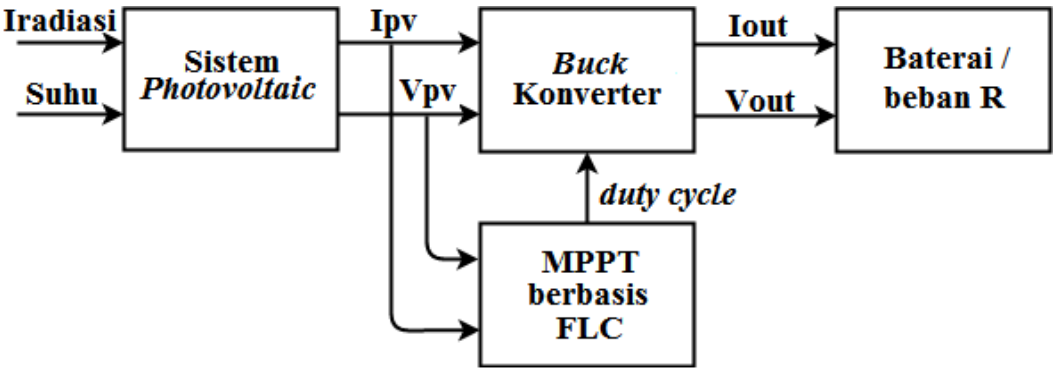
BAB III
METODE PENELITIAN

3.1 Desain Penelitian

Konfigurasi sistem dalam penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 3.1. Secara umum konfigurasi sistem ini mendapat *input* dari iradiasi dan suhu lingkungan yang menyebabkan *photovoltaic* dapat bekerja. Selanjutnya *output* dari *photovoltaic* diubah oleh *buck* konverter agar dapat menyesuaikan dengan baterai atau beban R. Nilai *duty cycle* pada *buck* konverter diatur berdasarkan arus dan tegangan dari *photovoltaic* yang dikontrol oleh MPPT berbasis *Fuzzy Logic Controller* (FLC) agar mendapatkan daya maksimum.



Gambar 3.1. Konfigurasi sistem MPPT berbasis *Fuzzy Logic Controller*

3.2 Data Teknis

Data teknis yang dibutuhkan adalah karakteristik *photovoltaic* dan baterai. Data yang digunakan mengacu pada karakteristik dari alat yang tersedia di Laboratorium Listrik Tenaga FPTK UPI. *Photovoltaic* yang digunakan yaitu produk dari ASE Americas, Inc. dengan model ASE-50-DG/16. Karakteristik dari *photovoltaic* tersebut ditunjukkan pada Tabel 3.1. Baterai yang digunakan yaitu produk dari GS Astra dengan model Premium 55D26R/N50Z. Karakteristik dari baterai tersebut ditunjukkan pada Tabel 3.2.

Elko Nurul Yaqin, 2017
MAXIMUM POWER POINT TRACKING BERBASIS FUZZY LOGIC CONTROLLER PADA SISTEM PHOTOVOLTAIC
Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Tabel 3.1. Karakteristik *photovoltaic*

Merk *photovoltaic*	ASE Americas, Inc.
Model	ASE-50-DG/16
Tegangan rangkaian terbuka	20,2 Vdc
Arus hubung singkat	3,3 Adc
Tegangan pada daya maksimum	16,8 Vdc
Arus pada daya maksimum	3,0 Adc
Daya maksimum	50 Wdc

Tabel 3.2. Karakteristik baterai

Merek baterai	GS Astra
Model	Premium 55D26R/N50Z
Kapasitas	60 Ah
Tegangan	12 Vdc

Tabel 3.1 menjelaskan karakteristik dari *photovoltaic* merek ASE Americas, Inc dengan model ASE-50-DG/16. *Photovoltaic* tersebut memiliki nilai tegangan rangkaian terbuka V_{OC} = 20,2V, arus hubung singkat I_{sc} = 3,3A, tegangan pada daya maksimum V_{mpp} = 16,8V, arus pada daya maksimum I_{mpp} = 3,0A dan daya maksimum P_{mpp} = 50W. Tabel 3.2 menjelaskan karakteristik dari baterai merek GS Astra dengan model premium 55d26R/N50Z. Baterai tersebut memiliki kapasitas 60Ah dan tegangan nominal 12V.

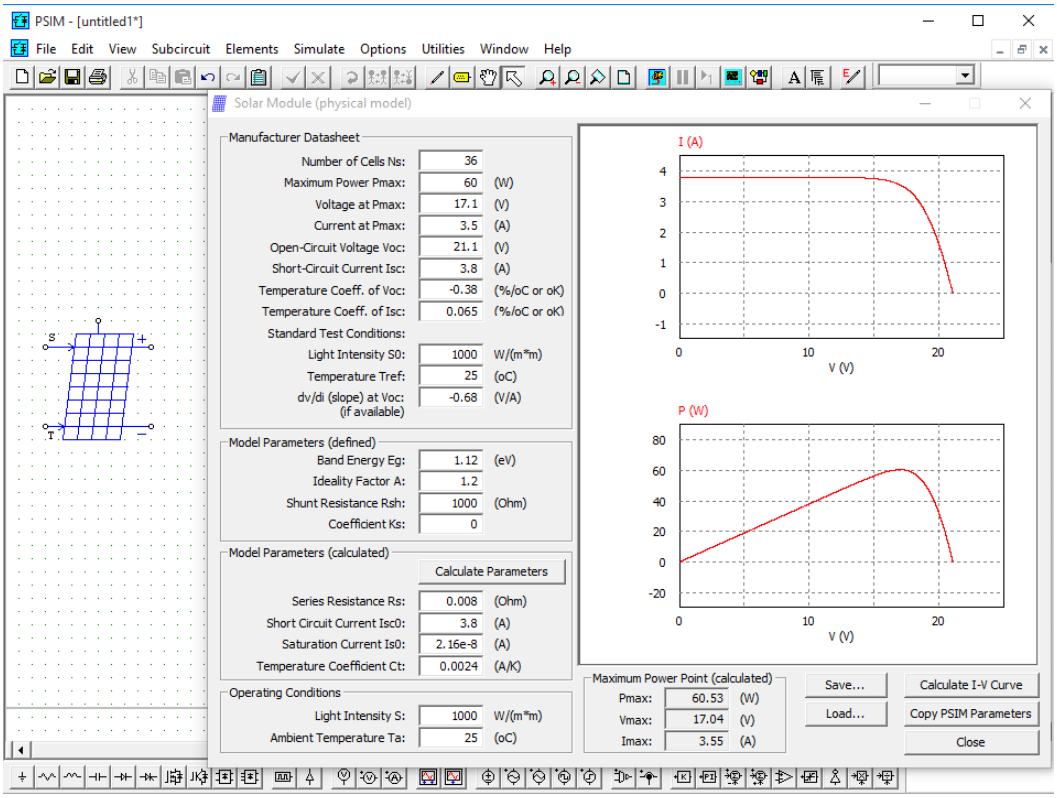
3.3 Perangkat Penunjang Penelitian

Perangkat yang dibutuhkan berupa perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat keras yang dibutuhkan adalah 1 buah komputer *portable* dengan spesifikasi *system type* 32-bit, *Operating System Windows* minimum *Windows* 7, *Processor* minimum 1,75 GHz, dan RAM minimum 4,00 GB. Adapun perangkat lunak yang dibutuhkan diantaranya: PSIM *Professional Version* 9.0.3 digunakan untuk mendesain rangkaian sistem secara keseluruhan; *Matlab*/*Simulink* R2011a

digunakan untuk mendesain sistem *Fuzzy Logic Controller* (FLC); *Mendeley Desktop* digunakan untuk keperluan sitasi; dan *Microsoft Word* digunakan untuk keperluan pengolahan kata.

3.3.1 PSIM

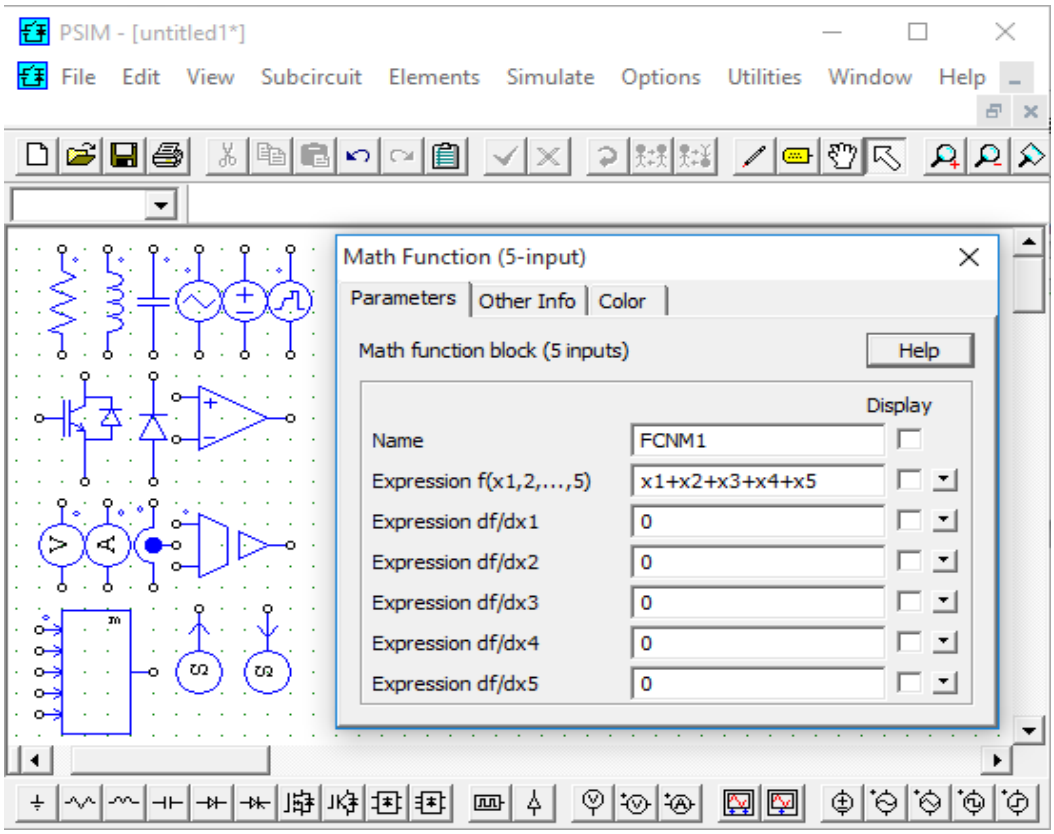
PSIM atau *Power Simulation* merupakan perangkat lunak yang dapat mensimulasikan berbagai karakteristik elektronika dan sistem tenaga listrik yang berjalan pada *Operation System Windows*. Perangkat lunak ini tergolong mudah untuk dioperasikan dan cocok untuk mensimulasikan sistem elektronika daya (Jin, 2016). Beberapa komponen-komponen penting dalam penelitian ini terdapat pada perangkat lunak PSIM.



Gambar 3.2. *Solar module (physical model)*

Gambar 3.2 merupakan komponen yang langsung dapat digunakan untuk pemodelan *photovoltaic*. Karakteristik yang terdapat pada *datasheet* dari *photovoltaic* dapat langsung dimasukkan pada kolom yang tertera pada Gambar 3.2. Setelah semua data dimasukan kedalam kolom tersebut, kurva karakteristik

dari *photovoltaic* dapat dimunculkan dengan menekan tombol *'Calculate I-V Curve'*. Penerapan model *photovoltaic* pada rangkaian dilakukan dengan menekan tombol *'Copy PSIM Parameter'* (Jin, 2010).

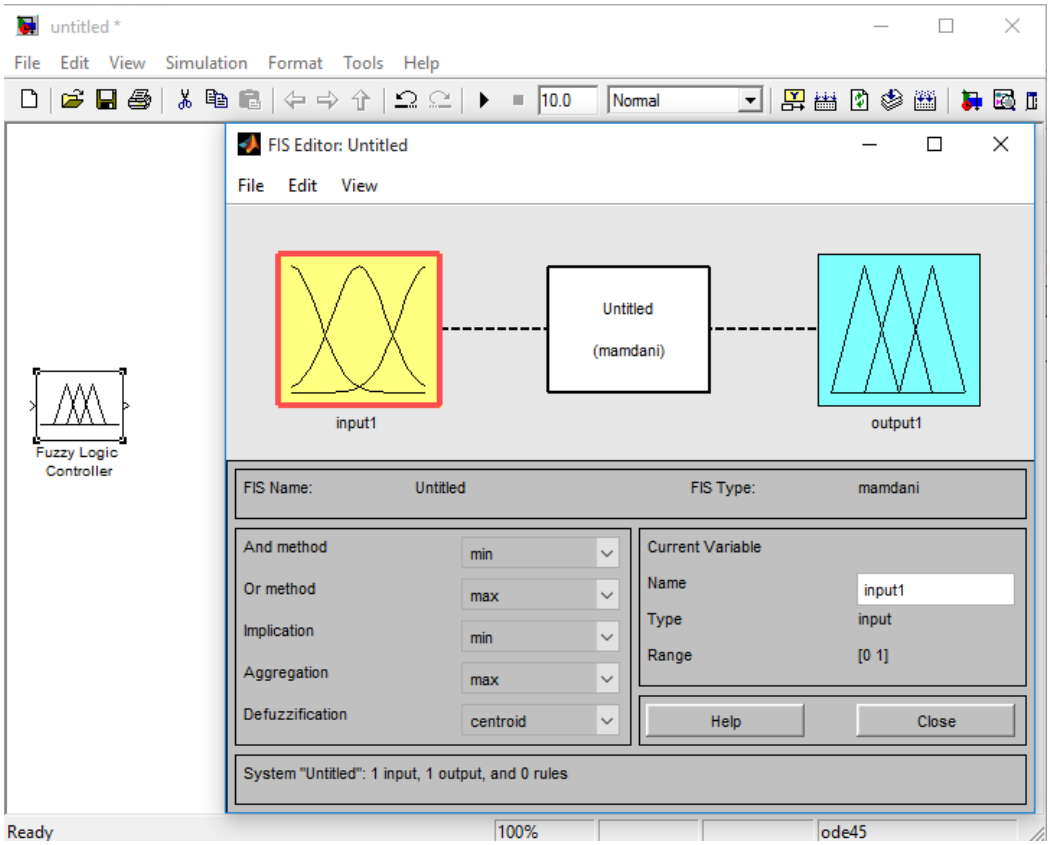


Gambar 3.3. Komponen pada PSIM

Gambar 3.3 merupakan komponen-komponen yang digunakan dalam penelitian ini. Komponen tersebut diantaranya: resistor, induktor, kapasitor, *voltmeter*, *amperemeter*, sensor arus, sensor tegangan, MOSFET, komparator, dioda, variasi sumber tegangan, *In Link Node*, *Out Link Node*, dan *Math Function*. Sebagian besar dari komponen tersebut digunakan untuk pemodelan *buck* konverter. Terkecuali *In Link Node & Out Link Node* yang digunakan untuk menghubungkan antara PSIM dengan *Simulink*, dan *Math Function* yang dapat digunakan untuk pemodelan persamaan matematis pada pemodelan baterai menggunakan rangkaian ekuivalen.

3.3.2 *Matlab/Simulink*

Simulink merupakan fitur yang tersedia pada aplikasi berbasis matrik yaitu *Matlab*. *Simulink* merupakan fasilitas yang digunakan sebagai simulasi berbagai model, baik berupa blok diagram maupun rangkaian ekuivalen. Pada penelitian ini *Simulink* digunakan sebagai sistem kontrol dari sistem utama yang disimulasikan pada perangkat lunak PSIM.

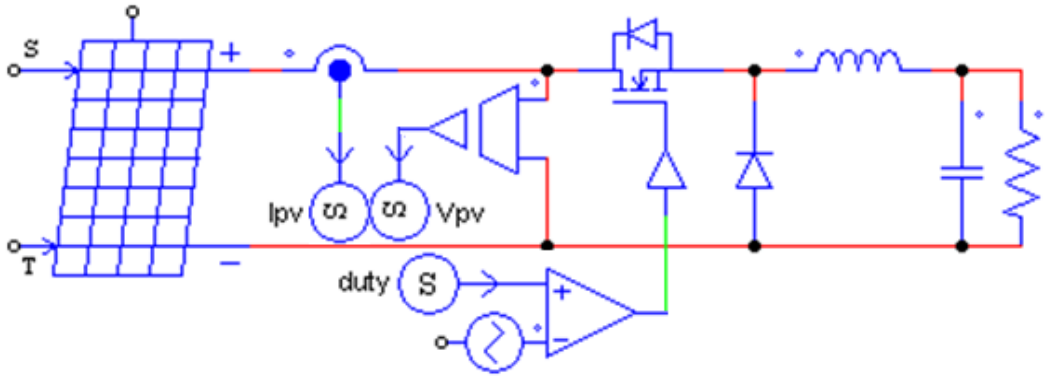


Gambar 3.4. *Fuzzy Logic Controller* pada *Simulink*

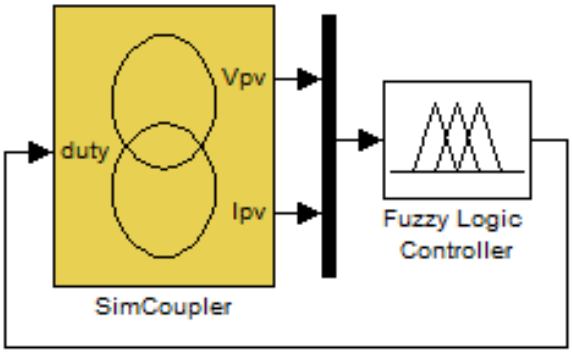
Kelebihan dari perangkat lunak *Matlab/Simulink* yaitu terdapat fitur logika *fuzzy*. Gambar 3.4 menunjukan *toolbox Fuzzy Logic Controller* (FLC) yang dibutuhkan dalam penelitian ini. Pada *toolbox* tersebut penggunaannya tergolong mudah. Proses fuzzifikasi dan defuzzifikasi dilakukan dengan memasukkan banyaknya fungsi keanggotaan yang dibutuhkan dan mengatur nilai pada masing-masing fungsi keanggotaan pada *toolbox* tersebut. Proses pengaturan *if then* pada *Fuzzy Logic Controller* (FLC) dilakukan pada kotak putih dalam Gambar 3.4 (The MathWorks, 2015).

3.3.3 *SimCoupler*

SimCoupler merupakan komponen pada *Simulink* yang tersedia ketika memasang aplikasi PSIM *Professional*. *SimCoupler* dapat menghubungkan *Simulink* dengan PSIM untuk disimulasikan secara bersamaan.



Gambar 3.5. Penggunaan *SimCoupler* pada PSIM

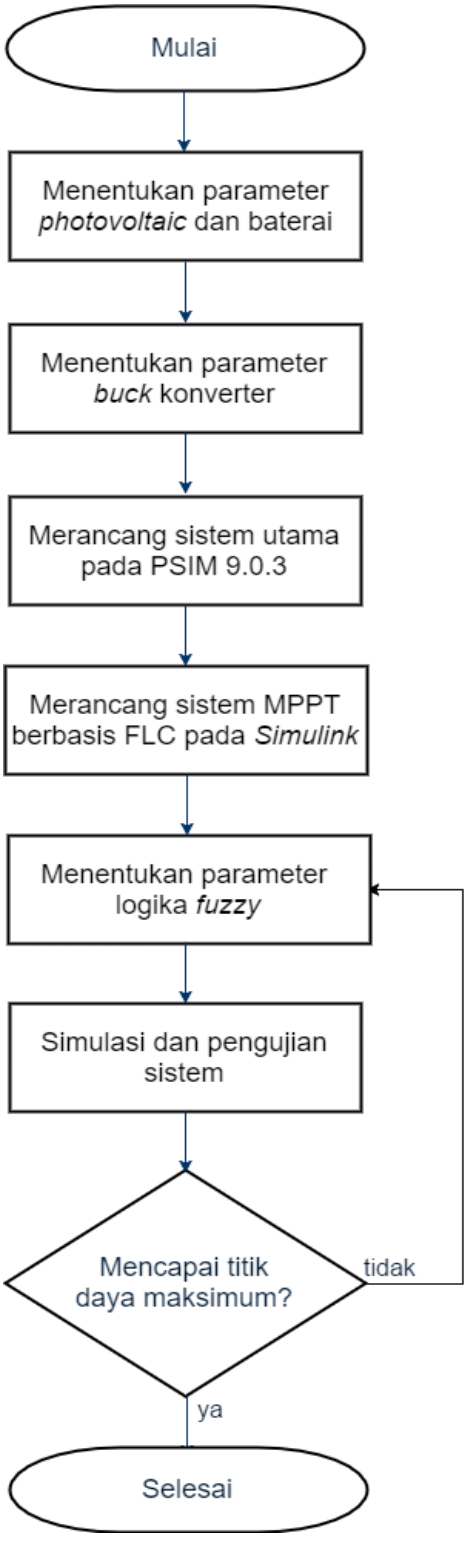


Gambar 3.6. Penggunaan *SimCoupler* pada *Simulink*

Gambar 3.5 menjelaskan penggunaan *SimCoupler* pada rangkaian utama yang di desain pada perangkat lunak PSIM. Pada perangkat lunak PSIM menggunakan komponen *In Link Node* sebagai *input* dari *Simulink* yang akan digunakan pada rangkaian utama. Pada Gambar 3.5 yang dimaksud tersebut bernama *duty*. *Input* dari rangkaian utama yang digunakan pada *Simulink* menggunakan komponen *Out Link Node*. Pada Gambar 3.5 yang dimaksud tersebut bernama Ipv dan Vpv. Gambar 3.6 menjelaskan penggunaan *SimCoupler* pada rangkaian kontrol yang di desain pada perangkat lunak *Simulink*. *Input* dan

output yang telah didesain pada perangkat lunak PSIM diwakilkan oleh blok *SimCoupler* (Jin, 2009).

3.4 Prosedur Penelitian



Gambar 3.7. Diagram alir penelitian

Gambar 3.7 menjelaskan prosedur dalam penelitian ini. Pada prosedur tersebut terdiri dari beberapa langkah. Langkah *pertama* yaitu menentukan parameter pada *photovoltaic* dan baterai yang akan digunakan. Pada penentuan *photovoltaic* meliputi nilai tegangan rangkaian terbuka, arus hubung singkat, tegangan pada nilai maksimum, arus pada nilai maksimum, dan daya maksimum yang dapat dihasilkan serta banyaknya *photovoltaic* yang tersedia. Dari nilai tersebut, dapat ditentukan pemasangan *photovoltaic* yang akan digunakan baik secara seri ataupun paralel. Pada penentuan baterai meliputi nilai tegangan, kapasitas (Ah) dan banyaknya baterai yang tersedia. Setelah diketahui parameter tersebut, dapat ditentukan apakah baterai akan dipasang secara seri atau paralel.

Langkah *kedua* yaitu menentukan parameter yang digunakan pada rangkaian DC-DC *buck* konverter. Hal tersebut meliputi nilai induktor, kapasitor, dan *duty cycle* pada MOSFET. Dalam penentuannya berdasarkan persamaan yang telah dijelaskan pada Bab II, serta ditinjau dari besaran riak pada tegangan dan arus yang dihasilkan. Selanjutnya, pada langkah *ketiga* yaitu merancang sistem utama pada perangkat lunak PSIM 9.0.3. Pada langkah ini, dilakukan pemodelan *photovoltaic* menggunakan *Solar Module* dan baterai menggunakan rangkaian ekuivalen. Langkah *keempat* yaitu merancang sistem MPPT berbasis FLC pada perangkat lunak *Matlab*/*Simulink* R2011a. Langkah *kelima* yaitu menentukan parameter pada *Fuzzy Logic Controller* (FLC). Pada langkah ini meliputi banyaknya fungsi keanggotaan yang akan digunakan, menentukan parameter numerik dan *heuristic* pada masing-masing fungsi keanggotaan baik pada nilai *input* maupun *output,* serta menentukan aturan *if then* pada sistem *fuzzy.*

Langkah selanjutnya adalah menguji sistem dengan mensimulasikannya. Sistem dikatakan berhasil apabila daya yang dihasilkan *photovoltaic* dapat mendekati nilai maksimum dalam berbagai kondisi iradiasi dan suhu. Apabila daya belum dapat menghasilkan nilai yang maksimum, maka kembali ke langkah *kelima* yaitu mengatur nilai pada masing-masing fungsi keanggotaan atau menentukan kembali aturan *if then* pada sistem *fuzzy*. Hal tersebut terus dilakukan secara berulang hingga daya yang dihasilkan *photovoltaic* dapat mendekati titik maksimum.

Elko Nurul Yaqin, 2017
MAXIMUM POWER POINT TRACKING BERBASIS FUZZY LOGIC CONTROLLER PADA SISTEM PHOTOVOLTAIC
Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu