

KAJIAN MOTOR ARUS SEARAH TANPA SIKAT 1600 W 48 V SEBAGAI PENGGERAK MOBIL LISTRIK

Margana

Program Studi Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Semarang.
Jl. Prof. Soedarto Tembalang, Semarang
E- mail : margana_ke@polines.ac.id; marganasmg@yahoo.co.id

Abstrak

Penggunaan motor jenis ini hampir tidak menimbulkan polusi di jalan karena energi yang dipergunakan adalah energi listrik, sehingga selain kenyamanan karena nyaris tidak menimbulkan kebisingan juga ramah lingkungan. Sejalan dengan menipisnya cadangan minyak dunia di bidang transportasi menimbulkan inovasi untuk mengembangkan motor listrik jenis ini. Teknologi dari motor ini tanpa menggunakan sikat sehingga rugi gesekan pada sikat dapat dihilangkan Tujuan dari penulisan artikel ini adalah untuk mengkaji kinerja motor BLDC sebagai penggerak mobil listrik dengan menggunakan 2 buah motor BLDC masing-masing mempunyai daya 800 Watt 48 Volt dilengkapi pengatur kecepatan. Adapun metode yang digunakan adalah melakukan kajian terhadap penggunaan motor listrik pada mobil listrik kapasitas satu penumpang dengan berat keseluruhan 182.1 kg, lebar 135 cm dengan panjang 2,1 m menggunakan pipa. Hasil yang diperoleh yaitu dapat menempuh jarak 7,5 km dengan waktu tempuh 14,5 menit dengan kecepatan maksimum 31,03 km/jam dengan energy yang diperlukan sebesar 386.67 Watt jam. Adapun jarak tempuh yang dapat dicapai tergantung dari batere yang ada, dengan batere 48 V/35 A Jam dapat mencapai jarak 31,5 km.

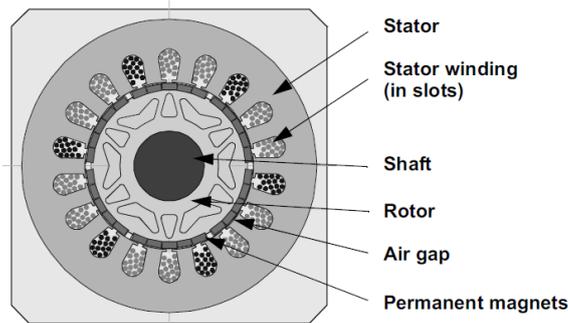
Kata kunci: BLDC motor, Mobil listrik

PENDAHULUAN

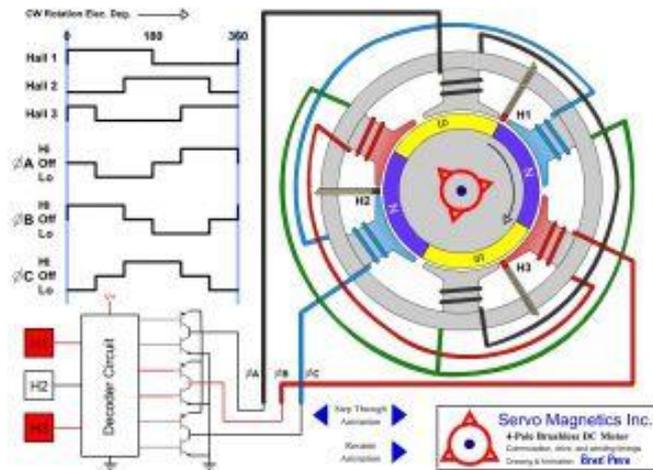
Motor arus searah adalah sebuah motor yang membutuhkan tegangan dc untuk menjalankannya. Pada umumnya motor jenis ini menggunakan sikat dan mengoperasikannya sangat mudah tinggal dihubungkan dengan battery sehingga motor langsung berputar. Jenis motor ini memerlukan perawatan pada sikatnya serta banyak terjadi rugi tegangan pada sikat. Sehingga pada era sekarang ini motor DC dikembangkan tanpa menggunakan sikat yang dikenal dengan Motor BLDC (Brushless Direct Current Motor). Motor ini dipilih karena efisiensi yang tinggi, suaranya halus , ukuran kompak, keandalan yang tinggi dan perawatan yang rendah. Motor ini lebih disukai untuk berbagai aplikasi, namun kebanyakan dari mereka memerlukan kontrol tanpa sensor. Pengoperasian PMBLDC motor membutuhkan sensor posisi rotor untuk mengendalikan arusnya. Sedangkan metode yang dipakai ada tiga yaitu *Vector control also called field oriented control, Sinusoidal control* dan *Trapezoidal control*.

Prinsip kerja Brushless DC motor

Brushless DC (BLDC) motor adalah sebuah mesin listrik berputar, dimana stator merupakan belitan stator tiga fasa seperti motor induksi, dan rotor terdapat magnet permanen dipermukaannya seperti ditunjukkan pada Gambar 1. Dalam hal ini, motor BLDC setara dengan motor DC dengan komutator terbalik, di mana magnet berputar sedangkan konduktor tetap diam. Dalam komutator motor DC, polaritas ini diubah oleh komutator dan sikat. Namun, dalam brushless motor DC, pembalikan polaritas dilakukan oleh transistor *switching* untuk mensinkronkan dengan posisi rotor. Oleh karena itu, BLDC motor sering menggabungkan baik posisi sensor internal atau eksternal untuk merasakan posisi rotor yang sebenarnya, atau posisi dapat dideteksi tanpa sensor (*Leonard N. Eleovich, 2005*).

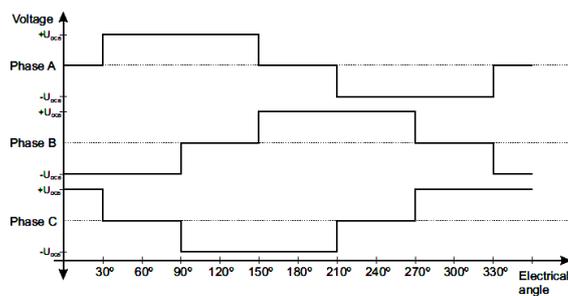


Gambar 1 Motor BLDC

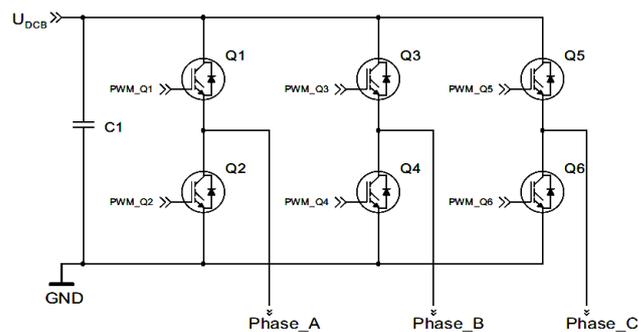


Gambar 2 Animasi motor bldc (<http://www.avdweb.nl/solar-bike/hub-motor/permanent-magnet-dc-hub-motor-tuning.html>)

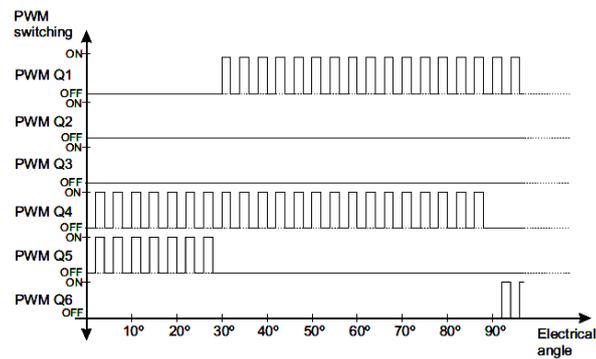
Pengontrolan digital motor BLDC



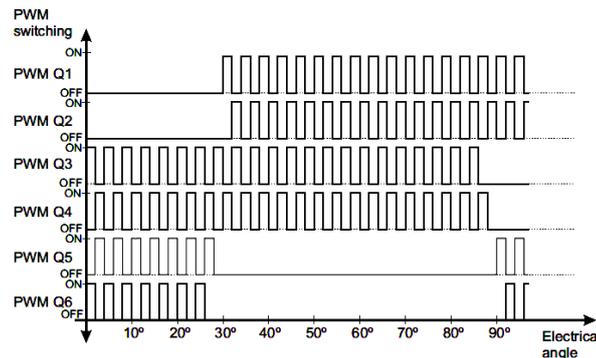
Gambar 3 Tegangan langkah Untuk 3-ph BLDC motor



Gambar 4 Daya tiga fase motor BLDC



Gambar 5 Jenis independen switching power transistor



Gambar 6 Jenis komplementen switching power transistor

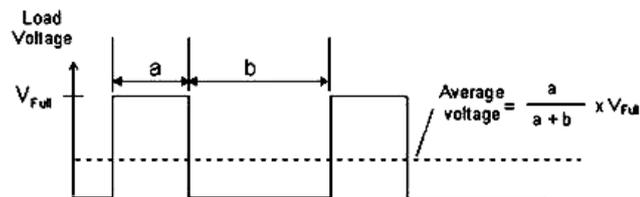
PWM (Pulse Width Modulation)

PWM merupakan suatu teknik yang dipakai untuk mengatur kerja peralatan yang memerlukan arus *pull in* yang besar dan untuk menghindari disipasi daya yang berlebihan dari peralatan yang akan dikontrol. *PWM* merupakan suatu metoda untuk mengatur kecepatan perputaran motor dengan cara mengatur prosentase lebar pulsa waktu tinggi (*high*) terhadap perioda dari suatu sinyal persegi dalam bentuk tegangan periodik yang diberikan ke motor sebagai sumber daya. Semakin besar perbandingan waktu tinggi dengan perioda sinyal maka semakin cepat motor berputar.

Perhitungan daur tugas (*duty cycle*) *PWM*

Dengan cara mengatur lebar pulsa “*on*” dan “*off*” dalam satu perioda gelombang melalui pemberian besar sinyal referensi output dari suatu *PWM* akan didapat *duty cycle* yang diinginkan.

Perhitungan Pengontrolan tegangan output motor dengan metode *PWM* cukup sederhana.

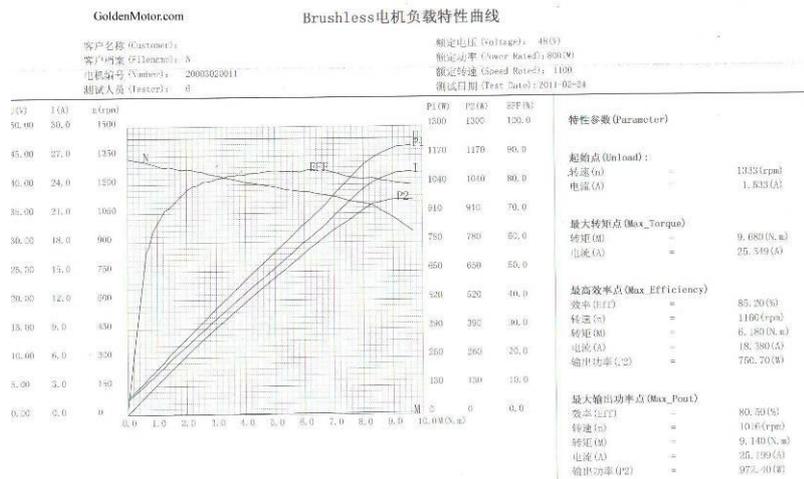
Gambar 7 Pengaturan *duty cycle*

Dengan menghitung *duty cycle* yang diberikan, akan didapat tegangan output yang dihasilkan. Sesuai dengan rumus yang telah dijelaskan pada gambar.

$$\text{Average Voltage} = \frac{a}{a+b} \times V_{full}$$

(1)

Average voltage merupakan tegangan output pada motor yang dikontrol oleh sinyal PWM. *a* adalah nilai *duty cycle* saat kondisi sinyal “on”. *b* adalah nilai *duty cycle* saat kondisi sinyal “off”. *V* full adalah tegangan maximum pada motor. Dengan menggunakan rumus diatas, maka akan didapatkan tegangan output sesuai dengan sinyal kontrol PWM yang dibangkitkan (Seno Ajie Nugroho, 2011).



Gambar 8. Karakteristik motor BLDC (www.goldenmotor.com)

METODOLOGI

Mobil Listrik Yang dirancang mempunyai Spesifikasi:

Kapasitas penumpang	: 1 orang
Berat maksimum pengemudi (kg)	:
Kecepatan maksimum (km/j)	: 49
Ukuran (L x P)	: 135 cm X 210 Cm
Berat mobil + Driver	: 182,1 Kg
Kerangka	: baja hollow
Kontroller	: 2 x 800 W/48 V (Trekko)
Kursi kemudi	: plastik
Lantai	: baja hollow+plat
Setir (sistim kemudi)	: Mekanik
Battery	: 12 volt 35AH (4 buah)=48 volt/35 AH=48 volt/35 AJam
Motor	: 2 x 800W/48 V=1600 watt/48 V
Roda	: diameter 14 inchi (Ring 14)
Jenis rem+sistim rem	: Cakram
Suspensi	: Single

Proses Pengambilan data :

Uji Kecepatan

Pada proses pengambilan data mula-mula dilakukan dengan melakukan uji kecepatan menempuh jarak 750 m

Selanjutnya pengambilan data ke dua dilakukan dengan pengujian 10 kali putaran menempuh jarak 7,5 km.



Gambar 9 Persiapan pengambilan data

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1 Hasil Pengujian

No	Nama Team	Waktu	Peserta	Panitia	Kecepatan	Mobil	Ranking
1	Green Peanuts	154,3	2.34.34	2.34.32	35.0	PML 2	4
2	New Green Peanuts	165.1	2.44.91	2.45.07	32.7	PML 3	8

Uji Kecepatan

Pada proses pengambilan data mula-mula dilakukan dengan melakukan uji kecepatan menempuh jarak 750 m dengan catatan waktu 2, 45 menit.07 detik. Dari data ini diperoleh kecepatannya 32,7 km/jam. Selanjutnya pengambilan data ke dua dilakukan dengan pengujian 10 kali putaran menempuh jarak 7,5 km dengan waktu 14 menit 30 detik diperoleh kecepatannya 31.03 km/jam. Daya Tanjak : 4,330 W/kg, Uji Effisiensi : 234,235, Uji Percepatan : 0,760, Uji Perlambatan : 3,600. Dengan berat keseluruhan : 182,1 kg

Analisa perhitungan:

Dari hasil pengujian ke 1

Kecepatan maksimum = $0.75 \text{ km} / 2,45 \text{ menit} \times 60 \text{ menit/jam} = 32,7 \text{ km/jam}$
 Energy listrik yang diperlukan = $1600 \text{ W} \times (2,45 \text{ menit} / 60 \text{ menit}) \times 1 \text{ jam} = 65.33 \text{ WJam.}$
 Energi yang tersedia pada battery = $48 \text{ W} \times 33,33 \text{ A} \times 1,05 \text{ Jam} = 1679.832 \text{ W Jam}$
 Arus yang diperlukan motor = $1600 \text{ W} / 48 \text{ V} = 33.33 \text{ Amper}$
 Waktu yang dapat ditempuh = $35 \text{ AJam} / 33,33 \text{ A} = 1,05 \text{ Jam}$
 Jarak tempuh = $1,05 \text{ jam} / (2,45 \text{ menit} / 60 \text{ menit}) \times 0,75 \text{ km} = 34.335 \text{ km}$

Dari hasil pengujian ke 2

Kecepatan maksimum = $7,5 \text{ km} / 14,5 \text{ menit} \times 60 \text{ menit/jam} = 31,03 \text{ km/jam}$
 Energy listrik yang diperlukan = $1600 \text{ W} \times (14,5 \text{ menit} / 60 \text{ menit}) \times 1 \text{ jam} = 386.67 \text{ WJam.}$
 Energi yang tersedia pada battery = $48 \text{ W} \times 33,33 \text{ A} \times 1,05 \text{ Jam} = 1679.832 \text{ W Jam}$
 Arus yang diperlukan motor = $1600 \text{ W} / 48 \text{ V} = 33.33 \text{ Amper}$
 Waktu yang dapat ditempuh = $35 \text{ AJam} / 33,33 \text{ A} = 1,05 \text{ Jam}$
 Jarak tempuh = $1,05 \text{ jam} / (14.5 \text{ menit} / 60 \text{ menit}) \times 7.5 \text{ km} = 32.5815 \text{ km}$
 Dari hasil perhitungan Jarak yang dapat ditempuh: dengan kecepatan konstan 31,03 km/jam, pada jarak 7,5 km dengan energy listrik yang diperlukan 386,67 WJam, sehingga untuk energy yang tersedia 1679.832 W Jam. Jarak yang dapat ditempuh = $(1679.832 \text{ W Jam} / 386,67 \text{ WJam}) \times 7,5 \text{ km} = 32.58 \text{ km.}$

Sehingga jarak yang bisa ditempuh berbanding lurus dengan kapasitas battery

KESIMPULAN

- Jarak yang dapat ditempuh mobil listrik tergantung dari besarnya kapasitas battery, berdasar perhitungan dengan menggunakan battery 48 V/35 A-jam mampu menempuh jarak 32,58 km.
- Kecepatan rata-rata dari mobil listrik 31,03 km/jam .
- Mobil yang kami beri nama PML-3 dirancang dengan menggunakan dua buah motor DC untuk mempercepat laju mobil, selain itu aerodinamis mobil stabil.
- Untuk menempuh jarak 7,5 km diperlukan energy listrik sebesar 386.67 WJam.
- Motor DC yang dipergunakan mempunyai torsi cukup besar, namun kecepatannya lebih rendah disbanding yang 500 W.

DAFTAR PUSTAKA

- Leonard N. Elevation, 2005, *3-Phase BLDC Motor Control with Hall Sensors Using 56800/E Digital Signal Controllers*, 20 Mei 2012, <http://cache.freescale.com/files/product/doc/AN1916.pdf>
- Seno Ajie Nugroho, 2011, *PWM (Pulse Width Modulation)*, 20 Mei 2012, http://digilib.itelkom.ac.id/index.php?option=com_content&view=article&id=820:pwm-pulse-width-modulation&catid=15:pemrosesan-sinyal&Itemid=14
- <http://goldenmotor.com/>
- <http://www.maccon.de/fileadmin/FTPROOT/Field-Oriented-Control.pdf>
- <http://www.avdweb.nl/solar-bike/hub-motor/permanent-magnet-dc-hub-motor-tuning.html>