

Kode/Rumpun : 451/Teknik

**LAPORAN EXECUTIVE DAN ABSTRAK  
PENELITIAN FUNDAMENTAL**



**PENGEMBANGAN METODE COULOMETRI BERBASIS RBF NEURAL  
NETWORK UNTUK Mendukung Pemanfaatan Baterai Timbal Asam  
Sebagai Sumber Energi Mobil Listrik**

**Dr. Bambang Sri Kaloko, ST., MT. /NIDN. 0002047105  
Suprihadi Prasetyono , ST.,MT. /NIDN. 0004047001**

Dibiayai oleh  
Daftar Isian Pelaksanaan Anggaran (DIPA) Universitas Jember TA 2015 No. SP DIPA-  
042.01.2.400922/2016 tanggal 7 Desember 2015

**UNIVERSITAS JEMBER  
OKTOBER 2016**

# PENGEMBANGAN METODE COULOMETRI BERBASIS RBF NEURAL NETWORK UNTUK Mendukung Pemanfaatan Baterai Timbal Asam sebagai Sumber Energi Mobil Listrik

Peneliti : Bambang Sri Kaloko<sup>1</sup>, Suprihadi P<sup>1</sup>  
Sumber Dana : DIPA Universitas Jember  
Kontak e-mail : bambangsrikaloko@yahoo.com

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Jember

## ABSTRAK

Mobil listrik umumnya digerakkan oleh motor listrik dengan sumber energi utama baterai. Kebutuhan baterai yang handal memegang peranan yang sangat penting pada mobil listrik. Perubahan beban pada mobil listrik yang beroperasi di jalan raya seringkali menyebabkan mobil listrik bergerak dengan kecepatan tidak konstan. Kondisi ini menyebabkan mobil listrik membutuhkan banyak energi listrik. Baterai timbal asam akan mengalami perubahan kapasitas dan perubahan performa dikarenakan perubahan beban yang bervariasi.

Diperlukan suatu pengembangan metode *coulometri* berbasis *radial basis function neural network* untuk mendukung pemanfaatan suatu baterai timbal asam sebagai sumber energi mobil listrik. Dari penelitian yang ada dengan berbagai pendekatan radial basis function berhasil memetakan kapasitas baterai timbal asam dengan tingkat ketelitian 0,99977. Pendekatan dengan metode ini cukup akurat namun masih perlu dikembangkan karena metode ini belum menentukan pengaruh dari perubahan muatan dalam elektrolit.

Penelitian ini memperkenalkan suatu pendekatan *coulometri* yang berbasis *radial basis function neural network* untuk menentukan kapasitas suatu baterai timbal asam yang digunakan mobil listrik. Algoritma yang sudah ada dalam penentuan kapasitas muatan suatu baterai umumnya kurang adaptif bila digunakan pada mobil listrik dan kurang optimal bila digunakan dengan beban yang dinamis. Untuk mengatasi keadaan ini maka perlu mengembangkan metode *coulometri* berbasis *radial basis function neural network* guna mendukung pemanfaatan baterai timbal asam sebagai sumber energi mobil listrik.

Kata kunci: Mobil listrik, coulometri, baterai timbal asam, radial basis function

## **Latar Belakang**

Kebijakan Pemerintah tentang penghematan penggunaan BBM pada sektor transportasi serta isu pemanasan global pada pertemuan Kyoto mewajibkan untuk mengurangi emisi gas rumah kaca sehingga perlu dikembangkan suatu transportasi yang hemat BBM dan ramah lingkungan. Dari permasalahan ini perlu dicari sumber energi alternatif untuk menggerakkan mobil serta teknologi penggerak mobil yang tidak menggunakan mesin pembakaran dalam. Salah satu upaya untuk mengurangi ketergantungan pada BBM dan mengurangi polusi lingkungan hidup adalah dengan membuat mobil listrik (Kaloko et al, 2011).

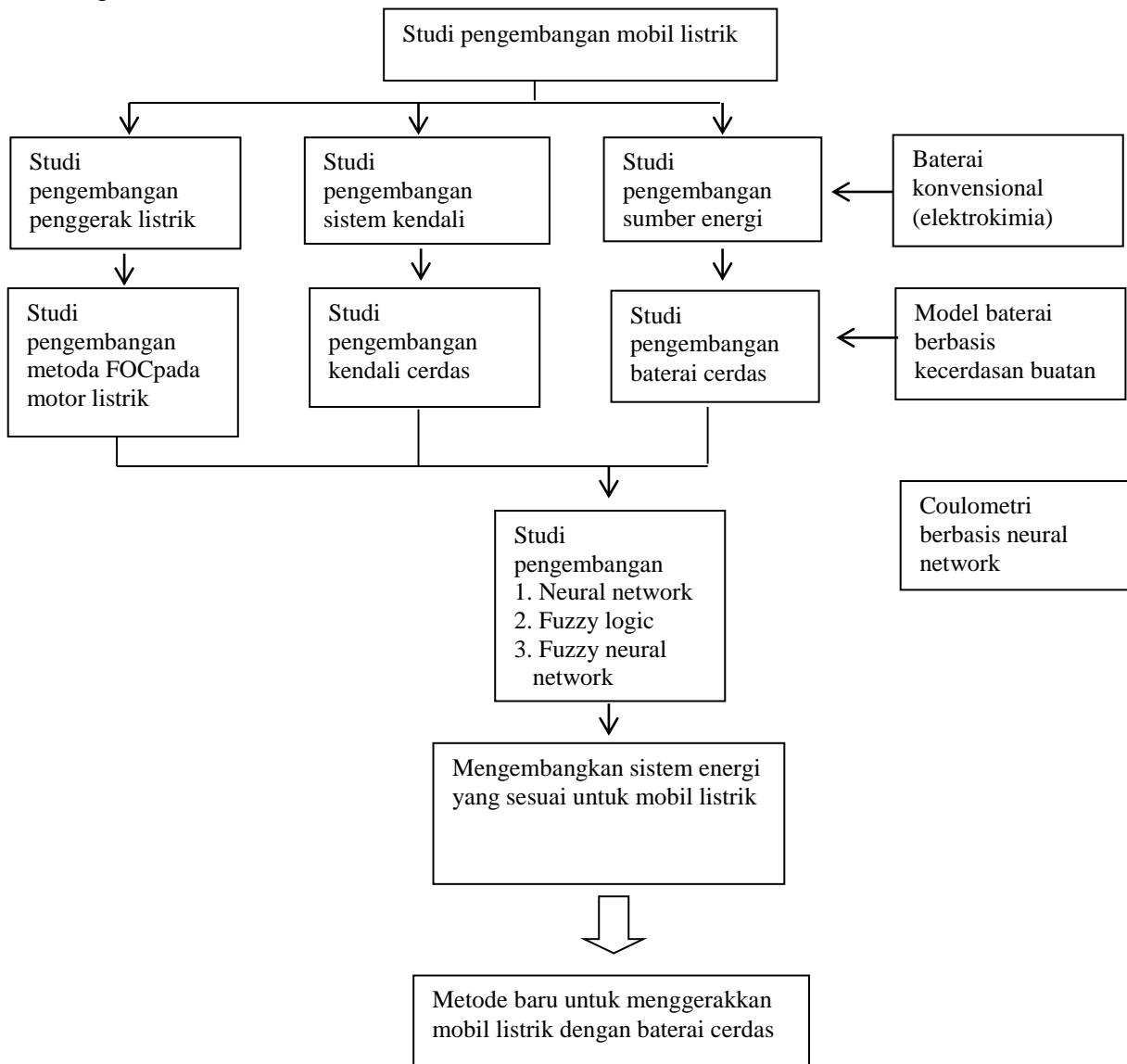
Mobil listrik membutuhkan energi listrik dari media yang memiliki dimensi tidak besar, dapat dipindah tempat, dapat diisi ulang dan dapat didaur ulang. Berbagai jenis sumber energi listrik dikembangkan untuk menjalankan mobil listrik, namun baterai masih sangat populer untuk mobil jenis ini. Baterai yang digunakan untuk mobil listrik harus memiliki daya tinggi, energi besar, kapasitas besar, memiliki masa pakai dan masa kerja yang panjang serta dapat didaur ulang dengan harga yang tidak terlalu mahal. Sampai saat ini baterai yang digunakan pada mobil listrik memiliki masa kerja yang pendek dengan harga yang masih tinggi (Husein, 2003; Kaloko, 2009).

Permasalahan dalam mendesain mobil listrik dengan sumber energi listrik dari baterai adalah sistem pengaturan energi, penentuan daya dan metode pengaturannya sehingga dapat memenuhi kebutuhan sistem penggerak mobil listrik. Untuk itu perlu dikembangkan suatu model baterai cerdas yang dapat memenuhi kebutuhan mobil listrik (Kaloko et al, 2011; Yan et al, 2012; Afandi, 2014).

Baterai sebagai sumber energi pada mobil listrik merupakan suatu sel elektrokimia yang terdiri dari empat komponen dasar yaitu plat positif, plat negatif, larutan elektrolit, dan separator atau pemisah yang berfungsi sebagai isolasi antara elektroda positif dan negatif. Reaksi kimia diantara plat-plat dengan larutan elektrolit akan menghasilkan potensial listrik. Kapasitas baterai ditentukan oleh banyaknya muatan listrik yang dapat diperoleh dari suatu baterai dan besarnya tergantung pada bahan aktif yang ada pada plat (Kiehne, H. A, 2003; Yin et al, 2008).

Mobil listrik umumnya menggunakan baterai sebagai sumber energi untuk menjalankan motor penggerak. Namun baterai pada mobil listrik memiliki kapasitas yang terbatas. Pemakaian baterai dalam waktu tertentu akan menyebabkan kapasitas baterai berkurang. Untuk mengembalikan kapasitas baterai seperti semula diperlukan

proses pengisian ulang (*recharging*) (Park et all, 2001; Wang et all, 2013). Untuk menjaga keandalan ketersediaan sumber energi dari baterai maka diperlukan pemilihan jenis baterai yang sesuai dan pengaturan penggunaan energi listrik pada mobil listrik (Thomas B.G., 2000). Pada pengoperasian mobil listrik kita harus dapat memantau kinerja baterai selama mobil beroperasi. Untuk itu perlu dikembangkan suatu model baterai. Dari pelacakan jejak hasil penelitian tentang baterai ini maka perlu dikembangkan model *coulometri* baterai berbasis *radial basis function neural network* untuk mendukung pemanfaatan baterai sebagai sumber energi mobil listrik. Dari pelacakan jejak hasil penelitian tentang baterai ini maka perlu dikembangkan model baterai cerdas untuk meningkatkan kinerja mobil listrik seperti terlihat pada bagan dibawah.



Gambar 1. Road map penelitian model baterai timbal asam untuk mobil listrik.

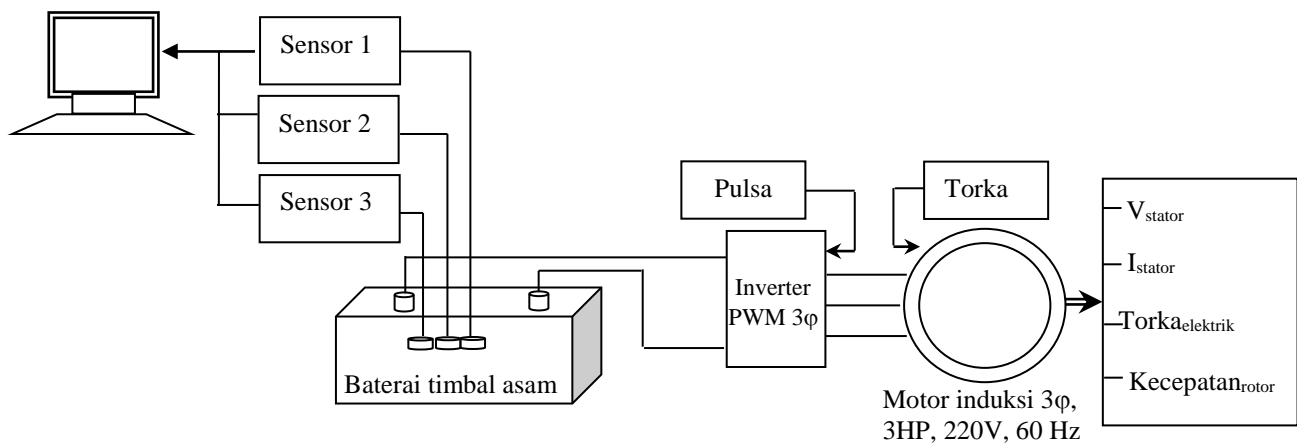
## Metode

Secara keseluruhan penelitian baterai pada mobil listrik dikembangkan dalam dua tahap yaitu yang pertama dengan mengadakan kegiatan studi melalui pemodelan dan simulasi dengan menggunakan Matlab/Simulink dan tahap kedua dengan implementasi pada percobaan skala laboratorium (*micro laboratory*) dengan langkah-langkah sebagai berikut :

- Identifikasi, berupa pengembangan metode *Coulometri* dan metode *radial basis function neural network* dengan menggabungkan kedua metode tersebut. Langkah selanjutnya dengan mengintegrasikan metode tersebut pada model mobil listrik beserta komponen-komponen pendukungnya antara lain switching elektronik, motor induksi tiga fasa dan kontroler
- Koordinasi antara konstanta-konstanta parameter pada daya dan energi baterai melalui kontroler berbasis kecerdasan buatan

### 1) Implementasi model sistem mobil listrik

Awal dari kegiatan ini adalah mengimplementasikan model mobil listrik yang meliputi baterai sebagai sumber, switching elektronik, motor induksi tiga fasa dan kontroler seperti terlihat pada gambar 2.



Gambar 2. Implementasi rancangan model penelitian.

### 2) Penyusunan model *Coulometri* berbasis *radial basis function neural network*

Langkah berikutnya adalah mengimplementasikan model *Coulometri* berbasis *radial basis function neural network*. Sistem dengan kontroler ini akan memberikan gambaran tentang kondisi tegangan, arus dan berat jenis elektrolit baterai pada mobil listrik akibat perubahan beban. Salah satu alasan penggunaan

metode ini adalah kemampuannya dalam menggantikan algoritma dan fungsi-fungsi non linier yang sulit diwujudkan dalam bentuk program atau rangkaian. Kemampuan metode ini dikarenakan memiliki struktur yang terdiri dari sejumlah neuron buatan dengan pola hubungan dan fungsi aktivasi tertentu.

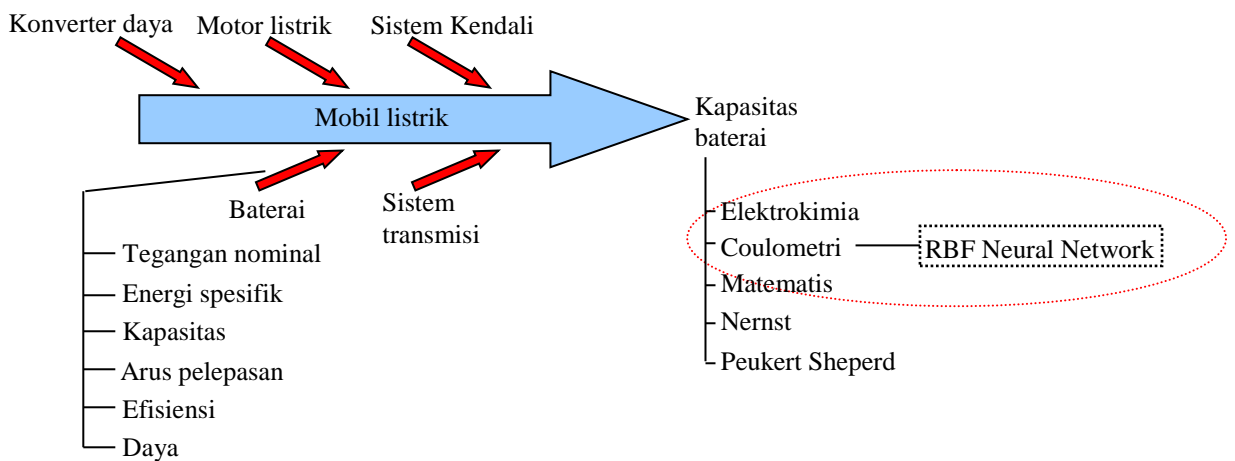
3) Pengujian dan Analisis

Implementasi model yang telah dibangun selanjutnya diuji dan dianalisis untuk menentukan tingkat akurasi model. Uji sistem dan analisis dilakukan dengan model baterai konvensional dibandingkan dengan model *Coulometri* berbasis *radial basis function neural network*. Dari dua tahapan ini maka dilakukan analisis dan evaluasi untuk perbaikan kinerja sistem.

4) Publikasi

Hasil penelitian ini akan dipublikasikan pada seminar/jurnal nasional atau internasional.

5) Fishbone diagram dalam penelitian ini disajikan pada gambar 3.



Gambar 3. Fishbone diagram penelitian baterai pada mobil listrik.

**Publikasi**

1. Penelitian ini akan dipublikasikan dalam Jurnal Internasional tahun 2017 (Submitted)

## Daftar Pustaka

- [1] Bambang Sri Kaloko, M. Haddin, 2007, *Switching Konverter Pada Pengaturan Mesin Asinkron*, Transistor.
- [2] Bambang Sri Kaloko, 2009, *Lead Acid Battery Modeling for Electric Car Power Sources*, Indonesian Journal of Chemistry.
- [3] Bambang Sri Kaloko, Soebagio, M.H.Purnomo, 2011, Mapping of Electrochemistry and Neural Network Model for Lead Acid Battery, Indonesian Journal of Chemistry.
- [4] Bernstein, L., et all, 2008, *Intergovernmental Panel on Climate Change Fourth Assessment Report Climate Change 2007: Synthesis Report Summary for Policymakers*, Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007. Available Jan. 2008: [www.ipcc.ch5/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4syr.pdf](http://www.ipcc.ch5/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4syr.pdf).
- [5] Dhameja, S., 2002, *Electric Vehicle Battery Systems*, Newnes, United States.
- [6] Ferreira, A. A., Pomilio, J. A., Spiazzi, G., Silva, L. A., 2008, *Energy Management Fuzzy Logic Supervisory for Electric Vehicle Power Supplies System*, IEEE Transaction On Power Electronics, VOL. 23, NO. 1, January 2008, pp.107-115.
- [7] González, F. M., Longatt, 2006, *Circuit Based Battery Models: A Review*, 2Do Congreso Iberoamericano De Estudiantes De Ingenieria Electrica, pp.1-5.
- [8] Haiying Wang, Yang Liu, Hang Fu, Gechen Li, 2013, Estimation of State of Charge of Batteries for Electric Vehicle, International Journal of Control and Automation, Vol 6, No. 2, April 2013.
- [9] Kaloko, B.S, Purnomo, M.H., Soebagio, 2011, *Design and Development of Small Electric Vehicle using Matlab/Simulink*, International Journal of Computer Application, Vol. 24, No.6, pp. 19-23, June 2011.
- [10] Kunzli, N., et all, 2000, *Public-Health Impact of Outdoor and Traffic-Related Air Pollution: A European Assessment*, The Lancet, Vol. 356, Number 9232, September 2000, pp. 795-801.
- [11] Kiehne, H. A., 2003, *Battery Technology Handbook*, Second Edition, Marcel Dekker, NY.
- [12] Ledovskikh, A., Verbitskiy, E., Ayeb, A., Notten, P. H. L., 2003, *Modelling of rechargeable NiMH batteries*, Journal of Alloys and Compounds, 2003, pp.742–745.

- [13] Park, S., Savvides, A., Srivastava, M. B., 2001, *Battery Capacity Measurement And Analysis Using Lithium Coin Cell Battery*, ISLPED, August 6-7, 2001, Huntington Beach, California, USA.
- [14] Papic, I., 2006, *Simulation Model for Discharging a Lead-Acid Battery Energy Storage System for Load Leveling*”, IEEE Transactions on Energy Conversion, VOL. 21, NO. 2, June 2006, pp. 608-615.
- [15] Septimiu Mischie, Dan Stoiciu, 2007, A New and Improved Model of a Lead Acid Battery, Facta Universitatis Elec. Energ., Vol.20 No. 2, August 2007
- [16] Thomas, B. G., 2000, *Lead-Acid Batteries: Key to Electric Vehicle Commercialization*, The Fifteenth Annual Battery Conference January 13, 2000, Presentation to Long Beach.
- [17] Yixin Yan, Zhongli Fu, Wenjing Yan, Xiaobing Zhang, 2012, Design of Lead-Acid Battery SOC Models Based on RBF Neural Network, Advances in Information Sciences and Service Sciences, Vol. 4, No. 19, October 2012
- [18] Ying, S., Ding, S., Yang, J., Hung, R., 2008, *Electrochemistry Theorem Based State-of-Charge Estimation of the Lead Acid Batteries for Electric Vehicles*, WSEAS Transactions on Systems, Issue 10, Volume 7, October 2008, pp.1092-1103.