

ESTIMASI STATE OF CHARGE PADA BATERAI LITHIUM ION MENGGUNAKAN METODE SUPPORT VECTOR MACHINE (SVM)

ESTIMATION STATE OF CHARGE ON LITHIUM ION BATTERY USING SUPPORT VECTOR MACHINE (SVM) METHOD

Ifta Rifqi Tyesadha¹, Reza Fauzi Iskandar², Indra Wahyudin Fathonah³

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Fisika, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

fadsadha77@gmail.com¹, rezafauzii@gmail.com², indrafathonah@gmail.com³

Abstrak

Di zaman teknologi kegiatan yang memerlukan dan memakai baterai semakin banyak. Baterai merupakan media penyimpanan energi yang dapat dibawa dan mudah ditemukan. Dalam kasus yang ditemukan adanya penggunaan baterai yang kurang efisien bekerja karena penggunaan yang berlebihan. Untuk menanggulangi keadaan itu, maka dengan mengetahui kapasitas baterai dapat membantu menjaga umur baterai. *State of Charge* merupakan metode yang dapat menunjukkan energi yang tersedia pada baterai. Pada penelitian ini untuk mencari nilai SOC akan digunakan metode *Support Vector Regression* yang menghasilkan fungsi regresi dari *hyperplane* dan untuk mengolah data akan digunakan program MATLAB. Untuk mendapatkan nilai SOC hal pertama yang dilakukan adalah membuat tabel. Selanjutnya melakukan proses *cross validation* yang membagi data menjadi dua bagian yakni data *training* dan data *test*. Kemudian setelah data dibagi masuk ke proses berikutnya, yakni pengolahan data menggunakan metode (*Support Vector Regression*) SVR. Karena data *non linear*, maka perlu sebuah kernel yang berfungsi memperkecil nilai *error* saat menentukan *hyperplane* dan membangun ulang data menjadi *linier*, maka digunakanlah *Radial Basis Function*. Penelitian ini akan menghasilkan data SOC pada dua kondisi, pengosongan dan pengisian. Setelah penelitian dilakukan, maka diperoleh nilai SOC 2.73 % - 95.65 % saat kondisi pengosongan dan 3.11 % - 96.98 % saat kondisi pengisian. Hal ini memberikan informasi untuk nilai SOC pada baterai yang sama dengan metode yang berbeda.

Kata kunci : *State of Charge, Support Vector Regression, MATLAB, Hyperplane*

Abstract

In the age of technology activities that require and use more and more batteries. Batteries are a carryable and easy-to-find energy storage device. In cases where battery usage is found to be less efficient at work due to excessive use. To cope with the situation, then by knowing the capacity of the battery can help maintain battery life. State of Charge is a method that can show the energy available on the battery. In this research to find SOC value will be used Support Vector Regression method that yield regression function from hyperplane and to process data will be used MATLAB program. To get the SOC value the first thing to do is create a table. Next do the cross validation process that divides the data into two parts namely training data and test data. Then after the data is divided into the next process, namely data processing using the method (Support Vector Regression) SVR. Because the data is non-linear, it needs a kernel that minimizes the error value when determining hyperplane and rebuild the data to be linear, then use Radial Basis Function. This study will produce SOC data on two conditions, discharging and filling. After the research done, then obtained value of SOC 2.73% - 95.65% during discharge conditions and 3.11% - 96.98% during filling conditions. This provides information for SOC values on the same battery with different methods.

Keywords: *State of Charge, Support Vector Regression, MATLAB, Hyperplane*

1. Pendahuluan

Di zaman kemajuan teknologi kegiatan yang menggunakan baterai semakin banyak. Baterai merupakan media penyimpanan energi yang dapat dibawa dan mudah ditemukan. Baterai memiliki dua kutub, yakni kutub negatif dan kutub positif. Kutub positif (katoda) memiliki energi potensial lebih tinggi daripada kutub negatif (anoda). Dewasa ini banyak alat elektronik yang menggunakan baterai contohnya, baterai *handphone* atau *smartphone* dan laptop. Kecenderungan pemakaian alat elektronik tanpa berhenti membuat sebagian konsumen memilih membawa cadangan baterai. Biasanya pengguna membawa cadangan baterai ataupun alat elektronik yang dapat menyimpan daya untuk menggantikan baterai yang sudah habis.

State Of Charge (SOC) merupakan gambaran energi yang tersedia pada baterai, dengan SOC maka dapat ditentukan total energi yang dapat digunakan dari sebuah baterai[2]. Indikasi nilai SOC dari 0 sampai 100. Dahulu ada metode sederhana untuk menghitung SOC, yakni dengan menggunakan *voltmeter*. Namun metode ini dirasa kurang efektif untuk baterai yang dipakai pada alat elektronik dan perhitungan secara berkelanjutan.

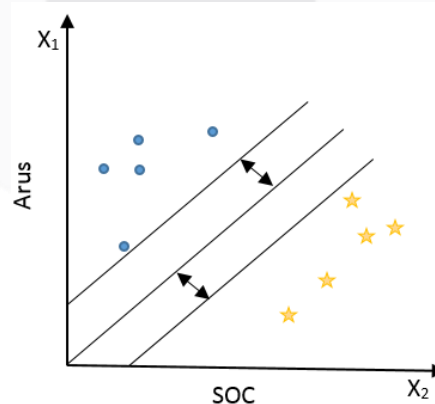
Metode *Support Vector Machine (SVM)* merupakan metode perhitungan yang berfungsi untuk mendapatkan garis pemisah (*hyperplane*) dalam sebuah kurva data untuk membuat dua *class*, *class 1* dan *class 2* yang bernilai positif dan negatif. Dan dapat disebut sebagai suatu teknik untuk memprediksi dalam klasifikasi ataupun regresi. Kurva data berupa data masukkan arus dan tegangan yang dimodelkan terhadap SOC. Dalam menggunakan metode SVM hanya perlu beberapa data terpilih untuk digunakan dalam perhitungan. Jika diperoleh ribuan data, maka SVM hanya perlu data sampel berupa sebagian data dari data tersebut untuk menghasilkan perhitungan yang akurat. Metode ini pertama kali dikenalkan oleh vapnik di tahun 1998 berupa perhitungan *one versus one (1V1)* dan sekarang lebih dikembangkan untuk perhitungan *multiclass*[1].

Berdasarkan tulisan diatas, maka diperoleh solusi untuk manajemen baterai saat digunakan secara terus – menerus, yakni dengan mengetahui energi yang terdapat dalam baterai. SOC akan digunakan untuk menunjukkan energi yang tersedia pada baterai. Dalam perhitungan data akan menggunakan metode *Support Vector machine* agar diperoleh data yang akurat. Dengan memisahkan dua data dengan garis pemisah dan garis *margin* pada dua data terpisah, maka diperoleh data yang menunjukkan nilai prediksi SOC yang sesuai dengan masukkan arus dan tegangan yang kemudian digunakan untuk memonitoring baterai.

2. Dasar Teori/ Material dan Metodologi/ Perancangan

2.1 Support Vector Machine

Support Vector Machine merupakan metode yang digunakan untuk menemukan *hyperplane* dari *class +1* berisi *feature vector positif* dan *class - 1* berisi *feature vector negatif* [3] seperti yang digambarkan dalam gambar 1. Secara sederhananya, konsep SVM juga disebut usaha mencari *hyperplane* terbaik yang berfungsi memisahkan dua buah *class* pada input *space*. SVM bisa digunakan untuk mengenal satu objek dengan mengklasifikasikan objek, memprediksi nilai dengan cara regresi, dan penggunaan dalam *pattern recognition* [4][5].



Gambar 1 Proses Margin

2.2 Radial Basis Function

Radial basis function merupakan fungsi kernel yang biasa digunakan untuk regresi[6]. Kernel sendiri merupakan salah satu metode non-parametrik untuk menduga fungsi kepadatan probabilitas dari suatu variabel acak. RBF memiliki suatu fungsi kernel (k) yang mana untuk semua vektor input x dan z akan memenuhi kondisi persamaan 2.1.

$$K(\mathbf{x}, \mathbf{z}) = \phi(\mathbf{x})^T \phi(\mathbf{z}) \quad (1)$$

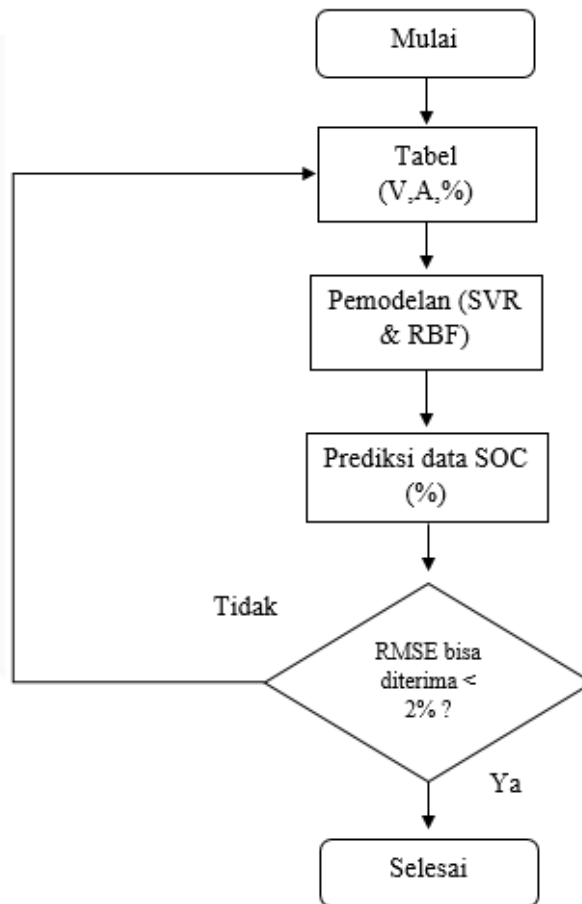
dimana $\phi(x)$ adalah fungsi pemetaan dari ruang *input* ke ruang fitur. Maka fungsi kernel dapat juga diartikan fungsi hasil kali dalam (*inner products*) pada ruang fitur. Adapun rumus dari *radial basis function* ditunjukkan dalam persamaan 2.2.

$$k(x, x') = \phi(\|x - x'\|) = \exp\left(-\frac{\|x - x'\|^2}{2\sigma^2}\right) \quad (2)$$

dimana $x - x'$ adalah pasangan dua dari semua bagian data latih dan σ adalah standar deviasi. Fungsi kernel dapat diimplementasikan untuk suatu model pada ruang dimensi lebih tinggi tanpa harus mendefinisikan fungsi pemetaan dari ruang input ke ruang fitur.

2.3 Struktur Perancangan Sistem

Untuk mendapatkan nilai SOC baru, maka dilakukan pengolahan data dengan menggunakan program MATLAB. Adapun diagram alir program ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2 Perancangan Program

Adapun hasil pengolahan yang didapatkan :

Tahap awal membuat tabel dari data masukkan tegangan, arus, dan SOC dari *coloumb counting* yang dilakukan oleh peneliti terdahulu. Data tersebut di-impor ke dalam format data matriks dengan program MATLAB. Data yang dimiliki berjumlah 77902 data dengan rincian data arus, tegangan, dan SOC saat pengisian 5153 data dan arus, tegangan, dan SOC saat pengosongan 72749 data. Seperti *support vector classification* yang menggunakan +1 dan -1 untuk mengklasifikasikan data, maka *support vector regression* memerlukan model data untuk memprediksi SOC. Maka proses yang dilakukan adalah membuat data SOC CC sebagai model data untuk memperoleh SOC prediksi dan data tegangan serta arus digunakan sebagai data masukkan. Fungsi tabel dibuat untuk memudahkan penggunaan data dan membuat kondisi data terpisah, agar saat diperlukan satu jenis data tidak membutuhkan proses memisahkan data.

Langkah kedua, mencari data observasi atau *observerd value* dengan memasukkan metode SVR dan kernel RBF ke program. Dalam MATLAB ada fungsi *fitrsvm* yang dapat digunakan untuk memanggil SVR. SVR identik dengan kernel, dalam penelitian ini kernel yang digunakan adalah kernel RBF karena melihat data yang dimiliki *non linier*, untuk memaksimalkan *hyperplane* dalam regresi data maka perlu nilai C. Namun sebelumnya dilakukan partisi data dengan menggunakan *cross validation*. Proses *cross validation* yang dilakukan yakni membuat dua buah indeks, yakni indeks pelatihan dan pengujian. Setelah dilakukan partisi data, indeks pelatihan hasil partisi dimasukkan dalam fungsi *fitrsvm* untuk mendapatkan data observasi. Selain data observasi diperoleh data lain, seperti nilai C (*box constrain*) yang merupakan konstanta untuk mengontrol *trade – off* antara margin dan error klasifikasi dan juga parameter lain seperti *weight (w)* dan bias (*b*).

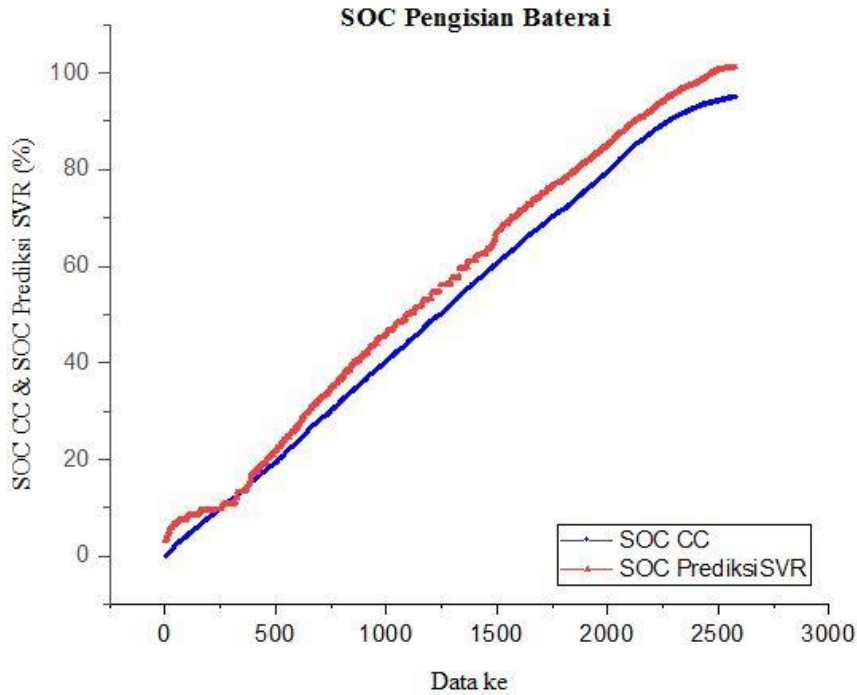
Kemudian tahap ketiga dilakukan prediksi data. Memprediksi data dilakukan dengan menggunakan data observasi yang dihasilkan dari fungsi *fitrsvm* dan indeks pengujian *true* dari tabel data. Dalam MATLAB data prediksi disebut *predict value*, maka hasil inilah yang akan digunakan sebagai data prediksi SOC.

Bagian terakhir dilakukan pencarian nilai RMSE yang menunjukkan nilai *error* dari data prediksi dan data observasi. Batas nilai *error* < 2%, maka data prediksi dapat dianggap baik. Namun jika data memiliki nilai *error* > 2%, maka akan dimasukkan data kembali dengan data baru.

3. Pembahasan Hasil Nilai SOC kondisi Pengisian dan Pengosongan Baterai

3.1 Baterai Kondisi Pengisian

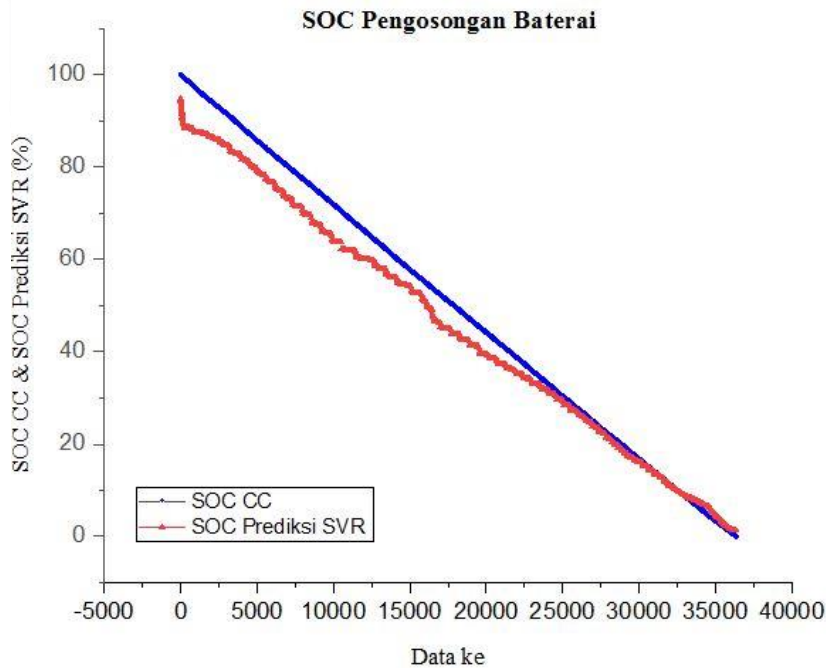
Pengisian baterai merupakan kondisi baterai saat diberikan tegangan dan dialiri arus untuk memenuhi baterai. Baterai yang digunakan memiliki tegangan maksimum 13.8 V. Untuk mendapatkan nilai SOC diperlukan data arus, tegangan, dan SOC *Coloumb Counting* dan untuk mendapatkan SOC prediksi dilakukan pengolahan data dengan program MATLAB. Dengan nilai tegangan 11.83 – 14.50 V dan nilai arus 0.73 – 3.45 A yang digunakan saat pengisian. Untuk menunjukkan akurasi nilai SOC prediksi dan SOC CC. Maka dilakukan perbandingan nilai SOC prediksi dan SOC CC yang ditunjukkan dalam gambar 4.6. Pada kondisi pengisian baterai nilai SOC prediksi adalah 1.96 % - 91.90 % dan nilai SOC CC pada rentang 0.02% - 95.13%. Prediksi SOC memiliki persamaan dengan SOC CC namun memiliki selisih 1.94 – 3.23 %.



Gambar 3 Perbandingan SOC Pengisian

3.2 Baterai Kondisi Pengosongan

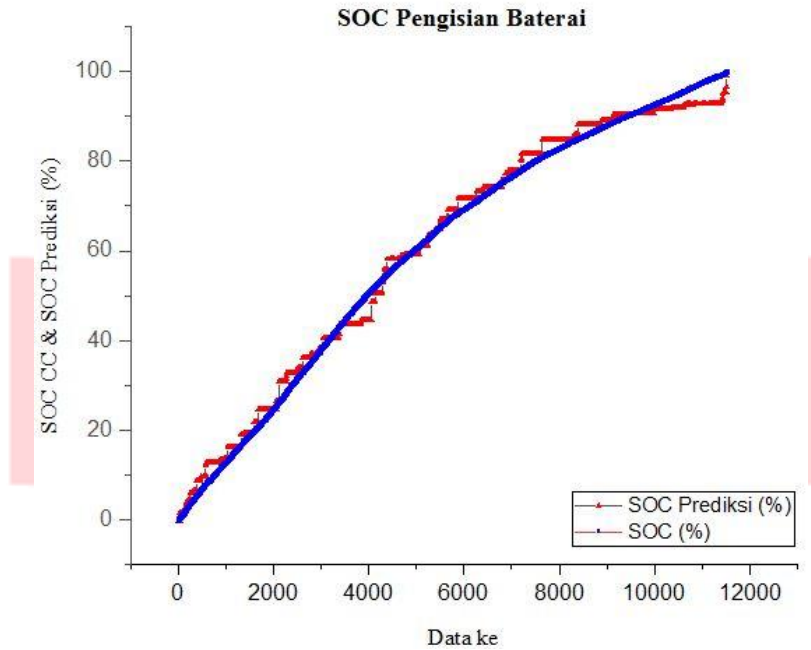
Pengosongan baterai merupakan kondisi baterai saat diberikan beban. Baterai yang digunakan adalah baterai yang memiliki tegangan maksimum 13.8 V. Untuk mendapatkan SOC prediksi dilakukan pengolahan data dengan program MATLAB. Untuk memprediksi SOC diberikan data masukkan arus, tegangan, dan SOC *Coloumb Counting* saat pengosongan. Dalam gambar 4 ditunjukkan perbandingan SOC antara SOC CC dengan SOC prediksi dengan nilai SOC CC 0% – 100% dan SOC prediksi 2.16 % - 103.6 %. Nilai ini diperoleh dari data observasi yang diprediksi dengan tabel indeks pengujian *true*.



Gambar 4 Perbandingan SOC Pengosongan

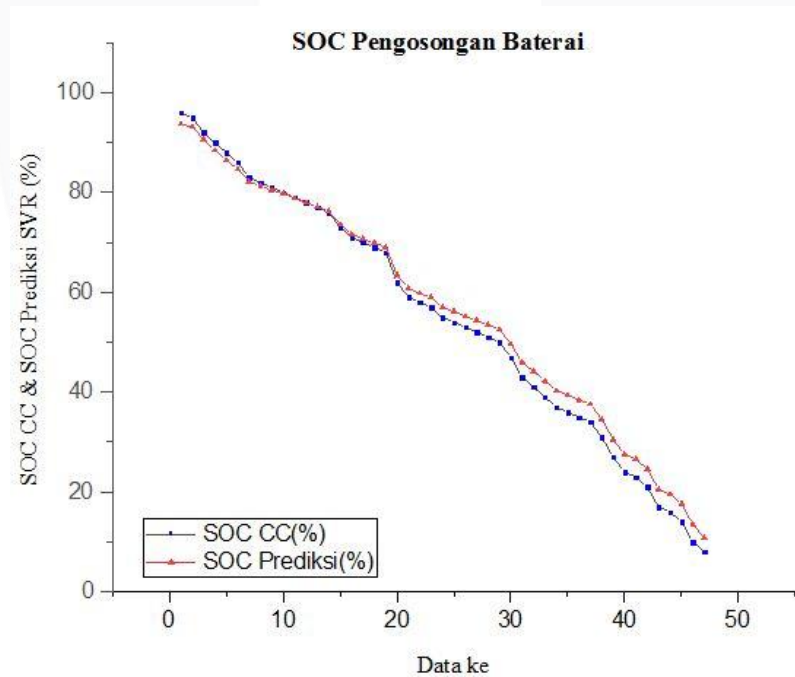
Untuk menguji program dilakukan pencarian data prediksi SOC dengan menggunakan program yang sama namun dengan data masukkan berbeda. Hal ini dilakukan untuk menganalisa proses yang dilakukan oleh

program dan membandingkan hasil SOC dengan data lain. Dalam gambar 5 dan 6 ditunjukkan hasil SOC prediksi dengan dua data yang berbeda.



Gambar 5 SOC prediksi dengan data Coloumb Counting[4]

Pada gambar 5 menggunakan data dari *coloumb counting* dengan jumlah data 23022 yang terdiri dari tiga jenis data, yakni data arus pengisian, tegangan pengisian, dan SOC pengisian. Dalam pencarian nilai SOC prediksi tidak dilakukan pemilahan data. Untuk nilai SOC CC 0 % - 100% dan hasil SOC prediksi -0.4% - 99.11%. Dengan hasil yang diperoleh program dapat menunjukkan bahwa proses regresi yang sudah dilakukan sesuai dengan model yang diberikan.



Gambar 6 SOC prediksi dengan SVR [5]

Dan untuk gambar 6 data diperoleh dari SVR dengan jumlah awal data 12.000. Untuk memperoleh nilai SOC dilakukan pemilahan oleh peneliti. Data yang digunakan 96 buah data dengan rincian data arus

pengosongan, tegangan pengosongan, dan SOC pengosongan. Untuk hasil SOC SVR 6% - 100% dan hasil SOC prediksi 10.81 % - 93.71 %.

4. Kesimpulan

1. Hasil yang diperoleh dari proses prediksi dapat menunjukkan bahwa prediksi yang dilakukan menghasilkan data yang baik dengan akurasi tinggi. Maka diperoleh nilai RMSE dalam kondisi pengisian adalah 1.95% baterai dan RMSE saat kondisi pengosongan baterai adalah 1.42%. Adapun akurasi data dapat ditunjukkan dengan nilai *pearson correlation* pada nilai 0.99 saat kondisi pengisian dan pengosongan.
2. Dari pengujian program SVR pada data SOC yang lain, yaitu data SOC pengosongan dan pengisian baterai yang bersumber dari referensi 10 dan 4 diperoleh nilai RMSE masing – masing sebesar 0.02% dan 0.023%. Hal tersebut menunjukkan nilai prediksi yang cenderung konvergen terhadap nilai SOC yang sebelumnya.

Daftar Pustaka

- [1]. Azis, Azminuddin I. S. dkk. 2011. *Model Multi-Class SVM Menggunakan Strategi IV1 untuk Klasifikasi Wall-Following Robot Navigation Data*. Tesis. Semarang: Pascasarjana Teknik Informatika Universitas Dian Nuswantoro.
- [2]. Bayu Segara, Alief Prisma.dkk. 2013. *Monitoring Kinerja Baterai Berbasis Timbal untuk Sistem Photovoltaic*. Surabaya: Jurnal Teknik POMITS Vol. 1, No.1, 1 – 6.
- [3]. Setiawan, Agil.dkk.2014. *FACO(First Aid Copter) Autonomous Aerorobot For Bring Medicene Or Food to Victims Catastrophe With People Detection Camera Ana Streaming Over IP*. Bandung: Seminar Nasional Penginderaan Jauh.
- [4]. Isnaini, Andica Dian. 2016. *Estimation State Of Charge Of Lithium Ion Battery Using Coulomb Counting Method*. Bandung: Telkom University.
- [5]. Saputra,Riza Hadi. 2016. *Estimasi State Of Charge Dan State Of Health Pada Sistem Baterai Menggunakan Metode Support Vector Machine*. Bandung: Insitut Teknologi Bandung.
- [6]. Statnikov, Alexander.dkk. 2009. *A Gantle Introduction to Support Vector Machines in Biomedicine*. San Francisco: New York University.
- [7]. Murfi, Dr.rer.nat. Hendri. 2015. *Lecture handout: Radial Basis Function. Machine Learning*. Depok: Universitas Indonesia.