

**Menentukan Kapasitas Motor BLDC (*Brushless DC*) Sebagai
Penggerak Mobil Listrik**



SKRIPSI

Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya.

Oleh :

RAKA PANGESTU

03041381320045

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2018

LEMBAR PENGESAHAN

**Menentukan Kapasitas Motor BLDC (*Brushless DC*) Sebagai
Penggerak Mobil Listrik**



SKRIPSI

**Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**

Oleh :

RAKA PANGESTU

(03041381320045)

Palembang, Januari 2018

Menyetujui,

Pembimbing Utama

Ir. Sri Agustina, M.T.

NIP: 196108181990032003

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro

Muhammad Abu Bakar Siliik, S.T., M.Eng., Ph.D.

NIP : 197108141999031005

ABSTRAK

Menentukan Kapasitas Motor *BLDC (Brushless DC)* Sebagai Penggerak Mobil Listrik

(Raka Pangestu, 03041381320045, 2017)

Perkembangan dunia otomotif menyebabkan peningkatan kebutuhan bahan bakar minyak yang dipakai sebagai bahan bakar kendaraan. Jika dibiarkan terus menerus maka sumber daya alam tersebut akan habis. Maka tidak ada salahnya kalau mulai beralih dan mulai mengembangkan mobil listrik. Pada tugas akhir ini, penulis menentukan besarnya kapasitas motor *BLDC* yang akan digunakan sebagai penggerak mobil listrik. Kebutuhan daya listrik yang diserap oleh motor saat beroperasinya kendaraan berbanding lurus terhadap beban yang diberikan pada mobil. Berdasarkan pengujian, beban maksimum 157kg dengan kecepatan rata-rata 2,7m/s atau setara dengan 9,72km/jam memerlukan daya sebesar 94.583Watt pada bidang horizontal atau sebesar 13.51 % dari kapasitas. Adapun pada bidang kemiringan 10 derajat, motor hanya mampu bekerja dengan beban maksimum 127kg, karena pada beban ini penggunaan daya mencapai 86,95% dari kapasitas maksimum motor. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, maka dapat ditentukan jenis motor yang digunakan pada mobil pembersih ini, berdasarkan pertimbangan kebutuhan daya yang dibutuhkan. Motor *BLDC* yang digunakan adalah menggunakan 2 buah Motor *BLDC* dengan spesifikasi yang sama. Motor *BLDC* yang digunakan dalam penelitian ini memiliki spesifikasi daya sebesar 350 Watt, arus sebesar 10 Ampere dan tegangan sebesar 36 Volt serta memiliki rpm sebesar 10 Rpm/V.

Kata Kunci : Motor *BLDC*, Motor Listrik, Kapasitas Motor, Mobil Listrik

ABSTRACT

Menentukan Kapasitas Motor *BLDC* (*Brushless DC*) Sebagai Penggerak Mobil Listrik

(Raka Pangestu, 03041381320045, 2017)

Development of otomotif industry cause high demand of fossil fuel. In the long run, human will run out of the fossil fuel because it is natural resources that need a long time to formed. It is better to search for another alternative as a fuel, in example electric car. In this research, will be determined the value of BLDC motor's capacity that will be used as a mover in electric car. Electrical power that absorbed by the vehicle is equal to the load that given by the car. The greater the load, than electrical power that needed by the car will be increasing too. Based on test, maximum load is 157 kg with average velocity 2.7 m/s or equal to 9.72 km/hour, need power 94,583 Watt on horizontal plane, or 13.51% from capacity. While for 10° plane, motor's ability to work is 127 kg maximum load, because at this load, power usage reach 86.95% from motor's maximum capacity. Based on test result, kind of motor that used in this car based on power requirements, can be obtained. Two BLDC motor with same specification that are used in this research, has power 350 Watt, current 10 Ampere, voltage 36 Volt, and rpm 10 rpm/V.

Keyword : *BLDC motor, Electric Motor, Motor Capacity, Electric Vehicle*

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro




Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP : 197108141999031005

Palembang, Januari 2018

Menyetujui,

Pembimbing Utama



Ir. Sri Agustina, M.T.
NIP: 196108181990032003

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT serta salam dan shalawat agar tercurah kepada Nabi Muhammad SAW, keluarga dan para sahabat. Berkat rahmat dan ridho Allah SWT, penulis dapat membuat skripsi ini yang berjudul “Menentukan Kapasitas Motor BLDC (*Brushless DC*) Untuk Penggerak Mobil Listrik”.

Pembuatan skripsi ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak M. Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro
2. Bapak Dr. H. Iwan Pahendra Anto Saputra, S.T., M.T. selaku Sekretaris Ketua Jurusan Teknik Elektro
3. Ibu Ir. Sri Agustina, M.T. selaku Pembimbing tugas akhir
4. Ibu Hermawati, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik
5. Segenap Dosen Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu selama perkuliahan
6. Orang tua dan keluarga yang telah memberikan dukungan sepenuhnya selama pembuatan skripsi
7. Teman-teman angkatan 2013 yang selalu memberikan dukungan

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih belum sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan. Semoga uraian ini dapat bermanfaat untuk kita semua.

Palembang, Desember 2017

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
 BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	I-1
1.2. Tujuan Penulisan	I-1
1.3. Rumusan Masalah	I-2
1.4. Batasan Masalah.....	I-2
1.5. Metode Penulisan	I-2
1.6. Sistematika Penulisan	I-3
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Motor BLDC (<i>Brushless DC Motor</i>).....	II-1
2.1.1. Cara Kerja Motor BLDC	II-2
2.1.2. Pengendalian Motor BLDC	II-3

2.2. Motor Arus Searah (DC Motor)	II-7
2.2.1. Motor DC Jenis Shunt	II-8
2.2.2. Motor DC Jenis Compound	II-8
2.2.3. Motor DC Magnet Permanen	II-9
2.2.4. Motor DC Jenis Seri	II-9
2.3. Konstruksi Motor DC.....	II-10
2.3.1. Stator Motor DC.....	II-10
2.3.2. Rotor Motor DC	II-11
2.3.3. Komutator	II-11
2.3.4. Sikat	II-12
2.4. Prinsip Kerja Motor DC.....	II-13
2.5. Pengaturan Kecepatan Putar Motor DC	II-13
2.6. Torsi Motor Listrik.....	II-14
2.7. Daya Pada Mobil Listrik	II-15
2.7.1. Gaya Tarikan (<i>Tractive Effort</i>)	II-15

BAB III METODELOGI PENELITIAN

3.1. Metodologi Penelitian.....	III-1
3.2. <i>Flowchart</i>	III-2
3.3. Tabel Waktu Penelitian	III-3
3.4. Rangkaian Pengukuran Arus Dan tegangan Motor BLDC	III-3
3.5. Tabel Matrik Penelitian	III-4

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1. Data Pengukuran	IV-1
4.2. Analisa Data	IV-1
4.2.1. Menghitung Gaya yang Bekerja pada Mobil	IV-2
4.2.1.1. Menghitung Gaya yang Bekerja pada Kemiringan 0°	IV-2
4.2.1.2. Menghitung Gaya yang Bekerja pada Kemiringan 10°	IV-7
4.2.2. Hasil Pengujian Motor Listrik BLDC	IV-9
4.2.2.1. Hasil Pengujian Motor BLDC Pada Bidang Horizontal	IV-10
4.2.2.2. Hasil Pengujian Motor BLDC Pada Kemiringan 10°	IV-11
4.3. Tabel Matrik penelitian.....	IV-12
4.4. Analisa	IV-14
4.5. Penentuan Spesifikasi Motor <i>BLDC</i>	IV-15

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan	V-1
5.2. Saran	V-1

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 2.1. Medan Magnet Putar Stator dan Perputaran Rotor	II-2
Gambar 2.2. Gelombang Tegangan Pada Stator Motor BLDC	II-3
Gambar 2.3. Algoritma PWM Six-Step	II-4
Gambar 2.4. Algoritma PWM Six-Step 3 Fasa.....	II-5
Gambar 2.5. Implementasi Algoritma Six-Step.....	II-5
Gambar 2.6. Proses Terjadinya Sinyal PWM Sinusoidal.....	II-6
Gambar 2.7. Implementasi PWM Sinusoidal	II-6
Gambar 2.8. Motor DC.....	II-7
Gambar 2.9. Rangkaian Motor Shunt.....	II-8
Gambar 2.10. Rangkaian Motor <i>Compound</i> Panjang.....	II-8
Gambar 2.11. Rangkaian Motor <i>Compound</i> Pendek.....	II-9
Gambar 2.12. Rangkaian Motor Seri.....	II-10
Gambar 2.13. Konstruksi Motor DC.....	II-10
Gambar 2.14. Konstruksi Stator Motor DC.....	II-10
Gambar 2.15. Konstruksi Rotor Motor DC	II-11
Gambar 2.16. Komutator	II-12
Gambar 2.17. Sikat.....	II-12
Gambar 2.18. Hubungan Antara Torsi dan Kecepatan.....	II-15
Gambar 2.19. Gaya Yang Bekerja pada Mobil Ketika Melalui Bidang Miring	II-16
Gambar 2.20. Tabel Koefisien Rolling Resistance	II-17

Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian.....	III-2
Gambar 3.2. Rangkaian Pengukuran Arus dan Tegangan.....	III-3
Gambar 4.1. Motor Yang Digunakan Pada Penelitian	III-15

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 3.1. Tabel Waktu Penelitian.....	III-3
Tabel 3.2. Tabel Matrik Penelitian Daya yang Dibutuhkan Motor	III-4
Tabel 3.3. Menghitung Daya Yang Dibutuhkan Motor Pada Bidang Horizontal (0°)	III-5
Tabel 3.4. Menghitung Daya Yang dibutuhkan Motor Pada Sudut Kemiringan 10°	III-5
Tabel 4.1. Tegangan dan Arus Terukur Motor pada Bidang Horizontal (0°) ...	IV-10
Tabel 4.2. Tegangan dan Arus Terukur Motor pada Sudut Kemiringan 10°	IV-11
Tabel 4.3. Daya yang Dibutuhkan Motor Pada Bidang Horizontal	IV-12
Tabel 4.4. Daya yang Dibutuhkan Motor Pada Sudut Kemiringan 10°	IV-13

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkembangan dunia otomotif menyebabkan peningkatan kebutuhan bahan bakar minyak yang dipakai sebagai bahan bakar kendaraan. Jika dibiarkan terus menerus maka sumber daya alam tersebut akan habis. Maka tidak ada salahnya kalau kita mulai beralih dan mulai mengembangkan mobil listrik dan mobil hybrid.

Mobil listrik cukup efektif dan juga tidak menimbulkan polusi udara, selain itu konstruksi mesinnya lebih sederhana dibandingkan dengan mobil konvensional pada umumnya. Mesin penggerak yang digunakan mobil listrik ini adalah motor dc, pengaturan kecepatan motor dc yang lebih sederhana dibandingkan dengan motor ac menjadi salah satu pertimbangan dalam penggunaan motor dc sebagai penggerak mobil listrik kali ini. Sumber energi utama pada mobil listrik ini berasal dari baterai sebagai sumber listrik utama. Motor dc adalah motor listrik yang memerlukan suplai tegangan arus searah pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi gerak mekanik.

1.2. Tujuan Penulisan

Adapun tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah:

1. Menentukan jenis motor yang tepat untuk digunakan pada mobil listrik.
2. Menghitung kapasitas motor yang diperlukan.



1.3. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan di atas maka dapat dirumuskan beberapa masalah sebagai berikut :

1. Jenis motor apa yang tepat digunakan untuk mobil listrik ?
2. Bagaimana cara menghitung kapasitas motor yang diperlukan ?

1.4. Batasan Masalah

Agar permasalahan tidak meluas maka dalam tugas akhir ini permasalahan yang akan dibahas hanyalah permasalahan motor BLDC.

1.5. Metode Penulisan

Metode yang digunakan untuk mendapatkan data dan informasi pendukung dalam penulisan Proposal Tugas Akhir ini antara lain adalah :

1. Studi Literatur

Metode ini dilakukan dengan pencarian data dan spesifikasi motor dc pada jurnal – jurnal yang bersangkutan, mempelajari spesifikasi baterai yang akan digunakan dan mempelajari jenis baterai yang akan digunakan.

2. Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data ini dilakukan dengan cara mencari atau membaca materi-materi mengenai spesifikasi dari motor dc yang akan digunakan.



3. Analisa Dan Evaluasi

Mengolah data yang telah didapatkan dari hasil penelitian dan melakukan perhitungan secara matematis lalu dianalisa sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan.

1.6. Sistematika Penulisan

Dalam memudahkan penyusunan proposal tugas akhir ini disusun dengan sistematika penulisan ssebagai berikut :

BAB I : Pendahuluan, dalam bab ini berisi latar belakang, tujuan penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, metode penulisan dan sistematika penulisan.

BAB II : Tinjauan Pustaka, dalam bab ini menjelaskan tentang definisi dari motor dc, jenis-jenis motor dc, spesifikasi motor dc dan teori penunjang lainnya.

BAB III : Metodologi Penelitian, dalam bab ini menjelaskan tentang metode-metode dan diagram alir proses penelitian.

BAB IV : Analisa dan Pembahasan, dalam bab ini menjelaskan tentang hasil penelitian yang telah dilakukan.

BAB V : Kesimpulan dan Saran, dalam bab ini menjelaskan kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan dan saran untuk pembaca.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dharmawan, Abe. 2009. Skripsi: *Pengendalian Motor Brushless DC Dengan Metode PWM Sinusoidal Menggunakan Atmega 16*. Depok: Teknik Elektro, FT Universitas Indonesia.
- [2] Margana. 2013. Skripsi: *Kajian Motor Arus Searah Tanpa Sikat 1600 W 48 V Sebagai Penggerak Mobil Listrik*. Semarang: Politeknik Negeri Semarang.
- [3] Nugroho, Nalaprana. 2014. Skripsi: *Analisa Motor DC (Direct Current) Sebagai Penggerak Mobil Listrik*. Palembang: Jurusan Teknik Elektro FT Universitas Sriwijaya.
- [4] Wedhanto, Sonny. 2009. *Alat Berat dan Pemindahan Tanah Mekanis*. Malang: Jurusan Teknik Sipil FT Universitas Malang.
- [5] Wijayanto, Hadi. 2008. Skripsi: *Prototipe Sistem Penggerak Mobil Listrik Dengan Menggunakan Motor DC Seri Stator Mobil*. Depok: Universitas Indonesia.
- [6] Zumain, M Andri. 2009. Skripsi: *Prototipe Mobil Listrik Dengan Menggunakan Motor DC Magnet Permanen 0,37 HP*. Depok : Teknik Elektro, FT Universitas Indonesia.
- [7] Hakim, Nur. 2016. *Penerapan Motor Brushless DC (BLDC Motor) Pada Hardisk atau Penggerak Disket*.
<http://coretannurhakim.blogspot.co.id/2016/06/penerapan-motor-brushless-dc-blcd-motor.html>. Diakses pada tanggal 12 Agustus 2017.

- [8] Nagaxs, Wira. 2014. *Keterangan Motor Listrik BLDC*.
<http://motorlistrikbldc.blogspot.co.id/>. Diakses pada tanggal 12 Agustus 2017.
- [9] Unknown. 2015. *Teori Motor DC dan Jenis – Jenis Motor DC*.
<http://elektronika-dasar.web.id/teori-motor-dc-dan-jenis-jenis-motor-dc/>. Diakses pada tanggal 10 April 2017.