TESIS – EE185401

SISTEM MANAGEMEN ENERGI TERBARUKAN DENGAN PREDIKSI KELUARAN DAYA PV, PELEPASAN BEBAN DAN KONDISI PENGISIAN BATERAI PADA SISTEM OFF-GRID

NORMA MAHMUDAH
07111850012002

DOSEN PEMBIMBING
Dr.Eng. Ardyono Priyadi, ST., M.Eng.
Vita Lystianingrum Budiharto Putri, ST., M.Sc., Ph.D.

PROGRAM MAGISTER
BIDANG KEAHLIAN TEKNIK SISTEM TENAGA
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI ELEKTRO DAN INFORMATIKA CERDAS
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2021

TESIS – TE185401

SISTEM MANAGEMEN ENERGI TERBARUKAN DENGAN PREDIKSI KELUARAN DAYA PV, PELEPASAN BEBAN DAN KONDISI PENGISIAN BATERAI PADA SISTEM OFF-GRID

NORMA MAHMUDAH
07111850012002

DOSEN PEMBIMBING
Dr.Eng. Ardyono Priyadi, ST., M.Eng.
Vita Lystianingrum Budiharto Putri, ST., M.Sc., Ph.D.

PROGRAM MAGISTER
BIDANG KEAHLIAN TEKNIK SISTEM TENAGA
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI ELEKTRO DAN INFORMATIKA CERDAS
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2021

LEMBAR PENGESAHAN TESIS

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Magister Teknik (MT)
di
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Oleh:

NORMA MAHMUDAH
NRP: 07111850012002

Tanggal Ujian: 4 Februari 2021
Periode Wisuda: Maret 2021

Disetujui oleh:
Pembimbing:

1. Dr.Eng. Ardyono Priyadi, ST., M.Eng.
   NIP: 197309271998031004

2. Vita Lystianingrum B.P, ST., M.Sc., Ph.D
   NIP: 198208292005042001

Penguji:

1. Prof. Dr. Eng. Imam Robandi
   NIP: 196308171990031001

2. Dr. Ir. Margo Pujiantara, M.T
   NIP: 196603181990101001

3. Heri Suryoatmojo, S.T.,M.T., Ph.D
   NIP: 198006032006041003

Kepala Departemen Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Elektro Dan Informatika Cerdas

Dedet Candra Riawan ST., M.Eng., Ph.D.
NIP: 197311192000031001

Halaman ini sengaja dikosongkan

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi keseluruhan Tesis saya dengan judul "**SISTEM MANAJEMEN ENERGI TERBARUKAN DENGAN PREDIKSI KELUARAN DAYA PV, PELEPASAN BEBAN DAN KONDISI PENGISIAN BATERAI PADA SISTEM OFF-GRID**" adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diijinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka. Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, 23 Februari 2021

Norma Mahmudah

NRP. 07111850012002

Halaman ini sengaja dikosongkan

SISTEM MANAJEMEN ENERGI TERBARUKAN DENGAN PREDIKSI KELUARAN PV, PELEPASAN BEBAN DAN KONDISI PENGISIAN BATERAI PADA SISTEM OFF-GRID

Nama mahasiswa : Norma Mahmudah
NRP : 07111850012002
Pembimbing : 1. Dr.Eng. Ardyono Priyadi, S.T., M.Eng.
2. Vita Lystianingrum BP, S.T., M.Sc., Ph.D

ABSTRAK

Pembangkit listrik merupakan kebutuhan yang sangat penting dalam kehidupan sahari-hari, Sehingga banyak yang mempertimbangkan energi terbarukan untuk mensuplai kekurangan daya. Sumber energi yang paling efektif adalah *Photovoltaic* (PV) dan Wind Turbin dan Baterai sebagai penyimpanan sumber energi sehingga perlu adanya *Energy Management System* (EMS). EMS diusulkan untuk starategi managemen kontrol antara energi terbarukan (PV,Wind Turbin), Baterai, dan beban komersial. Pada penelitihan ini diusulkan melakukan EMS pada sistem yang terdiri dari Energi terbarukan (PV dan Wind),baterai, dan beban. Terdapat tiga pertimbangan utama dalam menentukan EMS pada sistem *off-grid*. Pertama memprediksi daya keluaran PV dan beban dengan mempertimbangkan parameter *irradiance*, temperatur PV dan Temperatur sekitar (ambient) menggunakan *Artificial Neural Network* (ANN) yaitu *Cascade Forward Neural Network* dengan algoritma *Levenberg-marquard* yang cepat dan stabil. Strategi kedua adalah mengunakan algoritma *rule-base* untuk menjaga *State of Charge* (SOC) agar tidak mengalami kondisi *overcharging/overdischarging*. Yang ketiga melakukan pelepasan beban untuk mengoptimalkan *charge* ke baterai. Penelitihan ini dilakukan dengan mengunakan Simulink matlab.

Kata kunci: *Artificial Neural Network*, *Cascade Forward Neural Network*, *Levenberg-marquard*, *Photovoltaic* (PV), *Energy Management System* (EMS), *State of Charge* (SOC) dan *Load Shedding.*

Halaman ini sengaja dikosongkan

RENEWABLE ENERGY MANAGEMENT SYSTEM WITH OUTPUT POWER PV PREDICTION, LOAD SHEDDING AND STATE OF CHARGE BATTERY IN OFF-GRID SYSTEM

By : Norma Mahmudah
Student Identity Number : 07111850012002
Supervisor(s) : 1. Dr.Eng. Ardyono Priyadi, S.T., M.Eng.
2.Vita Lystianingrum BP, S.T., M.Sc., Ph.D

ABSTRACT

Power generation is a very important requirement in everyday life, so many consider renewable energy to supply power shortages. The most effective energy sources are Photovoltaic (PV) and Wind Turbines and Batteries as a storage source of energy so that an Energy Management System (EMS) is needed. EMS is proposed for control management strategies between renewable energy (PV, Wind Turbines), batteries, and commercial loads. In this research, it is proposed to carry out EMS on a system consisting of renewable energy (PV and Wind), batteries, and loads. There are three main considerations when determining an EMS in an off-grid system. First, predict the output power of PV and load by considering the parameters of irradiance, PV temperature and ambient temperature using an Artificial Neural Network (ANN), namely the Cascade Forward Neural Network with the fast and stable Levenberg-marquard algorithm. The second strategy is to use a rule base algorithm to keep the State of Charge (SOC) from experiencing overcharging / overdischarging conditions. The third performs load shedding to optimize the charge to the battery. This research was carried out using the Simulink Matlab.

Keywords: Artificial Neural Network, Cascade Forward Neural Network, Levenberg-marquard, Photovoltaic (PV), Energy Management System (EMS), State of Charge (SOC) and Load Shedding.

Halaman ini sengaja dikosongkan

KATA PENGANTAR

بسم الله الرحمن الرحيم

Alhamdulillah, atas kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayahnya sehingga penulis bisa menyelesaikan thesis ini dengan judul "**SISTEM MANAGEMENT ENERGI TERBARUKAN DENGAN PREDIKSI KELUARAN DAYA PV, PELEPASAN BEBAN DAN KONDISI PENGISIAN BATERAI PADA SISTEM OFF-GRID**". Tujuan dari Thesis ini adalah sebagai persyaratan untuk mendapatkan gelar Magister Teknik di Bidang Studi Teknik Sistem Tenaga Dapartement Teknik Elektro, Insitut Teknologi Sepuluh Nopember.

Dalam penyusunan penulisan thesis ini, Penulis banyak mendapatkan dukungan serta motivasi dari beberapa pihak. Dengan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Kedua orang tua atas yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan agar penulis dapat menyelesaikan buku thesis ini.
2. Bapak Dr. End., Ardyono Priyadi, ST., M.Eng dan Ibu Vita Lystianingrum Budiharto Putri.,S.T.,M.Sc.,Ph.D, Selaku dosen pembimbing yang dengan sabar telah membimbing dan memberi bantuan demi kelancaran penulisan buku thesis ini.
3. Seluruh Bapak/Ibu Dosen serta Karyawan Teknik Elektro ITS yang memberikan banyak ilmu kepada penulis.
4. Iqbal Qurdowi dan adek Nadiv Guiizzan Elramdan yang selalu membantu dan memberi semangat.
5. Vita Kusuma, Avian, Feriko, Pak Putu Serta teman-teman S2 Sistem Tenaga ITS atas dukungan, motivasi dan dukungannya sehingga penulis dapat menyelesaikan buku thesis ini.
6. Semua pihak yang telah memberikan bantuan kepada penulis.

Surabaya 25 Januari 2021

Penulis

Halaman ini Sengaja di Kosongkan

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TESIS iii

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS v

ABSTRAK vii

ABSTRACT ix

KATA PENGANTAR xi

DAFTAR ISI xiii

DAFTAR GAMBAR xv

DAFTAR TABEL xvii

PENDAHULUAN 1

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Rumusan Masalah 3

1.3 Tujuan 3

1.4 Batasan Masalah 3

1.5 Kontribusi 4

BAB 2 KAJIAN PUSTAKA 5

2.1 Kajian Penelitian Terkait 5

2.2 Teori Dasar 6

2.2.1 *Photovoltaic* (PV) 6

2.2.2 *Cascade Forward Neural Network* (CFNN) 10

2.2.3 Algoritma Levenberg Marquadt 13

2.2.4 Wind Turbin 14

2.2.5 *Battery Energy Storage (BES)* 14

2.2.6 *Maximum Power Point Tracker* (MPPT) 15

2.2.7 Sistem Managemen Energi 16

BAB 3 METODE PENELITIAN 17

3.1 Sistem yang Diusulkan 17

3.2 Bagan *Flowchart* Penelitian 18

3.3 Prediksi Daya Keluaran PV 20

3.4 Parameter Simulasi pada Simulink 22
3.4.1 Desain PV dengan *Boost Converter* 22
3.4.2 Desain Wind Turbin 24
3.4.3 Kapasitas Baterai 24
3.5 Sistem Managemen Energi 26
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN 29
4.1 Prediksi Daya Keluaran PV 29
4.1.1 Prediksi PV selama 10 jam 29
4.1.2 Prediksi PV selama 24 Jam 36
4.2 Hasil MPPT P&O 42
4.3 Hasil Wind Turbin 44
4.4 Hasil Sistem Manajemen Energi 44
BAB 5 KESIMPULAN 47
DAFTAR PUSTAKA 49
LAMPIRAN 51

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Model rangkaian pengganti pada PV[5]..... 7
Gambar 2.2 Karakteristik dari PV[5]..... 8
Gambar 2.3 Karakteristik I-V dari PV dan Maximum Power Point [5] 9
Gambar 2.4 Karakteristik P-V dengan irradiance [5] 10
Gambar 2.5 Karakteristik P-V dengan suhu [5]..... 10
Gambar 2.6 Struktur *Neural Network*..... 11
Gambar 2.7 Struktur *Cascade Forward Neural Network*..... 11
Gambar 2.8 Fungsi linier (identitas) 12
Gambar 2.9 Fungsi Signoid Biner (*Logsig*)..... 12
Gambar 2.10 *Flowchart* algoritma P&O..... 15
Gambar 3.1 Blok diagram sistem..... 17
Gambar 3.2 *Flowchart* penelitian 19
Gambar 3. 3 Arsitektur *Cascade Forward Neural Network*..... 21
Gambar 3. 4 Rangkaian PV dengan *Boost Converter*..... 22
Gambar 3.5 Rangkaian Wind Turbin..... 24
Gambar 3.6 Rangkaian Penyimpanan Baterai 26
Gambar 3.7 *Flowchart* Algoritma *Rule-Base* 27
Gambar 4.1 Data *Training Irradiance* dari jam 07.00-18.00..... 29
Gambar 4.2 Data *Training* Temperatur Ambient dari jam 07.00-18.00 30
Gambar 4.3 Data *Training* Temperatur Modul PV dari jam 07.00-18.00 30
Gambar 4.4 Data *Training* Daya PV dari jam 07.00-18.00 30
Gambar 4.5 Data Target Daya PV (t+1) dari jam 07.00-18.00..... 31
Gambar 4.6 Proses *Training* Pediksi PV dari jam 07.00-18.00..... 31
Gambar 4.7 Data hasil prediksi *Training* dari jam 07.00 sampai 18.00 32
Gambar 4.8 Hasil target dari Training pada *learning rate* 0.1..... 34
Gambar 4.9 *Performance Training* dengan *learning rate* 0.1 34
Gambar 4.10 Hasil *Testing* dengan dengan *learning rate* 0.1..... 35
Gambar 4.11 Data *Training Irradiance* dari jam 00.00-23.00..... 36
Gambar 4.12 Data *Training* Temperatur sekitar (Ambient) dari jam 00.00-23.0036
Gambar 4.13 Data *Training* Temperatur Modul PV dari jam 00.00-23.00 37
Gambar 4.14 Data *Training* Daya PV dari jam 00.00-23.00 37
Gambar 4.15 Data Target Daya PV (t+1) dari jam 00.00-23.00..... 37
Gambar 4.16 Proses *Training* Pediksi PV dari jam 00.00-23.00..... 38
Gambar 4.17 Data hasil prediksi *Training* dari jam 00.00 sampai 23.00 38
Gambar 4.18 Hasil target dari *Training* pada *learning rate* 0.01..... 40
Gambar 4.19 Performance *Training* dengan *learning rate* 0.01..... 41
Gambar 4.20 Hasil *Testing* dengan dengan *learning rate* 0.01..... 41
Gambar 4.21 Daya PV dengan Mengunakan MPPT 42
Gambar 4.22 Daya PV tanpa MPPT 43
Gambar 4.23 Daya Wind Turbin..... 44
Gambar 4.24 Hasil dari EMS mengunakan algoritma *rule-base* 45

alaman ini Sengaja di Kosongkan

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1Variabel Parameter *Input* dan *Output* 20
Tabel 3.2 Data *training* ANN untuk prediksi daya keluaran PV 21
Tabel 4.1 Hasil *Testing* Prediksi MSE dengan *Learning Rate* 0.1 32
Tabel 4.2 Hasil *Testing* Prediksi MSE dengan *Learning Rate* 0.01 33
Tabel 4.3 Hasil *Testing* Prediksi MSE dengan *Learning Rate* 0.05 33
Tabel 4.4 Hasil *Testing* Prediksi MSE dengan *Learning Rate* 0.1 39
Tabel 4.5 Hasil *Testing* Prediksi MSE dengan *Learning Rate* 0.01 39
Tabel 4.6 Hasil *Testing* Prediksi MSE dengan *Learning Rate* 0.05 40

Halaman ini sengaja dikosongkan

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan akan tenaga listrik meningkat dari tahun-ketahun, peningkatan tersebut dikarenakan pertumbuhan pabrik, gedung, perumahan dan lain-lain. Tarif listrik juga mengalami kenaikan, maka banyak intansi usaha yang memilih energi terbarukan dan menjadi alternatif utama yaitu energi matahari dan energi angin. Sumber energi terbarukan banyak dikembangkan karena memiliki banyak keuntungan biaya operasional murah, bersih, bebas polusi dan perawatannya yang mudah meskipun membutuhkan investasi awal yang mahal tetapi ini tidak sebanding dengan mangfaat yang didapat apabila mengunakan energi terbarukan.

Hybrid sistem energi terbarukan PV dan Wind Turbin menjadikan pelengkap solusi kelemahan satu sama lain dan *Battery Energy Storage* (BES) untuk melengkapi PV dan wind turbin sehingga menjaga keseimbangan daya di sistem tenaga listrik.

Melakukan prediksi PV sangat diperlukan karena sifat PV yang intermittent dan tergantung kondisi cuaca harus diperhatikan, seperti contoh penelitihan yang dilakukan[1] mengembangkan peramalan probabilistik berdasarkan kondisi cuaca. Kumpulan data probabistik merupakan data historis yng diperoleh dari pengumpulan data real melalui inverter dan pengukuran cuaca. Peramalan keluaran daya PV juga dapat mengunakan fuzzy seperti yang dilakukan pada peneliti[2]. Metode hybrid juga diusulkan oleh peneliti[3] Peramalan PV dilakukan selama 24 dengan mengunakan *artificial neural network*. *artificial neural network* mempunyai beberapa macam metode salah satunya seperti yang dilakukan oleh peneliti[4]mengunakan *cascade forward neural network* dengan mempertimbangkan temperature sekitar,radiasi,kelembapan dan kecepatan angin. Dengan mengunakan *cascade forward neural network* menghasilkan *error* yang kecil sehingga mendekati daya aktual PV.

EMS di bahas pada peneliti [5] membahas tentang PV dan perkiraan beban yang dapat dievaluasi dengan merancang BES *charging* dan *discharging* dalam

sistem selama 24 jam. Pendekatan ini mempunyai konsep yang sangat mudah tetapi belum membahas *state of charge* (SOC) baterai.

Energy Management System (EMS) pada peneliti [6]-[7] mengunakan *Fuzzy Logic Controller (FLC)* untuk jaringan microgrid yang terhubung dengan energi terbarukan hibrida (PV dan wind turbin) dan sistem penyimpanan. Desain fuzzy ini berfungsi untuk meminimalkan fluktuasi jaringan dan memperpanjang umur baterai karena menjada SOC baterai pada batas yang aman dengan maksimum *depth of discharge* (DOD) 50 persen.

Mengunakan Algoritma Fuzzy membutuhkan banyak *rules* dan kurang cepat sehingga membutuhkan algoritma yang mudah digunakan dan cepat salah satu nya mengunakan *Dynamic Programming* seperti yang dilakukan pada peneliti[8] mengunakan jaringan listrik skala kecil yang dapat beroperasi secara mandiri, jaringan mikro skala kecil pada penelitihan ini mengunakan energi terbarukan dan konvesional yaitu PV, micro gas turbin dan generator diesel jika ada daya berlebih maka akan di *charge* ke baterai dan jika daya yang di hasilkan tidak memenuhi kebutuhan beban maka akan *discharge* ke baterai.

Untuk memaksimalkan energi yang dihasilkan oleh energi terbarukan untuk *charge* dan *discharge* ke baterai maka peneliti[9] mengunakan algoritma *rule base* selain menjaga *charge* dan *discharge* ke baterai juga mempertahankan SOC pada batas yang aman.

Sistem dengan menggunakan pendekatan *prediktif* untuk dapat mengatur jadwal operasi pembangkit hal ini bertujuan untuk meminimalisir pemadaman seluruh sistem microgrid khususnya melalui skema pelepasan beban. Dengan menggunakan perkiraan cuaca online untuk memprediksi produksi energi 48 jam kedepan dan mengurangi durasi pemadaman sekitar 80% sampai 100% dan tetap menjaga SOC baterai pada batas yang aman[10].

Pada thesis ini menggunakan sistem *off-grid* pada *Energy Management System* (EMS) dengan mengunakan energi terbarukan PV dan wind turbin dan penyimpanan energi mengunakan baterai. Data yang di gunakan adalah data real yang di dapatkan dari PLTH Pantai Baru Bantul Yogyakarta. Prediksi keluaran PV mengunakan *Cascade Forward Neural Network* dengan algoritma *Levenberg-marquard* untuk mendapatkan hasil yang cepat dan stabil. Prediksi keluaran daya

PV mengunakan masukan *Irradiance*, suhu sekitar, suhu modul pv dan daya pv dengan target daya PV satu hari kedepan. Selanjutnya EMS sebagai kendali penentuan untuk *charge* dan *discharge* pada batas aman SOC. EMS juga mengatur mengunaan daya PV, daya wind turbin dan daya baterai dan mengunakan algoritma *rule base* dapat melakukan pelepasan beban dengan menentukan beban mana yang diperlukan dan tidak diperlukan sehingga daya dapat di *charge* ke baterai. EMS juga mengatur kondisi pengisian baterai agar tetap berapa di batas aman SOC.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dalam thesis ini, maka rumusan masalah yang dapat diangkat meliputi :

1. Bagaiman mengimplementasikan prediksi keluaran daya PV ?
2. Bagaimana mendesain energi terbarukan (PV,Wind) dan baterai?
3. Bagaimana cara mengontrol *energy management system* (EMS) berdasarkan prediksi daya keluaran PV, daya wind turbin, baterai dan beban?
4. Bagaimana menjaga SOC baterai agar tetap aman pada profil beban ?
5. Bagaimana cara mengurangi beban agar *charging* baterai lebih optimal?

1.3 Tujuan

Tujuan penelitihan ini adalah :

1. Melakukan prediksi keluaran daya PV dan beban menggunakan *Cascade Forward Neural Network* berdasarkan data aktual di PLTH Pantai Baru.
2. Melakukan kontrol EMS dengan menggunakan *Algoritma rule-base*
3. Menjaga *charge/discharge* baterai pada batas aman SOC
4. Melakukan pengurangan beban agar mengoptimalkan dalam *charging* baterai?

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sistem *Rooftop PV* menggunakan tipe *off-grid*
2. Prediksi mengunakan *Cascade Forward Neural Network* dengan parameter Irradiance, Suhu sekitar PV, Suhu modul PV, dan Daya PV

3. Peramalan daya PV berdasarkan data aktual di PLTH Pantai Baru Bantul,Yogyakarta.
4. EMS hanya mempertimbangkan SOC baterai
5. Tidak mempertimbangkan peralatan elektronika.
6. Tidak mempertimbangkan biaya operasional.
7. Tidak mempertimbangkan kehandalan sistem

1.5 Kontribusi

Kontribusi yang diharapkan adalah dapat melakukan prediksi keluaran daya PV mengunakan *Cascade Forward Neural Network* dengan algoritma *Levenberg-marquard* dengan mempertimbangkan irradiance, suhu sekitar PV, suhu modul PV dan Daya PV, Desain Wind Turbin dan desain estimator baterai dengan menggunakan *algoritma rule-base* yang digunakan sebagai kontrol energi manajemen sistem antara energi terbarukan (PV,Wind Turbin) dan Baterai untuk memenuhi beban komersial dengan mempertimbangkan kondisi pengisian baterai. Mengatur SOC baterai agar tetap di *range* aman dan melakukan pelepasan beban agar dapat dioptimalkan dalam *charge* ke baterai.

BAB 2

KAJIAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan tentang sistem management untuk pembangkit PV tipe *off grid*. Untuk dapat memprediksi beban dan keluaran daya PV menggunakan *Cascade Forward Artificial Neural Network* menggunakan algoritma *Leveberg-Marquardt* (LM) dengan mempertimbangkan SOC baterai

Terdapat 2 sub bab yaitu sub bab 2.1 yang menjelaskan mengenagi kajian penelitihan terkait dan sub bab 2.2 yang menjelaskan bagian-bagian yang terkait dengan penelitihan yang dibahas seperti PV, Wind turbin, Baterai, *Energy Management System* dengan menjaga SOC pada batas aman dan menentukan beban mana yang akan di lakukan pelepasan agar pengunaanya lebih efisien.

2.1 Kajian Penelitian Terkait

Beberapa peneliti telah melakukan penelitihan mengenahi topik *management energy system* (EMS) dengan PV, Wind Turbin, baterai. Prediksi daya dengan mengunakan PV mengunakan *artificial intelligence* untuk dapat memperkirakan keluaran daya PV 24 jam berikutnya. Peramalan menggunakan metode *hybrid* diusulkan pada penelitihan [2] dengan menggunakan parameter suhu, probabilitas curah hujan dan penyinaran matahari dari jam yang serupa yang bertujuan untuk memprediksi daya keluaran PV secara langsung. Hasil yang didapatkan adalah data aktual yang nantinya digunakan untuk management energi PV. Prediksi PV mengunakan *Cascade Forward Artificial Neural Network* juga diusulkan oleh peneliti [4] data untuk pelatihan adalah irrdiance, suhu, kelembapan dan kecepatan angin, prediksi keluaran daya PV diprediksi selama 2 hari kedepan. Sampling dilakukan per 15 menit. Mengan mengunakan *Cascade Forward Artificial Neural Network* dapat memprediksi PV secara akurat dan cepat.

Peneliti [10] mengusulkan tentang *energy management system* (EMS) dengan menggunakan PV dan penyimpanan baterai. Sistem yang diusulkan menggunakan pendekatan prediksi untuk mengatur jadwal operasi untuk meminimalisir pemadaman seluruh sistem dalam *mikrogrid* khususnya menggunakan skema *load shedding*. Pendekatan yang diusulkan juga

mempertimbangkan batas SOC baterai untuk menghitung ketidakpastian dalam estimasi energi yang tersimpan .

Penelitihan[11]mengusulkan managemen energi baru dengan menggunakan energi terbarukan dan *Battery Energy Storage System* (BESS) dari jaringan listrik yang ada di gedung yang dikendalukan oleh inverter PV/BESS. Untuk menemukan aliran daya yang optimal di gedung untuk satu hari kedepan menggunakan *model predictive control* (MPC). Algoritma kontrol MPC ini menggunakan persamaan aliran daya dan ramalan cuaca dan selanjutnya fungsi biaya dirumuskan dan dioptimalkan menggunakan algoritma genetika yang bertujuan untuk mengurangi energi yang di impor dari grid membantu mengurangi kekosongan yang ada di BESS

Dari semua referensi yang dipaparkan diatas untuk memudahkan manajemen energi PV dengan menguna *Cascade Forward Artificial Neural Network* untuk prediksi keluaran daya PV satu hari kedepan dengan mengunakan data pelatihan adalah irradiance, temperature sekitar PV, suhu modul PV, temperature sekitar PV dan daya real hari ini dengan target daya 1 hari kedepan. Sampling time per 1 jam. *energy management system* (EMS) antara energi terbarukan (PV,Wind Turbin) dan energi penyimpanan baterai dengan mempertimbangkan kondisi pengisian baterai pada batas aman dan melakukan pengurangan beban agar lebih dioptimalkan untuk *charging* baterai dan dapat menentukan beban yang akan dilepas agar pengunaannya lebih efisien. Sistem yang digunakan dalam thesis ini dalam skala kecil yang bersifat *off-grid*, Dengan mengunakan data *real* yang didapatkan dari PLTH Pantai Baru Bantul,Yogyakarta.

2.2 Teori Dasar

Teori yang digunakan pada proposal tesis yang terkait dengan penelitian yang diusulkan antara lain adalah:

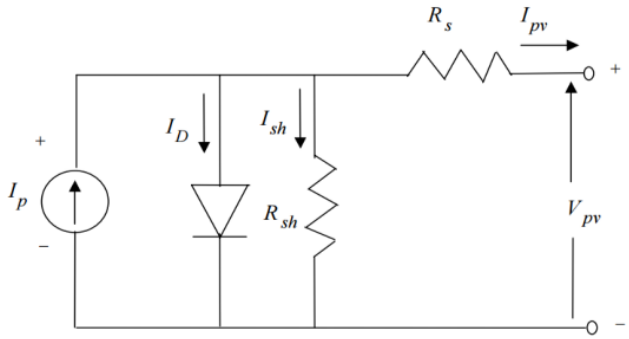
2.2.1 *Photovoltaic* (PV)

Photovoltaic (PV) adalah pembangkit listrik tenaga surya yang memangfaatkan energi matahari menjadi energi lisrik. Banyak keuntungan dari PV yaitu dapat di produksi secara berkelanjutan, menguranggi tagihan pelanggan terhadap kebutuhan tenaga listrik, umur dari PV yang lebih dari 30 tahun dengan

pemeliharaan yang minimum, tetapi PV juga bersifat intermiten dan merupakan tantangan besar bagi sistem tenaga listrik yang mengharuskan sistem dalam keadaan seimbang[12].

Sistem PV yang tersambung ke jaringan memiliki 5 komponen utama yaitu PV (modul atau array) yang berfungsi mengubah energi matahari menjadi energi listrik, konverter dc-dc mengubah tegangan rendah dc yang dihasilkan oleh PV arrary menjadi tegangan tinggi dc, inverter yang fungsinya mengubah tegangan tinggi dc ke tegangan ac, pengontrol digital MPPT (*Maximum Power Point Tracking*) yang mengontrol operasi dari konverter, firter ac untuk menyerap tegangan dan yang terakhir harmonisa arus yang dihasilkan oleh inverter.

Pada sel PV tunggal mengunakan fotodioda, rangkaian ekivalen dimodelkan sumber arus akan bergantung pada irradiance dan temperatur dengan dioda inverter dapat melakukan *reverse saturation current.* Namun, suatu panel surya tidak ada yang ideal sehingga hambatan shunt dan seri akan ditambahkan ke model rangkaian penganti PV yang ditunjukkan pada gambar 2.1. Resistansi seri (R_s) disebabkan adanya hambatan pada aliran elektron dari persimpangan n ke p yang memiliki resistansi seri intrinsik yang bernilai kecil. Resistansi shunt (R_{sH}) yang disebabkan adanya arus bocor yang memiliki nilai yang sangat tinggi.



Gambar 2.1 Model rangkaian pengganti pada PV[5]

Rangkaian penganti dapat dilihat pada gambar 2.1. Persamaannya dapat disederhanakan sebagai berikut :

$$I_{pv} = I_p - I_D - I_{SH} \tag{2.1}$$

Dimana, I_{pv} adalah arus yang dihasilkan di sel dan I_D adalah arus yang mealui dioda. I_D dapat di subtitusi menjadi :

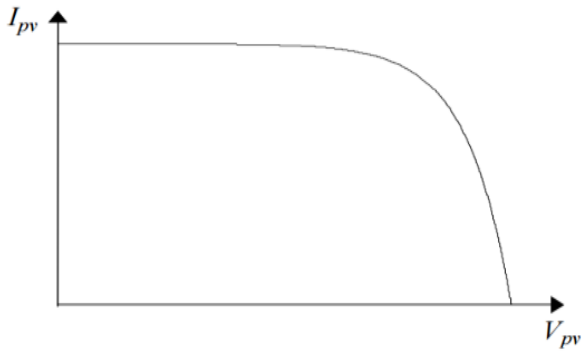
$$I_D = I_o I_o \left[e \left(\frac{q\ (V_{PV+R_s I_{PV}}}{A_{VT}} \right) - 1 \right] \quad (2.2)$$

Sehingga, rangkaian penganti PV pada gambar 2.1 dapat ditulis dengan mengunakan Hukum Kirchoff Arus (KCL) sebagai berikut :

$$I_{PV} = I_p - I_o \left(e^{\frac{q(V_{pv} - R_s I_{PV})}{NKT}} - 1 \right) - \frac{(V_{pv} - R_s I_{PV})}{R_{sh}} \quad (2.3)$$

Dimana I_{PV} adalah arus PV, I_o adalah initial arus, R_s adalah resistansi seri, R_{sH} adalah resistansi shunt, q adalah muatan elektron (1.602 x 10^{-19} C), N adalah faktor ideal dioada dan K adalah konstanta Boltzmann (1,38×10^{-23} J/K) dan T adalah temperatur (dalam Kelvin).

Karekteristik PV terdapat 3 hal yang penting yaitu V_{OC} tegangan open circuit, I_{SC} arus hubung singkat dan maximum power point V_{MPP} ,V_{MPP}.



Gambar 2.2 Karakteristik dari PV[5]

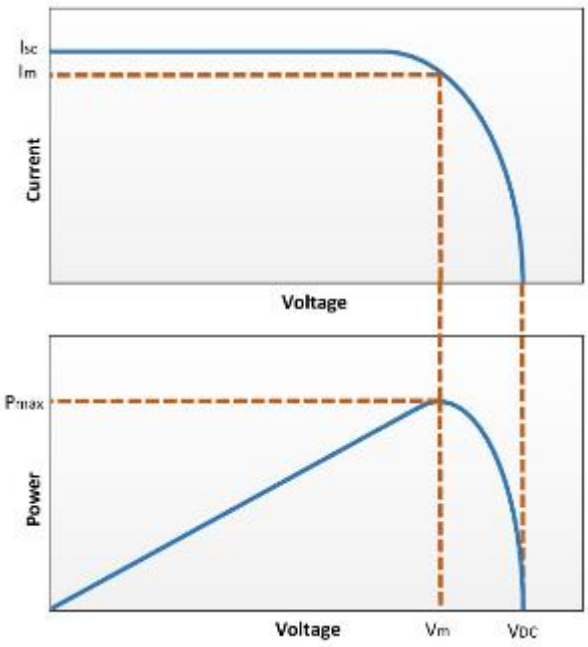
Karakteristik dari PV dapat dilihat pada gambar 2.2 . *Array* PV terdiri dari beberapa sel PV single yang terhubung bersama untuk mendapatkan daya yang sesuai. Karakteristik dari PV *array* didapatkan dengan tegangan sel independen yang terhubung secara seri dikali arus sel yang terhubung secara paralel.

Daya nominal modul biasanya dinyatakan dalam satuan Wp (*Watt peak*). Kondisi uji standart (STC) digunakan untuk pengukuran daya nominal, dalam pengujian standard radiasi matahari berkisar 1000 W/m^2, temperatur yang berkisar 25°C.

Tegangan *open cirkuit* (V_{oc}) merupakan tegangan maksimul sel dan tegangan open circuit akan dicapai jika sel tidak terhubung ke beban dengan arus 0 A. Arus *short circuit* (I_{sc}) merupakan arus maksimum pada sel. Arus hubung singkat

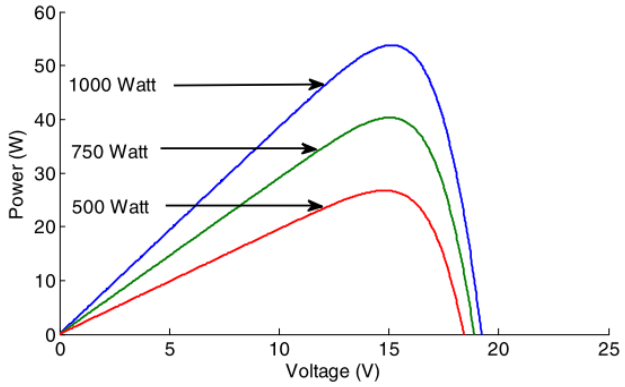
diperoleh jika tegangan 0 V dan kedua elektroda sel dihubungkan satu sama lain. Jika arus dan tegangan 0 maka dayanya juga 0 W. oleh sebab itu daya tidak akan didapatkan jika dalam kondisi *open circuit*.

Daya PV tertinggi di capai jika sel berfungsi pada *maximum power point* (MPP). Pada umumnya inverter tegangan surya akan dilengkapi dengan maximum power tracking (MPPT) dikarenakan sel surya tidak bisa bekerja secara otomatis. Kurva *V-I* dari PV, kurva daya dan titik maksimum (P_{max}) diilustrasikan pada gambar 2.3



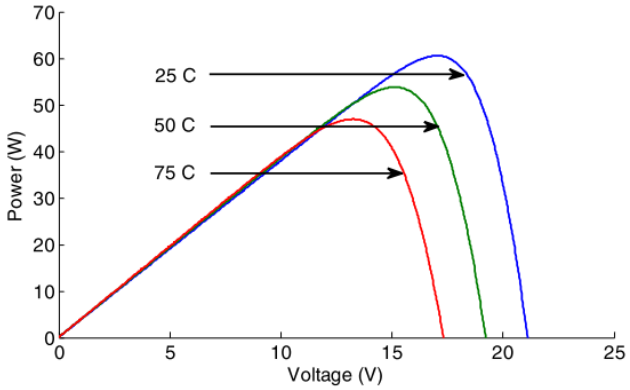
Gambar 2.3 Karakteristik I-V dari PV dan Maximum Power Point [5]

Kondisi pengoperasian mempunyai pengaruh yang sangat penting terhadap pengoperasian sel surya, arus sel akan linier dengan jumlah radiasi matahari hal ini dikarenakan semakin banyak foton yang terkena permukaan sel surya maka semakin banyak pula pembawa muatan bebas yang terbentuk. Tidak hanya itu intensitas matahari juga dapat mempengaruhi tegangan matahari (V) tetapi tetapi pengaruhnya tidak terlalu signifikan.



Gambar 2.4 Karakteristik P-V dengan irradiance [5]

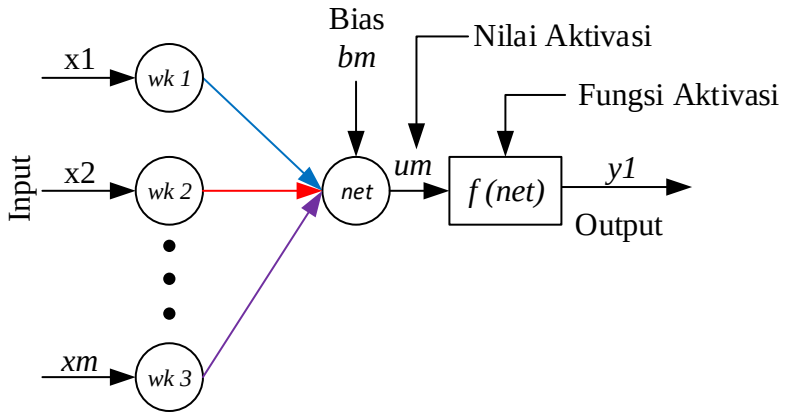
Efek radiasi matahari dapat dilihat pada gambar 2.4 yaitu dengan meningkatnya *irradiance* daya PV juga akan meningkat. namun jika suhu meningkat daya PV akan menun begitu pula sebaliknya. Ilustrasi dapat dilihat di gambar 2.5.



Gambar 2.5 Karakteristik P-V dengan suhu [5]

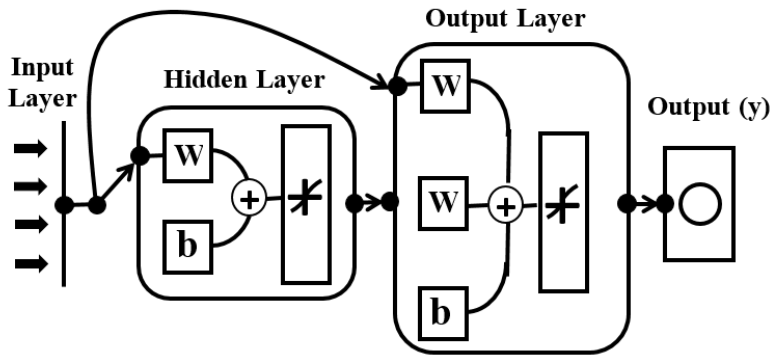
2.2.2 *Cascade Forward Neural Network* (CFNN)

Artificial Neural Network (ANN) didasarkan pada jaringan saraf, khususnya jaringan otak manusia. Satu triliun lebih neuran yang terhubung satu sama lain dengansatu triliun sinapsis sehingga jaringan saraf tiruan dapat melakukan fungsi aktifasi penyimpanan pengetahuan secara terus menerus[13].*Neural network* digunakan untuk memodelkan sistem yang komplek antara input dan output sehingga dapat menemukan pola data hal ini dikarenakan jaringan saraf memiliki neuron, neuron sendiri merupakan jaringan saraf terkecil pada otak manusia.



Gambar 2.6 Struktur *Neural Network*

Jaringan saraf tiruan mempunyai beberapa jenis yaitu *feed forward neural network*, *multilayer perceptron*, *cascade forward*, dll. *Cascade forward* mirip dengan jaringan *feed forward* yaitu terkoneksi langsung dengan bobot (*weight*) dari *input* layer ke *output* layer. *Cascade forward* memiliki fungsi newcf. Misalnya pada jaringan 3 lapis akan memiliki koneksi dari lapisan 1 ke lapisan 2 , lapisan 2 ke 3 dan lapisan 1 ke 3, jika memiliki koneksi tambahan akan mempercepat kinerja dimana jaringan akan mempelajari output yang diinginkan[4].



Gambar 2.7 Struktur *Cascade Forward Neural Network*

Pada gambar 2.7 "*y*" menerima masukan neuron dari *x1*,*x2*, dan *xm* yang memiliki babot masing masing *wk1*, *wk2*, dan *wk m*. ketiga input neuron ini dijumlahkan menjadi persamaan

$$net = x1wk1 + x2wk2 + \cdots \ldots \ldots \ldots \ldots + \ xmwkm \qquad (2.4)$$

Aktivasi $y1 = f(net)$ adalah implus yang diterima oleh $y1$. sinyal akan diteruskan jika fungsi aktivasi cukup kuat. Nilai fungsi aktivasi juga menjadi dasar untuk mengubab bobot, sedangakan bias (b) sebagai parameter model neuron terpisah.

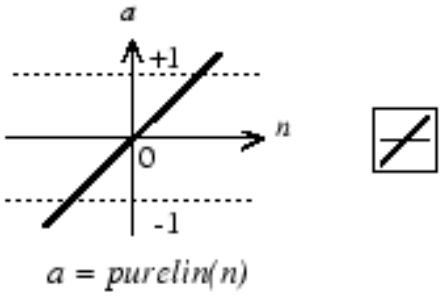
$$net = x1wk1 + x2wk2 + \cdots \ldots \ldots \ldots \ldots + \ xmwkm \ + bm \qquad (2.5)$$

Fungsi aktivasi neuron f (net) adalah fungsi pengolahan data masukan menjadi data keluaran. Fungsi aktifasi diantaranya :

a. Fungsi Linier (Identitas)

Fungsi identitas atau biasa disebut purelin memiliki nilai output range -1 sampai 1, seperti yang di tunujkan pada gambar 2.8 dan persamaan 2.5 dari purelin dapat dilihat pada persamaan 2.5

$$y = f(net) = x \qquad (2.5)$$

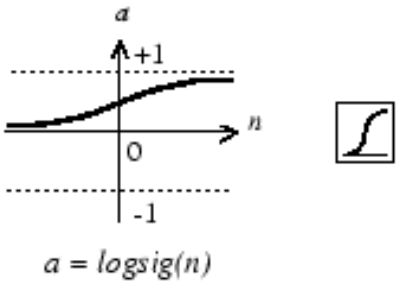


Gambar 2.8 Fungsi linier (identitas)

b. Fungsi Signoid Biner (Logsig)

Fungsi Signoid Biner (Logsig) memiliki range dari 0 sampai 1, seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.9 dan persamaan dapat dilihat pada persamaan 2.6

$$y = f\ (net) = \quad \frac{1}{1 + exp^{(-x)}} \qquad (2.6)$$



Gambar 2.9 Fungsi Signoid Biner (*Logsig*)

2.2.3 Algoritma Levenberg Marquadt

Algoritma Algoritma Levenberg Marquadt mengunakan pendekatan matrik *hessian* (H) yang dapat dihitung dengan persamaan

$$H = J^T e \tag{2.7}$$

Sedangankan gradien dapat dihitung dengan persamaan 2.8

$$g = J^T J \tag{2.8}$$

Dimana J merupakan matrik jacobian turunan pertama.

Algoritma *Levenberg-Marquardt* adalah algoritma yang cepat dan stabil tetapi algoritma ini juga mempunyai kekurangan yaitu untuk masalah tertentu algoritma ini membutuhkan ruang yang besar untuk penyimpanan matrik. Terdapat beberapa aturan dalam algoritma *Levenberg-Marquardt* jika terjadi kesalahan dalam $(k + 1)$ lebih kecil dari pada koefisien k maka koefisient μ dapat dikurangi sehingga pengaruh dalam gradient berkurang, Namun jika perkiraan kuadratik dan koefisient μ meningkat maka perlu mengikuti gradient agar dapat mencari kelengkungan yang tepat. Untuk perbandingan yang lebih baik, terdapat *update rules* untuk setiap algoritma yang telah dimodifikasi menjadi Algoritma Levenberg-Marquardt[14]. Dalam algoritma *Error Back Propagation* (EBP), kompleksitas komputasi adalah gradien. Konvergensinya lambat tapi stabil.

$$w_{k+1} = w_k - a g_k \tag{2.9}$$

di mana w adalah vektor bobot, k adalah indeks iterasi, a adalah konstanta pembelajaran (*step size*) dan gradien g adalah turunan orde pertama dari total *error function*. Dalam Algoritma Newton, kompleksitas komputasi adalah gradien dan hessian. Konvergensi cepat tetapi tidak stabil karena memiliki dua karakteristik.

$$w_{k+1} = w_k - H_k^{-1} g_k \tag{2.10}$$

Dalam Algoritma Gauss-Newton, kompleksitas komputasinya adalah jacobian. Konvergensinya cepat tetapi masih tidak stabil karena karakteristik kesalahan kuadrat jacobian.

$$w_{k+1} = w_k - (J_k^T J_k)^{-1} J k^e k \tag{2.11}$$

Akhirnya, Algoritma Levenberg-Marquardt, digunakan untuk memodifikasi Algoritma Gauss-Newton, dengan kompleksitas komputasi di jacobian. Jadi, konvergensinya cepat dan stabil.

$$w_{k+1} = w_k - (J_k^T + \mu_1)^{-1} Jk^e k \tag{2.12}$$

2.2.4 Wind Turbin

Wind turbin mengunakan prinsip konversi energi dengan mengunakan sumber daya alam yang dapat diperbarui. Turbin angina bersifat *permanent magnet synchronous generator* (PMSG). PMSG ini dianggap sebagai sistem yang memungkinkan untuk menghasilkan energy listrik dari energi listrik yang diperoleh dari angin[15]. Daya output wind turbin dapat dilihat pada persamaan 2.13

$$P_{wt} = \frac{1}{2} C_p \rho_{Air}\, v^3 \tag{2.13}$$

Dimana C_p adalah koefisien performa dari wind turbin, ρ_{Air} adalah *air density* dan v adalah *wind speed* (m/s)

2.2.5 *Battery Energy Storage (BES)*

Mengatur pengunaan dari jala-jala merupakan stategi dalam pengematan energi baterai yang bertujuan untuk menghindari *discharging/overcharging* dengan adanya *state of charge* (SOC) baterai. SOC maksimal yang di perbolehkan baterai sebesar 90% sedangan minimal SOC sebesar 20%. Sehingga ketika SOC baterai telah mencpai 90% maka tidak akan mengisi daya sedangankan jika SOC baterai 20% baterai akan mengisi daya. Terdapat batasan dalam menentukan SOC baterai yang dirumuskan sebagai berikut :

$$SOC_{min} \leq SOC \leq SOC_{max} \tag{2.2}$$

$$P_{char_max} \leq P_{batt} \leq P_{dischar_max} \tag{2.3}$$

Nilai SOC baterai dari interval berikutnya ditunjukan dengan persamaan(4):

$$SOC\ (t + \Delta T) = SOC(t) + 100\,\frac{I_B \Delta T}{C} \tag{2.4}$$

Dimana,

$SOC(t)$: Nilai yang terukur sementara

$SOC(t + \Delta T)$: Prediksi untuk horizon ΔT

C : Kapasitas dari BESS

I_B : Nilai arus

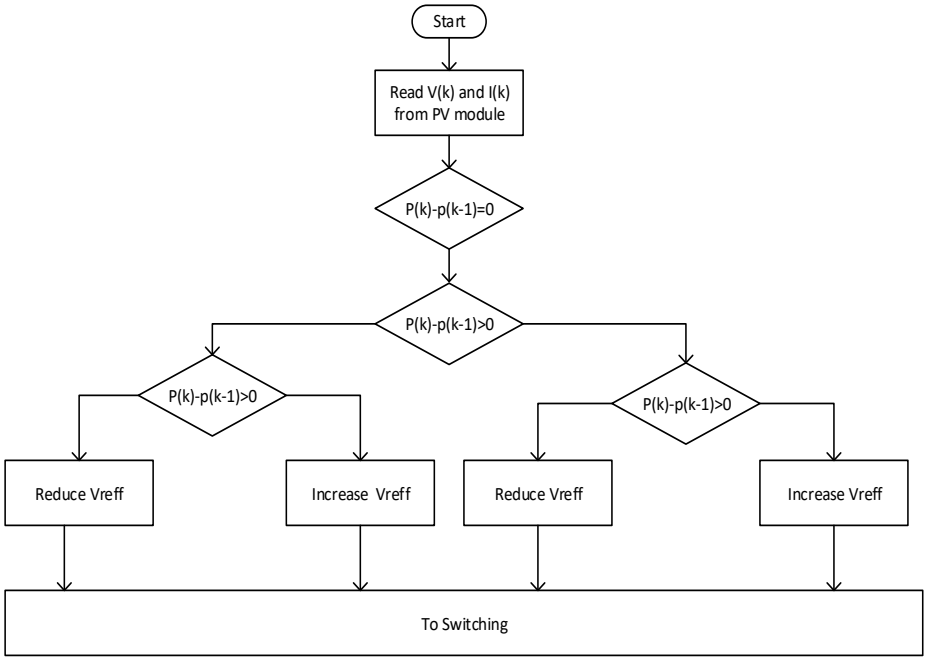
Sedangan I_B mempunyai persamaan sebagai berikut :

$$I_B = \frac{P_B}{V_B} \tag{2.5}$$

V_B adalah tegangan BESS yang dianggap konstan 380 V

2.2.6 *Maximum Power Point Tracker* (MPPT)

Maximum Power Point Tracker (MPPT) adalah metode adalah sebuah sistem yang digunakan untuk mencari *maximum power point* (mpp) yang dikeluarkan oleh panel surya sehingga daya PV dapat optimal. Algoritma yang paling sederhana digunakan adalah Algoritma *Perturb and Observe* (P&O). Dalam mendesain MPPT membutuhkan dua parameter yaitu I_{in} adalah control arus input dan V_{in} adalah kontrol tegangan input. *Flowchart* algorutma *Perturb and Observe* (P&O) dapat dilihat pada gambar 2.8



Gambar 2.10 *Flowchart* algoritma P&O

Algoritma *Perturb and Observe* (P&O) pertama akan diukur tegangan V_K dan keluaran arus I_K pada PV. Kemudian mengkalikan tegangan dan arus untuk mencari daya keluaran P_K selanjutnya arus P_K akan dibandingankan dengan dengan arus sebelumnya $P_K - 1$, Jika *yes* maka tegangan arus yang lebih besar akan dibandingankan dengan tegangan arus sebelumnya $V_K - 1$, Jika *yes* maka menaikkan V_{reff} dengan cara menaikkan *duty cycle* pada converter, sebaliknya jika tidak menurunkan V_{reff} dengan cara menurunkan *duty cycle*[16].

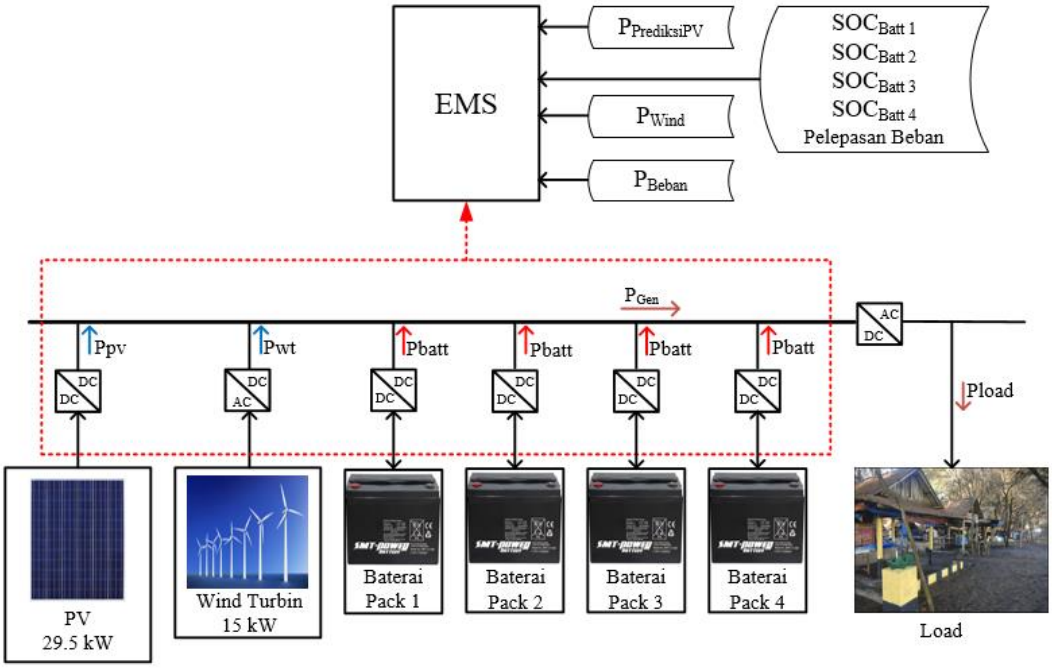
2.2.7 Sistem Managemen Energi

Sifat stokastik dari sumber daya terbarukan seperti PV serta penggunaan beban perlu dilakukan strategi khusus untuk mendapatkan pemakaian energi yang efisien. Ditambah dengan adanya *Energy Storage System* (ESS) seperti baterai menjadi perlu adanya Sistem Managemen Energi atau *Energy Management System* (EMS). EMS sangat direkomendasikan dalam rangka meningkatkan stabilitas sistem dan perfoma sistem. EMS bertujuan mengendalikan fluktuasi daya antara elemen-elemen *microgrid* (pembangkitan sumber daya terbarukan, ESS, beban). EMS dapat menentukan batas SOC yang akan dan melakukan *load shedding* untuk mengoptimalkan *charge* ke baterai.

BAB 3
METODE PENELITIAN

3.1 Sistem yang Diusulkan

Pada penelitihan yang diajukan dapat dilihat dari gambar 3.1 merupakan pembangkit tersistribusi (DG) mengunakan energi terbarukan (PV,Wind Turbin) dan Baterai.



Gambar 3.1 Blok diagram sistem

Pembangkit di PLTH pantai Bantul menghasilkan daya total 44 kWp yang terdiri dari dua sumber daya energi terbarukan yaitu PV sebesar 29.5 kW dan Wind Turbin sebesar 15 kW. Beban yang di suplai oleh PLTH Pantai Baru Bantul Sebesar 14 kW yang terdiri dari Kantor 3,9 kW, Warung Kuliner (Grup Barat) sebesar 2,1 kW, Warung Kuliner (Grup Timur) sebesar 2 kW,Warung Kuliner (Grup Tengah) sebesar 3 kW, Penerangan Jalan sebesar 2 kW dan Pompa Air sebesar 1 kW.

$$P_{Gen} = P_{PV} + P_{WInd} \qquad 3.1$$

Dimana P_{Gen} adalah daya energi terbarukan, P_{PV} adalah daya PV dan P_{WInd}adalah daya wind turbin.

Dari persamaan 3.1 didapatkan bahwa energi terbarukan daya PV dan daya Wind ditambahkan dan menghasilkan daya total dari energi terbarukan. Metode MPPT dan ANN membantu menghasilkan daya maksimum. Wind turbin mengunakan menghasilkan daya 8 kW dari daya total 15 kW, Terdapat baterai *pack* yang terhubung ke bus DC fungsinya sebagai peralatan penyimpanan energi dari energi terbarukan tujuan pengunaan baterai *pack* adalah jika ada kelebihan daya pada sumber energi terbarukan maka akan disimpan di baterai.

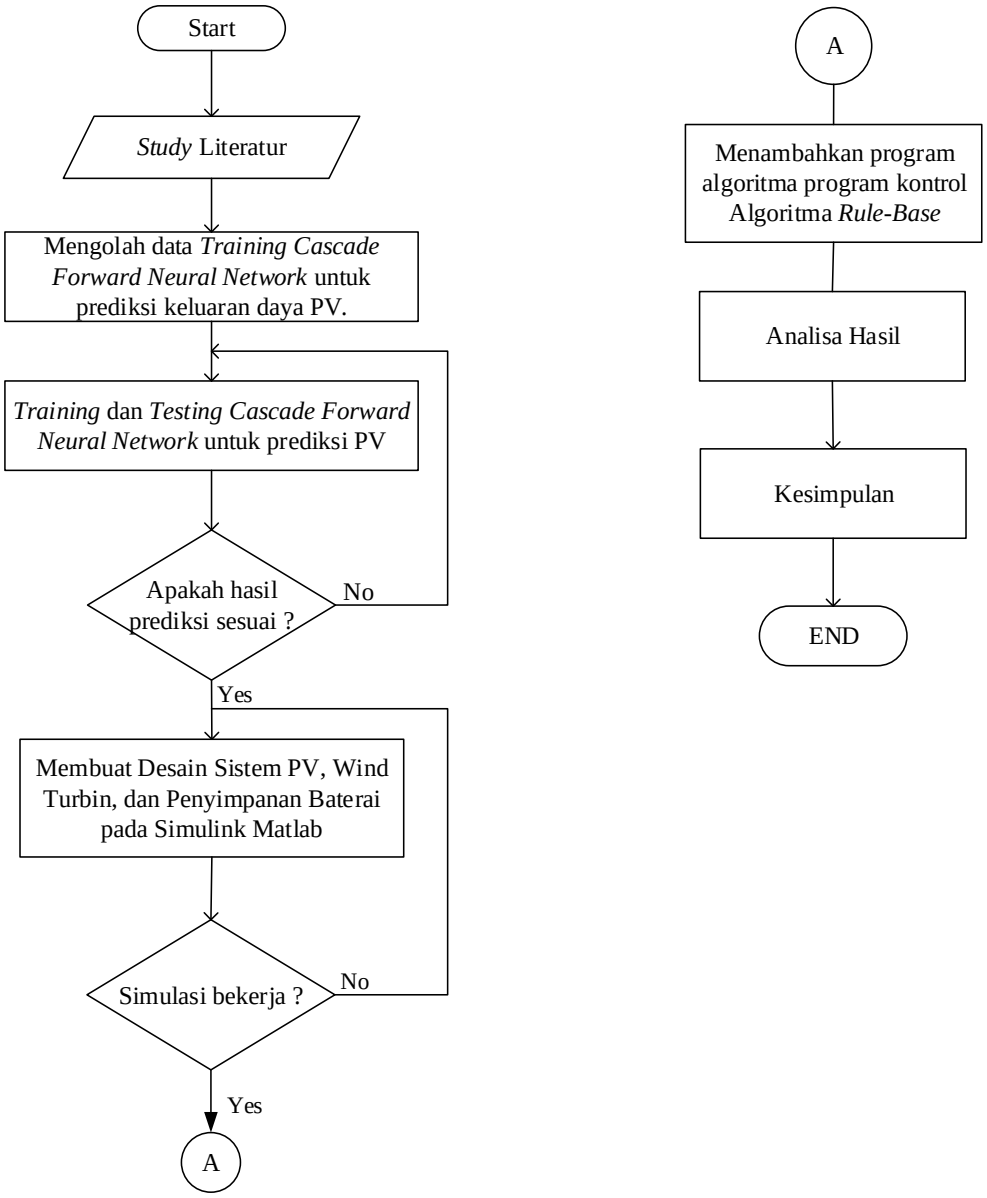
Penelitihan yang diusulkan dengan mengunakan kontrol *Energy Management System* (EMS). Sebelum melakukan kontrol EMS maka perlu adanya prediksi keluaran daya PV, prediksi keluaran daya PV mengunakan *Cascade Forward Neural Network* . Prediksi keluaran daya PV akan ditambahkan ke daya Wind Turbin. Selanjutnya melakukan kontrol EMS antara energi terbarukan (PV, Wind Turbin) dan energi penyimpanan baterai. *Input* dari EMS adalah Daya energi terbarukan (Prediksi PV dan Wind Turbin), SOC dari keempat baterai dan daya beban. Kontrol yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah EMS, EMS berfungsi untuk menentukan *charge/discharge* pada baterai dan mengatur *load sheeding* agar dapat di optimalkan untuk *charge* ke baterai.

3.2 Bagan *Flowchart* Penelitian

Pada penelitihan ini berisikan metodologi penelitihan yang akan dilakukan dan terdapat beberapa tahapan yang diharapkan dapat memaksimalkan penelitihan yang dilakukan. Beberapa tahapan tersebut digambarkan pada Gambar 3.2 Diagram alur penelitihan.

Dari gambar 3.2 dapat dilihat tahapan penelitihan yang akan dilakukan mulai dari studi literatur dengan mencari beberapa referensi yang dapat menunjang penelitihan yang dilakukan. Studi literatur juga meliputi pengambilan data langsung di PLTH Pantai Baru Bantul. Setelah melakukan studi literatur untuk memudahkan manajemen energi maka dilakukan prediksi keluaran PV mengunakan *Cascade Forward Neural Network*. Inputan yang digunakan dalam prediksi PV yaitu Irradiance, Suhu sekitar PV, Suhu Modul PV dan Daya PV sedangkan targetnya adalah daya PV satu hari kedepan. Setelah dilakukan *Training* maka dilakukan testing untuk mengetahui prediksi daya keluaran PV satu hari ke depan. Selanjutnya

akan di cari performa yang baik dari prediksi tersebut dengan cara mencari nilai MSE terkecil jika belum sesuai akan di kembalikan ke pengulangan data. Setelah melakukan prediksi PV maka akan di lakukan desain sistem atara energi terbarukan (PV,Wind) dan penyimpanan baterai di Simulink Matlab Jika Sistem telah sesuai maka akan dilanjutkan ke pembuatan data *Training* untuk EMS, EMS ini berguna untuk mengatur kondisi pengisian baterai yaitu *charge* dan *discharge* baterai, dan pengunakaan beban terutama *load shedding* yang digunakan untuk mengoptimalkan *charge* ke baterai.



Gambar 3.2 *Flowchart* penelitian

3.3 Prediksi Daya Keluaran PV

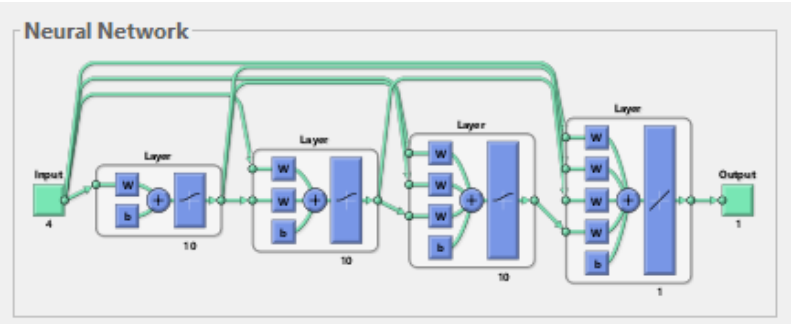
Prediksi keluaran daya PV dibuat berdasarkan data aktual. Peramalan yang akurat diperlukan untuk mengevaluasi horizon waktu yang berbeda. Perkiraan keluaran daya PV ini dimulai dari satu jam hingga beberapa jam kedepan adalah perkiraan jangka pendek sedangakan perkiraan jangka menengah dimulai dari beberapa jam hingga satu minggu kedepan dan perkiraan jangka panjang dimulai satu minggu kedepan sampai satu tahun kedepan.

Tabel 3.1Variabel Parameter *Input* dan *Output*

Input	Satuan	Target	*Output*
• Radiasi Matahari • Suhu Sekitar (Ambient) • Suhu Modul PV • Data PV saat Ini	kW W/m^2 $°C$ $°C$	Daya PV 1 hari ke depan	Prediksi PV 1 Hari kedepan

Dari table 3.1 variabel parameter input output yang digunakan, ANN yang digunakan adalah *Cascade Forward Neural Network* dengan mengunakan algoritma Levenberg-Marquardt.

Data yang digunakan untuk mendapatkan hasil prediksi 16 Juli 2019 dengan mengunakan data *Training* pada 1 Juli 2019 sampai 15 Juli 2019 sedangkan data yang digunakan untuk *Testing* adalah data 2 Juli 2019 sampai 16 Juli 2019. Target yang digunakan adalah daya PV 1 hari kedepan. Deret waktu dari data harian dikumpulkan setiap 1 jam sekali mulai dari jam 00.00 sampai jam 24.00. Untuk prediksi daya PV mengunakan *learning rate* 0.1, 0.01 dan 0.05 mengunakan *epoch value* 10.000. Parameter *training* yang digunakan jumlah neuron layer input berjumlah 4, jumlah neuron *hidden* layer 10 sampai 50 dengan jumlah *hidden* layer sebanyak 3 dan jumlah neuron layer *output* 1 dan mengunakan fungsi performa *Mean Square Error* (MSE) . Arsitektur *Cascade Forward Neural Network* yang digunakan dalam penelitihan ini dapat dilihat pada gambar 3.5.



Gambar 3. 3 Arsitektur *Cascade Forward Neural Network*

Tabel 3.3 adalah data yang digunakan untuk *Training* mengunakan *Cascade Forward Neuron Network* yang digunakan untuk prediksi keluaran PV yang selanjutnya di lanjutkan pada Lampiran.

Tabel 3.2 Data *training* ANN untuk prediksi daya keluaran PV

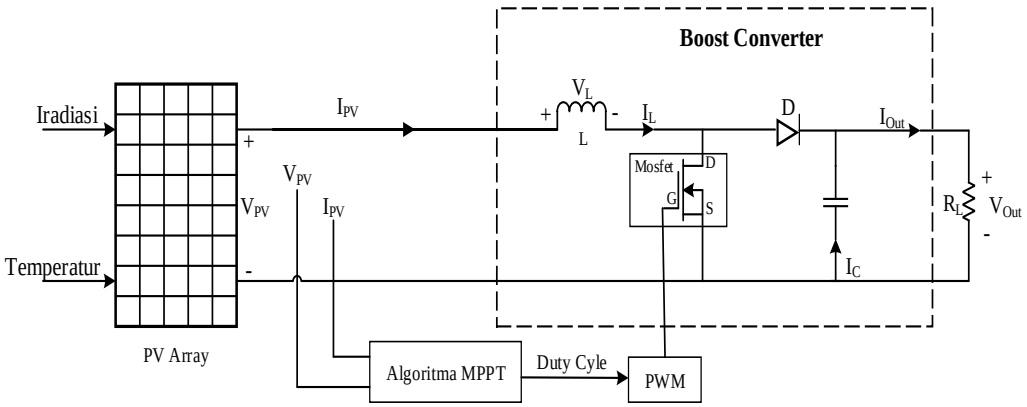
Input							**Target**
Bulan	**Hari**	**Jam**	***Irradiation* (W/m^2)**	**Ambient Temperature (ºC)**	**Cell Temperature (ºC)**	**Daya PV (kW)**	**Daya PV 1 hati kedepan (kW)**
7	1	0	0	25.3	25.30	0.01	0.01
7	1	1	0	25.2	25.20	0.01	0.01
7	1	2	0	25.1	25.10	0.01	0.01
7	1	3	0	25	25.00	0.01	0.01
7	1	4	0	24.8	24.80	0.01	0.01
7	1	5	0	24.7	24.70	0.01	0.01
7	1	6	4	24.9	21.96	0.01	0.01
7	1	7	171	24.5	27.42	2.96	2.35
7	1	8	349	25.2	33.41	6.86	6.04
7	1	9	473	29.2	42.95	9.31	9.07
7	1	10	574	31	42.40	12.17	12.20
7	1	11	719	23.6	38.53	14.65	12.94
7	1	12	735	33.4	50.09	15.53	13.68
7	1	13	852	32	53.56	14.64	12.86
7	1	14	490	27.4	38.99	10.46	10.60
7	1	15	426	28.9	39.31	9.10	8.35
7	1	16	319	26.8	33.17	6.45	6.91
7	1	17	181	29.3	32.30	2.58	2.45
7	1	18	20	27.7	26.93	0.32	0.25
7	1	19	0	26.2	26.20	0.01	0.01
7	1	20	0	25.8	25.80	0.01	0.01
7	1	21	0	25.3	25.30	0.01	0.01
7	1	22	0	24.9	24.90	0.01	0.01
7	1	23	0	24.7	24.70	0.01	0.01
7	2	0	0	24.4	24.40	0.01	0.01

3.4 Parameter Simulasi pada Simulink

Parameter diperlukan untuk mendesain sebuah sistem managemen energi di simulink matlab 2018b sehingga memerlukan parameter yang akan digunakan yaitu desain parameter PV dengan *Boost Converter*, Desain Wind Turbin dan Desain Baterai.

3.4.1 Desain PV dengan *Boost Converter*

Prediksi keluaran daya PV akan dimasukkan ke simulasi Simulink selanjutnya akan didesain *Maximum Power Point Tracker* (MPPT) untuk mencari nilai *duty cyle* yang maksimum sehingga daya yang dihasilkan optimal dengan mengunakan algoritma *Perturb and Observe* (P&O). *Boost Converter* ini berfungsi sebagai converter pada MPPT. Simulink ditunjukkan pada gambar 3.5.



Gambar 3. 4 Rangkaian PV dengan *Boost Converter*

Parameter yang digunakan untuk *boost converter*

Vin = 300 V

Frekuensi = 10 kHz

Duty Cyle = 50%

R = 80 Ω

$$V_{out} = \frac{V_{in}}{1-D} = \frac{300}{1-0{,}5} = 600\ V$$

$$ton = T\ x\ D = 0.0001\ x\ 0.5 = 0.00005\ s$$

$$toff = (1-D)T = 0.5\ x\ 0.0001 = 0.00005\ s$$

- Menentukan nilai Induktor yang digunakan untuk rangkaian *boost converter*

$L_{min} = \frac{D(1-D)^2 R}{2f} = \frac{0.5(1-0.5)^2 80}{2 * 10.000} = 5\ x\ 10^{-4}$H

$L = 10\ x\ L_{min} = 5\ x\ 10^{-3}$H = 5 mH

$$Vin = VL = L\frac{di}{dt} = L\frac{di}{ton}$$

Arus Ripple

$$di = \Delta I = \frac{Vin\ x\ ton}{L} = \frac{300\ x\ 0.00005}{5x10^{-3}} = 3\ A$$

Besarnya toleransi

$$Iin = IL = \frac{Vin}{(1-D)^2 R} = \frac{300}{0.5^2\ x\ 80} = 15\ A$$

$$Toleransi = \frac{\frac{\Delta I}{2}}{Iin} x\ 100\% = \frac{1.5}{15}\ x\ 100\% = 10\%$$

Ripple tegangan jika nilai toleransi *ripple* sama dengan toleransi *ripple* arus

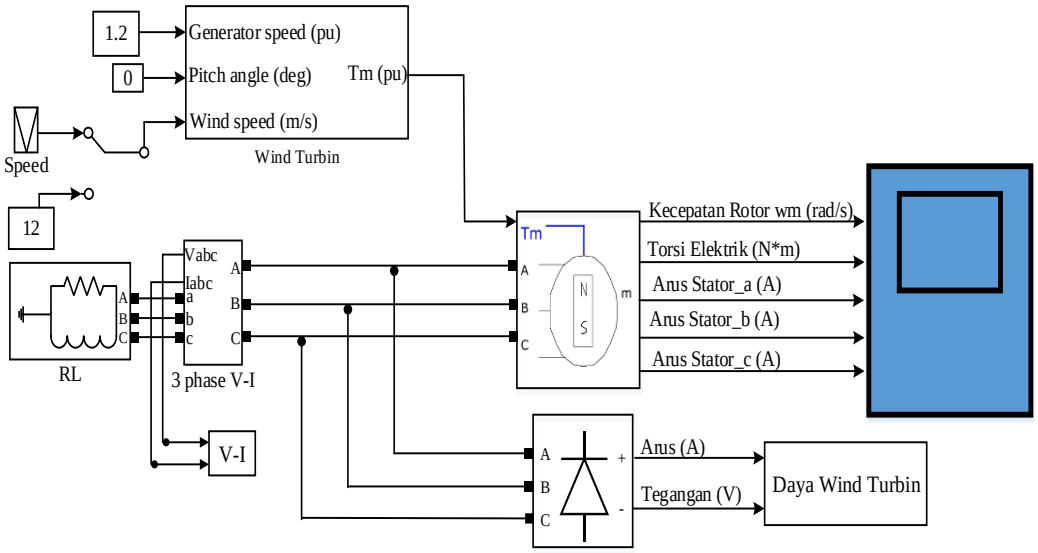
$$\Delta V = Toleransi\ x\ Vin = 10\%\ x\ 300 = 30\ V$$

- Maka Nilai Kapasitor yang digunakan

$$C = Vmax\left(\frac{toff}{R\Delta V}\right) = \left(Vout + \frac{\Delta V}{2}\right) x \left(\frac{toff}{R\Delta V}\right)$$

$C = (600 + 15)\ x \frac{0.00005}{80\ x30} =\ 1.21875\ x\ 10^{-5}$H = 12.18 uF

3.4.2 Desain Wind Turbin



Gambar 3.5 Rangkaian Wind Turbin

Pada gambar 3.6 adalah desain wind turbin dengan kapasitas total wind turbin adalah 15 kW. Parameter yang digunakan adalah kecepatan angin maksimal adalah 12 m/s dengan *base wind speed* adalah 0.73 pu dan *base rotational speed* adalah 1,2 pu.

3.4.3 Kapasitas Baterai

Energi terbarukan PV dan Wind Turbin akan di suplai ke beban dan jika ada kelebihan daya pembangkitan maka akan dilakukan pengisian pada baterai. Daya energi terbarukan PV sebesar 29.5 kW dan daya maksimum yang dihasilkan sebesar14 kW sedangankan daya Wind turbin yang digunakan adalah 15 kW dan daya maksimal yang dihasilkan sebesar 8 KW. Daya PV dan wind turbin diasumsikan mencapai daya maksimal selama 4 jam. Sehingga untuk menetukan kapasitas baterai di bawah ini.

$$P_{Gen} = P_{PV} + P_{WInd} = 14\ kW + 8\ KW = 22\ KW$$

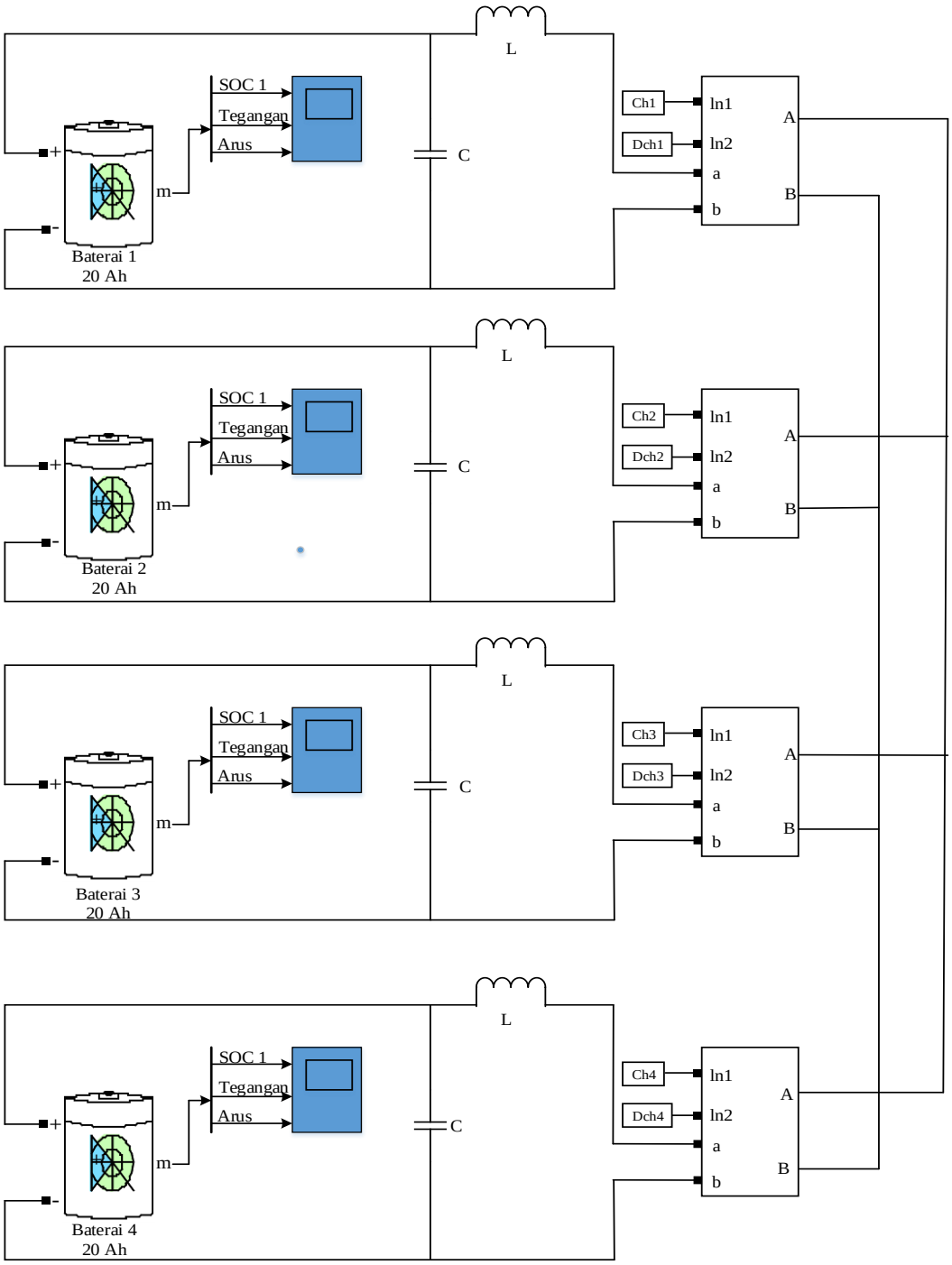
$$C_{Batt} = \frac{E_G}{V_{Batt} D_0 D_{max}} \times 1.25$$

$$C_{Batt} = \frac{(22kW - 14\ kW) \times 4h}{650\ \times 0.8} \times 1.25$$

$C_{Batt} = 76.92\ Ah$

Jika mengunakan kapasitas beterai sebesar 20 Ah maka memerlukan baterai N_{Batt} sejumlah :

$$N_{Batt} = \frac{76.92}{20} = 3.84\ \approx 4\ Buah\ Baterai$$

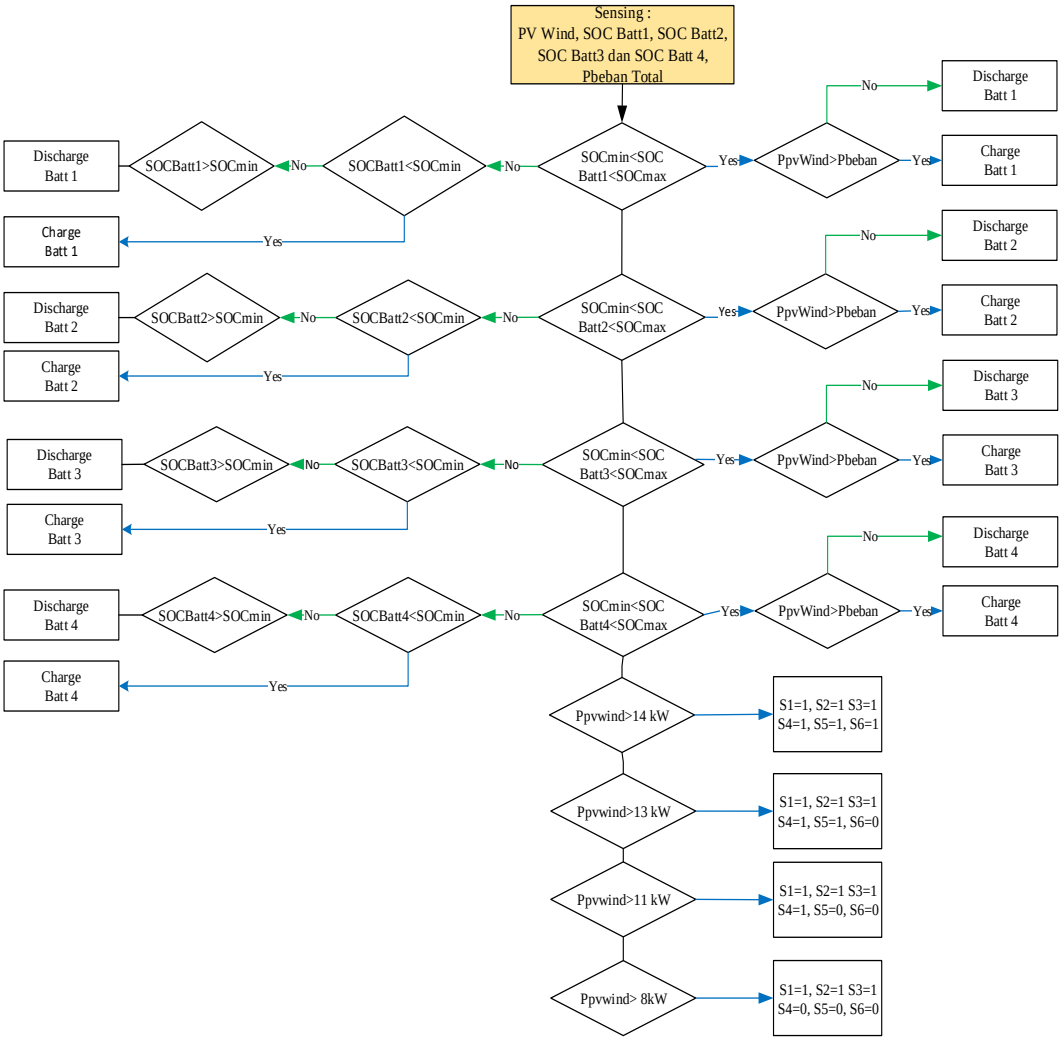


Gambar 3.6 Rangkaian Penyimpanan Baterai

3.5 Sistem Managemen Energi

Energy Management System (EMS) berfungsi sebagai *charge* dan *discharge* baterai dan mengoptimalkan *charge* baterai dengan cara melakukan *load shedding* dan apabila daya tidak mencukupi kebutuhan beban juga akan melekukan pelepasan beban secara otomatis mengunakan algoritma *rule-base*

Algoritma *rule-base* berfungsi sebagai berfungsi untuk memaksimalkan daya energi terbarukan PV dan Wind dengan cara melakukan pelepasan beban agar daya lebih dimaksimalkkan untuk *charge* ke baterai dan tetap menjaga SOC di batas aman[9]. Pemakaian daya akan di sesuaikan oleh daya yang dihasilkan jika daya yang dihasilkan oleh PV dan Wind Turbin dapat mensuplai beban maka beban akan ditanggung oleh PV dan Wind.



Gambar 3.7 *Flowchart* Algoritma *Rule-Base*

Pada *flowchart* 3.7 digambarkan SOC baterai maksimal adalah 90% sedangkan SOC minimal adalah 20% jika SOC mencapai 20% maka tidak akan mensuplai energi ke sistem dan saat SOC 90% maka baterai akan menolak untuk mengisi daya. Jika SOC baterai kurang dari SOC minimal maka akan *charge* ke baterai sebaliknya jika SOC baterai lebih besar dari SOC minimal maka akan *discharge* ke baterai sedangkan jika Daya yang dihasilkan PV dan Wind lebih besar dari daya beban maka akan *charge* ke baterai apabila daya PV dan Wind yang dihasilkan lebih kecil dari daya beban maka baterai kan *discharge* ke beban. Terdapat nilai 14 kW, 13 kW,11 kW dan 8 kWa adalah jumlah dari nilai beban. Nilai dari 14 kW adalah total daya beban yang digunakan. 13 kW jika daya yang digunakan adalah Kantor, Warung Kuliner (Grup Barat), Warung Kuliner (Grup Timur) , Warung Kuliner (Grup Tengah) dan PJU. Daya yang digunakan 11 kW adalah Kantor, Warung Kuliner (Grup Barat), Warung Kuliner (Grup Timur) dan Warung Kuliner (Grup Tengah). Sedangkan daya yang digunakan 8 kW selalu menyala yaitu beban Kantor, Warung Kuliner (Grup Barat) dan Warung Kuliner (Grup Tengah).

Halaman Ini Sengaja di Kosongkan

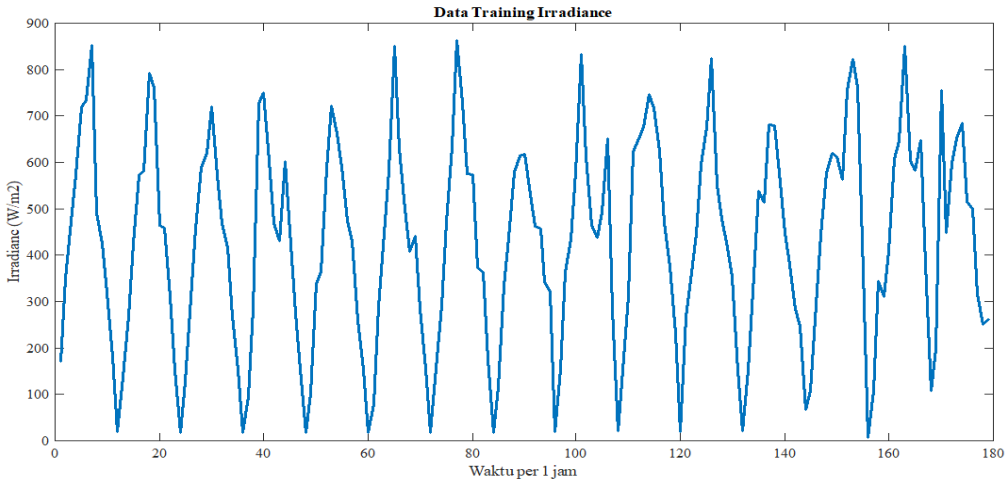
BAB 4
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab 4 terdapat beberapa sub bab diantaranya prediksi PV, Hasil MPPT mengunakan Algoritma P&O, Hasil Daya Wind Turbin, Hasil Sistem Managemen Energi algoritma kontrol yang digunakan untuk mengatur *charge* atau *discharge* baterai dan pelepasan beban diatur mengunakan algoritma *rule-base*. Sedangkan untuk prediksi keluaran daya PV mengunakan *Artificial Neural Network* (ANN) yaitu *Cascade Forward Neural Network* (CFNN). Sistem yang digunakan mengunakan data dari PLTH Pantai Baru Bantul dengan sistem *Off-Grid*.

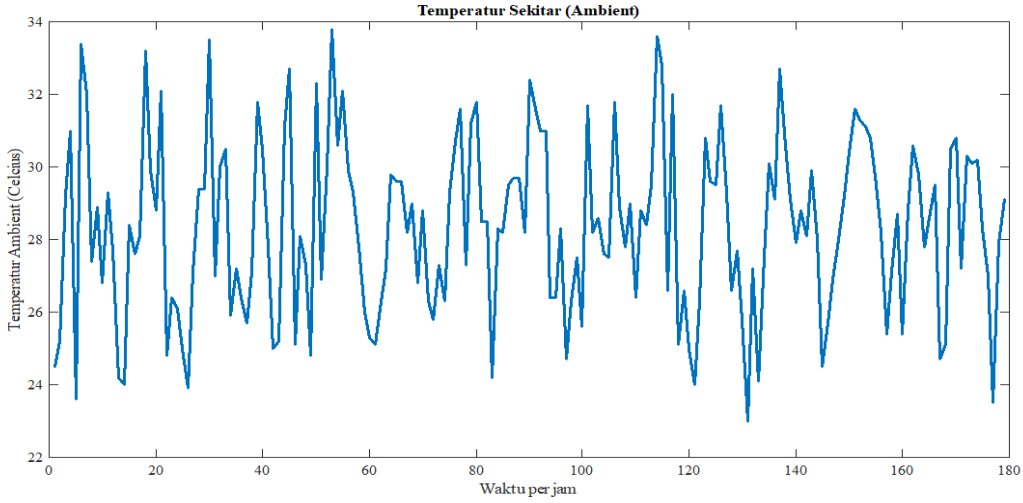
4.1 Prediksi Daya Keluaran PV

Pada penelitihan ini akan diprediksi keluaran daya PV selama 10 jam yaitu mulai pukul 07.00 sampai 18.00 dan prediksi PV selama 24 jam yaitu pada pukul 00.00 sampai 23.00 tujuannya untuk mengetahui performa prediksi yang sesuai. Data akan di sampling setiap 1 jam. Data *Training* yang digunakan adalah data dari tanggal 1 Jauli 2019 sampai 15 Juli 2019 sedangankan *Testing* mengunakan data dari tanggal 2 Juli 2019 sampai 16 Juli 2019 untuk prediksi PV pada tanggal 16 Juli 2019.

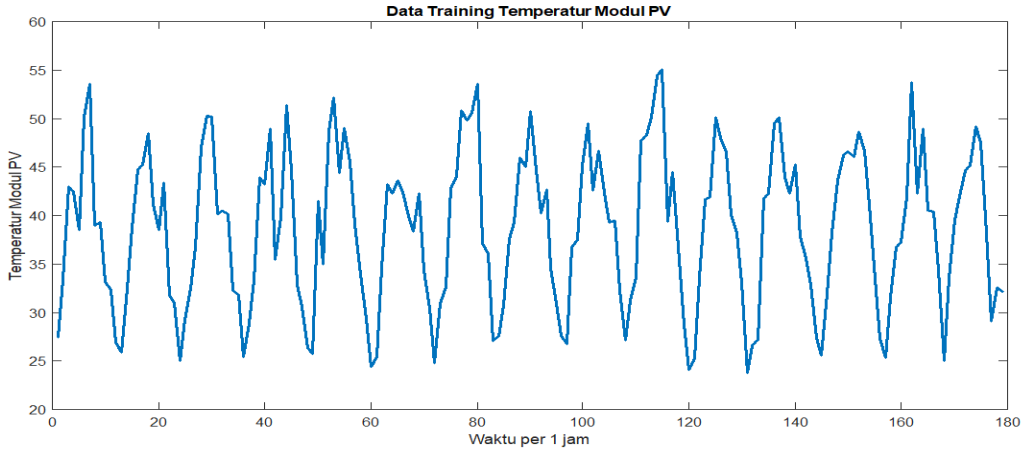
4.1.1 Prediksi PV selama 10 jam



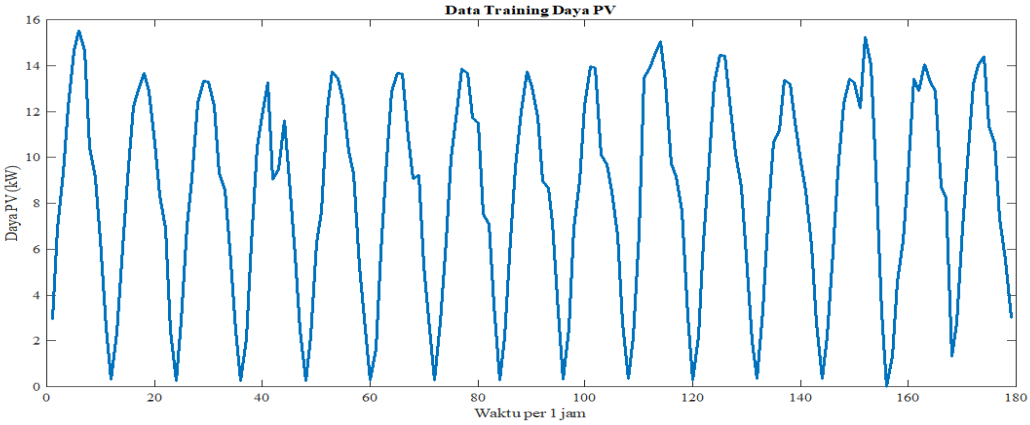
Gambar 4.1 Data *Training Irradiance* dari jam 07.00-18.00



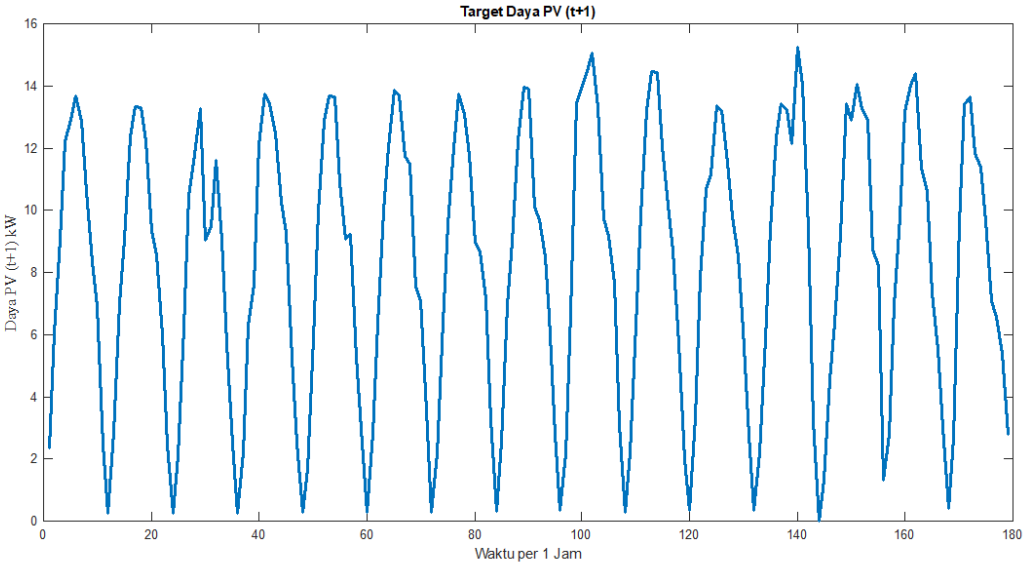
Gambar 4.2 Data *Training* Temperatur Ambient dari jam 07.00-18.00



Gambar 4.3 Data *Training* Temperatur Modul PV dari jam 07.00-18.00

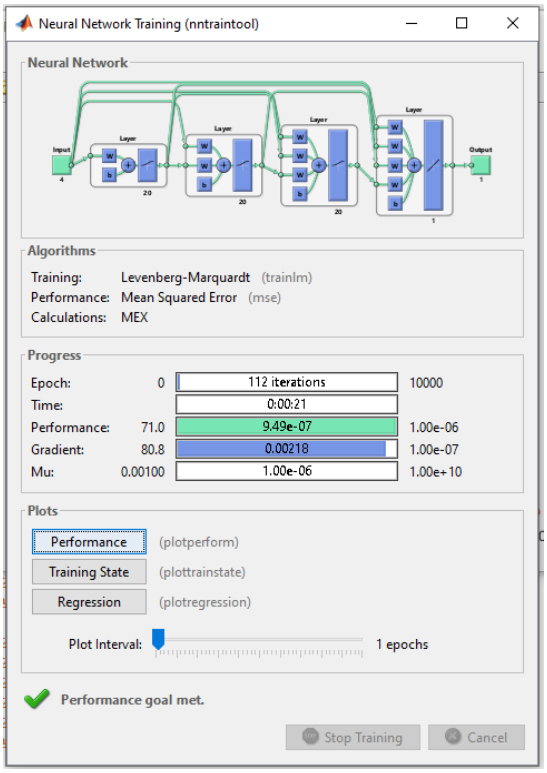


Gambar 4.4 Data *Training* Daya PV dari jam 07.00-18.00

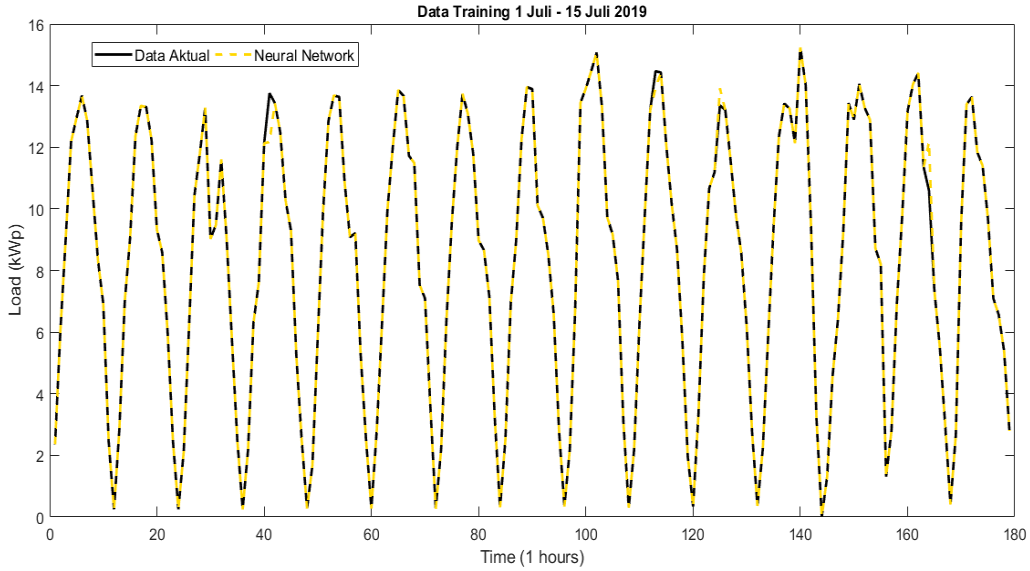


Gambar 4.5 Data Target Daya PV (t+1) dari jam 07.00-18.00

Parameter pada gambar 4.1 sampai 4.4 dengan target daya PV satu hari kedepan dapat dilihat pada gambar 4.5.Mengunakan nilai *epoch* sebesar 10000. Proses *Training* prediksi daya PV ditunjukkan pada gambar 4.2.



Gambar 4.6 Proses *Training* Pediksi PV dari jam 07.00-18.00



Gambar 4.7 Data hasil prediksi *Training* dari jam 07.00 sampai 18.00

Training Rate atau *Learning Rate* yang digunakan dalam penelitihan ini adalah 0,1 ; 0,01 dan 0,05 dengan jumlah *hidden* layer bervariasi dari 10 hingga 50 jumlah neuran dan *Learning Rate* yang berbeda-beda merupakan sample yang diambil dalam proses pengujian atau *Testing* agar mendapatkan nilai MSE yang terkecil. Pada tabel 4.1 ditunjukkan nilai MSE dari hasil *Testing*.

Tabel 4.1 Hasil *Testing* Prediksi MSE dengan *Learning Rate* 0.1

Neuron *Hidden* Layer	*Mean Square Error* (MSE)	Waktu (*seconds*)
10	0.0036	2.3030
20	0.0022	2.1175
30	0.0032	2.1442
40	0.0041	2.0641
50	0.0023	2,145

Berdasarkan tabel 4.1 simulasi dilakukan satu kali. Terlihat bahwa penggunaan jumlah neuron yang besar pada *hidden* layer dan kecepatan *training* memberikan nilai MSE yang berbeda. Mengunkan neuron *hidden* layer yang berbeda-beda dan *learning rate* 0,1 menghasilkan nilai *testing* MSE terkecil yaitu 0,22% pada 20 hidden layer.

Tabel 4.2 Hasil *Testing* Prediksi MSE dengan *Learning Rate* 0.01

Neuron *Hidden* Layer	*Mean Square Error* (MSE)	Waktu (*seconds*)
10	0.0045	2.0406
20	0.0024	2.1049
30	0.0031	2.0388
40	0.0034	2.0666
50	0.0027	2.1378

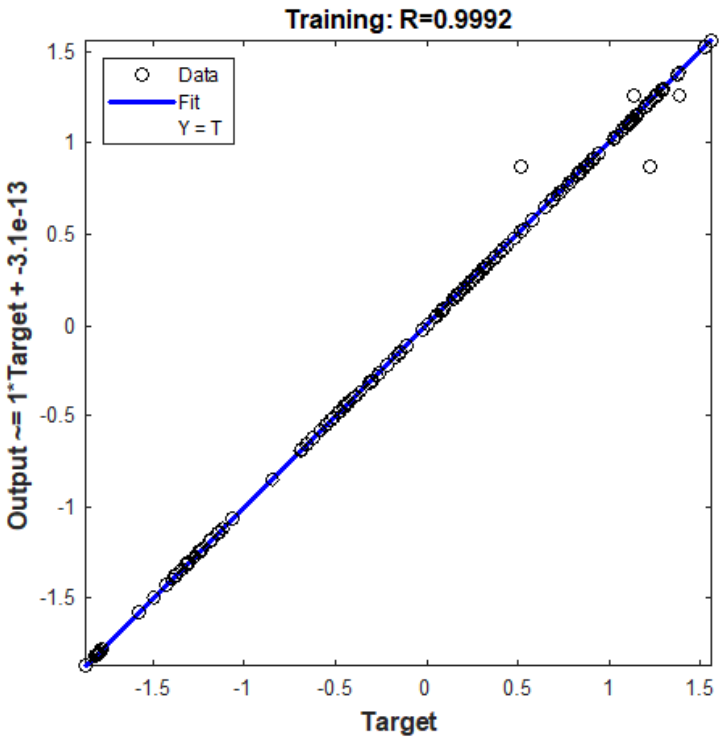
Berdasarkan tabel 4.2, simulasi dilakukan satu kali. Pada proses pengujian penggunaan dengan *learning rate* 0,01 menghasilkan nilai pelatihan MSE terkecil yaitu 0,24% pada 20 *hidden* layer.

Tabel 4.3 Hasil *Testing* Prediksi MSE dengan *Learning Rate* 0.05

Neuron *Hidden* Layer	*Mean Square Error* (MSE)	Waktu (*seconds*)
10	0.0024	2.0753
20	0.0039	1.7660
30	0.0041	1.8170
40	0.0032	1.7885
50	0.0027	1.9790

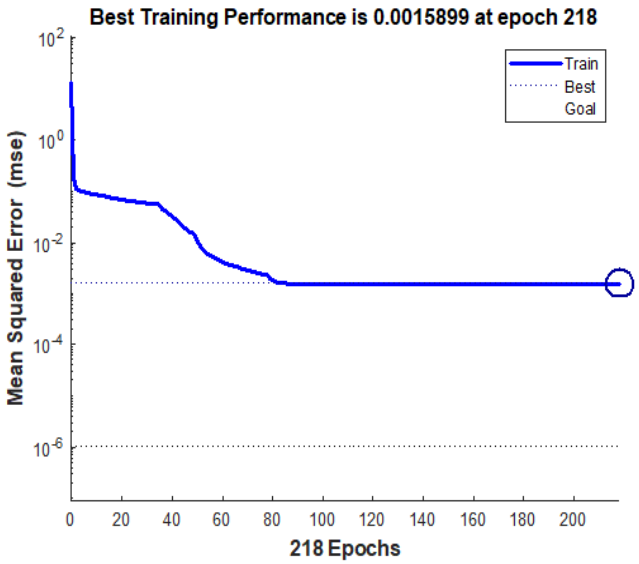
Berdasarkan tabel 4.3, simulasi dilakukan satu kali. Pada proses *Testing* dengan *learning rate* 0,05 menghasilkan nilai pelatihan MSE terkecil yaitu 0.0024 atau 0,24% pada 10 *hidden* layer.

Dari hasil *Testing* prediksi keluaran daya PV dengan mengunkan *learning rate* yang berbeda, Dari tabel 4.1 sampai 4.3 diperoleh MSE terkecil yaitu dengan mengunakan *learning rate* 0.1 dan *hidden* layer 20 dengan nilai MSE 0.0022 dan waktu yang digunakan dalam proses *Training* 2.1175 *seconds*. Nilai *learning rate* dan jumlah neuron *hidden* layer yang berbeda bertujuan untuk mendapatkan prediksi keluaran daya PV dengan nilai MSE terkecil dan mendapatkan hasil prediksi PV yang akurat.



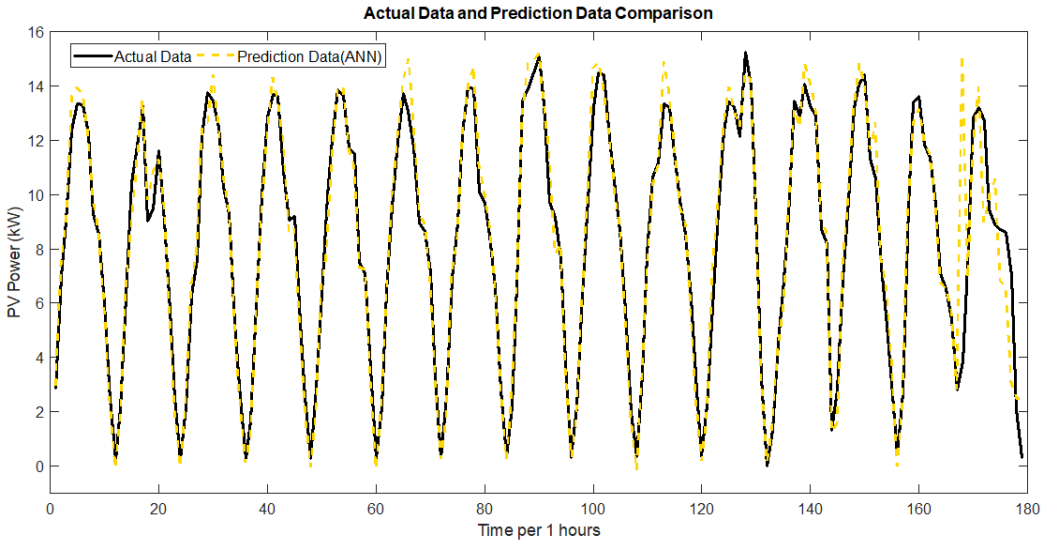
Gambar 4.8 Hasil target dari Training pada *learning rate* 0.1

Pada gambar 4.8 adalah regresi dari nilai MSE terkecil yaitu dengan neuron sebesar 20 dan *learning rate* 0.1, nilai nya sudah cukup baik mendekati 1 yaitu 0.9992



Gambar 4.9 *Performance Training* dengan *learning rate* 0.1

Dari gambar 4.9 dapat dilihat jika hasil regresi linier terbaik berada pada kondisi *steady state* pada awal 80 hingga 90 *epoch* dan akan distabilkan pada 218 *epoch*. Hal ini menunjukkan bahwa regresi linier terbaik memiliki karakteristik stabilitas yang cepat dalam jangka waktu tertentu.



Gambar 4.10 Hasil *Testing* dengan dengan *learning rate* 0.1

Dari gambar 4.10 menunjukkan hasil menunjukkan hasil *testing* dengan nilai MSE terkecil pada neuron sebesar 20 dan *learning rate* 0.1. Nilai MSE nya sebesar 0.0022. Dalam hal peramalam terbaik diperoleh bahwa *learning rate* yang lebih tinggi, pada *epoch* yang lebih rendah memiliki kemiripan yang lebih baik dengan data aktual. Keakuratan dengan dapat aktual ditunjukkan dengan *mean square error* (MSE) yang kecil.

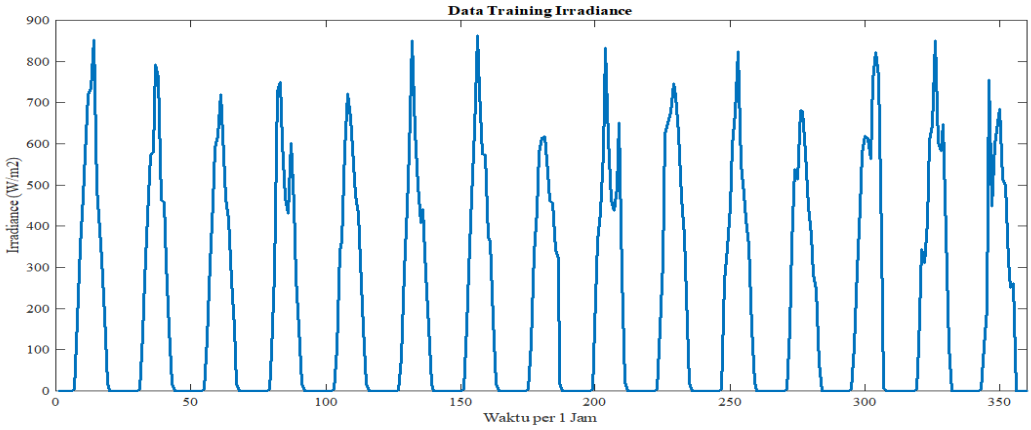
Dari hasil simulasi keseluruhan, nilai MSE terkecil terjadi pada *Training Hidden* Layer 20 pada *learning rate* 0.1 dengan nilai 0.22% sedangkan nilai MSE terbesar terjadi pada *hidden* layer 10 dengan *learning rate* 0.1 yaitu 0.45% dari tabel diatas, dapat disimpulkan bahwa semakin banyak data yang diuji maka *error* yang dihasilkan juga akan berubah, namun perubahan masih dalam batas normal yaitu di bawah 10%.

Metode peramalan *Cascade Forward Neural Network* (CFNN) dengan algoritma Levenberg-Marquardt mampu memberikan MSE yang lebih baik pada *learning rate* 0.1 dengan rata-rata MSE sebesar 0,308% sedangkan *learning rate*

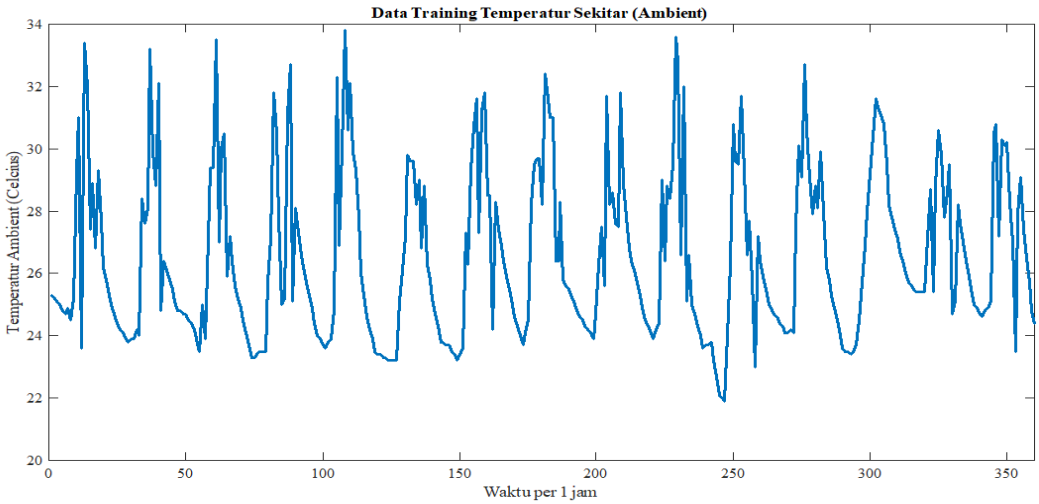
0.05 dengan rata-rata MSE sebesar 0,326% dan *learning rate* 0,01 dengan rata-rata MSE 0,322%. Dari kesimpulan diperoleh bahwa metode CFNN dapat memberikan *mean square error* yang lebih baik pada *learning rate* 0,1, atau dapat disimpulkan dapat lebih baik pada *learning rate* yang lebih tinggi, tetapi dengan lebih sedikit penggunaan neuron *hidden* layer.

4.1.2 Prediksi PV selama 24 Jam

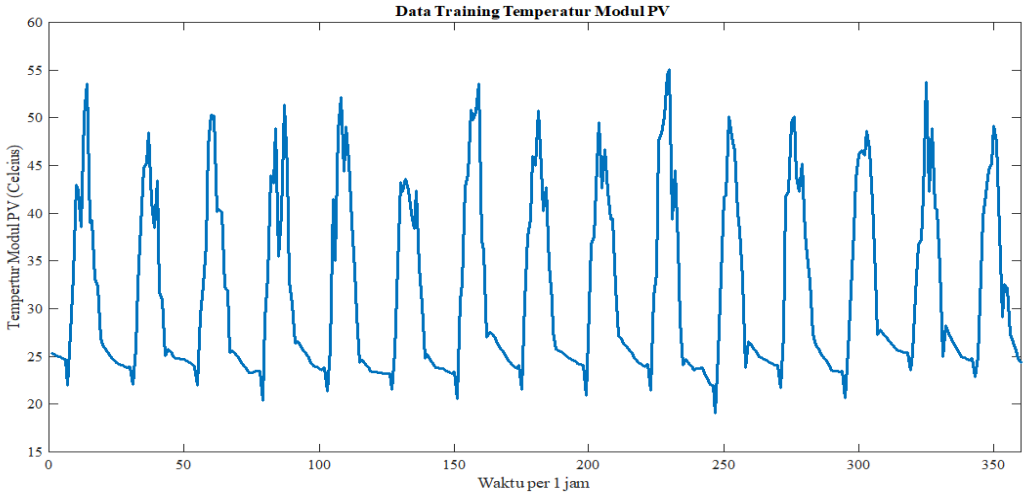
Prediksi PV selama 24 jam mengunakan data dari jam 00.00 sampai 23.00. Data yang digunakan yaitu data *Irradiance*, Temperatur sekirar (*Ambient*) dan Temperatur modul PV dan Daya PV satu hari kedepan dan target yang digunakan adalah



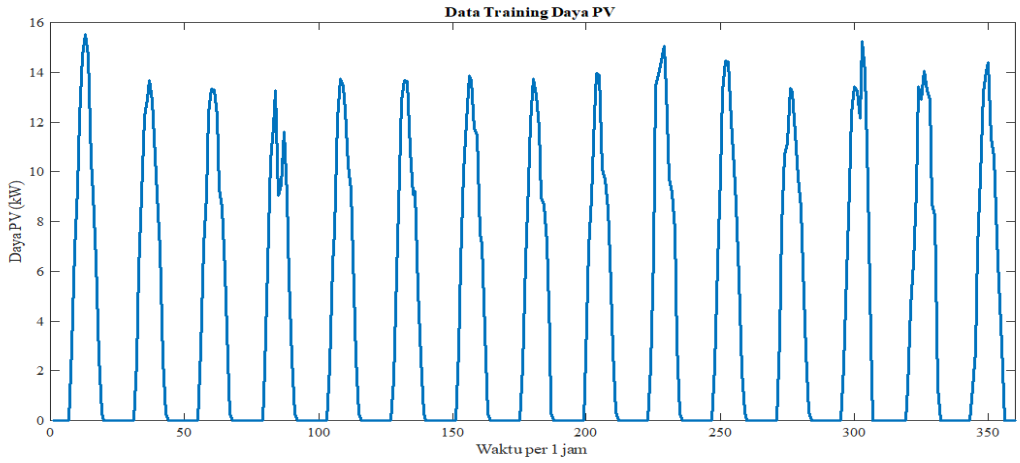
Gambar 4.11 Data *Training Irradiance* dari jam 00.00-23.00



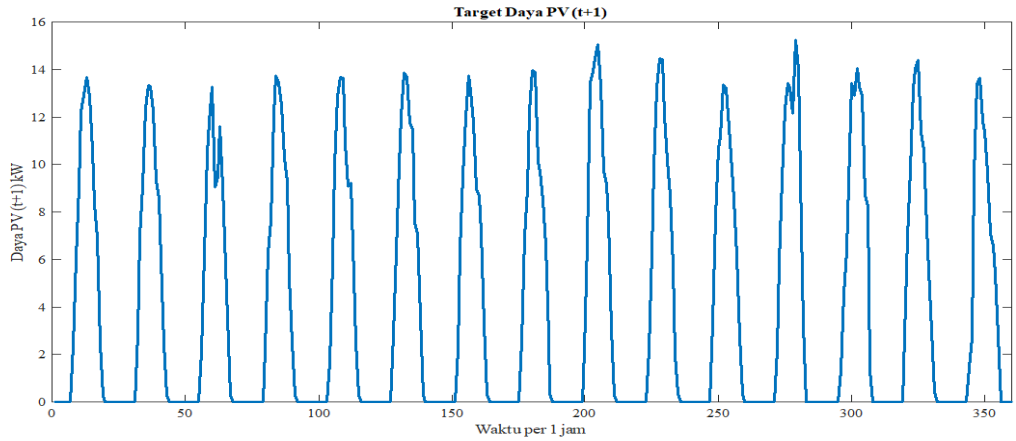
Gambar 4.12 Data *Training* Temperatur sekitar (Ambient) dari jam 00.00-23.00



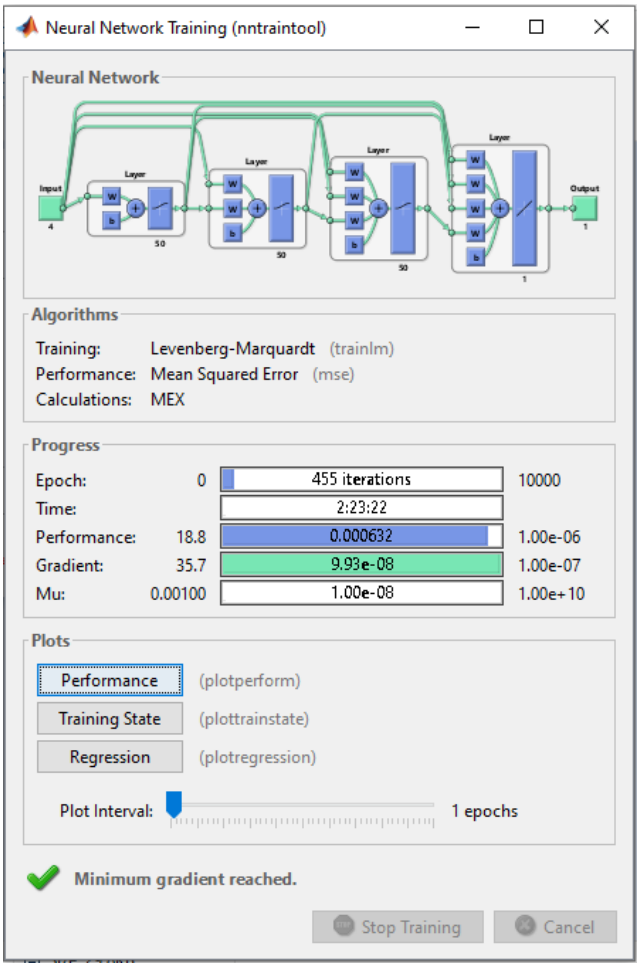
Gambar 4.13 Data *Training* Temperatur Modul PV dari jam 00.00-23.00



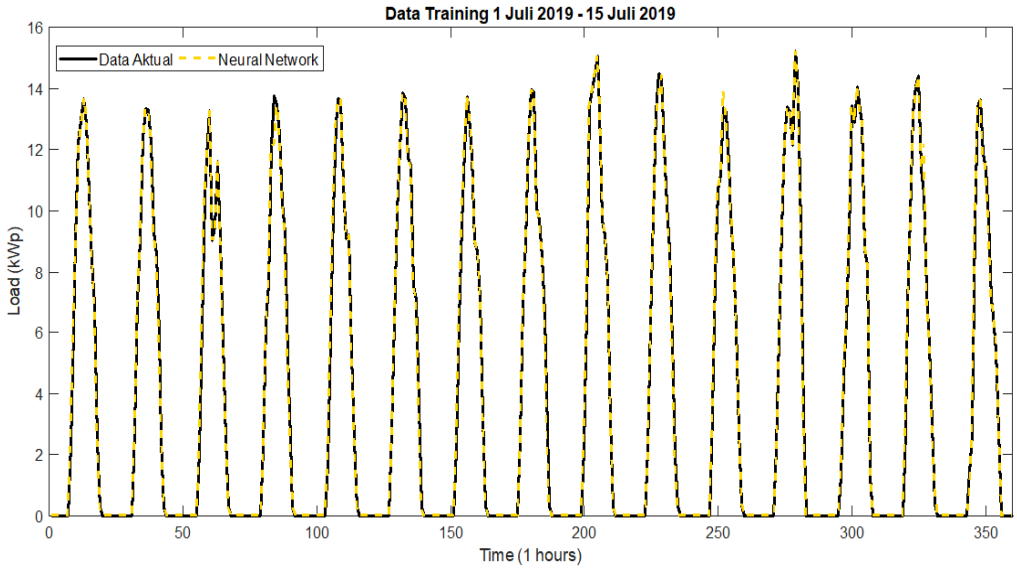
Gambar 4.14 Data *Training* Daya PV dari jam 00.00-23.00



Gambar 4.15 Data Target Daya PV (t+1) dari jam 00.00-23.00



Gambar 4.16 Proses *Training* Pediksi PV dari jam 00.00-23.00



Gambar 4.17 Data hasil prediksi *Training* dari jam 00.00 sampai 23.00

Proses *Training* ditampilkan pada gambar pada gambar 4.16 Gambar proses *training* diambil dari MSE terkecil yang dapat dilihat pada tabel 4.4 sampai 4.6. dari gambar proses *Training* iterasi mencapai 455 iterasi dengan *eporc* 10.000 dan waktu 2:23:22 dengan performance $1.00e^{-6,}$ Gradient sebesar $1.00e^{-7}$ dan MU sebesar $1.00e^{10}$.

Data hasil *Training* prediksi CFNN dapat dilihat pada gambar 4.17 dengan mengunakan *Training Rate* atau *Learning Rate yang* bervariasi yaitu 0,1:0,01 dan 0,05 dengan jumlah hidden layer yang bervariasi yaitu 10 hingga 50 dan diambil nilai MSE yang terkecil. Nilai MSE terkecil didapatkan dari hasil *Testing*. Tabel hasil *Testing* dari jam 00.00 sampai 23.00 ditunjukkan pada tabel 4.4 sampai 4.6.

Tabel 4.4 Hasil *Testing* Prediksi MSE dengan *Learning Rate* 0.1

Neuron *Hidden* Layer	*Mean Square Error* (MSE)	Waktu (*seconds*)
10	0.0074	2.075
20	0.0294	2.101
30	0.0148	2.121
40	0.0070	2.075
50	0.0089	2.132

Berdasarkan tabel 4.4, simulasi dilakukan satu kali. Pada proses pengujian penggunaan dengan *learning rate* 0,1 menghasilkan nilai pelatihan MSE terkecil yaitu 0,74% pada 10 *hidden* layer.

Tabel 4.5 Hasil *Testing* Prediksi MSE dengan *Learning Rate* 0.01

Neuron *Hidden* Layer	*Mean Square Error* (MSE)	Waktu (*seconds*)
10	0.0091	2.063
20	0.0138	1.970
30	0.0086	1.980
40	0.0087	2.093
50	0.0048	2.461

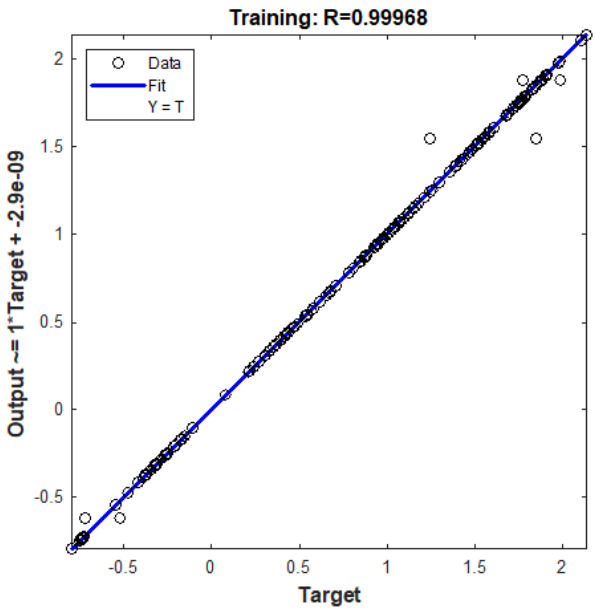
Berdasarkan tabel 4.5, simulasi dilakukan satu kali. Pada proses *Testing* dengan *learning rate* 0,01 menghasilkan nilai pelatihan MSE terkecil yaitu 0,48% pada 50 *hidden* layer

Tabel 4.6 Hasil *Testing* Prediksi MSE dengan *Learning Rate* 0.05

Neuron *Hidden* Layer	*Mean Square Error* (MSE)	Waktu (*seconds*)
10	0.0071	2.074
20	0.0146	2.230
30	0.0138	2.062
40	0.0080	2.062
50	0.0180	2.029

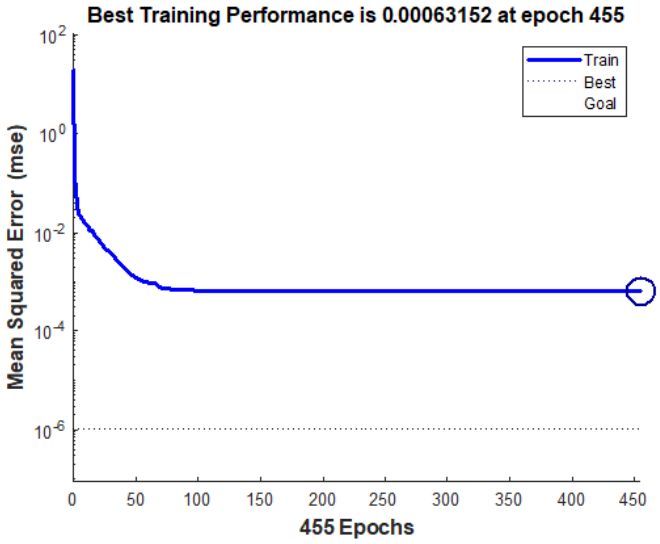
Berdasarkan tabel 4.6, simulasi dilakukan satu kali. Pada proses *Testing* dengan *learning rate* 0,01 menghasilkan nilai pelatihan MSE terkecil yaitu 0,71% pada 10 *hidden* layer

Dari hasil *Testing* prediksi keluaran daya PV dengan mengunkan *learning rate* yang berbeda, Dari tabel 4.5 sampai 4.6 diperoleh MSE terkecil yaitu dengan mengunakan *learning rate* 0.01 dan *hidden* layer 50 dengan nilai MSE 0.0048 dan waktu yang digunakan dalam proses *Training* 2.461 *seconds*. Nilai *learning rate* dan jumlah neuron hidden layer yang berbeda bertujuan untuk mendapatkan prediksi keluaran daya PV dengan nilai MSE terkecil dan mendapatkan hasil prediksi PV yang akurat.



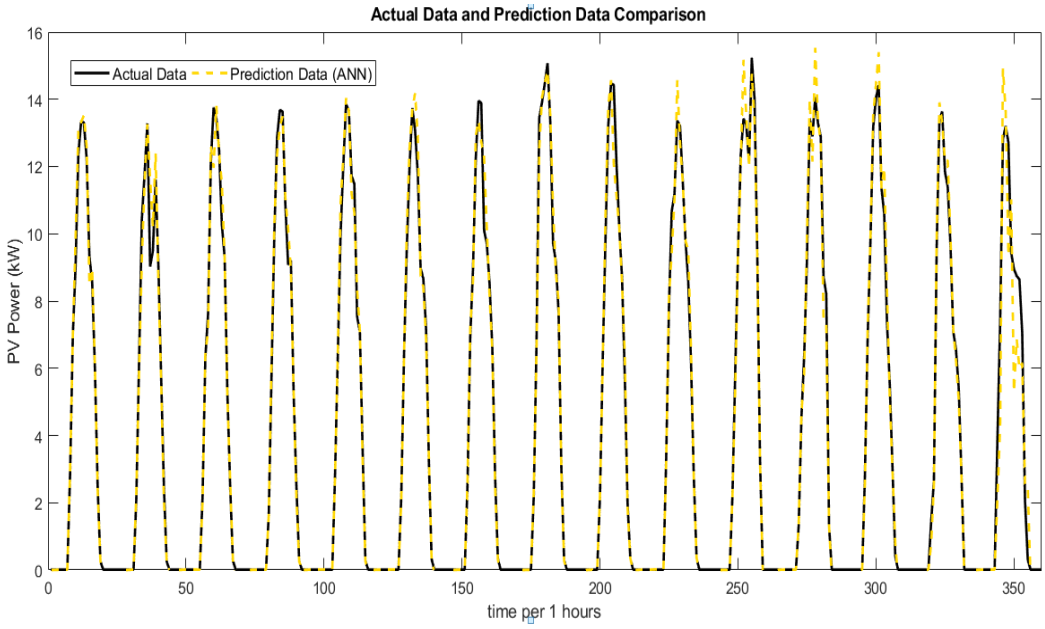
Gambar 4.18 Hasil target dari *Training* pada *learning rate* 0.01

Pada gambar 4.13 adalah regresi dari nilai MSE terkecil yaitu dengan neuron sebesar 50 dan *learning rate* 0.01, nilai nya sudah cukup baik mendekati 1 yaitu 0.99968.



Gambar 4.19 Performance *Training* dengan *learning rate* 0.01

Dari gambar 4.19 dapat dilihat jika hasil regresi linier terbaik berada pada kondisi *steady state* pada awal 50 hingga 90 *epoch* dan akan distabilkan pada 455 *epoch*. Hal ini menunjukkan bahwa regresi linier terbaik memiliki karakteristik stabilitas yang cepat dalam jangka waktu tertentu.



Gambar 4.20 Hasil *Testing* dengan dengan *learning rate* 0.01

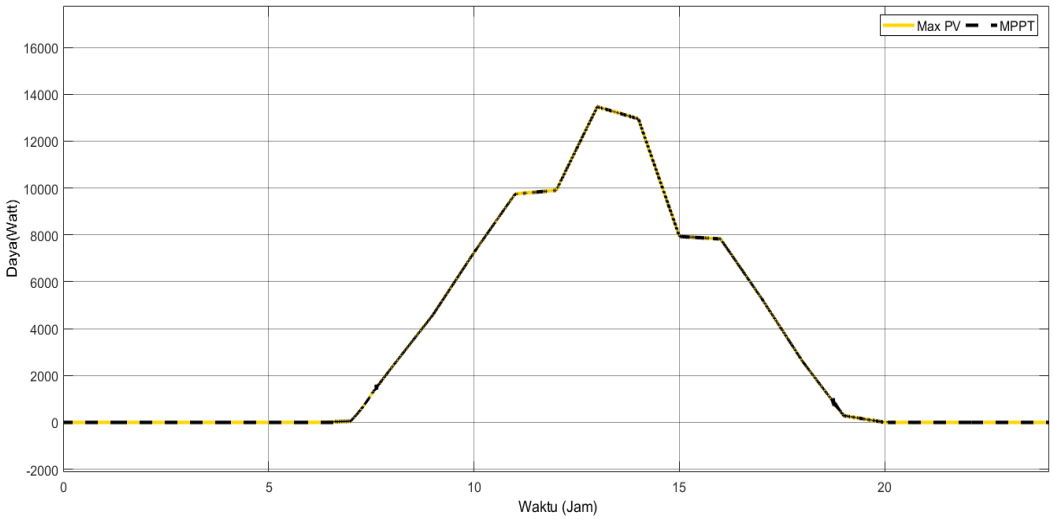
Dari hasil simulasi data range data 00.00-23.00, Nilai MSE terkecil dihasilkan dari setiap variasi yang berbeda-beda Nilai MSE terkecil terjadi pada *Training* dengan neuron hidden layer 50 pada *learning rate* 0.01 dengan nilai 0,24% sedangan nilai MSE terbesar terjadi pada 2,94% di neuron *hidden* layer 20 pada *learning rate* 0,01.

Dari hasil penelitian, metode *Cascade Forward Neural Network* (CFNN) dengan Levenberg-Marquardt mampu memberikan MSE yang lebih baik pada learning rate 0.1 dengan rata-rata sebesar 1,35% sedangkan *learning rate* 0.01 dengan rerata MSE sebesar 0,9% dan *learning rate* 0,05 dengan rata-rata MSE 1,23%. Dari kesimpulan tersebut diperoleh bahwa metode CFNN dapat memberikan *mean square error* yang lebih baik pada *learning rate* 0.01.

Pada simulasi Simulink M-File mengunakan *range* data 00.00 sampai 23.00 dikarenakan simulasi pada Simulasi pada Simulink memiliki *range* waktu 24 jam.

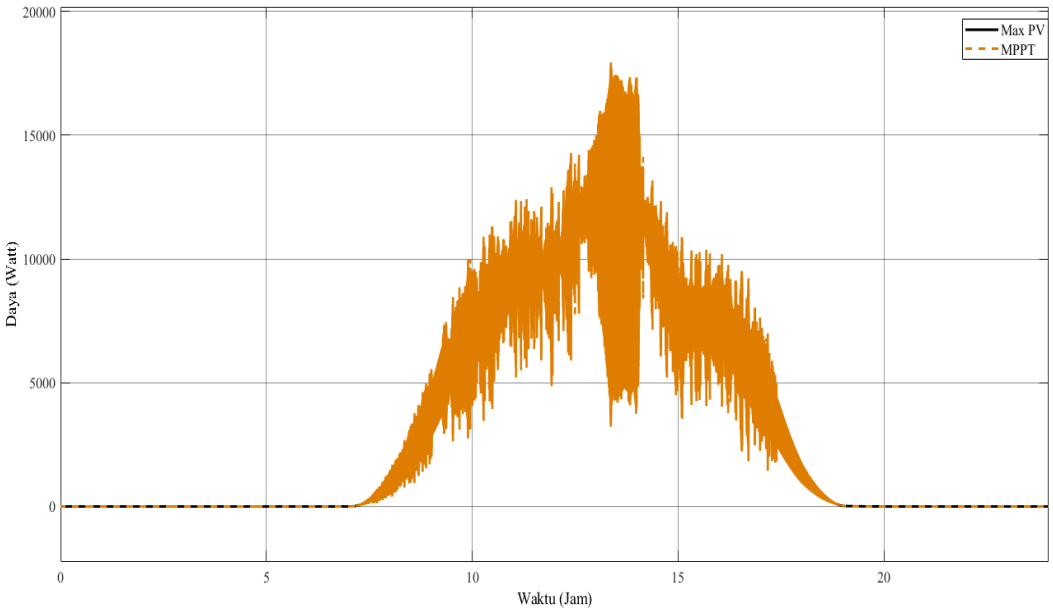
4.2 Hasil MPPT P&O

Masukkan pada MPPT P&O adalah tegangan dan arus keluaran PV, sedangankan outputnya adalah nilai duty cycle yang digunakan untuk trigger mosfet pada converter. Hasil dari perhitungan *boost converter* dimasukkan ke dalam Simulink yang ditunjukkan pada Gambar 3.5 . Hasil perbandingan antara MPPT dengan daya masukkan PV ditunjukkan pada gambar 4.16.



Gambar 4.21 Daya PV dengan Mengunakan MPPT

Dari hasil yang ditunjukkan pada gambar 4.21 Daya keluran PV (warna kuning) berhasil mengikuti MPPT (warna hitam) seperti yang terlihat daya PV menutupi MPPT. Daya maksimum yang dihasilkan mencapai 13.84 kW dan tidak dapat maksimum 29,5 kW dikarenakan PV beroperasi secara maksimal pada jam 10.00 sampai 13.00 dengan *irradiance* mencapai puncaknya pada 950 w/m2. Dan juga dipengaruhi oleh suhu jika suhu meningkat maka daya PV akan menurun, sehingga daya PV yang dihasilkan tidak bisa optimal. Daya PV maksimal yang dihasilkan pada gambar 4.21 sebesar 14 kW

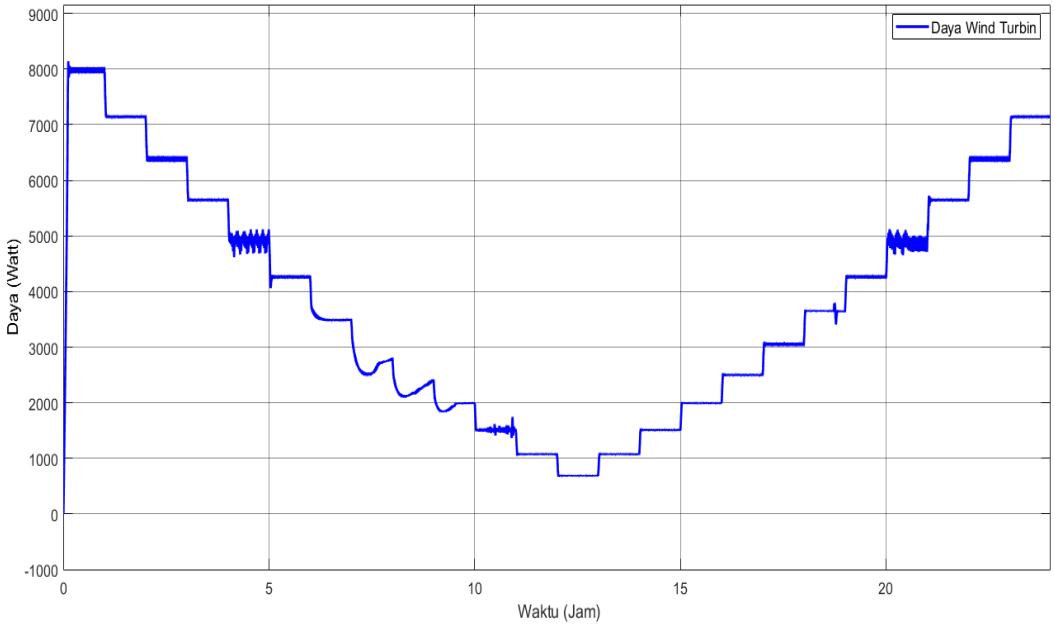


Gambar 4.22 Daya PV tanpa MPPT

Dari hasil yang ditunjukkan pada gambar 4.22 daya PV dan MPPT daya maksimum sebesar 19 kW tetapi terjadi osilasi yang cukup besar dikarenakan tidak bisa mencari dan menjaga titik maksimum dari daya PV, sedangankan jika mengunakan MPPT daya yang dihasilkan lebih optimal karena mengambil nilai *duty cyle* yang paling optimal sehingga daya yang dihasilkan lebih optimal sehingga daya tidak terjadi osilasi secara terus menerus. Oleh sebab itu, pada thesis ini mengunakan MPPT.

4.3 Hasil Wind Turbin

Wind turbin pada PLTH Pantai Baru Bantul memiliki kapasitas total 15 kW, tetapi tidak bisa optimal 15 kW dikarenakan daya wind turbin tergantung oleh kecepatan angin. Jika kecepatan angin melebihi kecepatan angin optimal sebesar 12m/s daya yang di hasilkan akan turun karena dipengaruhi oleh torsi mekanik pada turbin begitu pula sebaliknya jika kurang dari kecepatan optimum daya yang di hasilkan meningkat.



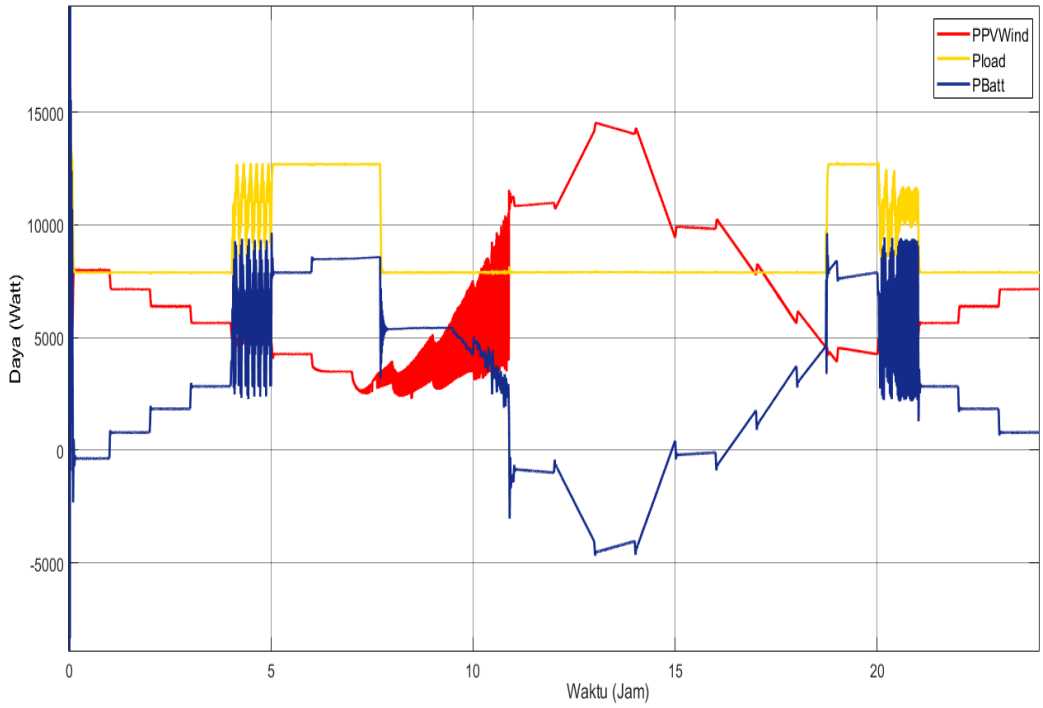
Gambar 4.23 Daya Wind Turbin

Seperti yang dilihat pada gambar 4.22 daya wind turbin memiliki daya optimal pada malam hari sebesar 8 kW pada jam 24.00, sedangankan penurunan daya maksimal pada siang hari pada jam 12.00 daya sebesar 0,9 kW.

4.4 Hasil Sistem Manajemen Energi

Energy Management System (EMS) dalam thesis ini berfungsi untuk mengatur pengunaan beban yang menyebabkan terjadinya kenaikan atau penurunan beban. *Load shedding* dalam EMS disini akan melakukan penurunan beban karena adanya pemaksimalan daya untuk *charge* ke baterai dan apabila daya dari energi terbarukan tidak mencukupi kebutuhan beban, selain itu EMS juga berfungsi sebagai *charge*/*discharge* pada baterai. Algoritma yang digunakan dalam EMS

adalah dengan mengunakan algoritma *rule-base*. Hasil EMS di tunjukkan pada gambar 4.18



Gambar 4.24 Hasil dari EMS mengunakan algoritma *rule-base*

Dalam simulasi Simulink pada gambar 4.23 menunjukkan pada jam 00.00 sampai jam 04.00 pengunaan beban sebesar 8 kW yang terdiri dari beban kantor, Warung kuliner (grup barat), dan Warung kuliner (grup timur). Beban 8 kW disuplai oleh daya energi terbarukan (PV,Wind) dan baterai. Pada pukul 04.01 sampai jam 07.00 beban dinaikkan sebesar 12,5 yang terdiri dari beban kantor, Warung kuliner (grup barat), Warung kuliner (grup timur), dan Warung kuliner (grup tengah) yang menyebabkan daya Daya beterai (warna biru) dan daya PVWind (warna merah) juga mengalami peningkatan. Pada daya baterai (warna biru) mengalami osilasi karena daya beban (warna kuning) dinaikkan tetapi tidak berlangsung lama dan dapat kembali stabil. Pada jam 07.01 sampai jam 19.00 beban diturunkan sebesar 8 kW. Pada jam 07.00 daya betarei (warna biru) mengalami osilasi hingga 2,7 kW hal ini terjadi karena adanya suplai dari daya PVWind (warna merah). Daya PV wind mencapai puncak nya pada jam 13.00 sebesar 14.4 kW dan daya dioptimalkan untuk *charge* ke baterai hingga 4.5 kW. Pada 14.00 daya

PVwind (warna merah) daya yang dihasilkan sebesar 14,25 kW dan terus mengalami penurunan hingga jam 19.00 mencapai 3.93 kW. Pada jam 19.00 sampai jam 21.00 pengunaan beban (warna kuning) meningkat sebesar 12,5 kW sehingga pada jam 21.01 beban diturunkan ke beban nominal sebesar 8 kW.

BAB 5
KESIMPULAN

Dari keseluruhan proses yang telah dikerjakan pada penelitian ini, berikut merupakan kesimpulan yang didapatkan dari hasil penelitian :

1. Prediksi PV 12 jam dengan *Cascade Forward Neural Network* nilai MSE terkecil terjadi pada *Training Hidden* Layer 20 pada *learning rate* 0.1 dengan nilai 0.22% sedangkan nilai MSE terbesar terjadi pada *hidden* layer 10 dengan *learning rate* 0.1 yaitu 0.45%.
2. Prediksi PV 24 jam dengan *Cascade Forward Neural Network* nilai MSE terkecil terjadi pada *Training hidden* layer 50 pada *learning rate* 0.01 dengan nilai 0,84% sedangan nilai MSE terbesar terjadi pada 2,94% di neuron *hidden* layer 20 pada *learning rate* 0,01.
3. Daya maksimal yang dihasilkan oleh MPPT dengan mengunakan agoritma P&O sebesar 13.84 kW sedangkan jika tidak mengunakan MPPT daya maksimal sebesar 19 kW tetapi terjadi osilasi yang cukup besar dikarenakan tidak bisa bisa mencari dan menjaga titik maksimum dari daya PV.
4. EMS mengunakan algoritma *rule-base* daya pebangkitan energi terbarukan lebih dioptimalkan untuk *charging* ke baterai sebesar 4,5 kW sedangkan saat energi PV dan wind turbin tidak optimal maka pengunaan baterai akan dimaksimalkan sehingga daya baterai akan *discharge* ke beban untuk mencukupi beban maksimal sebesar 12.5 kW dan apabila daya tidak mencukupi kebutuhan beban maka akan melakukan pengurangan beban secara otomotis ke beban minimal yaitu 8 kW

Halaman ini Sengaja dikosongkan

DAFTAR PUSTAKA

[1] W. El-Baz, P. Tzscheutschler, dan U. Wagner, "Day-ahead probabilistic PV generation forecast for buildings energy management systems," *Solar Energy*, vol. 171, hlm. 478–490, Sep 2018, doi: 10.1016/j.solener.2018.06.100.

[2] H.-T. Yang, C.-M. Huang, Y.-C. Huang, dan Y.-S. Pai, "A Weather-Based Hybrid Method for 1-Day Ahead Hourly Forecasting of PV Power Output," *IEEE Trans. Sustain. Energy*, vol. 5, no. 3, hlm. 917–926, Jul 2014, doi: 10.1109/TSTE.2014.2313600.

[3] A. Mellit dan A. M. Pavan, "A 24-h forecast of solar irradiance using artificial neural network: Application for performance prediction of a grid-connected PV plant at Trieste, Italy," *Solar Energy*, vol. 84, no. 5, hlm. 807–821, Mei 2010, doi: 10.1016/j.solener.2010.02.006.

[4] I. Khan, H. Zhu, D. Khan, dan M. K. Panjwani, "Photovoltaic power prediction by cascade forward artificial neural network," dalam *2017 International Conference on Information and Communication Technologies (ICICT)*, Karachi, Des 2017, hlm. 145–149, doi: 10.1109/ICICT.2017.8320179.

[5] H. Kanchev, D. Lu, F. Colas, V. Lazarov, dan B. Francois, "Energy Management and Operational Planning of a Microgrid With a PV-Based Active Generator for Smart Grid Applications," *IEEE Trans. Ind. Electron.*, vol. 58, no. 10, hlm. 4583–4592, Okt 2011, doi: 10.1109/TIE.2011.2119451.

[6] D. Arcos-Aviles, J. Pascual, L. Marroyo, P. Sanchis, F. Guinjoan, dan M. P. Marietta, "Optimal Fuzzy Logic EMS design for residential grid-connected microgrid with hybrid renewable generation and storage," dalam *2015 IEEE 24th International Symposium on Industrial Electronics (ISIE)*, Buzios, Rio de Janeiro, Brazil, Jun 2015, hlm. 742–747, doi: 10.1109/ISIE.2015.7281561.

[7] Y.-K. Chen, Y.-C. Wu, C.-C. Song, dan Y.-S. Chen, "Design and Implementation of Energy Management System With Fuzzy Control for DC Microgrid Systems," *IEEE Trans. Power Electron.*, vol. 28, no. 4, hlm. 1563–1570, Apr 2013, doi: 10.1109/TPEL.2012.2210446.

[8] V. C. J. Sankar, P. Sreehari, dan M. G. Nair, "Optimal scheduling of an islanded urban micro grid," dalam *2017 Innovations in Power and Advanced Computing Technologies (i-PACT)*, Vellore, Apr 2017, hlm. 1–5, doi: 10.1109/IPACT.2017.8244986.

[9] G. Barchi, G. Miori, D. Moser, dan S. Papantoniou, "A Small-Scale Prototype for the Optimization of PV Generation and Battery Storage through the Use of a Building Energy Management System," dalam *2018 IEEE International Conference on Environment and Electrical Engineering and 2018 IEEE Industrial and Commercial Power Systems Europe (EEEIC / I&CPS Europe)*, Palermo, Jun 2018, hlm. 1–5, doi: 10.1109/EEEIC.2018.8494012.

[10] D. Michaelson, H. Mahmood, dan J. Jiang, "A Predictive Energy Management System Using Pre-Emptive Load Shedding for Islanded Photovoltaic Microgrids," *IEEE Trans. Ind. Electron.*, vol. 64, no. 7, hlm. 5440–5448, Jul 2017, doi: 10.1109/TIE.2017.2677317.

[11] S. Almazrouei, A.-K. Hamid, dan M. Shamsuzzaman, "Predictive energy management in large-scale grid connected PV-batteries system," dalam *2018*

5th International Conference on Renewable Energy: Generation and Applications (ICREGA), Al Ain, Feb 2018, hlm. 315–318, doi: 10.1109/ICREGA.2018.8337601.

[12] H. Mahmood dan J. Jiang, "Decentralized Power Management of Multiple PV, Battery, and Droop Units in an Islanded Microgrid," *IEEE Trans. Smart Grid*, vol. 10, no. 2, hlm. 1898–1906, Mar 2019, doi: 10.1109/TSG.2017.2781468.

[13] Yujing Sun *dkk.*, "Research on short-term module temperature prediction model based on BP neural network for photovoltaic power forecasting," dalam *2015 IEEE Power & Energy Society General Meeting*, Denver, CO, USA, Jul 2015, hlm. 1–5, doi: 10.1109/PESGM.2015.7286350.

[14] A. G. Casaca de Rocha Vaz, *Photovoltaic Forecasting with Artificial Neural Networks*. Universidade De Lisboa, Faculdade De Ciências Departamento De Engenharia Geográfica, Geofísica E Energia: 2014.

[15] M. Engin, "Sizing and Simulation of PV-Wind Hybrid Power System," *International Journal of Photoenergy*, vol. 2013, hlm. 1–10, 2013, doi: 10.1155/2013/217526.

[16] M. Luki Septya, I. Sudiharto, N. Syechu Dwitya, O. Asrarul Qudsi, dan E. Sunarno, "Design And Implementation Soft-switching MPPT SEPIC Converter Using P&O Algorithm," *E3S Web Conf.*, vol. 43, hlm. 01010, 2018, doi: 10.1051/e3sconf/20184301010.

[17] P. Palensky dan D. Dietrich, "Demand Side Management: Demand Response, Intelligent Energy Systems, and Smart Loads," *IEEE Trans. Ind. Inf.*, vol. 7, no. 3, hlm. 381–388, Agu 2011, doi: 10.1109/TII.2011.2158841.

LAMPIRAN

Data Aktual PV Bulan Juli 2019

Input							Target
Bulan	**Hari**	**Jam**	***Irradiation* (W/m²)**	**Ambient Temperature (°C)**	**Cell Temperature (°C)**	**Daya PV (kW)**	**Daya PV 1 hari kedepan (kW)**
7	1	0	0	25.3	25.30	0.01	0.01
7	1	1	0	25.2	25.20	0.01	0.01
7	1	2	0	25.1	25.10	0.01	0.01
7	1	3	0	25	25.00	0.01	0.01
7	1	4	0	24.8	24.80	0.01	0.01
7	1	5	0	24.7	24.70	0.01	0.01
7	1	6	4	24.9	21.96	0.01	0.01
7	1	7	171	24.5	27.42	2.96	2.35
7	1	8	349	25.2	33.41	6.86	6.04
7	1	9	473	29.2	42.95	9.31	9.07
7	1	10	574	31	42.40	12.17	12.20
7	1	11	719	23.6	38.53	14.65	12.94
7	1	12	735	33.4	50.09	15.53	13.68
7	1	13	852	32	53.56	14.64	12.86
7	1	14	490	27.4	38.99	10.46	10.60
7	1	15	426	28.9	39.31	9.10	8.35
7	1	16	319	26.8	33.17	6.45	6.91
7	1	17	181	29.3	32.30	2.58	2.45
7	1	18	20	27.7	26.93	0.32	0.25
7	1	19	0	26.2	26.20	0.01	0.01
7	1	20	0	25.8	25.80	0.01	0.01
7	1	21	0	25.3	25.30	0.01	0.01
7	1	22	0	24.9	24.90	0.01	0.01
7	1	23	0	24.7	24.70	0.01	0.01
7	2	0	0	24.4	24.40	0.01	0.01
7	2	1	0	24.2	24.20	0.01	0.01
7	2	2	0	24.1	24.10	0.01	0.01
7	2	3	0	23.9	23.90	0.01	0.01
7	2	4	0	23.8	23.80	0.01	0.01
7	2	5	0	23.9	23.90	0.01	0.01
7	2	6	3	23.9	22.10	0.01	0.01
7	2	7	138	24.2	25.88	2.35	2.85
7	2	8	269	24	32.45	6.04	6.99
7	2	9	425	28.4	38.74	9.07	9.05
7	2	10	572	27.6	44.74	12.20	12.37
7	2	11	581	28.1	45.24	12.94	13.34

Data Aktual PV Bulan Juli 2019 (Lanjutan)

Input							Target
Bulan	**Hari**	**Jam**	***Irradiation* (W/m²)**	**Ambient Temperature (ºC)**	**Cell Temperature (ºC)**	**Daya PV (kW)**	**Daya PV 1 hari kedepan (kW)**
7	2	12	792	33.2	48.48	13.68	13.30
7	2	13	760	29.9	41.18	12.86	12.23
7	2	14	465	28.8	38.50	10.60	9.33
7	2	15	459	32.1	43.41	8.35	8.56
7	2	16	310	24.8	31.79	6.91	5.98
7	2	17	152	26.4	30.98	2.45	2.45
7	2	18	17	26.1	25.05	0.25	0.25
7	2	19	0	25.8	25.80	0.01	0.01
7	2	20	0	25.5	25.50	0.01	0.01
7	2	21	0	25.1	25.10	0.01	0.01
7	2	22	0	24.8	24.80	0.01	0.01
7	2	23	0	24.8	24.80	0.01	0.01
7	3	0	0	24.7	24.70	0.01	0.01
7	3	1	0	24.7	24.70	0.01	0.01
7	3	2	0	24.5	24.50	0.01	0.01
7	3	3	0	24.4	24.40	0.01	0.01
7	3	4	0	24.2	24.20	0.01	0.01
7	3	5	0	23.9	23.90	0.01	0.01
7	3	6	3	23.5	21.99	0.01	0.01
7	3	7	128	25	29.26	2.85	2.11
7	3	8	309	23.9	32.46	6.99	6.20
7	3	9	458	27.1	36.74	9.05	10.44
7	3	10	589	29.4	47.01	12.37	11.79
7	3	11	619	29.4	50.29	13.34	13.28
7	3	12	720	33.5	50.22	13.30	9.03
7	3	13	571	27	40.17	12.23	9.48
7	3	14	468	30	40.46	9.33	11.61
7	3	15	416	30.5	40.16	8.56	9.04
7	3	16	269	25.9	32.29	5.98	5.72
7	3	17	153	27.2	31.82	2.45	2.48
7	3	18	17	26.4	25.39	0.25	0.25
7	3	19	0	25.6	25.60	0.01	0.01
7	3	20	0	25.2	25.20	0.01	0.01
7	3	21	0	24.9	24.90	0.01	0.01
7	3	22	0	24.5	24.50	0.01	0.01
7	3	23	0	24.1	24.10	0.01	0.01
7	4	0	0	23.7	23.70	0.01	0.01
7	4	1	0	23.3	23.30	0.01	0.01
7	4	2	0	23.3	23.30	0.01	0.01
7	4	3	0	23.4	23.40	0.01	0.01
7	4	4	0	23.5	23.50	0.01	0.01

Data Aktual PV Bulan Juli 2019 (Lanjutan)

Input							Target
Bulan	**Hari**	**Jam**	***Irradiation* (W/m²)**	**Ambient Temperature (ºC)**	**Cell Temperature (ºC)**	**Daya PV (kW)**	**Daya PV 1 hari kedepan (kW)**
7	4	5	0	23.5	23.50	0.01	0.01
7	4	6	3	23.5	20.40	0.01	0.01
7	4	7	95	25.7	28.85	2.11	2.18
7	4	8	284	27.1	33.38	6.20	6.29
7	4	9	727	31.8	43.94	10.44	7.61
7	4	10	750	30.5	43.19	11.79	12.13
7	4	11	604	27.8	48.92	13.28	13.75
7	4	12	470	25	35.46	9.03	13.43
7	4	13	430	25.2	39.85	9.48	12.49
7	4	14	602	31.1	51.39	11.61	10.26
7	4	15	451	32.7	44.71	9.04	9.30
7	4	16	276	25.1	32.86	5.72	5.24
7	4	17	154	28.1	30.57	2.48	2.50
7	4	18	17	27.3	26.38	0.25	0.28
7	4	19	0	26.6	26.60	0.01	0.01
7	4	20	0	26.2	26.20	0.01	0.01
7	4	21	0	25.7	25.70	0.01	0.01
7	4	22	0	25.3	25.30	0.01	0.01
7	4	23	0	24.9	24.90	0.01	0.01
7	5	0	0	24.4	24.40	0.01	0.01
7	5	1	0	24	24.00	0.01	0.01
7	5	2	0	23.9	23.90	0.01	0.01
7	5	3	0	23.7	23.70	0.01	0.01
7	5	4	0	23.6	23.60	0.01	0.01
7	5	5	0	23.8	23.80	0.01	0.01
7	5	6	3	23.9	21.35	0.01	0.01
7	5	7	103	24.8	25.76	2.18	1.67
7	5	8	339	32.3	41.50	6.29	5.86
7	5	9	364	26.9	35.01	7.61	9.95
7	5	10	586	30	48.65	12.13	12.86
7	5	11	722	33.8	52.14	13.75	13.68
7	5	12	661	30.6	44.39	13.43	13.63
7	5	13	589	32.1	49.06	12.49	10.88
7	5	14	474	29.9	45.49	10.26	9.08
7	5	15	430	29.3	39.12	9.30	9.21
7	5	16	260	27.8	33.98	5.24	5.27
7	5	17	154	26	29.35	2.50	2.51
7	5	18	18	25.3	24.36	0.28	0.27
7	5	19	0	24.6	24.60	0.01	0.01
7	5	20	0	24.2	24.20	0.01	0.01
7	5	21	0	23.9	23.90	0.01	0.01

Data Aktual PV Bulan Juli 2019 (Lanjutan)

Input							Target
Bulan	**Hari**	**Jam**	***Irradiation* (W/m²)**	**Ambient Temperature (ºC)**	**Cell Temperature (ºC)**	**Daya PV (kW)**	**Daya PV 1 hari kedepan (kW)**
7	5	22	0	23.5	23.50	0.01	0.01
7	5	23	0	23.4	23.40	0.01	0.01
7	6	0	0	23.4	23.40	0.01	0.01
7	6	1	0	23.3	23.30	0.01	0.01
7	6	2	0	23.3	23.30	0.01	0.01
7	6	3	0	23.2	23.20	0.01	0.01
7	6	4	0	23.2	23.20	0.01	0.01
7	6	5	0	23.2	23.20	0.01	0.01
7	6	6	2	23.2	21.54	0.01	0.01
7	6	7	79	25.1	25.44	1.67	2.81
7	6	8	290	26.1	34.58	5.86	6.34
7	6	9	447	27.2	43.22	9.95	9.98
7	6	10	583	29.8	42.31	12.86	12.02
7	6	11	850	29.6	43.62	13.68	13.86
7	6	12	630	29.6	42.42	13.63	13.67
7	6	13	499	28.2	39.94	10.88	11.72
7	6	14	408	29	38.38	9.08	11.49
7	6	15	442	26.8	42.32	9.21	7.53
7	6	16	285	28.8	34.39	5.27	7.09
7	6	17	156	26.3	30.41	2.51	3.58
7	6	18	18	25.8	24.80	0.27	0.27
7	6	19	0	25.2	25.20	0.01	0.01
7	6	20	0	24.7	24.70	0.01	0.01
7	6	21	0	24.3	24.30	0.01	0.01
7	6	22	0	23.8	23.80	0.01	0.01
7	6	23	0	23.8	23.80	0.01	0.01
7	7	0	0	23.7	23.70	0.01	0.01
7	7	1	0	23.7	23.70	0.01	0.01
7	7	2	0	23.5	23.50	0.01	0.01
7	7	3	0	23.4	23.40	0.01	0.01
7	7	4	0	23.2	23.20	0.01	0.01
7	7	5	0	23.4	23.40	0.01	0.01
7	7	6	4	23.6	20.56	0.01	0.01
7	7	7	158	27.3	30.92	2.81	2.18
7	7	8	292	26.3	32.66	6.34	6.40
7	7	9	471	29.3	42.81	9.98	9.55
7	7	10	633	30.7	44.04	12.02	11.98
7	7	11	863	31.6	50.86	13.86	13.74
7	7	12	729	27.3	49.79	13.67	13.08
7	7	13	575	31.2	50.59	11.72	11.77
7	7	14	574	31.8	53.60	11.49	8.98

Data Aktual PV Bulan Juli 2019 (Lanjutan)

Input							Target
Bulan	**Hari**	**Jam**	***Irradiation* (W/m²)**	**Ambient Temperature (ºC)**	**Cell Temperature (ºC)**	**Daya PV (kW)**	**Daya PV 1 hari kedepan (kW)**
7	7	15	374	28.5	37.12	7.53	8.66
7	7	16	364	28.5	36.12	7.09	7.15
7	7	17	175	24.2	27.05	3.58	3.26
7	7	18	18	28.3	27.50	0.27	0.32
7	7	19	0	27.4	27.40	0.01	0.01
7	7	20	0	26.9	26.90	0.01	0.01
7	7	21	0	26.4	26.40	0.01	0.01
7	7	22	0	25.9	25.90	0.01	0.01
7	7	23	0	25.5	25.50	0.01	0.01
7	8	0	0	25	25.00	0.01	0.01
7	8	1	0	24.6	24.60	0.01	0.01
7	8	2	0	24.3	24.30	0.01	0.01
7	8	3	0	24	24.00	0.01	0.01
7	8	4	0	23.7	23.70	0.01	0.01
7	8	5	0	24.1	24.10	0.01	0.01
7	8	6	4	24.5	21.54	0.01	0.01
7	8	7	117	28.2	30.74	2.18	2.53
7	8	8	333	29.5	37.57	6.40	6.95
7	8	9	437	29.7	39.33	9.55	8.97
7	8	10	579	29.7	45.98	11.98	12.24
7	8	11	615	28.2	45.00	13.74	13.95
7	8	12	617	32.4	50.77	13.08	13.89
7	8	13	531	31.6	44.74	11.77	10.11
7	8	14	463	31	40.26	8.98	9.70
7	8	15	457	31	42.70	8.66	8.51
7	8	16	343	26.4	34.61	7.15	6.59
7	8	17	321	26.4	30.88	3.26	2.79
7	8	18	20	28.3	27.62	0.32	0.34
7	8	19	0	25.8	25.80	0.01	0.01
7	8	20	0	25.6	25.60	0.01	0.01
7	8	21	0	25.5	25.50	0.01	0.01
7	8	22	0	25.3	25.30	0.01	0.01
7	8	23	0	25.1	25.10	0.01	0.01
7	7	15	374	28.5	37.12	7.53	8.66
7	7	16	364	28.5	36.12	7.09	7.15
7	7	17	175	24.2	27.05	3.58	3.26
7	7	18	18	28.3	27.50	0.27	0.32
7	7	19	0	27.4	27.40	0.01	0.01
7	7	20	0	26.9	26.90	0.01	0.01
7	7	21	0	26.4	26.40	0.01	0.01
7	7	22	0	25.9	25.90	0.01	0.01

Data Aktual PV Bulan Juli 2019 (Lanjutan)

Input							Target
Bulan	**Hari**	**Jam**	***Irradiation* (W/m²)**	**Ambient Temperature (ºC)**	**Cell Temperature (ºC)**	**Daya PV (kW)**	**Daya PV 1 hari kedepan (kW)**
7	7	23	0	25.5	25.50	0.01	0.01
7	8	0	0	25	25.00	0.01	0.01
7	8	1	0	24.6	24.60	0.01	0.01
7	8	2	0	24.3	24.30	0.01	0.01
7	8	3	0	24	24.00	0.01	0.01
7	8	4	0	23.7	23.70	0.01	0.01
7	8	5	0	24.1	24.10	0.01	0.01
7	8	6	4	24.5	21.54	0.01	0.01
7	8	7	117	28.2	30.74	2.18	2.53
7	8	8	333	29.5	37.57	6.40	6.95
7	8	9	437	29.7	39.33	9.55	8.97
7	8	10	579	29.7	45.98	11.98	12.24
7	8	11	615	28.2	45.00	13.74	13.95
7	8	12	617	32.4	50.77	13.08	13.89
7	8	13	531	31.6	44.74	11.77	10.11
7	8	14	463	31	40.26	8.98	9.70
7	8	15	457	31	42.70	8.66	8.51
7	8	16	343	26.4	34.61	7.15	6.59
7	8	17	321	26.4	30.88	3.26	2.79
7	8	18	20	28.3	27.62	0.32	0.34
7	8	19	0	25.8	25.80	0.01	0.01
7	8	20	0	25.6	25.60	0.01	0.01
7	8	21	0	25.5	25.50	0.01	0.01
7	8	22	0	25.3	25.30	0.01	0.01
7	8	23	0	25.1	25.10	0.01	0.01
7	7	23	0	25.5	25.50	0.01	0.01
7	8	0	0	25	25.00	0.01	0.01
7	8	1	0	24.6	24.60	0.01	0.01
7	8	2	0	24.3	24.30	0.01	0.01
7	8	3	0	24	24.00	0.01	0.01
7	8	4	0	23.7	23.70	0.01	0.01
7	8	5	0	24.1	24.10	0.01	0.01
7	8	6	4	24.5	21.54	0.01	0.01
7	8	7	117	28.2	30.74	2.18	2.53
7	8	8	333	29.5	37.57	6.40	6.95
7	8	9	437	29.7	39.33	9.55	8.97
7	8	10	579	29.7	45.98	11.98	12.24
7	8	11	615	28.2	45.00	13.74	13.95
7	8	12	617	32.4	50.77	13.08	13.89
7	8	13	531	31.6	44.74	11.77	10.11
7	8	14	463	31	40.26	8.98	9.70

Data Aktual PV Bulan Juli 2019 (Lanjutan)

Input							Target
Bulan	**Hari**	**Jam**	***Irradiation* (W/m²)**	**Ambient Temperature (ºC)**	**Cell Temperature (ºC)**	**Daya PV (kW)**	**Daya PV 1 hari kedepan (kW)**
7	8	15	457	31	42.70	8.66	8.51
7	8	16	343	26.4	34.61	7.15	6.59
7	8	17	321	26.4	30.88	3.26	2.79
7	8	18	20	28.3	27.62	0.32	0.34
7	8	19	0	25.8	25.80	0.01	0.01
7	8	20	0	25.6	25.60	0.01	0.01
7	8	21	0	25.5	25.50	0.01	0.01
7	8	22	0	25.3	25.30	0.01	0.01
7	8	23	0	25.1	25.10	0.01	0.01
7	9	0	0	24.8	24.80	0.01	0.01
7	9	1	0	24.6	24.60	0.01	0.01
7	9	2	0	24.5	24.50	0.01	0.01
7	9	3	0	24.3	24.30	0.01	0.01
7	9	4	0	24.2	24.20	0.01	0.01
7	9	5	0	24.1	24.10	0.01	0.01
7	9	6	3	23.9	20.89	0.01	0.01
7	9	7	153	24.7	26.77	2.53	2.18
7	9	8	364	26.3	36.68	6.95	6.69
7	9	9	435	27.5	37.53	8.97	13.45
7	9	10	579	25.6	45.14	12.24	13.91
7	9	11	833	31.7	49.47	13.95	14.47
7	9	12	613	28.2	42.63	13.89	15.07
7	9	13	464	28.6	46.65	10.11	13.32
7	9	14	438	27.6	42.32	9.70	9.72
7	9	15	492	27.5	39.32	8.51	9.17
7	9	16	652	31.8	39.45	6.59	7.67
7	9	17	282	28.9	32.29	2.79	3.08
7	9	18	21	27.8	27.18	0.34	0.30
7	9	19	0	26.8	26.80	0.01	0.01
7	9	20	0	26.4	26.40	0.01	0.01
7	9	21	0	26.1	26.10	0.01	0.01
7	9	22	0	25.7	25.70	0.01	0.01
7	9	23	0	25.3	25.30	0.01	0.01
7	10	0	0	24.9	24.90	0.01	0.01
7	10	1	0	24.5	24.50	0.01	0.01
7	10	2	0	24.3	24.30	0.01	0.01
7	10	3	0	24.1	24.10	0.01	0.01
7	10	4	0	23.9	23.90	0.01	0.01
7	10	5	0	24.2	24.20	0.01	0.01
7	10	6	3	24.4	21.42	0.01	0.01
7	10	7	152	29	31.22	2.18	2.19

Data Aktual PV Bulan Juli 2019 (Lanjutan)

Input							Target
Bulan	**Hari**	**Jam**	***Irradiation* (W/m²)**	**Ambient Temperature (ºC)**	**Cell Temperature (ºC)**	**Daya PV (kW)**	**Daya PV 1 hari kedepan (kW)**
7	10	8	313	26.4	33.68	6.69	6.29
7	10	9	623	28.8	47.67	13.45	9.85
7	10	10	652	28.4	48.34	13.91	13.21
7	10	11	676	29.5	50.11	14.47	14.47
7	10	12	747	33.6	54.46	15.07	14.43
7	10	13	716	32.8	55.09	13.32	12.06
7	10	14	625	26.6	39.38	9.72	10.18
7	10	15	469	32	44.44	9.17	8.69
7	10	16	376	25.1	36.76	7.67	5.73
7	10	17	232	26.6	28.81	3.08	1.97
7	10	18	19	25	24.06	0.30	0.34
7	10	19	0	24.7	24.70	0.01	0.01
7	10	20	0	24.3	24.30	0.01	0.01
7	10	21	0	24	24.00	0.01	0.01
7	10	22	0	23.6	23.60	0.01	0.01
7	10	23	0	23.7	23.70	0.01	0.01
7	11	0	0	23.7	23.70	0.01	0.01
7	11	1	0	23.8	23.80	0.01	0.01
7	11	2	0	23.2	23.20	0.01	0.01
7	11	3	0	22.7	22.70	0.01	0.01
7	11	4	0	22.1	22.10	0.01	0.01
7	11	5	0	22	22.00	0.01	0.01
7	11	6	3	21.9	19.09	0.01	0.01
7	11	7	267	24	25.25	2.19	3.34
7	11	8	346	26.3	33.56	6.29	7.81
7	11	9	446	30.8	41.67	9.85	10.66
7	11	10	594	29.6	41.85	13.21	11.19
7	11	11	676	29.5	50.11	14.47	13.36
7	11	12	825	31.7	48.01	14.43	13.22
7	11	13	550	29.3	46.54	12.06	11.56
7	11	14	479	26.6	40.09	10.18	9.79
7	11	15	416	27.7	38.19	8.69	8.55
7	11	16	353	25.8	33.08	5.73	6.16
7	11	17	152	23	23.80	1.97	2.76
7	11	18	21	27.2	26.56	0.34	0.36
7	11	19	0	26.4	26.40	0.01	0.01
7	11	20	0	25.9	25.90	0.01	0.01
7	11	21	0	25.5	25.50	0.01	0.01
7	11	22	0	25	25.00	0.01	0.01
7	11	23	0	24.9	24.90	0.01	0.01
7	12	1	0	24.6	24.60	0.01	0.01

Data Aktual PV Bulan Juli 2019 (Lanjutan)

Input							Target
Bulan	**Hari**	**Jam**	***Irradiation* (W/m²)**	**Ambient Temperature (ºC)**	**Cell Temperature (ºC)**	**Daya PV (kW)**	**Daya PV 1 hari kedepan (kW)**
7	12	2	0	24.4	24.40	0.01	0.01
7	12	3	0	24.3	24.30	0.01	0.01
7	12	4	0	24.1	24.10	0.01	0.01
7	12	5	0	24.1	24.10	0.01	0.01
7	12	6	3	24.2	21.71	0.01	0.01
7	12	7	151	24.1	27.24	3.34	2.21
7	12	8	357	27.5	41.75	7.81	5.86
7	12	9	538	30.1	42.28	10.66	9.39
7	12	10	514	29.1	49.52	11.19	12.34
7	12	11	682	32.7	50.14	13.36	13.42
7	12	12	679	30.6	43.90	13.22	13.25
7	12	13	578	29.1	42.27	11.56	12.13
7	12	14	448	27.9	45.22	9.79	15.24
7	12	15	379	28.8	37.82	8.55	14.01
7	12	16	284	28.1	35.62	6.16	9.40
7	12	17	248	29.9	32.84	2.76	3.23
7	12	18	68	28	27.39	0.36	0.01
7	12	19	0	26.2	26.20	0.01	0.01
7	12	20	0	25.8	25.80	0.01	0.01
7	12	21	0	25.3	25.30	0.01	0.01
7	12	22	0	24.9	24.90	0.01	0.01
7	12	23	0	24.5	24.50	0.01	0.01
7	13	0	0	24	24.00	0.01	0.01
7	13	1	0	23.6	23.60	0.01	0.01
7	13	2	0	23.5	23.50	0.01	0.01
7	13	3	0	23.5	23.50	0.01	0.01
7	13	4	0	23.4	23.40	0.01	0.01
7	13	5	0	23.5	23.50	0.01	0.01
7	13	6	3	23.7	20.69	0.01	0.01
7	13	7	108	24.5	25.57	2.21	1.31
7	13	8	293	25.7	31.91	5.86	4.55
7	13	9	444	26.9	38.22	9.39	6.39
7	13	10	577	28	43.59	12.34	9.23
7	13	11	619	29.2	46.19	13.42	13.43
7	13	12	613	30.4	46.61	13.25	12.90
7	13	13	563	31.6	46.04	12.13	14.06
7	13	14	755	31.3	48.62	15.24	13.28
7	13	15	822	31.1	46.69	14.01	12.89
7	13	16	762	30.8	41.10	9.40	8.72
7	13	17	364	29.5	33.53	3.23	8.21
7	13	18	7	28.2	27.29	0.01	1.31

Data Aktual PV Bulan Juli 2019 (Lanjutan)

Input							Target
Bulan	**Hari**	**Jam**	***Irradiation* (W/m²)**	**Ambient Temperature (ºC)**	**Cell Temperature (ºC)**	**Daya PV (kW)**	**Daya PV 1 hari kedepan (kW)**
7	13	19	0	27.8	27.80	0.01	0.01
7	13	20	0	27.4	27.40	0.01	0.01
7	13	21	0	27.1	27.10	0.01	0.01
7	13	22	0	26.7	26.70	0.01	0.01
7	13	23	0	26.4	26.40	0.01	0.01
7	14	0	0	26	26.00	0.01	0.01
7	14	1	0	25.7	25.70	0.01	0.01
7	14	2	0	25.6	25.60	0.01	0.01
7	14	3	0	25.5	25.50	0.01	0.01
7	14	4	0	25.4	25.40	0.01	0.01
7	14	5	0	25.4	25.40	0.01	0.01
7	14	6	3	25.4	23.53	0.01	0.01
7	14	7	108	25.4	25.37	1.31	2.79
7	14	8	345	27.1	31.52	4.55	6.92
7	14	9	311	28.7	36.74	6.39	9.78
7	14	10	410	25.4	37.22	9.23	13.17
7	14	11	608	28.8	41.90	13.43	14.04
7	14	12	646	30.6	53.72	12.90	14.41
7	14	13	850	29.8	42.31	14.06	11.36
7	14	14	604	27.8	48.92	13.28	10.59
7	14	15	582	28.6	40.58	12.89	7.35
7	14	16	648	29.5	40.39	8.72	5.54
7	14	17	382	24.7	34.34	8.21	3.02
7	14	18	107	25.1	25.01	1.31	0.40
7	14	19	0	28.2	28.20	0.01	0.01
7	14	20	0	27.6	27.60	0.01	0.01
7	14	21	0	27	27.00	0.01	0.01
7	14	22	0	26.4	26.40	0.01	0.01
7	14	23	0	25.9	25.90	0.01	0.01
7	15	0	0	25.5	25.50	0.01	0.01
7	15	1	0	25	25.00	0.01	0.01
7	15	2	0	24.9	24.90	0.01	0.01
7	15	3	0	24.7	24.70	0.01	0.01
7	15	4	0	24.6	24.60	0.01	0.01
7	15	5	0	24.8	24.80	0.01	0.01
7	15	6	3	24.9	22.85	0.01	0.01
7	15	7	107	25.1	25.01	1.31	1.44
7	15	8	197	30.5	33.56	2.79	2.66
7	15	9	755	30.8	39.54	6.92	9.58
7	15	10	448	27.2	41.99	9.78	13.39
7	15	11	599	30.3	44.61	13.17	13.63

Data Aktual PV Bulan Juli 2019 (Lanjutan)

Input							Target
Bulan	**Hari**	**Jam**	***Irradiation* (W/m²)**	**Ambient Temperature (ºC)**	**Cell Temperature (ºC)**	**Daya PV (kW)**	**Daya PV 1 hari kedepan (kW)**
7	15	12	651	30.1	45.16	14.04	11.84
7	15	13	684	30.2	49.18	14.41	11.40
7	15	14	516	28.3	47.50	11.36	9.66
7	15	15	499	27	38.17	10.59	7.09
7	15	16	316	23.5	29.14	7.35	6.56
7	15	17	250	27.9	32.54	5.54	5.39
7	15	18	261	29.1	32.16	3.02	2.79
7	15	19	0	27.4	27.40	0.01	0.01
7	15	20	0	26.5	26.50	0.01	0.01
7	15	21	0	25.7	25.70	0.01	0.01
7	15	22	0	24.8	24.80	0.01	0.01
7	15	23	0	24.4	24.40	0.01	0.01
7	16	0	0	24.1	24.10	0.01	0.01
7	16	1	0	23.7	23.70	0.01	0.01
7	16	2	0	23.5	23.50	0.01	0.01
7	16	3	0	23.4	23.40	0.01	0.01
7	16	4	0	23.2	23.20	0.01	0.01
7	16	5	0	23.5	23.50	0.01	0.01
7	16	6	3	23.7	21.21	0.01	0.01
7	16	7	553	29.9	33.91	2.66	3.82
7	16	8	489	32.2	45.88	9.58	7.37
7	16	9	646	30.3	46.74	13.39	12.82
7	16	10	630	29.6	42.42	13.63	13.20
7	16	11	525	29.2	42.98	11.84	12.71
7	16	12	516	29	42.71	11.40	9.44
7	16	13	482	30.8	48.14	9.66	8.94
7	16	14	364	28.5	36.12	7.09	8.74
7	16	15	309	26	32.74	6.56	8.64
7	16	16	294	31.6	37.50	5.39	7.04
7	16	17	197	30.5	33.56	2.79	2.07
7	16	18	35	29.3	28.77	0.38	0.32
7	16	19	0	28.2	28.20	0.01	0.01
7	16	20	0	27.6	27.60	0.01	0.01
7	16	21	0	27	27.00	0.01	0.01
7	16	22	0	26.4	26.40	0.01	0.01
7	16	23	0	26.1	26.10	0.01	0.01
7	17	1	0	25.5	25.5	0.01	0.01
7	17	2	0	25.4	25.4	0.01	0.01
7	17	3	0	25.3	25.3	0.01	0.01
7	17	4	0	25.2	25.2	0.01	0.01
7	17	5	0	25.1	25.1	0.01	0.01

Data Aktual PV Bulan Juli 2019 (Lanjutan)

Input							Target
Bulan	**Hari**	**Jam**	***Irradiation* (W/m²)**	**Ambient Temperature (ºC)**	**Cell Temperature (ºC)**	**Daya PV (kW)**	**Daya PV 1 hari kedepan (kW)**
7	17	6	5	24.90	22.08	0.01	0.01
7	17	7	184	29.30	34.39	3.82	2.31
7	17	8	474	26.90	37.89	7.37	7.36
7	17	9	589	30.50	42.78	12.82	9.56
7	17	10	855	31.60	53.08	13.20	12.68
7	17	11	585	26.10	38.48	12.71	14.46
7	17	12	469	27.10	38.05	9.44	14.28
7	17	13	509	28.90	42.62	8.94	12.08
7	17	14	418	29.50	40.38	8.74	11.26
7	17	15	417	30.20	41.42	8.64	9.91
7	17	16	329	28.60	40.30	7.04	5.82
7	17	17	93	24.40	26.37	2.07	2.70
7	17	18	134	28.90	28.39	0.32	0.32
7	17	19	0	28.00	28.00	0.01	0.01
7	17	20	0	27.10	27.10	0.01	0.01
7	17	21	0	26.10	26.10	0.01	0.01
7	17	22	0	25.20	25.20	0.01	0.01
7	17	23	0	24.80	24.80	0.01	0.01
7	18	0	0	24.30	24.30	0.01	0.01
7	18	1	0	23.90	23.90	0.01	0.01
7	18	2	0	23.70	23.70	0.01	0.01
7	18	3	0	23.40	23.40	0.01	0.01
7	18	4	0	23.20	23.20	0.01	0.01
7	18	5	0	23.50	23.50	0.01	0.01
7	18	6	4	23.90	20.94	0.01	0.01
7	18	7	104	24.20	25.51	2.31	1.32
7	18	8	342	27.10	33.83	7.36	5.00
7	18	9	656	31.90	44.62	9.56	5.81
7	18	10	579	28.60	49.87	12.68	6.91
7	18	11	708	32.20	53.90	14.46	8.74
7	18	12	647	28.70	44.35	14.28	9.61
7	18	13	653	31.30	44.14	12.08	5.42
7	18	14	598	32.90	50.09	11.26	4.91
7	18	15	712	27.40	37.92	9.91	4.15
7	18	16	287	26.30	34.39	5.82	3.11
7	18	17	155	29.10	31.98	2.70	2.77
7	18	18	20	28.30	27.61	0.32	0.32
7	18	19	0	27.60	27.60	0.01	0.01
7	18	20	0	26.90	26.90	0.01	0.01
7	18	21	0	26.10	26.10	0.01	0.01
7	18	22	0	25.40	25.40	0.01	0.01

Data Aktual PV Bulan Juli 2019 (Lanjutan)

Input							Target
Bulan	**Hari**	**Jam**	***Irradiation* (W/m²)**	**Ambient Temperature (ºC)**	**Cell Temperature (ºC)**	**Daya PV (kW)**	**Daya PV 1 hari kedepan (kW)**
7	18	23	0	25.10	25.10	0.01	0.01
7	19	0	0	24.90	24.90	0.01	0.01
7	19	1	0	24.60	24.60	0.01	0.01
7	19	2	0	24.50	24.50	0.01	0.01
7	19	3	0	24.50	24.50	0.01	0.01
7	19	4	0	24.40	24.40	0.01	0.01
7	19	5	0	24.40	24.40	0.01	0.01
7	19	6	2	24.40	21.88	0.01	0.01
7	19	7	108	24.40	24.20	1.32	1.32
7	19	8	268	24.40	30.42	5.00	2.16
7	19	9	290	25.30	33.31	5.81	7.21
7	19	10	310	24.80	31.79	6.91	4.93
7	19	11	418	29.50	40.38	8.74	4.90
7	19	12	435	26.00	39.69	9.61	6.46
7	19	13	280	26.50	32.93	5.42	12.11
7	19	14	231	25.50	33.20	4.91	11.54
7	19	15	244	25.50	29.78	4.15	6.32
7	19	16	147	23.70	26.82	3.11	5.82
7	19	17	156	26.20	28.55	2.77	2.73
7	19	18	20	25.40	24.63	0.32	0.34
7	19	19	0	24.60	24.60	0.01	0.01
7	19	20	0	24.40	24.40	0.01	0.01
7	19	21	0	24.20	24.20	0.01	0.01
7	19	22	0	24.00	24.00	0.01	0.01
7	19	23	0	23.80	23.80	0.01	0.01
7	20	0	0	23.50	23.50	0.01	0.01
7	20	1	0	23.30	23.30	0.01	0.01
7	20	2	0	23.20	23.20	0.01	0.01
7	20	3	0	23.10	23.10	0.01	0.01
7	20	4	0	23.00	23.00	0.01	0.01
7	20	5	0	23.00	23.00	0.01	0.01
7	20	6	2	22.90	20.12	0.01	0.01
7	20	7	108	24.20	24.00	1.32	3.05
7	20	8	117	23.80	26.57	2.16	7.82
7	20	9	328	27.80	34.48	7.21	10.46
7	20	10	228	25.20	30.27	4.93	13.01
7	20	11	232	25.90	30.93	4.90	13.53
7	20	12	302	24.60	35.44	6.46	14.36
7	20	13	625	32.50	45.70	12.11	7.15
7	20	14	594	29.90	42.42	11.54	11.16
7	20	15	292	28.00	34.43	6.32	6.50

Data Aktual PV Bulan Juli 2019 (Lanjutan)

Input							Target
Bulan	**Hari**	**Jam**	***Irradiation* (W/m²)**	**Ambient Temperature (ºC)**	**Cell Temperature (ºC)**	**Daya PV (kW)**	**Daya PV 1 hari kedepan (kW)**
7	20	16	275	26.00	29.74	5.82	6.65
7	20	17	156	28.10	31.61	2.73	2.73
7	20	18	21	27.20	26.47	0.34	0.34
7	20	19	0	26.30	26.30	0.01	0.01
7	20	20	0	25.90	25.90	0.01	0.01
7	20	21	0	25.40	25.40	0.01	0.01
7	20	22	0	25.00	25.00	0.01	0.01
7	20	23	0	24.90	24.90	0.01	0.01
7	21	0	0	24.70	24.70	0.01	0.01
7	21	1	0	24.60	24.60	0.01	0.01
7	21	2	0	24.40	24.40	0.01	0.01
7	21	3	0	24.30	24.30	0.01	0.01
7	21	4	0	24.10	24.10	0.01	0.01
7	21	5	0	24.10	24.10	0.01	0.01
7	21	6	3	24.20	21.71	0.01	0.01
7	21	7	217	28.00	32.02	3.05	3.92
7	21	8	388	30.40	37.51	7.82	6.78
7	21	9	518	30.20	41.98	10.46	9.95
7	21	10	721	29.80	46.42	13.01	11.96
7	21	11	712	32.10	47.30	13.53	12.80
7	21	12	703	30.80	49.93	14.36	13.36
7	21	13	337	27.10	37.75	7.15	10.00
7	21	14	507	29.70	40.73	11.16	9.30
7	21	15	437	30.00	36.90	6.50	8.41
7	21	16	312	25.60	32.64	6.65	5.96
7	21	17	157	30.40	32.93	2.73	3.14
7	21	18	21	28.60	27.95	0.34	0.43
7	21	19	0	26.90	26.90	0.01	0.01
7	21	20	0	25.90	25.90	0.01	0.01
7	21	21	0	24.80	24.80	0.01	0.01
7	21	22	0	23.80	23.80	0.01	0.01
7	21	23	0	23.60	23.60	0.01	0.01
7	22	0	0	23.40	23.40	0.01	0.01
7	22	1	0	23.20	23.20	0.01	0.01
7	22	2	0	23.50	23.50	0.01	0.01
7	22	3	0	23.80	23.80	0.01	0.01
7	22	4	0	24.10	24.10	0.01	0.01
7	22	5	0	24.10	24.10	0.01	0.01
7	22	6	4	24.20	21.75	0.01	0.01
7	22	7	305	24.20	23.86	1.25	1.33
7	22	8	190	24.90	28.28	3.92	4.00

Data Aktual PV Bulan Juli 2019 (Lanjutan)

Input							Target
Bulan	**Hari**	**Jam**	***Irradiation* (W/m²)**	**Ambient Temperature (ºC)**	**Cell Temperature (ºC)**	**Daya PV (kW)**	**Daya PV 1 hari kedepan (kW)**
7	22	9	311	24.40	36.33	6.78	5.90
7	22	10	447	27.20	43.22	9.95	9.27
7	22	11	526	28.20	41.13	11.96	11.73
7	22	12	667	30.20	46.12	12.80	13.06
7	22	13	682	32.70	50.14	13.36	13.27
7	22	14	513	27.80	45.09	10.00	9.25
7	22	15	425	30.20	40.78	9.30	8.38
7	22	16	430	28.70	37.58	8.41	7.43
7	22	17	264	23.30	29.48	5.96	6.78
7	22	18	267	28.50	32.45	3.14	2.77
7	22	19	0	25.10	25.10	0.01	0.01
7	22	20	0	24.90	24.90	0.01	0.01
7	22	21	0	24.70	24.70	0.01	0.01
7	22	22	0	24.50	24.50	0.01	0.01
7	22	23	0	24.40	24.40	0.01	0.01
7	23	0	0	24.20	24.20	0.01	0.01
7	23	1	0	24.10	24.10	0.01	0.01
7	23	2	0	24.10	24.10	0.01	0.01
7	23	3	0	24.00	24.00	0.01	0.01
7	23	4	0	24.00	24.00	0.01	0.01
7	23	5	0	24.20	24.20	0.01	0.01
7	23	6	3	24.40	21.46	0.01	0.01
7	23	7	188	25.60	29.82	4.00	3.36
7	23	8	282	27.20	35.20	5.90	6.98
7	23	9	464	29.10	41.46	9.27	9.47
7	23	10	687	32.30	46.32	11.73	11.92
7	23	11	700	31.70	47.25	13.06	12.75
7	23	12	693	29.90	42.46	13.27	13.68
7	23	13	515	32.90	44.63	9.25	9.17
7	23	14	465	26.80	35.43	8.38	10.96
7	23	15	340	25.90	38.19	7.43	7.96
7	23	16	420	30.10	38.72	6.78	5.68
7	23	17	157	29.00	31.15	2.77	3.16
7	23	18	21	27.00	26.39	0.34	0.43
7	23	19	0	25.00	25.00	0.01	0.01
7	23	20	0	24.80	24.80	0.01	0.01
7	23	21	0	24.70	24.70	0.01	0.01
7	23	22	0	24.50	24.50	0.01	0.01
7	23	23	0	24.30	24.30	0.01	0.01
7	24	0	0	24.10	24.10	0.01	0.01
7	24	1	0	23.90	23.90	0.01	0.01

Data Aktual PV Bulan Juli 2019 (Lanjutan)

Input							Target
Bulan	**Hari**	**Jam**	***Irradiation* (W/m²)**	**Ambient Temperature (ºC)**	**Cell Temperature (ºC)**	**Daya PV (kW)**	**Daya PV 1 hari kedepan (kW)**
7	24	2	0	23.90	23.90	0.01	0.01
7	24	3	0	23.90	23.90	0.01	0.01
7	24	4	0	23.90	23.90	0.01	0.01
7	24	5	0	23.80	23.80	0.01	0.01
7	24	6	2	23.70	22.16	0.01	0.01
7	24	7	168	24.50	26.80	3.36	2.85
7	24	8	317	28.70	38.12	6.98	5.56
7	24	9	438	29.20	40.12	9.47	9.40
7	24	10	554	30.30	42.59	11.92	11.98
7	24	11	590	30.00	43.38	12.75	13.55
7	24	12	850	29.60	43.62	13.68	10.04
7	24	13	469	32.00	44.44	9.17	8.66
7	24	14	599	31.40	45.79	10.96	8.40
7	24	15	387	28.60	37.35	7.96	6.80
7	24	16	327	25.00	29.54	5.68	7.48
7	24	17	268	29.00	33.26	3.16	2.96
7	24	18	43	27.80	27.41	0.43	0.39
7	24	19	0	26.60	26.60	0.01	0.01
7	24	20	0	26.10	26.10	0.01	0.01
7	24	21	0	25.50	25.50	0.01	0.01
7	24	22	0	25.00	25.00	0.01	0.01
7	24	23	0	24.70	24.70	0.01	0.01
7	25	0	0	24.30	24.30	0.01	0.01
7	25	1	0	24.00	24.00	0.01	0.01
7	25	2	0	23.90	23.90	0.01	0.01
7	25	3	0	23.90	23.90	0.01	0.01
7	25	4	0	23.80	23.80	0.01	0.01
7	25	5	0	23.30	23.30	0.01	0.01
7	25	6	2	22.90	20.73	0.01	0.01
7	25	7	128	25.00	29.26	2.85	2.79
7	25	8	335	25.70	33.16	5.56	6.80
7	25	9	475	30.30	47.14	9.40	9.74
7	25	10	581	31.80	47.28	11.98	11.84
7	25	11	770	30.50	45.15	13.55	13.17
7	25	12	487	26.40	38.74	10.04	12.81
7	25	13	418	29.00	36.63	8.66	12.37
7	25	14	366	27.50	34.18	8.40	9.58
7	25	15	350	27.50	35.77	6.80	7.00
7	25	16	401	27.90	35.06	7.48	6.59
7	25	17	258	28.60	31.91	2.96	2.75
7	25	18	23	27.50	26.94	0.39	0.34

Data Aktual PV Bulan Juli 2019 (Lanjutan)

Input							Target
Bulan	**Hari**	**Jam**	***Irradiation* (W/m²)**	**Ambient Temperature (ºC)**	**Cell Temperature (ºC)**	**Daya PV (kW)**	**Daya PV 1 hari kedepan (kW)**
7	25	19	0	26.50	26.50	0.01	0.01
7	25	20	0	26.00	26.00	0.01	0.01
7	25	21	0	25.50	25.50	0.01	0.01
7	25	22	0	25.00	25.00	0.01	0.01
7	25	23	0	24.70	24.70	0.01	0.01
7	26	0	0	24.50	24.50	0.01	0.01
7	26	1	0	24.20	24.20	0.01	0.01
7	26	2	0	23.90	23.90	0.01	0.01
7	26	3	0	23.70	23.70	0.01	0.01
7	26	4	0	23.40	23.40	0.01	0.01
7	26	5	0	23.20	23.20	0.01	0.01
7	26	6	2	23.10	21.48	0.01	0.01
7	26	7	197	30.50	33.56	2.79	2.58
7	26	8	350	27.50	35.77	6.80	4.22
7	26	9	468	26.80	35.83	9.74	7.05
7	26	10	678	33.70	47.12	11.84	9.21
7	26	11	599	30.30	44.61	13.17	11.53
7	26	12	665	30.80	46.73	12.81	12.98
7	26	13	666	30.40	49.34	12.37	13.48
7	26	14	489	32.20	45.88	9.58	12.80
7	26	15	374	24.80	33.71	7.00	10.66
7	26	16	652	31.80	39.45	6.59	7.13
7	26	17	159	28.90	34.26	2.75	3.02
7	26	18	21	27.90	27.45	0.34	0.41
7	26	19	0	27.00	27.00	0.01	0.01
7	26	20	0	26.40	26.40	0.01	0.01
7	26	21	0	25.80	25.80	0.01	0.01
7	26	22	0	25.20	25.20	0.01	0.01
7	26	23	0	24.80	24.80	0.01	0.01
7	27	0	0	24.40	24.40	0.01	0.01
7	27	1	0	24.00	24.00	0.01	0.01
7	27	2	0	23.80	23.80	0.01	0.01
7	27	3	0	23.70	23.70	0.01	0.01
7	27	4	0	23.50	23.50	0.01	0.01
7	27	5	0	23.60	23.60	0.01	0.01
7	27	6	3	23.70	20.68	0.01	0.01
7	27	7	160	25.30	29.21	2.58	2.73
7	27	8	246	25.30	29.57	4.22	6.63
7	27	9	356	26.70	34.15	7.05	9.80
7	27	10	455	28.20	37.45	9.21	11.87
7	27	11	582	28.90	40.58	11.53	12.96

Data Aktual PV Bulan Juli 2019 (Lanjutan)

Input							Target
Bulan	**Hari**	**Jam**	***Irradiation* (W/m²)**	**Ambient Temperature (ºC)**	**Cell Temperature (ºC)**	**Daya PV (kW)**	**Daya PV 1 hari kedepan (kW)**
7	27	12	664	29.70	42.69	12.98	12.12
7	27	13	706	30.40	43.72	13.48	8.78
7	27	14	706	30.30	43.41	12.80	8.90
7	27	15	675	30.10	41.53	10.66	7.80
7	27	16	630	30.00	38.04	7.13	6.87
7	27	17	358	28.20	31.20	3.02	3.21
7	27	18	39	26.30	25.80	0.41	0.45
7	27	19	0	24.50	24.50	0.01	0.01
7	27	20	0	24.30	24.30	0.01	0.01
7	27	21	0	24.00	24.00	0.01	0.01
7	27	22	0	23.80	23.80	0.01	0.01
7	27	23	0	23.70	23.70	0.01	0.01
7	28	0	0	23.50	23.50	0.01	0.01
7	28	1	0	23.40	23.40	0.01	0.01
7	28	2	0	23.30	23.30	0.01	0.01
7	28	3	0	23.10	23.10	0.01	0.01
7	28	4	0	23.00	23.00	0.01	0.01
7	28	5	0	23.20	23.20	0.01	0.01
7	28	6	3	23.40	20.38	0.01	0.01
7	28	7	248	28.00	32.91	2.73	1.47
7	28	8	300	24.90	35.52	6.63	5.03
7	28	9	445	29.20	40.94	9.80	8.73
7	28	10	533	28.30	41.87	11.87	11.43
7	28	11	650	31.20	46.43	12.96	13.22
7	28	12	568	32.00	47.89	12.12	13.72
7	28	13	413	27.10	39.27	8.78	13.45
7	28	14	411	28.00	37.98	8.90	11.58
7	28	15	346	24.80	34.84	7.80	8.90
7	28	16	383	30.60	37.45	6.87	5.64
7	28	17	271	30.20	33.62	3.21	2.98
7	28	18	44	28.20	27.81	0.45	0.41
7	28	19	0	26.20	26.20	0.01	0.01
7	28	20	0	25.70	25.70	0.01	0.01
7	28	21	0	25.10	25.10	0.01	0.01
7	28	22	0	24.60	24.60	0.01	0.01
7	28	23	0	24.50	24.50	0.01	0.01
7	29	0	0	24.50	24.50	0.01	0.01
7	29	1	0	24.40	24.40	0.01	0.01
7	29	2	0	24.00	24.00	0.01	0.01
7	29	3	0	23.70	23.70	0.01	0.01
7	29	4	0	23.30	23.30	0.01	0.01

Data Aktual PV Bulan Juli 2019 (Lanjutan)

Input							Target
Bulan	**Hari**	**Jam**	***Irradiation* (W/m²)**	**Ambient Temperature (ºC)**	**Cell Temperature (ºC)**	**Daya PV (kW)**	**Daya PV 1 hari kedepan (kW)**
7	29	5	0	23.90	23.90	0.01	0.01
7	29	6	3	24.40	21.48	0.01	0.01
7	29	7	189	25.00	24.86	1.47	2.38
7	29	8	375	26.60	32.17	5.03	6.01
7	29	9	486	28.20	37.39	8.73	10.15
7	29	10	606	29.80	41.16	11.43	12.77
7	29	11	679	30.60	43.90	13.22	13.72
7	29	12	717	31.50	45.45	13.72	9.13
7	29	13	710	32.30	45.81	13.45	8.99
7	29	14	613	30.90	43.02	11.58	8.27
7	29	15	470	29.50	39.10	8.90	6.19
7	29	16	314	28.10	34.27	5.64	6.34
7	29	17	204	27.50	30.69	2.98	2.98
7	29	18	45	26.80	26.22	0.41	0.40
7	29	19	0	26.20	26.20	0.01	0.01
7	29	20	0	25.80	25.80	0.01	0.01
7	29	21	0	25.30	25.30	0.01	0.01
7	29	22	0	24.90	24.90	0.01	0.01
7	29	23	0	24.50	24.50	0.01	0.01
7	30	0	0	24.00	24.00	0.01	0.01
7	30	1	0	23.60	23.60	0.01	0.01
7	30	2	0	23.40	23.40	0.01	0.01
7	30	3	0	23.20	23.20	0.01	0.01
7	30	4	0	23.00	23.00	0.01	0.01
7	30	5	0	23.30	23.30	0.01	0.01
7	30	6	4	23.50	20.53	0.01	0.01
7	30	7	122	28.20	32.25	2.38	3.33
7	30	8	276	26.50	38.27	6.01	8.03
7	30	9	447	24.90	34.41	10.15	10.19
7	30	10	581	29.00	41.46	12.77	12.98
7	30	11	715	31.40	51.19	13.72	14.52
7	30	12	484	30.10	39.62	9.13	8.39
7	30	13	422	27.60	37.59	8.99	8.95
7	30	14	387	30.70	40.18	8.27	8.52
7	30	15	290	27.60	33.85	6.19	7.29
7	30	16	333	28.10	35.46	6.34	5.79
7	30	17	372	31.10	34.35	2.98	2.81
7	30	18	40	30.10	29.72	0.40	0.34
7	30	19	0	29.20	29.20	0.01	0.01
7	30	20	0	28.60	28.60	0.01	0.01
7	30	21	0	27.90	27.90	0.01	0.01

Data Aktual PV Bulan Juli 2019 (Lanjutan)

Input							Target
Bulan	**Hari**	**Jam**	***Irradiation* (W/m²)**	**Ambient Temperature (ºC)**	**Cell Temperature (ºC)**	**Daya PV (kW)**	**Daya PV 1 hari kedepan (kW)**
7	30	22	0	27.30	27.30	0.01	0.01
7	30	23	0	26.60	26.60	0.01	0.01
7	31	0	0	26.00	26.00	0.01	0.01
7	31	1	0	25.30	25.30	0.01	0.01
7	31	2	0	25.10	25.10	0.01	0.01
7	31	3	0	25.00	25.00	0.01	0.01
7	31	4	0	24.80	24.80	0.01	0.01
7	31	5	0	24.70	24.70	0.01	0.01
7	31	6	3	24.70	21.80	0.01	0.01
7	31	7	154	26.30	32.63	3.33	1.33
7	31	8	386	26.10	34.93	8.03	4.76
7	31	9	511	29.50	43.51	10.19	9.00
7	31	10	581	30.60	44.35	12.98	12.86
7	31	11	708	31.00	53.06	14.52	15.28
7	31	12	571	29.10	37.74	8.39	16.49
7	31	13	410	27.80	37.21	8.95	16.43
7	31	14	390	28.10	40.63	8.52	13.68
7	31	15	330	26.30	34.52	7.29	9.82
7	31	16	256	24.10	30.70	5.79	5.44
7	31	17	158	27.30	30.92	2.81	2.74
7	31	18	21	26.30	25.55	0.34	0.29
7	31	19	0	25.90	25.90	0.01	0.01
7	31	20	0	25.50	25.50	0.01	0.01
7	31	21	0	25.10	25.10	0.01	0.01
7	31	22	0	24.90	24.90	0.01	0.01
7	31	23	0	24.70	24.70	0.01	0.01
7	30	22	0	27.30	27.30	0.01	0.01
7	30	23	0	26.60	26.60	0.01	0.01
7	31	0	0	26.00	26.00	0.01	0.01
7	31	1	0	25.30	25.30	0.01	0.01
7	31	2	0	25.10	25.10	0.01	0.01
7	31	3	0	25.00	25.00	0.01	0.01
7	31	4	0	24.80	24.80	0.01	0.01
7	31	5	0	24.70	24.70	0.01	0.01
7	31	6	3	24.70	21.80	0.01	0.01
7	31	7	154	26.30	32.63	3.33	1.33
7	31	8	386	26.10	34.93	8.03	4.76
7	31	9	511	29.50	43.51	10.19	9.00
7	31	10	581	30.60	44.35	12.98	12.86
7	31	11	708	31.00	53.06	14.52	15.28
7	31	12	571	29.10	37.74	8.39	16.49

Data Aktual PV Bulan Juli 2019 (Lanjutan)

Input							**Target**
Bulan	**Hari**	**Jam**	***Irradiation*** **(W/m^2)**	**Ambient Temperature (ºC)**	**Cell Temperature (ºC)**	**Daya PV (kW)**	**Daya PV 1 hari kedepan (kW)**
7	31	13	410	27.80	37.21	8.95	16.43
7	31	14	390	28.10	40.63	8.52	13.68
7	31	15	330	26.30	34.52	7.29	9.82
7	31	16	256	24.10	30.70	5.79	5.44
7	31	17	158	27.30	30.92	2.81	2.74
7	31	18	21	26.30	25.55	0.34	0.29
7	31	19	0	25.90	25.90	0.01	0.01
7	31	20	0	25.50	25.50	0.01	0.01
7	31	21	0	25.10	25.10	0.01	0.01
7	31	22	0	24.90	24.90	0.01	0.01
7	31	23	0	24.70	24.70	0.01	0.01

Halaman ini sengaja dikosongkan

Hasil *testing* PV 10 jam

Cascade Forward Neural Network (CFNN)					
Bulan	Hari	Jam	Tahun	Data Aktual (kW)	PV Output (kW)
7	2	7	2019	2.8508	2.926
7	2	8	2019	6.9851	7.4019
7	2	9	2019	9.053	9.1912
7	2	10	2019	12.3669	13.6341
7	2	11	2019	13.3424	13.9413
7	2	12	2019	13.3028	13.7071
7	2	13	2019	12.2343	12.1369
7	2	14	2019	9.3253	9.6915
7	2	15	2019	8.5642	8.5629
7	2	16	2019	5.9847	5.7134
7	2	17	2019	2.4453	2.4105
7	2	18	2019	0.2495	-0.1101
7	3	7	2019	2.1118	2.0206
7	3	8	2019	6.2005	6.6244
7	3	9	2019	10.438	9.0341
7	3	10	2019	11.7865	11.2707
7	3	11	2019	13.2822	13.497
7	3	12	2019	9.0256	9.8011
7	3	13	2019	9.4817	10.8632
7	3	14	2019	11.6071	11.3175
7	3	15	2019	9.0372	9.6701
7	3	16	2019	5.7178	5.6552
7	3	17	2019	2.4833	1.8715
7	3	18	2019	0.2477	-0.0422
7	4	7	2019	2.1839	2.3881
7	4	8	2019	6.2894	6.7272
7	4	9	2019	7.6122	7.9571
7	4	10	2019	12.1254	12.5407
7	4	11	2019	13.7541	12.6604
7	4	12	2019	13.4335	14.4124
7	4	13	2019	12.4943	12.4686
7	4	14	2019	10.2645	10.5578
7	4	15	2019	9.2993	9.2817
7	4	16	2019	5.2449	5.2461
7	4	17	2019	2.5016	2.1892
7	4	18	2019	0.2752	0.1048
7	5	7	2019	1.6737	1.4032

Hasil *testing* PV 10 jam (Lanjutan)

Cascade Forward Neural Network (CFNN)					
Bulan	Hari	Jam	Tahun	Data Aktual (kW)	PV Output (kW)
7	5	8	2019	5.8606	5.8957
7	5	9	2019	9.9522	9.6396
7	5	10	2019	12.8575	12.2788
7	5	11	2019	13.6805	14.3215
7	5	12	2019	13.6344	13.3149
7	5	13	2019	10.8776	11.9018
7	5	14	2019	9.0838	8.582
7	5	15	2019	9.2103	8.7693
7	5	16	2019	5.2669	5.127
7	5	17	2019	2.5128	1.8711
7	5	18	2019	0.2743	-0.0705
7	6	7	2019	2.814	2.1624
7	6	8	2019	6.339	6.6795
7	6	9	2019	9.9795	8.1345
7	6	10	2019	12.0229	11.748
7	6	11	2019	13.8559	13.9111
7	6	12	2019	13.668	13.966
7	6	13	2019	11.7239	11.6977
7	6	14	2019	11.488	11.0345
7	6	15	2019	7.5315	7.3298
7	6	16	2019	7.0942	7.2641
7	6	17	2019	3.5789	3.2226
7	6	18	2019	0.2689	-0.1149
7	7	7	2019	2.1807	2.221
7	7	8	2019	6.4018	6.4123
7	7	9	2019	9.5524	10.013
7	7	10	2019	11.9824	12.1657
7	7	11	2019	13.7371	14.2647
7	7	12	2019	13.0792	15.0065
7	7	13	2019	11.7728	12.4662
7	7	14	2019	8.9764	9.3812
7	7	15	2019	8.6587	8.8666
7	7	16	2019	7.1493	6.8501
7	7	17	2019	3.2569	2.9342
7	7	18	2019	0.3154	0.2462
7	8	7	2019	2.5281	1.9698
7	8	8	2019	6.948	7.223

Hasil *testing* PV 10 jam (Lanjutan)

Cascade Forward Neural Network (CFNN)					
Bulan	Hari	Jam	Tahun	Data Aktual (kW)	PV Output (kW)
7	8	9	2019	8.9667	8.398
7	8	10	2019	12.2423	12.4539
7	8	11	2019	13.9516	14.1206
7	8	12	2019	13.8887	14.723
7	8	13	2019	10.109	11.0991
7	8	14	2019	9.7033	10.0553
7	8	15	2019	8.5123	8.7186
7	8	16	2019	6.5935	6.4423
7	8	17	2019	2.7892	2.7786
7	8	18	2019	0.3398	0.2429
7	9	7	2019	2.1782	2.5638
7	9	8	2019	6.6946	6.7985
7	9	9	2019	13.4455	13.1392
7	9	10	2019	13.9105	14.8091
7	9	11	2019	14.4681	14.9145
7	9	12	2019	15.0724	15.1901
7	9	13	2019	13.3175	13.1969
7	9	14	2019	9.722	11.238
7	9	15	2019	9.1714	7.8118
7	9	16	2019	7.6667	8.1832
7	9	17	2019	3.0817	3.0681
7	9	18	2019	0.2995	0.2993
7	10	7	2019	2.1876	2.0614
7	10	8	2019	6.2928	6.3482
7	10	9	2019	9.8453	10.1065
7	10	10	2019	13.2086	14.6716
7	10	11	2019	14.4681	14.8793
7	10	12	2019	14.4273	13.7812
7	10	13	2019	12.0624	12.0804
7	10	14	2019	10.1767	10.0567
7	10	15	2019	8.6869	8.6324
7	10	16	2019	5.7256	5.1704
7	10	17	2019	1.9687	1.5913
7	10	18	2019	0.3412	-0.1605
7	11	7	2019	3.3353	3.2552
7	11	8	2019	7.813	7.6135
7	11	9	2019	10.6643	10.4336

Hasil *testing* PV 10 jam (Lanjutan)

Cascade Forward Neural Network (CFNN)					
Bulan	Hari	Jam	Tahun	Data Aktual (kW)	PV Output (kW)
7	11	10	2019	11.1855	11.1289
7	11	11	2019	13.3583	14.8793
7	11	12	2019	13.2152	13.6941
7	11	13	2019	11.5564	11.6524
7	11	14	2019	9.7903	9.5297
7	11	15	2019	8.5502	8.9653
7	11	16	2019	6.1636	5.6931
7	11	17	2019	2.7569	2.186
7	11	18	2019	0.3591	0.1642
7	12	7	2019	2.2103	2.115
7	12	8	2019	5.8578	7.4483
7	12	9	2019	9.3939	9.6537
7	12	10	2019	12.3358	12.5995
7	12	11	2019	13.4203	13.9594
7	12	12	2019	13.2508	13.0668
7	12	13	2019	12.1309	12.4843
7	12	14	2019	15.2368	14.4961
7	12	15	2019	14.0141	14.248
7	12	16	2019	9.4038	9.4838
7	12	17	2019	3.2325	3.1007
7	12	18	2019	0.0125	0.1281
7	13	7	2019	1.3079	1.4857
7	13	8	2019	4.546	4.4246
7	13	9	2019	6.3852	5.7338
7	13	10	2019	9.2264	9.5524
7	13	11	2019	13.4334	13.1384
7	13	12	2019	12.8968	12.4793
7	13	13	2019	14.0566	14.7964
7	13	14	2019	13.2822	14.0737
7	13	15	2019	12.8874	13.104
7	13	16	2019	8.7177	9.0199
7	13	17	2019	8.2071	8.6278
7	13	18	2019	1.3104	1.2569
7	14	7	2019	2.7932	1.6089
7	14	8	2019	6.9235	7.438
7	14	9	2019	9.7784	10.0621
7	14	10	2019	13.1658	13.3084

Hasil *testing* PV 10 jam (Lanjutan)

Cascade Forward Neural Network (CFNN)					
Bulan	Hari	Jam	Tahun	Data Aktual (kW)	PV Output (kW)
7	14	11	2019	14.0386	14.816
7	14	12	2019	14.4099	14.0154
7	14	13	2019	11.3563	11.6538
7	14	14	2019	10.5937	12.6604
7	14	15	2019	7.35	7.6206
7	14	16	2019	5.5384	6.6189
7	14	17	2019	3.025	3.6662
7	14	18	2019	0.4035	-0.0424
7	15	8	2019	2.6618	2.4877
7	15	9	2019	9.5753	9.739
7	15	10	2019	13.3915	12.6675
7	15	11	2019	13.6344	13.1782
7	15	12	2019	11.8449	11.9343
7	15	13	2019	11.3958	11.4797
7	15	14	2019	9.6639	9.6815
7	15	15	2019	7.0942	6.7855
7	15	16	2019	6.5583	6.5353
7	15	17	2019	5.3918	5.6133
7	15	18	2019	2.7932	2.7944
7	16	7	2019	3.8227	15.1356
7	16	8	2019	7.3674	6.9422
7	16	9	2019	12.8212	11.8626
7	16	10	2019	13.201	13.966
7	16	11	2019	12.7109	8.9769
7	16	12	2019	9.4431	10.0269
7	16	13	2019	8.9448	10.5696
7	16	14	2019	8.7433	6.8501
7	16	15	2019	8.6392	6.5365
7	16	16	2019	7.0444	3.0814
7	16	17	2019	2.0735	2.4877
7	16	18	2019	0.3171	2.4589

Halaman ini sengaja dikosongkan

Hasil *testing* PV 24 jam

Cascade Forward Neural Network (CFNN)					
Bulan	Hari	Jam	Tahun	Data Aktual (kW)	PV Output (kW)
7	2	0	2019	0	0
7	2	1	2019	0	0
7	2	2	2019	0	0
7	2	3	2019	0	0
7	2	4	2019	0	0
7	2	5	2019	0	0
7	2	6	2019	0	0
7	2	7	2019	0.0029	0.0028
7	2	8	2019	0.007	0.0068
7	2	9	2019	0.0091	0.0096
7	2	10	2019	0.0124	0.0105
7	2	11	2019	0.0133	0.0134
7	2	12	2019	0.0133	0.0138
7	2	13	2019	0.0122	0.0117
7	2	14	2019	0.0093	0.0074
7	2	15	2019	0.0086	0.0088
7	2	16	2019	0.006	0.0056
7	2	17	2019	0.0024	0.0032
7	2	18	2019	0.0002	0.0003
7	2	19	2019	0	0
7	2	20	2019	0	0
7	2	21	2019	0	0
7	2	22	2019	0	0
7	2	23	2019	0	0
7	3	0	2019	0	0
7	3	1	2019	0	0
7	3	2	2019	0	0
7	3	3	2019	0	0
7	3	4	2019	0	0
7	3	5	2019	0	0
7	3	6	2019	0	0
7	3	7	2019	0.0021	0.002
7	3	8	2019	0.0062	0.0055
7	3	9	2019	0.0104	0.0112
7	3	10	2019	0.0118	0.0124
7	3	11	2019	0.0133	0.0134
7	3	12	2019	0.009	0.0114

Hasil *testing* PV 24 jam (Lanjutan)

Cascade Forward Neural Network (CFNN)					
Bulan	Hari	Jam	Tahun	Data Aktual (kW)	PV Output (kW)
7	3	13	2019	0.0095	0.0079
7	3	14	2019	0.0116	0.0118
7	3	15	2019	0.009	0.0096
7	3	16	2019	0.0057	0.0059
7	3	17	2019	0.0025	0.0028
7	3	18	2019	0.0002	0.0003
7	3	19	2019	0	0
7	3	20	2019	0	0
7	3	21	2019	0	0
7	3	22	2019	0	0
7	3	23	2019	0	0
7	4	0	2019	0	0
7	4	1	2019	0	0
7	4	2	2019	0	0
7	4	3	2019	0	0
7	4	4	2019	0	0
7	4	5	2019	0	0
7	4	6	2019	0	0
7	4	7	2019	0.0022	0.0023
7	4	8	2019	0.0063	0.0062
7	4	9	2019	0.0076	0.0075
7	4	10	2019	0.0121	0.0127
7	4	11	2019	0.0138	0.0142
7	4	12	2019	0.0134	0.0123
7	4	13	2019	0.0125	0.0126
7	4	14	2019	0.0103	0.011
7	4	15	2019	0.0093	0.0097
7	4	16	2019	0.0052	0.0052
7	4	17	2019	0.0025	0.0027
7	4	18	2019	0.0003	0.0004
7	4	19	2019	0	0
7	4	20	2019	0	0
7	4	21	2019	0	0
7	4	22	2019	0	0
7	4	23	2019	0	0
7	5	0	2019	0	0
7	5	1	2019	0	0

Hasil *testing* PV 24 jam (Lanjutan)

Cascade Forward Neural Network (CFNN)					
Bulan	Hari	Jam	Tahun	Data Aktual (kW)	PV Output (kW)
7	5	2	2019	0	0
7	5	3	2019	0	0
7	5	4	2019	0	0
7	5	5	2019	0	0
7	5	6	2019	0	0
7	5	7	2019	0.0017	0.0021
7	5	8	2019	0.0059	0.0058
7	5	9	2019	0.01	0.0126
7	5	10	2019	0.0129	0.0129
7	5	11	2019	0.0137	0.0144
7	5	12	2019	0.0136	0.013
7	5	13	2019	0.0109	0.0127
7	5	14	2019	0.0091	0.0082
7	5	15	2019	0.0092	0.0093
7	5	16	2019	0.0053	0.0056
7	5	17	2019	0.0025	0.0037
7	5	18	2019	0.0003	0.0003
7	5	19	2019	0	0
7	5	20	2019	0	0
7	5	21	2019	0	0
7	5	22	2019	0	0
7	5	23	2019	0	0
7	6	0	2019	0	0
7	6	1	2019	0	0
7	6	2	2019	0	0
7	6	3	2019	0	0
7	6	4	2019	0	0
7	6	5	2019	0	0
7	6	6	2019	0	0
7	6	7	2019	0.0028	0.0033
7	6	8	2019	0.0063	0.0064
7	6	9	2019	0.01	0.0115
7	6	10	2019	0.012	0.0117
7	6	11	2019	0.0139	0.0126
7	6	12	2019	0.0137	0.0139
7	6	13	2019	0.0117	0.0105
7	6	14	2019	0.0115	0.0112

Hasil *testing* PV 24 jam (Lanjutan)

Cascade Forward Neural Network (CFNN)					
Bulan	Hari	Jam	Tahun	Data Aktual (kW)	PV Output (kW)
7	6	15	2019	0.0075	0.0104
7	6	16	2019	0.0071	0.007
7	6	17	2019	0.0036	0.0045
7	6	18	2019	0.0003	0.0003
7	6	19	2019	0	0
7	6	20	2019	0	0
7	6	21	2019	0	0
7	6	22	2019	0	0
7	6	23	2019	0	0
7	7	0	2019	0	0
7	7	1	2019	0	0
7	7	2	2019	0	0
7	7	3	2019	0	0
7	7	4	2019	0	0
7	7	5	2019	0	0
7	7	6	2019	0	0
7	7	7	2019	0.0022	0.0021
7	7	8	2019	0.0064	0.0067
7	7	9	2019	0.0096	0.0092
7	7	10	2019	0.012	0.0124
7	7	11	2019	0.0137	0.0127
7	7	12	2019	0.0131	0.0142
7	7	13	2019	0.0118	0.0126
7	7	14	2019	0.009	0.01
7	7	15	2019	0.0087	0.0088
7	7	16	2019	0.0071	0.0074
7	7	17	2019	0.0033	0.0034
7	7	18	2019	0.0003	0.0004
7	7	19	2019	0	-0.0001
7	7	20	2019	0	0
7	7	21	2019	0	0
7	7	22	2019	0	0
7	7	23	2019	0	0
7	8	0	2019	0	0
7	8	1	2019	0	0
7	8	2	2019	0	0
7	8	3	2019	0	0

Hasil *testing* PV 24 jam (Lanjutan)

Cascade Forward Neural Network (CFNN)					
Bulan	Hari	Jam	Tahun	Data Aktual (kW)	PV Output (kW)
7	8	4	2019	0	0
7	8	5	2019	0	0
7	8	6	2019	0	0
7	8	7	2019	0.0025	0.0029
7	8	8	2019	0.0069	0.0065
7	8	9	2019	0.009	0.009
7	8	10	2019	0.0122	0.0134
7	8	11	2019	0.014	0.0148
7	8	12	2019	0.0139	0.0149
7	8	13	2019	0.0101	0.0135
7	8	14	2019	0.0097	0.01
7	8	15	2019	0.0085	0.0085
7	8	16	2019	0.0066	0.0072
7	8	17	2019	0.0028	0.0038
7	8	18	2019	0.0003	0.0005
7	8	19	2019	0	0
7	8	20	2019	0	0
7	8	21	2019	0	0
7	8	22	2019	0	0
7	8	23	2019	0	0
7	9	0	2019	0	0
7	9	1	2019	0	0
7	9	2	2019	0	0
7	9	3	2019	0	0
7	9	4	2019	0	0
7	9	5	2019	0	0
7	9	6	2019	0	0
7	9	7	2019	0.0022	0.0014
7	9	8	2019	0.0067	0.0063
7	9	9	2019	0.0134	0.0142
7	9	10	2019	0.0139	0.0151
7	9	11	2019	0.0145	0.013
7	9	12	2019	0.0151	0.0166
7	9	13	2019	0.0133	0.0114
7	9	14	2019	0.0097	0.0105
7	9	15	2019	0.0092	0.0107
7	9	16	2019	0.0077	0.0082

Hasil *testing* PV 24 jam (Lanjutan)

Cascade Forward Neural Network (CFNN)					
Bulan	Hari	Jam	Tahun	Data Aktual (kW)	PV Output (kW)
7	9	17	2019	0.0031	0.0033
7	9	18	2019	0.0003	0.0004
7	9	19	2019	0	0
7	9	20	2019	0	0
7	9	21	2019	0	0
7	9	22	2019	0	0
7	9	23	2019	0	0
7	10	0	2019	0	0
7	10	1	2019	0	0
7	10	2	2019	0	0
7	10	3	2019	0	0
7	10	4	2019	0	0
7	10	5	2019	0	0
7	10	6	2019	0	0
7	10	7	2019	0.0022	0.0021
7	10	8	2019	0.0063	0.0064
7	10	9	2019	0.0098	0.0103
7	10	10	2019	0.0132	0.0132
7	10	11	2019	0.0145	0.013
7	10	12	2019	0.0144	0.0128
7	10	13	2019	0.0121	0.0119
7	10	14	2019	0.0102	0.0093
7	10	15	2019	0.0087	0.0084
7	10	16	2019	0.0057	0.008
7	10	17	2019	0.002	0.0025
7	10	18	2019	0.0003	0.0003
7	10	19	2019	0	0
7	10	20	2019	0	0
7	10	21	2019	0	0
7	10	22	2019	0	0
7	10	23	2019	0	0
7	11	0	2019	0	0
7	11	1	2019	0	0
7	11	2	2019	0	0
7	11	3	2019	0	0
7	11	4	2019	0	0
7	11	5	2019	0	0

Hasil *testing* PV 24 jam (Lanjutan)

Cascade Forward Neural Network (CFNN)					
Bulan	Hari	Jam	Tahun	Data Aktual (kW)	PV Output (kW)
7	11	6	2019	0	0
7	11	7	2019	0.0033	0.0029
7	11	8	2019	0.0078	0.0084
7	11	9	2019	0.0107	0.0097
7	11	10	2019	0.0112	0.0114
7	11	11	2019	0.0134	0.013
7	11	12	2019	0.0132	0.0114
7	11	13	2019	0.0116	0.0128
7	11	14	2019	0.0098	0.011
7	11	15	2019	0.0086	0.0098
7	11	16	2019	0.0062	0.0074
7	11	17	2019	0.0028	0.0034
7	11	18	2019	0.0004	0.0004
7	11	19	2019	0	0
7	11	20	2019	0	0
7	11	21	2019	0	0
7	11	22	2019	0	0
7	11	23	2019	0	0
7	12	0	2019	0	0
7	12	1	2019	0	0
7	12	2	2019	0	0
7	12	3	2019	0	0
7	12	4	2019	0	0
7	12	5	2019	0	0
7	12	6	2019	0	0
7	12	7	2019	0.0022	0.0025
7	12	8	2019	0.0059	0.0054
7	12	9	2019	0.0094	0.0092
7	12	10	2019	0.0123	0.0113
7	12	11	2019	0.0134	0.0149
7	12	12	2019	0.0133	0.0128
7	12	13	2019	0.0121	0.012
7	12	14	2019	0.0152	0.0148
7	12	15	2019	0.014	0.0137
7	12	16	2019	0.0094	0.0094
7	12	17	2019	0.0032	0.0036
7	12	18	2019	0	0.0003

Hasil *testing* PV 24 jam (Lanjutan)

Cascade Forward Neural Network (CFNN)					
Bulan	Hari	Jam	Tahun	Data Aktual (kW)	PV Output (kW)
7	12	9	2019	0.0094	0.0092
7	12	10	2019	0.0123	0.0113
7	12	11	2019	0.0134	0.0149
7	12	12	2019	0.0133	0.0128
7	12	13	2019	0.0121	0.012
7	12	14	2019	0.0152	0.0148
7	12	15	2019	0.014	0.0137
7	12	16	2019	0.0094	0.0094
7	12	17	2019	0.0032	0.0036
7	12	18	2019	0	0.0003
7	12	19	2019	0	0
7	12	20	2019	0	0
7	12	21	2019	0	0
7	12	22	2019	0	0
7	12	23	2019	0	0