentu, di mana torsi mencerminkan kekuatan rotasi yang dihasilkan oleh mesin, sedangkan kecepatan sudut mencerminkan seberapa cepat poros mesin berputar. Hubungan ini penting dalam berbagai aplikasi teknik, karena daya mekanis menjadi salah satu parameter utama yang menentukan efisiensi mesin dan kinerja keseluruhan. Penelitian terdahulu telah banyak mengkaji pengaruh berbagai variabel seperti jenis bahan bakar, desain mesin, dan kondisi operasi terhadap daya mekanis yang dihasilkan oleh mesin. Pemahaman yang mendalam tentang daya mekanis sangat penting dalam desain, optimasi, dan pengujian mesin, karena daya yang optimal tidak hanya meningkatkan kinerja mesin, tetapi juga memastikan efisiensi energi yang lebih baik. Dalam pengujian menggunakan dynamometer, pengukuran daya mekanis menjadi salah satu cara utama untuk menilai dan membandingkan kinerja mesin di bawah berbagai kondisi operasional.

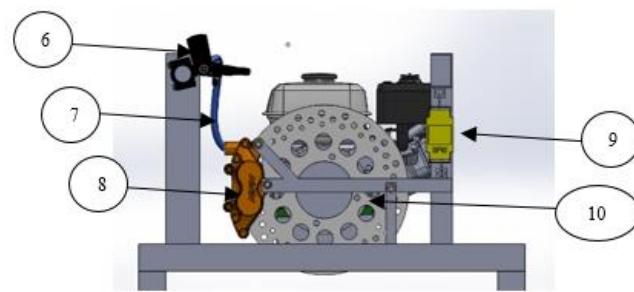
Daya listrik adalah besaran yang menunjukkan laju energi listrik yang digunakan atau dihasilkan oleh suatu perangkat listrik dalam satuan waktu tertentu, dan secara matematis dihitung sebagai hasil kali antara tegangan listrik (*volt*) dan arus listrik (*ampere*) [4]. Daya listrik merupakan parameter penting dalam analisis dan desain sistem listrik, karena mencerminkan efisiensi dan kinerja perangkat listrik, mulai dari komponen sederhana seperti resistor hingga sistem yang lebih kompleks seperti motor listrik dan generator. Penelitian tentang daya listrik banyak berfokus pada bagaimana faktor-faktor seperti resistansi, kualitas bahan, dan kondisi operasional mempengaruhi efisiensi daya dalam sistem. Dalam aplikasi praktis, pemahaman tentang daya listrik sangat penting untuk memastikan bahwa perangkat beroperasi dengan efisiensi tinggi, mengurangi kehilangan energi, dan menjaga stabilitas sistem listrik. Pengukuran dan analisis daya listrik juga menjadi dasar dalam pengembangan teknologi hemat energi dan pengelolaan konsumsi listrik yang lebih efisien, yang semakin penting dalam era kebutuhan energi yang terus meningkat dan upaya global untuk mengurangi jejak karbon.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Desain alat *prony brake dynamometer* meliputi *disc brake*, *caliper*, master rem, selang rem dan timbangan tarik sebagai alat ukur gaya lengan yang terjadi saat proses pengereman dilakukan. Desain *prony brake dynamometer* dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2.



Gambar 1. Desain alat



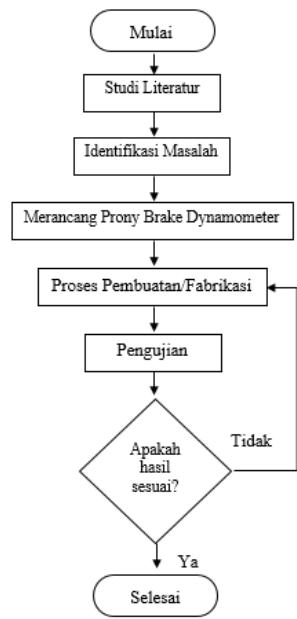
Gambar 2. Desain prony brake dynamometer

Keterangan :

- 1. Engine
- 2. Rangka
- 3. Kopling
- 4. Bearing duduk
- 5. Poros

6. Master rem

- 7. Selang rem
- 8. Caliper
- 9. Timbangan duduk
- 10. Disk brake



Gambar 3. Diagram Alir

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut ini adalah perhitungan gaya teoritis (F) piston caliper yang diperlukan *prony brake dynamometer* berdasarkan spesifikasi dari engine GX 160 sebagai penggerak pada mobil hemat energi.

Tabel 1. Spesifikasi Engine GX 160

Tipe Mesin	Air cooled, 4-stroke, OHV , 25° inclined, single cylinder, horizontal shaft
Isi Silinder	163 cm ³
Diameter x langkah	68.0 x 45.0 mm
Rasio Kompresi	9.0 :1
Tenaga Output Kotor (SAE J1995)	4kW (5.5HP)/3600rpm
Tenaga Output Bersih (SAE J1349)*	3.6kW (4.8 HP)/3600rpm
Torsi Maksimum (SAE J1349)*	10.3 N.m (1.05 kgf.m, 7.6 lbf.ft)/2500 min-1 rpm
Kapasitas Tangki Bahan Bakar	3.1 / 3.6 Liters Gasoline Oktan 86 or higher
Sistem Pengapian	Transistorized Magneto ignition
Tipe Busi	BPR6ES, (NGK) W20EPR-U (DENSO)
Sistem Penyalakan	Recoil starter
Pembersih Udara	Semi dry type
Kapasitas Oli	0.58 Liters SAE 10W-30 (API SE or Later)
Dimensi	312 x 362 x 346 mm
Berat Kering	15 kg

Berdasarkan data spesifikasi *engine* tersebut di atas maka gaya (F) piston caliper yang diperlukan *prony brake dynamometer* dapat ditentukan dengan perhitungan sebagai berikut :

$$T = 2\mu Fr$$

Keterangan :

T = Torsi (Nm)

μ = Koefesien

Dalam perencanaan pembuatan alat ini terlebih dahulu dilakukan pengamatan dan studi literatur. Diagram alir pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 3. Proses pembuatan alat dapat dilakukan setelah proses perencanaan selesai. Adapun proses pembuatan yang dilakukan yaitu pembuatan rangka untuk dudukan elemen elemen *prony brake dynamometer*. Proses *assembly* dapat dilakukan setelah pembuatan rangka selesai. Adapun proses proses perakitan bagian mesin adalah sebagai berikut :

- a. Memasang *engine* pada rangka sesuai dengan gambar
- b. Memasang *disc brake* pada poros
- c. Memasang *caliper* pada *disc brake*
- d. Memasang selang rem pada *caliper* dan master rem
- e. Memasang master rem pada rangka seperti dengan gambar
- f. Memasang timbangan tarik pada *frame caliper*

Pengujian alat adalah proses yang untuk mengetahui apakah alat yang dibuat sesuai dengan konsep,mekanisme serta perencanaan yang sudah dilakukan.

F = Gaya (N)
 r = Jari-jari rotor

Karena torsi (T) sudah diketahui dan yang perlu diperhitungkan adalah Gaya (F) piston *caliper* maka dapat menggunakan persamaan berikut ini :

Diketahui :

$$T = 10,3 \text{ N.m} \text{ (Torsi Engine GX 160) [5]}$$

$$\mu = 0,4 \text{ [6]}$$

$$D = 18,9 \text{ cm (ukuran disk brake belakang Supra X125)}$$

$$r = 9,45 \text{ cm} = 0,0945 \text{ m (jari-jari disk brake)}$$

Untuk mencari nilai gaya (F) dapat digunakan persamaan sebagai berikut :

$$T = F \cdot 2\mu r$$

$$F = T / 2\mu r$$

$$F = 10,3 \text{ Nm} / 2 \cdot 0,4 \cdot 0,0945 \text{ m}$$

$$F = 136,2 \text{ N}$$

Dari perhitungan didapatkan nilai gaya yang diperlukan pada penekanan piston caliper ke *disc brake* adalah 136,2 N. Berikutnya adalah pengujian alat prony brake dynamometer, pengukuran arus Listrik. Pengujian alat *prony brake dynamometer* ini menggunakan Motor Listrik dengan spesifikasi sebagai berikut :

Tabel 2. Spesifikasi motor penggerak

Jenis Motor	AC Motor
Tegangan Kerja	220 V
Arus Maksimum	4,24 A
Daya	½ HP
RPM	1400

Pengujian *prony brake dynamometer* dilakukan dengan mengukur arus listrik (I) (Gambar 4) dari sumber penggerak yang berupa motor listrik. Arus Listrik hasil pengukuran tersebut akan digunakan untuk perhitungan daya (P). Setelah pengereman dilakukan maka selanjunya mencari arus (I) yang memerlukan bantuan tang ampere. Saat motor bergerak tanpa pengereman arus listrik yang terukur sebesar 2,4 A dengan tegangan 220 V sehingga daya masukan motor saat tanpa beban adalah 264 W. Selisih antara daya tanpa beban dengan daya saat motor menerima beban diasumsikan sebagai daya listrik yang ditransmisikan pada *prony brake dynamometer*. Kecepatan putar poros juga perlu diukur menggunakan tachometer seperti pada Gambar 5.



Gambar 4. Pengukuran arus Listrik



Gambar 5. Pengukuran kecepatan putar poros

Setelah diketahui nilai Arus (I) dari pengukuran maka untuk mencari Daya (P) input dapat dilakukan menggunakan persamaan berikut ini.

Diketahui

$$I = 2,4 \text{ A (salah satu variasi Arus dari proses pengujian)}$$

$$V = 220 \text{ (Voltase Listrik)}$$

Maka :

$$P = I \cdot V$$

$$P_{\text{input}} = 2,4 \text{ A} \cdot 220 \text{ V}$$

$$= 528 \text{ Watt}$$

Putaran tanpa beban :

Diketahui :

$$I = 1,2 \text{ A}$$

$$V = 220$$

Maka :

$$P_{\text{input}} = 1,2 \text{ A} \cdot 220 \text{ W}$$

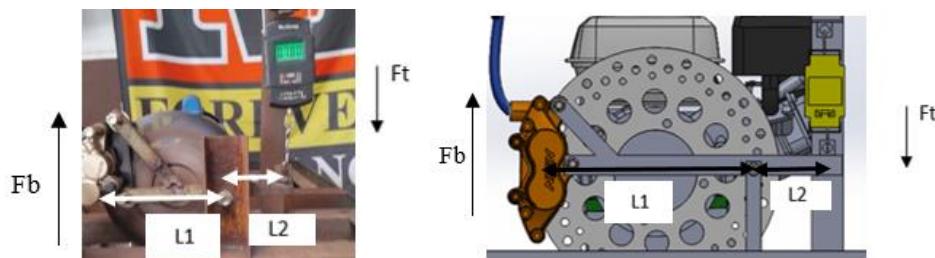
$$= 264 \text{ Watt}$$

Karena sebelum proses penggereman dilakukan Arus (I) sudah 1,2 A sehingga disetiap hasil dari perhitungan daya (P) input dikurangi Daya (P) tanpa beban. Jadi daya (P) input dari motor listrik menggunakan variasi Arus 2,4 dengan voltase 220 adalah 264 watt, Hasil total perhitungan daya (P) input motor listrik dari proses pengujian dengan variasi 6 Arus (I) dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Perhitungan arus dan daya (P) input

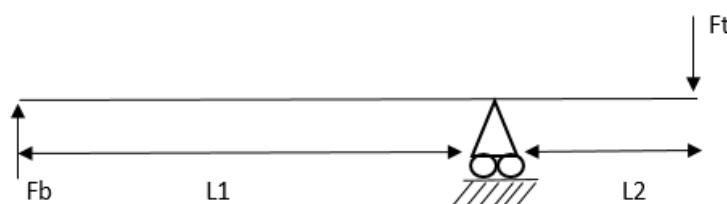
Pengujian ke	I	V	n	P input (Watt)	P input (watt) setelah dikurangi putaran tanpa beban
1 – 4	2,4	220	1473	528	264
5 – 8	2,6	220	1467	572	308
9 – 11	2,7	220	1461	594	330
12 – 14	3,0	220	1458	660	396
15 – 20	3,4	220	1445	748	484
21 – 24	3,8	220	1435	836	572

Pengumpulan data berikutnya adalah tentang perhitungan gaya penggereman (Ft) timbangan dan kecepatan putaran poros. Untuk mendapatkan nilai torsi maka dynamometer akan melakukan proses penggereman. Saat penggereman terjadi maka akan terjadi torsi pada poros yang ditransmisikan [7]. Pengukuran torsi dilakukan dengan mengukur gaya yang terjadi pada lengan timbangan seperti pada Gambar 7. Dengan panjang L1 dan L2 masing-masing adalah 170 mm dan 56 mm maka dapat diketahui nilai gaya pada rem dengan menggunakan kesetimbangan momen pada titik diantara L1 dan L2.



Gambar 6. Proses pengukuran gaya penggereman

Hasil kali dari gaya pada rem dengan jarak sepatu rem dari pusat poros sebesar 0,0945 m akan menghasilkan torsi yang terjadi pada poros transmisi. Torsi yang diperoleh selanjutnya dikalikan dengan kecepatan putar poros akan menghasilkan daya mekanik poros. Untuk Gambar diagram benda bebasnya dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Diagram benda bebas

Keterangan :

Fb = Gaya rem

L1 = jarak pusat moment ke rem

L2 = jarak pusat moment ke timbangan

Ft = Gaya Timbangan

Diketahui :

Ft = 0,3 kg (gaya timbangan dari salah satu variasi Arus 2,4)

Ft = 2,94 N

L1 = 169,25 mm

L2 = 56,375 mm

Fb = ?

Maka :

$$\sum M=0$$

$$Fb \cdot L1 - Ft \cdot L2 = 0$$

$$Fb \cdot L1 = Ft \cdot L2$$

$$Fb = \frac{Ft \cdot L2}{L1}$$

$$Fb = \frac{2,94 \text{ N} \cdot 56,375 \text{ mm}}{169,25 \text{ mm}}$$

$$Fb = 0,98 \text{ N}$$

Dari hasil perhitungan didapatkan nilai Fb dari variasi Arus 2,4 dengan Ft 0,3 kg adalah 0,98 N. Setelah didapatkan nilai gaya pengereman dari perhitungan, maka Langkah berikutnya adalah proses perhitungan nilai torsi dengan persamaan berikut ini.

$$T = F \cdot r$$

Diketahui :

$$Fb = 0,98 \text{ N}$$

$$r = 0,0945 \text{ m} (\text{Jarak pusat poros ke rem})$$

Maka :

$$T = 0,98 \text{ N} \cdot 0,0945 \text{ m}$$

$$T = 0,09 \text{ Nm}$$

Dari perhitungan diketahui bahwa nilai Torsi (T) dari prony brake dynamometer dengan motor listrik sebagai uji cobanya menggunakan salah satu variasi Arus 2,4 adalah 0,09 Nm. Hasil total perhitungan gaya (F) timbangan, Gaya Rem (Fb) dan Torsi dari proses pengujian dengan variasi 6 Arus (I) dapat dilihat pada Tabel 4. Langkah berikutnya adalah perhitungan kecepatan sudut (ω) menggunakan data putaran motor yang telah didapatkan sebelumnya dengan menggunakan persamaan berikut ini.

$$\omega = \frac{2\pi n}{60}$$

Diketahui :

$$\pi = 3,14$$

$$n = 1473 \text{ (rpm dari variasi Arus 2,4)}$$

Maka :

$$\omega = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 1473}{60} = 154,2 \text{ Rad/s}$$

Dari perhitungan tersebut didapatkan bahwa nilai kecepatan sudut (ω) dari motor listrik dengan menggunakan Arus 2,4 menggunakan rpm 1473 adalah 154,2 Rad/s. Hasil total perhitungan putaran sudut (ω) poros motor listrik dari proses pengujian dengan variasi 6 Arus (I) dapat dilihat pada Tabel 4. Langkah berikutnya adalah perhitungan daya output. Setelah Torsi (T) dan ω diketahui maka perhitungan daya (P) output dapat dilakukan dengan persamaan berikut ini :

$$P = T \cdot \omega$$

Diketahui :

$$T = 0,09261 \text{ N.m}$$

$$\omega = 154,2 \text{ Rad/s.}$$

$$P = ?$$

Maka :

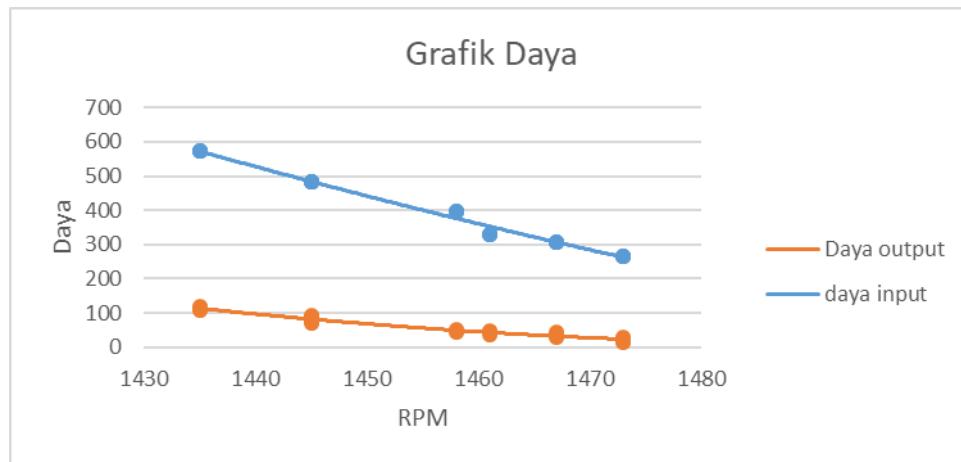
$$P = 0,09261 \text{ N.m} \cdot 154,2 \text{ Rad/s.} = 14,2853 \text{ Watt}$$

Menurut hasil perhitungan tersebut didapatkan bahwa daya (P) output dari motor listrik menggunakan variasi Arus 2,4 dengan F timbangan 0,3 m serta rpm 1473 adalah 14,2833 watt. Hasil total perhitungan daya (P) output motor listrik dari proses pengujian dengan variasi 6 Arus (I) dapat dilihat pada Tabel 4 berikut ini

Tabel 4. perhitungan gaya (F) timbangan, gaya rem, putaran sudut dan torsi dan daya output

Pengujian Ke:	I (A)	F timbangan (kg)	Fb (Newton)	T (Nm)	ω (rad/s)	P output (Watt)
1	2,4	0,3	0,98	0,09	154,25	14,28
2	2,4	0,4	1,30	0,12	154,25	19,04
3	2,4	0,5	1,63	0,15	154,25	23,80
4	2,4	0,6	1,96	0,18	154,25	28,57
5	2,6	0,6	1,96	0,18	153,62	28,45
6	2,6	0,7	2,28	0,21	153,62	33,19
7	2,6	0,8	2,61	0,24	153,62	37,93
8	2,6	0,9	2,94	0,27	153,62	42,68
9	2,7	0,8	2,61	0,24	152,99	37,78
10	2,7	0,9	2,94	0,27	152,99	42,50
11	2,7	1,0	3,26	0,30	152,99	47,22
12	3,0	0,9	2,94	0,27	152,68	42,41
13	3,0	1,0	3,26	0,30	152,68	47,13
14	3,0	1,1	3,59	0,33	152,68	51,84
15	3,4	1,5	4,9	0,46	151,32	70,06
16	3,4	1,6	5,22	0,49	151,32	74,74
17	3,4	1,7	5,55	0,52	151,32	79,41
18	3,4	1,8	5,88	0,55	151,32	84,08
19	3,4	1,9	6,20	0,58	151,32	88,75
20	3,4	2,0	6,53	0,61	151,32	93,42
21	3,8	2,3	7,51	0,71	150,27	106,69
22	3,8	2,4	7,84	0,74	150,27	111,33
23	3,8	2,5	8,16	0,77	150,27	115,97
24	3,8	2,6	8,49	0,80	150,27	120,61

Langkah terakhir dalam penelitian ini adalah melakukan perbandingan daya output motor listrik terhadap daya input. Setelah daya (P) input dan daya (P) Output motor listrik didapatkan maka dapat dibandingkan apakah hasilnya sama. Perbandingan daya (P) input dan daya (P) Output motor listrik dengan variasi 6 Arus dapat dilihat pada Gambar 8 grafik daya berikut ini :



Gambar 8. perbandingan daya input dengan daya output

Berdasarkan Gambar 8 tersebut, hasil dari daya input dan output ternyata cukup berbeda, hal tersebut kemungkinan disebabkan oleh kesalahan waktu fabrikasi dibagian dudukan disc brake, engsel lengan,dudukan timbangan tarik dan kopling.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil data penelitian pada bab pembahasan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Dibutuhkan gaya penekanan sebesar 136,2 N pada sepatu rem untuk menguji torsi sebesar 10,3 Nm pada kecepatan putar 3600 rpm.
2. Daya output saat kecepatan putar 1473 rpm adalah sebesar 14,28 W dengan daya input yang terukur adalah 264 W. Sedangkan pada saat kecepatan putar 1435 rpm daya output yang dihasilkan adalah 120,61 W dengan daya input yang terukur adalah 572 W.

Untuk meningkatkan hasil penelitian ini ke depan, dapat dilakukan beberapa saran berikut ini :

1. Kualitas komponen yang diproduksi untuk pengujian perlu ditingkatkan sehingga mengurangi kesalahan dalam pengukuran.
2. Mekanisme engsel lengan timbangan perlu ditambahkan bushing untuk mengurangi gesekan saat dilakukan pengujian.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. I. Fakhri and T. sukarnoto, "Analisis Chasis Mobil Hemat Energi untuk Kontes KMHE Tipe Prototype Team HMM USAKTI," *Jurnal Penelitian dan Karya Ilmiah Lembaga Penelitian Universitas TRISAKTI*, pp. 330-336, 2023.
- [2] D. Belinda, Siswoyo and B. Setiadi, "Rancang Bangun Dynamometer Model Prony Brake untuk Alat Uji Motor Listrik," in *Prosiding The 13th Industrial Research Workshop and National Seminar*, Bandung, 2022.
- [3] F. Yudhanto, S. A. Dhewanto and S. W. Yakti, "Karakterisasi Bahan Kampas Rem Sepeda Motor Dari Komposit Serbuk Kayu Jati," *Jurnal Quantum Teknika*, pp. 19-27, 2019.
- [4] Giancoli, Fisika Edisi Kelima, jakarta: Erlangga, 2001.
- [5] "Honda Power Product Indonesia," 18 Juli 2024. [Online]. Available: <https://www.hondapowerproducts.co.id/id/produk/mesin-serbaguna/engine-gx160t2-sd>.
- [6] A. A. Saputra and M. R. Munandar, "Analisis Dinamik Rem Cakram (Disk Brake) atau Rem Piringan pada Sepeda Motor Supra X 125," *Teknobiz : Jurnal Ilmiah Program Studi Magister Teknik Mesin*, pp. 83-90, 2022.
- [7] Sularso and K. Suga, Dasar Perancanaan dan Pemilihan Elemen Mesin, Jakarta: PT. Pradnya Paramita, 2004.