



**PENGUJIAN *PROTOTYPE* DINAMOMETER MODEL
GESEK UNTUK MENGUKUR DAYA MOTOR
LISTRIK**

Skripsi

**diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana
Pendidikan Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif**

Oleh

Muhammad Yusi Dwi Setiawan

NIM. 5202413062

**PENDIDIKAN TEKNIK OTOMOTIF
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
2019**



UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

**PENGUJIAN *PROTOTYPE* DINAMOMETER MODEL
GESEK UNTUK MENGUKUR DAYA MOTOR
LISTRIK**

PERSETUJUAN PEMBIMBING

NAMA : Muhammad Yusi Dwi Setiawan

NIM : 5202413062

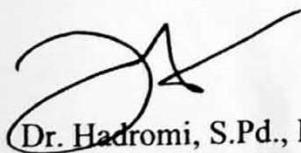
Program Studi : Pendidikan Teknik Otomotif

Judul : Prototipe Dinamometer Model Gesek Untuk Mengukur Daya
Motor Listrik

Skripsi ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diajukan ke sidang panitia ujian
Skripsi Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas
Negeri Semarang.

Semarang, 2018

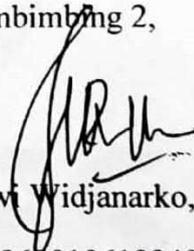
Pembimbing 1,



Dr. Hadromi, S.Pd., M.T.

NIP. 196908071994031004

Pembimbing 2,



Dr. Dwi Widjanarko, S.Pd., S.T., M.T

NIP. 196901061994031003

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul Pengujian *Prototype* Dinamometer Model Gesek Untuk Mengukur Daya Motor Listrik telah dipertahankan di depan sidang Panitia Ujian Skripsi Fakultas Teknik UNNES pada tanggal 24 Januari 2019.

Oleh

Nama : Muhammad Yusi Dwi Setiawan

NIM : 5202413062

Program Studi : Pendidikan Teknik Otomotif S1

Panitia:

Ketua

Sekretaris



Rusiyanto, S.Pd., M.T.

NIP. 197403211999031002



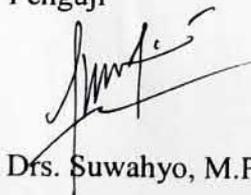
Dr. Rahmat Doni Widodo, ST., M.T.

NIP. 197509272006041002

Penguji

Penguji2/ Pembimbing 1

Penguji3/ Pembimbing 2



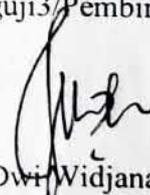
Drs. Suwahyo, M.Pd.

NIP.195905111984031002



Dr. Hadromi, S.Pd., M.T.

NIP.196908071994031004



Dr. Dwi Widjanarko, S.Pd., ST., M.T

NIP. 196901061994031003

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang



Dr. Nur Qudus, M.T.

NIP. 6911301994031001

PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini, adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik Sarjana, baik di Universitas Negeri Semarang (UNNES) maupun di perguruan tinggi lain.
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan Pembimbing dan masukan Tim Penguji.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi ini.

Semarang, Januari 2019

Yang membuat pernyataan,



Muhammad Yusi Dwi Setiawan

NIM.5202413062

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

- Maka sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan. Sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan. ~*QS Al Insyirah 5 – 6*
- *Learn from the past, live for today, and plan for tomorrow*
- *Do or Do not. There is no try.*

PERSEMBAHAN

Untuk Bapak, Ibu, Kakak dan seluruh keluarga tercinta serta teman-teman yang telah membantu selesainya skripsi ini.

RINGKASAN

Muhammad Yusi Dwi Setiawan. 2019. Pengujian *Prototype* Dinamometer Model Gesek Untuk Mengukur Daya Motor Listrik. Hadromi, S.Pd., M.T., dan Dr. Dwi Widjanarko, S.Pd., ST., MT. Pendidikan Teknik Otomotif

Tujuan dari penelitian ini adalah merancang dinamometer yang dapat digunakan untuk mengukur daya mekanik motor listrik. Dinamometer yang dibuat berjenis absorpsi dengan torsi ukur maksimal ± 13 Nm. Sistem penyaluran daya dinamometer menggunakan sistem pengereman cakram yang telah dimodifikasi. Pengereman ini dimodifikasi tuasnya sehingga pengereman dapat dilakukan dengan lebih stabil dan terkendali. Alat ukur yang digunakan pada dinamometer model gesek adalah *load cell* sebagai pengukur gaya dan *tachometer* sebagai pengukur putaran poros.

Berdasarkan hasil pengujian kinerja dinamometer model gesek yang dirancang dapat berfungsi dengan baik dan dapat digunakan untuk mengukur torsi dan daya motor listrik yang diujikan. Hal ini dapat dilihat dari hasil pengukuran daya motor listrik MY1016 yang telah dilakukan dengan hasil rata-rata daya terukur sebesar 186,75 Watt dengan daya ukur tertinggi 225,90 Watt pada putaran 1750.

Kata kunci: dinamometer, motor listrik, torsi, daya

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini yang berjudul “Pengujian Prototype Dinamometer Model Gesek Untuk Mengukur Daya Motor Listrik”.

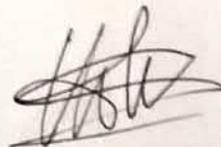
Pada kesempatan ini tak lupa penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada semua pihak yang telah membantu, baik dalam pelaksanaan observasi, praktik, maupun penyusunan proposal ini, diantaranya:

1. Bapak Dr. Nur Qudus, M.T., Dekan Fakultas Teknik UNNES.
2. Bapak Rusiyanto, S.Pd.,M.T., Ketua Jurusan Teknik Mesin UNNES.
3. Bapak Dr. Dwi Widjanarko, S.Pd., S.T., M.T., Ketua Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif.
4. Bapak Dr. Hadromi, S.Pd., M.T., selaku Dosen Pembimbing Skripsi 1 yang dengan sabar membantu, memberikan waktu, dan bimbingan dalam penyusunan skripsi ini.
5. Bapak Dwi Widjanarko, S.Pd., S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Skripsi 2 yang dengan sabar membantu, memberikan waktu, dan bimbingan dalam penyusunan skripsi ini.
6. Bapak Dosen Penguji Drs. Suwahyo, M.Pd. yang berkenan membantu, memberikan waktu, dan menjadi penguji dalam penyusunan skripsi ini.
7. Bapak dan Ibu tersayang yang selalu memberi dukungan do’a dan segalanya untuk dapat menyelesaikan studi dengan baik.

8. Teman-teman seangkatan Khamal, Indah, Anang, Pipit, Dodi, Tabah, Arya, Ratna, Nanda, Aripin, Fitroh, tim KKN Kentengsari dan teman-teman PTO lainnya yang tak bisa saya sebutkan satu persatu yang telah memberikan dukungan saat penyusunan proposal ini.
9. Keluarga besar UKM Pencak Silat sub-unit PSHT Unnes atas kebersamaan dan semangat yang telah diberikan.
10. Seluruh pihak yang telah membantu dalam penulisan skripsi ini yang tidak bisa dituliskan satu-persatu.

Semoga bantuan yang telah diberikan mendapatkan imbalan dari Allah SWT. Oleh karena itu, kritik dan saran membangun penulis terima dengan senang hati. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat, baik bagi penulis maupun pembaca.

Semarang, Januari 2019



Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
PERNYATAAN KEASILAN	vi
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	vii
RINGKASAN	viii
PRAKATA	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Identifikasi Masalah	3
1.3. Pembatasan Masalah	4
1.4. Rumusan Masalah	4
1.5. Tujuan Penelitian	4
1.6. Manfaat Penelitian	4
BAB II. KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	6
2.1. Landasan Teori	6
2.1.1. Dinamometer	6

2.1.2. Jenis Dinamometer	7
2.1.3. Prinsip Operasi Dinamometer	12
2.1.4. Gaya, Torsi, dan Daya	13
2.1.5. Pengukuran Daya Dinamometer	15
2.1.6. Rem Cakram	17
2.1.7. Motor Listrik	19
2.1.8. Jenis Motor DC	21
2.2. Kajian Penelitian	23
2.3. Pertanyaan Penelitian.....	26
BAB III. METODE PENELITIAN	27
3.1. Waktu dan Tempat Pelaksanaan	27
3.2. Alat dan Bahan Penelitian	27
3.2.1. Alat	27
3.2.2. Bahan	27
3.3. Desain Penelitian	28
3.4. Parameter Penelitian	35
3.5. Teknik Pengumpulan Data	35
3.6. Teknik Analisi Data	36
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	38
4.1. Hasil Penelitian	38
4.1.1. Dinamometer Hasil Rancangan	38
4.1.2. Hasil Data.....	41
4.2. Analisis Data	43

4.3. Pembahasan	46
4.3.1. Hasil Pengukuran Dinamometer	46
4.3.2. Dinamometer Model Gesek	48
4.4. Keterbatasan Penelitian	51
BAB V. PENUTUP	52
5.1. Kesimpulan	52
5.2. Implikasi	52
5.3. Saran	53
DAFTAR PUSTAKA	54
LAMPIRAN	57

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Parameter Pada Pad Bundar Kaliper Rem Cakram	20
Tabel 3.1. Lembar Pengambilan Data Gaya pada Dinamometer.....	36
Tabel 4.1. Hasil Pengukuran Gaya pada Dinamometer	42
Tabel 4.2. Hasil Perhitungan Torsi dan Daya Motor Listrik	43
Tabel 4.3. Perbandingan Pengukuran Dinamometer.....	46

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Grafik Penelitian Mengenai Motor Listrik di ISJD.....	2
Gambar 2.1. Dinamometer.....	6
Gambar 2.2. Komponen Dinamometer.....	7
Gambar 2.3. <i>Chasis Dynamometer</i>	8
Gambar 2.4. <i>Engine Dynamometer</i>	9
Gambar 2.5. Skema <i>Belt Transmission Dynamometer</i>	9
Gambar 2.6. Skema <i>Rope Brake Dynamometer</i>	11
Gambar 2.7. Skema <i>Prony Brake Dynamometer</i>	11
Gambar 2.8. Skema Prinsip Kerja Dinamometer.....	13
Gambar 2.9. Skema Pengukuran Torsi.....	14
Gambar 2.10. Skema dari Dinamometer Pangku.....	16
Gambar 2.11. Rem Cakram.....	17
Gambar 2.12. Geometri Pad Bundar Pada Sebuah Kaliper Rem Cakram.....	18
Gambar 2.13. Konstruksi Motor Listrik Arus Searah.....	20
Gambar 2.14. Penampang Motor DC Magnet Permanen.....	22
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian.....	28
Gambar 3.2. Skema Pengukuran Daya Dinamometer Model Gesek.....	30
Gambar 3.3. Poros dan Cakram Dinamometer.....	31
Gambar 3.4. Stator Dinamometer model Gesek.....	32
Gambar 3.5. Rangka Dinamometer dan <i>Load Cell</i>	32
Gambar 4.1. Dinamometer Model Gesek.....	38

Gambar 4.2. Sistem Pengereman Cakram	39
Gambar 4.3. Kopling Penghubung Motor Listrik	40
Gambar 4.4. Pengaturan tinggi Motor Listrik	41
Gambar 4.5. Grafik antara Torsi dan Daya terhadap Putaran Mesin	44
Gambar 4.6. Grafik Perbandingan Hasil Daya tiap Pengujian	45

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Perhitungan Torsi dan Daya menggunakan Excel	59
Lampiran 2. Contoh Perhitungan Gaya	60
Lampiran 3. Contoh Perhitungan Torsi	61
Lampiran 4. Contoh Perhitungan Daya	62
Lampiran 5. Perhitungan Torsi Maksimal Dinamometer	63
Lampiran 6. Hasil Perhitungan Torsi Rem Cakram	64
Lampiran 7. Perhitungan Interpolasi Tabel.....	65
Lampiran 8. Presensi Seminar Proposal Skripsi	66
Lampiran 9. Berita Acara Seminar Proposal Skripsi	67
Lampiran 10. Surat Pernyataan Selesai Revisi Proposal	68
Lampiran 11. Surat Tugas Dosen Pembimbing	69
Lampiran 12. Dokumentasi Penelitian	70
Lampiran 13. Gambar Sketsa Dinamometer Model Gesek	71
Lampiran 14. Karakteristik Meteral Gesek untuk Berbagai Rem dan Kopling..	76

BAB I

PENDAHULUAN

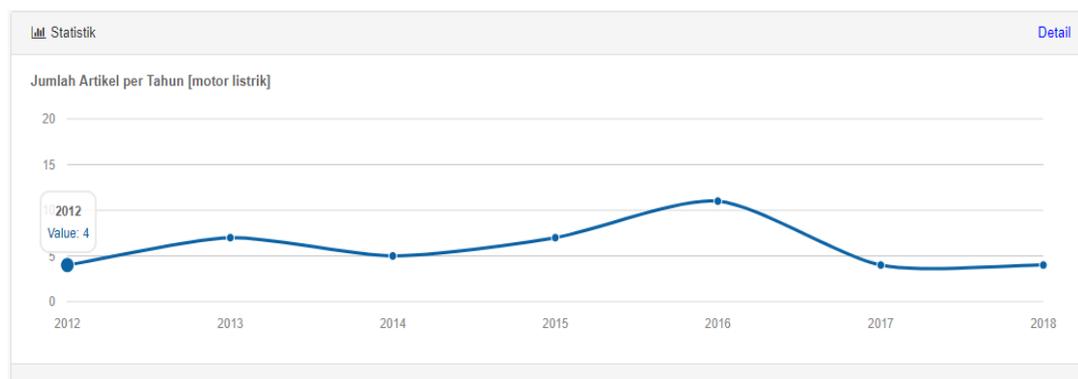
1.1. Latar Belakang

Dunia otomotif berkembang setiap tahunnya. Dari kendaraan berpenggerak motor bakar hingga motor listrik, begitu pula kendaraan *hybrid*, yaitu kendaraan yang menggunakan motor bakar dan motor listrik sekaligus. Kendaraan dengan motor listrik semakin dikembangkan seiring dengan meningkatnya polusi yang diakibatkan oleh kendaraan bermotor bakar setiap tahunnya. Pesatnya perkembangan teknologi tersebut juga perlu diimbangi dengan diadakannya penelitian mengenai teknologi tersebut, terutama kendaraan bermotor listrik, di kalangan perguruan tinggi. Komponen utama dari kendaraan bermotor listrik adalah motor listrik itu sendiri, baik motor AC, yaitu motor listrik yang menggunakan arus bolak-balik ataupun DC yaitu motor listrik yang menggunakan arus searah. Untuk menyempurnakan efisiensi mesin motor listrik tersebut, perlu banyak dilakukan inovasi guna menyempurnakan kemampuan motor listrik tersebut. Upaya penyempurnaan tersebut perlu ada sebuah alat pengukur yang berfungsi untuk mengetahui seberapa besar perubahan kinerja yang terjadi pada motor listrik tersebut.

Salah satu alat pengukur kinerja motor listrik tersebut yaitu dinamometer. Dinamometer adalah sebuah alat untuk mengukur gaya, torsi, atau daya suatu mesin, motor, atau penggerak lain, baik itu elektrik atau mekanik. Pengukuran menggunakan dinamometer dilakukan untuk menentukan seberapa besar daya yang dihasilkan oleh suatu mesin/penggerak. Selain digunakan untuk pengukuran

torsi dan tenaga mesin bakar yang sederhana, dinamometer berperan penting sebagai bagian dari pengujian untuk pengembangan *prototype* mesin bertenaga listrik ataupun lainnya. Sebagai contoh pengembangan motor listrik dengan berbagai jenis variasi komponen untuk mengetahui seberapa besar torsi atau tenaga yang dihasilkan. Dinamometer dapat mengukur gaya, torsi, atau tenaga yang dihasilkan dari berbagai variasi komponen tersebut.

Untuk mendapatkan performa motor listrik yang diharapkan, perlu dilakukan banyak perubahan-perubahan pada pengaturan motor listrik. Dalam melakukan perubahan-perubahan tersebut, diperlukan pengukuran-pengukuran pada tiap perubahan yang dilakukan. Untuk mengukur perubahan kinerja tersebut, dinamometer berperan penting untuk membaca seberapa besarkah perubahan yang terjadi pada motor listrik secara akurat.



Gambar 1.1. Grafik Penelitian Mengenai Motor Listrik di ISJD

(<http://isjd.pdii.lipi.go.id/>, 2019)

Penelitian tentang motor listrik sudah banyak dilakukan di Indonesia, tak terkecuali di Universitas Negeri Semarang. Penelitian kinerja motor listrik dapat menggunakan dynamometer sebagai pengukur dayanya, tetapi alat untuk mengukur daya untuk motor listrik berdaya kecil jarang tersedia. Kebanyakan

dinamometer yang terdapat di pasaran memiliki kapasitas daya mesin besar dan harganya sangat mahal, sedangkan penelitian ini menggunakan motor listrik yang berdaya kecil. Pada perancangan ini, dinamometer yang dikembangkan diharapkan dapat digunakan sebagai alat pengukur daya motor listrik. Dinamometer yang akan dirancang yaitu dinamometer absorpsi, yaitu jenis dinamometer yang menyerap daya yang dihasilkan untuk melakukan pengukuran daya melalui gesekan. Perancangan dinamometer ini juga dapat digunakan sebagai media pembelajaran untuk memahami prinsip pengukuran torsi dan daya pada mesin yang berputar.

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk melakukan perancangan dan pembuatan dinamometer model gesek untuk menguji dan mengukur besar daya yang dihasilkan oleh motor listrik.

1.2. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, terdapat beberapa masalah yang teridentifikasi, yaitu :

- a. Mahalnya harga sebuah dinamometer, sedangkan kebutuhan menggunakan dinamometer hanya untuk penggerak berdaya rendah
- b. Belum banyak dinamometer untuk mengukur daya motor listrik.
- c. Kurang tersedianya alat pengukur daya mekanis untuk motor listrik.
- d. Kesulitan mengukur daya motor listrik di sekitar Jurusan Teknik Mesin.

1.3. Pembatasan Masalah

Pembatasan masalah pada penelitian ini difokuskan pada perancangan dan pengujian dinamometer untuk mengukur daya motor listrik. Motor listrik yang diukur yaitu berupa motor DC berdaya 250 Watt, dengan tegangan 24 Volt dan arus sebesar 4 Ampere.

1.4. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, identifikasi dan batasan masalah yang didapat, maka dirumuskan masalah yang akan dibahas pada skripsi ini adalah:

- a. Bagaimana merancang dinamometer jenis gesek untuk mengukur daya motor listrik?
- b. Seberapa efektif dinamometer jenis gesek yang dikembangkan untuk mengukur daya motor listrik?

1.5. Tujuan

Setelah dibahas pada bagian perumusan masalah sebelumnya, maka dapat dirumuskan tujuan penelitian sebagai berikut:

- a. Merancang dan membuat dinamometer model gesek untuk mengukur daya motor listrik
- b. Melakukan pengujian keefektifan dinamometer model gesek hasil yang dikembangkan untuk mengukur daya motor listrik.

1.6. Manfaat

Berdasarkan atas permasalahan yang telah dikemukakan, maka penelitian ini diharapkan memiliki beberapa manfaat yaitu:

1) Bagi Mahasiswa

Mahasiswa dapat menggunakan hasil penelitian ini sebagai media pembelajaran pengukuran daya dan sebagai alat pengukur daya motor listrik.

2) Bagi Perguruan Tinggi

Hasil penelitian ini dapat membantu dalam meningkatkan kualitas dan mutu pendidikan serta prestasi Universitas Negeri Semarang dan dapat digunakan sebagai alat pengukur daya motor listrik pada mata kuliah kelistrikan.

3) Bagi Peneliti

Penelitian ini sebagai tambahan wawasan mengenai pengukuran torsi dan daya mekanis. Juga sebagai pengalaman dalam merancang sebuah alat pengukur daya dinamometer model gesek.

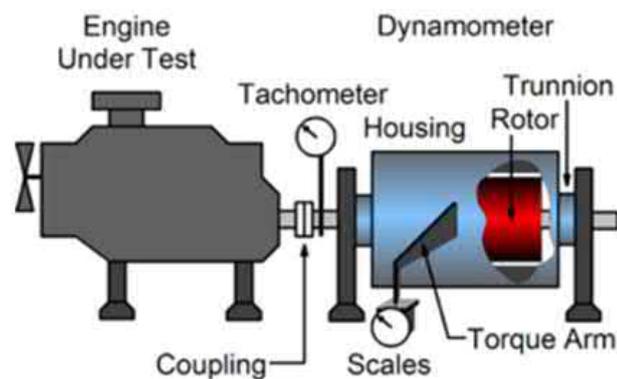
BAB II

KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1. Landasan Teori

2.1.1. Dinamometer

Dinamometer adalah sebuah rem tetapi terdapat tambahan sebuah alat pengukur tahanan geseknya. Dengan mengetahui tahanan geseknya, torsi dapat ditentukan maka daya dapat diketahui (Khurmi, 2005:762).

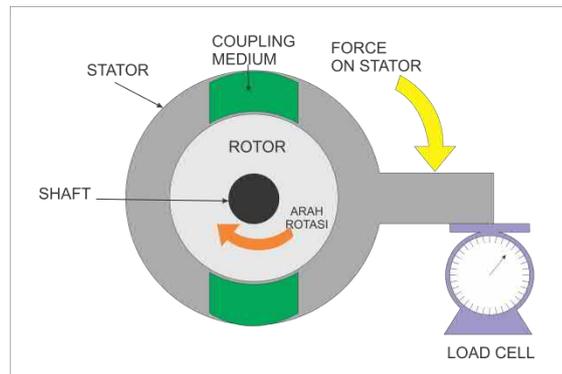


Gambar 2.1. Dinamometer

(en.wikipedia.com/Dinamometer, 2018)

Dinamometer dapat digunakan untuk mengukur gaya, torsi atau tenaga dari sebuah mesin. Konsepnya adalah untuk menggunakan dinamometer untuk mengukur dan membandingkan pemindahan tenaga pada poin yang berbeda dari suatu mesin, sehingga mesin atau komponen pemindah tenaga dapat dimodifikasi untuk menghasilkan pemindahan tenaga yang lebih baik.

Dinamometer memiliki beberapa komponen utama dalam pengukuran daya yaitu stator, rotor, dan *load cell*.



Gambar 2.2. Komponen Dinamometer

(Gitano-Briggs, 2008)

1. Stator, komponen yang berfungsi untuk mengalirkan gaya yang terjadi akibat putaran rotor menuju *load cell*. Dapat berupa rem atau kopling.
2. Rotor, komponen yang terikat pada poros dinamometer sehingga putaran rotor akan sama dengan jumlah putaran penggerak. Biasanya terhubung dengan penggerak melalui kopling.
3. *Load cell*, alat pengukur massa yang berfungsi untuk membaca massa akibat pengereman stator

2.1.2. Jenis Dinamometer

Dinamometer dibagi menjadi dinamometer absorpsi dan dinamometer transmisi. Dinamometer transmisi merupakan dinamometer yang membaca daya yang dihasilkan oleh mesin secara tidak langsung, tetapi dibaca oleh alat pengukur tambahan, serta tenaga yang dihasilkan ditransmisikan ke peralatan ukur lainnya. Sedangkan dinamometer absorpsi mengubah energi mekanik dari mesin sebagai torsi yang diukur melalui gaya tahanan geseknya secara langsung (Khurmi, 2005).

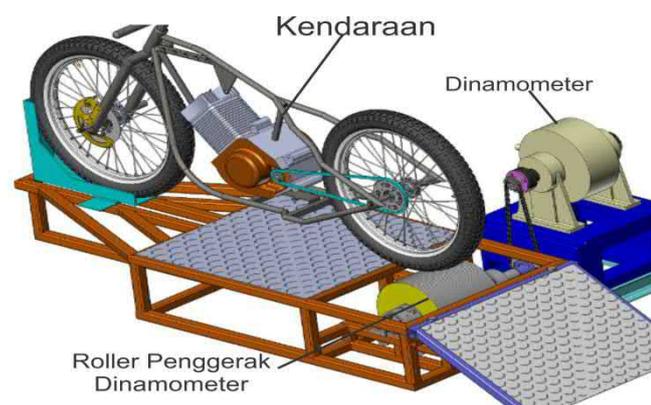
Dinamometer dapat digolongkan dengan cara lain, yaitu *engine dynamometer* dan *chasis dynamometer*. Dinamometer yang dihubungkan secara

langsung kepada mesin disebut *engine dynamometer*, dimana poros *flywheel* mesin secara langsung menempel dengan dinamometer.

Sedangkan dinamometer yang dapat mengukur tenaga putar dan power secara langsung dari unit pemindah tenaga dari kendaraan secara langsung roda penggerak (tanpa memindahkan mesin dari chasis kendaraan) disebut *chassis dynamometer* (Irawan, 2007).

2.1.2.1. Chassis Dynamometer dan Engine Dynamometer

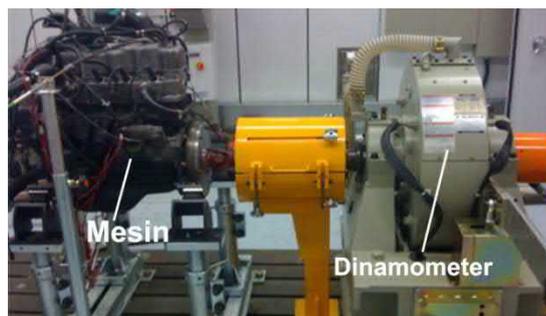
Dinamometer chasis mengukur tenaga melalui roller penggerak yang digerakkan oleh roda kendaraan. Kendaraan biasanya ditempatkan diatas roller penggerak, dimana mobil dijalankan dan tenaga dapat diukur. Karena gesekan dan kehilangan tenaga secara mekanis dari berbagai komponen pemindah tenaga, pengukuran melalui roda belakang pada umumnya 15-20 persen lebih kecil daripada pengukuran tenaga melalui poros engkol atau roda gila dengan *engine dynamometer* (Irawan, 2007).



Gambar 2.3. *Chassis Dynamometer*

(Gitano-Briggs, 2008)

Engine dynamometer atau dynamometer mesin mengukur power dan torsi langsung dari poros engkol atau roda gila, saat mesin dipindahkan dari kendaraan. Dynamometer jenis ini tidak memperhitungkan kehilangan tenaga pada komponen pemindah tenaga seperti, gearbox, transmisi, atau differensial dan sebagainya.

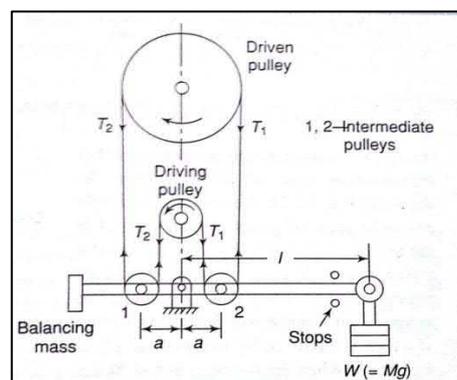


Gambar 2.4. *Engine Dynamometer*

(www.dynamometer-world.com, 2019)

2.1.2.2. Dinamometer Transmisi

Pada dynamometer transmisi, tenaga yang dihasilkan tidak terbuang di gesekan tetapi digunakan untuk melakukan kerja. Tenaga atau Daya yang dihasilkan mesin dikirim ke alat/mesin lain digunakan untuk melakukan pengukuran (Khurmi, 2005: 763).



Gambar 2.5. Skema *Belt Transmission Dynamometer*

(Rattan, 2009:551)

Gambar diatas menunjukkan sebuah *Tatham Dynamometer*. Pengukuran pada dinamometer jenis ini terjadi ketika sebuah sabuk mengalirkan tenaga dari satu puli ke puli lainnya, dan terdapat perbedaan pada tegangan/*tension* antara sabuk yang menegang dan mengendur. Dinamometer ini mengukur langsung perbedaan pada tegangan (T_1-T_2) saat sabuk bekerja (Rattan, 2009:551).

Dinamometer transmisi memiliki beberapa keuntungan dan kerugian sebagai berikut (Prasetyo, 2012:11):

- a) Dapat mengukur daya input dari suatu alat
- b) Pengukuran bisa dilaksanakan dimana saja tanpa mengganggu sistem
- c) Pada pengukuran, pembebanan dilakukan oleh sistem tersendiri

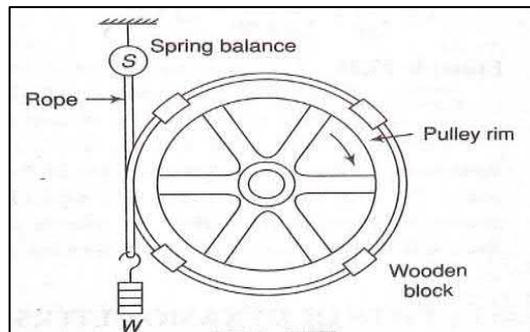
Kerugian-kerugian :

- a) Memiliki konstruksi yang lebih rumit dibandingkan dynamometer absorbsi.
- b) Poros harus cukup flexible sehingga puntiran karena beban dapat teramati
- c) Diperlukan beban tersendiri kadang-kadang tidak mudah pelaksanaannya.

2.1.2.3. Dinamometer Absorbsi

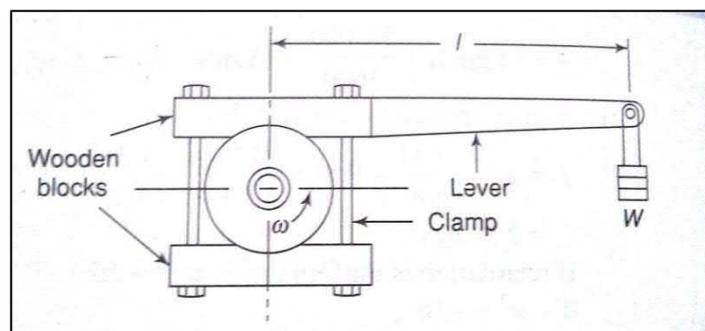
Pada dinamometer absorbsi, seluruh energi atau daya yang dihasilkan oleh mesin diserap (*absorb*) oleh tahanan gesek rem dan diubah menjadi panas, selama proses pengukuran. Dinamometer Absorbsi hanya dapat mengukur mesin dengan tenaga relatif kecil (Khurmi, 2005:763).

Contoh dinamometer absorbsi adalah *Prony Brake Dynamometer* dan *Rope Brake Dynamometer*.

1) *Rope Brake Dynamometer*Gambar 2.6. Skema *Rope Brake Dynamometer*

(Rattan, 2009:550)

Pada sebuah *rope Brake* dinamometer, sebuah tali dililitkan dan dijepitkan disekeliling puli. Diameter tali bergantung pada tenaga mesin. Ujung atas pada tali dikaitkan dengan sebuah *spring balance* sedangkan ujung bawahnya menopang beban yang ditentukan. Jika daya yang dihasilkan mesin besar, semakin besar pula panas yang diakibatkan oleh gesekan antara tali dan roda, maka sebuah sistem pendingin sangat dibutuhkan (Rattan, 2009:530).

2) *Prony Brake Dynamometer*Gambar 2.7. Skema *Prony Brake Dynamometer*

(Rattan, 2009:550)

Jenis absorpsi yang paling sederhana adalah dinamometer rem *Prony* (*Prony Brake*), yaitu sebuah peralatan mekanik yang tergantung pada gesekan kering untuk mengubah energi mekanik menjadi panas. Dinamometer ini menggunakan mekanisme rem dalam pengoperasiannya. Ada beberapa bentuk dinamometer rem *Prony* yang tersedia, ada yang menggunakan tali dan katrol serta timbangan untuk mengukur gaya yang terjadi, sedangkan yang lainnya menggunakan mekanisme rem tromol untuk menyerap daya poros serta timbangan untuk mengukur daya yang ditimbulkan.

Secara umum dinamometer absorpsi memiliki beberapa kelebihan dan kekurangan yang sama yaitu:

- 1). Kontruksi sederhana, murah dan mudah dibuat
- 2). Baik untuk putaran rendah

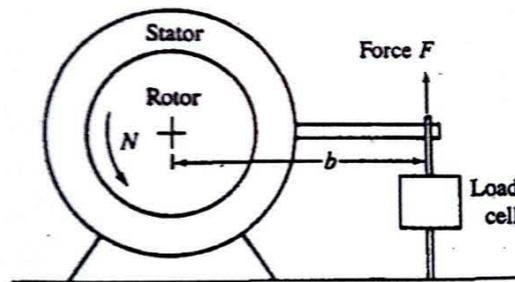
Kerugian-kerugian :

- 1). Torsi yang konstan pada tiap tekanan, sehingga mengikuti syarat-syarat beban. Bila mesin kehilangan kecepatannya, rem akan menahan sampai mati
- 2). Sukar menunjukkan beban yang konstan
- 3). Untuk pengukuran daya dari mesin-mesin tanpa governor akan menemui kesulitan
- 4). Pada kecepatan tinggi pembacaan tidak stabil

2.1.3. Prinsip Operasi Dinamometer

Rotor di pasang secara elektromagnetik, hidrolik, atau dengan gesekan mekanis ke sebuah stator, yangmana stator ditopang pada *bearing* bergaya gesek

rendah. Stator pada keadaan seimbang dengan rotor yang berputar stasioner. Torsi yang bekerja pada stator dari putaran rotor yang mengangkat lengan diukur dengan cara menyeimbangkan lengan stator dengan beban, pegas, atau secara pneumatik (Heywood,1988: 45-46).



Gambar 2.8. Skema Prinsip Kerja Dinamometer
(Heywood, 1988)

Dinamometer harus dapat menyerap tenaga yang dikeluarkan oleh mesin. Kekuatan absorpsi dinamometer didapat dari penyerapan tenaga yang dihasilkan oleh penggerak utama (motor). Tenaga yang diserap oleh dinamometer lalu diubah menjadi panas, yang mana akan terurai di udara, atau dikirimkan ke air pendingin lalu ke udara. Dinamometer dapat dilengkapi dengan berbagai sistem kontrol (Irawan, 2007).

2.1.4. Gaya, Torsi dan Daya

Gaya atau kakas (*force*) dinyatakan secara matematik sebagai vektor yang mempunyai titik terapan. Secara fisik, gaya ialah tarikan atau tolakan yang mempunyai arah. Menurut hukum kedua Newton tentang gerakan, yang dibuat untuk partikel yang mempunyai massa konstan, gaya berbanding lurus

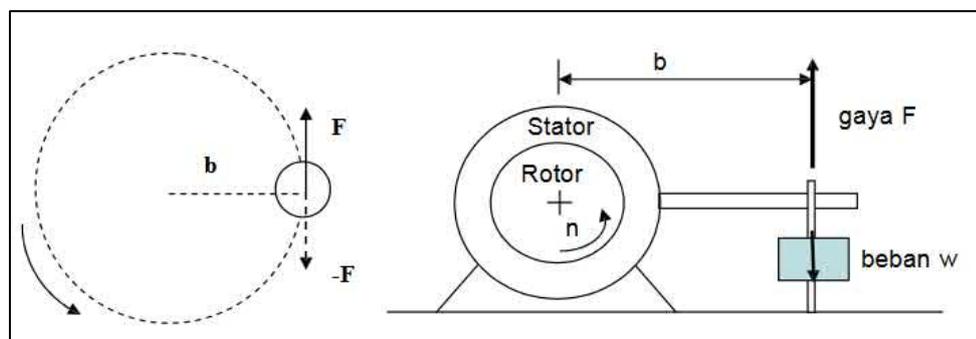
dengan hasil perkalian massa dan percepatan (Holman 1984:373). Dengan persamaan sebagai berikut:

$$F = \frac{1}{g_c} ma \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana suku $1/g_c$ ialah konstanta proporsionalitas (tetapan kesebandingan). Bila gaya dinyatakan dalam lbf, massa dalam lbm, dan percepatan dalam ft/s^2 , g_c mempunyai nilai $32,1739 \text{ lbm}\cdot\text{ft}/\text{lbf}\cdot\text{s}^2$ dan secara numerik sama dengan percepatan gravitasi pada permukaan laut. Bobot suatu benda ialah gaya yang bekerja pada benda itu oleh percepatan gravitasi pada permukaan laut (Holman, 1984), sehingga:

$$F = W = \frac{mg}{g_c} \dots\dots\dots(2.2)$$

Momen puntir atau torsi (*torque*) adalah ukuran kemampuan mesin untuk melakukan kerja, jadi torsi adalah suatu energi. Besaran torsi adalah besaran turunan yang biasa digunakan untuk menghitung energi yang dihasilkan dari benda yang berputar pada porosnya.



Gambar 2.9. Skema Pengukuran Torsi

(Raharjo, 2013)

Apabila suatu benda berputar dan mempunyai besar gaya sentrifugal sebesar F , benda berputar pada porosnya dengan jari-jari sebesar b dengan data tersebut torsi adalah (Heywood, 1988: 46) :

$$T = F \times b \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana :

T = momen gaya (Nm)

b = panjang lengan gaya (m)

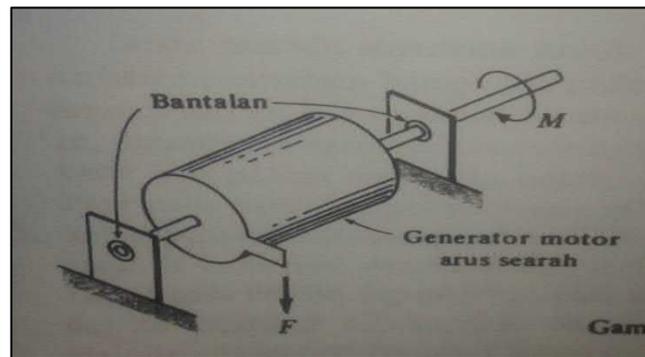
F = gaya (N)

Adanya torsi inilah yang menyebabkan benda berputar terhadap porosnya, dan benda akan berhenti apabila ada usaha melawan torsi dengan besar sama dengan arah yang berlawanan. Sedangkan daya dihasilkan dari proses pembakaran di dalam silinder dan biasanya disebut dengan daya indikator. Daya indikator adalah merupakan sumber tenaga persatuan waktu operasi mesin untuk mengatasi semua beban mesin (Raharjo, 2014:25).

Menurut Arends dan Berenschot (1980:18) daya motor adalah besarnya kerja motor selama waktu tertentu. Satuan daya yaitu kW (Kilowatt), J/s (Joule per detik), atau HP (*Horse Power*).

2.1.5. Pengukuran Daya Dinamometer

Pengukuran daya dilakukan dengan memanfaatkan kekuatan pengereman pada sebuah dinamometer. Holman (1984: 382-283) menunjukkan bagaimana dinamometer dapat diukur. Susunan dasar peranti ini ialah seperti gambar 2.7



Gambar 2.10. Skema dari Dinamometer Pangku

(Holman,1984)

Generator motor arus searah dipasang diatas bantalan seperti pada gambar, dengan lengan momen menjulur dari badan motor ke peranti pengukuran fayam, yang biasanya berupa neraca pendulum. Bila peranti ini dihubungkan dengan mesin yang menghasilkan daya, ia berfungsi sebagai generator arus searah, yang keluarannya dapat diubah-ubah dengan membuang daya itu pada rak-rak tahanan. Momen puntir yang bekerja pada dinamometer itu diukur dengan lengan momen dan daya keluarannya.

Kristanto (2015:23) mengemukakan daya dinyatakan sebagai laju kerja yang dilakukan. Daya kuda (hp) menyatakan satuan daya. Daya P dihantarkan oleh mesin dan diserap oleh dinamometer dengan hasil dari torsi dan putaran, sehingga dirumuskan sebagai berikut (Heywood 1988: 45-46):

$$P = 2\pi NT/60 \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana:

P = daya (Watt)

N = putaran motor (rpm)

T = torsi rotor (Nm)

Dalam unit SI (Heywood 1988: 45-46):

$$P = 2\pi NT \times 10^{-3} \dots\dots\dots (2.5)$$

Dimana:

P = daya (Kilowatt)

N = putaran motor (rev/s)

T = torsi rotor (Nm)

Atau dalam satuan U.S. (Heywood 1988: 45-46):

$$P(\text{hp}) = \frac{N(\text{rev/min})T(\text{lb.f.ft})}{5252} \dots\dots\dots (2.6)$$

Dimana:

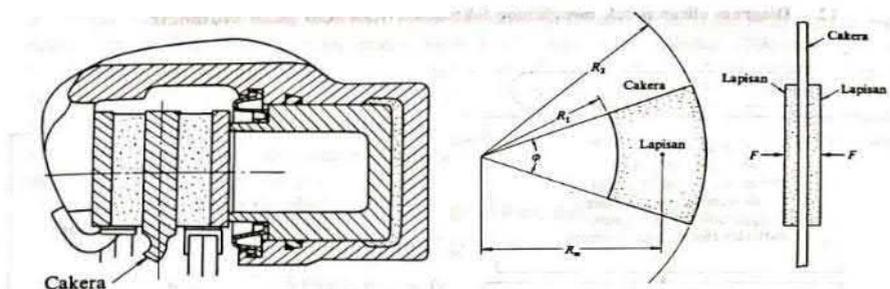
P = daya (Horsepower)

N = putaran motor (rev/m)

T = torsi rotor (lb.f.ft)

2.1.6. Rem Cakram

Rem cakram terdiri atas sebuah cakram dari baja yang dijepit oleh lapisan rem dari kedua sisinya pada waktu pengereman. Rem ini mempunyai sifat-sifat yang baik seperti mudah dikendalikan, pengereman yang stabil, radiasi panas yang baik. Adapun kelemahannya adalah umur lapisan yang pendek, serta ukuran silinder rem yang besar pada roda (Sularso ; Suga, K, 1978).

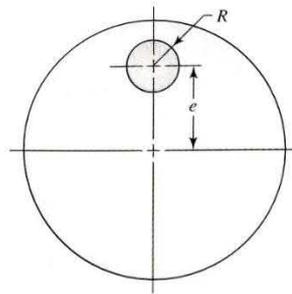


Gambar 2.11. Rem Cakram

(Sularso, 1978:91)

Rem cakram memiliki beberapa kelebihan, yaitu sebagai berikut (procarmechanics.com):

- 1) Perawatan mudah, mempunyai sifat *self-adjusting* sehingga penyetelan tidak banyak dilakukan.
- 2) sistem pengereman yang terbuka menyebabkan pendinginan sistem erm cakram lebih baik.
- 3) Daya pengereman dapat mencapai 100% karena seluruh permukaan *pad* bergesekan langsung dengan cakram.
- 4) Konstruksi rem yang sederhana serta kemampuan pengereman yang baik.



Gambar 2.12. Geometri Pad Bundar Pada Sebuah Kaliper Rem Cakram
(Shigley, 2001:1020)

Gambar 2.12 menunjukkan bentuk pad bundar pada kaliper rem cakram.

Radius efektif pada gambar mempunyai persamaan sebagai berikut (Shigley, 2001:1020):

$$r_e = \delta_e \dots\dots\dots (2.7)$$

Dimana:

r_e = jari-jari efektif pad rem (inch)

Kemudian gaya yang bekerja didiapatkan dari:

$$F = \pi R_2 p_{av} \dots\dots\dots(2.8)$$

Dimana:

R = Jari-jari lingkaran pad rem (inch)

F = Gaya yang bekerja (lbf)

p_{av} = Tekanan rata-rata pad rem (Psi)

Dan torsi pengereman diperoleh dengan cara:

$$T = f F r_e \dots\dots\dots(2.9)$$

Dimana:

T = Torsi pengereman (lbf.in)

f = Koefisien gesek

Kemudian tabel 2.1 menunjukkan batas tekanan kontak pad dan kecepatan gesek serta koefisien gesek pada berbagai material gesek.

Tabel 2.1. Parameter Pada Pad Bundar Kaliper Rem Cakram

$\frac{R}{e}$	$\delta = \frac{r_e}{e}$	$\frac{p_{max}}{p_{av}}$
0.0	1.000	1.000
0.1	0.983	1.093
0.2	0.969	1.212
0.3	0.957	1.367
0.4	0.947	1.578
0.5	0.938	1.875

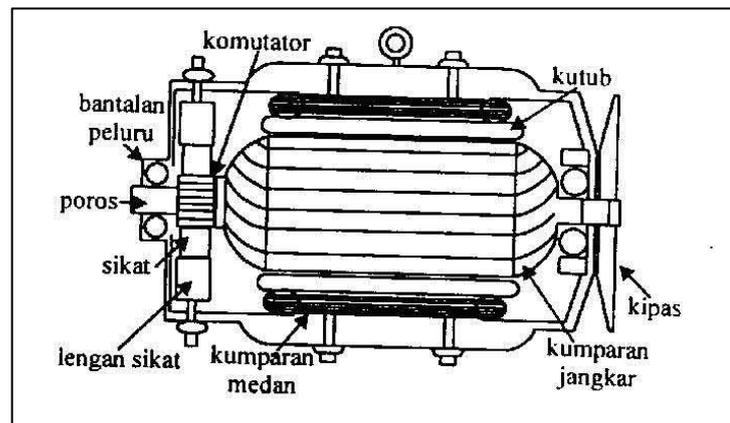
(Shigley, 2001:1020)

2.1.7. Motor Listrik

Motor listrik adalah alat untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Motor listrik ada dua jenis yaitu AC dan DC. Motor AC bekerja dengan

menggunakan arus bolak-balik, sedangkan motor DC bekerja dengan menggunakan arus searah.

Menurut Soni (2014) motor listrik DC adalah perangkat elektromagnetis yang merubah energi listrik aliran searah menjadi energi mekanik. Sedangkan perangkat yang merubah energi mekanik menjadi energi listrik dinamakan generator. Energi listrik yang diubah menjadi mekanik pada motor DC akan menghasilkan gaya putar yang dapat menggerakkan benda (torsi). Pada mobil listrik, motor digunakan untuk menghasilkan gerak rotasi (gerak putar). Gerak rotasi tersebut disalurkan ke roda, sehingga mobil dapat berjalan.



Gambar 2.13. Konstruksi Motor Listrik Arus Searah

(rizkyanggara29.blogspot.com, 2017)

Menurut Gupta (2001: 357-361), mesin DC (apakah sebuah generator atau motor) terdiri dari 4 bagian utama, yaitu:

1. *Fields System*, sebuah komponen yang berfungsi membuat medan magnet seragam guna memutar *armature*.

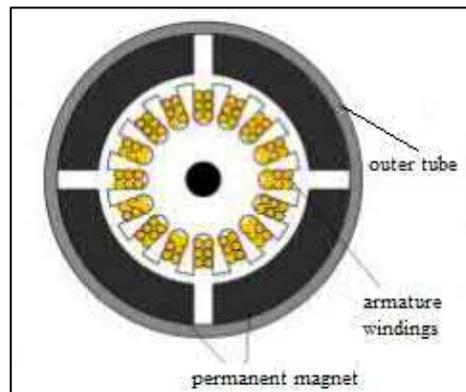
2. *Armature*, komponen yang berputar pada mesin DC, yang berfungsi untuk memutar kumparan listrik dalam medan magnet.
3. *Commutator*, merupakan bentuk sakelar berputar bertempat diantara *armature* dan rangkaian luar sehingga dapat membalikkan hubungan arus listrik pada rangkaian luar secara instan secara terus menerus tiap putaran pada kumparan *armature*
4. *Brush*, berfungsi untuk mengumpulkan arus dari *commutator* dan menyuplaikan ke rangkaian beban luar(armatur dan rangkaian sumber dihubungkan oleh *brush* melalui *commutator*.

2.1.8. Jenis Motor DC

Motor DC juga diklasifikasikan menjadi beberapa motor, diantaranya adalah magnet permanen, *separately excited*, *series wound*, *shunt wound DC motors* , serta *compound wound DC motors* (Gupta 2001: 377-379).

a. Motor DC Magnet Permanen.

Motor ini merupakan motor yang medan magnet utamanya berasal dari magnet permanen. Dan kumparan medan elektromagnetik digunakan untuk medan jangkar. Arus mengalir melalui kumparan jangkar dari sumber tegangan DC, menyebabkan jangkar berfungsi sebagai magnet. Kutub pada kumparan jangkar akan ditarik oleh kutub medan utama dari polaritas yang berbeda, sehingga jangkar berputar.



Gambar 2.14. Penampang Motor DC Magnet Permanen

(Chavan ; Sapale, 2016:471)

Salah satu keistimewaan dari motor DC magnet permanen ini adalah kecepatannya dapat dikontrol dengan mudah. Kecepatan motor magnet permanen berbanding langsung dengan harga tegangan yang diberikan di jangkar. Semakin besar tegangan jangkar, semakin tinggi kecepatan motor (Frank, 1996:343).

b. *Separately Excited DC Motor*

Menurut (Gupta, 2001) *separately excited DC motor* memiliki *field coils* yang mirip dengan *shunt wound machine*, tetapi armatur dan *field coils* diberi *supply* dari sumber-sumber pasokan yang berbeda dan mungkin memiliki rating tegangan berbeda.

c. *Series Wound DC Motor*

Seperti namanya, kumparan medan, terdiri dari beberapa putaran kawat tebal terhubung dalam seri dengan armatur. Luas penampang silang kawat yang digunakan untuk kumparan medan harus cukup besar untuk membawa putaran dari kawat pada motor yang tidak besar (Gupta, 2001).

d. *Shunt Wound DC Motors*

Kata *Shunt* berarti paralel. Motor ini dinamakan demikian karena motor ini pada dasarnya beroperasi dengan bidang gulungan terhubung secara paralel dengan armatur. Kumputan medan yang berkelok-kelok terdiri dari sejumlah besar putaran dengan perbaningan kawat yang baik untuk memberikan tahanan yang besar. Arus medan jauh lebih sedikit daripada arus armatur, kadang-kadang hanya 5%. Arus *supply* untuk motor terbagi menjadi dua jalur, satu melalui kumputan medan dan kedua melalui armatur (Gupta, 2001).

e. *Compound Wound DC Series*

Sebuah motor DC jenis lilitan compound memiliki keduanya yaitu shunt dan kumputan medan jenis seri. Medan *shunt* a biasanya yang lebih kuat dari dua (yaitu memiliki lebih perubahan ampere). Motor compound memiliki 2 jenis motor yaitu *cumulative compound wound* dan *differential compound wound motors* (Gupta, 2001).

2.2. Kajian Penelitian

Dasar atau acuan yang berupa teori-teori atau temuan-temuan melalui hasil berbagai penelitian sebelumnya merupakan hal yang sangat perlu dan dapat dijadikan sebagai data pendukung. Salah satu data pendukung yang perlu dijadikan bagian tersendiri adalah penelitian terdahulu yang relevan dengan permasalahan yang sedang dibahas dalam penelitian ini. Dalam hal ini, fokus penelitian terdahulu yang dijadikan acuan adalah terkait dengan masalah dinamometer. Oleh karena itu perlu dilakukan langkah kajian terhadap beberapa hasil penelitian berupa skripsi, tesis dan jurnal-jurnal.

Penelitian terdahulu yang terkait dengan adalah penelitian yang dilakukan oleh Hadiputranto (2015: 11) menunjukkan bahwa hasil akhir pengujian fungsi menunjukkan bahwa alat telah bekerja sesuai desain dengan parameter yang dapat diukur adalah putaran mesin, suhu mesin, konsumsi bahan bakar, daya, tekanan efektif dan efisiensi termal. Dinamometer *Prony-Brake* yang dirancang menggunakan motor bakar bensin 4 langkah merek Kosoku kapasitas 163 cc dengan daya 5,5 HP, dapat bekerja. Hasil akhir pengujian menunjukkan adanya diferensiasi, sehingga dapat disimpulkan bahwa dinamometer *Prony-Brake* yang dirancang telah berfungsi secara optimal.

Penelitian yang terkait lainnya adalah penelitian Sinaga dan Aria (2012: 8-12) menunjukkan bahwa dinamometer tipe *Water Brake* dapat digunakan sebagaimana mestinya, karena dari hasil pengujian dinamometer sudah dapat mengukur torsi dan daya kendaraan dan mempunyai trendline yang sama dengan spesifikasi kendaraan. Dari hasil pengujian dapat diketahui bahwa semakin besar debit air yang dialirkan maka semakin besar daya yang diserap oleh dinamometer. Chassis dinamometer yang dikarakterisasi dapat digunakan untuk mengukur daya sesuai dengan trendline grafik torsi dan daya mesin uji yang digunakan yaitu 29.56 hp/2962 rpm dan torsi hingga 76.03 Nm / 2542 rpm. Daya yang terukur bukan merupakan daya maksimal yang mampu diserap oleh dinamometer, melainkan daya dari mesin yang di uji. Kemampuan ulang dinamometer sudah cukup baik. Hal ini ditunjukkan bahwa dalam beberapa kali pengujian pada daerah kerja yang sama angka kesalahan terbesar adalah 2,8% dan angka kesalahan terkecil 0,3.

Penelitian dinamometer Hasibuan (2011) mengenai perancangan dinamometer rem cakram menunjukkan hasil bahwa dynamometer tipe rem cakram dapat berfungsi dan dapat digunakan untuk mengukur torsi dari mesin yang diuji yaitu motor penggerak Yanmar TF 85 MLY-di dengan hasil pengujian pengukuran daya mesin, perbedaan daya maksimal dan torsi maksimal antara bahan bakar solar dan minyak nyamplung netralis mengalami penurunan daya sebesar 19,4% dan torsi sebesar 17%. Daya maksimal menggunakan bahan bakar solar adalah 6,01 kW dengan torsi maksimal 43,8 Nm. Sedangkan untuk mesin dengan bahan bakar minyak nyamplung mempunyai daya maksimum sebesar 5.05 kW dengan torsi maksimal sebesar 37,5 Nm.

Penelitian lainnya yang terkait adalah penelitian Supriyo (2012:8) menunjukkan bahwa data hasil yang diperoleh tidak berbeda dengan data dari mobil Picanto, maka dinamometer yang dibuat mampu digunakan untuk menguji mobil Picanto. Hasil pengujian menunjukkan pemberian arus 40A menghasilkan torsi dan daya yang paling tinggi dengan putaran engine 5500 rpm didapatkan daya engine 63,4 PS (46,6 kW) dan daya dinamometer 57 PS (42 kW), sedangkan pada putaran engine 3000 rpm menghasilkan torsi engine 9,7 kgm (95,9 Nm) dan torsi dinamometer 185,3 Nm. Penelitian lainnya yaitu oleh Rachmat (2014:15) mengenai dinamometer tali untuk menguji motor listrik AC 3 fasa dengan kesimpulan bahwa dinamometer tersebut dapat digunakan untuk menguji motor listrik induks karena dapat mewakili semua ukuran sampai motor induksi berdaya besar.

Berdasarkan kajian-kajian penelitian tersebut yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa berbagai jenis dinamometer yang telah dibuat dapat digunakan untuk menguji dan mengukur daya yang dihasilkan oleh mesin atau penggerak dengan kesalahan pembacaan yang sangat kecil. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pembuatan dinamometer untuk mengukur torsi dan daya motor listrik dapat dilakukan.

2.3. Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan kajian teori pada pembahasan diatas terdapat beberapa pertanyaan penelitian yang muncul, yaitu:

1. Bagaimana merancang dinamometer model gesek untuk mengukur daya motor listrik?
2. Bagaimana mengukur kinerja dinamometer model gesek yang dikembangkan?

BAB V

PENUTUP

5.1. Simpulan

Berdasarkan penelitian perancangan dinamometer model gesek yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

- 1) Dinamometer model gesek yang dirancang merupakan alat bantu pengukur daya untuk motor listrik. Dinamometer ini dirancang berdasarkan dinamometer absorpsi atau penyerap berjenis dinamometer jepit atau pronny brake dengan menggunakan sistem pengereman rem cakram. Dinamometer model gesek memiliki *load cell* dengan ketelitian 0,001 kg dengan berat ukur maksimal sebesar 10 kg, mampu membaca torsi ± 13 Nm, dan berukuran tidak terlalu besar sehingga mudah dipindah tempatkan dan mudah dalam perakitanannya.
- 2) Kinerja pengukuran dinamometer model gesek dirasa sudah cukup baik. Sesuai dengan hasil pengukuran daya motor listrik DC berdaya 250 Watt adalah sebesar 225,90 Watt. Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa hal, yaitu kerugian gesek antar komponen dinamometer, sumber tegangan motor, dan panas yang berlebih sehingga dapat menyebabkan penurunan kinerja dan efisiensi motor listrik yang digunakan.

5.2. Implikasi

Berdasarkan hasil penelitian tersebut dapat dikemukakan implikasi secara teoritis dan praktis sebagai berikut:

1) Implikasi Teoritis

- a. Penggunaan sumber daya yang stabil dapat berpengaruh terhadap kinerja motor listrik yang digunakan. Baik tegangan maupun arus mempengaruhi kecepatan dan kemagnetan pada armature dalam menghasilkan torsi efektif motor listrik, sehingga pembacaan dinamometer lebih akurat.
- b. Sistem pendingin yang baik pada dinamometer dan motor listrik juga mempengaruhi hasil pembacaan pada dinamometer. Panas mempengaruhi pengereman pada dinamometer. Serta panas berpengaruh terhadap naiknya hambatan pada komponen motor listrik yang mempengaruhi masuknya arus pada armature motor listrik.

2) Implikasi Praktis

Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai alat pengukur daya motor listrik dengan daya sebesar 250 Watt maupun motor listrik dengan torsi maksimal ± 13 Nm.

5.3. Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan simpulan tentang dinamometer model gesek, saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

- 1) Penambahan sistem pendinginan yang baik dapat mempengaruhi pengukuran daya motor listrik model gesek.
- 2) Stabilitasnya sumber tegangan listrik dapat mengurangi panas berlebih yang dihasilkan oleh penggunaan motor listrik.
- 3) Penambahan mikrokontroler pada dinamometer sehingga dapat langsung diketahui hasil besarnya daya secara otomatis.

- 4) Penelitian lebih lanjut terkait motor listrik dengan besar daya lebih dari 250 Watt.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggara, R. 2017. *Teknik Tenaga Listrik – Generator Arus Searah*. <http://rizkyanggara29.blogspot.com/2017/02/teknik-tenaga-listrik-generator-arus.html> . Diakses pada 2 Januari 2019
- Antonov, A. dan Oktarian, Y., 2016. Studi Pengaruh Torsi Beban Terhadap Kinerja Motor Induksi Tiga Fase. *Jurnal Teknik Elektro-ITP*, 5(1).
- Arends, B.P.M. dan Berenschot, H., 1980. *Motor bensin*. PT. Erlangga: Jakarta..
- Chavan, P dan Sapale, V., 2016. *Torque Improvement in Brushed DC Motors by using Four Pole Permanent Magnet*. *International Journal of Science Technology & Engineering*. 2/11: 470-474
- Dynamometer Worlds. 2019. *About Engine Dynamometers*. <https://www.dynamometer-world.com/index.php/dynamometer-sales-info/about-dynamometers.html> . Diakses pada 3 Januari 2019
- Frank D. Petruzella. 1996. *Elektronik Industri. Edisi II*. Diterjemahkan oleh: Sumanto. 2001. Yogyakarta: Andi
- Gitano-Briggs, D.H., 2008. *Dynamometry and Testing of Internal Combustion Engines*.
- Gupta. J.B., 2001. *Electrical Engineering*. Delhi: Sanjeev Kumar Kataria
- Hadiputranto, R. and Sodiran, S., 2015. PERANCANGAN DAN PEMBUATAN DINAMOMETER TIPE PRONY BRAKE UNTUK SARANA PRAKTIKUM PRESTASI MESIN. *DINAMIKA–Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 7(1).
- Hasibuan, A.S., Desrial, Purwanto, Y.A., 2011. Rancang Bangun dan Uji Kinerja Dinamometer Tipe Rem Cakram. *PROSIDING SEMINAR NASIONAL PERTETA –Jember:50-58*.
- Heywood, J.B., 1988. *Internal Combustion Engine Fundamentals*. Amerika Serikat: McGraw-Hill, Inc.
- Holman, J.P., 1984. c. McGraw-Hill Book, Inc. Terjemahan Ir. E jasjfi, M. Sc. 1984. *METODE PENGUKURAN TEKNIK Edisi Keempat*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Ibrahim, A.W., Widodo, T.W. dan Supardi, T.W., 2015. Sistem Kontrol Torsi pada Motor DC. *IJEIS (Indonesian Journal of Electronics and Instrumentation Systems)*, 6(1), pp.93-104.
- Irawan, Indra. 2007. *Dinamometer*. Universitas Negeri Surabaya.
- Isdiyarto. 2010. *Dampak Perubahan Putaran Terhadap Unjuk Kerja Motor Induksi 3 Fasa Jenis Rotor Sangkar*. *Jurnal Kompetensi Teknik Vol.1, No.2*. Universitas Negeri Semarang.

- Khurmi, S.R., dan J.K. Gupta. 2005. *Theory of Machines*. Eurasia Publishing House
- Kristanto, P. 2015. *Motor Bakar Torak- Teori dan Aplikasinya*. Yogyakarta: Andi
- Prasetyo, B., 2012. *KAJI EKSPERIMENTAL KARAKTERISTIK SEBUAH DINAMOMETER SASIS ARUS EDDY* (Doctoral dissertation, Program Pascasarjana Undip).
- Pro Car Mechanics. 2018. *Differences Between Drum Brakes And Disc Brakes*. <https://procarmechanics.com/differences-between-drum-brakes-and-disc-brakes/>. Diakses pada 29 Januari 2019.
- Pusat Dokumentasi dan Informasi Ilmiah. 2019. Jumlah Artikel per Tahun [motor listrik]. <http://isjd.pdii.lipi.go.id/>. Diakses pada 29 Januari 2019.
- Rachmat, A. dan Ruhama, A., 2014. *Perancangan Dan Pembuatan Alat Uji Motor Listrik Induksi Ac 3 Fasa Menggunakan Dinamometer Tali (Rope Brake Dynamometer)*. Jurnal J-ENSITEC, 01 (2014):7-16
- Raharjo, W. Dwi. 2014. *Buku Ajar: Mesin Konversi Energi*. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Rattan, S.S. 2009. *Theory of Machines. (Third Edition)*. India: McGraw Hill Education.
- Rosa, M.K.A. and Herawati, A., 2016. ANALISIS EFISIENSI MOTOR INDUKSI PADA KONDISI TEGANGAN NON RATING DENGAN METODE SEGREGATED LOSS. *Teknosia*, 2(17), pp.32-40.
- Saputra, E. dan Amien, S. 2013. Analisis Efisiensi Motor DC Seri Akibat Pergeseran Sikat. *Jurnal Teknik Elektro, Universitas Sumatera Utara*. 2/3: 119–124.
- Shigley, J.E., dan Charles R. Mischke. 2001. *Mechanical Engineering Design*. Sixth Edition. New York:McGraw-Hill.
- Sinaga, N dan Aria D. 2012. Pengujian dan Pembuatan Buku Petunjuk Operasi Chasis Dinamometer Tipe Water Brake. *Rotasi: Jurnal Teknik Mesin*. 14/3:8-12.
- Soni, A. 2014. *Speed Control of Dc Motor Using Chopper*. *International Journal of Engineering, Management & Sciences (IJEMS)*. 1/10: 5 – 8.
- Sularso and Suga, K., 1978. *Dasar perencanaan dan pemilihan elemen mesin*. Pradnya Paramita.
- Sugiyono. 2014. *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung:Alfabeta Data
- Supriyo. 2012. *Perancangan dan Pembuatan Dinamometer Arus Eddy Untuk Pengujian Kendaraan Kapasitas 130 KW* (Doctoral dissertation, Program Pascasarjana Undip).

Suyamto. 2009. Analisis Daya dan Torsi pada Motor Induksi. *Seminar Nasional VSDM Teknologi Nuklir*. Yogyakarta: Sekolah Tinggi Teknologi Nuklir – BATAN. 205-212

Wikipedia contributors. 2018. Dynamometer. In *Wikipedia, The Free Encyclopedia*. <https://en.wikipedia.org/wiki/Dynamometer>. Diakses pada 2 Januari 2019.