TUGAS AKHIR – EE 184801

ANALISIS DAMPAK PENETRASI DAYA PHOTOVOLTAIC PADA SISTEM KELISTRIKAN TEGANGAN RENDAH DENGAN MENGGUNAKAN METODE ARTIFICIAL NEURAL NETWORK

Divyah Laksmi
NRP 07111640000156

Dosen Pembimbing
Feby Agung Pamuji, ST., MT., Ph.D
Dr. Ir. Soedibyo, M.MT.

DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
Fakultas Teknologi Elektro dan Informatika Cerdas
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2020

TUGAS AKHIR – EE 184801

ANALISIS DAMPAK PENETRASI DAYA PHOTOVOLTAIC PADA SISTEM KELISTRIKAN TEGANGAN RENDAH DENGAN MENGGUNAKAN METODE ARTIFICIAL NEURAL NETWORK

Divyah Laksmi
NRP 07111640000156

Dosen Pembimbing
Feby Agung Pamuji, ST., MT., Ph.D
Dr. Ir. Soedibyo, M.MT.

DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
Fakultas Teknologi Elektro dan Informatika Cerdas
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2020

FINAL PROJECT – EE 184801

ANALYZING THE IMPACT OF PHOTOVOLTAIC POWER PENETRATION TO LOW-VOLTAGE ELECTRICAL SYSTEM WITH ARTIFICIAL NEURAL NETWORK METHOD

Divyah Laksmi
NRP 07111640000156

Dosen Pembimbing
Feby Agung Pamuji, ST., MT., Ph.D
Dr. Ir. Soedibyo, M.MT.

ELECTRICAL ENGINEERING DEPARTMENT
Faculty of Intelligent Electrical and Informatics Technology
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2020

PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi Sebagian maupun kesuluruhan Tugas Akhir saya dengan judul "**Analisis Dampak Penetrasi *Photovoltaic* pada Sistem Kelistrikan Tegangan Rendah menggunakan Metode *Artificial Neural Network***" 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 ternyara pernyataan ini tidak benar saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, Juni 2020

Divyah Laksmi
NRP. 0711 16 4000 0156

Halaman ini sengaja dikosongkan

ANALISIS DAMPAK PENETRASI DAYA PHOTOVOLTAIC PADA SISTEM KELISTRIKAN TEGANGAN RENDAH DENGAN MENGGUNAKAN METODE ARTIFICIAL NEURAL NETWORK

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Pada

Bidang Studi Teknik Sistem Tenaga
Departemen Teknik Elektro
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Menyetujui:

Dosen Pembimbing I

Teby Agung Pamuji, ST., MT., Ph.D
NIP. 198702062012121002

SURABAYA
Juni, 2020

Halaman ini sengaja dikosongkan

ANALISIS DAMPAK PENETRASI DAYA PHOTOVOLTAIC PADA SISTEM KELISTRIKAN TEGANGAN RENDAH DENGAN MENGGUNAKAN METODE ARTIFICIAL NEURAL NETWORK

TUGAS AKHIR

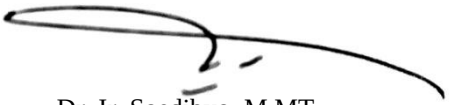
Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Pada

Bidang Studi Teknik Sistem Tenaga
Departemen Teknik Elektro
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Menyetujui:

Dosen Pembimbing II



Dr. Ir. Soedibyo, M.MT.
NIP. 195512071980031000

SURABAYA
Juni, 2020

Halaman ini sengaja dikosongkan

ANALISIS DAMPAK PENETRASI DAYA PHOTOVOLTAIC PADA SISTEM KELISTRIKAN TEGANGAN RENDAH DENGAN MENGGUNAKAN METODE ARTIFICIAL NEURAL NETWORK

Nama : **Divyah Laksmi**
NRP : **07111640000156**
Pembimbing I : **Feby Agung Pamuji, ST., MT., Ph.D**
Pembimbing II : **Dr. Ir. Soedibyo, M.MT.**

ABSTRAK

Energi terbarukan berkembang pesat seiring terjadinya pemanasan global dan krisis energi. Salah satu jenis energi terbarukan yang sangat berkembang ialah *photovoltaic*. Salah satu dari sekian banyak penelitian yang dilakukan adalah penetrasi daya dari *photovoltaic* ke sistem kelistrikan. Namun, penetrasi ini menimbulkan masalah yaitu fluktuasi harmonisa dan fluktuasi tegangan. Untuk mengatasi permasalahan seperti ini, maka pada penelitian ini menggunakan metode *Artificial Neural Network* untuk menganalisa dampak penetrasi dan juga peramalan kapasitas daya dari *photovoltaic* yang dapat dipenetrasi ke sistem kelistrikan. Adapun tahapan dalam penelitian ini yaitu, tahapan pengambilan data, pengolahan data, simulasi, dan analisa data. Simulasi dilakukan menggunakan *artificial neural network* berjenis *feed forward backpropagation*, setelah melakukan simulasi didapatkan hasil data testing. Dimana dampak dari penetrasi PV adalah fluktuatif tegangan, harmonisa arus yang tidak stabil, ini dapat menyebabkan dampak buruk bagi kelistrikan, sehingga pada sistem kelistrikan ini daya yang dapat diinjeksikan kurang dari 720 Watt, dikarenakan setelah melewati itu tegangan melewati batas SPLN + 5%, -10%. Prediksi yang dilakukan menyimpulkan bahwa semakin tinggi daya yang diinjeksi maka tegangan akan semakin naik, harmonisa arus akan semakin menurun dan harmonisa tegangan juga akan menurun dengan stabil.

Kata Kunci : *Photovoltaic*, Penetrasi *Photovoltaic*, *Artificial Neural Network*

Halaman ini sengaja dikosongkan

ANALYZING THE IMPACT OF PHOTOVOLTAIC POWER PENETRATION TO LOW-VOLTAGE ELECTRICAL SYSTEM WITH ARTIFICIAL NEURAL NETWORK METHOD

Nama : **Divyah Laksmi**
NRP : **07111640000156**
1st Advisor : **Feby Agung Pamuji, ST., MT., Ph.D**
2stAdvisor : **Dr. Ir. Soedibyo, M.MT.**

ABSTRACT

Renewable energy developed rapidly by the global warming and the energy crisis. A kind of renewable energy that is highly developed is photovoltaic. From numbers of research about photovoltaic, one of them is the penetration of power from photovoltaics into the electrical system. However, this kind of penetration can cause problems, such as: harmonics fluctuation and voltage fluctuation. To solve this kind of problems, in this research artificial neural network is used to analyze the impact of power penetration and electricity system. The step in this research is start from taking the data that needed, processing the data, running simulation, analyzing the data. The kind simulation of this artificial neural network is feed forward backpropagation and the data is achieved after. Where the impact of power penetration from PV is voltage fluctuation, unstable current harmonics, so the power that can be penetrate not more than 720 Watt. This number of penetrated powers is taken because above 720 Watt, the voltage of the system is beyond the standards (+5%, -10%). The prediction that is done conclude that the higher power that is penetrated the higher increasing voltage to the system. The voltage and current harmonics is decreasing and stable.

Keyword : Photovoltaic, Photovoltaic Penetration, Artificial Neural Network

Halaman ini sengaja dikosongkan

KATA PENGANTAR

Puja dan Puji syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, berkat rahmat dan karunianya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul "Analisis Dampak Penetrasi Photovoltaic pada Sistem Kelistrikan Tegangan Rendah menggunakan Metode *Artificial Neural Network*" sebagai syarat guna memperoleh gelar Sarjana pada Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Selanjutnya, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang tak terhingga kepada semua pihak yang membantu kelancaran dalam penulisan tugas akhir ini, baik berupa dorongan secara moril ataupun secara material. Karena penulis yakin tanpa bantuan dan dukungan tersebut, tidak mungkin rasanya penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini.

Disamping itu, izinkan penulis untuk menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada:

1. Kepada kedua orang tua tercinta, dan juga kepada Darshan selaku adik kandung saya satu satunya, serta kepada seluruh anggota keluarga besar saya yang selalu memberikan semangat dan dukungan.
2. Bapak Feby Agung Pamuji, S. T., M. T., Ph.D dan Dr. Soedibyo, M.MT selaku dosen pembimbing I dan II, yang telah memberikan banyak ilmu, arahan, dan juga motivasi dalam pengerjaan tugas akhir ini.
3. Seluruh dosen dosen staff dan karyawan Departemen Teknik Elektro
4. Teman-teman, adik- adik asisten Laboratorium Konversi Energi Listrik yang senantiasa bekerja sama dan memberikan bantuan dan juga dukungan kepada penulis
5. Seluruh teman teman e56, dan terkhusus untuk Dony, Shafirah, Qonitah, Aurell, Gokma, Yudha, Jojo yang telah berjuang Bersama dan juga membantu menyemangati penulis
6. Seluruh teman teman PENGMAS Himatektro yang sudah menyemangati dan mendukung penulis
7. Semua pihak yang telah membantu penulis dan tidak bisa disebutkan satu persatu.

Penulis sadar bahwa tugas akhir ini msih belum sempurna dan masih banyak hal yang harus diperbaiki. Saran, kritik dan msukan baik dari seluruh pihak sangatlah membantu penulis terutama untuk berbagai kemungkinan pengembangan lebih lanjut.

Surabaya, Juni 2020

Penulis

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN vii
ABSTRAK xiii
ABSTRACT xv
KATA PENGANTAR xvii
DAFTAR ISI xix
DAFTAR GAMBAR xxi
DAFTAR TABEL xxiii
BAB 1 PENDAHULUAAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Permasalahan 2
1.3 Tujuan 2
1.4 Batasan Masalah 2
1.5 Metodologi 2
1.6 Sistematika Penulisan 3
1.7 Relevansi/Manfaat 4
BAB 2 SISTEM PENETRASI PHOTOVOLTAIC 5
2.1 Photovoltaic 5
2.2 Penetrasi Photovoltaic 6
2.3 Fluktuasi Tegangan 7
2.4 Harmonisa 7
2.5 Artificial Neural Network 9
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN 11
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian 11
3.2 Alur Penelitian 11

3.2.1 Studi Literatur 11
3.2.2 Pengambilan Data 12
3.2.3 Pengolahan Data..... 16
3.2.4 Simulasi..... 23
3.2.5 Analisa Data 28
3.2.6 Pembuatan Laporan Tugas Akhir..... 28
BAB 4 HASIL DAN ANALISA DATA 29
4.1 Hasil Simulasi 29
4.1.1 Hasil Learning..... 29
4.1.2 Hasil Data Testing..... 36
4.2 Analisa Data..... 42
BAB 5 46
5.1 Kesimpulan 47
5.2 Saran 47
DAFTAR PUSTAKA 49
LAMPIRAN..... 51
BIODATA PENULIS 105

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Rangkaiaan Ekuivalen Photovoltaic 5
Gambar 2.2. Pemodelan Penetrasi Daya Photovoltaic ke Jaringan Listrik tanpa Baterai 6
Gambar 2.3. Pemodelan matematis *Artificial Neural Network* [12]..... 9
Gambar 2.4. Struktur dari *feed forward neural network* 9
Gambar 3.1 Skema Alur Penelitiaan 12
Gambar 3.2 Skema Pengambilan Data 13
Gambar 3.3 MCB 10 A Broco 14
Gambar 3.4 Rangkaiaan Inverter Satu Fasa..... 17
Gambar 3.5 Data pada FlukeView 17
Gambar 3.6 Kurva Daya saat Cuaca Cerah 18
Gambar 3.7 Kurva Daya saat Cuaca Mendung..... 19
Gambar 3.8 Output Daya PV perhari Maret 2020 19
Gambar 3.9 Grafik Daya Injeksi PV terhadap Arus Output 20
Gambar 3.10 Grafik Daya Injeksi terhadap Tegangan Sistem..... 21
Gambar 3.11 Grafik Daya Injeksi terhadap Harmonisa Arus..... 21
Gambar 3.12 Grafik Daya Injeksi terhadap Harmonisa Tegangan..... 22
Gambar 3.13 Algoritma Simulasi Artificial Neural Network..... 24
Gambar 3.14 Arsitektur Artificial Neural Network..... 24
Gambar 4.1 Arsitektur Learning Neural Network 29
Gambar 4.2 Proses learning ANN 30
Gambar 4.3 MSE proses learning..... 31
Gambar 4.4 Plot training state 32
Gambar 4.5 Hasil regresi pada proses learning 33
Gambar 4.6 Plot perbandingan hasil tegangan data asli dengan data output hasil simulasi..... 34
Gambar 4.7 Plot perbandingan hasil harmonisa arus data asli dengan data output hasil simulasi 34
Gambar 4.8 Plot Perbandingan hasil harmonisa tegangan data asli dengan data output hasil simulasi 35
Gambar 4.9 Hasil data testing perbandingan tegangan..... 39
Gambar 4.10 Grafik nilai error tegangan hasil prediksi dengan target 39
Gambar 4.11 Hasil data testing perbandingan THD A 40
Gambar 4.12 Grafik nilai error THD A hasil prediksi dengan Target. 40

Gambar 4.13 Hasil data testing perbandingan THD V 41
Gambar 4.14 Grafik nilai error THD V hasil prediksi dengan target .. 41

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Standar PLN (SPLN 1:1995) [9] 7
Tabel 2.2 Batasan Harmonisa Tegangan [11]..... 8
Tabel 2.3 Batasan Harmonisa Arus [11] 8
Tabel 3.1 Spesifikasi Photovoltaic 15
Tabel 3.2 Spesifikasi Inverter Sunny Boy 15
Tabel 3.3 Spesifikasi *Power Quality Meter*..... 16
Tabel 3.4 Contoh Data diolah ke Ms Excel..... 17
Tabel 3.5 Perbandingan tiap training..... 25
Tabel 3.6 Perbandingan Tiap Hidden Layer..... 26
Tabel 4.1 Hasil Data Testing 0 -2200 Kw..... 36
Tabel 4.2 Hasil Data testing 0 – 2200 W..... 37

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 1
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sehubung dengan pemanasan global dan juga krisis energi tak terbarukan yang disebabkan banyaknya permintaan energi, membuat banyak penelitian dan pengembangan terhadap sumber energi alternative, dan berkelanjutan. Oleh karena itu, *Renewable Energy* menjadi topik utama yang di galakan saat ini, karena renewable energy dikira cukup efektif dan juga memanfaatkan sumber daya terbaharukan. Saat ini salah satu teknologi *renewable energy* yang paling banyak digunakan adalah *Photovoltaic* (PV). *Photovoltaic* (PV) sendiri memiliki cara kerja dengan memanfaatkan energi dari sinar radiasi matahari dan akan dirubah menjadi energi listrik dengan menggunakan *solar cell*. *Photovoltaic* sendiri sudah banyak dikenal dari dahulu, karena memberikan dampak yang signifikan pada sektor ekonomi dan juga pada sektor lingkungan.

Perkembangan di bidang *Renewable Energy* cukup naik secara signifikan, khususnya pada teknologi *Photovoltaic* (PV) berkembang sangat pesat, banyak penelitian yang sudah dilakukan dalam beberapa tahun terakhir, dan salah satu penelitian yang cukup banyak sudah dipraktikan pada sistem kelistrikan masyarakat di zaman sekarang adalah sistem *Photovoltiac On Grid*, sistem ini merupakan sisstem dimana *Photovoltaic* dan Sistem Kelistrikan PLN bekerja secara bergantiaan, dimana pada system ini *photovoltaic* menyuntikan listrik ke jaringan listrik untuk dapat mengurangi beban yang ada pada jaringan listrik. Saat ini, sistem penetrasi ini dirasa sangat mengutungkan sehingga banyak yang menggunakan sistem penetrasi ini. Namun dikarenakan semakin lama jumlah penetrasi semakin meningkat, membuat permasalahan terhadap sistem kelistrikan itu sendiri, seperti stabilitas sistem yang terganggu, fluktuasi tegangan dan juga harmonisa yang meningkat karena penggunaan inverter.

Problematika yang ditimbulkan oleh meningkatnya penetrasi pada sistem kelistrikan cukup merugikan. Oleh karena itu dilakukan, penelitian dampak dari penetrasi daya *photovoltaic* terhadap jaringan listrik tegangan rendah, diharapkan dengan adanya penelitiaan tugas akhir ini dapat melihat apakah metode ini cukup efektif dalam melihat dampak dari penetrasi dan juga diharapkan pada penelitian ini dapat menentukan batas

maksimum dari penetrasi *photovoltaic* sehingga tidak menghasilkan dampak buruk pada sistem kelistrikan PLN.

1.2 Permasalahan

1. Bagaimana dampak pada penetrasi daya *Photovoltaic* ke Jaringan Listrik dengan menggunakan hasil simulasi yang menggunakan metode *Artificial Neural Network.*
2. Bagaimana pengaruh aspek peralatan terhadap penetrasi daya dan penentuan batas maksimum penetrasi daya *Photovoltaic* ke sistem kelistrikan dengan tegangan rendah.

1.3 Tujuan

Tugas akhir ini bertujuan untuk:

1. Mengetahui dampak penetrasi daya *Photovoltaic* ke Jaringan Listrik tegangan rendah
2. Mengetahui batas maksimum dan pengaruh peralatan terhadap penetrasi daya *Photovoltaic* ke Jaringan Listrik agar stabilitas dari sistem tetap terjaga

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah yang ada pada penelitian ini adalah

1. Penelitian ini hanya meneliti apakah metode yang digunakan dapat menganalisis dampak dari penetrasi photovoltaic
2. Penelitian ini tidak mempertimbangkan beban pada sistem kelistrikan
3. Analisa yang dilakukan hanya berdasarkan data asli yang diambil dan disimulasikan,
4. Penelitian ini hanya berlaku untuk sistem kelistrikan yang sedang diteliti.

1.5 Metodologi

Proses pengerjaan Tugas Akhir ini diawali dengan melakukan studi literatur mengenai penetrasi daya *photovoltaic* pada *grid*, dilanjutkan pengambilan data dengan menggunakan fluke meter setelah mengambil data dilakukan pengolahan data, data akan diolah dan dimasukan ke dalam excel setelah itu dilanjutkan ke tahap simulasi,

setelah dari tahap simulasi akan dilakukan Analisa terhadap hasil simulasi dan dilakukan pengujian, setelah mendapatkan hasil Analisa dan juga pengujian dilanjutkan ke tahap penyelesaian buku tugas Akhir. Detail mengenai proses pengerjaan Tugas Akhir dapat dilihat pada penjelasan dibawah ini:

a) Studi Literatur
   Mengumpulkan refrensi refrensi dan literatur yang berhubungan dengan penetrasi daya *photovoltaic* terhadap jaringan listrik tegangan rendah dan juga mencari refrensi bagaimana menggunakan fluke meter serta *software* power log meter.
b) Pengambilan Data
   Melakukan pengambilan data yang dibutuhkan dengan menggunakan fluke meter dan juga mengambil data dari inverter Sunnyboy. Data diambil sesuai dengan waktu waktu yang ditentukan untuk mengetahui pengaruh faktor cuaca.
c) Pengolahan Data
   Data yang sudah didapat dimasukan kedalam excel untuk dapat disimulasikan di matlab menggunakan *artificial neural network*.
d) Simulasi
   Simulasi dilakukan ada dua tahap, tahap pertama memasukan inputan excel kedalam program *neural network* agar melakukan *learning*. Tahap kedua setelah melakukan *learning* kita memasukan inputan ke dalam matlab dan akan dapat hasil dari *learning* tersebut
e) Analisis Hasil Simulasi dan Pengujiaan
   Hasil dari simulasi tahap kedua dianalisis agar mendapatkan dampak dari sistem penetrasi dan setelah menganalisa dampak, dilakukan pengujian untuk mendapatkan nilai batas maksimum dari penetrasi daya photovoltaic terhadap grid.
f) Penyelesaian Laporan Tugas Akhir
   Penyelesaiaan laporan tugas akhir merupakan salah satu syarat kelulusan, semua data dan hasil Analisa harus dijelaskan secara detail dan dituliskan di laporan tugas akhir dan juga memuat daftar pustaka dari studi literatur yang dilakukan.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada laporan tugas akhir ini terdiri atas lima bab dengan uraiaan sebagai berikut:

Bab 1 : Pendahuluaan
Bab ini membahas tentang latar belakang dari penelitian ini, permasalahan yang akan diteliti, batasan masalah, tujuan, metode, sistematika dan juga relevansi/manfaat penelitian tugas akhir ini.

Bab 2 : Sistem Penetrasi Photovoltaic
Pada Bab ini membahas mengenai Photovoltaic, Penetrasi Photovoltaic, Fluktuasi tegangan, Harmonisa, dan juga artificial neural network.

Bab 3 : Metodologi Penelitiaan
Pada bab ini membahas tentang alur penelitiaan, beserta penjelasan singkat tentang tahap tahap yang akan dilakukan, dan juga penjelasan tentang skema pengambilan data dan spesifikasi alat yang dibutuhkan pada penelitian tugas akhir ini.

Bab 4 : Hasil dan Analisa Data
Pada bab ini akan menjelaskan secara detail pengolahan data yang dilakukan, Simulasi yang memiliki dua tahap proses dan juga menganalisa data hasil dari simulasi tersebut.

Bab 5 : Penutup
Bab ini berisi kesimpulan dan saran terhadapt penelitian tugas akhir yang telah dilakukan.

1.7 Relevansi/Manfaat

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat, yaitu:

1. Menjadi referensi yang dapat menunjang kelistrikan yang berhubungan dengan bidang energi terbarukan
2. Menjadi referensi bagi mahasiswa yang sedang atau akan mengerjakan penelitiaan dengan topik energi terbarukan
3. Menjadi referensi dalam pembuatan rencana jangka Panjang pemasangan photovoltaic di kampus Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

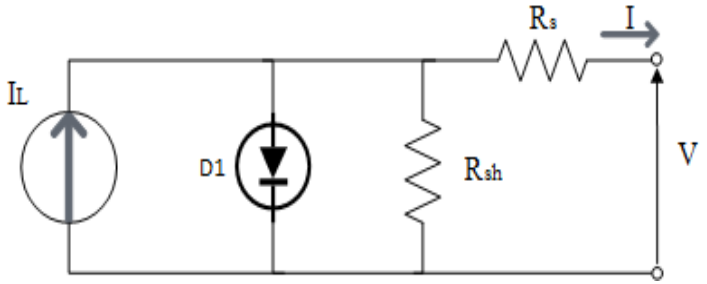
BAB 2
SISTEM PENETRASI PHOTOVOLTAIC

Pada bab ini akan dijabarkan dasar dasar teori yang digunakan pada penelitian tugas akhir ini, seperti yang sudah dijelaskan pada latar belakang masalah, penelitian ini berkaitan dengan *photovoltaic* dan dampak terhadap penetrasi *Photovoltaic*. Sehingga pada bab ini akan membahas dasar terkait photovoltaic dan juga standar standar kelistrikan yang bertujuan sebagai acuan terhadap dampak yang dihasilkan.

2.1 Photovoltaic

Panel surya atau *Photovoltaic* (PV) adalah salah satu teknologi *renewable energy* yang paling banyak digunakan. *Photovoltaic* merupakan alat yang mengubah energi matahari menjadi energi listrik mengunakan *solar cell*. *Solar cell* merupakan konversi radiasi cahaya matahari oleh bahan semikonduktor ke alat *photovoltaic* yang merupakan efek dari semi konduktor P-N. Secara sederhana proses pembangkitan listrik dari *photovolt*aic adalah solar cell yang disusun oleh medan listrik yang ditimbulkan karena pembentukan P (Positif) dan N (Negatif). Ketika matahari bersinar pada permukaan *solar cell*, foton akan menghasilkan ion positif dan ion negative, dan ion ion ini akan terpisah sesuai dengan medan listrik yang terbentuk dan akan menghasilkan beda potensial dan akan menghasilkan arus listrik setelah terhubung dengan beban [1].

Model paling sederhana yang mencerminkan fungsi dari sel surya adalah sebuah sumber arus dan dioda, dengan resistansi dipasang seri terhadapnya dan yang lain dipasang secara parallel. Model ini dapat ditunjukan pada Gambar 2.1.[2]



Gambar 2.1. Rangkaiaan Ekuivalen Photovoltaic

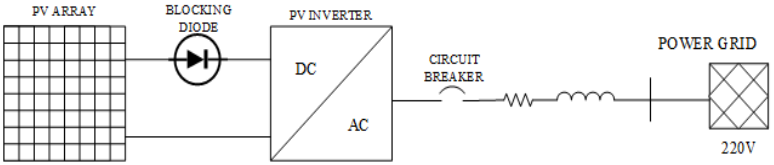
Arus yang dibangkitkan oleh sinar matahari (Ipv) merupakan fungsi yang dipengaruhi oleh radiasi matahari, suhu dan juga efisiensi dari inverter yang digunakan. Untuk menghitung daya output maksimal dari photovoltaic menggunakan persamaan matematik

$$P_R = \eta \text{ S I } [\ 1 - 0.05\ (t_0 - 25)] \qquad (2.1)$$

Dimana η adalah efisiensi dari solar cell (%); S adalah luas dari solar cell (m^2); I adalah radiasi dari matahari (kW/m^2); dan t_0 adalah suhu udara (^0C).

2.2 Penetrasi Photovoltaic

Sistem penetrasi photovoltaic di desain untuk beroperasi parallel dengan jaringan listrik. Sistem penetrasi photovoltaic memiliki dua jenis yang berbeda, yang pertama penetrasi daya photovoltaic ke Jaringan listrik dengan menambahkan baterai sebagai tambahan, dan yang kedua sistem penetrasi tanpa menggunakan baterai [3]. Penetrasi *photovoltaic* banyak digunakan belakangan ini dikarenakan dapat meringankan beban yang ada pada jaringan listrik, sehingga membuat biaya lebih murah. Pada penelitian ini, penulis menggunakan sistem penetrasi daya photovoltaic ke sistem kelistrikan tanpa baterai.



Gambar 2.2. Pemodelan Penetrasi Daya Photovoltaic ke Jaringan Listrik tanpa Baterai

Dapat dilihat pada Gambar 2.2 diatas merupakan pemodelan dari penetrasi daya *photovoltaic* ke jaringan listrik tanpa menambahkan baterai. Secara sederhana, *Photovoltaic* akan menghasilkan daya, daya dari *photovoltaic* yang berupa DC dimasukan ke PV inverter yang didalamnya terdapat konverter DC DC, untuk mendapatkan daya output yang maksimal setelah itu terdapat konverter DC AC, untuk mengubah daya DC menjadi AC. Daya output dari inverter itulah yang akan disuntikan ke power grid [4]. Sistem penetrasi ini digunakan untuk membantu meringankan beban pada jaringan listrik.

2.3 Fluktuasi Tegangan

Fluktuasi Tegangan adalah perubahan sistematis dari bentuk gelombang dari tegangan yang menghasilkan perubahan besar pada naik dan turunnya tegangan di luar batas yang telah ditentukan [5]. Fluktuasi tegangan pada photovoltaic bisa disebabkan oleh daya output PV yang intermittent atau fluktuatif. [6][7].

Dapat dilihat pada Gambar 2.3 merupakan standar PLN mengenai ketentuan variasi tegangan pelayanan dari 220V-1000V, didapatkan bahwa variasi tegangan ditetapkan maksimum + 5% dan minimum – 10% terhadap tegangan nominal.

Tabel 2.1 Standar PLN(SPLN 1:1995) [9]

Tegangan Nominal (V)	Variasi Tegangan Pelayanan (%)
230/400 400/690 1000	))) 5%, -10%

Oleh karena itu kualitas dari tegangan sangat penting karena jika melewati atau mengurangi standard yang ditentukan dibagian pelanggan akan mengalami gangguan dan merusak stabilitas sistem yang ada. Permasalahan fluktuasi tegangan ini disebabkan oleh tingginya penetrasi sehingga harus ada batasan terhadap sistem penetrasi [8][9].

2.4 Harmonisa

Harmonisa adalah gangguan distribusi listrik atau distorsi pada sebuah instalasi listrik. Untuk sistem tenaga dengan frekuensi 50 Hz. maka harmonisa pertama atau frekuensi fundamental dari sistem tenaga tersebut addalah 50 Hz, harmonisa kedua 100 Hz merupakan kelipatan kedua dari harmonisa pertama, maka harmonis ke-n merupakan kelipatan n dari frekuensi fundamental. *Total Harmonic Distortion* (THD) merupakan nilai presentase atau total komponen dengan komponen fundamentalnya. Semakin besar presentase THD ini menyebabkan semakin besar risiko kerusakan yang diakibatkan oleh harmonisa arus atau tegangan[10]. Untuk menghitung *total harmonics distortion*:

$$\%THD = \frac{\sqrt{\Sigma_{h>1}^{hmax} F_h^2}}{F_1} \text{ X } 100\% \qquad (2.2)$$

Tabel 2.2 Batasan Harmonisa Tegangan [11]

Tegangan Pada Titik Sambung (Vn)	Distorsi Harmonisa Tegangan Individu (%)	Distorsi Harmonisa Tegangan Total – THD_{Vn} (%)
Vn ≤ 66 kV	3.0	5.0
66 kV < Vn ≤ 150 kV	1.5	2.5
Vn > 150 kV	1.0	1.5

Tabel 2.3 Batasan Harmonisa Arus [11]

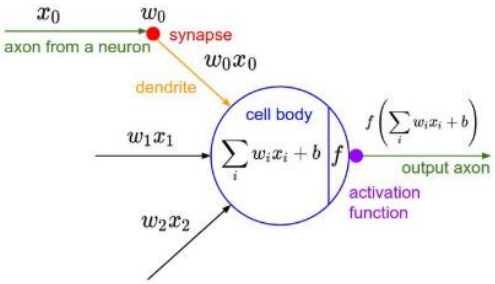
Batasan distorsi harmonisa arus						
Vn ≤ 66kV						
Ihs/IL	Distorsi Harmonisa Arus Maksimum dalam Persen I_L					
	Orde Harmonisa Individu "h" Harmonisa Ganjil					Total Demand Distortion
	h < 11	11≤h<17	17≤h<23	23≤h<35	35≤h	
< 20*	4.0%	2.0%	1.5%	0.6%	0.3%	5.0%
20 – 50	7.0%	3.5%	2.5%	1.0%	0.5%	8.0%
50 – 100	10.0%	4.5%	4.0%	1.5%	0.7%	12.0%
100 – 1000	12.0%	5.5%	5.0%	2.0%	1.0%	15.0%
>1000	15.0%	7.0%	6.0%	2.5%	1.4%	20.0%
66 kV < Vn ≤ 150 kV						
Ihs/IL	Orde Harmonisa Individu "h" Harmonisa Ganjil					Total Demand Distortion (TDD)
	h < 11	11≤h<17	17≤h<23	23≤h<35	35≤h	
< 20*	2.0%	1.0%	0.75%	0.3%	0.15%	2.5%
20 – 50	3.5%	1.75%	1.25%	0.5%	0.25%	4.0%
50 – 100	5.0%	2.25%	2.0%	0.75%	0.35%	6.0%
100 – 1000	6.0%	2.75%	2.5%	1.0%	0.5%	7.5%
>1000	7.5%	3.5%	3.0%	1.25%	0.7%	10.0%
Vn > 150 kV						
Ihs/IL	Orde Harmonisa Individu "h" Harmonisa Ganjil					Total Demand Distortion (TDD)
	< 11	11≤h<17	17≤h<23	23≤h<35	35≤h	
< 20*	2.0%	1.0%	0.75%	0.3%	0.15%	2.5%
20 – 50	3.5%	1.75%	1.25%	0.5%	0.25%	4.0%

Pada Tabel 2.1 dan Tabel 2.2 merupakan batasan terhadap harmonisa tegangan dan harmonis arus menurut SPLN (Standar PLN),

standar ini diambil dari pedoman *IEEE standard 519-1992*. Pada table tersebut dapat dilihat bahwa batasan untuk sistem kelistrikan tegangan rendah adalah 5% [11].

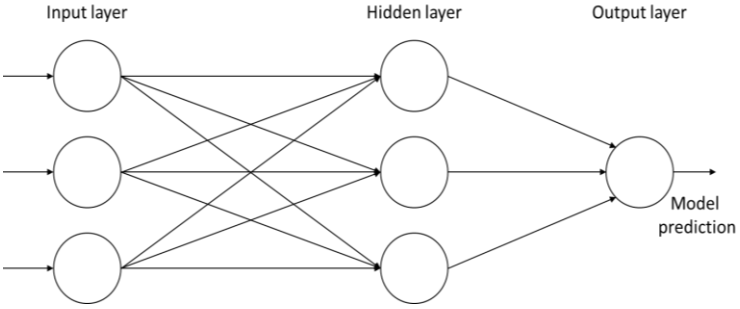
2.5 Artificial Neural Network

Artificial Neural Network atau disebut jaringan saraf tiruan merupakan jaringan dari sekelompok unit yang dimodelkan berdasarkan sistem saraf manusia. Tiap neuron pada otak akan berkerja dan berhubungan memberikan informasi dari setiap neuron tersebut.



Gambar 2.3 Pemodelan matematis *Artificial Neural Network* [12]

Pada Gambar 2.4 dijelaskan tiap neuron menerima input dan akan melakukan operasi perkalian atau operasi dot dengan sebuah weight, dan setiap neuron neuron tersebut akan dijumlahkan dan menambahkan satu bias, hasil dari penjumlahan dan penambahan inilah yang akan menjadikan output dari neuron tersebut [12].



Gambar 2.4 Struktur dari *feed forward artificial neural network*

Artifial neural network dengan jenis feed forward backpropagation merupakan salah satu *artificial neural network* yang digunakan untuk memperkirakan hasil berikutnya berdasarkan dari data data input yang diberikan sebelumnya. Dapat dilihat juga pada gambar 2.5 diatas merupakan tipe pemodelan dari struktur *feed forward neural network*. Secara umum, lapisan neural network dibagi menjadi tiga bagian, yaitu:

- Input Layer
  Terdiri dari neuron yang menerima data masukan dari variable x. semua input layer ini akan langsung terhubung dengan setiap hidden layer.
- Hidden Layer
  Hidden layer merupakan layer yang menerima masukan dari layer input dan akan memproses semua masukan tersebut.
- Output Layer
  Merupakan layer mendapat masukan dari hidden layer, yang nantinya nilai luarannya sudah ditambah dan dikalikan, sehingga hasil kalkulasi dari x akan menjadi output y

BAB 3
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Pada penelitian ini, penelitian dilakukan di laboratorium konversi energi listrik yang berada di Departemen Teknik Elektro, Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Penelitian ini dilakukan di ruangan AJ 101, dikarenakan diruangan tersebut terpasang panel yang terhubung dengan *Photovoltaic*, dan panel itu yang digunakaan untuk mengambil data yang diperlukan untuk penelitian ini.

Penelitian dilakukan dari tanggal 10 Februari 2020 hingga 8 Juni 2020. Namun untuk pengambilan data sendiri dilakukan dari tanggal 10 Februari 2020 hingga 13 Maret 2020 dan dilanjutkan dari tanggal 13 April 2020 hingga 16 April 2020. Penelitian ini mengalami penundaan dikarenakan oleh adanya pandemik Covid-19, yang membuat tidak bisa mengakses kedalam laboratorium.

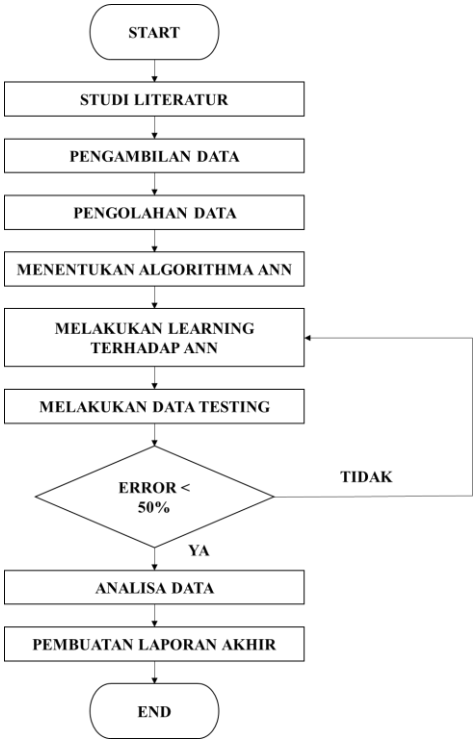
3.2 Alur Penelitian

Pada penelitian ini dilakukan beberapa tahap penelitiaan, dimulai dari tahapan awal yaitu studi literatur, dilanjutkan dengan tahapan pengambilan data dan setelah itu dilanjutkan dengan tahapan pengolahan data, dan tahapan simulasi setelah melakukan simulasi dilanjutkan dengan tahapan Analisa data dan terakhir penulisan laporan tugas akhir.

Alur dalam penelitiaan ini akan dijelaskan lebih detail dalam skema diagram alur penelitian sesuai dengan Gambar 3.1.

3.2.1 Studi Literatur

Pada tahap ini, dilakukan studi literatur yang memiliki tujuan untuk menambah pemahaman tentang penelitian yang dilakukan, dan memberikan refrensi terhadap cara penggunaan suatu alat yang digunakan pada penelitiaan ini. Studi literatur dilakukan hingga akhir penelitian ini.



Gambar 3.1 Skema Alur Penelitiaan

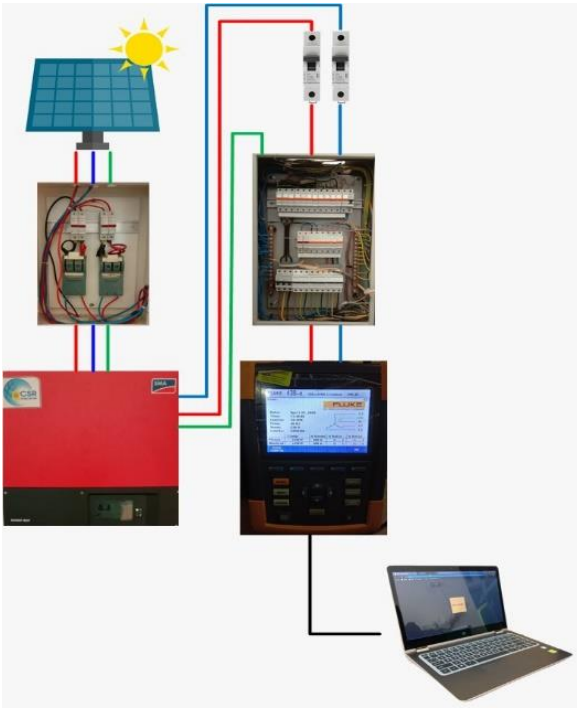
3.2.2 Pengambilan Data

Pada tahapan ini merupakan tahapan pengambilan data, dimana pengambilan data dilakukan untuk tahapan simulasi yang memerlukan data. Sebelum melakukan pengambilan data ada beberapa persiapan yang dilakukan, dikarenakan pada pengambilan data ini dibutuhkan beberapa alat penunjang.

Persiapan pengambilan data dimulai dari menyiapkan photovoltaic yang sudah dipasang terhubung dengan sistem kelistrikan tegangan rendah setelah itu dibutuhkan alat ukur berupa *Power Quality Meter*, yang bertujuan sebagai penunjuk berapa nilai daya, arus, tegangan, dan harmonisa.

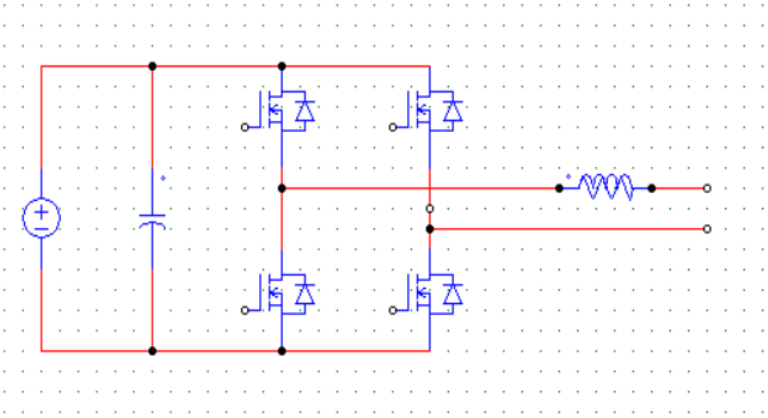
Skema dalam pengambilan data dapat dilihat pada Gambar 3.2 Skema ini merupakan modul dalam pengambilan data pada penelitian ini.

Pada skema ini dapat dilihat bahwa *Photovoltaic* yang memiliki spesifikasi seperti pada Tabel 3.1 dipasang pada atap Gedung Teknik Elektro, Gedung AJ 101 output daya pada *photovoltaic* akan dialirkan ke inverter (spesifikasi dapat dilihat pada Tabel 3.2) dan daya dari inverter (rangkaian pada inverter ditampilkan pada gambar 3.4) yang sudah diubah menjadi AC akan diinjeksikan pada sistem kelistrikan tegangan rendah melalui CB 1 Phasa 10 A (Gambar 3.3) dan pada penelitian ini kita akan mengambil data pada Grid sehigga akan menggunakan alat ukur *Power Quality Meter* (Spesifikasi ada pada Tabel 3.3) untuk mengambil data yang diperlukan penelitian ini. Setelah mengambil data menggunakan alat ukur step terakhir adalah memindahkan data dari alat ukur ke laptop, sehingga data dapat diolah.



Gambar 3.2 Skema Pengambilan Data

Gambar 3.3 MCB 10 A Broco



Gambar 3.4 Rangkaiaan Inverter Satu Fasa

Tabel 3.1 Spesifikasi Photovoltaic

Spesifikasi Photovoltaic Monocrystalline	
Maximum Power (Pmax)	100 W
Voltage at Pmax	18,1 V
Current at Pmax	5,54 A
Jumlah	5 Photovoltaic
Dimension	1020 x 670 x 30
Total Daya	500 W
Spesifikasi Photovoltaic Multicrystalline	
Maximum Power (Pmax)	80 W
Voltage at Pmax	22,27 V
Current at Pmax	5,65 A
Jumlah	8 Photovoltaic
Dimension	1025 x 680 x 35
Total Daya	640 W

Tabel 3.2 Spesifikasi Inverter Sunny Boy

INVERTER SUNNY BOY 4000TL	
Max DC Power	4200W
Max Input Voltage	750V
Rated Power (@230V, 50 Hz)	4000W
Faktor Daya	1
Max Output Current	22A
Rated Frequency	50 Hz - 60 Hz
Max Effeciency	97% / 96,4%

Tabel 3.3 Spesifikasi *Power Quality Meter*

FLUKE 438-II POWER QUALITY METER	
Range Tegangan	1 V - 1000 V
Range Arus	0,5 A - 200 A
Watt (VA, Var)	2000 MW
Faktor Daya	0 - 1
THD V	0% - 100%
THD A	0% - 100%
Scaling	1:1, 10:1, 100:1, 1000:1, dan 10000:1

Selain melakukan pengambilan data sesuai dengan skema pengambilan data yang ada pada gambar 3.2, pengambilan data juga dilakukan dengan menggunakan aplikasi sunny boy, aplikasi sunny boy merupakan aplikasi dari inverter yang digunakan. Pada aplikasi ini kita dapat mendownload data output dari inverter, data yang di unduh berupa data tanggal, jam, dan daya output. Data ini digunakan untuk mengetahui karateristik *Photovoltaic* yang digunakan pada penelitiaan tugas akhir ini.

3.2.3 Pengolahan Data

Pada tahap ini merupakan tahap pengolahan data. Tahap ini dilakukan setelah melakukan tahapan pengambilan data, pengolahan data dilakukan menggunakan software Ms. Excel. Awalnya data yang diambil berupa file flukeview sehingga pada penggolahan data ini diperlukan juga memasukan data dari flukeview ke software Ms Excel sehingga memudahkan dalam mengolah data selanjutnya. Pengolahan data bertujuan untuk menghilangkan beberapa data yang duplikat dan melihat adanya kesalahan data seperti nilai tegangan yang minus, atau daya yang terlalu besar, dan juga data data yang hasilnya ada error, hal ini dapat terjadi dikarenakan data yang diambil menggunakan logger dari *power quality meter* sehingga dibutuhkan pengecekan pada data yang diambil.

Gambar 3.5 Data pada FlukeView

Tabel 3.4 Contoh Data diolah ke Ms Excel

Daya (Watt)	Arus (Amp)	Tegangan (Volt)	THD A (%)	THD V (%)
583,8	3	221,8	2,5	1,4
704,4	3,208	222,4	2,3	1,6
42,2	0,22	223,7	8,4	1,6
111	0,51	225,6	4,9	1,6
0	0,017	226,1	11,9	1,6

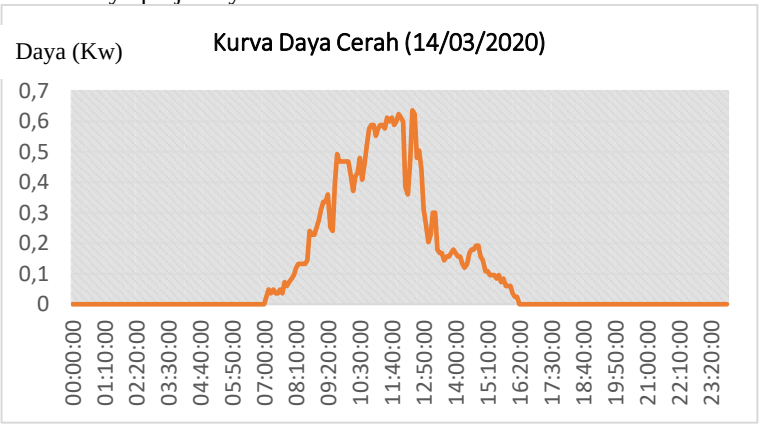
3.2.3.1 Data Inverter

Pada sub bab ini membahas mengenai data inverter. Data inverter didapat dari aplikasi sunny boy. Data ini merupakan data dari output inverter yang di *download* dengan menggunakan aplikasi sunny boy yang merupakan aplikasi dari inverter yang digunakan. Data yang

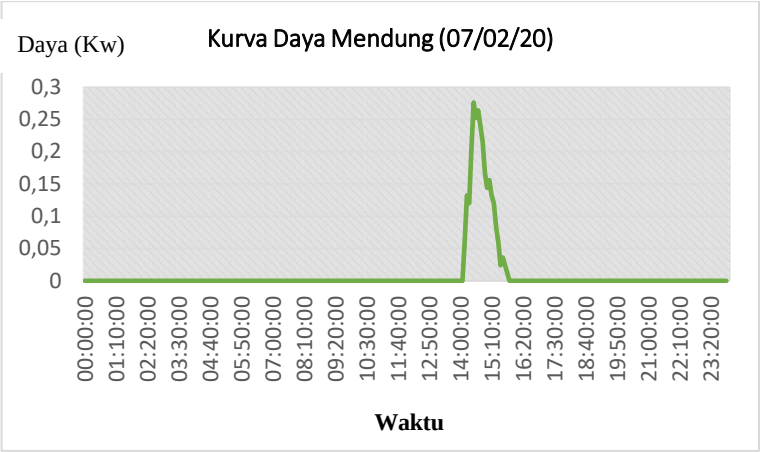
didapat pada data inverter merupakan data daya output PV per lima menit selama satu hari. Sehingga untuk data ini dijadikan sebagai data untuk melihat karateristik dari photovoltaic yang digunakan. Data yang didapat dimasukan ke dalam *software Microsoft Excel* 2016.

Pada sub bab ini akan memperlihatkan kurva daya output *Photovoltaic.* Kurva yang pertama dan kedua memperlihatkan daya output per 5 menit dalam sehari dari jam 00.00 hingga 23.55, namun pada kurva pertama merupakan kurva saat cuaca sedang cerah, dan kurva kedua merupakan data ouput saat cuaca sedang mendung atau hujan. Kurva pertama dan kedua merupakan contoh data yang diambil dari banyak data yang ada, hanya untuk menunjukan perbedaan *output* daya pada photovoltaic perharinya.

Pada gambar 3.5 merupakan grafik saat cuaca sedang cerah, grafik merupakan grafik daya terhadap waktu, dilihat bahwa saat cuaca cerah rata rata daya *output* perjam *photovoltaic* adalah 370 Watt, dan saat cuaca cerah daya output *photovoltaic* dapat mencapai 660 Watt, dan juga dapat dilihat PV mulai mengeluarkan *output* dari jam 07.05 hingga 16.15, dan dari kurva tersebut dapat dilihat puncak *output* PV terjadi pada jam 11.00 hingga 12.00. Pada gambar 3.6 merupakan data output daya PV saat cuaca mendung, dapat dilihat kurva daya tersebut menunjukan bahwa saat cuaca mendung daya *output* PV hanya terdapat pada jam 14.00 dan 16.00 dan rata rata daya perjamnya 85 Watt.

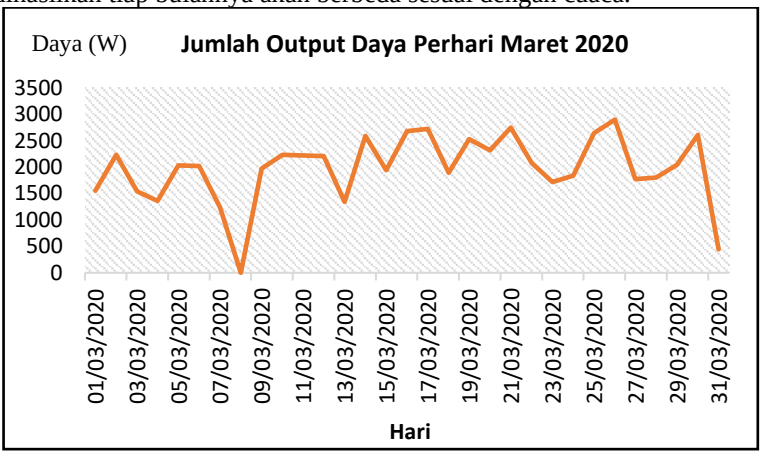


Gambar 3.6 Kurva Daya saat Cuaca Cerah



Gambar 3.7 Kurva Daya saat Cuaca Mendung

Selain kurva daya perjam, pada gambar 3.7 merupakan grafik daya *output* PV perhari selama sebulan, pada kurva tersebut merupakan data pada bulan maret 2020, dari tanggal 1 maret hingga 31 maret, dapat dilihat rata rata daya yang dihasilkan perhari 1913,507 Watt , Dan daya *output* yang dihasilkan pada bulan maret adalah 61232,22Watt , namun data ini tidak berlaku untuk semua bulan, perhitungan rata rata daya yang dihasilkan tiap bulannya akan berbeda sesuai dengan cuaca.

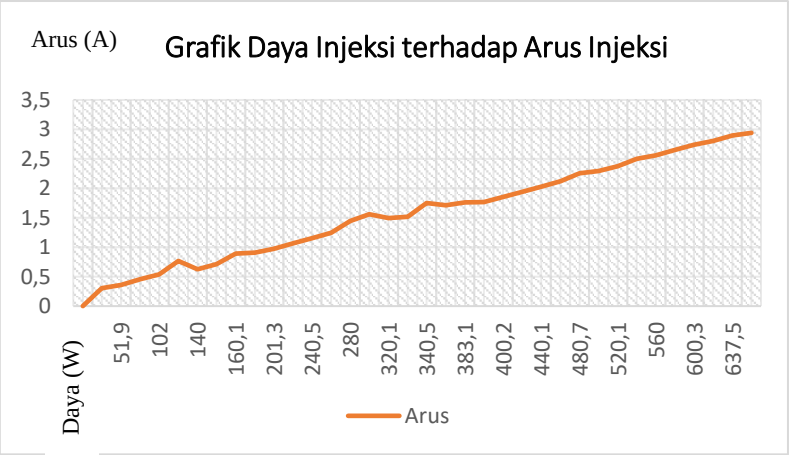


Gambar 3.8 Output Daya PV perhari Maret 2020

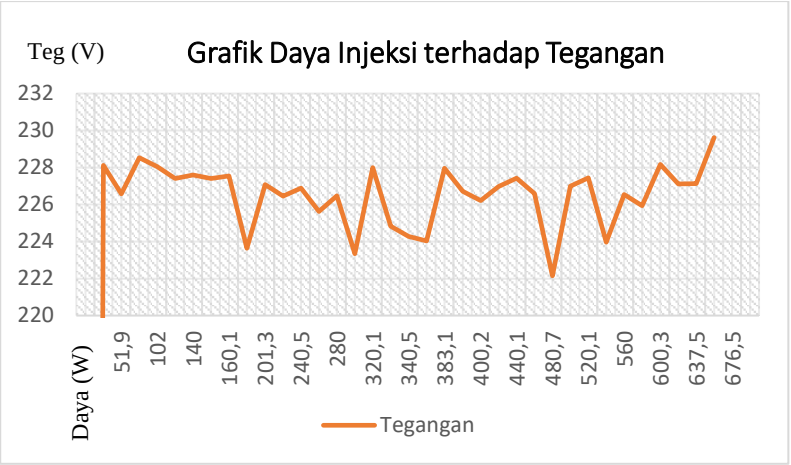
3.2.3.2 Data Flukemeter

Pada sub bab ini membahas tentang data yang diambil dengan fluke meter, skema diagram pengambilan data telah dijelaskan pada sub bab 3.1. Data flukemeter merupakan data yang akan digunakan pada simulasi penelitian tugas akhir ini. Data yang diambil berjumlah 1250 data. Namun data ini diolah dan yang digunakan hanya 1104 data, ini dikarenakan beberapa data tidak valid dan pengulangan data. Data yang diambil pada flukemeter memiliki beberapa variabel, beda seperti data yang 3.2.3.1, pada 3.2.3.2 data yang diambil berupa data daya (Watt), Arus (Ampere), Tegangan sistem (Volt), Harmonisa Arus (%), Harmonisa Tegangan (%).

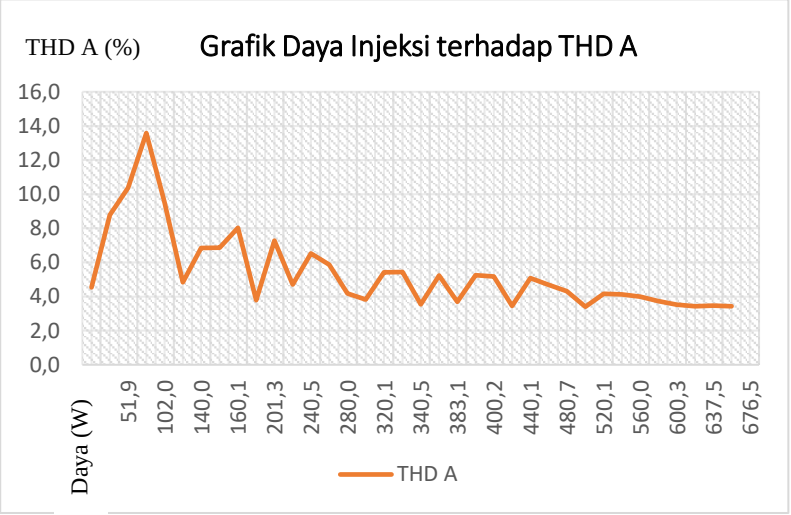
Pengolahan yang dilakukan adalah dengan menghilangkan duplikat dari daya yang memiliki nilai yang sama, dan juga karena ini mengambil data melalui flukemeter pasti akan ada error yang terjadi, dan ada beberapa data yang error dan tidak sesuai dengan daya yang sebenarnya. Karena pengambilan data menggunakan alat ukur dimana alat ukur yang digunakan mempunyai toleransi error sebesar kurang lebih 5%, sehingga harus dibenarkan atau dihapus. Pada sub bab ini akan membahas pengaruh daya *output* PV terhadap harmonisa arus, daya ouput PV terhadap harmonisa tegangan, daya *output* PV terhadap tegangan.



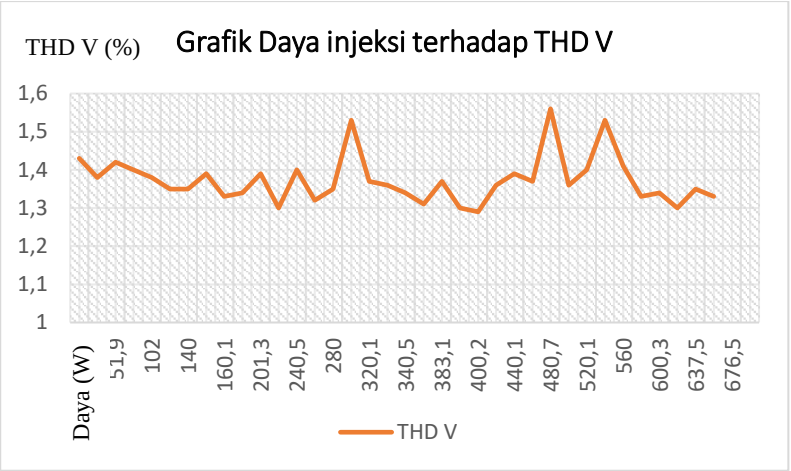
Gambar 3.9 Grafik Daya Injeksi PV terhadap Arus Output



Gambar 3.10 Grafik Daya Injeksi terhadap Tegangan Sistem



Gambar 3.11 Grafik Daya Injeksi terhadap Harmonisa Arus



Gambar 3.12 Grafik Daya Injeksi terhadap Harmonisa Tegangan

Pada gambar 3.8 memperlihatkan grafik hubungan daya output PV terhadap arus *output*, dapat dilihat pada grafiknya bahwa semakin besar daya *output* maka arus output juga akan semakin besar, dan diasumsikan bahwa tegangan *output* PV sama dengan 220 V. Dari grafik tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa data yang diambil benar, karena menurut rumus P = V X I, dari rumus itu dapat dilihat bahwa semakin besar arus maka semakin besar dayanya.

Pada gambar 3.9 menunjukan grafik pengaruh daya *output* PV terhadap tegangan sistem. Pada grafik tersebut dilihat bahwa daya output PV tidak banyak berpengaruh pada tegangan sistem. Dan pada grafik juga memperlihatkan bahwa semakin besar daya *output*, tegangan di sistem fluktuatif, dan pada grafik terlihat bahwa range pada tegangan sistem dari 222 Volt hingga 230 Volt dimana range tersebut masih masuk kedalam standard PLN untuk tegangan +5% dan -10%.

Pada gambar 3.10 merupakan grafik pengaruh daya *output* PV terhadap harmonisa Arus (THD A), dapat dilihat bahwa semakin besar daya *output* PV makin semakin kecil harmonisa yang ada, namun tetap berflktuatif. Dapat dilihat juga bahwa range harmonisa arus dari 2% hingga 14%, dan ada yang melewati batas harmonisa yang sudah ditetapkan yaitu 5%.

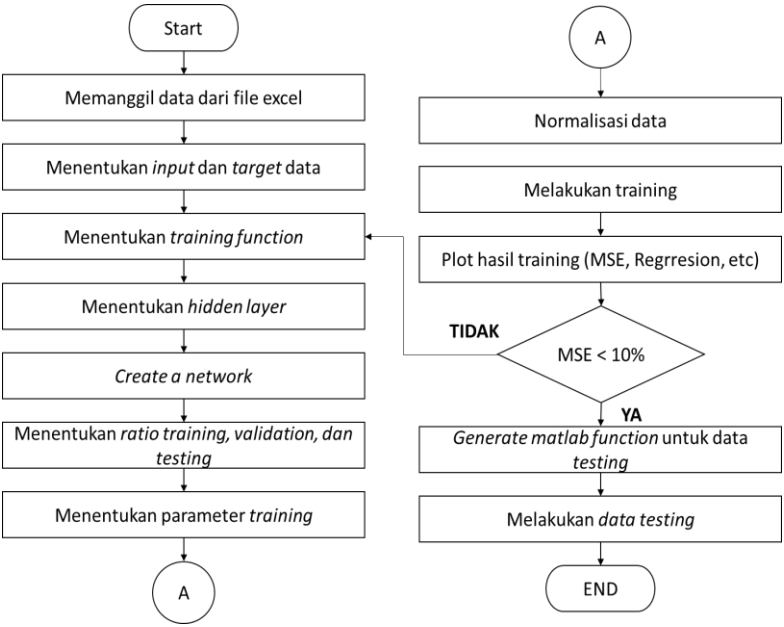
Pada gambar 3.11 merupakan grafik pengaruh daya *output* PV terhadap harmonisa tegangan (THD V), dilihat bahwa pada grafik tersebut untuk harmonisa tegangan cukup stabil, saat daya dari 0 Watt hingga 50 Watt, harmonisa tegangannya cukup stabil diantara 1,3% hingga 1,6% dan ini masih merupakan batas aman pada harmonisa tegangan, yang memiliki batas sebesar 5%.

3.2.4 Simulasi

Pada tahapan ini merupakan tahapan simulasi. Pada penelitian ini, metode simulasi yang digunakan adalah menggunakan artificial *neural network*, dan simulasi digunakan menggunakan *software Matlab.* Karena penelitian ini menggunakan metode *artificial neural network*, maka dalam penelitian ini, simulasi dilakukan dalam dua tahap, tahap learning dan tahap data testing. Proses learning pada *artificial neural network* ini dibutuhkan untuk membuat artificial neural network menjadi paham akan pola data yang diambil, sehingga ANN dapat memprediksi inputan yang diberikan.

Selanjutnya setelah melakukan tahap learning, dilanjutkan dengan tahap data testing, tahapan ini dilakukan untuk memprediksi data yang dimasukan sebagai input untuk melakukan data testing. Data testing dilakukan untuk mengetahui apakah ANN bekerja sesuai dengan yang diinginkan, dan juga untuk memprediksi batas maksimum injeksi daya yang aman.

Penelitian ini menggunakan 1104 data yang telah diolah, dan pada simulasi ini, data dibagi dua set data, dimana 1000 data sebagai data *training* dan 100 data sebagai data *testing*. Simulasi ini menggunakan nftool, yang merupakan t*oolbox* pada matlab untuk melakukan training dan menghasilkan *script* dari simulasi yang diinginkan, dan pada script itulah akan di perbaiki atau di modifikasi sesuai dengan yang diinginkan. Nftool merupakan program pemasangan data atau training data yang menggunakan 2 *layer feed forward neural network*. Pada gambar 3.12 menunjukan algoritma simulasi pada penelitian ini, dan akan dijelaskan lebih detail pada sub bab berikutnya



Gambar 3.13 Algoritma Simulasi Artificial Neural Network.

3.2.4.1 Menentukan Input dan target data

Pada tahapan ini merupakan tahap menentukan *input* dan *target* data. Tahapan proses *learning* memerlukan *target* data yang merupakan *output* dari variabel prediksi yang diinginkan. Pada tahapan pengambilan data dan pengolahan data, data yang diambil mempunyai 6 variabel data yang merupakan data daya yang diinjeksi, arus injeksi, rating CB yang digunakan, tegangan pada sistem, harmonisa arus, dan harmonisa tegangan. Pada penelitian ini yang akan menjadi *output* adalah tegangan pada sistem, harmonisa arus, dan harmonisa tegangan. Sehingga, ketiga data tersebut akan menjadi target data pada proses learning itu dan data daya yang diinjeksi, arus injeksi, dan rating CB akan menjadi *input* data.

3.2.4.2 Menentukan training function

Pada tahap ini melakukan menentukan *training function*, *training function* merupakan algoritma yang digunakan dalam *learning* artificial neural network. *Training function* pada algortitma ini ada 3 jenis yang bisa digunakan yaitu *training Bayesian regularization*, training ini

digunakan untuk permasalahan yang sangat kompleks dan membutuhkan waktu yang lama dalam melakukan learning, selanjutnya *training Scaled Conjugate Gradient*, ini digunakan untuk permasalahan yang tidak membutuhkan memori yang banyak, dan yang terakhir adalah *training Levenberg Marquardt*, ini digunakan untuk permasalahan yang sederhana, dan melakukan learning dengan cepat, dan memiliki memori yang banyak.

Tabel 3.5 Perbandingan tiap training

Training	MSE
Bayesiaan Regularization	1.5
Levenberg Marquardt	0.4
Scaled Conjugation Gradient	0.9

Pada Tabel 3.5 menunjukan perbandingan tiap algoritma training. Pada tahapan ini penulis melakukan percobaan dengan membandingkan tiga algoritma training diatas, proses learning dilakukan menggunakan 1000 data yang telah diambil dan menggunakan parameter yang sama namun algoritma training yang berbeda dan didapatkan hasil MSE atau *mean squared error*, dimana MSE menunjukan kesalahan atau error terhadap *learning* yang dilakukan, sehingga MSE harus sangat kecil. Dan pada percobaan ini algoritma *Levenberg Marquardt* memiliki MSE terkecil. Sehingga pada penelitian ini kita menggunakan training *Levenberg marquardt.*

3.2.4.3 Menentukan hidden layer

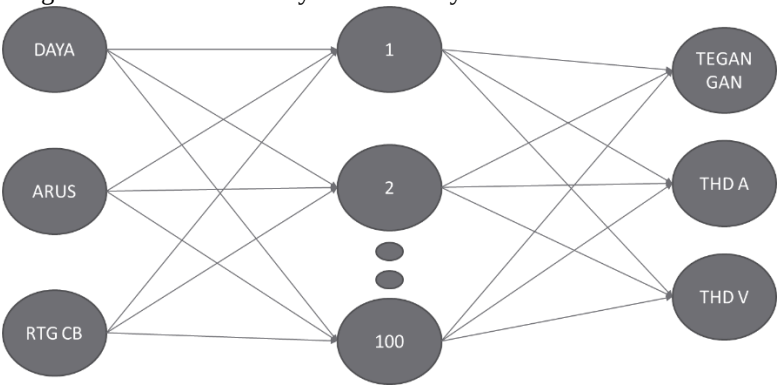
Tahapan ini merupakan tahapan penentuan *hidden layer*, *hidden layer* merupakan *layer* tersembunyi yang digunakan untuk meneruskan dari *input* ke *output.* Semakin banyak hidden layer maka proses *learning* akan semakin lama, namun MSE akan semakin baik tapi hidden layer yang banyak juga membuat *over fitting* sehingga pada penelitian ini, dilakukan beberapa percobaan *trial* dan error untuk menentukan *hidden layer* yang sesuai. Percobaan dilakukan dengan menggunakan 1000 data training yang telah diambil, dan menggunakan algoritma *training levenberg marquardt* dengan parameter yang sama dan dicoba beberapa *hidden layer* mulai dari 10, 30, 50, 80, 100, dan yang memiliki nilai MSE terkecil yang *hidden layernya* 100, walaupun training yang dilakukan prosesnya menjadi lebih lama.

Tabel 3.6 Perbandingan Tiap Hidden Layer

Hidden Layer	MSE
10	0.9
30	0.7
50	0.65
80	0.53
100	0.42

3.2.4.4 Create a Network

Psda tahapan ini adalah tahapan dimana setelah menentukan hidden layer, training function dan input dan target data, maka akan dibuat arstitektur jaringan neural network yang akan digunakan. Pada gambar 3. 13 merupakan arsitektur jaringan NN yang telah dibuat berdasarkan hasil trial error yang dilakukan, dimana pada gambar jaringan memiliki 3 input bervariabel daya (watt), arus (ampere), rating CB (ampere) dengan output tegangan(volt), THD A (%), THD V (%), dan memiliki hidden layer dengan 100 neuron dan 1 layer tersembunyi.



Gambar 3.13 Arsitektur Artificial Neural Network

3.2.4.5 Menentukan Parameter Training

Pada tahapan ini merupakan tahapan menentukan parameter parameter yang digunakan pada *training* ini. Pada penentuan parameter ini juga menentukan parameter persentase data *training*, *testing*, dan *validation*, dan pada training ini menggunakan persentase 70% data

training, 15% data *tes*t, dan 15% data *validation*. Selain itu adapun parameter-parameter yang dapat ditentukan, yaitu:

1. net.trainParam.epochs

   merupakan parameter yang hamper mirip dengan iterasi namun memiliki pengertian berbeda, satu *epochs* ketika seluruh data input telah mencapai ke output dan dibalikan ke *input*. Pada training epoch sangat penting, semakin banyak epoch maka akan membuat semakin banyak iterasi yang dilakukan dan dapat menemukan dimana error terkecil. Pada penelitiaan ini epoch yang digunakaan 1000 epochs
2. net.trainParam.goal

   merupakan parameter untuk menentukan performance dari target yang diinginkan. Pada penelitiaan diinginkan error yang sangat kecil untuk mendapat keakuratan dari data, sehingga pada penelitiaan ini menggunakan goal sebesar 0.00001
3. net.trainParam.max_fail

   merupakan parameter dari maksimum kesalahan validasi, biasanya untuk max_fail sudah ditentukan sebanyak 100 namun jika ingin dirubah sebaiknya lebih kecil.
4. Net.trainParam.min_grad

   merupakan parameter dari hasil minum dari performansi gradient, untuk ini juga sudah ditentukan sebesar 0.0000001
5. Net.trainParam.mu

   Merupakan parameter initial mu, yang bertujuan untuk mengontrol bobot proses pembaruan neuron selama training, karena pada training kali ini menggunakan algoritma Levenberg marquardt akan lebih baik jika nilai mu nya mendekati 1 atau 1, untuk menghindari training yang berhenti dengan cepat.
6. Net.trainParam.mu_dec

   Merupakan parameter untuk mengurangi overfitting, dan karena pada training ini menggunakan algoritma training Levenberg marquardt, lebih baik jika nilai mu_ dec mendekati nilai 1, dan pada penelitian ini menggunakan nilai 0,8

3.2.4.6 Normalisasi Data

Pada tahap ini melakukan normalisasi data, normalisasi data sangat penting dilakukan dikarenakan, data yang dipakai pada penelitian ini memiliki *range* yang berbeda tiap variabel, seperti daya yang memiliki nilai range dari 0 – 660 Watt, sedangkan untuk arus memiliki *range* dari 0 – 3 Ampere. Penelitiaan ini membutuhkan normalisasi agar *weight* saat

training antara tiap variabel sama, sehingga training dapat berjalan dengan lancar dan hasilnya optimal.

Normalisasi data memiliki 3 tipe yaitu *none* yang berarti tidak ada normalisasi, *standard* yang berarti normalisasi dilakukan hanya pada error dan target, sedangkan yang terakhir *percent*, normalisasi dilakukan pada semua bagian. Untuk itu pada penelitian ini digunakan normalisasi percent karena untuk data target dan data input sendiri memiliki variabel yang rangenya berbeda.

Setelah melakukan proses learning dengan menggunakan normalisasi di dapatkan hasil MSE dengan normalisasi 0.007 sedangkan tanpa normalisasi didapatkan nilai MSE 0.4, ini membuktikan bahwa normalisasi membuat MSE semakin kecil sehingga error yang terjadi semakin berkurang dan mendapatkan hasil yang optimal.

3.2.4.7 Generate Matlab Function

Tahap ini merupakan tahapan setelah proses *learning*. Setelah melakukan proses *learning* dapat dilihat hasil MSE yang didapatkan, semakin kecil MSE maka semakin akurat prediksi yang dihasilkan. Saat MSE dirasa sudah sesuai maka matlab akan menmbuat suatu algoritma atau fungsi yang berbentuk *script* untuk mensimulasikan *neural network* yang sudah dilengkapi dengan nilai *weight, bias*, fungsi modul dari hasil *learning* dan kalkulasi yang sudah disatukan dalam satu m file. *Matlab function* inilah yang digunakan untuk data *testing*.

3.2.5 Analisa Data

Pada tahapan ini merupakan tahapan analisa data, Analisa data dilakukan setelah melakukan tahap simulasi. Data yang didapat dari data testing akan dianalisa, Analisa dilakukan untuk mengetahui apakah data yang didapat sesuai dengan hipotesis yang telah dilakukan. Dan analisa ini dapat menentukan dampak dari penetrasi daya photovoltaic terhadap sistem kelistrikan tegangan rendah. Dan juga analisa inilah yang dapat menentukan batas maksimum dari injeksi suatu photovoltaic.

3.2.6 Pembuatan Laporan Tugas Akhir

Setelah semua tahapan dilakukan, ini merupakan tahapan terakhir yaitu penyusunan dan pembuatan laporan tugas akhir dari penelitian yang telah dilakukan.

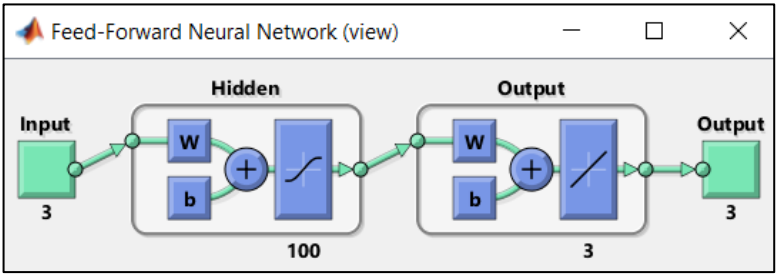
BAB 4
HASIL DAN ANALISA DATA

4.1 Hasil Simulasi

Pada sub bab ini akan menjelaskan hasil dari simulasi yang telah dilakukan, pada bab 3 telah dijabarkan bagaimana simulasi yang akan dilakukan. Hasil dari simulasi akan dijelaskan dalam, 2 sub bab berbeda yaitu, hasil proses learning yang sudah dilakukan dan yang kedua merupakan hasil data testing yang dilakukan terhadap beberapa data.

4.1.1 Hasil *Learning*

Sub bab ini akan menjelaskan tentang hasil *learning* yang telah dilakukan. Seperti yang sudah dibahas pada bab 3, proses *learning* dilakukan dengan menggunakan 3 data input, yaitu data daya injeksi, arus injeksi dan rating CB, dan 3 data target yaitu tegangan pada sistem, harmonisa arus, dan harmonisa tegangan. Data yang digunakan pada proses learning ini menggunakan 1000 data yang sudah diolah. Proses ini menggunakan 2 *layer feed forward neural network*, dan menggunakan algoritma *training* dari *Levenberg marquardt*, memiliki *hidden layer*, dan data yang telah dinormalisasi.

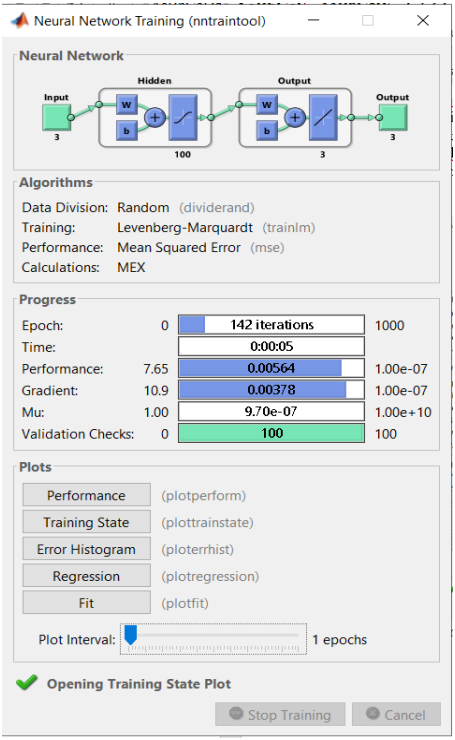


Gambar 4.3 Arsitektur Learning Neural Network

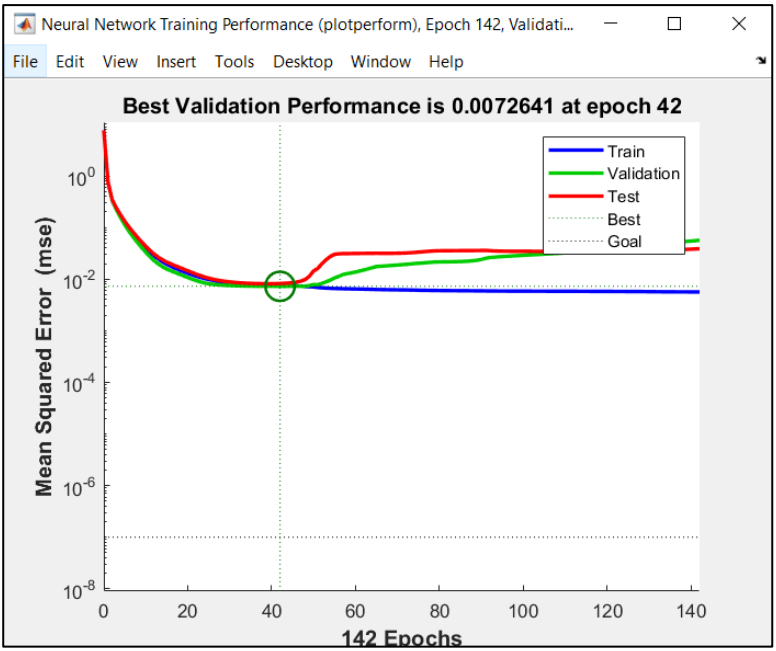
Pada gambar 4.1 merupakan tampilan arsitektur proses *learning* yang berlangsung pada matlab. Dapat dilihat bahwa pada proses *learning* penelitian ini menggunakan *feed forward neural network* dengan 3 input dan 3 target data yang akan menghasilkan 3 output, dan pada learning ini menggunakan 2 *layer*, pada *layer* 1 dapat dilihat bahwa menggunakan 100 *hidden layer* dan pada *layer* 2 menggunakan 3 *hidden layer*, dan juga

kedua layer tersebut menggunakan fungsi aktivasi tansig pada layer pertama dan purelin pada layer 2.

Pada gambar 4.2 merupakan proses *learning* yang dilakukan dengan parameter yang sudah ditentukan seperti yang sudah dijelaskan pada bab 3. Dapat dilihat proses learning berhenti saat 142 iterasi, ini dikarenakan validation check sudah memenui target yaitu 100 target. Dan performance yang akan ditampilkan merupakan Mean Squared Error (MSE), dapat dilihat juga kita dapat melihat plots dari performance MSE, *training state*, error histogram, atau regresi data.

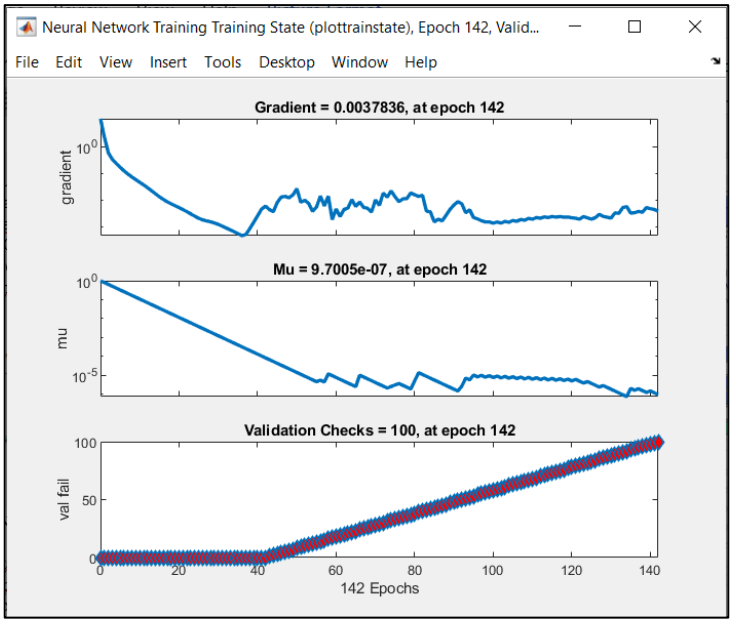


Gambar 4.4 Proses learning ANN



Gambar 4.5 MSE proses learning

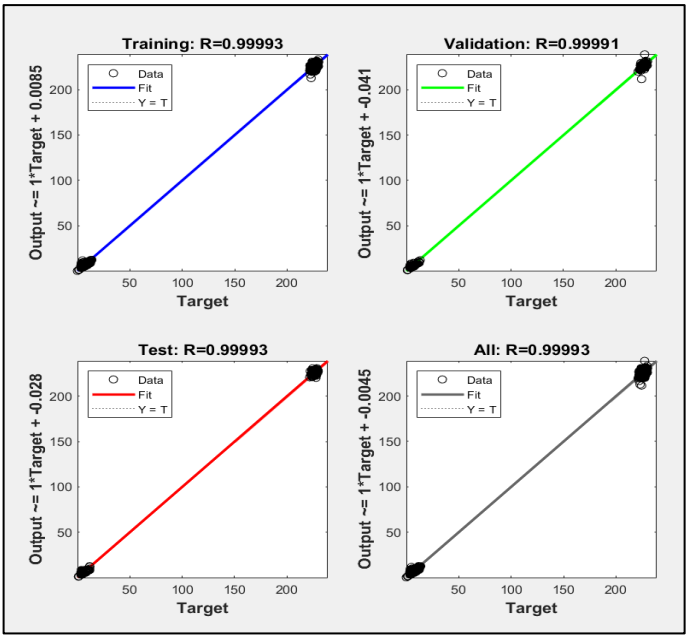
Pada gambar 4.3 menunjukan grafik dari MSE atau *Mean Squared Error* dari proses *learning* yang dilakukan. Grafik *train test* dan *validation* merupakan grafik proses *learning* selama iterasi dan akan terus berjalan hingga menemukan nilai error validasi terkecil. Sedangkan grafik putus putus *best* adalah grafik yang menunjukan titik potong dimana hasil iterasi dengan MSE terkecil, dan *goa*l sendiri merupakan parameter error yang diinginkan mencapai 0,00001. Dan dapat dilihat hasil validasi terbaik dari 142 iterasi yang berada pada epoch 42 dengan MSE 0.007264, dengan nilai *train,validation*, dan t*est* sejajar pada satu titik yaitu 0.007264. MSE ini menunjukan performance error dari learning yang dilakukan sehingga semakin kecil MSE, hasil *learning* yang dilakukan akan semakin baik dan juga membuat error yang sangat kecil.



Gambar 4.6 Plot training state

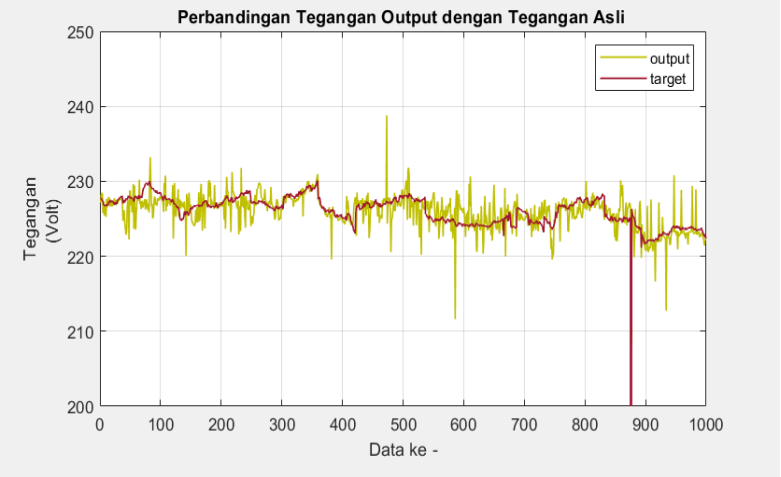
Pada gambar 4.4 merupakan gambar plot dari *training state* yang telah dilakukan plot *training state* memperlihatkan grafik parameter training yang telah dilakukan, dilihat bahwa grafik *gradient* menunjukan 0.00378 pada epoch 142, dan *validation check* yang sudah mencapai 100 validation saat epoch 142

Pada gambar 4.5 merupakan grafik regresi, dimana regresi merupakan grafik yang menunjukan kecocokan data pada output training dengan data target, dimana saat *learning* data terbagi tiga yaitu data *training*, *test*, dan data *validation.* Sehingga regresi melakukan pencocokan data *output* dengan data target. Dan dapat dilihat total regresi pada proses *learning* ini 0.9993.

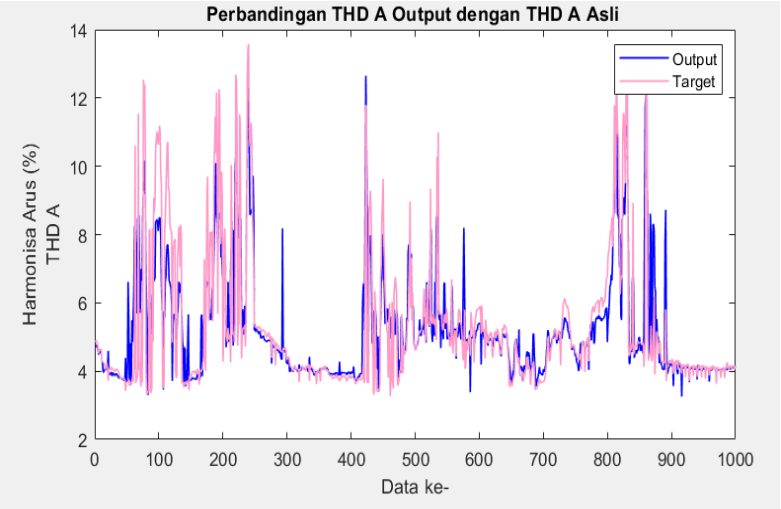


Gambar 4.7 Hasil regresi pada proses learning

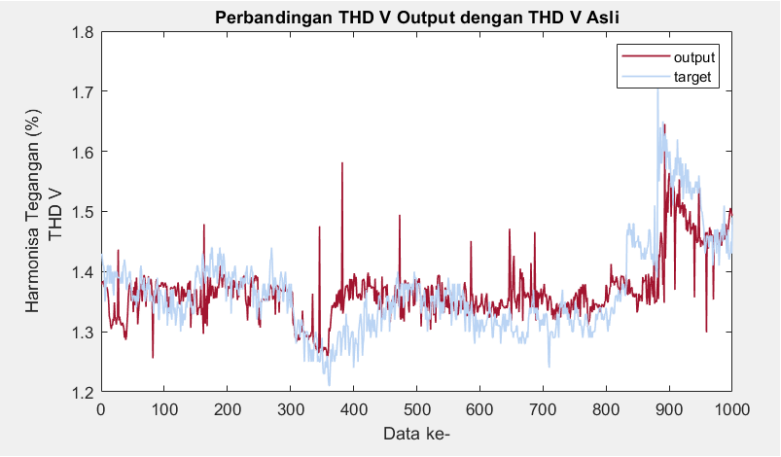
Setelah melakukan proses *learning* atau *training*, akan didapatkan output sesuai dengan hasil *learning* yang dilakukan. Pada learning ini, melakukan *le*arning dengan *input* 1000 data dengan 3 variabel data dan target 1000 data juga dengan 3 variabel data, sehingga akan menghasilkan *output* sebanyak 1000 data, dengan 3 variabel data. Hasil dari *output* akan diplotting dengan data target, untuk melihat perbandingan antara data prediksi dengan data asli. Plotting dilakukan menggunakan matlab. *Plotting* dilakukan dengan memasukan data y dan data target, data y merupakan data output ataupun data prediksi, dan data target merupakan data target atau data asli.



Gambar 4.8 Plot perbandingan hasil tegangan data asli dengan data output hasil simulasi



Gambar 4.9 Plot perbamdingan hasil harmonisa arus data asli dengan data output hasil simulasi



Gambar 4.10 Plot Perbandingan hasil harmonisa tegangan data asli dengan data output hasil simulasi

Pada gambar 4.6 menunjukan grafik plottingan tegangan dari data prediksi dengan data asli, dapat dilihat bahwa data prediksi memiliki perbedaan yang terhadap pada data asli, namun setelah dicoba plotting pada data excel rata rata error pada hasil prediksi tegangan 5%.

Pada gambar 4.7 menunjukan garafik plottingan harmonisa arus dari data prediksi dengan data asli, namun dapat dilihat pada data prediksi memiliki perbedaan, tidak semua yang berbeda namun cukup banyak perbedaanya walaupun kecil, setelah diplotting ke excel dan dicari rata rata error yang dihasilkan pada prediksi, dan prediksi memiliki nilai error sebesar 10%.

Pada gambar 4.8 menunjukan grafik plottingan harmonisa tegangan dari data prediksi dengan data asli, namun dapat dilihat prediksi memiliki perbedaan, walaupun tidak semuanya berbeda namun hasil prediksi cukup mendekati data target, dan setelah diplotting ke excel dan dicari rata rata error yang dihasilkan pada prediksi, setelah dicari dapat dilihat bahwa rata rata error yang dihasilkan 7%

4.1.2 Hasil Data Testing

Data testing dilakukan untuk memprediksi output yang dihasilkan jika memasukan input sesuai dengan yang diinginkan. Data testing dilakukan dengan menggunakan script yang dihasilkan setelah melakukan proses *learning*. Pada data testing ini menggunakan beberapa data untuk mengetahui dampak dari penetrasi photovoltaic.

4.1.2.1 Data Testing Input daya 0 – 2200 W

Pada sub bab ini melakukan data testing dengan menggunakan data input daya dari 0 – 2200 W, input arus 0 – 10A, dan input CB 10A.

Tabel 4.1 Hasil Data Testing 0 -2200 Kw

Daya	Arus	CB	Tegangan	THD A	THD V
0,0	0,0	10	220	14,6	1,5
50,0	0,2	10	189,0	16,9	1,1
100,0	0,5	10	226,1	13,0	1,4
150,0	0,7	10	223,6	4,1	1,4
200,0	0,9	10	224,0	3,6	1,3
250,0	1,1	10	223,2	3,1	1,4
300,0	1,4	10	223,3	3,4	1,3
350,0	1,6	10	223,7	2,1	1,4
400,0	1,8	10	224,1	3,8	1,4
450,0	2,0	10	223,1	2,3	1,4
500,0	2,3	10	223,7	4,6	1,5
550,0	2,5	10	221,6	4,5	1,6
600,0	2,7	10	219,1	4,6	1,7
650,0	3,0	10	215,2	4,6	1,5
700,0	3,2	10	226,0	4,5	1,4
750,0	3,4	10	260,4	5,2	1,6
800,0	3,6	10	317,2	5,8	1,6
850,0	3,9	10	363,3	5,4	1,6

Tabel 4.2 Hasil Data testing 0 – 2200 W

Daya	Arus	CB	Tegangan	THD A	THD V
900,0	4,1	10	440,9	5,3	1,8
950,0	4,3	10	484,4	5,4	2,0
1000,0	4,5	10	491,5	4,6	2,1
1050,0	4,8	10	497,9	4,5	2,1
1100,0	5,0	10	519,8	4,8	2,0
1150,0	5,2	10	550,6	4,2	1,8
1200,0	5,5	10	562,1	4,3	1,7
1250,0	5,7	10	560,9	4,2	1,7
1300,0	5,9	10	555,9	5,1	1,7
1350,0	6,1	10	549,3	3,9	1,7
1400,0	6,4	10	541,8	3,5	1,6
1450,0	6,6	10	533,5	3,1	1,6
1500,0	6,8	10	524,6	3,6	1,6
1550,0	7,0	10	515,3	3,1	1,5
1600,0	7,3	10	506,4	2,6	1,5
1650,0	7,5	10	498,9	2,2	1,5
1700,0	7,7	10	494,4	1,8	1,4
1750,0	8,0	10	495,0	1,4	1,4
1800,0	8,2	10	502,2	1,0	1,4
1850,0	8,4	10	514,8	0,6	1,3
1900,0	8,6	10	529,2	0,2	1,3
1950,0	8,9	10	540,5	0,1	1,3
2000,0	9,1	10	546,7	0,3	1,3
2050,0	9,3	10	548,2	0,4	1,2
2100,0	9,5	10	546,6	0,4	1,2
2150,0	9,8	10	543,6	0,4	1,2
2200,0	10,0	10	565,2	0,1	1

Pada tabel 4.1 dan 4.2 merupakan tabel hasil data testing terhadap data dengan input daya 0 – 2200 Watt, dapat dilihat bahwa saat diatas 750 hingga 2200 Watt tegangan yang dihasilkan meningkat dan melewati batas standar PLN, dimana standar PLN +5% dan -10% yang berarti rentang tegangan yang diperbolehkan adalah dari 189 V hingga 230V dan hasil yang ditunjukan sudah melewati batas tegangan yang sudah ditetapkan.

Dapat dilihat juga harmonisa arus sangat tinggi ketika daya 0 hingga 100 W dan melewati standar harmonisa yang sudah ditetapkan, untuk dibawah 66 kV yaitu 0 – 5%, namun setelah daya melewati 100 W, harmonisa cukup stabil dan menurun setelah daya yang yang dinjeksi melebihi 750 Watt.

Prediksi yang dilakukan terhadap harmonisa tegangan menunjukan hasil semakin besar daya yang dinjeksi maka harmonisa tegangan juga akan semakin kecil, dan terlihat harmonisa tegangan tidak menimbulkan dampak apapun karena tidak melewati standar harmonisa tegangan yang telah di tetapkan yaitu 0 – 5%.

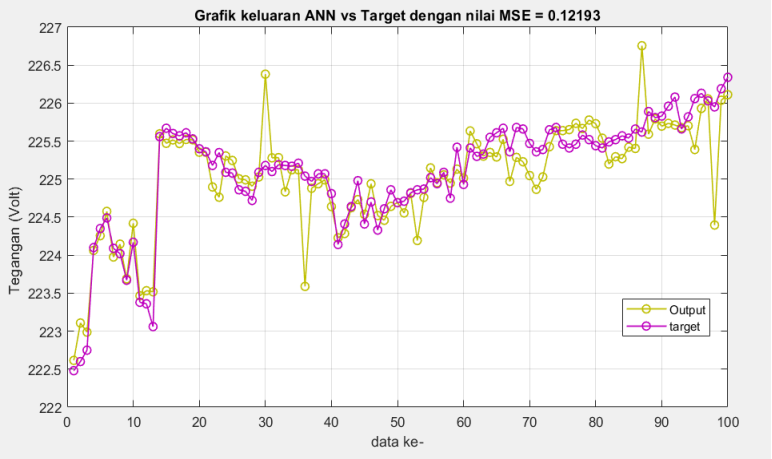
4.1.2.2 Data Testing 100 data

Pada sub bab ini merupakan hasil data testing 100 data dari pengambilan data flukemeter yang sudah dipisahkan 1000 data proses learning dan 100 data sebagai data testing. Data yang diambil sedikit berbeda karena data yang diambil merupakan data perlima menit PV dari jam 8.00 hingga jam 15.00. Data testing ini dilakukan untuk dapat membandingkan antara data asli dengan data prediksi dan juga melihat fluktuatif tegangan yang terjadi per 5 menit.

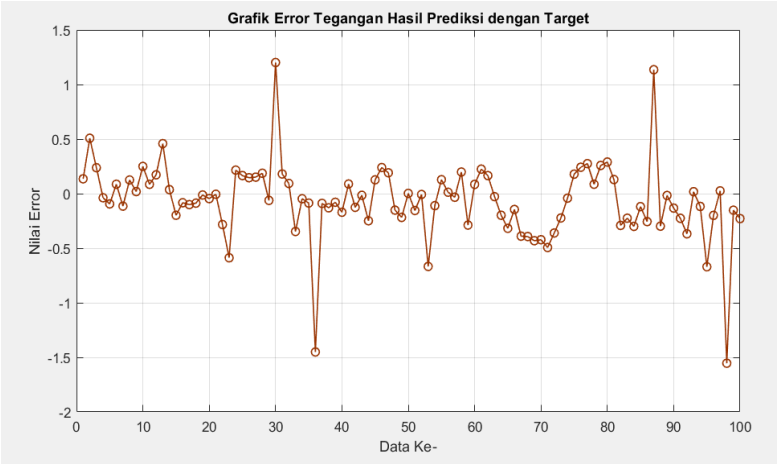
Pada gambar 4.9 merupakan grafik perbandingan tegangan hasil prediksi dengan data asli atau target, terlihat bahwa hasil prediksi cukup mendekati data aslinya, dan pada grafik kita dapat mengetahui bahwa MSE pada hasil prediksi adalah 0,12. Dan pada gambar 4.10 merupakan nilai error tegangan hasil prediksi, nilai error didapatkan dari pengurangan hasil prediksi dengan data asli. Grafik menunjukan error paling besar adalah 1,5 Volt. Dan setelah dilakukan ploting di excel rata rata error yang dihasilkan adalah 0,5 Volt.

Pada gambar 4.11 menunjukan grafik hasil data testing harmonisa arus (THD A) yang dikomparasikan dengan data real atau data target, dapat dilihat terdapat perbedaan antara data real dengan data asli, dan pada grafik menunjukan MSE hasil prediksi yaitu 0,138. Pada gambar 4.12 menunjukan grafik nilai error yang berasal dari pengurangan hasil

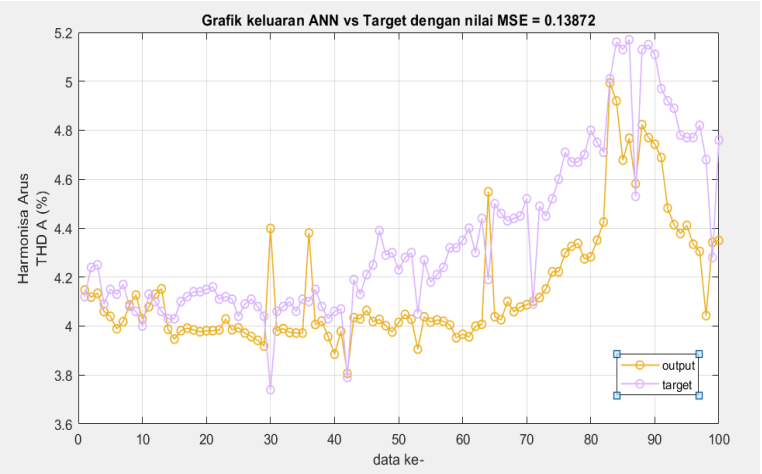
prediksi dengan data real, dan terlihat bahwa error terbesar adalah 0,7%. Dan setelah diplotting pada excel, didapatkan bahwa rata rata error THD A adalah 0,5%,



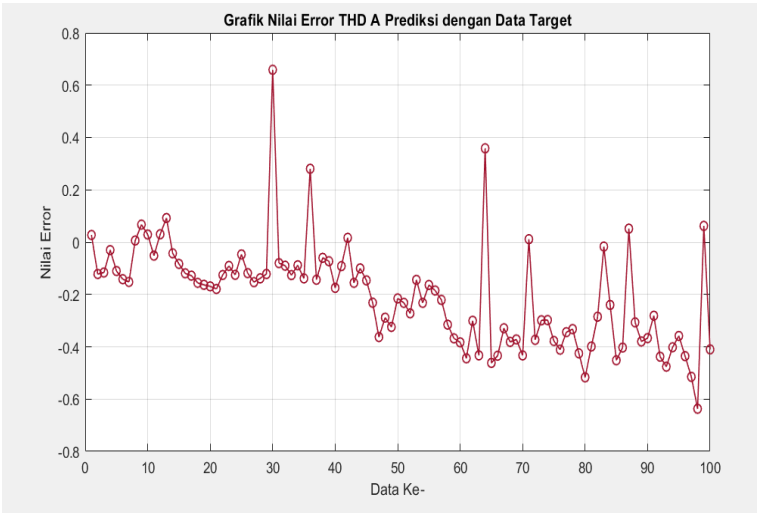
Gambar 4.11 Hasil data testing perbandingan tegangan



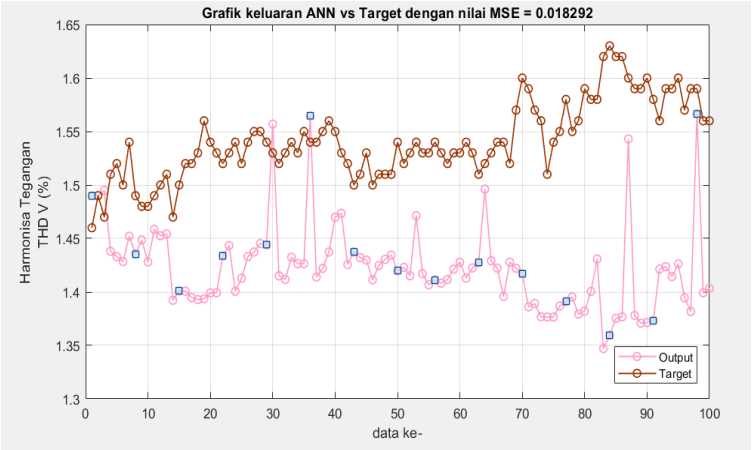
Gambar 4.12 Grafik nilai error tegangan hasil prediksi dengan target



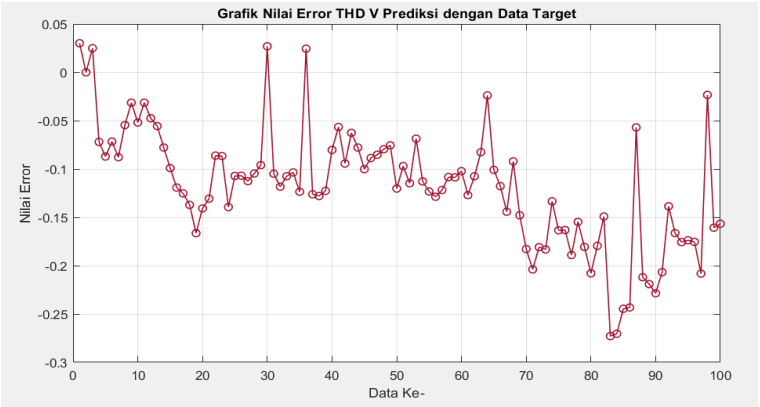
Gambar 4.13 Hasil data testing perbandingan THD A



Gambar 4.14 Grafik nilai error THD A hasil prediksi dengan data target



Gambar 4.15 Hasil data testing perbandingan THD V



Gambar 4.16 Grafik nilai error THD V hasil prediksi dengan data target

Pada gambar 4.13 merupakan hasil data *testing* harmonisa tegangan (THD V) yang sudah dikomparasikan dengan data real atau data target, dan dapat dilihat bahwa data prediksi dan data real memiliki perbedaan, dan pada grafik menunjukan MSE hasil prediksi yaitu 0,018. Pada gambar 4.14 menunjukan nilai error yang dihasilkan pengurangan hasil prediksi dengan data real, terlihat error yang terbesar adalah 0,27% dan setelah di plotting di excel didapakan rata rata error THD V 0,1%.

4.2 Analisa Data

Pada sub bab ini merupakan sub bab analisa data. Setelah melakukan beberapa tahapan penelitiaan, tahapan analisa data merupakan tahapan yang penting pada penelitiaan ini. Analisa data akan dilakukan berdasarkan hasil dari simulasi dan hasil dari data testing yang telah dilakukan.

Berdasarkan hasil proses learning yang telah dilakukan, hasil mean squared error yang didapatkan adalah 0.007264. Hasil MSE ini didapatkan setelah melakukan proses learning yang berulang ulang. MSE menunjukan performansi error terhadap proses training yang dilakukan, sehingga semakin kecil MSE, maka hasil learning akan semakin bagus dan prediksi yang dilakukan akan mendekati data asli. Dan dari proses learning tersebut kita mendapatkan output sebagai hasil dari proses learning yang sudah kita lakukan, dan pada sub bab 4.1.1 telah dilampirkan beberapa gambar grafik yang merupakan hasil perbandingan antara data output learning dengan data asli dan dapat dilihat bahwa hasil prediksi dengan data asli masih memiliki banyak error yang terjadi, dan setelah diplotting dan 6 rata pada excel error yang terjadi terhadap tegangan sebesar 3 V, terhadap harmonisa arus rata rata error yang terjadi sebesar 0,5%, dan pada harmonisa tegangan rata rata error yang terjadi sebesar 0,1%.

Berdasarkan hasil data testing menggunakan data daya 0 – 2200 Watt, dapat dilihat pada data tegangan hasil prediksi bahwa semakin naik daya injeksi pada sistem kelistrikan maka semakin naik juga tegangannya. Pada prediksi yang dilakukan terlihat jika semakin tinggi daya injeksi maka tegangan akan naik dan melewati standar yang telah ditentukan, dimana standar pada tegangan dibawah 20 kV adalah +5% dan -10% yang berarti tegangan dinyatakan dalam batas aman jika masih masuk kedalam range antara 189 Volt hingga 230 Volt. Tegangan yang melewati standar akan menimbulkan dampak buruk terhadap sistem kelistrikan dan akan mengakibatkan kerusakan pada peralatan. Pada data testing juga memprediksi harmonisa arus, terlihat bahwa harmonisa arus akan menurun seiring bertambahnya daya yang diinjeksi, ini bisa dikatakan dampak yang baik dikarenakan harmonisa yang tetap pada standar yang ditentukan, dimana standar harmonisa arus maksimal yaitu 5%, sehingga harmonisa arus harus dibawah 5%. Pada hasil prediksi harmonisa arus

melewati batas saat daya injeksi 0 – 100 Watt, dan saat 750 Watt – 950 Watt. Harmonisa arus yang melewati standar akan berdampak buruk terhadap sistem kelistrikan, dimana jika terjadi harmonisa yang tinggi peralatan dan kabel akan panas dan juga arus pada sistem akan bertambah. Dan parameter terakhir pada prediksi adalah harmonisa tegangan, pada prediksi ini terlihat bahwa semakin besar daya injeksi maka harmonisa tegangan akan semakin menurun, dan setelah di analisa harmonisa tegangan yang diprediksi tidak melewati standar yang ditentukan dimana batas nya 0 – 5% dan pada harmonisa tegangan yang diprediksi nilai tertingi yaitu 2,0%. Terlihat saat injeksi daya 2200 Watt dimana arus injeksi 10 A, masih terdapat tegangan yang tinggi pada sistem, sehingga dapat disimpulkan CB tidak mempunyai pengaruh apapun terhadap penelitian ini, dimana seharusnya jika arus telah sama atau melebihi rating CB, CB akan open sehingga tegangan akan bernilai 220 atau stabil.

Berdasarkan hasil data testing menggunakan 100 data sampling yang telah diambil, dapat dilihat bahwa hasil prediksi dengan hasil data asli memiliki perbedaan. Parameter pertama yaitu tegangan, pada data testing kali ini prediksi dilakukan dengan 100 data yang merupakan data per 5 menit dalam satu hari, dimana setelah melakukan simulasi dihasilkan data sesuai dengan grafik yang telah ditampilkan, dan dibandingkan dengan data real atau target, didapat MSE hasil prediksi yaitu 0,12, dimana MSE cukup bagus sehingga hasil prediksi cukup mendekati. Dimana setelah diplotting pada excel terdapat rata rata error sebesar 0,5 Volt, dimana error terbesar 1,5 Volt. Dan karena ini merupakan data per lima menit bisa dilihat fluktuasi tegangan yang terjadi dikarenakan daya injeksi yang tidak stabil. Parameter selanjutnya adalah harmonisa arus, pada data testing ini terlihat bahwa data real atau data target terdapat perbedaan dengan hasil prediksi, namun hasil prediksi mengkitui atau cukup mendekati pola data real dengan MSE yang didapatkan 0,13, hasil MSE cukup bagus sehingga hasil prediksi mendekati data real. Dimana setelah dilakukan plotting didapatkan rata rata error 0,5% dimana error terbesar 0,7%. Parameter terakhir adalah harmonisa tegangan, dimana setelah diplotting kedalam grafik terlihat bahwa perbandingan antara hasil prediksi dengan data real memiliki MSE 0,018 dimana hasil MSE ini cukup bagus karena hasil prediksi mendekati.

Dan setelah dilihat terdapat rata rata error sebesar 0,1% dengan error terbesar 0,25%.

Setelah melakukan tahapan data testing, dan dapat disimpulkan dari seluruh hasil data testing bahwa dampak dari penetrasi photovoltaic terhadap sistem kelistrikan adalah tegangan yang meningkat seiring naiknya daya dan arus injeksi dan bukan hanya itu, dikarenakan PV memiliki daya dan arus yang tidak stabil dikarenakan cuaca yang tidak menentu, mengakibatkan fluktuasi tegangan yang dapat kita lihat pada hasil data testing per 5 menit terjadi fluktuasi tegangan setiap 5 menitnya, walaupun fluktuasi yang dihasilkan hanya sebesar 3 Volt atau 5 Volt. Dan dari hasil data testing bahwa saat injeksi daya melebihi 700 Watt, tegangan yang dihasilkan melebihi standar PLN terhadap tegangan dibawah 20kV.

Selain tegangan dampak lain adalah harmonisa arus yang meningkat, pada sistem Photovoltaic yang diteliti dan dari hasil data testing dapat dilihat juga bahwa saat daya yang dinjeksi dari 0 hingga 100 Watt dan saat 750 Watt – 950 Watt, harmonisa arus meningkat dan melewati standar yang telah ditentukan, dan ini akan mengakibatkan dampak seperti peralatan yang panas dikarenakan harmonisa arus yang tinggi dan juga tambahan arus pada sistem yang akan mengakibatkan overload. Selain itu dari data testing terlihat jika harmonisa arus cukup berfluktuatif setiap 5 menitnya, ini dikarenakan daya yang tidak stabil, dan tidak berdampak buruk jika fluktuatif harmonisa tidak melewati standar yang telah ditentukan.

Hasil data testing yang dilakukan juga tidak hanya tentang tegangan sistem dan harmonisa arus, dilakukan juga untuk harmonisa tegangan, namun pada penelitiaan ini harmonisa tegangan juga diteliti, dan pada harmonisa tegangan tidak ditemukan ada dampak appaun yang membahayakan sistem kelistrikan, hanya saja dapat dilihat semakin tinggi daya yang diinjeksi maka harmonisa tegangan akan menurun secara perlahan dan seperti yang lain, harmonisa tegangan cukup berfluaktif namun fluktuatif harmonisa tegangan hanya 0,1%.

Pada data testing juga ada variabel rating CB yang ditujukan untuk melihat apakah metode penelitiaan dapat memperlihatkan pengaruh CB terhadap panel, dimana saat arus yang diinjeksi melebihi rating dari CB, CB akan bekerja dan memutuskan arus sehingga tegangan pada

sistem akan stabil di 220 Volt karena CB hanya akan memutuskan tegangan injeksi sehingga tegangan pada CB akan bernilai 0 Volt namun tegangan di sistem akan stabil di 220 Volt. Namun pada penelitian ini, hasil seperti ini tidak dapat dibuktikan dengan metode ini dikarenakan, dari pengambilan data, data untuk rating CB tidak berubah dan tidak ada pengaruh apapun terhadap data yang diambil.

Penelitian ini menggunakan sistem Photovoltaic on grid dengan sistem kelistrikan 220 Volt, dimana sistem ini menggunakan PV kapasitas 1140 Watt. Dan dari hasil penelitian yang dilakukan didapatkan dampak dampak injeksi PV terhadap sistem kelistrikan dimana, naiknya tegangan yang melewati standar, fluktuasi tegangan, dan juga harmonisa arus yang meningkat. Dan pada penelitian ini setelah dilakukan analisa data disimpulkan bahwa batas aman injeksi daya pada sistem kelistrikan ini 0 hingga 720 Watt. Dimana jika melewati batas aman ini akan terjadi dampak dampak yang membahayakan peralatan dan sistem kelistrikan itu sendiri.

Berdasarkan dari analisa data yang telah dilakukan, penelitian ini menghasilkan prediksi dengan rata rata error sebesar 10%. Hal ini dikarenakan perlunya variasi data yang cukup banyak dengan durasi yang panjang. Diharapkan dengan terpenuhinya beberapa faktor tersebut akan menggurangi error dari data hasil prediksi yang telah dilakukan.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 5
PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berikut adalah beberapa kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan:

1. Hasil proses learning dari penelitiaan ini memiliki MSE 0.007, dimana semakin kecil MSE makin semakin akurat prediksi yang dilakukan
2. Hasil data testing menunjukan, semakin tinggi injeksi daya photovoltaic, maka semakin tinggi tegangan pada sistem, sedangkan untuk harmonisa arus akan menurun dan untuk harmonisa tegangan turun secara stabil.
3. Batas aman injeksi Photovoltaic terhadap sistem kelistrikan pada penelitiaan ini adalah 0 – 720 Watt, jika lebih diatas 720 Watt akan memberikan dampak buruk pada sistem kelistrikan.
4. Metode penelitian ini terbukti dapat memprediksi dampak penetrasi PV, walaupun prediksi ini memiliki error sebesar 10%.
5. Tidak terdapat pengaruh apapun yang diberikan pada aspek peralatan, dimana seharusnya saat arus injeksi telah melewati batas rating CB, CB akan open dan tegangan akan kembali bernilai 220 Volt.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat membangun atau membantu penelitiaan berdasarkan hasil analisis untuk pengembangan penelitian ini:

1. Pengambilan data harus dilakukan selama kurang lebih 6 bulan agar variasi data lebih banyak
2. Variabel data yang digunakan pada simulasi harus lebih di perbanyak agar keakuratan prediksi meningkat
3. Disarankan untuk mengahapus rating CB karena tidak berpengaruh apapun dan ditambahkan dalam analisa data untuk rating peralatan yang dibutuhkan jika menggunakan inputan PV sesuai hasil prediksi.
4. Disarankan penelitian ini menggunakan sistem photovoltaic yang lebih besar kapasitasnya agar lebih keliatan dampaknya.

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR PUSTAKA

[1] X. Huang, W. Lu, and J. Li, "Photovoltaic grid simulation and harmonic analysis," in 2013 International Conference on Quality, Reliability, Risk, Maintenance, and Safety Engineering (QR2MSE), 2013, pp. 2014–2017.

[2] L. Hernández-Callejo, S. Gallardo-Saavedra, and V. Alonso-Gómez, "A review of photovoltaic systems: Design, operation and maintenance," Sol. Energy, vol. 188, pp. 426–440, Aug. 2019.

[3] L. Chaar, "Solar Power Conversion," p. 12.

[4] M. Patsalides, G. E. Georghiou, A. Stavrou, and V. Efthymiou, "Voltage regulation via photovoltaic (PV) inverters in distribution grids with high PV penetration levels," in 8th Mediterranean Conference on Power Generation, Transmission, Distribution and Energy Conversion (MEDPOWER 2012), 2012, pp. 1–6.

[5] M. A. S. Masoum and E. F. Fuchs, "Chapter 1 - Introduction to Power Quality," in Power Quality in Power Systems and Electrical Machines (Second Edition), M. A. S. Masoum and E. F. Fuchs, Eds. Boston: Academic Press, 2015, pp. 1–104.

[6] S. Ali, N. Pearsall, and G. Putrus, "Impact of High Penetration Level of Grid-Connected Photovoltaic Systems on the UK Low Voltage Distribution Network," Renew. Energy Power Qual. J., pp. 519–522, Apr. 2012.

[7] M. Karimi, H. Mokhlis, K. Naidu, S. Uddin, and A. H. A. Bakar, "Photovoltaic penetration issues and impacts in distribution network – A review," Renew. Sustain. Energy Rev., vol. 53, pp. 594–605, Jan. 2016.

[8] N. Mahmud and A. Zahedi, "Review of control strategies for voltage regulation of the smart distribution network with high penetration of renewable distributed generation," Renew. Sustain. Energy Rev., vol. 64, pp. 582–595, Oct. 2016.

[9] Perusahaan Umum Listrik Negara. (1995). SPLN 1 : 1995 : TEGANGAN TEGANGAN STANDAR. Jakarta: PLN.

[10] R. Sinvula, K. M. Abo-Al-Ez, and M. T. Kahn, "Total Harmonics Distortion (THD) with PV System Integration in Smart Grids: Case Study," in 2019 International Conference on the Domestic Use of Energy (DUE), 2019, pp. 102–108.

[11] Perusahaan Umum Listrik Negara. (1995). SPLN D5.004-1:2012: POWER QUALITY (REGULASI HARMONISA, FLICKER DAN KETIDAKSEIMBANGAN TEGANGAN TEGANGAN. Jakarta: PLN.

[12] C. Wan, J. Zhao, Y. Song, Z. Xu, J. Lin, and Z. Hu, "Photovoltaic and solar power forecasting for smart grid energy management," CSEE J. Power Energy Syst., vol. 1, no. 4, pp. 38–46, Dec. 2015.

[13] H. Yu, "Levenberg–Marquardt Training," Intell. Syst., p. 16.

LAMPIRAN

Data Training

Daya (Watt)	Arus (Ampere)	Rating CB	Tegangan (Volt)	THD A (%)	THD V (%)
482,7	2,1	10	227,7	4,9	1,4
475,6	2,1	10	227,7	4,9	1,4
474,4	2,1	10	227,6	4,9	1,4
472,0	2,1	10	227,4	4,8	1,4
491,3	2,2	10	227,3	4,7	1,4
498,1	2,2	10	226,8	4,5	1,4
486,5	2,1	10	226,8	4,7	1,4
492,2	2,2	10	226,8	4,6	1,4
496,5	2,2	10	226,7	4,6	1,4
488,8	2,2	10	226,8	4,7	1,4
507,5	2,2	10	226,8	4,3	1,4
513,0	2,3	10	227,0	4,3	1,4
525,2	2,3	10	226,8	4,3	1,4
531,8	2,3	10	227,1	4,2	1,4
535,9	2,4	10	227,3	4,2	1,4
547,6	2,4	10	227,2	4,1	1,4
548,4	2,4	10	227,5	4,1	1,4
540,5	2,4	10	227,4	4,2	1,4
535,5	2,4	10	227,2	4,2	1,4

Daya (Watt)	Arus (Amp)	Rating CB	Tegangan (Volt)	THD A (%)	THD V (%)
541,6	2,4	10	227,4	4,1	1,4
297,0	1,4	10	227,3	3,7	1,4
562,1	2,5	10	227,2	4,1	1,4
561,3	2,5	10	226,9	4,1	1,4
561,2	2,5	10	226,8	4,1	1,4
555,9	2,4	10	227,2	4,1	1,4
554,4	2,4	10	227,1	4,1	1,4
516,6	2,3	10	227,0	4,0	1,4
557,0	2,4	10	227,0	4,1	1,4
557,2	2,5	10	227,6	4,0	1,4
563,2	2,5	10	227,6	4,0	1,4
565,1	2,5	10	227,6	4,0	1,4
564,5	2,5	10	227,7	4,0	1,4
557,3	2,4	10	227,9	4,1	1,4
559,6	2,5	10	227,8	4,0	1,4
563,7	2,5	10	227,9	4,1	1,4
565,9	2,5	10	228,1	4,0	1,4
571,6	2,5	10	228,0	4,0	1,4
581,3	2,6	10	227,0	3,9	1,4
575,5	2,5	10	227,5	3,9	1,4
575,6	2,5	10	227,3	3,8	1,4

Daya (Watt)	Arus (Amp)	Rating CB	Tegangan (Volt)	THD A (%)	THD V (%)
582,7	2,6	10	227,2	3,8	1,4
587,1	2,6	10	227,5	3,8	1,4
593,0	2,6	10	227,7	3,8	1,4
595,1	2,6	10	227,6	3,8	1,4
605,1	2,7	10	227,6	3,8	1,4
609,7	2,7	10	227,9	3,8	1,4
606,2	2,7	10	228,1	3,8	1,4
325,5	1,5	10	228,0	3,4	1,4
613,2	2,7	10	227,8	3,7	1,4
613,5	2,7	10	227,8	3,7	1,4
518,7	2,3	10	227,9	3,7	1,4
180,9	0,8	10	227,7	3,7	1,4
212,2	0,9	10	227,7	3,8	1,4
608,1	2,7	10	227,7	3,7	1,4
618,6	2,7	10	227,6	3,6	1,4
243,3	1,1	10	227,3	3,6	1,3
616,6	2,7	10	227,9	3,6	1,4
400,2	1,8	10	228,0	3,7	1,4
374,3	1,6	10	228,1	3,8	1,4
210,2	0,9	10	227,8	3,7	1,4
196,9	0,9	10	227,7	4,0	1,4

Daya (Watt)	Arus (Amp)	Rating CB	Tegangan (Volt)	THD A (%)	THD V (%)
147,4	0,7	10	227,9	4,8	1,4
144,1	0,6	10	227,7	10,6	1,4
153,4	0,7	10	228,2	3,7	1,4
224,2	1,0	10	227,7	3,7	1,4
172,4	0,8	10	228,0	3,8	1,4
141,2	0,6	10	228,1	4,0	1,4
129,6	0,6	10	227,9	11,5	1,4
135,7	0,6	10	227,8	4,0	1,4
177,3	0,8	10	228,4	4,3	1,4
210,8	0,9	10	228,8	3,8	1,4
164,2	0,7	10	229,1	3,5	1,4
164,8	0,7	10	229,2	5,8	1,4
178,6	0,8	10	229,4	3,7	1,4
129,9	0,6	10	229,7	6,5	1,4
116,6	0,5	10	229,7	12,5	1,4
116,3	0,5	10	229,8	11,8	1,4
122,2	0,5	10	229,7	12,4	1,4
123,7	0,5	10	229,4	10,3	1,4
165,6	0,7	10	229,6	4,0	1,4
315,3	1,4	10	229,9	3,3	1,4
554,6	2,4	10	230,0	3,3	1,4

Daya (Watt)	Arus (Amp)	Rating CB	Tegangan (Volt)	THD A (%)	THD V (%)
676,5	2,9	10	229,6	3,4	1,3
235,3	1,0	10	229,3	3,4	1,4
204,8	0,9	10	229,2	8,2	1,4
203,5	0,9	10	229,0	8,1	1,4
242,7	1,1	10	229,1	3,4	1,4
191,4	0,9	10	229,0	3,4	1,4
204,9	0,9	10	228,9	3,5	1,4
194,6	0,9	10	228,7	8,2	1,4
180,9	0,8	10	228,8	4,9	1,3
171,3	0,8	10	228,5	9,1	1,3
172,1	0,8	10	228,6	8,7	1,4
167,0	0,7	10	228,8	9,0	1,4
145,0	0,6	10	228,3	10,5	1,4
141,9	0,6	10	228,5	10,8	1,4
142,0	0,6	10	228,4	11,0	1,4
145,2	0,6	10	228,4	10,8	1,3
150,6	0,7	10	228,6	10,6	1,3
145,9	0,6	10	228,4	10,9	1,3
142,2	0,6	10	228,1	11,2	1,4
142,9	0,6	10	228,0	11,0	1,4
152,0	0,7	10	227,8	9,8	1,3

Daya (Watt)	Arus (Amp)	Rating CB	Tegangan (Volt)	THD A (%)	THD V (%)
173,3	0,8	10	227,4	9,5	1,4
207,9	0,9	10	227,9	6,3	1,3
222,4	1,0	10	227,8	3,5	1,3
625,8	2,7	10	228,2	3,5	1,3
228,9	1,0	10	227,6	3,6	1,3
212,6	0,9	10	227,6	8,0	1,3
184,5	0,8	10	227,6	8,5	1,4
166,1	0,7	10	227,6	9,2	1,3
156,6	0,7	10	227,6	10,0	1,3
152,9	0,7	10	227,6	10,6	1,4
153,5	0,7	10	227,8	10,7	1,4
158,2	0,7	10	227,5	9,3	1,3
170,0	0,8	10	227,6	9,4	1,3
178,9	0,8	10	227,6	8,5	1,3
193,8	0,9	10	227,2	8,1	1,3
196,0	0,9	10	227,6	8,2	1,3
180,2	0,9	10	227,6	8,0	1,3
140,0	0,8	10	227,4	4,8	1,4
237,8	1,1	10	227,0	7,7	1,3
230,4	1,0	10	227,0	7,6	1,3
213,9	0,9	10	226,9	7,8	1,3

Daya (Watt)	Arus (Amp)	Rating CB	Tegangan (Volt)	THD A (%)	THD V (%)
208,9	0,9	10	226,9	7,9	1,3
213,6	0,9	10	226,6	4,1	1,3
260,1	1,2	10	226,7	3,8	1,4
255,1	1,1	10	226,4	3,9	1,3
230,8	1,0	10	226,6	7,3	1,3
204,9	0,9	10	226,2	7,7	1,3
184,1	0,8	10	226,0	8,2	1,3
187,7	0,8	10	224,9	8,2	1,3
197,2	0,9	10	224,9	7,1	1,3
189,6	0,9	10	224,8	8,3	1,3
195,9	0,9	10	224,8	8,0	1,4
220,1	1,0	10	225,1	3,6	1,3
254,7	1,1	10	224,9	3,7	1,4
252,7	1,1	10	225,2	3,7	1,4
663,9	2,9	10	225,8	3,5	1,4
252,4	1,1	10	226,0	3,6	1,4
251,1	1,1	10	225,5	3,7	1,4
630,5	2,8	10	225,9	3,6	1,3
605,3	2,7	10	225,9	3,7	1,4
600,3	2,7	10	225,9	3,7	1,3
448,1	2,0	10	225,7	3,7	1,3

Daya (Watt)	Arus (Amp)	Rating CB	Tegangan (Volt)	THD A (%)	THD V (%)
273,1	1,2	10	225,4	3,7	1,3
605,0	2,7	10	225,7	3,4	1,3
599,8	2,6	10	225,7	3,9	1,4
601,2	2,7	10	226,5	3,9	1,4
602,0	2,7	10	226,5	3,9	1,4
594,3	2,6	10	226,3	3,9	1,4
582,4	2,6	10	226,3	4,0	1,4
580,8	2,6	10	226,5	4,0	1,4
585,6	2,6	10	226,6	4,0	1,4
586,5	2,6	10	226,7	4,0	1,4
586,5	2,6	10	226,8	4,0	1,4
587,4	2,6	10	226,6	3,9	1,4
601,6	2,7	10	226,8	3,9	1,4
581,7	2,6	10	226,7	4,0	1,4
562,8	2,5	10	226,9	4,1	1,4
581,9	2,6	10	226,8	3,9	1,4
575,5	2,5	10	226,9	4,0	1,4
394,4	1,9	10	226,6	3,6	1,4
580,9	2,6	10	226,9	4,1	1,4
577,4	2,5	10	226,8	4,0	1,4
221,0	1,0	10	226,7	4,0	1,4

Daya (Watt)	Arus (Amp)	Rating CB	Tegangan (Volt)	THD A (%)	THD V (%)
226,3	1,0	10	226,7	4,0	1,4
571,1	2,5	10	226,8	4,1	1,4
243,9	1,1	10	226,9	4,2	1,4
218,6	1,0	10	227,3	4,5	1,4
220,0	1,0	10	227,1	7,3	1,4
256,9	1,1	10	227,3	4,4	1,4
243,0	1,1	10	227,3	4,0	1,4
195,7	0,9	10	227,4	6,5	1,4
181,0	0,8	10	227,4	9,0	1,4
171,7	0,8	10	227,4	9,7	1,4
171,2	0,8	10	227,0	7,5	1,4
199,0	0,9	10	226,5	5,5	1,4
230,8	1,0	10	226,9	6,1	1,4
225,9	1,0	10	226,7	8,1	1,4
233,7	1,0	10	226,7	7,7	1,4
225,9	1,0	10	226,6	7,7	1,4
197,9	0,9	10	226,5	8,1	1,4
183,2	0,8	10	226,6	5,5	1,4
173,6	0,8	10	226,7	5,9	1,4
154,5	0,7	10	226,6	9,8	1,4
141,1	0,6	10	226,7	10,6	1,4

Daya (Watt)	Arus (Amp)	Rating CB	Tegangan (Volt)	THD A (%)	THD V (%)
128,7	0,6	10	226,7	11,5	1,4
63,6	0,4	10	226,6	10,4	1,4
126,4	0,6	10	226,5	12,2	1,4
136,5	0,6	10	226,9	10,0	1,4
163,4	0,7	10	227,2	5,7	1,4
132,3	0,6	10	226,8	10,0	1,4
127,1	0,6	10	226,6	12,3	1,4
131,7	0,6	10	226,4	11,9	1,4
136,4	0,6	10	227,0	7,7	1,4
157,2	0,7	10	226,9	9,1	1,4
154,5	0,7	10	227,0	9,8	1,4
163,5	0,7	10	226,8	9,0	1,4
195,9	0,9	10	226,9	4,3	1,4
174,7	0,8	10	227,2	4,8	1,4
162,8	0,7	10	227,0	7,8	1,4
152,7	0,7	10	227,2	8,2	1,4
160,1	0,7	10	227,4	6,9	1,4
250,3	1,1	10	227,5	5,0	1,4
437,2	1,9	10	227,6	5,0	1,3
349,0	1,5	10	227,7	4,9	1,4
178,8	0,8	10	227,8	5,3	1,4

Daya (Watt)	Arus (Amp)	Rating CB	Tegangan (Volt)	THD A (%)	THD V (%)
449,8	2,0	10	228,1	4,9	1,4
469,0	2,1	10	227,9	5,1	1,4
465,1	2,0	10	227,8	5,1	1,4
163,1	0,7	10	227,5	4,3	1,4
141,5	0,6	10	227,3	10,0	1,4
142,4	0,6	10	227,3	7,9	1,4
159,5	0,7	10	227,3	5,2	1,4
353,2	1,6	10	227,7	5,1	1,4
148,1	0,7	10	227,9	5,1	1,4
447,7	2,0	10	227,9	4,8	1,4
116,0	0,5	10	227,1	5,4	1,4
113,7	0,5	10	227,4	12,7	1,4
115,7	0,5	10	227,2	12,6	1,4
118,3	0,5	10	227,4	11,3	1,4
149,7	0,7	10	227,8	4,8	1,4
151,5	0,7	10	227,5	5,4	1,4
138,3	0,6	10	228,0	5,4	1,4
133,3	0,6	10	227,7	11,5	1,4
131,6	0,6	10	227,8	11,2	1,4
141,7	0,6	10	227,9	6,6	1,4
348,2	1,5	10	227,8	4,4	1,4

Daya (Watt)	Arus (Amp)	Rating CB	Tegangan (Volt)	THD A (%)	THD V (%)
307,9	1,4	10	228,1	5,1	1,4
285,7	1,3	10	228,1	5,2	1,4
423,4	1,9	10	228,3	5,3	1,4
446,5	2,0	10	228,5	5,2	1,4
282,9	1,2	10	228,4	5,4	1,4
264,6	1,2	10	228,4	4,7	1,4
218,0	1,0	10	228,5	5,5	1,4
124,3	0,6	10	228,1	8,1	1,4
111,1	0,5	10	228,5	12,5	1,4
103,7	0,5	10	228,5	13,4	1,4
102,0	0,5	10	228,5	13,6	1,4
113,2	0,5	10	228,3	11,3	1,3
135,8	0,6	10	228,8	10,6	1,4
140,2	0,6	10	228,7	10,6	1,4
128,8	0,6	10	228,3	11,3	1,4
127,9	0,6	10	228,5	10,7	1,4
128,9	0,6	10	228,7	8,6	1,3
118,2	0,5	10	228,8	7,9	1,3
132,4	0,6	10	228,5	7,2	1,3
426,0	1,9	10	227,4	5,4	1,4
406,7	1,8	10	227,1	5,3	1,4

Daya (Watt)	Arus (Amp)	Rating CB	Tegangan (Volt)	THD A (%)	THD V (%)
427,5	1,9	10	227,1	5,3	1,4
412,2	1,8	10	227,1	5,3	1,4
430,4	1,9	10	227,2	5,2	1,3
430,8	1,9	10	227,3	5,3	1,4
436,1	1,9	10	227,2	5,2	1,4
437,9	1,9	10	227,1	5,3	1,4
433,7	1,9	10	227,1	5,3	1,4
435,2	1,9	10	227,0	5,3	1,4
443,7	2,0	10	227,0	5,2	1,4
443,1	2,0	10	227,0	5,1	1,4
443,4	2,0	10	227,2	5,2	1,4
443,5	2,0	10	227,5	5,2	1,4
442,9	1,9	10	227,2	5,2	1,4
445,9	2,0	10	227,3	5,2	1,4
450,5	2,0	10	227,3	5,2	1,4
451,6	2,0	10	227,2	5,1	1,4
461,1	2,0	10	227,4	5,1	1,4
465,9	2,1	10	227,2	5,0	1,4
463,7	2,0	10	227,0	5,0	1,4
461,4	2,0	10	227,2	5,1	1,4
462,0	2,0	10	227,3	5,1	1,4

Daya (Watt)	Arus (Amp)	Rating CB	Tegangan (Volt)	THD A (%)	THD V (%)
451,0	2,0	10	227,2	5,1	1,4
455,2	2,0	10	226,8	4,9	1,4
458,9	2,0	10	226,9	5,0	1,4
463,6	2,0	10	227,0	5,0	1,4
272,0	1,3	10	226,8	4,4	1,4
467,9	2,1	10	226,9	5,0	1,4
470,5	2,1	10	226,7	4,9	1,4
471,3	2,1	10	226,6	4,9	1,4
473,7	2,1	10	226,7	4,9	1,4
470,7	2,1	10	226,4	4,8	1,4
300,2	1,4	10	226,5	4,2	1,4
474,6	2,1	10	226,4	4,8	1,4
478,4	2,1	10	226,4	4,8	1,4
479,7	2,1	10	226,4	4,8	1,4
478,6	2,1	10	226,2	4,7	1,4
481,2	2,1	10	226,3	4,7	1,4
491,9	2,2	10	226,0	4,6	1,4
486,5	2,2	10	226,4	4,6	1,4
495,3	2,2	10	226,6	4,6	1,4
501,2	2,2	10	226,7	4,6	1,4
503,1	2,2	10	226,6	4,6	1,4

Daya (Watt)	Arus (Amp)	Rating CB	Tegangan (Volt)	THD A (%)	THD V (%)
144,1	0,6	10	226,3	4,6	1,4
480,7	2,1	10	226,6	4,7	1,4
487,2	2,2	10	226,3	4,6	1,3
487,0	2,2	10	226,4	4,7	1,3
491,7	2,2	10	226,6	4,7	1,4
491,0	2,2	10	226,4	4,7	1,4
511,9	2,3	10	226,6	4,4	1,4
509,9	2,2	10	226,9	4,3	1,3
513,7	2,3	10	226,6	4,4	1,4
502,8	2,2	10	226,3	4,4	1,4
506,0	2,2	10	227,5	4,4	1,3
527,6	2,3	10	228,0	4,2	1,3
534,5	2,3	10	227,7	4,2	1,3
541,7	2,4	10	228,0	4,1	1,3
549,1	2,4	10	228,1	4,1	1,3
549,8	2,4	10	228,3	4,0	1,3
553,8	2,4	10	228,2	4,0	1,3
552,4	2,4	10	228,3	4,0	1,3
547,4	2,4	10	228,3	4,1	1,3
543,3	2,4	10	227,8	4,2	1,3
541,5	2,4	10	227,9	4,1	1,3

Daya (Watt)	Arus (Amp)	Rating CB	Tegangan (Volt)	THD A (%)	THD V (%)
548,2	2,4	10	228,3	4,1	1,3
547,9	2,4	10	228,4	4,0	1,3
552,4	2,4	10	228,1	4,0	1,3
552,4	2,4	10	228,1	4,1	1,3
555,0	2,4	10	228,0	4,0	1,3
517,9	2,3	10	227,9	3,7	1,3
552,5	2,4	10	228,0	4,1	1,3
552,4	2,4	10	227,7	4,0	1,3
544,6	2,4	10	227,9	4,1	1,3
548,5	2,4	10	227,9	4,1	1,3
549,2	2,4	10	228,3	4,2	1,3
546,1	2,4	10	228,3	4,1	1,3
545,7	2,4	10	228,0	4,1	1,3
546,6	2,4	10	228,1	4,1	1,3
549,6	2,4	10	228,6	4,1	1,3
546,9	2,4	10	228,3	4,0	1,3
537,8	2,4	10	228,6	4,2	1,3
537,8	2,4	10	228,7	4,1	1,3
542,3	2,4	10	228,2	4,1	1,3
533,2	2,3	10	228,3	4,2	1,3
531,9	2,3	10	228,5	4,2	1,3

Daya (Watt)	Arus (Amp)	Rating CB	Tegangan (Volt)	THD A (%)	THD V (%)
410,4	1,9	10	228,5	3,7	1,3
539,0	2,4	10	228,6	4,2	1,3
544,4	2,4	10	228,7	4,1	1,3
549,7	2,4	10	228,7	4,1	1,3
548,9	2,4	10	228,8	4,1	1,3
553,6	2,4	10	228,9	4,1	1,3
552,7	2,4	10	229,4	4,1	1,3
559,8	2,4	10	229,1	4,0	1,3
559,0	2,4	10	229,1	3,9	1,3
557,2	2,4	10	229,4	4,0	1,3
553,0	2,4	10	229,4	4,0	1,3
391,9	1,9	10	229,5	3,6	1,3
556,2	2,4	10	229,3	4,0	1,3
554,5	2,4	10	229,1	4,0	1,3
553,7	2,4	10	228,6	4,0	1,3
555,2	2,4	10	229,0	4,0	1,3
554,0	2,4	10	229,2	4,0	1,3
545,7	2,4	10	228,9	3,7	1,2
541,7	2,4	10	229,1	4,1	1,2
547,6	2,4	10	229,0	4,0	1,2
543,5	2,4	10	229,3	4,1	1,3

Daya (Watt)	Arus (Amp)	Rating CB	Tegangan (Volt)	THD A (%)	THD V (%)
542,3	2,4	10	229,4	4,0	1,3
541,3	2,4	10	229,6	4,1	1,2
545,5	2,4	10	230,0	4,1	1,3
542,2	2,4	10	230,1	4,2	1,3
542,9	2,4	10	227,6	4,0	1,2
540,7	2,4	10	227,6	4,0	1,2
544,1	2,4	10	227,9	4,1	1,2
547,0	2,4	10	227,6	4,0	1,2
552,7	2,4	10	226,8	4,0	1,3
556,0	2,4	10	226,8	3,9	1,3
557,4	2,5	10	226,6	3,9	1,3
563,8	2,5	10	226,3	3,9	1,3
562,3	2,5	10	226,6	3,8	1,3
560,8	2,5	10	226,6	3,9	1,3
563,8	2,5	10	226,2	3,8	1,3
567,8	2,5	10	226,4	3,8	1,3
569,2	2,5	10	225,9	3,8	1,3
563,3	2,5	10	225,9	3,8	1,3
570,9	2,5	10	226,0	3,8	1,3
570,0	2,5	10	226,2	3,8	1,3
562,1	2,5	10	226,2	3,9	1,3

Daya (Watt)	Arus (Amp)	Rating CB	Tegangan (Volt)	THD A (%)	THD V (%)
557,5	2,5	10	226,1	3,9	1,3
523,1	2,3	10	225,8	3,9	1,3
563,0	2,5	10	225,8	3,8	1,3
573,5	2,5	10	225,9	3,8	1,3
568,3	2,5	10	226,2	3,8	1,3
543,5	2,5	10	225,9	3,7	1,3
572,5	2,5	10	226,2	3,8	1,3
562,7	2,5	10	226,3	3,8	1,3
556,4	2,5	10	226,0	3,9	1,3
559,1	2,5	10	226,1	3,8	1,3
563,7	2,5	10	225,6	3,8	1,3
562,0	2,5	10	225,4	3,9	1,3
562,2	2,5	10	225,2	3,9	1,3
564,3	2,5	10	225,3	3,8	1,3
565,6	2,5	10	225,6	3,8	1,3
566,3	2,5	10	225,6	3,8	1,3
573,4	2,5	10	225,2	3,7	1,3
563,3	2,5	10	225,3	3,7	1,3
572,0	2,5	10	225,3	3,8	1,3
558,4	2,5	10	225,5	3,8	1,3
560,9	2,5	10	225,3	3,9	1,3

Daya (Watt)	Arus (Amp)	Rating CB	Tegangan (Volt)	THD A (%)	THD V (%)
564,7	2,5	10	225,6	3,9	1,3
568,6	2,5	10	225,2	3,8	1,3
567,8	2,5	10	225,2	3,8	1,2
560,3	2,5	10	225,1	3,9	1,3
565,1	2,5	10	225,0	3,9	1,3
571,1	2,5	10	225,0	3,8	1,3
538,2	2,4	10	225,1	3,8	1,3
581,3	2,6	10	225,3	3,8	1,3
583,1	2,6	10	225,0	3,7	1,3
595,9	2,6	10	224,8	3,6	1,3
591,4	2,6	10	225,5	3,7	1,3
596,8	2,6	10	225,7	3,7	1,3
592,1	2,6	10	225,7	3,7	1,3
578,3	2,6	10	225,6	3,8	1,3
577,6	2,6	10	225,5	3,8	1,3
581,0	2,6	10	225,3	3,7	1,3
571,2	2,5	10	224,7	3,8	1,3
572,7	2,6	10	224,4	3,8	1,3
571,8	2,5	10	224,2	3,7	1,3
573,6	2,6	10	224,1	3,8	1,4
201,3	0,9	10	223,6	3,8	1,3

Daya (Watt)	Arus (Amp)	Rating CB	Tegangan (Volt)	THD A (%)	THD V (%)
177,8	0,8	10	223,3	4,2	1,4
181,9	0,8	10	223,4	3,8	1,4
259,6	1,2	10	223,0	3,7	1,3
119,8	0,5	10	225,9	7,1	1,3
98,3	0,4	10	226,3	11,8	1,3
110,5	0,5	10	226,7	11,8	1,3
124,0	0,6	10	226,7	3,7	1,3
149,4	0,7	10	226,7	3,7	1,3
603,5	2,7	10	227,0	3,7	1,3
156,9	0,7	10	226,4	8,8	1,3
153,0	0,7	10	226,2	8,7	1,3
149,0	0,7	10	226,3	9,3	1,3
152,6	0,7	10	226,3	8,7	1,3
167,6	0,7	10	226,4	7,9	1,3
153,4	0,8	10	226,6	6,3	1,3
240,5	1,1	10	226,5	4,7	1,3
357,6	1,6	10	227,1	3,3	1,3
274,6	1,2	10	226,6	3,4	1,3
257,9	1,1	10	226,6	6,4	1,3
277,7	1,2	10	227,0	5,9	1,3
314,2	1,4	10	227,1	4,0	1,3

Daya (Watt)	Arus (Amp)	Rating CB	Tegangan (Volt)	THD A (%)	THD V (%)
505,5	2,2	10	227,3	3,4	1,4
520,1	2,3	10	227,0	3,4	1,4
440,1	1,9	10	227,0	3,5	1,4
660,2	2,9	10	227,1	3,5	1,4
637,5	2,8	10	227,1	3,4	1,3
242,7	1,1	10	226,6	3,6	1,3
211,4	0,9	10	226,4	6,7	1,3
180,7	0,8	10	226,5	7,1	1,3
165,6	0,7	10	226,4	8,4	1,3
153,0	0,7	10	226,6	9,0	1,3
147,7	0,7	10	226,7	9,6	1,3
163,2	0,7	10	226,6	7,8	1,3
197,8	0,9	10	226,8	7,3	1,4
236,0	1,0	10	227,3	6,4	1,4
283,8	1,3	10	227,4	5,9	1,4
334,7	1,5	10	227,6	5,5	1,4
282,1	1,2	10	227,1	5,2	1,4
279,0	1,2	10	226,9	5,2	1,3
402,2	1,8	10	227,1	3,8	1,3
278,3	1,2	10	227,0	5,4	1,4
276,4	1,2	10	226,6	6,0	1,3

Daya (Watt)	Arus (Amp)	Rating CB	Tegangan (Volt)	THD A (%)	THD V (%)
345,5	1,5	10	226,8	3,3	1,3
340,6	1,5	10	227,1	3,7	1,4
298,4	1,3	10	226,5	3,8	1,4
299,7	1,3	10	226,8	6,0	1,3
309,3	1,4	10	226,8	3,6	1,3
472,2	2,1	10	226,7	3,5	1,3
273,9	1,2	10	227,0	6,3	1,4
261,3	1,2	10	227,0	6,5	1,4
257,1	1,1	10	227,1	6,8	1,4
260,0	1,2	10	226,9	6,5	1,4
271,3	1,2	10	227,0	6,3	1,4
283,7	1,3	10	227,2	3,9	1,3
347,0	1,7	10	227,4	3,6	1,4
583,0	2,6	10	227,2	3,7	1,4
554,0	2,4	10	227,2	3,8	1,4
508,7	2,2	10	227,1	4,0	1,4
531,1	2,3	10	227,1	4,0	1,4
329,5	1,5	10	227,1	4,4	1,4
292,9	1,3	10	227,3	5,7	1,3
384,6	1,7	10	227,3	3,9	1,4
250,3	1,1	10	226,9	4,0	1,4

Daya (Watt)	Arus (Amp)	Rating CB	Tegangan (Volt)	THD A (%)	THD V (%)
250,4	1,1	10	227,2	4,8	1,4
486,8	2,1	10	227,3	4,5	1,4
495,8	2,2	10	227,6	4,6	1,4
491,9	2,2	10	227,8	4,6	1,4
465,9	2,0	10	227,6	4,6	1,4
317,3	1,4	10	227,9	5,0	1,4
331,2	1,5	10	227,9	5,5	1,4
155,9	0,7	10	227,4	5,4	1,4
153,1	0,7	10	227,3	6,5	1,4
164,3	0,7	10	227,3	7,3	1,4
155,0	0,7	10	227,2	9,0	1,4
174,6	0,8	10	227,4	5,8	1,4
157,2	0,7	10	227,9	7,3	1,4
284,4	1,3	10	228,2	5,5	1,4
276,5	1,2	10	228,0	6,3	1,4
279,4	1,2	10	227,9	5,0	1,4
478,4	2,1	10	228,1	4,8	1,4
476,3	2,1	10	228,0	4,8	1,4
481,3	2,1	10	227,7	4,6	1,4
492,2	2,2	10	228,0	4,6	1,4
482,7	2,1	10	228,2	4,7	1,4

Daya (Watt)	Arus (Amp)	Rating CB	Tegangan (Volt)	THD A (%)	THD V (%)
476,1	2,1	10	228,0	4,8	1,4
470,6	2,1	10	228,1	4,9	1,4
457,0	2,0	10	228,1	5,0	1,4
441,4	1,9	10	228,1	5,2	1,4
403,5	1,8	10	227,9	5,1	1,3
446,9	2,0	10	227,7	5,2	1,4
448,1	2,0	10	228,2	5,2	1,3
442,6	1,9	10	228,4	5,3	1,4
429,5	1,9	10	228,1	5,3	1,4
340,5	1,5	10	228,0	5,4	1,4
235,3	1,0	10	228,1	6,0	1,4
213,4	0,9	10	228,0	6,4	1,3
256,9	1,1	10	227,6	6,1	1,3
257,8	1,1	10	227,7	4,9	1,3
371,6	1,6	10	227,6	5,2	1,3
176,9	0,8	10	227,6	5,8	1,3
195,6	0,9	10	227,2	6,5	1,3
276,1	1,2	10	227,5	5,4	1,3
329,4	1,4	10	227,5	5,4	1,3
412,8	1,8	10	227,7	5,3	1,3
166,0	0,7	10	227,4	5,4	1,4

Daya (Watt)	Arus (Amp)	Rating CB	Tegangan (Volt)	THD A (%)	THD V (%)
145,4	0,6	10	227,4	9,4	1,4
150,5	0,7	10	227,3	5,8	1,4
342,1	1,5	10	227,6	5,5	1,4
375,9	1,7	10	227,3	5,4	1,4
292,2	1,3	10	227,2	5,5	1,3
295,0	1,3	10	227,3	5,7	1,4
384,6	1,7	10	227,5	5,4	1,4
173,5	0,8	10	227,4	5,5	1,4
217,5	1,0	10	227,6	5,2	1,3
137,5	0,6	10	227,7	4,9	1,4
129,6	0,6	10	227,6	10,3	1,4
129,2	0,6	10	227,6	8,5	1,4
128,9	0,6	10	227,9	11,0	1,4
280,0	1,2	10	225,6	5,9	1,3
292,1	1,3	10	225,6	5,7	1,4
274,8	1,2	10	225,4	5,7	1,3
252,2	1,1	10	225,2	5,7	1,3
268,9	1,2	10	225,3	5,7	1,4
332,7	1,5	10	224,9	5,3	1,3
389,6	1,7	10	225,3	5,2	1,3
375,2	1,7	10	225,4	5,3	1,4

Daya (Watt)	Arus (Amp)	Rating CB	Tegangan (Volt)	THD A (%)	THD V (%)
179,1	0,8	10	225,2	5,4	1,4
182,3	0,8	10	225,1	5,7	1,4
335,0	1,5	10	225,1	5,6	1,4
265,1	1,2	10	224,8	5,4	1,4
283,8	1,3	10	224,7	5,8	1,4
352,2	1,6	10	224,5	5,7	1,4
371,2	1,7	10	224,7	5,3	1,4
404,6	1,8	10	224,7	5,0	1,4
428,4	1,9	10	225,0	5,0	1,4
448,3	2,0	10	225,0	4,7	1,4
444,2	2,0	10	224,7	4,8	1,3
219,4	1,0	10	225,0	4,8	1,3
181,5	0,8	10	224,9	6,7	1,4
196,1	0,9	10	224,7	5,0	1,4
453,1	2,0	10	224,9	4,5	1,4
422,6	1,9	10	224,9	4,8	1,4
392,6	1,7	10	224,7	5,2	1,3
397,8	1,8	10	224,9	5,2	1,3
397,6	1,8	10	225,1	5,1	1,3
279,8	1,3	10	225,2	4,4	1,4
404,0	1,8	10	225,3	5,2	1,4

Daya (Watt)	Arus (Amp)	Rating CB	Tegangan (Volt)	THD A (%)	THD V (%)
384,5	1,7	10	224,9	5,3	1,4
340,5	1,5	10	224,8	5,4	1,4
336,7	1,5	10	224,8	5,8	1,4
295,5	1,3	10	224,8	5,8	1,4
305,4	1,4	10	224,5	5,8	1,3
345,5	1,5	10	224,4	5,4	1,4
376,8	1,7	10	224,8	5,3	1,4
396,0	1,8	10	224,9	5,1	1,4
437,1	1,9	10	224,9	4,6	1,4
176,0	0,8	10	224,9	4,3	1,4
142,1	0,6	10	224,6	4,4	1,3
172,4	0,8	10	224,6	5,8	1,3
257,6	1,2	10	224,7	4,1	1,4
449,1	2,0	10	224,9	4,2	1,3
418,6	1,9	10	224,7	4,9	1,3
439,2	2,0	10	224,8	4,7	1,4
454,4	2,0	10	225,1	4,6	1,3
423,3	1,9	10	224,9	4,9	1,3
421,9	1,9	10	224,6	5,0	1,3
397,8	1,8	10	224,6	5,1	1,3
225,4	1,1	10	224,4	4,5	1,3

Daya (Watt)	Arus (Amp)	Rating CB	Tegangan (Volt)	THD A (%)	THD V (%)
344,5	1,5	10	224,2	5,7	1,4
350,3	1,6	10	224,0	5,5	1,3
371,8	1,7	10	224,0	5,3	1,3
389,7	1,7	10	224,1	5,2	1,3
408,4	1,8	10	224,3	4,9	1,3
296,7	1,4	10	224,5	4,3	1,3
374,4	1,7	10	224,4	5,3	1,3
344,8	1,5	10	224,4	5,5	1,3
335,5	1,5	10	224,2	5,7	1,3
326,4	1,5	10	224,4	5,8	1,3
328,9	1,5	10	224,1	5,8	1,3
296,1	1,3	10	224,0	5,8	1,3
298,0	1,3	10	224,1	5,8	1,3
293,3	1,3	10	224,4	5,9	1,3
299,7	1,3	10	224,2	5,9	1,3
310,2	1,4	10	224,1	5,9	1,3
248,5	1,2	10	224,0	5,1	1,3
302,7	1,4	10	224,2	5,9	1,3
297,9	1,3	10	224,1	5,4	1,3
390,2	1,7	10	224,2	5,1	1,3
407,5	1,8	10	224,0	5,2	1,3

Daya (Watt)	Arus (Amp)	Rating CB	Tegangan (Volt)	THD A (%)	THD V (%)
383,1	1,7	10	224,0	5,2	1,3
370,3	1,7	10	224,0	4,4	1,3
342,7	1,5	10	224,0	5,5	1,3
355,2	1,6	10	224,3	5,3	1,3
403,9	1,8	10	224,3	5,0	1,3
440,7	2,0	10	224,2	4,8	1,3
442,3	2,0	10	224,3	4,8	1,3
412,0	1,8	10	224,3	5,0	1,4
409,1	1,8	10	224,0	5,1	1,3
415,4	1,9	10	224,0	5,0	1,3
383,7	1,7	10	224,0	5,2	1,3
383,3	1,7	10	224,0	5,1	1,3
433,2	1,9	10	224,4	4,6	1,3
458,8	2,0	10	224,4	4,4	1,3
453,9	2,0	10	224,3	4,7	1,3
409,5	1,8	10	224,3	4,7	1,3
408,9	1,8	10	224,2	5,1	1,3
378,7	1,7	10	224,0	5,2	1,3
412,4	1,8	10	224,2	5,0	1,3
417,8	1,9	10	224,1	5,1	1,3
385,9	1,7	10	224,1	5,2	1,3

Daya (Watt)	Arus (Amp)	Rating CB	Tegangan (Volt)	THD A (%)	THD V (%)
405,1	1,8	10	224,1	5,2	1,3
415,6	1,9	10	224,0	5,1	1,3
427,8	1,9	10	224,2	4,9	1,3
450,9	2,0	10	224,1	4,5	1,3
463,0	2,1	10	224,1	4,6	1,3
476,1	2,1	10	224,1	4,5	1,3
292,3	1,4	10	224,0	4,5	1,3
389,5	1,7	10	224,0	5,3	1,3
393,0	1,8	10	224,0	5,2	1,3
390,9	1,7	10	224,0	5,2	1,3
386,5	1,7	10	223,8	5,4	1,3
387,4	1,7	10	224,0	5,3	1,3
386,3	1,7	10	223,9	5,3	1,3
394,3	1,8	10	223,9	5,3	1,3
401,6	1,8	10	224,0	5,0	1,3
437,2	2,0	10	224,1	4,7	1,3
464,2	2,1	10	224,2	4,5	1,3
484,3	2,2	10	224,2	4,2	1,3
360,2	1,7	10	224,3	3,5	1,3
552,5	2,5	10	224,4	3,8	1,3
587,5	2,6	10	224,6	3,7	1,3

Daya (Watt)	Arus (Amp)	Rating CB	Tegangan (Volt)	THD A (%)	THD V (%)
603,8	2,7	10	224,7	3,6	1,3
585,2	2,6	10	224,8	3,6	1,3
577,4	2,6	10	224,4	3,7	1,3
566,2	2,5	10	224,6	3,8	1,3
552,6	2,5	10	224,6	3,8	1,3
465,9	2,1	10	224,5	3,9	1,3
436,4	1,9	10	224,6	4,7	1,3
429,1	1,9	10	224,6	5,0	1,3
423,7	1,9	10	224,7	4,7	1,3
463,9	2,1	10	224,6	4,5	1,3
466,7	2,1	10	224,7	4,4	1,3
497,6	2,2	10	224,8	4,2	1,3
327,8	1,5	10	224,7	4,4	1,3
516,9	2,3	10	225,0	4,0	1,3
547,5	2,4	10	225,0	3,9	1,3
538,5	2,4	10	224,9	3,9	1,3
541,9	2,4	10	222,7	3,9	1,3
549,2	2,4	10	225,2	3,9	1,3
475,4	2,2	10	225,0	4,0	1,3
324,8	1,6	10	225,1	3,7	1,3
508,3	2,3	10	225,3	3,9	1,3

Daya (Watt)	Arus (Amp)	Rating CB	Tegangan (Volt)	THD A (%)	THD V (%)
533,0	2,4	10	225,5	3,9	1,3
512,6	2,3	10	225,3	4,0	1,3
504,5	2,2	10	224,7	4,1	1,3
484,7	2,2	10	225,0	4,4	1,3
482,2	2,1	10	225,9	4,4	1,3
494,9	2,2	10	225,7	4,1	1,3
471,9	2,1	10	225,0	4,2	1,3
481,0	2,1	10	224,0	4,1	1,3
493,6	2,2	10	223,9	4,0	1,3
318,5	1,5	10	223,8	3,6	1,3
532,0	2,4	10	224,0	3,8	1,3
496,6	2,2	10	224,0	4,1	1,3
498,9	2,2	10	223,9	4,2	1,4
401,4	1,8	10	223,8	4,2	1,4
399,4	1,8	10	223,9	4,3	1,4
469,6	2,1	10	223,7	4,0	1,3
552,4	2,5	10	223,8	3,5	1,3
607,3	2,7	10	226,4	3,5	1,3
619,1	2,7	10	226,5	3,5	1,3
596,4	2,6	10	226,5	3,5	1,3
589,4	2,6	10	226,4	3,6	1,3

Daya (Watt)	Arus (Amp)	Rating CB	Tegangan (Volt)	THD A (%)	THD V (%)
575,9	2,5	10	226,3	3,6	1,3
558,4	2,5	10	226,3	3,7	1,3
543,2	2,4	10	226,2	3,8	1,3
563,9	2,5	10	226,3	3,7	1,3
567,7	2,5	10	226,0	3,7	1,3
564,3	2,5	10	226,0	3,7	1,3
574,3	2,5	10	226,0	3,7	1,3
573,3	2,5	10	225,9	3,7	1,3
549,8	2,4	10	226,0	3,7	1,3
551,2	2,4	10	226,0	3,7	1,3
557,7	2,5	10	225,9	3,7	1,3
539,1	2,4	10	225,7	3,9	1,3
509,0	2,3	10	225,7	4,0	1,3
481,4	2,1	10	225,8	4,3	1,3
457,3	2,0	10	225,7	4,6	1,3
395,0	1,8	10	224,7	4,9	1,3
392,2	1,7	10	224,1	5,0	1,3
431,6	1,9	10	224,3	4,4	1,3
487,4	2,2	10	225,0	4,3	1,2
475,7	2,1	10	224,8	4,5	1,3
462,4	2,1	10	224,5	4,7	1,3

Daya (Watt)	Arus (Amp)	Rating CB	Tegangan (Volt)	THD A (%)	THD V (%)
436,8	1,9	10	224,6	4,7	1,3
420,2	1,9	10	224,4	4,9	1,3
424,4	1,9	10	224,4	5,0	1,3
413,3	1,8	10	224,4	5,0	1,3
402,7	1,8	10	224,5	5,2	1,3
390,7	1,7	10	224,5	5,2	1,3
388,3	1,7	10	224,4	5,2	1,3
412,3	1,8	10	224,8	5,0	1,3
441,6	2,0	10	224,7	4,9	1,3
428,0	1,9	10	224,4	5,1	1,3
420,8	1,9	10	224,3	5,1	1,3
395,0	1,8	10	224,4	5,2	1,3
403,7	1,8	10	224,6	5,1	1,3
442,6	2,0	10	224,5	4,9	1,3
436,7	2,0	10	224,3	4,2	1,3
409,2	1,8	10	224,3	5,1	1,4
374,5	1,7	10	224,0	5,3	1,3
333,3	1,5	10	224,0	5,7	1,4
311,9	1,4	10	223,4	6,0	1,4
298,4	1,3	10	223,2	6,0	1,3
283,7	1,3	10	225,3	6,1	1,3

Daya (Watt)	Arus (Amp)	Rating CB	Tegangan (Volt)	THD A (%)	THD V (%)
283,8	1,3	10	225,0	6,1	1,3
297,8	1,3	10	224,9	5,9	1,4
298,7	1,3	10	224,9	6,0	1,3
306,1	1,4	10	224,9	5,9	1,3
327,4	1,5	10	224,6	5,9	1,3
337,6	1,5	10	224,3	5,8	1,3
338,4	1,5	10	224,4	5,6	1,3
374,0	1,7	10	224,5	5,2	1,3
409,5	1,8	10	224,6	5,2	1,3
415,4	1,9	10	223,9	4,9	1,3
447,8	2,0	10	223,8	4,7	1,3
464,0	2,1	10	223,9	4,7	1,3
457,5	2,0	10	223,5	4,8	1,3
458,5	2,1	10	223,9	4,8	1,3
449,7	2,0	10	223,8	4,8	1,3
468,9	2,1	10	224,3	4,7	1,3
483,6	2,2	10	224,4	4,5	1,3
491,3	2,2	10	225,1	4,5	1,4
501,5	2,2	10	226,0	4,5	1,3
498,1	2,2	10	225,1	4,4	1,3
509,4	2,3	10	225,8	4,4	1,3

Daya (Watt)	Arus (Amp)	Rating CB	Tegangan (Volt)	THD A (%)	THD V (%)
520,8	2,3	10	225,7	4,3	1,3
517,9	2,3	10	226,7	4,4	1,3
499,1	2,2	10	226,9	4,4	1,3
463,7	2,1	10	226,7	4,5	1,3
264,2	1,3	10	226,7	4,0	1,3
464,8	2,0	10	226,7	4,8	1,3
463,7	2,0	10	226,6	4,9	1,3
458,7	2,0	10	226,8	4,8	1,3
472,3	2,1	10	226,9	4,7	1,3
477,4	2,1	10	226,8	4,7	1,3
279,7	1,3	10	226,5	4,0	1,3
475,6	2,1	10	226,9	4,8	1,3
470,7	2,1	10	226,8	4,8	1,3
459,5	2,0	10	226,6	4,8	1,3
449,6	2,0	10	226,4	5,0	1,3
455,5	2,0	10	226,3	4,9	1,3
312,7	1,5	10	226,4	4,3	1,3
419,6	1,9	10	226,3	5,1	1,3
420,0	1,9	10	226,2	5,2	1,3
400,2	1,8	10	226,7	5,3	1,3
369,5	1,6	10	226,8	5,5	1,3

Daya (Watt)	Arus (Amp)	Rating CB	Tegangan (Volt)	THD A (%)	THD V (%)
324,7	1,4	10	226,8	5,8	1,3
318,0	1,4	10	226,8	5,9	1,3
329,8	1,5	10	226,8	5,9	1,3
354,1	1,6	10	226,7	5,7	1,3
360,6	1,6	10	226,7	5,8	1,3
333,6	1,5	10	226,9	5,8	1,3
313,8	1,4	10	227,0	6,0	1,3
306,5	1,4	10	227,3	6,0	1,3
306,3	1,4	10	227,1	6,0	1,3
313,8	1,4	10	227,1	6,1	1,3
302,3	1,3	10	227,2	6,1	1,3
296,6	1,3	10	227,7	5,7	1,3
320,3	1,4	10	227,8	6,1	1,3
315,2	1,4	10	227,8	6,0	1,3
318,9	1,4	10	227,6	6,1	1,3
331,6	1,5	10	227,8	6,2	1,3
319,8	1,4	10	227,9	6,1	1,3
316,6	1,4	10	227,7	5,9	1,3
315,1	1,4	10	227,5	6,1	1,3
302,6	1,3	10	227,2	6,0	1,3
298,1	1,3	10	227,2	6,1	1,3

Daya (Watt)	Arus (Amp)	Rating CB	Tegangan (Volt)	THD A (%)	THD V (%)
282,4	1,2	10	227,2	6,2	1,3
270,6	1,2	10	227,1	6,6	1,3
270,4	1,2	10	227,6	6,7	1,3
254,0	1,1	10	227,5	6,8	1,3
235,3	1,0	10	227,7	7,4	1,3
224,0	1,0	10	227,7	7,5	1,3
204,3	0,9	10	227,8	7,6	1,3
193,7	0,9	10	227,8	7,9	1,3
193,4	0,9	10	227,2	8,1	1,3
164,4	0,7	10	227,0	8,1	1,3
168,0	0,7	10	227,0	8,5	1,3
127,5	0,6	10	226,9	7,6	1,3
142,7	0,6	10	226,8	8,4	1,3
126,2	0,6	10	226,7	9,3	1,3
116,6	0,5	10	226,7	11,8	1,3
117,3	0,5	10	227,4	10,4	1,3
113,2	0,5	10	226,8	8,6	1,3
102,5	0,5	10	227,0	13,2	1,4
116,1	0,5	10	227,4	11,7	1,4
132,8	0,6	10	227,4	11,0	1,4
135,5	0,6	10	227,5	10,9	1,4

Daya (Watt)	Arus (Amp)	Rating CB	Tegangan (Volt)	THD A (%)	THD V (%)
141,6	0,6	10	227,7	9,6	1,4
161,4	0,7	10	227,7	8,3	1,4
150,2	0,7	10	228,0	6,3	1,4
264,4	1,2	10	228,0	6,7	1,4
262,6	1,2	10	227,8	6,7	1,4
140,0	0,6	10	227,6	6,8	1,4
131,7	0,6	10	227,5	10,9	1,4
126,5	0,6	10	227,8	11,6	1,4
122,7	0,6	10	227,7	11,5	1,4
131,8	0,6	10	227,9	10,5	1,4
120,7	0,5	10	228,1	9,5	1,4
109,9	0,5	10	228,3	11,7	1,4
104,8	0,5	10	228,0	13,4	1,4
103,2	0,5	10	228,1	13,3	1,4
51,9	0,3	10	228,1	8,8	1,4
174,7	0,8	10	225,2	4,7	1,5
505,2	2,2	10	225,6	4,5	1,5
505,6	2,2	10	225,6	4,5	1,5
250,1	1,1	10	225,2	4,8	1,5
250,8	1,1	10	225,1	4,6	1,5
472,2	2,1	10	225,1	4,7	1,5

Daya (Watt)	Arus (Amp)	Rating CB	Tegangan (Volt)	THD A (%)	THD V (%)
164,8	0,7	10	224,9	4,7	1,5
158,0	0,7	10	224,8	8,9	1,5
170,1	0,8	10	224,7	4,6	1,5
493,4	2,2	10	225,1	4,5	1,4
486,5	2,2	10	225,2	4,7	1,5
469,2	2,1	10	225,4	4,8	1,5
481,1	2,1	10	224,8	4,7	1,4
470,7	2,1	10	224,7	4,7	1,4
466,9	2,1	10	225,0	4,9	1,5
470,3	2,1	10	225,1	4,9	1,5
384,6	1,7	10	225,2	4,8	1,5
385,9	1,7	10	225,1	4,8	1,5
454,9	2,0	10	224,7	4,8	1,5
470,4	2,1	10	224,7	4,8	1,4
458,0	2,0	10	224,6	4,8	1,4
464,5	2,1	10	224,7	4,8	1,5
467,6	2,1	10	224,7	4,9	1,4
474,3	2,1	10	224,8	4,8	1,4
339,6	1,5	10	225,1	4,1	1,4
135,8	0,6	10	224,9	4,6	1,4
106,0	0,5	10	225,1	4,8	1,4

Daya (Watt)	Arus (Amp)	Rating CB	Tegangan (Volt)	THD A (%)	THD V (%)
102,6	0,5	10	224,9	12,5	1,4
103,1	0,5	10	224,6	12,0	1,4
114,5	0,5	10	224,5	12,0	1,4
131,5	0,6	10	224,9	4,9	1,4
485,0	2,2	10	225,2	4,3	1,4
428,1	1,9	10	225,3	4,4	1,4
489,6	2,2	10	224,9	4,4	1,4
126,6	0,6	10	225,1	4,6	1,5
146,2	0,7	10	225,1	5,3	1,5
426,6	1,9	10	225,1	4,3	1,5
496,4	2,2	10	225,1	4,3	1,5
136,5	0,6	10	224,6	4,5	1,4
135,5	0,6	10	224,6	5,3	1,4
144,0	0,6	10	224,9	6,2	1,4
193,0	0,9	10	225,2	3,9	1,4
196,8	0,9	10	225,1	4,4	1,4
0,0	0,0	10	0,0	4,5	1,4
305,6	1,4	10	226,3	5,2	1,5
433,8	1,9	10	225,6	5,0	1,4
430,8	1,9	10	225,4	4,8	1,4
455,5	2,0	10	225,3	4,8	1,4

Daya (Watt)	Arus (Amp)	Rating CB	Tegangan (Volt)	THD A (%)	THD V (%)
420,6	2,0	10	225,1	4,5	1,4
242,1	1,1	10	224,9	4,9	1,7
474,9	2,1	10	224,2	4,5	1,6
538,8	2,4	10	224,0	4,3	1,6
538,6	2,4	10	224,1	4,3	1,6
559,1	2,5	10	224,0	4,3	1,6
558,2	2,5	10	223,8	4,3	1,6
558,9	2,5	10	223,8	4,3	1,6
560,2	2,5	10	224,0	4,2	1,6
146,2	0,7	10	223,6	4,3	1,7
123,1	0,6	10	223,6	5,8	1,6
311,5	1,4	10	223,8	3,7	1,6
557,6	2,5	10	221,2	4,2	1,6
573,2	2,6	10	223,0	4,2	1,6
566,0	2,5	10	222,6	4,1	1,6
559,7	2,5	10	222,4	4,3	1,6
557,4	2,5	10	222,1	4,3	1,6
532,5	2,4	10	221,9	4,3	1,6
556,3	2,5	10	221,7	4,2	1,6
553,2	2,5	10	221,7	4,3	1,6
552,5	2,5	10	221,7	4,4	1,6

Daya (Watt)	Arus (Amp)	Rating CB	Tegangan (Volt)	THD A (%)	THD V (%)
553,5	2,5	10	222,0	4,3	1,6
408,8	2,0	10	221,9	3,9	1,5
545,8	2,5	10	222,2	4,3	1,6
548,5	2,5	10	222,1	4,2	1,6
553,4	2,5	10	222,1	4,1	1,5
550,8	2,5	10	222,2	4,3	1,6
553,1	2,5	10	222,2	4,3	1,6
500,5	2,3	10	222,1	4,3	1,6
331,8	1,6	10	222,0	4,0	1,6
538,0	2,4	10	222,2	4,3	1,6
542,7	2,4	10	222,3	4,2	1,6
557,0	2,5	10	222,0	4,3	1,6
562,9	2,5	10	222,0	4,2	1,6
561,5	2,5	10	222,2	4,2	1,6
330,6	1,7	10	222,1	3,9	1,6
560,9	2,5	10	222,4	4,2	1,6
561,7	2,5	10	222,3	4,2	1,6
561,0	2,5	10	222,3	4,1	1,5
560,5	2,5	10	222,1	4,2	1,6
557,9	2,5	10	222,6	4,2	1,6
335,9	1,6	10	222,8	3,8	1,5

Daya (Watt)	Arus (Amp)	Rating CB	Tegangan (Volt)	THD A (%)	THD V (%)
560,7	2,5	10	223,0	4,1	1,5
555,9	2,5	10	222,7	4,2	1,6
555,7	2,5	10	222,7	4,2	1,6
557,3	2,5	10	223,0	4,2	1,6
564,2	2,5	10	222,8	4,1	1,5
387,4	1,9	10	222,8	3,7	1,6
563,2	2,5	10	223,3	4,1	1,5
562,6	2,5	10	223,1	4,1	1,6
558,5	2,5	10	223,1	4,1	1,5
560,1	2,5	10	223,1	4,2	1,5
558,3	2,5	10	222,9	4,2	1,6
368,2	1,8	10	222,9	3,9	1,5
563,1	2,5	10	222,9	4,2	1,5
563,5	2,5	10	223,0	4,1	1,5
563,8	2,5	10	223,0	4,1	1,5
563,4	2,5	10	222,8	4,1	1,5
562,6	2,5	10	223,1	4,1	1,5
320,1	1,6	10	223,3	3,8	1,5
543,2	2,4	10	223,2	3,9	1,5
561,1	2,5	10	223,3	4,2	1,6
560,9	2,5	10	223,8	4,1	1,5

Daya (Watt)	Arus (Amp)	Rating CB	Tegangan (Volt)	THD A (%)	THD V (%)
560,8	2,5	10	223,7	4,2	1,6
560,0	2,5	10	224,0	4,1	1,5
560,5	2,5	10	224,0	4,1	1,5
344,0	1,7	10	223,9	3,8	1,6
560,7	2,5	10	223,9	4,2	1,5
558,7	2,5	10	223,8	4,1	1,5
554,8	2,5	10	224,1	4,2	1,5
551,0	2,5	10	223,8	4,1	1,5
561,8	2,5	10	223,9	4,1	1,5
330,0	1,6	10	224,0	3,8	1,5
553,7	2,5	10	223,7	4,1	1,5
550,8	2,5	10	223,9	4,2	1,5
551,8	2,5	10	224,0	4,0	1,4
555,0	2,5	10	223,5	4,1	1,4
557,0	2,5	10	223,7	4,1	1,4
310,6	1,5	10	223,5	3,9	1,5
559,0	2,5	10	223,6	4,1	1,5
561,9	2,5	10	223,9	4,1	1,5
566,6	2,5	10	223,7	4,0	1,5
560,6	2,5	10	223,7	4,1	1,4
556,7	2,5	10	223,6	4,2	1,5

Daya (Watt)	Arus (Amp)	Rating CB	Tegangan (Volt)	THD A (%)	THD V (%)
559,3	2,5	10	223,6	4,1	1,5
550,5	2,5	10	223,8	4,1	1,5
563,0	2,5	10	223,5	4,0	1,5
560,6	2,5	10	223,6	4,1	1,5
559,8	2,5	10	223,8	4,1	1,4
322,6	1,6	10	223,7	3,6	1,4
563,2	2,5	10	223,8	4,1	1,4
561,3	2,5	10	223,9	4,1	1,5
562,2	2,5	10	223,7	4,1	1,5
562,1	2,5	10	223,9	4,1	1,5
560,6	2,5	10	224,0	4,1	1,4
560,5	2,5	10	223,9	4,0	1,5
399,1	1,9	10	223,7	3,8	1,5
562,1	2,5	10	223,9	4,1	1,5
560,5	2,5	10	223,8	4,0	1,4
559,8	2,5	10	223,5	4,1	1,4
557,5	2,5	10	223,7	4,1	1,5
558,7	2,5	10	223,6	4,1	1,5
400,6	1,9	10	223,6	3,8	1,5
562,5	2,5	10	223,5	4,1	1,5
562,5	2,5	10	223,3	4,1	1,5

Daya (Watt)	Arus (Amp)	Rating CB	Tegangan (Volt)	THD A (%)	THD V (%)
560,8	2,5	10	223,5	4,2	1,5
560,1	2,5	10	223,6	4,3	1,5
559,7	2,5	10	223,6	4,1	1,5
554,2	2,5	10	223,5	4,1	1,5
555,6	2,5	10	223,5	4,1	1,5
555,2	2,5	10	223,6	4,1	1,4
554,6	2,5	10	223,8	4,2	1,4
558,7	2,5	10	223,5	4,1	1,5
560,5	2,5	10	223,3	4,0	1,4
558,2	2,5	10	223,0	4,1	1,4
556,4	2,5	10	222,9	4,2	1,4
548,9	2,5	10	222,7	4,2	1,4
556,5	2,5	10	223,0	4,1	1,5
560,4	2,5	10	222,4	4,1	1,4
560,9	2,5	10	222,6	4,2	1,5

Data Testing

Daya (Watt)	Arus (Amp)	Rating CB	Tegangan (Volt)	THD A (%)	THD V (%)
560,1	2,5	10	222,5	4,1	1,5
555,5	2,5	10	222,6	4,2	1,5
555,1	2,5	10	222,8	4,3	1,5
568,8	2,5	10	224,1	4,1	1,5
568,6	2,5	10	224,4	4,2	1,5
565,6	2,5	10	224,5	4,1	1,5
561,1	2,5	10	224,1	4,2	1,5
572,6	2,6	10	224,0	4,1	1,5
571,7	2,6	10	223,7	4,1	1,5
569,0	2,5	10	224,2	4,0	1,5
564,7	2,5	10	223,4	4,1	1,5
570,2	2,6	10	223,4	4,1	1,5
572,4	2,6	10	223,1	4,1	1,5
577,3	2,6	10	225,6	4,0	1,5
567,8	2,5	10	225,7	4,0	1,5
580,2	2,6	10	225,6	4,1	1,5
574,9	2,5	10	225,6	4,1	1,5
573,9	2,5	10	225,6	4,1	1,5
572,5	2,5	10	225,5	4,1	1,6
571,6	2,5	10	225,4	4,2	1,5

Daya (Watt)	Arus (Amp)	Rating CB	Tegangan (Volt)	THD A (%)	THD V (%)
571,6	2,5	10	225,4	4,2	1,5
558,3	2,5	10	225,2	4,1	1,5
554,6	2,5	10	225,4	4,1	1,5
571,7	2,5	10	225,1	4,1	1,5
580,8	2,6	10	225,1	4,0	1,5
584,2	2,6	10	224,9	4,1	1,5
585,3	2,6	10	224,8	4,1	1,6
586,7	2,6	10	224,7	4,1	1,6
587,7	2,6	10	225,1	4,0	1,5
344,5	1,7	10	225,2	3,7	1,5
582,0	2,6	10	225,1	4,1	1,5
580,9	2,6	10	225,2	4,1	1,5
559,9	2,5	10	225,2	4,1	1,5
583,6	2,6	10	225,2	4,1	1,5
583,6	2,6	10	225,2	4,1	1,6
535,6	2,4	10	225,0	4,1	1,5
570,6	2,5	10	225,0	4,2	1,5
580,0	2,6	10	225,1	4,1	1,6
585,3	2,6	10	225,1	4,0	1,6
591,5	2,6	10	224,8	4,1	1,6
587,6	2,6	10	224,1	4,1	1,5

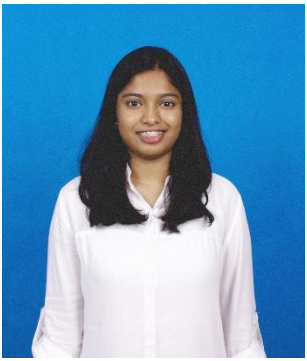
Daya (Watt)	Arus (Amp)	Rating CB	Tegangan (Volt)	THD A (%)	THD V (%)
437,9	2,1	10	224,4	3,8	1,5
581,2	2,6	10	224,6	4,2	1,5
580,8	2,6	10	225,0	4,1	1,5
577,4	2,6	10	224,4	4,2	1,5
572,8	2,5	10	224,7	4,3	1,5
569,7	2,5	10	224,3	4,4	1,5
566,2	2,5	10	224,6	4,3	1,5
561,4	2,5	10	224,9	4,3	1,5
569,9	2,5	10	224,7	4,2	1,5
572,5	2,5	10	224,7	4,3	1,5
572,7	2,5	10	224,8	4,3	1,5
376,2	1,8	10	224,9	4,1	1,5
573,7	2,6	10	224,9	4,3	1,5
576,3	2,6	10	225,0	4,2	1,5
574,2	2,6	10	224,9	4,2	1,5
574,7	2,6	10	225,1	4,2	1,5
571,0	2,5	10	224,8	4,3	1,5
561,7	2,5	10	225,4	4,3	1,5
559,9	2,5	10	224,9	4,4	1,5
559,2	2,5	10	225,4	4,4	1,5
555,7	2,5	10	225,3	4,3	1,5

Daya (Watt)	Arus (Amp)	Rating CB	Tegangan (Volt)	THD A (%)	THD V (%)
555,3	2,5	10	225,3	4,4	1,5
336,8	1,6	10	225,6	4,2	1,5
552,6	2,5	10	225,6	4,5	1,5
553,4	2,5	10	225,7	4,5	1,5
537,6	2,4	10	225,4	4,4	1,5
550,4	2,4	10	225,7	4,4	1,5
547,1	2,4	10	225,7	4,5	1,6
544,2	2,4	10	225,5	4,5	1,6
420,4	1,9	10	225,4	4,1	1,6
534,7	2,4	10	225,4	4,5	1,6
531,1	2,4	10	225,7	4,5	1,6
525,1	2,3	10	225,7	4,5	1,5
525,1	2,3	10	225,5	4,6	1,5
518,6	2,3	10	225,4	4,7	1,6
515,0	2,3	10	225,5	4,7	1,6
513,7	2,3	10	225,6	4,7	1,6
520,6	2,3	10	225,5	4,7	1,6
519,9	2,3	10	225,4	4,8	1,6
512,6	2,3	10	225,4	4,8	1,6
498,5	2,2	10	225,5	4,7	1,6
427,2	1,9	10	225,5	5,0	1,6

Daya (Watt)	Arus (Amp)	Rating CB	Tegangan (Volt)	THD A (%)	THD V (%)
432,5	1,9	10	225,6	5,2	1,6
472,7	2,1	10	225,5	5,1	1,6
465,4	2,1	10	225,7	5,2	1,6
349,9	1,7	10	225,6	4,5	1,6
462,0	2,0	10	225,9	5,1	1,6
468,5	2,1	10	225,8	5,2	1,6
469,9	2,1	10	225,8	5,1	1,6
474,8	2,1	10	226,0	5,0	1,6
492,5	2,2	10	226,1	4,9	1,6
500,0	2,2	10	225,7	4,9	1,6
505,3	2,2	10	225,8	4,8	1,6
500,7	2,2	10	226,1	4,8	1,6
511,9	2,3	10	226,1	4,8	1,6
516,0	2,3	10	226,0	4,8	1,6
337,0	1,6	10	226,0	4,7	1,6
509,6	2,3	10	226,2	4,3	1,6
507,8	2,2	10	226,3	4,8	1,6
507,9	2,2	10	226,2	4,8	1,6
501,0	2,2	10	226,2	4,8	1,6
482,4	2,1	10	226,3	5,0	1,6
160,5	0,7	10	226,2	5,1	1,6

Halaman ini sengaja dikosongkan

BIODATA PENULIS



Divyah Laksmi, lahir di Kota Medan, Provinsi Sumatera Utara pada tanggal 18 Juni 1999. Merupakan anak pertama dari dua bersaudara, Adapun Pendidikan formal yang ditempuh yaitu, SD St Yoseph Medan, SMP St Fransiskus Asissi, Samarinda, dan SMAN 1 SAMARINDA. Sekarang penulis sedang menempuh pendidikan di Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Selama berkuliah penulis aktif di beberapa organisasi yaitu, Staff dan staff ahli TPKH ITS periode 2017-2019, Staff dan Sekdep HIMATEKTRO ITS periode 2018 – 2020. Dan juga saat ini penulis merupakan asisten aktif di Laboratorium Konversi Energi Departemen Teknik Elektro ITS.

Penulis dapat dihubungin pada email: laksmidivya5@gmail.com.