

DAFTAR ISI

PERNYATAAN	iii
PRAKATA	iv
ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN	vi
ABSTRACT	ix
INTISARI	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	5
1.3 Keaslian/Kontribusi Penelitian	6
1.4 Tujuan Penelitian	8
1.5 Manfaat Penelitian	8
1.6 Sistematika Penulisan	9
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	11
2.1 Tinjauan Pustaka	11
2.2 Landasan Teori	17
2.2.1 Mobil Baterai (<i>Battery Electric Vehicles</i>)	17
2.2.2 <i>Battery Management System</i> (BMS)	19
2.2.3 Baterai Ion <i>Lithium</i>	22
2.2.4 Pemodelan Baterai	23
2.2.4.1 Rangkaian Ekuivalen Baterai	24
2.2.4.2 Model Tabulasi Data Dan <i>Black Box</i> Baterai	26
2.2.5 <i>State of Charge</i> (SOC)	27
2.2.6 Metode Estimasi <i>State of Charge</i> (SOC)	28
2.2.6.1 Metode <i>Coloumb Counting</i>	30
2.2.6.2 Metode OCV (<i>Open Circuit Voltage</i>)	30
2.2.7 Keuntungan Estimasi SOC	32
2.2.8 Pengisian Baterai	32
2.2.9 Pemakaian Baterai	34
2.2.10 Terminologi Dan Definisi Pada Baterai	36
2.2.11 <i>Neural Network</i>	37
2.2.11.1 Arsitektur <i>Neural Network</i>	39
2.2.11.2 Algoritme Pembelajaran	42

2.2.11.3	Algoritme <i>Levenberg Marquadt</i>	44
2.2.11.4	Fungsi Aktivasi	46
2.2.12	<i>Backpropagation Neural Network</i> (BPNN)	51
2.2.12.1.	Algoritme BPNN	52
2.2.13	<i>Gradient Descent</i>	57
2.2.14	Momentum	60
2.2.15	Laju Pembelajaran (<i>Learning Rate</i>)	62
2.2.16	Global Minimum Dan Lokal Minimum	62
2.2.17	Normalisasi Data	64
2.2.18	Parameter Analisis	64
2.2.18.1	MSE (<i>Mean Squared Error</i>)	64
2.2.18.2	RMSE (<i>Root Mean Square Error</i>)	64
2.2.18.3	MAPE (<i>Mean Absolute Percentage Error</i>)	65
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	66
3.1	Pendahuluan	66
3.2	Peralatan Penelitian	66
3.2.1	Perangkat Keras Penelitian	67
3.2.1.1	Baterai <i>Lithium Polymer</i>	67
3.2.1.2	<i>Dummy Load</i>	67
3.2.1.3	<i>Charger</i>	68
3.2.1.4	Mikrokontroler Arduino Uno 32	68
3.2.2	Perangkat Lunak Penelitian	69
3.3	Tahapan Penelitian	69
3.3.1	Pembuatan <i>Hardware</i>	70
3.3.2	Pengujian <i>Hardware</i>	70
3.3.3	Pengujian Baterai <i>Lithium Polymer</i>	71
3.3.4	Pra Pengolahan Data	72
3.3.5	Menentukan Arsitektur BPNN	73
3.3.6	Implementasi Secara <i>Offline</i>	75
3.3.6.1	Rangkaian Sensor Tegangan Baterai	77
3.3.6.2	Rangkaian Sensor Arus	79
3.3.6.3	Rangkaian <i>Discharge</i> Baterai	80
3.4	Menentukan SOC Aktual Baterai <i>Lithium Polymer</i>	81
3.5	BPNN	81
3.5.1	Bobot (<i>Numerical Weight</i>)	81
3.5.2	<i>Gradient Descent</i>	82
3.5.3	Momentum	82
3.5.4	Jumlah Maksimal Iterasi Dan <i>Validation Check</i>	82
3.6	Menghitung <i>Output</i> Pada BPNN	82
3.7	Estimasi OCV-SOC Baterai <i>Lithium Polymer</i>	88
3.8	Estimasi SOC Dengan Beban Bervariasi Pada Baterai <i>Lithium Polymer</i>	89
3.9	Menentukan Parameter DOD Baterai <i>Lithium</i>	89
3.10	Analisis Parameter <i>Output</i>	89
3.10.1	Parameter Untuk Estimasi OCV-SOC Baterai <i>Lithium</i>	89

3.10.2 Parameter Untuk Estimasi SOC Beban Bervariasi Pada Baterai <i>Lithium</i>	90
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	92
4.1 Data Eksperimen	92
4.1.1. Data OCV Baterai	92
4.1.2. Data <i>Training</i>	93
4.1.3. Data Target	93
4.1.4. Data <i>Testing</i>	94
4.2 Estimasi OCV-SOC Baterai <i>Lithium Polymer</i>	95
4.3 Estimasi SOC Beban Bervariasi Pada Baterai <i>Lithium Polymer</i>	99
4.4 Nilai DOD Baterai <i>Lithium Polymer</i>	101
4.5 Analisis	102
4.6 Temuan Penelitian	103
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	106
5.1 Kesimpulan	106
5.2 Saran	107
DAFTAR PUSTAKA	108
LAMPIRAN	115

