

**Pengembangan Metode Voltametri  
Berbasis Neural Network Untuk Menentukan Kapasitas  
Baterai Nikel-Cadmium**

**Bambang Sri Kaloko<sup>1</sup>, Lori Kusuma Dewi<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Dosen Fakultas Teknik, Universitas Jember,  
Jalan Kalimantan 37 Kampus Bumi Tegal Boto Kotak Pos 169-Jember 68121  
E-mail: bambangsrikaloko@yahoo.com*

<sup>2</sup>*Mahasiswa Fakultas Teknik, Universitas Jember,  
Jalan Kalimantan 37 Kampus Bumi Tegal Boto Kotak Pos 169-Jember 68121  
E-mail: kusumalori88@gmail.com*

**ABSTRAK**

*Energi listrik merupakan salah satu bentuk energi yang berperan penting bagi manusia. Hal ini dikarenakan energi listrik dapat dengan mudah diaplikasikan maupun diubah menjadi bentuk energi lainnya seperti energi kimia. Selama ini penyediaan tenaga listrik umumnya dipasok oleh sumber-sumber energi fosil. Namun dengan terjadinya krisis minyak dan perhatian yang besar akan isu pemanasan global dewasa ini, membuat banyak pihak mencari alternatif baru dalam penyediaan sumber energi bersih terutama berasal dari sumber energi terbarukan salah satunya adalah dengan menggunakan baterai.*

*Baterai atau akumulator adalah sebuah sel listrik dimana didalamnya berlangsung proses elektrokimia yang reversible (dapat berbalikan) dengan efisiensinya yang tinggi. Tiap sel baterai terdiri dari dua macam elektroda yang berlainan yaitu elektroda positif dan elektroda negative yang dicelupkan dalam elektrolit. Pada penelitian ini menggunakan baterai nikel-cadmium untuk diuji menggunakan metode voltametri dan neural network untuk mengetahui kapasitas pada baterai. Metode voltametri ini mampu memberikan informasi mengenai termodinamika proses reduksi-oksidasi dan kinetika transfer elektron yang terjadi dipermukaan elektroda. Kemudian disain pengembangan model baterai nikel-cadmium berdasarkan jaringan syaraf tiruan dalam penelitian ini menggunakan input tegangan, dan arus sebagai target. Sehingga pengujian keakuratan sistem peramalan dengan menggunakan algoritma neural network akan lebih baik dan lebih efisien daripada data eksperimen secara manual.*

**Kata Kunci:** Baterai Nikel Cadmium, Voltametri, Metode Neural Network

**ABSTRACT**

*Electrical energy is one of energy, which are crucial for humans. This electrical energy can be easily applied and converted into other forms of energy like chemical energy. During this time the electricity supply is generally supplied by fossil energy sources. But with the oil crisis and great care of the issues of global warming today, make many people look for new alternatives in providing a source of clean energy mainly comes from renewable energy sources one of which is by using a battery.*

*Battery or accumulator is an electric cell in which there takes place a reversible electrochemical process with high efficiency. Each battery cell consists of two electrodes of different kinds, namely the positive electrode and negative electrode are immersed in a chemical solution. In this study using nickel-cadmium batteries to be tested using voltammetry method and neural network to determine the capacity of the battery. This voltammetric method is capable of providing information about the thermodynamics of oxidation-reduction processes and electron transfer kinetics that occur on the surface of the electrode. Then the design of the model development nickel-cadmium battery based on neural network in this study using inputs specifically the voltage as input, and the current as target. So the accuracy testing of the forecasting system using neural network algorithm will be better and more efficient than the experiment data manually.*

**Keywords:** Nickel Cadmium Batteries, voltammetry, Neural Network Method

## PENDAHULUAN

Baterai nikel cadmium Baterai jenis ini memiliki tegangan sel sebesar 1,2 Volt per sel dengan kerapatan energi dua kali lipat dari baterai asam timbal. Sebagai katoda, baterai ini menggunakan nikel hidroksida  $\text{Ni(OH)}_2$  dan kadmium (Cd) sebagai anodanya yang dipisahkan oleh alkalin potasium hidroksida sebagai elektrolitnya. Baterai nikel kadmium memiliki nilai hambatan internal yang kecil dan memungkinkan untuk di charge dan discharge dengan rate yang tinggi. Sedangkan menurut SK520 PLN baterai nikel cadmium atau Ni-Cd merupakan baterai alkali dengan kapasitas 1.2 volt per sel dan sering digunakan pada PT. PLN sebagai suplai DC pada system proteksi, SCADA dan PLC.

Dengan deskripsi tersebut, penulis akan membahas tentang Pengembangan Kapasitas Baterai Nikel Cadmium Dengan Voltametri dan Berbasis Neural Network untuk menentukan kapasitas baterai yang besar dan tepat untuk digunakan. Dan juga untuk mengetahui bagaimana meningkatkan kapasitas baterai baterai nikel cadmium dengan tegangan konstan, dengan demikian akan didapatkan baterai yang lebih efisien.

## METODE PENELITIAN

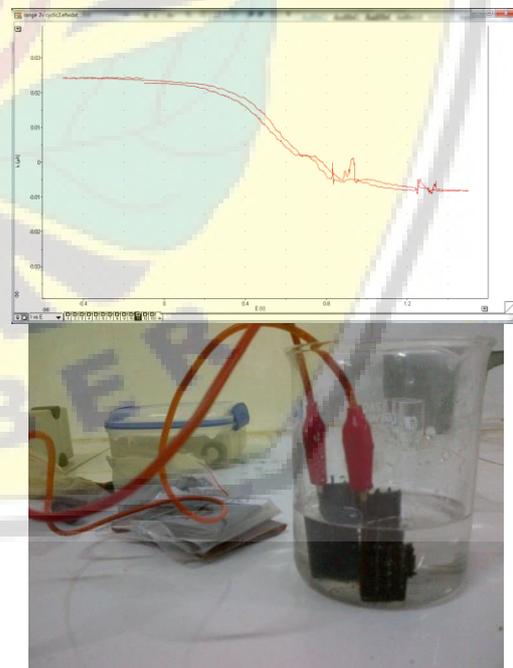
Baterai Nikel-Cadmium atau NiCd akan diukur dan diaplikasikan pada metode voltametri dengan menggunakan alat ukur potensiostat. Dalam pengukuran voltametri ini, elektroda kerja menggunakan lembaran Nikel berukuran 2 x 2 cm dan Cadmium berukuran 2 x 2 cm. Dalam rangka untuk menghilangkan lapisan oksida dari elektroda Ni, siklus voltametri KOH dilakukan beberapa kali. Hal tersebut langsung digunakan sebagai elektroda negatif. Untuk elektroda positif, dilakukan untuk membentuk lapisan  $\text{Cd(OH)}_2$  Counter elektroda adalah sepotong dari Ni atau  $\text{Cd(OH)}_2$  elektroda dipotong dari baterai praktis. Cyclic voltametri dilakukan dalam elektrolit Potasium Hidroksida atau KOH menggunakan potensiostat konvensional dan fungsi untuk elektroda negatif elektroda positif.

Kemudian, data pengukuran akan diaplikasikan pada metode neural network. Desain pengembangan model baterai asam timbal dan nikel cadmium berbasis neural network dalam penelitian ini menggunakan parameter arus dan tegangan. Jadi pengujian akurasi dari sistem peramalan menggunakan algoritma neural network akan lebih baik dan lebih efisien daripada data eksperimen secara manual.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Voltametri siklik adalah teknik yang digunakan untuk memperoleh informasi kualitatif mengenai reaksi elektrokimia. voltametri siklik adalah metode pengukuran elektrokimia dengan potensi gelombang potensiodinamik yang digunakan dalam analisis elektrokimia gelombang linear, potensi terus berubah sebagai fungsi linear waktu. Hasil pengukuran voltametri siklik dapat digunakan untuk menentukan sifat termodinamika proses redoks, sifat kinetik reaksi transfer elektron dan reaksi adsorpsi.

Sel voltametri terdiri dari elektroda kerja, elektroda bantu, dan elektroda referensi yang tenggelam dalam sel di mana tiga voltametri berisi larutan sampel. Potensi luar (V), diterapkan elektroda kerja dan elektroda pembantu untuk menghasilkan arus. Dalam penelitian ini digunakan sebagai  $\text{Cd(OH)}_2$  elektroda kerja dan NiOH sebagai elektroda dibandingkan dengan KOH sebagai elektrolit. Dalam percobaan ini tidak menggunakan elektroda referensi karena elektroda  $\text{Cd(OH)}_2$  dan Ni mudah bereaksi. Sehingga elektroda pengukuran  $\text{Cd(OH)}_2$  dan Ni menggunakan potensiostat dengan metode voltametri siklik menunjukkan grafik seperti Gambar 1



**Gambar.1** Pengukuran elektroda  $\text{Cd(OH)}_2$  dan Pb menggunakan potensiostat dengan metode voltametri siklik.

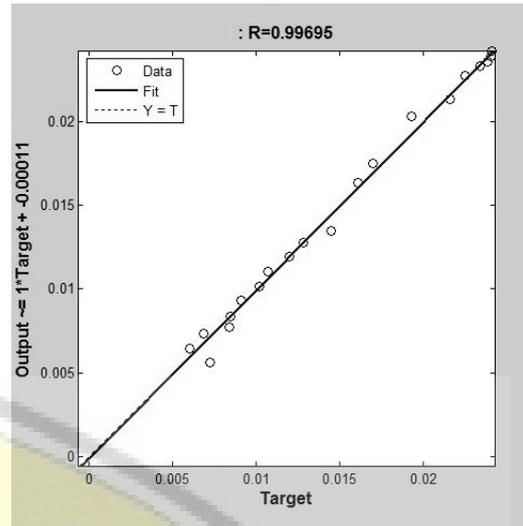


**Gambar.2** Sel baterai NiCd pada Gardu Induk Jember dengan bejana (container) terbuat dari plastik ditempatkan dalam rak besi yang diisolasi.

Pada umumnya yang banyak diinstalasi PLN adalah baterai alkali nikel-cadmium (Ni-Cd). Misalnya pada Gardu Induk Jember yang menggunakan baterai Nikel Cadmium sebagai Suplai DC untuk sistem proteksi, dengan kapasitas baterai sebesar 305 Ah dan memiliki sel sebanyak 84 buah. Dengan pembebanan floating sebesar 16 Ampere maka baterai akan mampu bekerja selama 19.1 jam. Ciri-ciri umum (tergantung pabrik pembuatnya) sebagai berikut:

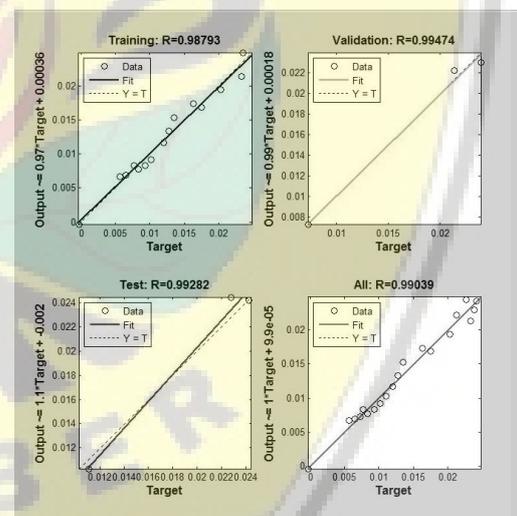
- Tegangan nominal per sel 1,2 volt.
- Nilai berat jenis elektrolitnya tidak sebanding dengan kapasitas baterai.
- Umur baterai tergantung pada operasi dan pemeliharaan
- Tegangan pengisian
  - Pengisian secara terapung (*floating*) 1,40-1,44 volt.
  - Pengisian secara cepat (*equalizing*) 1,50-1,60 volt
  - Pengisian dengan harga tinggi (*boosting*) 1,65-1,70 volt
- Tegangan pengosongan akhir (*end Voltage*) per sel 1 volt.

Kemudian data yang telah diperoleh dengan menggunakan pengukuran voltametri siklik sebagai target pada penerapan metode neural network menggunakan Software Matlab. Pada saat ada pelatihan regresi, output dan target menggunakan regresi linear, regresi mengukur dua atau lebih variabel dinyatakan sebagai bentuk hubungan atau fungsi. Untuk menentukan jenis hubungan atau regresi diperlukan pemisahan yang jelas antara variabel independen dengan simbol X dan variabel independen dengan simbol Y.



**Gambar.3** Plot Regression ketika training neural network.

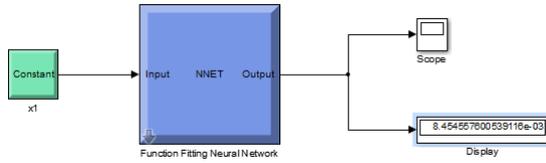
Dari Gambar.3 diperoleh persamaan garis untuk mendapatkan gradien terbaik untuk Output = T + (-0,00011) dengan koefisien korelasi sama dengan atau mendekati 1 dan gradien garis terbaik dari 1, itu menunjukkan nilai hasil yang sangat baik untuk pertandingan dengan target output nilai.



**Gambar.4** Plot Regression ketika training neural network.

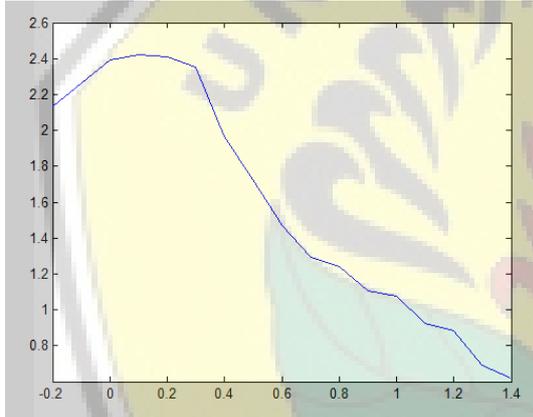
Sedangkan Gambar.6 menunjukkan kapan data hasil pengukuran menggunakan voltametri siklik dengan tegangan (E) sebagai masukan dan arus (I) sebagai target. Untuk menerapkan tegangan yang berbeda dari tegangan -0,2 Volt sampai 1,4 Volt untuk menghasilkan arus yang berbeda. Dengan demikian dapat dilihat pada tegangan bagaimana arus adalah nilai maksimum. Sementara di Gambar. 7 adalah hasil dari arus keluaran setelah disimulasikan

menggunakan neural network di Matlab Software dengan tegangan yang sama input data voltametri siklik.

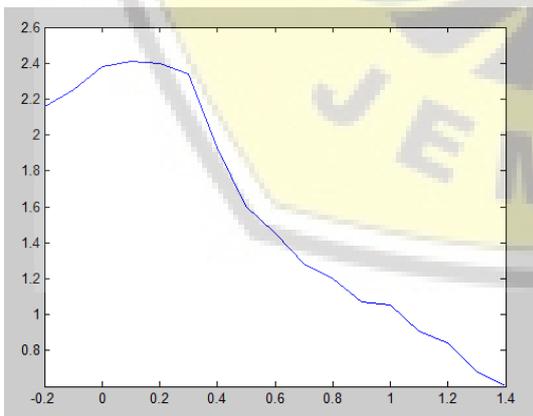


**Gambar.5** Diagram simulasi neural network pada Matlab.

Pada Gambar.5 merupakan data pengukuran voltametri yang dihasilkan pada diagram simulasi pada perangkat lunak Matlab. Dengan input matrik 1 X 17 data dan target matrik 1 X 17 data. Dengan diagram simulasi, kita dapat menunjukkan nilai dari output pada layar ketika kita memasukkan nilai tegangan pada sisi konstan. Dan kemudian data dari simulasi neural network dapat dilihat pada Tabel. 1



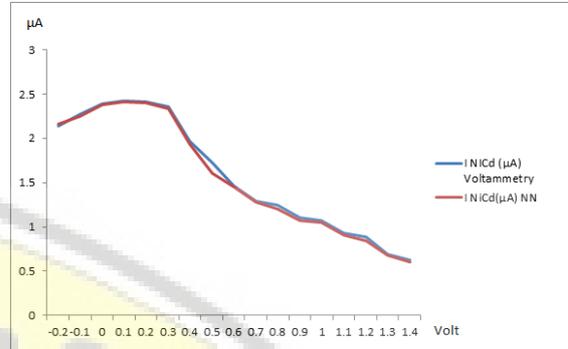
**Gambar.6** Grafik Voltametri sebagai target pada neural network.



**Gambar.7** Grafik hasil dari neural network.

Dengan membandingkan hasil simulasi neural network dengan metode pengujian voltametri siklik, maka terdapat perbedaan, dan perbedaan itu adalah error yang terjadi. Jika nilai error lebih kecil maka data yang dihasilkan

lebih baik daripada nilai error lebih besar. Hasil data dari neural network simulasi dibandingkan dengan metode pengujian voltametri siklik dapat dilihat dari Tabel. 1 dan Gambar. 8 sebagai berikut.



**Gambar.7** Grafik perbandingan antara hasil menggunakan voltametri dengan neural network.

**Tabel.1** perbandingan antara hasil menggunakan voltametri dengan neural network.

No.	E (V)	I NiCd (μA) Voltammetry	I NiCd(μA) NN
1	-0.2	2.137	2.159
2	-0.1	2.265	2.251
3	0	2.391	2.381
4	0.1	2.422	2.411
5	0.2	2.412	2.4
6	0.3	2.352	2.337
7	0.4	1.964	1.928
8	0.5	1.728	1.605
9	0.6	1.469	1.449
10	0.7	1.291	1.281
11	0.8	1.243	1.2
12	0.9	1.107	1.069
13	1	1.075	1.051
14	1.1	0.926	0.909
15	1.2	0.884	0.845
16	1.3	0.692	0.683
17	1.4	0.621	0.602

## KESIMPULAN

Pada penelitian kapasitas pengujian baterai dengan sampel elektroda Ni dan Cd(OH)<sub>2</sub> dapat dilihat nilai maksimum arus diperoleh yaitu sebesar 2.422 μA dengan tegangan 0,1 volt pada pengujian dengan metode voltametri

siklik dan arus maksimum 2.411  $\mu\text{A}$  dengan tegangan 0,1 Volt pada simulasi neural network. Arus terkecil diperoleh yaitu sebesar 0.621  $\mu\text{A}$  dengan tegangan 1.4 Volt pada pengujian dengan metode voltametri dan arus minimum 0.602  $\mu\text{A}$  dengan tegangan 1.4 Volt ketika disimulasikan dengan neural network. Maka hasil dari dua metode menghasilkan perbedaan yang tidak jauh. Dari hasil pebandingan simulasi neural network dengan metode pengujian voltametri siklik, maka terdapat perbedaan, dan perbedaan itu adalah error yang terjadi. Jika nilai error lebih kecil maka data yang dihasilkan lebih baik

## DAFTAR PUSTAKA

1. Lahoucine Atourki, E. h. (2014). Characterization of ZnO Thin Films Grown by Linear Sweep.
2. M. Sugawara, e. (2003). ITE Lett., 4 (4), 424.
3. Potocnik, P. (2012). Neural Networks: MATLAB examples. University of Ljubljana : MATLAB® 7.14.
4. S.B. Jambure, S. P. (2014). A comparative study of physico-chemical properties of CBD and SILAR grown ZnO thin films. Materials Research Bulletin.
5. SK520 (2014) PT. PLN (Persero)
6. Wang Sicheng, C. Z. (2005). SOC Moeling For Lead-acid Battery And Developments Of SOC On-line Tester[J]. ACTA ENERGIAE SOLARIS, 26(1):6-13.
7. WANG Zhiguo, G. Y. (2003). Research on the Equivalent Circuit Model of Lead-Acid Battery. Journal of Armed Force Engineering Institute, 17(1):78-81.
8. Xiyun Yang, F. J. (2013). Prediction of Lead-acid Storage Battery's Remaining Capacity Based on LM-BP. IEEE.

