

ANALISIS PERBANDINGAN PERFORMA GOLDEN MOTOR MAGIC PIE 5 DAN MITSUBA M1048R SEBAGAI PENGGERAK KENDARAAN LISTRIK

Marie Fikri, Malendra Fordry Okta, Awang Bagus
Teknik Mesin Universitas Brawijaya, Jl. MT. Haryono No. 167 Malang
(0341) 552491
marie.fikri17@gmail.com

Abstract

The main problem of electric vehicles are slow and expensive compared to conventional car. Because of that, it needs electrical motor that had the good performance and high efficiency. Brushless DC motor is the best electric motor. In this study, two brushless DC motor called Golden Motor Magic Pie 5 and Mitsuba M1048R was compared. Golden Motor Magic Pie 5 has lower efficiency of 78% compare to Mitsuba M1048R efficiency of 92%. However, the price Mitsuba M1048R 140 million is higher than Golden Motor Magic Pie 5.

Keywords: *Electric Motor, DC Brushless, Mitsuba M1048R, Golden Magic Pie 5.*

PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan zaman, kebutuhan akan transportasi khususnya mobil juga semakin meningkat. Dengan meningkatnya kebutuhan transportasi maka perlu dikembangkan kendaraan listrik dimana dapat menjadi terobosan akan mulai berkurangnya cadangan minyak [1]. Mobil listrik sebagai solusi permasalahan tersebut ternyata juga masih memiliki kendala karena masih sulit mendapatkan motor listrik yang dapat memenuhi kebutuhan dari mobil listrik tersebut. Kebutuhan motor listrik tersebut harus memiliki efisiensi tinggi, torsi yang tinggi, kecepatan yang dapat divariasikan, dan biaya perawatan yang murah. Segala kebutuhan tersebut dapat dipenuhi dengan menggunakan *Brushless DC Motor* (BLDC Motor). Dengan pemilihan *Brushless DC Motor* yang memiliki performa terbaik maka kendaraan listrik akan menjadi pilihan terbaik sebagai kendaraan masa depan yang ramah lingkungan [2].

Brushless DC (BLDC) Motor adalah salah satu jenis motor sinkron. Artinya medan magnet yang dihasilkan oleh stator dan medan magnet yang dihasilkan oleh rotor berputar pada frekuensi yang sama. Motor BLDC tidak mengalami *slip* seperti yang terjadi pada motor induksi biasa. Motor jenis ini mempunyai magnet permanen pada bagian rotor dan elektromagnet pada bagian stator. Setelah itu, dengan menggunakan sebuah rangkaian sederhana (*simple computer system*), maka kita dapat merubah arus di elektromagnet

ketika bagian rotornya berputar [3]. Walaupun merupakan motor listrik sinkron AC 3 fasa, motor ini tetap disebut dengan BLDC karena pada implementasinya BLDC menggunakan sumber DC sebagai sumber energi utama yang kemudian diubah menjadi tegangan AC dengan menggunakan *inverter* 3 fasa.

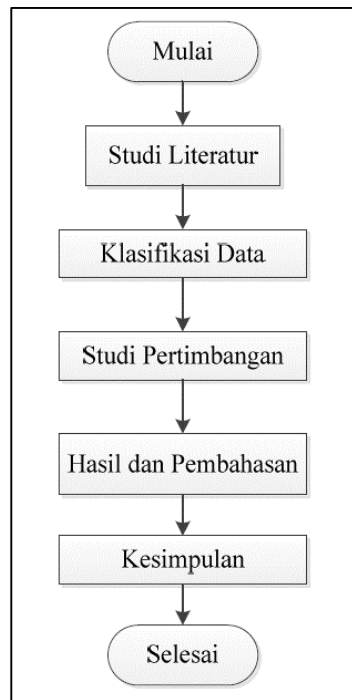
Golden Magic Pie 5 merupakan salah satu produk BLDC Motor dari Golden Motor yang berasal dari Canada. Magic Pie 5 memiliki spesifikasi 48 Volt dan daya sebesar 1000 Watt dan banyak digunakan pada kendaraan listrik khususnya sepeda listrik dan mobil listrik jenis *prototype*. *Mitsuba M1048R* merupakan produk BLDC motor dari Mitsuba Motor yang berasal dari Jepang. M1048R dibuat khusus untuk digunakan pada *Shell Eco Marathon* dan secara spesifik ditujukan pada mobil listrik jenis *prototype*. M1048R memiliki spesifikasi yang sama dengan Magic Pie 5 yaitu 48 Volt dan daya motor sebesar 1000 Watt.

Meskipun *Golden Magic Pie 5* dan *Mitsuba M1048R* memiliki spesifikasi yang sama yaitu 48 Volt dan memiliki daya listrik 1000 Watt, terdapat perbedaan performa yang dihasilkan oleh kedua merk BLDC motor ini. Dengan demikian, diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai perbandingan performa dari *Golden Motor Magic Pie 5* dan Mitsuba M1048R.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode studi literatur dan studi kasus untuk mengumpulkan

data yang dibutuhkan. Penelitian ini membandingkan 2 *BLDC Motor* dengan spesifikasi yang sama yaitu motor dengan 48 V dan 1000 Watt namun di setiap motor memiliki performa yang berbeda. 2 Motor tersebut adalah *Golden Motor Magic Pie 5* dan Mitsuba M1048R.



Gambar 1. Flowchart Penyusunan Jurnal Penelitian

Untuk studi kasus yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi kasus pada penggunaan *Golden Magic Pie 5* pada Team Apatte-62 Brawijaya yang mengembangkan mobil *prototype* listrik.



Gambar 2. Aristo EV IV Apatte62 Brawijaya [8]



Gambar 3. *Golden Motor Magic Pie 5* milik Aristo EV IV Apatte62 Brawijaya [8]

HASIL DAN PEMBAHASAN

Golden Motor Magic Pie 5 adalah motor generasi ke 5 dari *Magic Pie* series oleh produsen motor asal Kanada ini.



Gambar 4. *Golden Motor Magic Pie 5* [5]

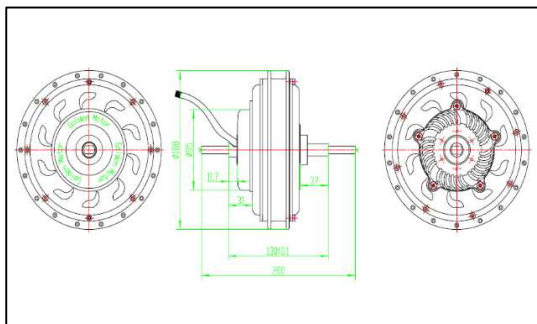
Magic Pie menggunakan *internal microcontroller* yang dapat diakses oleh komputer untuk merubah parameter dari motor tersebut. Di samping itu, *internal microcontroller* dari *Magic Pie 5* dapat juga diakses melalui *bluetooth* sehingga lebih praktis dalam konfigurasinya.

Microcontroller dari *Magic Pie 5* juga memiliki fitur *waterproof* dimana terdapat lapisan yang melindungi segala komponen elektrik pada *microcontroller* tersebut. Pada *Magic Pie* terdapat fitur *reverse mode* dimana dengan menyambungkan kabel *reverse* pada *microcontroller* sehingga motor dapat berputar mundur dapat merubah dari konfigurasi 3 *phase*. Dimensi dari *Magic Pie* tergolong besar, dengan diameter 188 mm dan tebal 133,5 mm. Bobot dari *Magic Pie 5* juga tergolong berat

dengan berat 7 kg. Harga yang ditawarkan cukup terjangkau, dengan harga 11-12 juta.

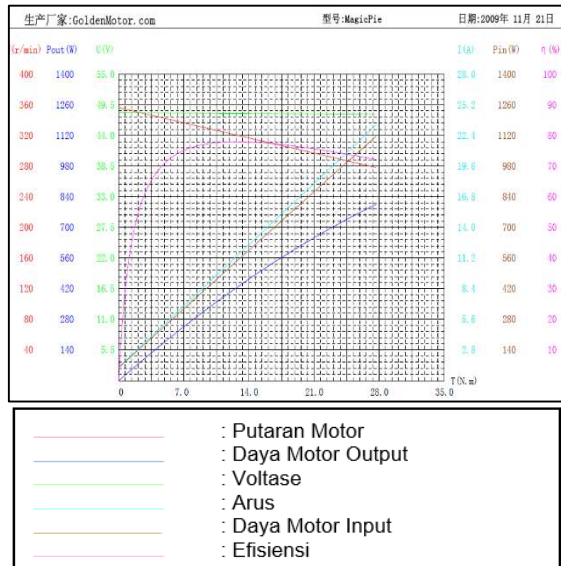
Tabel 1. Controller Parameter Settings Magic Pie 5 [5]

Controller Parameter Settings	
Motor Parameter	Hall electrical angle
	Phase angle offset
	Number of pole pairs
	Rated motor speed (rpm)
Voltage Parameter Setting	Nominal battery voltage (V)
	High voltage protection value (V)
	High voltage protection exit value (V)
	Minimum work voltage (V)
	Low voltage value (V)
	Low voltage protection exit value (V)
	Low voltage protection enable
	Low voltage triggering state while throttle off (V)
	Clear under voltage state while throttle off
Current Parameter Setting	Starting phase current (A)
	Maximum phase current (A)
	Maximum phase current duration (s)
	Rated phase current (A)
	Battery drawn current limit (A)
Temperature Setting	Motor over temperature protection enable
	Motor current limit temperature (Level 1)
	Motor current limit temperature (Level 2)
	Maximum motor protection temperature



Gambar 5. Dimensi Golden Motor Magic Pie 5 [5]

Untuk grafik performa dari Golden Motor Magic Pie 5 dapat dilihat sebagai berikut pada Gambar 6. Dapat dilihat pada grafik di atas bahwa efisiensi tertinggi Magic Pie 5 sebesar 78 % dengan RPM maksimal 320 r/menit, arus yang mengalir 11,45 A, dan torsi sebesar 12,77 Nm. Pada saat throttle ditambah justru akan menurunkan efisiensi dari motor karena microcontroller akan semakin panas. Panasnya microcontroller dikarenakan masih menggunakan mosfet yang sama dengan generasi pendahulunya. Dan juga mosfet yang digunakan kurang dapat menahan besarnya arus yang melewati microcontroller setiap penambahan throttle.



Gambar 6. Grafik Performa Golden Motor Magic Pie 5 [5]

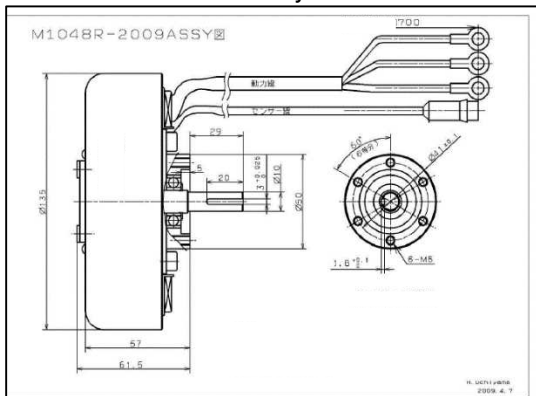
Dengan demikian, Magic Pie 5 lebih cocok digunakan untuk mobil listrik dengan bobot yang ringan dan bekerja pada RPM rendah untuk bisa mendapatkan performa terbaiknya. Mitsubishi M1048R merupakan motor listrik yang didesain khusus untuk Shell Eco Marathon. Produsen motor listrik asal Jepang ini menggunakan external microcontroller dimana microcontroller terpisah dari motor dan programmable menggunakan komputer. Pada M1048R terdapat saklar yang tersambung dengan microcontroller sehingga terdapat pengaman lebih untuk menghindari hubungan pendek saat pemasangan baterai.



Gambar 7. Packlist Mitsubishi M1048R [4]

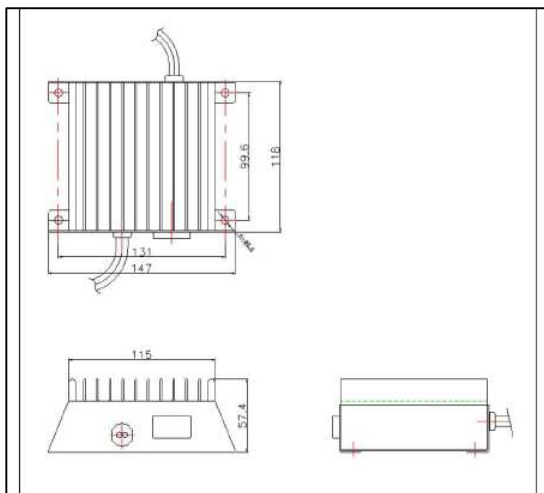
Dimensi dari M1048R tergolong kecil dan ringan. Dengan diameter 135 mm, tebal 61,5

mm, dan berat total motor serta *microcontroller* 4,4 kg menjadikannya dapat menghemat *space* begitu banyak dan dapat mengurangi berat dari mobil listrik keseluruhannya.



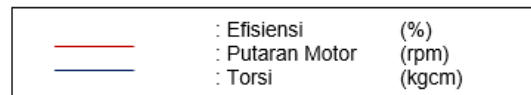
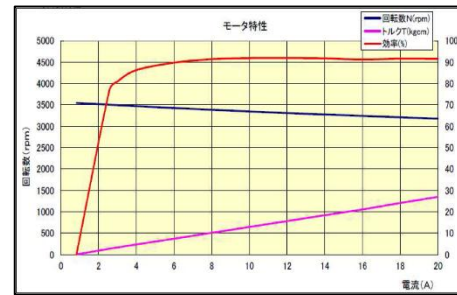
Gambar 8. Dimensi M1048R [4]

Microcontroller dari M1048R dilengkapi dengan *heat sink* yang dapat melepas panas sehingga suhu dari *microcontroller* tetap terjaga pada suhu normal dan performa dari motor tetap terjaga pada performa terbaiknya.



Gambar 9. Dimensi *Microcontroller* M1048R [4]

Performa dari M1048R dapat dilihat pada grafik di bawah ini.



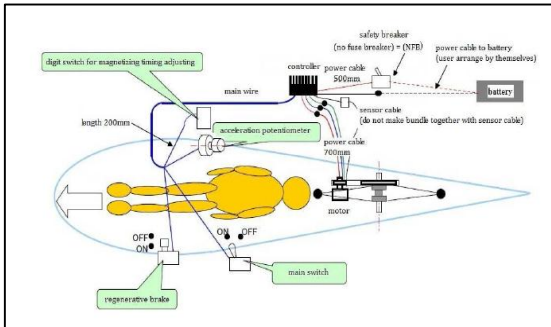
Gambar 10. Grafik Performa M1048R [5]

Terlihat pada grafik di atas bahwa M1048R dapat mencapai 3500 r/menit untuk RPM maksimal dan efisiensinya sebesar 92 %. Saat sudah mencapai efisiensi terbaiknya dan *throttle* ditambah, penurunan efisiensi tidak terlalu signifikan, dan arus yang mengalir juga tidak terlihat penambahan yang signifikan.

Mitsuba M1048R juga menawarkan sistem konfigurasi dalam instalasinya agar didapat hasil paling maksimal. Berikut adalah spesifikasi dan sistem konfigurasi instalasinya.

Table 2. Motor and Controller Specification in M1048R [4]

SPESIFICATION	
Motor	
System Voltage	48V
Model	M1048R
Dimension	φ135mm x L90.5mm
Weight	About 3.5kg
Type	DC brushless motor
Nominal Output	1000W
Max Output	Depend on voltage
Peak Efficiency	More than 90%
RPM at Nominal Load	3550rpm (CW)
Controller	
Model	M1048R
Dimension	W130mm x D147mm x H58mm
Weight	About 0.9kg
Cooling Method	Air cool naturally
Nominal Input Voltage	48V
Working Voltage Range	32-63V
Drive Method	120 degrees square wave driving method
Regenerative	Boost regenerative function (with ON/OFF switch)
Speed (Output)	Variable Carrier Frequency PWM
Controlling	With adjustable electric angle 15 steps
Rotating Direction	CW if see motor from back side (wire come outside)



Gambar 11. Sistem Konfigurasi M1048R [4]

Dengan demikian M1048R dapat digunakan pada mobil listrik dengan berat kendaraan berat sekalipun tanpa mengurangi nilai efisiensinya. Namun segala kelebihan tersebut dapat diperoleh dengan biaya pembelian seharga 140 juta.

KESIMPULAN

Tabel 3. Perbandingan Spesifikasi M1048R dan Magic Pie 5

No	Specification	M1048R	Magic Pie 5
1	Torque	18 Nm	27 Nm
2	RPM	3000-3500	320-400
3	Output	1000 W	1000 W
4	Max Voltage	54,6 V	54,6 V
5	Max Current	20 A	25 A
6	Efficiency	92%	78%
7	Size	Small	Big
8	Prize	140 Mil	11-12 Mil
9	Weight	4,4kg	7kg
10	Controller	External	Internal

Golden Motor Magic Pie 5 dengan spesifikasi 48 V 1000 Watt memiliki efisiensi tertinggi sebesar 78 %. Namun Magic Pie 5 memiliki dimensi yang tergolong besar dan berat sehingga dapat menambah bobot dari mobil listrik. Magic Pie 5 lebih cocok digunakan pada kendaraan listrik dengan bobot yang ringan karena RPM yang didapat tergolong rendah karena pada saat penambahan RPM akan diikuti dengan penurunan efisiensi yang sangat signifikan. Hal ini disebabkan oleh meningkatnya suhu dari *microcontroller* karena *mosfet* yang digunakan masih tergolong jenis lama. Namun harga yang ditawarkan cukup terjangkau, yaitu 11-12 juta.

Mitsuba M1048R dengan spesifikasi 48 V 1000 Watt memiliki efisiensi yang sangat tinggi, yaitu 92 %. RPM maksimal yang dihasilkan dapat mencapai 3500 r/menit, dan tidak terjadi penurunan yang signifikan saat *throttle* ditambahkan. Dilengkapi dengan *heat sink* pada *microcontroller* sehingga suhu terjaga dan performa motor selalu pada performa maksimal. Dimensi dan bobot yang kecil menjadikan motor ini menjadi pilihan terbaik untuk mobil listrik yang sangat memperhitungkan beban total kendaraan. Namun harga yang ditawarkan sangat mahal, yaitu 140 juta.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Kumara, 2014, *Tinjauan Perkembangan Kendaraan Listrik Dunia Hingga Sekarang*, Indonesia.

[2] Zumain, 2009, *Mobil Prototype Listrik Dengan Motor DC Magnet Permanen, 0,37 HP*, Indonesia.

[3] Onexperience, 2016, <https://onexperience.wordpress.com/2016/09/04/first-blog-post/> Diakses pada : 1-12-2016 Pukul : 23.34

[4] Nomura, 2016, *M1048R Manual Book*, Japan.

[5] Motor Golden, 2015, *Magic Pie 5 User's Guide*, Canada.

[6] Motor Golden, 2015, *MP5 Performance Curve 48V*, China.

[7] Mitsuba, 2016, <http://www.mitsuba.co.jp/scr/products/m1048> Diakses pada : 14-11-2016 Pukul 21.41

[8] Laboratorium Riset, 2016, *Protolistrik appate 62*, Indonesia

[9] Motor Golden, 2015, <http://www.goldenmotor.ca/products/Magic-Pie-5-%28VECTOR%29-24-Inch-Rear-Conversion-Kit.html> Diakses pada : 14-11-2016 Pukul 22.09