



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**PERANCANGAN MOTOR BLDC TIPE HUB 3 KW
UNTUK KENDARAAN RODA DUA DENGAN
VARIASI JUMLAH POLE MAGNET 40, 48, DAN 50**

SKRIPSI

Laporan ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan
Sarjana Terapan Program Studi Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Oleh :
Putri Paramita Dhyani

NIM. 1902411028

**PROGRAM STUDI MANUFAKTUR
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

AGUSTUS 2023



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERSETUJUAN LAPORAN SKRIPSI

PERANCANGAN MOTOR BLDC TIPE HUB 3 KW UNTUK KENDARAAN
RODA DUA DENGAN VARIASI JUMLAH POLE MAGNET 40, 48, DAN 50

Oleh:

Putri Paramita Dhyani

NIM. 1902411028

Program Studi Sarjana Terapan Manufaktur

Laporan Skripsi telah disetujui oleh pembimbing

Pembimbing 1

Pembimbing 2

Drs., Raden Grenny Sudarmawan, S.T., M.T.
NIP. 196005141986031002

Dr., Sonki Prasetya, S.T., M.Sc.
NIP. 197512222008121003

Ketua Program Studi

Sarjana Terapan Manufaktur

Muhammad Prasha Risfi Silitonga, M.T.
NIP. 199403192022031006



HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN SKRIPSI

**PERANCANGAN MOTOR BLDC TIPE HUB 3 KW UNTUK KENDARAAN
RODA DUA DENGAN VARIASI JUMLAH POLE MAGNET 40, 48, DAN 50**

Oleh:

Putri Paramita Dhyani

NIM. 1902411028

Program Studi Sarjana Terapan Manufaktur

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang sarjana terapan di hadapan Dewan Penguji pada tanggal 28 Agustus 2023 dan diterima sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Sarjana Terapan Manufaktur Jurusan Teknik Mesin.

DEWAN PENGUJI

No.	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1	Cecep Slamet Abadi, S.T., M.T.	Penguji 1		28 Agustus 2023
2	Dhea Tisane Ardhan, S.Hum., M.Hum	Penguji 2		28 Agustus 2023
3	Dr., Sonki Prasetya, S.T., M.Sc	Modcrator		28 Agustus 2023

Depok, 28 Agustus 2023

Disahkan oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Eng. Ir. Muslimin, S.T., M.T., IWE.

NIP. 197707142008121005

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Putri Paramita Dhyani

NIM : 1902411028

Program Studi : Sarjana Terapan Manufaktur

menyatakan bahwa yang dituliskan di dalam skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri bukan jiplakan (plagiasi) karya orang lain baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat, gagasan, atau temuan orang lain yang terdapat di dalam skripsi telah saya kutip dan saya rujuk sesuai dengan etika ilmiah. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Depok, 28 Agustus 2023



POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Putri Paramita Dhyani

NIM.1902411028

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



“PERANCANGAN MOTOR BLDC TIPE HUB 3 KW UNTUK KENDARAAN RODA DUA DENGAN VARIASI JUMLAH POLE MAGNET 40, 48, DAN 50”

Putri Paramita Dhyani¹

Program Studi Sarjana Terapan Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta,
Kampus UI Depok, 16424

Email: putri.paramitadhyani.tm19@mhs.w.pnj.ac.id

ABSTRAK

Meningkatnya popularitas kendaraan listrik di Indonesia juga mengacu pada pertumbuhan pasar mulai dari produksi dan pengembangan kendaraan listrik hingga suku cadangnya. Namun, pengembangan tersebut masih mengandalkan komponen dari luar negeri. Penelitian dilakukan bersama PT XYZ dan berfokus pada perancangan motor BLDC dengan daya 3000 W dan tipe hub sebagai dorongan untuk membuka ekosistem produsen kendaraan listrik lokal di Indonesia. Perancangan motor BLDC dengan variasi jumlah *pole magnet* dilakukan untuk mendapatkan desain motor BLDC dengan performa terbaik yang sesuai dengan kebutuhan konsumen. Proses penentuan desain pada penelitian ini menggunakan *House of Quality* dengan melibatkan 3 alternatif desain, yaitu 40 *poles*, 48 *poles*, dan 50 *poles*. Sedangkan pemilihan desain menggunakan matriks *screening* dan *scoring* dengan mempertimbangkan hasil simulasi *software* Ansys dan uji *dynotest*. Sehingga diperoleh bahwa desain terbaik dari motor BLDC tipe hub berdaya 3 kW yang sesuai dengan kebutuhan konsumen ialah desain dengan jumlah 50 *poles* karena mencapai daya *output* dan efisiensi tertinggi sebesar 4,66 HP dan 98,06 % pada simulasi; serta mencapai torsi tertinggi sebesar 17,51 Nm dan kecepatan sebesar 3102 rpm pada uji *dynotest*.

Kata kunci: BLDC, hub, *pole magnet*, performa, *dynotest*

- Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

“PERANCANGAN MOTOR BLDC TIPE HUB 3 KW UNTUK KENDARAAN RODA DUA DENGAN VARIASI JUMLAH POLE MAGNET 40, 48, DAN 50”

Putri Paramita Dhyani¹

Program Studi Sarjana Terapan Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta,
Kampus UI Depok, 16424

Email: putri.paramitadhyani.tm19@mhswn.pnj.ac.id

ABSTRACT

The increasing popularity of electric vehicles in Indonesia also refers to market growth ranging from the production and development of electric vehicles to their spare parts. However, the development still relies on components from abroad. The research was conducted with PT XYZ and focused on designing a BLDC motor with 3000 Watt and hub type as an impetus for opening the ecosystem of local electric vehicle manufacturers in Indonesia. The design of the BLDC motor with variations in the number of magnetic poles was carried out to obtain a BLDC motor design with the best performance that suits consumer needs. The process of determining the design in this study uses the House of Quality by involving 3 alternative designs, which are 40 poles, 48 poles, and 50 poles. The design selection uses a screening and scoring matrix by considering the results of Ansys software simulations and dyno tests. It was found that the best design of a 3 kW hub-type BLDC motor in accordance with consumer needs was the design with 50 poles because it achieved the highest output power and efficiency of 4.66 HP and 98.06% in the simulation; and achieved the highest torque of 17.51 Nm and speed of 3102 rpm in the dynotest test.

Keywords: BLDC, hub, pole magnet, performance, dynotest



KATA PENGANTAR

Puji syukur dipanjatkan kehadiran Tuhan yang Maha Esa berkat rahmat dan karunia-Nya sehingga Skripsi dengan judul **“Perancangan Motor BLDC Tipe Hub 3 kW untuk Kendaraan Roda Dua dengan Variasi Jumlah Pole Magnet 40, 48, dan 50”** dapat selesai tepat pada waktunya. Penulisan skripsi ini ditujukan sebagai salah satu syarat kelulusan dari Program Studi Sarjana Terapan Manufaktur.

Oleh karena itu pada kesempatan ini disampaikan ucapan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu selama penyusunan skripsi, di antaranya:

1. Bapak Dr. Eng. Ir. Muslimin, S.T., M.T. IWE selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Jakarta.
2. Bapak M. Prasha Risfi Silitonga, M.T selaku Ketua Program Studi D4 Teknik Manufaktur Politeknik Negeri Jakarta.
3. Bapak Drs. R. Grenny Sudarman, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing 1.
4. Bapak Dr., Sonki Prasetya, S.T., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing 2.
5. Bapak Daniel Janthinus Kristianto selaku Section Head of RnD & Bus. Dev., serta pembimbing lapangan selama di perusahaan.
6. Bapak M. Wahid Fikri K, Bapak Irvandita A. P, Bapak Misbahussurur, dan Ibu Restu Rosdini, serta seluruh staf dan karyawan PT XYZ.
7. Hanantya Elganis, Genia Auberta, Rifqi Sentosa Setiawan, dan Andhika Ferryan S.P selaku tim selama Project Skripsi di PT XYZ.
8. Patricia Laetitia dan Syifa Salehati Citra Noya, serta teman-teman Manufaktur 2019 yang memberikan dukungan moral selama penyusunan skripsi.
9. Diri saya sendiri yang sudah mampu dan memilih untuk bertahan hingga sejauh ini.
10. Serta pihak-pihak lainnya yang tidak bisa disebutkan satu per satu.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Semoga laporan ini dapat membantu Politeknik Negeri Jakarta, khususnya Program Studi Manufaktur dalam peningkatan kualitas mahasiswa dan tambahan ilmu bagi para civitas, serta kebermanfaatannya bagi para pembaca. Permohonan maaf disampaikan apabila masih ada kekurangan atau kesalahan dalam penyusunan Skripsi ini. Semoga kekurangan yang ada dapat disempurnakan pada kesempatan di lain waktu.

Depok, 14 Agustus 2023



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.4.1. Tujuan Umum	3
1.4.2. Tujuan Khusus.....	3
1.5. Manfaat Penelitian	4
1.6. Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1. Kajian Karya Ilmiah	6
2.2.1. Pengertian Motor BLDC (<i>Brush Less Direct Current</i>).....	8
2.2.2. Cara Kerja BLDC.....	9
2.2.3. Klasifikasi Motor BLDC.....	10
2.2.4. Parameter Perhitungan	13
2.2.5. Parameter Teknis	19
2.2.6. Metode QFD (<i>Quality Function Deployment</i>)	21
2.3. Kajian Komponen	22
2.3.1. Stator	23
2.3.2. Rotor.....	24

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.3.3.	<i>Hall sensor</i>	24
2.3.4.	Kawat Tembaga	24
2.3.5.	Magnet Permanen	25
2.3.6.	Shaft (Poros)	26
2.3.7.	<i>Controller</i>	26
2.4.	Kajian Komponen Pendukung	27
2.4.1.	<i>Software Solidworks</i>	27
2.4.2.	<i>Software Ansys</i>	27
2.4.3.	<i>Dynotest</i> atau <i>dynamometer</i>	27
BAB III METODE PENELITIAN		28
3.1.	Diagram Alir Penelitian	28
3.2.	Penjelasan Diagram Alir	29
3.2.1.	Identifikasi Masalah	29
3.2.2.	Studi Literatur	29
3.2.3.	Perencanaan Konsep Desain	31
3.2.4.	Perancangan Konsep Desain	37
3.2.5.	Perancangan Konsep Uji	45
3.2.6.	<i>House of Quality (HoQ)</i>	46
3.2.7.	Alternatif Desain	47
3.2.8.	Penentuan Rancangan Akhir	51
3.2.9.	Rancangan Akhir	55
3.2.10.	Kesimpulan	55
3.3.	Objek Penelitian	55
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		56
4.1.	Analisa Material Komponen	56
4.2.	Analisa Rancangan Desain terhadap Spesifikasi Teknis Uji	56
4.2.1.	Berdasarkan Fungsi Elektrikal	56
4.2.2.	Berdasarkan Fungsi Mekanikal	60
4.4.	Analisa Hasil Uji <i>Dynotest</i>	64
4.5.	Perbandingan Hasil Simulasi dengan Hasil Uji <i>Dynotest</i>	65
4.6.	Seleksi Konsep	65



- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.6.1.	Matriks <i>Screening</i>	66
4.6.2.	Matriks <i>Scoring</i>	66
4.7.	Rancangan Akhir Desain Terpilih (Rancangan Terbaik)	67
4.7.1.	Stator	67
4.7.2.	Magnet.....	68
4.7.3.	<i>Assembly</i> (Penggabungan Desain).....	68
4.8.	Spesifikasi Akhir dari Rancangan Terbaik	69
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		70
5.1	Kesimpulan	70
5.2.	Saran	71
DAFTAR PUSTAKA		72
LAMPIRAN		77
Lampiran 1. Perhitungan Spesifikasi Teknis Desain dan Uji		77
Lampiran 2. <i>House of Quality</i>		0
Lampiran 3. Perhitungan Hasil Rancangan terhadap Spesifikasi Teknis Uji		1
Lampiran 4. Tabel Perhitungan Hasil		3
Lampiran 5. Dokumentasi.....		4
Lampiran 6. Gambar Kerja Desain Terbaik Motor BLDC Tipe Hub 3 kW		4



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Cara Kerja BLDC Fasa A.....	9
Gambar 2.2 Cara Kerja BLDC Fasa B.....	10
Gambar 2.3 Mid Drive Motor (www.qsmotor.com).....	10
Gambar 2.4 Hub Drive Motor (.....)	11
Gambar 2.5 Outer Rotor Motor.....	11
Gambar 2.6 Inner Rotor Motor.....	12
Gambar 2.7 Struktur Axial Flux Motor.....	12
Gambar 2.8 Struktur Linear Motor.....	13
Gambar 2.9 Vektor Hubungan Segitiga Daya.....	13
Gambar 2.10 Garis Medan Magnet.....	15
Gambar 2.11 Grafik Flux Density Material Silicon Steel.....	16
Gambar 2.12 Kurva Ideal Kecepatan Terhadap Torsi (Yedamale, 2003).....	20
Gambar 2.13 Kurva Material Feromagnetik (Fawaid, 2019).....	21
Gambar 2.14 Matriks House of Quality.....	22
Gambar 2.15 Komponen Motor BLDC.....	22
Gambar 2.16 Stator BLDC.....	23
Gambar 2.17 Hall Sensor.....	24
Gambar 2.18 Kawat Tembaga (www.alibaba.com).....	25
Gambar 2.19 Dynanometer.....	27
Gambar 3.1 Diagram Alir.....	28
Gambar 3.2 Slot dan Pole (a) Desain 2D (b) Motor BLDC (Contò & Bianchi, 2023).....	38
Gambar 3.3 Grafik Radar Pemilihan Material Stator dan Rotor.....	43
Gambar 3.4 Desain 1 (40 poles).....	48
Gambar 3.5 Desain 2 (48 poles).....	49
Gambar 3.6 Desain 3 (50 poles).....	50
Gambar 3.7 Skema Pengujian dan Pengambilan Data Dynotest.....	53
Gambar 4.1 Simulasi Current Density (a) Desain 1 40 poles (b) Desain 2 48 poles (c) Desain 3 50 poles.....	57

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 4.2 Simulasi Flux Density (a) Desain 1 40 poles (b) Desain 2 48 poles (c) Desain 3 50 poles	58
Gambar 4.3 Simulasi Temperature (a) Desain 1 40 poles (b) Desain 2 48 poles (c) Desain 3 50 poles	59
Gambar 4.4 Simulasi Torsi terhadap Kecepatan (a) Desain 1 40 poles (b) Desain 2 48 poles (c) Desain 3 50 poles	61
Gambar 4.5 Kecepatan terhadap Torsi Berdasarkan Hasil Uji Dynotest.....	64
Gambar 4.6 Pemodelan Stator Desain 3 (50 poles) (a) Lembaran Plat Stator (b) Tumpukan Plat Stator.....	68
Gambar 4.7 Pemodelan Magnet Desain 3 (50 poles).....	68
Gambar 4.8 Assembly Desain 3 (50 poles).....	69



**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan Motor BLDC dengan Motor BDC	9
Tabel 2.2 Kerapatan Arus dengan Sistem Pendingin.....	17
Tabel 2.3 Maximum Working Temperature pada Neodymium Magnet.....	19
Tabel 3.1 Sumber Referensi	30
Tabel 3.2 Anggota Tim FGD	31
Tabel 3.3 Perhitungan Nilai Kepentingan	32
Tabel 3.4 Identifikasi Kebutuhan Konsumen	33
Tabel 3.5 Perbandingan Motor BLDC Tipe Hub Drive dan Mid Drive	37
Tabel 3.6 Spesifikasi Teknis pada Dimensi Motor BLDC	38
Tabel 3.7 Dimensi Motor BLDC (Stator dan Rotor)	38
Tabel 3.8 Winding Factor dan Kombinasi Slot-Pole	39
Tabel 3.9 Hasil Kombinasi Slot-Pole terhadap Alternatif Desain	39
Tabel 3.10 Nilai Luas Area Slot dan Slot Fill Factor untuk Setiap Alternatif Desain.....	41
Tabel 3.11 Dimensi Magnet.....	41
Tabel 3.12 Spesifikasi Magnet Permanen.....	41
Tabel 3.13 Maximum Working Temperature pada Neodymium Magnet.....	42
Tabel 3.14 Material Feromagnetik.....	42
Tabel 3.15 Perbandingan Harga Rata-Rata Material Silicon Steel dan Permalloy.....	42
Tabel 3.16 Hasil Pembobotan Pemilihan Material Stator & Rotor.....	43
Tabel 3.17 Parameter Rancangan Konsep Desain	44
Tabel 3.18 Parameter Rancangan Konsep Uji	46
Tabel 3.19 Parameter Desain 1 (40 poles)	48
Tabel 3.20 Parameter Desain 2 (48 poles)	49
Tabel 3.21 Parameter Desain 3 (50 poles)	51
Tabel 4.1 Nilai Current Density pada Setiap Alternatif Desain.....	57
Tabel 4.2 Nilai Flux Density pada Setiap Alternatif Desain.....	59
Tabel 4.3 Nilai Temperature pada Setiap Alternatif Desain	60
Tabel 4.4 Nilai Kecepatan Maksimal untuk Setiap Alternatif Desain	61

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 4.5 Nilai Torsi Maksimal untuk Setiap Alternatif Desain	61
Tabel 4.6 Nilai Daya Output Rata-Rata untuk Setiap Alternatif Desain	62
Tabel 4.7 Estimasi Efisiensi untuk Setiap Alternatif Desain	62
Tabel 4.8 Nilai Daya Input Rata-Rata untuk Setiap Alternatif Desain	62
Tabel 4.9 Jarak Tempuh Maksimal untuk Waktu Tempuh Tertentu	63
Tabel 4.10 Waktu Penggunaan Baterai untuk Setiap Alternatif Desain	63
Tabel 4.11 Jarak Tempuh Maksimal terhadap Kapasitas Baterai	63
Tabel 4.12 Hasil Uji Dynotest.....	64
Tabel 4.13 Perbandingan Nilai Performa Berdasarkan Hasil Simulasi dan Uji Dynotest	65
Tabel 4.14 Matriks Screening	66
Tabel 4.15 Matriks Scoring.....	67
Tabel 4.16 Spesifikasi Akhir dari Parameter Desain Rancangan Terbaik.....	69
Tabel 4.17 Spesifikasi Akhir dari Parameter Uji Rancangan Terbaik.....	69

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini dijelaskan mengenai latar belakang atau permasalahan yang terjadi sehingga tercipta tema penelitian dan diangkat menjadi judul penelitian. Selain itu, bab ini juga menjelaskan mengenai tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan batasan dari penelitian.

1.1. Latar Belakang

Kendaraan listrik menjadi salah satu terobosan utama dalam pemanfaatan transisi sumber daya terbarukan dan menawarkan banyak solusi dari permasalahan lingkungan (EBTKE, 2022). Dalam hal itu, Indonesia tengah mengimplementasi dalam Perpres Nomor 55 Tahun 2019 mengenai penggunaan kendaraan listrik sebagai bentuk pengurangan penggunaan bahan bakar minyak (BBM) dan menjaga kualitas lingkungan (Zainal Ibad et al., 2022). Menurut data Kementerian Energi dan Sumber Daya Alam (ESDM), tercatat bahwa terdapat kurang lebih 25.782 unit kendaraan listrik roda dua hingga November 2022 (Giovani, 2022).

Peningkatan popularitas kendaraan listrik di Indonesia juga mengacu pada pertumbuhan pasar produksi dan pengembangan dari kendaraan listrik hingga komponennya ((KOMINFO), 2019). PT XYZ sebagai salah satu perusahaan yang bergerak di bidang industri otomotif dan berfokus pada *supply* produsen kendaraan melaksanakan pengembangan produk untuk dapat beradaptasi dengan perubahan tersebut. Salah satunya ialah pembuatan Motor *Brushless Direct Current* (BLDC), yaitu motor penggerak pada kendaraan listrik. Penggunaan motor BLDC sangat diminati di industri kendaraan listrik. Hal ini disebabkan oleh keunggulannya yang berupa efisiensi tinggi, rasio daya terhadap massa yang tinggi, kemudahan pengendalian, serta umur pakai lebih lama karena tidak menggunakan sikat (Cahyadi, 2019).

Dalam mendukung pertumbuhan kendaraan listrik beberapa institusi pendidikan juga mulai berkontribusi, khususnya dalam bidang penelitian dan



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

pembelajaran, salah satunya ialah Politeknik Negeri Jakarta. Hal tersebut diperkuat dengan salah satu penelitian yang membahas mengenai pengujian performa kendaraan konversi listrik. Penelitian dilakukan dengan melakukan uji *dynotest* kendaraan listrik konversi melalui pengukuran rpm, torsi, dan power dari penggerak utama motor (Zainuri et al., 2022). Oleh karena itu, penelitian yang akan dilakukan dapat menjadi tahap awal pengembangan kendaraan listrik, khususnya pada bagian penggerak, yaitu motor listrik BLDC.

Namun, pengembangan motor BLDC di Indonesia masih sangat terbatas dikarenakan masih mengandalkan komponen dari luar negeri (Faridhoni & Fahrizal, 2022). Fakta tersebut diperkuat dari data hasil kunjungan acara IEMS (*Indonesian Electric Motor Show*) yang merupakan pameran khusus mengenai ekosistem dan infrastruktur kendaraan listrik pada 30 September 2022 silam ((Mediaindonesia.com), 2022). Dari kunjungan tersebut, penulis dan tim melihat bahwa dari 43 brand kendaraan listrik roda dua yang terdistribusi di Indonesia belum ada satupun yang menggunakan motor BLDC dengan brand lokal.

Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian bersama PT XYZ terhadap pengembangan motor BLDC. Penelitian berfokus pada perancangan motor BLDC dengan daya kontinyu maksimal 3000 W (3kW) sebagai bentuk penyesuaian terhadap Permen Perhubungan Nomor 65 Tahun 2020 terkait klasifikasi daya motor listrik maksimal 3kW untuk sepeda motor dengan isi silinder lebih dari 110 cc hingga 150 cc. Adapun jenis motor BLDC yang dipilih ialah hub, yaitu motor yang penempatannya langsung pada hub roda atau velg kendaraan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui performa motor listrik melalui perhitungan, analisis *software*, dan uji *dynotest*. Parameter nilai performa motor listrik tersebut meliputi daya *output* motor listrik, arus listrik, torsi, rpm, temperature, dan efisiensi. Penelitian ini berfokus pada tiga model konfigurasi dengan perbedaan jumlah *pole* magnet, yaitu 40, 48, dan 50. Perbedaan *pole* ini mempengaruhi medan magnet yang mengacu pada kecepatan, torsi, dan arus (Kahar et al., 2022).

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dibuat, berikut permasalahan yang berkaitan dengan penelitian ini adalah:

1. Bagaimana perancangan motor BLDC tipe hub 3000 W (3 kW) dengan perbedaan jumlah *pole* magnet yang sesuai kebutuhan konsumen?
2. Bagaimana pengaruh desain motor BLDC hub 3 kW dengan variasi *pole* magnet yang dibuat terhadap performa motor berdasarkan simulasi dan uji kinerja?

1.3. Batasan Masalah

Berdasarkan pertanyaan penelitian di atas, dikembangkan beberapa batasan agar penelitian lebih terfokus, di antaranya ialah:

1. Data perencanaan konsep yang digunakan berasal dari PT XYZ.
2. Jenis motor yang digunakan adalah motor BLDC tipe hub dengan daya 3 kW.
3. Tidak membahas mengenai pengujian dinamis pada motor BLDC tipe hub dengan daya 3 kW, khususnya terhadap medan jalan dan beban penumpang.

1.4. Tujuan Penelitian

Berikut adalah tujuan dari penelitian baik berupa tujuan umum maupun tujuan khusus, di antaranya:

1.4.1. Tujuan Umum

Mendapatkan hasil perancangan motor BLDC tipe hub berdaya 3 kW dengan performa baik sesuai kebutuhan konsumen.

1.4.2. Tujuan Khusus

1. Merancang desain motor BLDC tipe hub 3 kW dengan jumlah *pole* magnet yang optimal untuk mendapatkan performa motor BLDC sesuai kebutuhan konsumen.

2. Mendapatkan hasil simulasi dan uji kinerja motor BLDC tipe hub 3 kW terhadap performa yang sesuai kebutuhan konsumen.

1.5. Manfaat Penelitian

Berikut beberapa manfaat yg diharapkan berdasarkan penelitian ini adalah:

1. Membantu PT XYZ pada *project Department Research and Development* dalam pemilihan prototipe yang memiliki performa paling sesuai untuk motor BLDC tipe hub dengan daya kontinyu 3 kW melalui proses rancang bangun.
2. Data hasil perancangan digunakan sebagai informasi untuk pemilihan prototipe yang memiliki performa baik sesuai dengan kebutuhan konsumen terhadap motor BLDC tipe hub 3 kW dari desain yang dipengaruhi oleh variasi jumlah *pole* magnet.
3. Data hasil perancangan digunakan sebagai bahan pengujian dalam penelitian prototipe motor BLDC tipe hub dengan daya 3 kW berdasarkan medan jalan dan beban penumpang.

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada skripsi perancangan ini terdiri dari lima bab sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini terdiri dari latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi mengenai uraian landasan teori dan literatur yang digunakan. Landasan teori dan kajian literatur yang digunakan berasal dari jurnal baik skala nasional maupun internasional, buku, skripsi, peraturan pemerintah, dan sumber lainnya. Beberapa teori yang dibahas yaitu seputar motor listrik, motor BLDC, metode yang digunakan, dan pendukung data lainnya.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan mengenai metode penelitian dan spesifikasi teknis yang digunakan pada perancangan motor BLDC tipe hub 3 kW dengan perbedaan jumlah *pole* magnet. Pada bab ini juga memuat diagram alir penelitian dan penjelasan diagram secara rinci termasuk parameter-parameter kebutuhan konsumen yang dikemas dalam spesifikasi teknis desain dan uji.

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi data-data berupa hasil perancangan motor listrik BLDC tipe hub 3 kW, perhitungan dan analisa *software*, serta nilai-nilai performa yang disesuaikan dengan kebutuhan konsumen berdasarkan rancangan perbedaan jumlah *pole* magnet.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil penelitian dan saran untuk peneliti pada penelitian selanjutnya.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V**KESIMPULAN DAN SARAN****5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan data dan analisis yang sudah dilakukan, berikut beberapa kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini, di antaranya:

1. Berdasarkan kebutuhan konsumen, dilakukan perancangan motor BLDC tipe hub 3000 Watt dengan perbedaan jumlah *pole* magnet, yaitu 40 *poles*, 48 *poles*, dan 50 *poles* hingga diperoleh spesifikasi teknis desain seperti dimensi motor dan magnet, desain stator dan rotor, jumlah lilitan, kebutuhan kawat tembaga, pemilihan material; serta spesifikasi teknis uji seperti *current density*, *flux density*, *temperature*, kecepatan, daya *ouput*, jarak tempuh dan konsumsi daya sesuai ISO:23280 Tahun 2022. Dihasilkan bahwa setiap variasi memiliki kesesuaian terhadap perancangan, yaitu memiliki *current density* di bawah 5 A/mm², *flux density* maksimal 1,9972 Tesla, dan *temperature* dibawah 120°C.
2. Berdasarkan hasil simulasi terhadap performa, khususnya pada kecepatan, daya, torsi, dan efisiensi, yang dilakukan pada simulasi *software* Ansys diperoleh bahwa pengaruh adanya variasi *pole* magnet mengakibatkan variasi 50 *poles* memperoleh daya *output* dan efisiensi tertinggi sebesar 4,66 HP dan 98,06 % pada simulasi diperoleh; serta mencapai torsi tertinggi sebesar 17,51 Nm dengan kecepatan sebesar 3102 rpm pada uji *dynotest*.



5.2. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, berikut beberapa saran yang dapat dilakukan untuk penelitian selanjutnya, yaitu

1. Desain yang telah dirancang dapat dilakukan uji performa dan kinerja tambahan, seperti torsi *cogging*, *steady current*, dan parameter lainnya sehingga memperkaya analisa.
2. Dapat dilakukan analisa sendiri terkait pengaruh proses manufaktur terhadap kinerja motor, khususnya efisiensi.
3. Desain 1 dengan variasi 40 *poles* dan desain 2 dengan variasi 48 *poles* dapat dikembangkan dengan fokus implementasi yang berbeda, seperti motor balap dikarenakan variasi 40 *poles* memperoleh kecepatan tertinggi ataupun implementasi lain yang sesuai dengan hasil performa dan karakteristik dari kedua desain tersebut.
4. Data-data yang diperoleh dapat dikaji ulang terkait validasinya dengan pelaksanaan uji kelayakan terhadap standarisasi yang berlaku agar dapat masuk ke proses produksi massal secara manufaktur lokal.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengummumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PUSTAKA

- (KOMINFO). (2019). *Pemerintah Akselerasi Pertumbuhan Industri Kendaraan Listrik dalam Negeri*. Berita Pemerintahan. <https://www.kominfo.go.id/content/detail/20953/pemerintah-akselerasi-pertumbuhan-industri-kendaraan-listrik-dalam-negeri/0/berita>
- (Mediaindonesia.com). (2022, September 28). Menhub Budi Karya Sumadi Resmi Buka IEMS 2022. *Media Indonesia*. <https://mediaindonesia.com/otomotif/526061/menhub-budi-karya-sumadi-resmi-buka-iems-2022>
- AB, E. (2023). *Slot Fill Factor*. Emetor.Com. <https://www.emetor.com/glossary/slot-fill-factor/>
- Akbar, H. (2022). *Perancangan Instalasi dan Casing pada DC Magnetron Sputtering* [Politeknik Negeri Jakarta]. <https://repository.pnj.ac.id/id/eprint/9886/>
- ANSYS. (2020). *Ansys Maxwell Getting Started - Module 01 Basics* (Module 01). <https://courses.ansys.com/index.php/courses/ansys-maxwell-getting-started/lessons/ansys-maxwell-basics-lesson-1/>
- Basuki, M., Aprilyanti, S., Azhari, & Erwin. (2020). Perancangan Ulang Alat Perontok Biji Jagung dengan Metode Quality Function Deployment. *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, 6(1), 23–30.
- Briliantino, A., Sujana, I., & Rahmahwati, R. (n.d.). *Identifikasi Kebutuhan Konsumen Terhadap Mesin Cetak Batako Press dengan Menggunakan House of Quality (HoQ)*. 30–36.
- Cahyadi, A. (2019). Optimalisasi Desain Motor Brushless DC 1 kW Untuk Mengurangi Torsi Cogging pada Kendaraan Listrik [Institut Teknologi Sepuluh Nopember]. In *Institut Teknologi Sepuluh Nopember*.
- Contò, C., & Bianchi, N. (2023). E-Bike Motor Drive: A Review of Configurations and Capabilities. *Energies*, 16(1). <https://doi.org/10.3390/en16010160>
- EBTKE, H. (2022). *Kendaraan Listrik, Aksi Nyata Wujudkan Energi Lebih Bersih*



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

dan Ramah Lingkungan. Direktorat Jenderal Energi Baru Terbarukan Dan Konversi Energi (EBTKE). <https://ebtke.esdm.go.id/post/2022/11/20/3347/kendaraan.listrik.aksi.nyata.wujudkan.energi.lebih.bersih.dan.ramah.lingkungan>

Fadhli, R. N. (2018). *Analisis Konsumsi Energi pada Sepeda Motor Listrik 3 kW*. Universitas Pancasila.

Faridhoni, R., & Fahrizal, I. D. (Universitas I. I. (2022). *Rancang Bangun Motor Brushless DC (BLDC) untuk Kendaraan Area Perkotaan* (Issue 18524066) [Universitas Islam Indonesia]. <https://dspace.uui.ac.id/bitstream/handle/123456789/40435/18524066.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Fawaid, G. (2019). Implementasi dan Pengujian Axial Flux Permanent Magnet Pada Motor BLDC 5 kW Sebagai Aplikasi Kendaraan Listrik. In *Institut Teknologi Sepuluh Nopember*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Fitriani, N. (2016). *Rancang Bangun Transfer Energi Listrik Tanpa Kabel Berbasis Teknik Resonansi Induktif Medan Elektromagnetik dengan Beban Listrik AC LED (Light Bulb 3 W, 7 W, dan 9 W)* (Vol. 2, Issue 2) [Politeknik Negeri Sriwijaya]. <http://eprints.polsri.ac.id/3331/>

Fontaras, G., Franco, V., Dilara, P., Martini, G., & Manfredi, U. (2015). Development and Review of Euro 5 Passenger Car Emission Factors Based on Experimental Results Over Various Driving Cycles. *Science of The Total Environment*, 468–469(2014), 1034–1042. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.09.043>

Giovani, I. (2022). Pemasaran Sudah Berapa Jumlah Kendaraan Listrik di RI? Ini Datanya. *IDN Times*. <https://www.idntimes.com/automotive/car/ilh-1665114296-ogx/pemasaran-sudah-berapa-jumlah-kendaraan-listrik-di-ri-ini-datanya>

Guo, L., & Wang, H. (2021). Research on stator slot and rotor *pole* combination and *pole* arc coefficient in a surface-mounted permanent magnet machine by the finite element method. *World Electric Vehicle Journal*, 12(1), 1–15. <https://doi.org/10.3390/wevj12010026>



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Hanselman, D. D. (2006). Brushless Permanent Magnet Motor Design Second Edition. In *Clinical Research* (2nd ed., Vol. 26, Issue 3). Magna Physics Publishing.
- Hasbillah, R. (Universitas I. I., & Waskitho, R. B. (Universitas I. I. (2021). *EM-PUS: Elektrik Motor Kampus Sebagai Rancang Bangun Kendaraan Listrik di Wilayah Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia* (Issue 18524079). Universitas Islam Indonesia.
- Heryana, G., Adhitya, M., Sumarsono, D. A., Nazaruddin, Siregar, R., Prasetya, S., & Aprianto, B. D. (2021). Designing an Electric Motor with 200 kW of Power for The Needs of Large Electric Vehicles. *AIP Conference Proceedings*, 070002(September).
<https://doi.org/https://doi.org/10.1063/5.0066917>
- Insani, I., & Nugroho, G. (2020). Perancangan Motor Listrik BLDC Tipe Hub 1000W untuk Penggerak Sepeda Motor. *Seminar Nasional Informatika*, 1(1).
- Irasari, P., & Idayanti, N. (2009). Aplikasi Magnet Permanen BaFeO dan NdFeB pada Generator Magnet Permanen Kecepatan Rendah Skala Kecil. *Jurnal Sains Materi Indonesia*, 11(1), 38–41.
- Kahar, M. I., Othman, R. N. F. K. R., Khamis, A., Abdullah, N., Shukor, F. A. A., & Tat, L. S. (2022). Effect of Slot-Pole Numbers on the Performance of a BLDC Motor for Agro-EV Application. *ECTI Transactions on Electrical Engineering, Electronics, and Communications*, 20(1), 51–61.
<https://doi.org/10.37936/ecti-eec.2022201.246104>
- Khaufanulloh, R. H., Kosjoko, & Irawan, A. (2016). Karakteristik Performa Motor Bensin PGMFI (Progammed Fuel Injection) Silinder Tunggal 110cc dengan Variasi Mapping Pengapian terhadap Emisi Gas Buang. *Jurnal Kajian Ilmiah Dan Teknologi Teknik Mesin*, 01(August 2016), 43–50.
<https://doi.org/10.32528/jp.v1i1.191>
- Kurniawan, R. (2023, July 24). Suhu Panas Bisa Buat Jangkauan Kendaraan Listrik Berkurang. *Kompas.Com*.
<https://otomotif.kompas.com/read/2023/07/24/092200515/suhu-panas-bisa-buat-jangkauan-kendaraan-listrik-berkurang>



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Libert, F., & Soulard, J. (2004). Investigation on *Pole-Slot* Combinations for Permanent-Magnet Machines with Concentrated Windings. *International Conference on Electrical Machines, January 2004*, 5–8. http://www.ee.kth.se/php/modules/publications/reports/2004/IR-EE-EME_2004_005.pdf
- Mukherjee, P., & Sengupta, M. (2014). Design , Analysis and Fabrication of a Brush-less DC Motor. *International Conference on Power Electronics, Drives, Dan Energy System (PEDES), February 2020*. <https://doi.org/10.1109/PEDES.2014.7042056>
- Neodymium Magnets.* (n.d.). IQS Directory. <https://www.iqsdirectory.com/articles/magnet/neodymium-magnet.html>
- Pamungkas, R. C. (2018). *Studi Sistem Eksitasi pada Generator Sinkron Pembangkit Listrik Tenaga Uap Unit 3 dan 4 di PJB UP Gresik* [Universitas Muhammadiyah Yogyakarta].
- Pratama, R. M. (2013). Pengujian Performansi Mesin Sepeda Motor Kawasaki Ninja KR 150 L Hasil Modifikasi [Universitas Pasundan]. In *Universitas Pasundan*. <http://repository.unpas.ac.id/28882/>
- Ramesh, M. V., Rao, G. S., Amarnath, J., Kamakshaiah, S., & Jawaharlal, B. (2011). Speed Torque Characteristics of Brushless DC Motor in Either Direction on Load Using ARM Controller. *Journal of Energy Technologies and Policy*, 2(1), 217–222. <https://doi.org/10.1109/ISET-India.2011.6145385>
- Rasim, D. A. (2018). *Mengenal Medan Magnet*. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. [https://repositori.kemdikbud.go.id/24193/1/Modul 2 Mengenal Medan Magnet.pdf](https://repositori.kemdikbud.go.id/24193/1/Modul%20Mengenal%20Medan%20Magnet.pdf)
- Rasyidwanto, G. E. (2018). *Analisis Pengaruh Variasi Air Gap , Jumlah Magnet , dan Geometri Terhadap Torsi Magnetic Gear Tipe Bevel 90 Derajat* [Institut Teknologi Sepuluh Nopember]. https://repository.its.ac.id/55658/1/02111645000034-Undergraduate_Theses.pdf
- S.E, I. (2020). *Top Speed Vario 110 Karbu, Biasanya Sih Segini!!!* Satupiston.Com. <https://www.satupiston.com/2020/12/top-speed-vario-110>



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

karbu.html

Sastiko, B. A. (2020). *Rancang Bangun Motor Three-Phase Brushless Direct Current Tipe Axial Flux Konstruksi Rotor Ganda Magnet Permanen* [Universitas Jember].

[https://repository.unej.ac.id/bitstream/handle/123456789/101932/Bagas Abib Sastiko - 161910201013 b.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.unej.ac.id/bitstream/handle/123456789/101932/Bagas%20Abib%20Sastiko%20-%20161910201013%20b.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Švec, M., Vodičková, V., Hanus, P., Prokopčáková, P. P., Čamek, L., & Moravec, J. (2021). Effect of Higher Silicon Content and Heat Treatment on Structure Evolution and High-Temperature Behaviour of Fe-28Al-15Si-2Mo Alloy. *Materials*, 14(11). <https://doi.org/10.3390/ma14113031>

Taqwa, Y. (2023, May). Akselerasi Membangun Ekosistem Kendaraan Listrik. *PelakuBisnis.Com*. <https://pelakubisnis.com/2023/05/akselerasi-membangun-ekosistem-kendaraan-listrik/>

Yang, C. (n.d.). *Hard Ferrite Magnets (Ceramic Magnets)*. Technologies GmbH & Co.KG. <http://www.ferritemagnets.de/>

Yedamale, P. (Microchip T. I. . (2003). *Brushless DC (BLDC) Motor Fundamentals*. Microchip AN885. <http://ww1.microchip.com/downloads/en/AppNotes/00885a.pdf>

Yulianto, K. (2021). *Desain dan Perancangan Motor Sinkron Permanen Magnet Kapasitas 5 kW Sebagai Penggerak pada Sepeda Motor Listrik*. Universitas Indonesia.

Zainal Ibad, M., Nabilla Antiqasari, S., Hudalah, D., & Dirgahayani, P. (2022). Transisi Energi Terbarukan di Indonesia: Dinamika Kendaraan Listrik dengan Pendekatan Self-organization di Kota Jakarta. *Jurnal Teoretis Dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil*, 29(2), 161–170. <https://doi.org/10.5614/jts.2022.29.2.7>

Zainuri, F., Tullah, M. H., Nuriskasari, I., Subarkah, R., Widiyatmoko, W., Prasetya, S., Susanto, I., Belyamin, B., & Abdillah, A. A. (2022). Performa Kendaraan Konversi Listrik melalui Pengujian *Dynotest*. *Jurnal Mekanik Terapan*, 3(2), 44–49. <https://doi.org/10.32722/jmt.v3i2.4621>



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan Spesifikasi Teknis Desain dan Uji

Kebutuhan Arus ($V = 60 \text{ volt}$; $\eta = 0,95$; $P = 3000 \text{ Watt}$)

$$S \approx P$$

$$S = \sqrt{3} \times V \times I \times \eta$$

$$P \approx \sqrt{3} \times V \times I \times \eta$$

$$3000 \approx \sqrt{3} \times 60 \times I \times 0,95$$

$$I \approx \frac{3000}{\sqrt{3} \times 60 \times 0,95}$$

$$I \approx 30,38686 \text{ A}$$

Luar penampang & diameter tembaga

KHA Tembaga Enamel = 5 A/mm^2

$$A = \frac{I}{\text{KHA}} = \frac{30,38686}{5} = 6,0773 \text{ mm}^2$$

$$A = \pi r^2$$

$$6,0773 = \pi r^2$$

$$r = 1,3908 \text{ mm} \rightarrow d = 2,7817 \text{ mm}$$

Ø 0,75 mm

$$A = \pi r^2$$

$$A = \pi (0,75)^2$$

$$A = 0,44178 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jumlah kawat (n)} = \frac{6,0773}{0,44178} = 13,75 \text{ kawat}$$

$$\text{Jumlah kawat (n)} = \frac{13,75}{\text{WF}} = \frac{13,75}{0,945} \times 3\% \text{ (safety factor)}$$

$$\approx 15 \text{ kawat (per satu lilitan)}$$



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Jarak Tempuh ($r_{\text{ban}} = 0,1778 \text{ m}$; $\bar{v} = 54,3 \text{ km/jam}$)

dear ratio hub (N) = 1

$$\begin{aligned}\omega_m &= \frac{N \bar{v}}{r} \\ &= \frac{1 (54,3)}{0,1778} \\ &= 305,399 \text{ km/jam} \\ &= 84,8331 \text{ rad/s} //\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jarak tempuh (D)} &= \frac{\int_0^t r \cdot N \omega_m(t) dt}{1000} \\ (\text{waktu} = 20 \text{ dekk}) & \\ &= \frac{\int_0^{20} 0,1778 \cdot 1 \cdot 84,8331 dt}{1000} \\ &= \frac{0,1778 (84,8331) t}{1000} \Bigg|_0^{20} \\ &= \frac{15,0833 t}{1000} \Bigg|_0^{20} \\ &= 0,301666 - 0 \\ &= 0,301666 \text{ km} / 20 \text{ sekon} // \\ &= 301,6 \text{ m} / 20 \text{ sekon} //\end{aligned}$$

Konsumsi daya ($P = 3000 \text{ Watt}$; $V = 60 \text{ Volt}$; $t = 20 \text{ dekk}$)

$$\begin{aligned}\text{Konsumsi daya (E)} &= \frac{\int_0^t V(t) I(t) dt}{3600} \\ &= \frac{\int_0^{20} 60 \left(\frac{3000}{60} \right) dt}{3600} \\ &= \frac{3000 t}{3600} \Bigg|_0^{20} \\ &= 16,67 - 0 \\ &= 16,67 \text{ Wh} //\end{aligned}$$

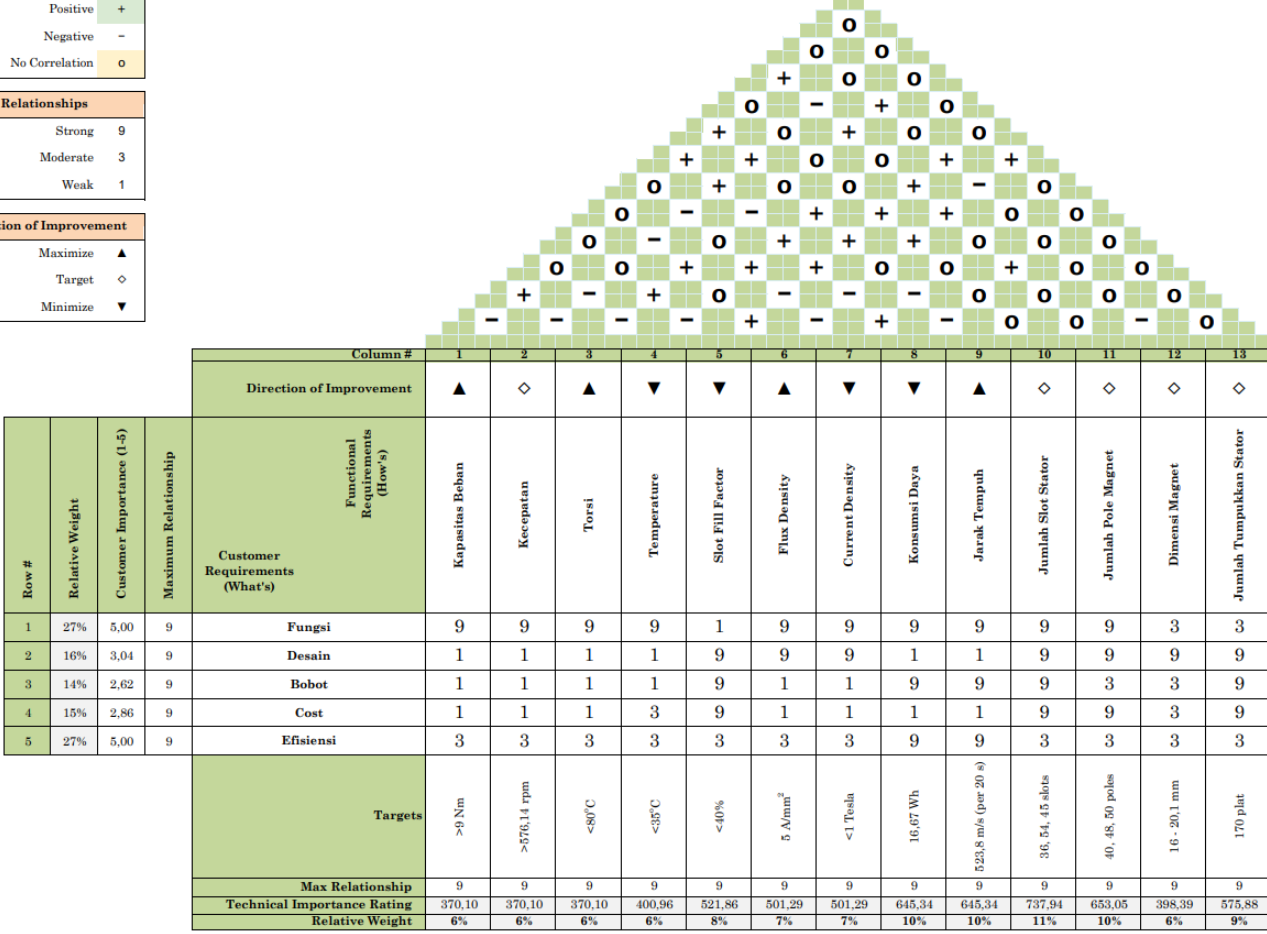


Lampiran 2. House of Quality

Correlations	
Positive	+
Negative	-
No Correlation	o

Relationships	
Strong	9
Moderate	3
Weak	1

Direction of Improvement	
Maximize	▲
Target	◇
Minimize	▼



NEGERI
JAKARTA

- Hak Cipta :**
- Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan
 - Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 - Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Lampiran 3. Perhitungan Hasil Rancangan terhadap Spesifikasi Teknis Uji

Daya output rata-rata (nilai torsi (T) dan rpm dari simulasi)

$$P = \frac{T \times \text{rpm}}{9,5488}$$

$$\begin{aligned} \rightarrow \text{Desain 1 (40 poles)} &\Rightarrow P = \frac{19,3458 (1726,744)}{9,5488} \\ &= 3498,3709 \text{ Watt} \\ &= \frac{3498,3709}{745,7} \\ &= 4,69 \text{ HP} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rightarrow \text{Desain 2 (48 poles)} &\Rightarrow P = \frac{32,5533 (1010,3995)}{9,5488} \\ &= 3444,6093 \text{ Watt} \\ &= \frac{3444,6093}{745,7} \\ &= 4,62 \text{ HP} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rightarrow \text{Desain 3 (50 poles)} &\Rightarrow P = \frac{26,3268 (1259,641)}{9,5488} \\ &= 3472,9302 \text{ Watt} \\ &= \frac{3472,9302}{745,7} \\ &= 4,66 \text{ HP} \end{aligned}$$

Daya input (daya rata-rata yang terpakai untuk mencapai daya output rata-rata)

$$\eta = \frac{\text{input power}}{\text{output power}} \times 100\%$$

$$\eta_{\text{desain1}} = 97,64\%$$

$$\eta_{\text{desain2}} = 97,31\%$$

$$\eta_{\text{desain3}} = 98,06\%$$

$$\rightarrow \text{Desain 1} \rightarrow \text{input power} = 0,9764 \times 2,5875 = 2,5265 \text{ kW}$$

$$\rightarrow \text{Desain 2} \rightarrow \text{input power} = 0,9731 \times 3,4451 = 3,3524 \text{ kW}$$

$$\rightarrow \text{Desain 3} \rightarrow \text{input power} = 0,9806 \times 3,4749 = 3,4074 \text{ kW}$$

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Jarak Tempuh (spesifikasi teknis: 0,30166 km per 20 sekon)

$$\text{km/h} = d \times \text{rpm} \times 0,001885$$

$$\rightarrow \text{Desain 1 (40 poles)} \Rightarrow 50,28 \times 1726,744995 \times 0,001885 \\ = 163,6571 \text{ km/h} //$$

$$\rightarrow \text{Desain 2 (48 poles)} \Rightarrow 50,28 \times 1010,999503 \times 0,001885 \\ = 95,7634 \text{ km/h} //$$

$$\rightarrow \text{Desain 3 (50 poles)} \Rightarrow 50,28 \times 1259,641069 \times 0,001885 \\ = 119,386 \text{ km/h} //$$

>> Jarak tempuh selama 20 detik

$$\rightarrow \text{Desain 1 (40 poles)} = \frac{163,6571}{\frac{3600}{20}} = 0,9092 \text{ km per 20 sekon} //$$

$$\rightarrow \text{Desain 2 (48 poles)} = \frac{95,7634}{\frac{3600}{20}} = 0,532 \text{ km per 20 sekon} //$$

$$\rightarrow \text{Desain 3 (50 poles)} = \frac{119,386}{\frac{3600}{20}} = 0,6632 \text{ km per 20 sekon} //$$

Waktu Penggunaan Baterai (60 Volt : 23,4 Ah)

$$S = 60 \text{ V} \times 23,4 \text{ Ah}$$

$$= 1,404 \text{ kVAh} = 1,404 \text{ kWh}$$

$$\rightarrow \text{Desain 1 (40 poles)} = \frac{1,404}{\text{input power}} = \frac{1,404}{3,4157} = 0,41104 \text{ jam} = 24,6626 \text{ menit} //$$

$$\rightarrow \text{Desain 2 (48 poles)} = \frac{1,404}{\text{input power}} = \frac{1,404}{3,3524} = 0,4188 \text{ jam} = 25,1283 \text{ menit} //$$

$$\rightarrow \text{Desain 3 (50 poles)} = \frac{1,404}{\text{input power}} = \frac{1,404}{3,4074} = 0,41204 \text{ jam} = 24,7227 \text{ menit} //$$

Jarak Tempuh Maksimal terhadap Kapasitas Baterai

$$\rightarrow \text{Desain 1 (40 poles)} = \frac{163,6571}{60} \times 24,6626 = 67,2701 \text{ km} //$$

$$\rightarrow \text{Desain 2 (48 poles)} = \frac{95,7634}{60} \times 25,1283 = 40,1062 \text{ km} //$$

$$\rightarrow \text{Desain 3 (50 poles)} = \frac{119,386}{60} \times 24,7227 = 49,1924 \text{ km} //$$



Lampiran 4. Tabel Perhitungan Hasil

Parameter	Desain 1	Desain 2	Desain 3	Nilai Kepentingan	Desain 1	Desain 2	Desain 3
	40p	48p	50p		40p	48p	50p
luas slot area	2	1	3	3,45	6,9	3,45	10,35
slot fill factor	3	1	2	3,33	9,99	3,33	6,66
average <i>input</i> current	2	1	3	5	10	5	15
wire diameter	3	3	3	3,1	9,3	9,3	9,3
height of magnet	3	3	3	3,1	9,3	9,3	9,3
thickness of magnet	3	3	3	3,1	9,3	9,3	9,3
width of magnet	3	2	1	3,45	10,35	6,9	3,45
current density	3	2	1	4,95	14,85	9,9	4,95
flux density	3	2	1	5	15	10	5
<i>output</i> power	2	1	3	5	10	5	15
<i>input</i> power	1	3	2	5	5	15	10
efisiensi	2	1	3	4,95	9,9	4,95	14,85
rated speed	2	1	3	4,95	9,9	4,95	14,85
rated torque	1	3	2	5	5	15	10
torsi	1	3	2	4,95	4,95	14,85	9,9
temperature	1	2	3	5	5	10	15
dyno daya <i>output</i>	2	3	1	5	10	15	5
dyno torsi	1	2	3	4,95	4,95	9,9	14,85
dyno kecepatan	2	1	3	4,95	9,9	4,95	14,85
	40	38	45	TOTAL	169,59	166,08	197,61

Kriteria Seleksi	Desain 1	Desain 2	Desain 3	Bobot	Desain 1	Desain 2	Desain 3
	40p	48p	50p		40p	48p	50p
Fungsi	14	16	18	27%	2,92	3,33	3,75
Kemudahan Manufaktur	5	3	4	16%	4,17	2,50	3,33
Bobot	3	1	2	14%	5,00	1,67	3,33
<i>Cost</i>	9	8	8	15%	5,00	4,44	4,44
Efisiensi	9	10	12	27%	3,00	3,33	4,00

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 5. Dokumentasi



Forum Group Discussion



Uji Dynotest

Lampiran 6. Gambar Kerja Desain Terbaik Motor BLDC Tipe Hub 3 kW

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

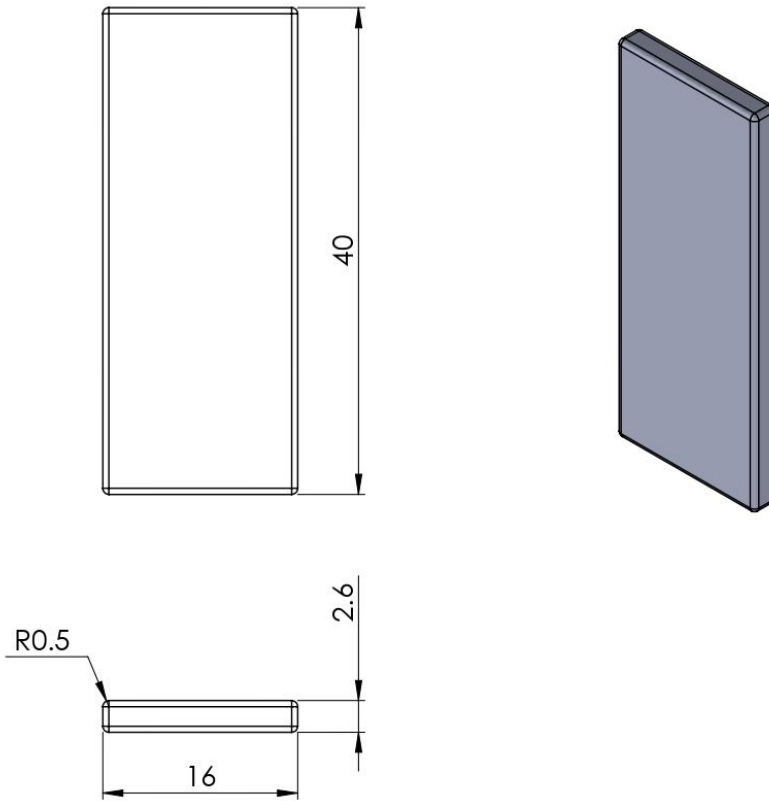


Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

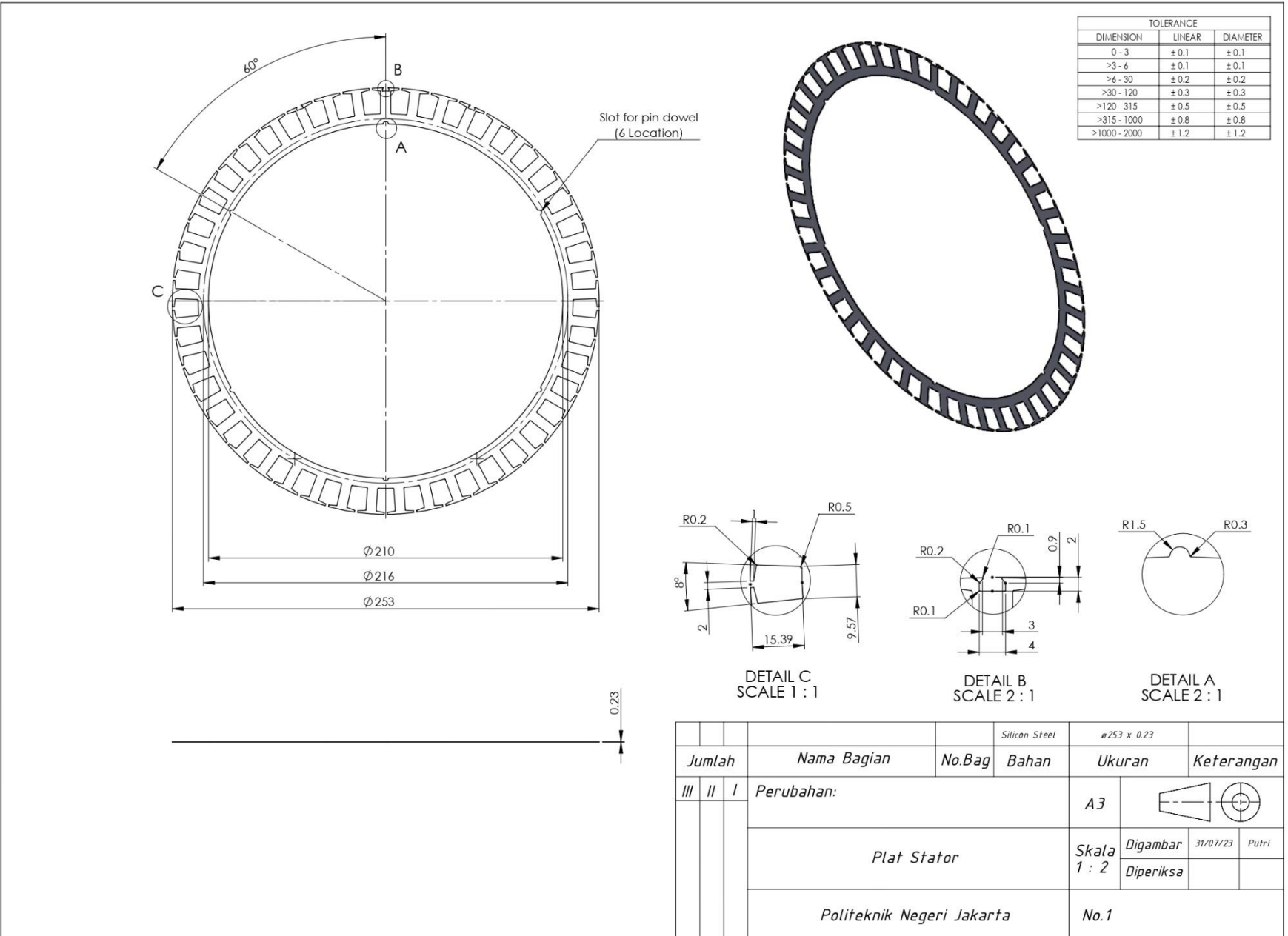
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

TOLERANCE		
DIMENSION	LINEAR	DIAMETER
0 - 3	± 0.1	± 0.1
>3 - 6	± 0.1	± 0.1
>6 - 30	± 0.2	± 0.2
>30 - 120	± 0.3	± 0.3
>120 - 315	± 0.5	± 0.5
>315 - 1000	± 0.8	± 0.8
>1000 - 2000	± 1.2	± 1.2



Jumlah	Nama Bagian	No.Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan
III	Perubahan:		Neodymium	40 x 16 x 2.6	
II	Magnet			A4	
I				Skala 1 : 5	Digambar 31/07/23 Putri Diperiksa
					Politeknik Negeri Jakarta No.1

TOLERANCE		
DIMENSION	LINEAR	DIAMETER
0 - 3	± 0.1	± 0.1
>3 - 6	± 0.1	± 0.1
>6 - 30	± 0.2	± 0.2
>30 - 120	± 0.3	± 0.3
>120 - 315	± 0.5	± 0.5
>315 - 1000	± 0.8	± 0.8
>1000 - 2000	± 1.2	± 1.2



Jumlah	Nama Bagian	No.Bag	Bahan	Ukuran	Keeterangan
III	Perubahan:		Silicon Steel	Ø253 x 0.23	
II	Plat Stator			Skala 1 : 2	Digambar 31/07/23 Putri Diperiksa
I	Politeknik Negeri Jakarta			No.1	

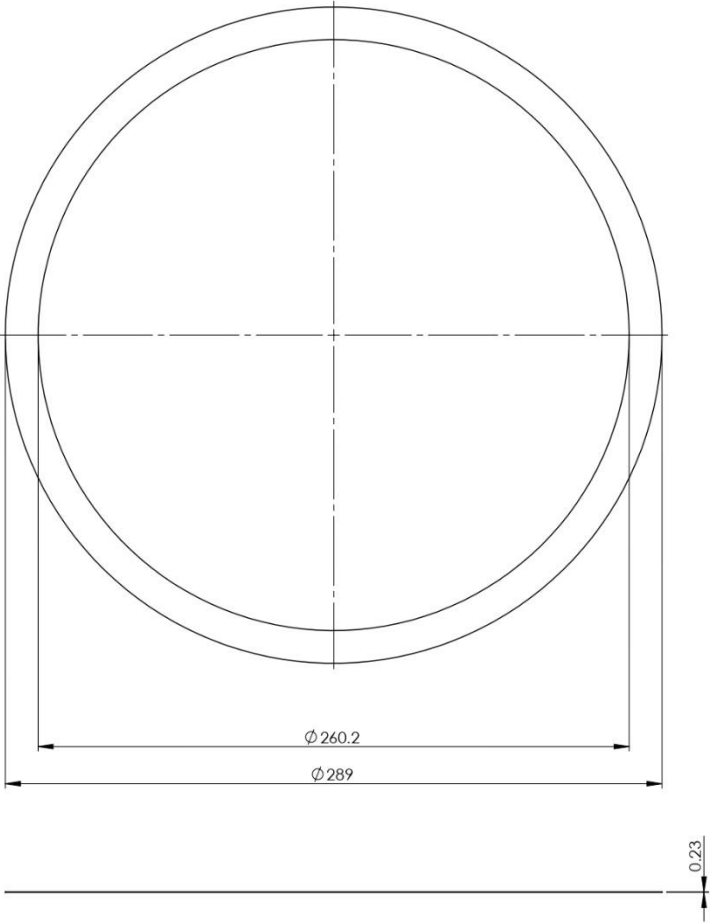
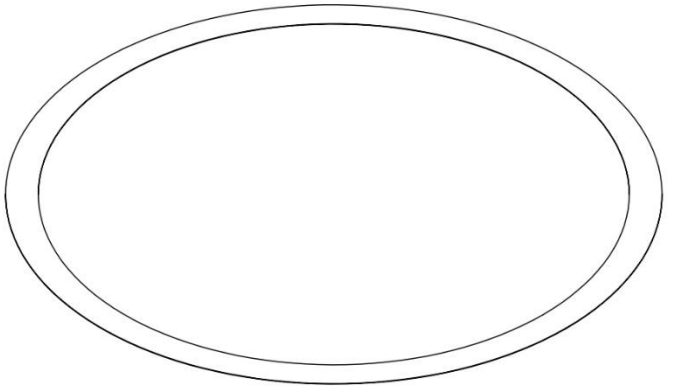
© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



TOLERANCE		
DIMENSION	LINEAR	DIAMETER
0 - 3	± 0.1	± 0.1
>3 - 6	± 0.1	± 0.1
>6 - 30	± 0.2	± 0.2
>30 - 120	± 0.3	± 0.3
>120 - 315	± 0.5	± 0.5
>315 - 1000	± 0.8	± 0.8
>1000 - 2000	± 1.2	± 1.2



			Silicon Steel	#289 x 0.23	
Jumlah	Nama Bagian	No.Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan
III	Perubahan:			A3	
	Plat Rotor			Skala 1 : 2	Digambar 31/07/23 Putri Diperiksa
	Politeknik Negeri Jakarta			No.1	

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

