

Multicriteria Decision Making Analysis
Rancang Bangun Prototipe Charger Darurat Sepeda Listrik

Mu'alim¹⁾ Sabarudin Akhmad²⁾

Jurusan Teknik Industri
Universitas Trunojoyo Madura
Email : alimmin@yahoo.com

Abstrak

Dalam beberapa tahun terakhir peluang pasar roda dua kendaraan transportasi seperti sepeda listrik masih sangat prospektif untuk dikembangkan sebagai alternatif untuk mengganti sepeda motor. Peluang didukung oleh Program Pelaporan Wajib Emisi Otomotif (MDAE) dari Kementerian Lingkungan Hidup menurut Kep. LH No Pria. 141, 2003 di mana salah satu tujuannya adalah untuk mendorong penciptaan kendaraan ramah lingkungan. Oleh karena itu dalam kajian ini berupaya untuk merancang motor-generator darurat sepeda sebagai sumber energi listrik untuk meningkatkan kehandalan mereka sehingga sepeda listrik benar-benar dapat menjadi pilihan non-bahan bakar fasilitas transportasi darat.

Tahap pertama dalam penelitian ini adalah membuat empat alternatif desain dari prototipe E-sepeda charger darurat 1,2,3 dan 4 (A1, A2, A3 dan A4) berdasarkan empat parameter kriteria (= biaya pembuatan K1, K2 = Efisiensi dari sistem, K3 = sistem Ketahanan dan K4 = kemudahan manufaktur) kemudian dipilih desain alternatif terbaik dengan analisis MCDM (Makin Multikriteria analisis Keputusan) dengan menggunakan metode Promethee II. Dari empat alternatif desain akhirnya ditemukan bahwa alternatif desain 4 (A4) adalah desain yang terbaik lengkap dengan peringkat tertinggi adalah 12,24.

Berdasarkan analisis MCDM diperoleh kesimpulan bahwa alternatif desain motor-generator adalah alternatif 4 (A4) yang menggunakan motor dengan gulungan 60 dan 0,9 mm diameter kawat dikembangkan sebagai prototipe untuk E-sepeda charger darurat.

Kata kunci: energi listrik alternatif, motor-generator, charger darurat, MCDM.Promethee II

Multicriteria Decision Making Analysis
Rancang Bangun Prototipe Charger Darurat Sepeda Listrik

Mu'alim¹⁾ Sabarudin Akhmad²⁾

Jurusan Teknik Industri
Universitas Trunojoyo Madura
Korespondensi : alimmin@yahoo.com

Abstract

In recent years the market opportunities of two-wheeled transportation vehicle such as electric bikes are still very prospective to be developed as an alternative to substitute the motorcycle. Opportunities supported by the Program of Mandatory Disclosure of Automotive Emissions (MDAE) from the Ministry of Environmental Life according to Kep. LH No Men. 141, 2003 in which one goal is to encourage creation of environmentally-friendly vehicles. Therefore in this study attempted to design a motor-generator as electric bicycle emergency electrical energy source to improve their reliability so the electric bicycle can really be a choice of non-fuel land transportation facilities.

The first stage in this study is create four alternative design of the E-bike emergency charger prototype 1,2,3 and 4 (A1, A2, A3 and A4) based on four criteria parameter (= cost of making K1, K2 = Efficiency of the system, K3 = Resilience system and K4 = The ease of manufacture) are then selected the best alternative design with the MCDM analysis (Makin Multicriteria Decision Analysis) using the method Promethee II. Of the four alternative designs were eventually found that the design alternative 4 (A4) is the best design complete with the highest ranking is 12:24.

Based on the obtained results of the analysis conducted and the conclusion that all the factors level factors significantly influence the motor rpm by a factor and the best factor level is the number of coil windings 60 with 0.9 mm diameter wire. Based on MCDM analysis obtained the conclusion that the alternative design motor-generator 4 (A4) which use the motor with the windings 60 and 0.9 mm diameter wire was developed as a prototype for an electric energy source for non-fuel electric bike.

Keywords: alternative electrical energy, motor-generator, emergency charger, MCDM.Promethee II

PENDAHULUAN

Dalam beberapa tahun ke depan peluang pasar sarana transportasi roda dua seperti halnya **sepeda listrik** masih sangat prospektif untuk dikembangkan sebagai alternative substitusi sepeda motor. Menurut hitungan AISI, pasar sepeda motor baru akan mencapai titik jenuh apabila kepemilikan sepeda motor sudah mencapai 5 orang per sepeda motor, sehingga potensi pasar kendaraan roda dua termasuk di dalamnya **sepeda listrik** yang masih tersedia secara nasional pada 2009 mencapai 22,3 juta unit. Peluang tersebut didukung adanya Program *Mandatory Disclosure of Automotive Emission* (MDAE) dari Kementerian Lingkungan Hidup sesuai dengan Kep. Men LH No. 141 tahun 2003 dimana salah satu tujuannya adalah mendorong penciptakan kendaraan yang ramah lingkungan

Namun seiring peluang pasar tersebut ada permasalahan yang muncul yaitu kurang andalan sepeda listrik yang ada selama ini yaitu ketika baterai habis dalam perjalanan menyebabkan konsumen merasa malas untuk menggunakan sepeda listrik. Untuk itu pengembangan produksi E-BIKE adalah solusi yang tepat. Berdasarkan gambaran tersebut maka dalam penelitian ini akan dilakukan perancangan percobaan untuk pembuatan prototipe system pengisian aki darurat bagi sepeda listrik (E-Bike).

METODE

Adapun tahapan yang dilakukan dalam penelitian adalah sebagai berikut :

1. Penetapan Alternatif Desain

Pada tahap ini ditetapkan beberapa alternatif desain motor generator sebagai sistem charger darurat untk E-bike.

2. Penetapan Kriteria Keputusan

Pada tahap ini ditetapkan empat kriteria keputusan multikriteria dari alternatif desain prototipe charger darurat yang telah ditentukan pada tahap sebelumnya.

3. Pembobotan dengan Entropy

Pada tahap ini tiap criteria yang telah ditentukan dihitung bobotnya dengan metode Entropy

4. Penentuan tipe preferensi kriteria

Tipe preferensi untuk masing – masing kriteria berdasarkan diskusi dengan para ahli bak ahli ekonomi, ahli listrik dan juga ahli mekanik.

5. Pemilihan Alternatif desain terbaik.

Pada tahap ini dari keempat alternative desain yang dibuat kemudian dilakukan proses pemilihan alternative yang terbaik dengan pendekatan multikriteria Promethee II dengan bantuan software Decision Lab 2000

PEMBAHASAN

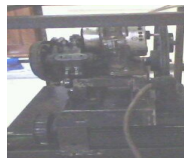
1. Penetapan Alternatif Desain

Alternatif yang disajikan yaitu :

- ✓ A 1 = Alternatif desain 1 (Sistem motor-generator alternatif 1 dengan motor jumlah lilitan rotornya 40 dan diameter kawat lilita 0.5 mm)
- ✓ A 2 = Alternatif desain 2 (Sistem motor-generator alternatif 2 dengan motor jumlah lilitan rotornya 40 dan diameter kawat lilita 0.9 mm)
- ✓ A 3 = Alternatif desain 3 (Sistem motor-generator alternatif 13 dengan motor jumlah lilitan rotornya 60 dan diameter kawat lilita 0.5 mm)
- ✓ A 4 = Alternatif desain 4 (Sistem motor-generator alternatif 4 dengan motor jumlah lilitan rotornya 60 dan diameter kawat lilita 0.9 mm)

• Detil Desain

Berikut ini adalah detil desain untuk setiap alternative ;



Gambar 1 Detil Deain Alternatif 1



Gambar 2 Detil Deain Alternatif 2



Gambar 3 Detil Deain Alternatif 3



Gambar4 Detil Deain Alternatif 4

2. Penetapan Kriteria Keputusan

- a. Kriteria Biaya Pembuatan Prototipe (K1) : Biaya total untuk membuat prototipe motor generator.
- b. Tingkat Efisiensi Sistem (K2): rasio perbandingan daya inputan dengan daya outpuyang dihasilkan.
- c. Ketahanan Sistem (K3) : suhu motor saat digunakan sekian waktu pengukuran.
- d. Kriteria Kemudahan Pembuatan (K4): Tingkat kemudahan pembuatan prototipe dengan mengadopsi skala Linkert sebagai berikut :
 1. .Sangat mudah: skor 9
 2. .Mudah : skor 7
 3. .Biasa : skor 5
 4. .Sulit : skor 3
 5. .Sangat sulit : skor 1

3. Pembobotan dengan Entropy

Bobot masing – masing kriteria didapatkan berdasarkan kuisisioner para ahli yang diolah dengan menggunakan metode **Entropy** dengan hasil sebagai berikt ;

Tabel 1. Bobot Kriteria

Kriteria	E_j	D_j	w_j
1	0,792386	0,207614	0,100411
2	0,166667	0,833333	0,403037
3	0,641884	0,358116	0,173201
4	0,331428	0,668572	0,323351
jumlah		2,067635	1

4. Penentuan tipe preferensi kriteria

Tipe preferensi untuk masing – masing kriteria berdasarkan diskusi dengan para ahli adalah sebagai berikut :

- Kriteria Biaya Pembuatan *Prototipe* fungsi preferensi adalah tipe V(Linear Function)
- Kriteria Tingkat Efisiensi Sistem fungsi preferensi tipe III (V-Shape Function)
- Kriteria Ketahanan Sistem fungsi preferensi adalah tipe tipe V(Linear Function)
- Kriteria Kemudahan Pembuatan preferensi adalah tipe II (U-Shape Function)

5. Pemilihan Alternatif desain terbaik.

- Menghitung nilai kriteria

Hasil nilai detil untuk semua kriteria dengan hasil sebagai berikut :

Tabel 2. Deskripsi Tiap Kriteria

Kode	Kriteria	Keterangan
K.1	Biaya Pembuatan <i>Prototipe</i>	Biaya total untuk membuat <i>Prototipe</i> motor penggerak . Untuk masing –masing alternatif yang termasuk : a. Biaya pembelian motor DC extra fan 2 unit/alternatif b. Biaya pembelian magnet pengisian sepeda motor 2 unit/alternatif c. Biaya pembelian kawat lilitan rotor d. Biaya pembelian generator e. Biaya transmisi gearbox dan pulley. f. Biaya ongkos menggulungkan rotor g. Biaya ongkos pengerjaan mekanis h. Biaya pembelian mur-baut i. Biaya pembelian electrode las j. Biaya pembelian pillow block k. Biaya pembelian timah l. Biaya pembelian Accumulator 10 AH 12 V
K.2	Tingkat Efisiensi Sistem	rasio perbandingan rata-rata daya inputan yang dibandingkan dengan daya output yang dihasilkan
K.3	Ketahanan Sistem	ketahanan sistem motor penggerak yang diukur dan rata-rata suhu sistem motor penggerak saat digunakan 1 jam operasi.
K.4	Kemudahan Pembuatan	Tingkat kemudahan membuat <i>Prototipe</i> motor penggerak yang ditentukan dengan skala yang mengadopsi skala Likert sebagai berikut : .Sangat mudah : skor 9 .Mudah : skor 7 .Basa : skor 5 .Sulit : skor 3 .Sangat sulit : skor 1

- **Menghitung nilai alternatif dan menentukan fungsi alternatif untuk semua kriteria**

Selanjutnya yang dilakukan adalah menghitung nilai untuk tiap alternatif untuk semua kriteria dengan hasil sebagai berikut ;

Tabel 3. Nilai Detil Tiap Kriteria

Kriteria	Fungsi (Min/Max)	Nilai Kriteria Tiap Alternatif (A1.....An)			
		A 1	A 2	A 3	A 4
K 1	Min	Rp4.672.500	Rp4.707.500	Rp4.725.000	Rp4.795.000
K 2	Max	64,1%	66,7%	70,6%	76,5%
K 3	Min	Suhu 65 °C	Suhu 56 °C	Suhu 40 °C	Suhu 37 °C
K 4	Max	1	3	5	7

Keterangan :

- Penentuan fungsi kriteria tersebut didasarkan pada target terbaik apa yang ingin dicapai dari sebuah alternatif dari setiap kriteria.
- Nilai dari masing –masing alternatif diatas (A1.....An) adalah nilai setiap kriteria yang melekat pada setiap alternatif tersebut

- **Penentuan arah preferensi dan outranking**

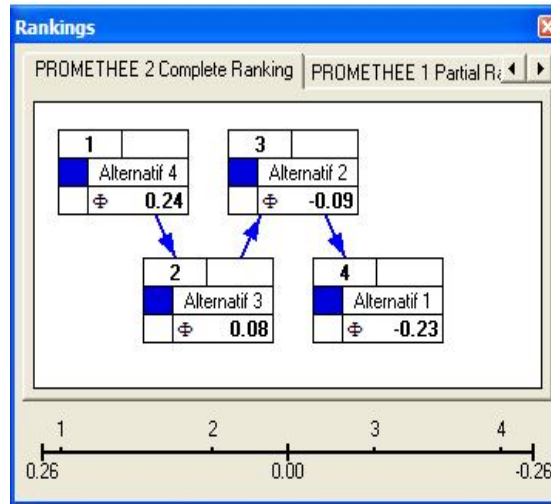
Pada langkah ini arah preferensi akan dihitung baik yang berupa *Leaving flow* dan *Entering flow*. *Leaving flow* merupakan ukuran dari karakter outranking a, sedangkan *Entering flow* merupakan ukuran karakter a yang di outrank. Aliran outranking positif ($\phi^+(a)$) menyatakan bagaimana setiap alternatif mendominasi yang lainnya ($\phi^-(a)$) menggambarkan bagaimana setiap alternatif didominasi oleh yang lainnya ($\phi(a)$) menggambarkan kelemahan dari a. Perhitungan nilai *Leaving flow* ($\phi^+(a)$), *Entering flow* ($\phi^-(a)$) dan *Net flow* ($\phi(a)$) menggunakan rumus berikut ini :

$$(\phi^+(a)) = (1/n - 1) \sum \rho (a,x) \quad x=K$$

$$(\phi^-(a)) = (1/n - 1) \sum \rho (x,a) \quad x=K$$

$$(\phi^+(a)) = (\phi^+(a)) - (\phi^-(a))$$

Hasil Perhitungan dengan software Decision Lab 2000 didapatkan hasil sebagai berikut;



Gambar 5 Preference Ranking Semua Alternatif

Dari hasil perhitungan tersebut didapatkan keputusan bahwa alternatif motor-generator sebagai system charger darurat terbaik adalah alternatif 4.

SIMPULAN

Berdasarkan analisa keputusan multikriteria (MCDM) dengan metode Promethee II yang dilakukan didapatkan desain alternative charger darurat sepeda listrik yang terbaik adalah desain 4 yang menggunakan motor dengan diameter kawat lilitan 0.9 mm dan jumlah lilitan 60 dimana menghasilkan efisiensi efektif 76,5 % serta suhu sistem motor-generator selama 1 jam operasi hanya 37 °C

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada: Bapak Prof. Dr. Ir. Rudy Soenoko, M.Eng.Sc dan Bapak Dr.Slamet Wahyudi,ST.,MT yang telah memberikan bimbingan dan arahan sehingga penelitian ini dapat diselesaikan.

Dirjen DP2M Dikti yang telah memberikan kesempatan dan dana pelaksanaan program pengabdian masyarakat IBIKK E-bike di Universitas Trunojoyo Madura.

Rektor Universitas Trunojoyo yang memberikan kesempatan dan dukungan pengembangan E-bike dengan fasilitas di Universitas Trunojoyo Madura.

Rekan-rekan Penulis yang telah banyak membantu turut berperan dalam memperlancar penelitian dan penulisan tesis.

Bangkalan, Maret 2012

Penulis

DAFTAR PUSTAKA

- Brans, J.P, dan B, Mareschal, How to Decide with PROMETHEE, <http://smg.ulb.ac.be> . 2004.
- Mu'alim (2007) *Analisa kelayakan pembangkit listrik mikrohidro system pompa gravitasi menggunakan metode pemilihan desain terbaik Promethee,ITS. Surabaya (Jurnal Teknik Industri Unijoyo Vol.2,2007)*
- Pomerol dan Barbara Romero, 1993 dan Al-Shemmeri et.al.,(1997),
- Pusat Informasi Energi (2002),*Prakiraan Energi Indonesia 2020*, Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral
- Santoso, L. E, Sistem Pendukung Keputusan untuk Masalah Optimisasi Multikriteria, 1996.
- Steur, R.E, Multiple Criteria Optimization Theory,Computation And Aplication, Jhon Wiley & Sons Inc, 1986.
- Suryadi, K, dan A, Ramdhani, Sistem Pendukung Keputusan, PT.Remaja Rosdakarya, 2000.
- Sumanto,(1991) Mesin Arus Searah, Andi Offset Yogyakarta.
- Tabucanon,Mario T, (1988) Multiple Criteria Desion Making in Industry, Division of Industrial Engineering and Management, Asian Institute of Technology,Bangkok, Thaliand, Elsevier Publishing Company, Inc.New York.
- Zuhal,(1991)Dasar Tenaga Listrik, Penerbit IBT\ Bandung Emisi_gas_buang ,id.wikipedia.org/wiki/Emisi_gas_buang submitted by [bing](#) » 0 votes » updated 2009-12-31