



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**IMPLEMENTASI MPPT
MENGUNAKAN *HUMAN
PSYCHOLOGY OPTIMIZATION
ALGORITHM* DENGAN *BOOST
CONVERTER* PADA PANEL SURYA
DENGAN KONDISI *PARTIAL
SHADING***

TESIS

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

**FAJAR MAULANA
1909511004**

**PROGRAM STUDI MAGISTER TERAPAN TEKNIK ELEKTRO
PASCASARJANA POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

**DEPOK
JANUARI
2023**



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**IMPLEMENTASI MPPT
MENGUNAKAN *HUMAN
PSYCHOLOGY ALGORITHM*
DENGAN *BOOST CONVERTER*
PADA PANEL SURYA DENGAN
KONDISI *PARTIAL SHADING***

TESIS

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan
Mencapai Derajat Magister Terapan dalam Bidang Rekayasa Kontrol Industri

**FAJAR MAULANA
1909511004**

**PROGRAM STUDI MAGISTER TERAPAN TEKNIK ELEKTRO
PASCASARJANA POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

**DEPOK
JANUARI
2023**



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PENGESAHAN

Tesis ini yang diajukan oleh:

Nama : Fajar Maulana

Program Studi : Magister Terapan Teknik Elektro

Nama : Fajar Maulana

Program Studi : Magister Terapan Teknik Elektro

Judul : Impementasi MPPT Menggunakan *Human Psychology Optimization (HPO) Algorithm* dengan *Boost Converter* pada Panel Surya dengan Kondisi *Partial Shading*

Telah diuji oleh Tim Penguji dalam Sidang Tesis pada hari Kamis tanggal 30 Januari tahun 2023 dan dinyatakan LULUS untuk memperoleh Derajat Gelar Magister Terapan pada Program Studi Magister Terapan Teknik Elektro Politeknik Negeri Jakarta.

Pembimbing I : **Dr. Isdawimah, S.T., M.T** ()

Pembimbing II : **Drs. Kusnadi, S.T., M.Si** ()

Penguji I : **Dr.Drs.Ahmad Tossin A,S.T.,M.T** ()

Penguji II : **Nana Sutarna, S.T., M.T., Ph.D.** ()

Penguji III : **Murie Dwiyantini , S.T., M.T.** ()

Depok, 7 Februari 2023

Disahkan oleh
Kepala Pascasarjana Politeknik Negeri Jakarta


Dr. Isdawimah, S.T., M.T.

NIP. 196305051988112001

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis yang saya susun ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Fajar Maulana

NIM : 1909511004

Tanda Tangan : 

Tangga 7 Februari 2023

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sebenarnya bahwa tesis ini saya susun tanpa tindakan plagiarisme sesuai dengan peraturan yang berlaku di Politeknik Negeri Jakarta.

Jika di kemudian hari ternyata saya melakukan tindakan plagiarisme, saya akan bertanggung jawab sepenuhnya dan menerima sanksi yang diajukan oleh Politeknik Negeri Jakarta kepada saya.

Depok, 7 Februari 2023

Fajar Maulana

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIK**

Sebagai sivitas akademik Politeknik Negeri Jakarta, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Fajar Maulana
NIM : 1909511004
Program Studi : Magister Terapan Teknik Elektro
Pascasarjana Politeknik Negeri Jakarta
Jenis Karya : Tesis

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Politeknik Negeri Jakarta Hak Bebas Royalti Noneklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

Implementasi MPPT Menggunakan *Human Psychology Optimization* (HPO) *Algorithm* dengan *Boost Converter* pada Panel Surya dengan Kondisi *Partial Shading*

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan)*. Dengan Hak Bebas Royalti Noneklusif ini Politeknik Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan/mengalihformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di _____ : Depok

Pada tanggal : 7 Februari 2023

Fajar Maulana

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas rahmat dan ridho Allah SWT yang telah memberikan karunia kesehatan, waktu, ilmu, kekuatan, dan kesempatan, sehingga dapat menyelesaikan karya ilmiah yang berjudul “Implementasi MPPT Menggunakan *Human Psychology Optimization (HPO) Algorithm* dengan *Boost Converter* pada Panel Surya dengan Kondisi *Partial Shading*”.

Tesis ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Magister Terapan Teknik Elektro Politeknik Negeri Jakarta.

Ucapan terima kasih tak terhingga kepada :

1. Orangtuaku Bapak, Ibu, Istri dan anak-anakku tercinta, keluarga besar, mertua, yang selalu memberikan motivasi, dukungan dan do'a yang tidak ada hentihentinya.
2. Ibu **Dr. Isdawimah, S.T., M.T.** selaku Kepala Pascasarjana Politeknik Negeri Jakarta dan sebagai dosen pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan motivasi dalam menyusun laporan tesis ini..
3. Bapak **Drs. Kusnadi, S.T., M.Si.** selaku dosen pembimbing 2 yang telah memberikan bimbingan dan motivasi dalam menyusun laporan tesis ini.
4. Bapak **Dr, Drs. Ahmad Tossin A,S.T.,M.T,** Bapak **Nana Sutarna, S.T., M.T., Ph.D.,** Ibu **Murie Dwiyanti , S.T., M.T.,** Selaku tim penguji yang telah memberikan saran dan koreksinya.
5. Segenap Dosen dan Staff Program Studi Magister Terapan Teknik Elektro atas kontribusinya baik secara langsung, maupun tidak langsung yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu selama penyusunan laporan tesis ini.
6. Rekan-rekan Program Studi Magister Terapan Teknik Elektro, Program Pascasarjana Politeknik Negeri Jakarta Angkatan Ketiga.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Hasil penelitian ini tentu masih banyak kekurangan, dan jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan saran dan masukan yang dapat memperkaya khazanah keilmuan di dalam laporan tesis ini.

Semoga laporan ini bermanfaat, khususnya bagi penulis dan masyarakat pada umumnya, karena sebaik baiknya ilmu adalah ilmu yang bermanfaat bagi orang lain.

Depok, 7 Februari 2023

Fajar Maulana





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

Halaman Sampul	i
Halaman Judul	ii
Halaman Pengesahan	iii
Halaman Pernyataan Orisinalitas	iv
Halaman Pernyataan Bebas Plagiarisme	v
Halaman Pernyataan Persetujuan Publikasi Tesis Untuk Kepentingan Akademik	vi
Kata Pengantar	vii
Daftar Isi	ix
Daftar Gambar	xi
Daftar Tabel	xii
Daftar Lampiran	xiii
Abstrak	xiv
Halaman Simbol dan Singkatan	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Batasan Penelitian	5
1.5 Manfaat Penelitian	6
1.5.1 Manfaat Teoretis	6
1.5.2 Manfaat Praktis	6
1.6 Sistematika Penyajian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 <i>Photovoltaics</i> (PV)	9
2.2 Kondisi <i>Partial Shading</i>	10
2.3 <i>Maximum Power Point Tracking</i> (MPPT)	12
2.4 <i>DC-DC Boost Converter</i>	12
2.5 <i>Human Psychology Optimization (HPO) Algorithm</i>	14
2.6 Sensor Arus	19
2.7 Sensor Tegangan	21
2.8 <i>Unilluminated Solar Panel</i>	21
2.9 Kajian Penelitian Terdahulu	24
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	29
3.1 Desain Sistem	29
3.2 Perencanaan <i>Hardware</i>	30
3.2.1 Perencanaan Beban	30
3.2.2 Perencanaan Array Panel Surya	30
3.2.3 Perencanaan <i>DC-DC Boost Converter</i>	31
3.2.4 Perencanaan Driver MOSFET	33
3.2.2 Perencanaan Sensor Arus	34
3.2.2 Perencanaan Sensor Tegangan	35
3.3 Perencanaan Simulasi Integrasi Sistem pada <i>Software</i> PSIM	37
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	38
4.1 Pengujian Parsial	39
4.1.1 Pengujian Karakteristik Panel Surya	38



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.1.2 Pengujian Sensor Tegangan	41
4.1.3 Pengujian Sensor Arus ACS712.....	44
4.1.4 Pengujian DC-DC <i>Boost Converter</i>	46
4.2 Pengujian Integrasi Sistem	47
4.2.1 Pengujian MPPT-HPO pada Kondisi <i>Non-Shading</i>	47
4.2.2 Pengujian MPPT-HPO pada Kondisi <i>Partial Shading</i>	49
4.2.3 Pengujian MPPT-HPO pada Kondisi Perubahan Variasi Irradiasi	52
4.2.4 Analisis Performansi MPPT-HPO dengan MPPT-P&O	54
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	59
5.1 Simpulan.....	59
5.2 Saran	59
DAFTAR PUSTAKA.....	60





DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Photovoltaic cell</i>	9
Gambar 2.2 Istilah-Istilah Panel Surya	10
Gambar 2.3 Bagan Klasifikasi Metode MPPT.....	12
Gambar 2.4 Rangkaian Dasar Boost Converter	13
Gambar 2.5 Representasi HPO	15
Gambar 2.6 <i>Flowchart</i> HPO	18
Gambar 2.7 Representasi Sensor Arus ACS712.....	20
Gambar 2.8 Diagram tegangan keluaran dibanding arus yang dibaca pada sensor ACS712, dengan offset DC 2.5V.....	20
Gambar 2.9 Rangkaian Pembagi Tegangan.....	21
Gambar 2.10 Rangkaian Ekuivalen <i>Unilluminated Solar Panel</i>	22
Gambar 2.11 Rangkaian ekuivalen <i>Unilluminated Solar Panel</i> dengan beberapa panel surya dan <i>power supply</i>	23
Gambar 3.1 Blok Diagram Sistem MPPT-HPO	29
Gambar 3.2 Desain Skematik dan Board PCB DC-DC Boost Converter.....	32
Gambar 3.3 Hardware DC-DC Boost Converter	33
Gambar 3.4 Rangkaian Driver MOSFET.....	34
Gambar 3.5 Rangkaian Sensor Arus	35
Gambar 3.6 Rangkaian Sensor Tegangan	36
Gambar 3.7 Rangkaian Integrasi Sistem pada Software PSIM.....	37
Gambar 4.1 Karakteristik Array Panel Surya pada Kondisi Non-Shading.....	39
Gambar 4.2 Karakteristik Array Panel Surya pada Kondisi Partial Shading....	40
Gambar 4.3 Hasil Pengujian Sensor Tegangan.....	43
Gambar 4.4 Hasil Pengujian Sensor Arus.....	45
Gambar 4.5 Kurva Respon MPPT-HPO pada Irradiasi 500W/m ²	48
Gambar 4.6 Kurva Karakteristik Array Panel Surya pada Irradiasi 500W/m ² ..	48
Gambar 4.7 Kurva Respon MPPT-HPO pada Irradiasi tidak seragam 1000W/m ² dan 700W/m ²	50
Gambar 4.8 Kurva Karakteristik Array Panel Surya pada Irradiasi Tidak Seragam 1000W/m ² dan 700W/m ²	51
Gambar 4.9 Kurva Respon MPPT-HPO dengan Perubahan Kondisi Irradiasi yang Cepat.....	52
Gambar 4.10 Kurva Respon MPPT-HPO pada Irradiasi Seragam 1000W/m ² ..	54
Gambar 4.11 Kurva Respon MPPT-P&O pada Irradiasi Seragam 1000W/m ² ..	55
Gambar 4.12 Kurva Respon MPPT-HPO pada Irradiasi tidak seragam 1000W/m ² dan 700W/m ²	56
Gambar 4.12 Kurva Respon MPPT-P&O pada Irradiasi tidak seragam 1000W/m ² dan 700W/m ²	56

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Parameter Sensor arus ACS712	19
Tabel 3.1 Spesifikasi Panel Surya	31
Tabel 4.1 Data Titik Daya Maksimum pada Kondisi <i>Non-Shading</i>	40
Tabel 4.2 Data Titik Daya Maksimum pada Kondisi <i>Partial Shading</i>	41
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Sensor Tegangan	42
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Sensor Arus	44
Tabel 4.5 Hasil Pengujian <i>DC-DC Boost Converter</i>	46
Tabel 4.6 Data Hasil Pengujian Simulasi dan <i>Hardware</i>	49
Tabel 4.7 Data Hasil Pengujian Simulasi dan <i>Hardware</i>	51
Tabel 4.8 Data Hasil Pengujian MPPT-HPO dengan Perubahan Kondisi Irradiasi yang cepat.....	53
Tabel 4.9 Perbandingan Pengujian MPPT-HPO dan MPPT-P&O	57
Tabel 4.10 Perbandingan Analisis Performansi MPPT-HPO dan MPPT-P&O	57



POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Skematik rangkaian MPPT HPO menggunakan simulasi PSIM....	81
Lampiran 2 Skematik rangkaian MPPT P&O menggunakan simulasi PSIM ...	82
Lampiran 3 Rangkaian Implementasi Hardware.....	83
Lampiran 4 Implementasi Printed Circuit Board (tampak atas)	84
Lampiran 5 Implementasi Printed Circuit Board (tampak bawah)	84
Lampiran 6 Implementasi hardware MPPT HPO	85
Lampiran 7 Listing Program MPPT HPO menggunakan simulasi PSIM	86
Lampiran 8 Listing Program MPPT P&O menggunakan simulasi PSIM	89
Lampiran 9 Listing Program MPPT HPO Microcontroller NUCLEO STM32.	91





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

ABSTRAK

Salah satu teknik untuk meningkatkan efisiensi output daya panel surya yaitu *maximum power point tracking* (MPPT). MPPT berbasis algoritma konvensional seperti *perturb and observe* (MPPT-P&O) untuk beberapa kasus tidak dapat bekerja maksimal pada kondisi *partial shading*. MPPT berbasis algoritma metaheuristik mampu melacak titik daya maksimum pada kondisi *partial shading*. Sehingga, sebuah teknik pelacakan titik daya maksimum berbasis algoritma metaheuristik untuk sistem panel surya diusulkan, yaitu MPPT berbasis *human psychology algorithm* (MPPT-HPO). Algoritma HPO memiliki pemodelan matematis yang sederhana sehingga mudah diimplementasikan pada sistem MPPT. Algoritma MPPT-HPO yang diusulkan diimplementasikan pada sistem panel surya yang tersusun dari 2 panel surya yang dirangkai secara seri dan terintegrasi dengan DC-DC Boost Converter. Sistem panel surya dikembangkan secara simulasi menggunakan *software* PSIM dan divalidasi dengan pengujian *hardware*. Sistem panel surya yang dilengkapi MPPT-HPO diuji pada kondisi penyinaran yang bervariasi baik pada kondisi *non-shading* dengan penyinaran seragam maupun kondisi *partial shading* dengan penyinaran tidak seragam. Selanjutnya untuk mengevaluasi kinerjanya, MPPT-HPO dibandingkan dengan MPPT-P&O. Akurasi yang didapatkan dalam pengujian algoritma MPPT-HPO cukup bagus mencapai 99% dan MPPT-HPO memiliki kemampuan yang stabil setelah mencapai kondisi *global maximum power point* (GMPP) jika dibandingkan dengan teknik MPPT-P&O yang sudah ada sebelumnya.

Kata kunci : *maximum power point tracking, human psychology optimization, DC-DC boost converter*



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

ABSTRACT

One technique to increase the efficiency of solar panel power output is maximum power point tracking (MPPT). MPPT based on conventional algorithms such as perturb and observe (MPPT-P&O) for some cases cannot work optimally in partial shading conditions. MPPT based on the metaheuristic algorithm is able to track the maximum power point under partial shading conditions. Thus, a technique for tracking the maximum power point based on a metaheuristic algorithm for solar panel systems is proposed, namely MPPT based on the human psychology optimization algorithm (MPPT-HPO). The HPO algorithm has a simple mathematical model that makes it easy to implement in MPPT systems. The proposed MPPT-HPO algorithm is implemented in a solar panel system composed of 2 solar panels arranged in series and integrated with a DC-DC Boost Converter. The solar panel system was developed by simulation using PSIM software and validated by hardware testing. Solar panel systems equipped with MPPT-HPO were tested under various irradiation conditions, both in non-shading conditions with uniform irradiation and partial shading conditions with non-uniform irradiation. Furthermore, to evaluate its performance, MPPT-HPO is compared with MPPT-P&O. The accuracy obtained in testing the MPPT-HPO algorithm is quite good, reaching 99% and MPPT-HPO has stable capabilities after reaching global maximum power point (GMPP) conditions when compared to the existing MPPT-P&O technique.

Keywords : *maximum power point tracking, human psychology optimization, DC-DC boost converter*



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN SIMBOL DAN SINGKATAN

AC	: <i>Alternating Current</i>
DC	: <i>Direct Current</i>
PSIM	: <i>Powersim</i>
Hz	: <i>Hertz</i>
MPPT	: <i>Maximum Power Point Tracking</i>
HPO	: <i>Human Psychology Optimization</i>
P&O	: <i>Perturb & Observe</i>
PV	: <i>Photovoltaics</i>
PLTS	: <i>Pembangkit Listrik Tenaga Surya</i>
PWM	: <i>Pulse Width Modulation</i>
V	: <i>Volt</i>
GMPP	: <i>Global Maximum Power Point</i>
LMPP	: <i>Local Maximum Power Point</i>
V-mpp	: <i>Voltage Maximum Power Point (Tegangan Maksimal)</i>
I-mpp	: <i>Current Maximum Power Point (Arus Listrik Maksimal)</i>
P-mpp	: <i>Power Maximum Power Point (Daya Maksimal)</i>



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Meningkatnya kebutuhan energi, sebagai dampak dari pembangunan yang berkelanjutan sangat bergantung pada pasokan listrik. Saat ini, permintaan listrik yang tinggi dan juga faktor lingkungan lainnya, sehingga mengakibatkan menipisnya sumber energi fosil juga meningkatnya perhatian terhadap dampak lingkungan dari sumber energi fosil. sehingga dilakukan upaya untuk memanfaatkan sumber alternatif energi untuk memberikan beban listrik yang terus meningkat. energi terbarukan memainkan peran penting dalam pembangkit listrik masa depan. sistem tenaga surya (PLTS) telah merupakan salah satu solusi yang menarik di antara energi terbarukan lainnya. Secara umum, sistem tenaga surya (PLTS) dianggap sebagai solusi alternatif untuk mengurangi emisi, sehingga dapat menjadi solusi untuk mitigasi perubahan iklim. sistem tenaga surya (PLTS) tidak membawa masalah lingkungan yang serius yang ditimbulkan oleh selama penggunaan, seperti perubahan iklim, pemanasan global, polusi udara, dan sebagainya. Namun, beberapa tantangan menghambat penggunaan sistem tenaga surya (PLTS), yaitu ketergantungan pada cuaca pada intensitas pancaran sinar matahari.

Energi dan efisiensi yang dihasilkan oleh panel surya sangat bergantung pada kondisi lingkungan, penyinaran, radiasi, suhu. hal ini dikarenakan sebuah panel surya memiliki karakteristik $V-I$ yang non-linier di alam dan bervariasi dengan iradiasi dan suhu. Titik operasi spesifik pada kurva $V-I$ dan $Power-Volt$ ditentukan menggunakan penjejakan titik daya maksimum (MPP). Pada titik kurva ini, panel surya akan menghasilkan daya keluaran maksimum dan efisiensi maksimum. Selain itu, hanya ada satu MPP untuk setiap nilai radiasi matahari dan suhu dan, pada titik itu, daya maksimum diekstraksi dari sel surya. tugas algoritma MPPT adalah melacak keluaran daya maksimum akibat perubahan suhu lingkungan dan penyinaran matahari. Beberapa metode yang diusulkan untuk mendapatkan



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

titik daya maksimum. Jika sistem PV bekerja pada MPP, efisiensi sistem lebih besar. Titik ini diketahui berkat kurva karakteristik sistem PV, kurva I-V dan kurva P-V. Untuk meningkatkan kinerja sistem PV dan untuk mendapatkan titik daya maksimum dalam kondisi lingkungan yang beragam, perlu melacak titik daya maksimum menggunakan metode kontrol.

Partial shading merupakan kondisi tertutupnya sebagian permukaan panel surya oleh bayangan. Akibat pengaruh bayangan yang mengenai sebagian area panel surya akan mengurangi daya keluaran dari panel surya, oleh karena itu tujuan dari penggunaan MPPT adalah untuk memaksimalkan daya output panel surya dengan kondisi apapun dengan cara untuk mendapatkan akurasi dan waktu tracking yang lebih baik. metode *Maximum power point tracking* (MPPT) dirancang untuk mendeteksi daya keluaran sumber daya panel surya secara akurat. dengan mengganti arus keluaran panel surya, tegangan keluaran catu daya panel surya dapat bervariasi di sepanjang kurva bebannya [1]. *Maximum power point tracking* (MPPT) dianggap sebagai cara yang paling efisien dan efektif untuk mengatasi masalah tersebut. Oleh karena itu, sistem panel surya dapat mencapai daya maksimum dan meningkatkan tegangan keluaran panel surya dalam berbagai kondisi cuaca. *Maximum point power tracking* (MPPT) Ini adalah topik yang terkenal dan dipelajari dengan baik di bawah kondisi radiasi yang seragam ketika berada MPP dalam karakteristik tegangan daya panel surya. Namun, ketika ada variasi dalam radiasi matahari yang jatuh pada sistem panel surya, seperti bayangan sebagian yang disebabkan oleh awan yang bergerak, pohon atau bangunan di dekatnya. kurva P-V menunjukkan beberapa puncak. Dengan demikian, algoritma MPPT harus memiliki kemampuan untuk menemukan MPP global dari antara puncak daya lokal [2].

Berberapa teknik MPPT telah dikembangkan dan diimplementasikan Banyak metode MPPT dirancang untuk bekerja dalam kondisi radiasi yang seragam. perkembangan terbaru dalam pendekatan MPPT fokus pada perancangan metode untuk mencapai MPPT di bawah kondisi berbayang sebagian. Dampak dari memvariasikan konfigurasi sistem dan metode lain untuk mengurangi efek



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

berbayang sebagian dan meningkatkan kinerja di bawah dampak bayangan sebagian. *Algoritma Perturb and Observe (P&O)*[3]. merupakan algoritma yang paling umum digunakan di banyak sistem panel surya. algoritma ini beroperasi dengan menaikkan atau menurunkan tegangan array panel surya secara berkala dan kemudian membandingkan daya keluaran panel surya dengan siklus gangguan sebelumnya. Namun, algoritma P&O menunjukkan kinerja yang kurang baik dan mungkin melacak titik yang salah di bawah perubahan radiasi dan suhu yang cepat. Metode *Hill Climbing (HC)* bergantung pada hubungan antara daya array sistem panel surya dan siklus kerja konverter daya [4]. Ini ditentukan oleh gangguan yang ditunjukkan pada kontrol PWM.

Berbagai teknik juga kecerdasan buatan telah diusulkan untuk menangani kondisi lingkungan seragam MPPT dalam sistem panel surya, pada umumnya dibagi menjadi dua yaitu konvensional dan *soft computing*. Metode konvensional seperti *perturb & observe (P&O)* dan *incremental conductance (InC)* memiliki kemudahan dalam pengaplikasiannya, akan tetapi metode ini gagal dalam melacak titik daya tertinggi pada kondisi partial shading serta memiliki output yang tidak stabil [5]. Metode *soft computing* yang berbasis komputasi dibagi menjadi dua yaitu *artificial intelligence (AI)* dan *bio-inspired (BI)*. Algoritma berbasis AI contohnya adalah *artificial neural network (ANN)* [6][7] dan *fuzzy logic (FL)*[8]. *fuzzy logic* dan *artificial neural network* adalah kontrol MPPT yang cerdas. algoritma ini dapat melacak daya tertinggi pada kondisi partial shading. Akan tetapi AI sangat bergantung pada data learning, sehingga ketika diterapkan pada sistem lain tidak dapat bekerja. Algoritma berbasis BI seperti *Genetic Algorithm* [9], *Evolutionary Programming* [10], *Differential Evolution* [11], *Particle Swarm Algorithm* [12], *Ant Colony Optimization* [13], *Cuckoo Search* [14], *Artificial Bee Colony* [15], dan *Firefly Algorithm* [16] yang bekerja dengan baik dalam melacak titik daya output maksimum pada panel surya baik dalam berbagai kondisi cuaca dan kondisi partial shading. Permasalahan untuk mendapatkan daya maksimum dari sistem panel surya akibat perubahan pola bayangan dapat diatasi dengan menggunakan sebuah sistem yang mampu mendeteksi posisi daya maksimum sehingga panel surya mampu menghasilkan daya maksimum walaupun terhalang oleh bayangan. Berdasarkan



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

permasalahan yang ada maka penelitian ini mengajukan sebuah sistem penjejak titik daya maksimum MPPT dengan metode algoritma *Human Psychology Optimization* (HPO). Algoritma ini diajukan untuk mengatasi *Dynamic Partial Shading* pada panel surya sehingga MPPT dapat mencapai titik daya puncak sebenarnya atau daya maksimal yang dapat diperoleh atau disebut *Global Peak* (GP) atau tanpa terjebak dalam kondisi *Local Peak* (LP) atau titik daya puncak bayangan dengan kata lain puncak daya semu, serta metode HPO diterapkan pada *Boost converter*. Pada penelitian ini algoritma MPPT-HPO memiliki performa yang bagus dalam melacak posisi *global maximum power point* (GMPP) baik pada kondisi *non-shading* maupun *partial shading*. Akurasi yang didapatkan cukup bagus yaitu rata-rata 99%. Dan ketika sudah pada posisi konvergen tidak terjadi osilasi daya sehingga kondisi yang didapatkan menjadi stabil.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan pengkajian terhadap jurnal-jurnal penelitian tentang kinerja pencarian daya maksimum menggunakan metode *Maximum Power Point Tracking* pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), telah banyak dilakukan peneliti lain selama 5 tahun terakhir, namun belum ada penelitian tentang optimasi MPPT dengan *DC-DC boost converter* dan *HPO (Human Psychology Optimisation) algorithm* sebagai salah satu algoritma untuk mencari titik daya tertinggi pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Jadi, *gap*/perbedaan dengan penelitian lainnya adalah :

Adapun perumusan masalah dalam pengerjaan proyek akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Perancangan dan penerapan/implementasi *HPO (Human Psychology Optimisation) algorithm* sebagai metode *Maximum Power Point Tracking*.
2. Perancangan *DC-DC boost converter* sebagai penunjang kerja *Maximum Power Point Tracking*.
3. Proses MPPT mencari daya maksimum dari panel surya pada kondisi



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

partial shading.

Berdasarkan kajian tersebut, maka penelitian ini akan meneliti daya maksimum dari panel surya menggunakan metode *Maximum Power Point Tracking* dengan algoritma *HPO (Human Psychology Optimisation)*.

1.3 Tujuan Penelitian

Selama ini penelitian mengenai *Maximum power point tracking (MPPT)* pada sebuah Panel Surya sudah banyak dilakukan oleh peneliti lain yang sebidang. Tujuan utama yang ingin dicapai adalah dapat mengimplementasikan *Human Psychology Optimization (HPO) algorithm* untuk MPPT pada *DC-DC Boost converter* untuk memaksimalkan daya keluaran yang dihasilkan panel surya.

1.4 Batasan Penelitian

Adapun batasan-batasan masalah dalam pengerjaan proyek akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Metode MPPT yang digunakan adalah *Human Psychology Optimization (HPO) algorithm*.
2. Konverter yang digunakan adalah *DC-DC boost converter*.
3. Pengujian panel surya dilakukan dengan teknik *unilluminated solar panel*.
4. Pengujian MPPT dilakukan dengan dua kondisi iradiasi yaitu kondisi *non-shading* dan kondisi *partial shading* dua puncak.

1.5 Manfaat Penelitian

Seperti dijelaskan pada bagian sebelumnya, bahwa penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan *Human Psychology Optimization (HPO) algorithm* untuk MPPT pada *DC-DC Boost converter* untuk memaksimalkan daya keluaran yang dihasilkan panel surya.

Karena itu, penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat teoretis pada ilmu pengetahuan, maupun manfaat praktis untuk masyarakat.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.5.1 Manfaat Teoretis

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi sumber referensi terkait implementasi algoritma *Human Psychology Optimization* (HPO) untuk teknik MPPT.

1.5.2 Manfaat Praktis

Penelitian ini diharapkan dapat diterapkan pada masyarakat pengguna PLTS yang tertarik untuk mengimplementasikan teknik MPPT pada sistem PLTSnya.

1.6 Sistematika Penyajian

Sistematika penelitian dibagi dalam beberapa tahapan sebagai berikut :

Bab 1 Pendahuluan

Bab ini terdiri dari latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, metode penelitian yang digunakan, serta manfaat penelitian dan *outline* tesis.

Bab 2 Tinjauan Pustaka

Dalam bab ini dijelaskan teori-teori terkait dengan topik penelitian, dan juga *literatur review* dari penelitian yang sudah pernah dilakukan peneliti lain sebelumnya.

Bab 3 Metode Penelitian

Pada bab ini berisi metodologi penelitian, dan proses analisa kebutuhan penelitian, konstruksi alat, analisa pengolahan data dan alat dengan menggunakan perangkat lunak, serta perbandingan hasil prediksi dengan diagnosis pakar.

Bab 4 Pembahasan Hasil Penelitian

Dalam bab ini akan dipaparkan hasil yang diperoleh dari penelitian yang dilakukan serta pembahasan dan analisa secara mendalam berdasarkan data yang diperoleh berupa grafik dan tabel.

Bab 5 Simpulan dan Saran

Berisi hasil dari penelitian berupa simpulan hasil penelitian dan beberapa saran yang diajukan untuk memajukan penelitian ini lebih lanjut.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan penelitian tesis yang dilakukan, didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Pada saat sistem diuji pada kondisi non-shading dengan irradiasi seragam 500 W/m^2 , MPPT-HPO berhasil mencapai kondisi global maximum power point (GMPP) dengan akurasi mencapai 99%.
2. Pada saat sistem diuji pada kondisi partial shading dengan irradiasi tidak seragam 1000 W/m^2 dan 700 W/m^2 , MPPT-HPO berhasil mencapai kondisi global maximum power point (GMPP) dengan akurasi mencapai 99%.
3. Pada saat sistem diuji pada saat kondisi irradiasi dengan perubahan yang cukup cepat, MPPT-HPO berhasil mencapai global maximum power point (GMPP) sesuai dengan kondisi daya maksimum pada kondisi masing-masing irradiasi.
4. Pada sistem yang dirancang pada tesis ini, algoritma MPPT-HPO berhasil mencapai area *global maximum power point* (GMPP) panel surya baik pada kondisi *non-shading* maupun *partial shading*.
5. Pada sistem yang dirancang pada tesis ini, algoritma MPPT-HPO memiliki kemampuan stabilitas yang bagus ketika sudah mencapai kondisi *global maximum power point* (GMPP) dimana tidak terdapat osilasi daya.

5.2 Saran

Berdasarkan pengalaman penelitian yang telah dilakukan, diharapkan kedepannya ada pengembangan algoritma MPPT-HPO dengan memperhatikan beberapa parameter random atau mengkombinasikan HPO dengan algoritma lain agar didapatkan hasil optimasi yang optimum dan tepat.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. Ishaque and Z. Salam, "A review of maximum power point tracking techniques of PV system for uniform insolation and partial shading condition," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 19, pp. 475–488, 2013, doi: 10.1016/j.rser.2012.11.032.
- [2] S. Saravanan and R. B. N, "Maximum power point tracking algorithms for photovoltaic system – A review," vol. 57, pp. 192–204, 2016, doi: 10.1016/j.rser.2015.12.105.
- [3] A. A. Abdulrazzaq and A. H. Ali, "Efficiency performances of two MPPT algorithms for PV system with different solar panels irradiances," *Int. J. Power Electron. Drive Syst.*, vol. 9, no. 4, pp. 1755–1764, 2018, doi: 10.11591/ijpeds.v9.i4.pp1755-1764.
- [4] S. M. Fatemi, M. S. Shadlu, and A. Talebkah, "Comparison of Three-Point PO and Hill Climbing Methods for Maximum Power Point Tracking in PV Systems," *2019 10th Int. Power Electron. Drive Syst. Technol. Conf. PEDSTC 2019*, pp. 764–768, 2019, doi: 10.1109/PEDSTC.2019.8697273.
- [5] J. P. Ram and N. Rajasekar, "A new robust, mutated and fast tracking LPSO method for solar PV maximum power point tracking under partial shaded conditions," *Appl. Energy*, vol. 201, pp. 45–59, 2017, doi: 10.1016/j.apenergy.2017.05.102.
- [6] H. Elaissaoui, "MPPT Algorithm Based on Fuzzy Logic and Artificial Neural Network (ANN) for a Hybrid Solar / Wind Power Generation System," 2020.
- [7] S. Duman, N. Yorukeren, and I. H. Altas, "A novel MPPT algorithm based on optimized artificial neural network by using FPSOGSA for standalone photovoltaic energy systems," *Neural Comput. Appl.*, vol. 29, no. 1, pp. 257–278, 2018, doi: 10.1007/s00521-016-2447-9.
- [8] P. V. S. Selvaperumal, "Investigation of different MPPT techniques based on fuzzy logic controller for multilevel DC link inverter to solve the partial shading," *Soft Comput.*, vol. 0, 2020, doi: 10.1007/s00500-020-05370-0.
- [9] P. Megantoro, Y. D. Nugroho, F. Anggara, A. Pakha, and B. A. Pramudita,



- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- “The implementation of genetic algorithm to MPPT technique in a DC/DC buck converter under partial shading condition,” *Proc. - 2018 3rd Int. Conf. Inf. Technol. Inf. Syst. Electr. Eng. ICITISEE 2018*, pp. 308–312, 2018, doi: 10.1109/ICITISEE.2018.8721005.
- [10] A. R. Jordehi, “Maximum power point tracking in photovoltaic (PV) systems : A review of different approaches,” *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 65, pp. 1127–1138, 2016, doi: 10.1016/j.rser.2016.07.053.
- [11] K. S. Tey, S. Mekhilef, H. Yang, and M. Chuang, “A Differential Evolution Based MPPT Method for Photovoltaic Modules under Partial Shading Conditions,” vol. 2014, 2014.
- [12] R. B. A. Koad, A. F. Zobaa, S. Member, and A. El-shahat, “A Novel MPPT Algorithm Based on Particle Swarm Optimisation for Photovoltaic Systems,” pp. 1–10.
- [13] S. Titri, C. Larbes, K. Toumi, and K. Benatchba, “A new MPPT controller based on the Ant Colony Optimization Algorithm for Photovoltaic Systems under Partial Shading Conditions,” *Appl. Soft Comput. J.*, 2017, doi: 10.1016/j.asoc.2017.05.017.
- [14] J. Ahmed and Z. Salam, “A Maximum Power Point Tracking (MPPT) for PV system using Cuckoo Search with partial shading capability,” *Appl. Energy*, vol. 119, pp. 118–130, 2014, doi: 10.1016/j.apenergy.2013.12.062.
- [15] A. S. Benyoucef, A. Chouder, K. Kara, S. Silvestre, and O. A. Sahed, “Artificial bee colony based algorithm for maximum power point tracking (MPPT) for PV systems operating under partial shaded conditions,” *Appl. Soft Comput. J.*, pp. 1–11, 2015, doi: 10.1016/j.asoc.2015.03.047.
- [16] L. Mohammad and I. C. Setiadi, “Analysis and Evaluation Performance of MPPT Algorithms : Perturb & Observe (P & O), Firefly , and Flower Pollination (FPA) in Smart Microgrid Solar Panel Systems,” 2014.
- [17] H. A. Sher, A. F. Murtaza, K. E. Addoweesh, and M. Chiaberge, “An intelligent off-line MPPT technique for PV applications,” *Proc. - 2013 IEEE Conf. Syst. Process Control. ICSPC 2013*, no. December, pp. 316–320, 2013, doi: 10.1109/SPC.2013.6735154.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- [18] M. S. Shadlu, "Comparison of Maximum Power Point Tracking (MPPT) Algorithms to Control DC-DC Converters in Photovoltaic Systems," *Recent Adv. Electr. Electron. Eng. (Formerly Recent Patents Electr. Electron. Eng.)*, vol. 12, no. 4, pp. 355–367, 2018, doi: 10.2174/2352096511666180530075244.
- [19] G. C. Mahato, T. Roy Choudhury, and B. Nayak, "Study of MPPT and FPPT: A Brief Comparison," *2020 IEEE 17th India Counc. Int. Conf. INDICON 2020*, 2020, doi: 10.1109/INDICON49873.2020.9342374.
- [20] P. G. V. Sampaio and M. O. A. González, "Photovoltaic solar energy: Conceptual framework," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 74, no. March, pp. 590–601, 2017, doi: 10.1016/j.rser.2017.02.081.
- [21] V. B. Raju and C. Chengaiah, "Enhance the Output Power of a Shaded Solar Photovoltaic Arrays with Shade Dispersion based TCT Configuration," *Trends Renew. Energy*, vol. 7, no. 1, pp. 1–23, 2021, doi: 10.17737/tre.2021.7.1.00128.
- [22] M. S. Nkambule, A. N. Hasan, A. Ali, J. Hong, and Z. W. Geem, "Comprehensive Evaluation of Machine Learning MPPT Algorithms for a PV System Under Different Weather Conditions," *J. Electr. Eng. Technol.*, vol. 16, no. 1, pp. 411–427, 2021, doi: 10.1007/s42835-020-00598-0.
- [23] M. Rahman and M. S. Islam, "Artificial Neural Network Based Maximum Power Point Tracking of a Photovoltaic System," no. 1, pp. 2019–2022, 2019.
- [24] P. Bhatnagar and R. K. Nema, "Maximum power point tracking control techniques : State-of-the-art in photovoltaic applications," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 23, pp. 224–241, 2013, doi: 10.1016/j.rser.2013.02.011.
- [25] A. M. Eltamaly and A. Y. Abdelaziz, *Modern Maximum Power Point Tracking Techniques for Photovoltaic Energy Systems*. 2012.
- [26] A. K. Podder, N. K. Roy, and H. R. Pota, "MPPT methods for solar PV systems: A critical review based on tracking nature," *IET Renew. Power Gener.*, vol. 13, no. 10, pp. 1615–1632, 2019, doi: 10.1049/iet-rpg.2018.5946.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- [27] K. Venkat *et al.*, *A Comprehensive Review of DC – DC Converter Topologies and Modulation Strategies with Recent Advances in Solar Photovoltaic Systems*. 2019.
- [28] U. A. Dahlan and U. A. Dahlan, “Maximum Power Point Tracking in PV Arrays with High Gain DC-DC Boost Converter,” no. September, 2019.
- [29] S. Shamitha and M. Miranda, “Generation of High Power using Maximum Power Point Tracking in a Photo-Voltaic Array employed along with High Voltage DC-DC Boost Converter,” pp. 1–6, 2020.
- [30] R. Rai, A. Das, S. Ray, and K. G. Dhal, *Human-Inspired Optimization Algorithms: Theoretical Foundations, Algorithms, Open-Research Issues and Application for Multi-Level Thresholding*, vol. 29, no. 7. Springer Netherlands, 2022.
- [31] N. Kumar, I. Hussain, B. Singh, and B. K. Panigrahi, “Single sensor based MPPT for partially shaded solar photovoltaic by using human psychology optimisation algorithm,” *IET Gener. Transm. Distrib.*, vol. 11, no. 10, pp. 2562–2574, 2017, doi: 10.1049/iet-gtd.2016.1497.
- [32] J. Medina-garc, S. Trinidad, and J. Antonio, “A Wireless Sensor System for Real-Time Monitoring and Fault Detection of Motor Arrays,” 2017, doi: 10.3390/s17030469.
- [33] S. Muralidhara, N. Hegde, and R. Pm, “An internet of things-based smart energy meter for monitoring device-level consumption of energy ☆,” *Comput. Electr. Eng.*, vol. 87, p. 106772, 2020, doi: 10.1016/j.compeleceng.2020.106772.
- [34] C. Vaithilingam, S. H. Nandipati, P. T. Babu, M. Chigurupati, C. Vaithilingam, and I. Andri, “ScienceDirect ScienceDirect ScienceDirect ScienceDirect 1st International Conference Interface Protection and Energy Management System for Microgrid and Cooling Interface Protection and Energy Management System for Microgrid using Internet of Things using,” *Energy Procedia*, vol. 117, pp. 201–208, 2017, doi: 10.1016/j.egypro.2017.05.123.
- [35] S. Fuada *et al.*, “Analisis Rangkaian Pembagi Tegangan dan Perbandingan



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Hasil Simulasinya Menggunakan Simulator Offline,” vol. 6, no. 1, pp. 28–46, 2022.
- [36] Z. Zhou and J. Macaulay, “An emulated PV source based on an unilluminated solar panel and DC power supply,” *Energies*, vol. 10, no. 12, pp. 1–20, 2017, doi: 10.3390/en10122075.
- [37] S. Saravanan and N. Ramesh Babu, “Maximum power point tracking algorithms for photovoltaic system - A review,” *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 57, pp. 192–204, 2016, doi: 10.1016/j.rser.2015.12.105.
- [38] C. Liu, J. Chen, Y. Liu, Z. Yang, and I. Technology, “An Asymmetrical Fuzzy-Logic-Control-Based MPPT Algorithm for Photovoltaic Systems,” pp. 2177–2193, 2014, doi: 10.3390/en7042177.
- [39] R. Benkercha, S. Moulahoum, and I. Colak, “Modelling of Fuzzy Logic Controller of a Maximum Power Point Tracker Based on Artificial Neural Network,” pp. 485–492, 2017, doi: 10.1109/ICMLA.2017.0-114.
- [40] Y. Chouay and M. Ouassaid, *An Experimental Artificial Neural Network Based MPP Tracking for Solar Photovoltaic Systems*, no. January. Springer International Publishing, 2020.
- [41] S. N. Figueiredo, R. N. A. L. S. Aquino, and M. E. P. V Zurita, “Comparison between P & O-based and PSO-based MPPT algorithms for photovoltaic system under partially shaded conditions,” *2019 6th Int. Conf. Control. Decis. Inf. Technol.*, pp. 685–690, 2019.
- [42] S. G. P. System, “Optimization of the fuzzy MPPT controller by GA for the single-phase grid-connected photovoltaic system controlled by sliding mode Optimization of the Fuzzy MPPT Controller by GA for the Controlled By Sliding Mode,” vol. 020003, no. December, 2019.
- [43] H. S. Moreira, L. D. S. Silva, G. C. S. Prym, M. V Gomes, and M. G. Villalva, “Comparison of Swarm Optimization Methods for MPPT in Partially Shaded Photovoltaic Systems,” 2019.
- [44] K. Amara *et al.*, “Improved Performance of a PV Solar Panel with Adaptive Neuro Fuzzy Inference System ANFIS based MPPT,” *7th Int. IEEE Conf. Renew. Energy Res. Appl. ICRERA 2018*, vol. 5, pp. 1098–



1101, 2018, doi: 10.1109/ICRERA.2018.8566818.

- [45] C. Paper, S. Suwito, M. Rivai, M. A. Mustaghfirin, S. Shipbuilding, and S. Polytechnic, "Implementation of water pressure control on drip irrigation systems using a centrifugal water pump driven by a brushless DC motor," no. May 2019, 2018, doi: 10.1063/1.5062724.
- [46] Z. Salaheddine, E. O. Abdelghani, and B. Tidhaf, "Comparative Study of Control Algorithms Through Different Converters to Improve the Performance of a Solar Panel," vol. 6, no. 2, pp. 629–634, 2021.
- [47] M. Mao, L. Cui, Q. Zhang, K. Guo, L. Zhou, and H. Huang, "Classification and summarization of solar photovoltaic MPPT techniques : A review based on traditional and intelligent control strategies," *Energy Reports*, vol. 6, no. 174, pp. 1312–1327, 2020, doi: 10.1016/j.egy.2020.05.013.
- [48] K. Y. Yap, C. R. Sarimuthu, and J. M. Y. Lim, "Artificial Intelligence Based MPPT Techniques for Solar Power System: A review," *J. Mod. Power Syst. Clean Energy*, vol. 8, no. 6, pp. 1043–1059, 2020, doi: 10.35833/MPCE.2020.000159.

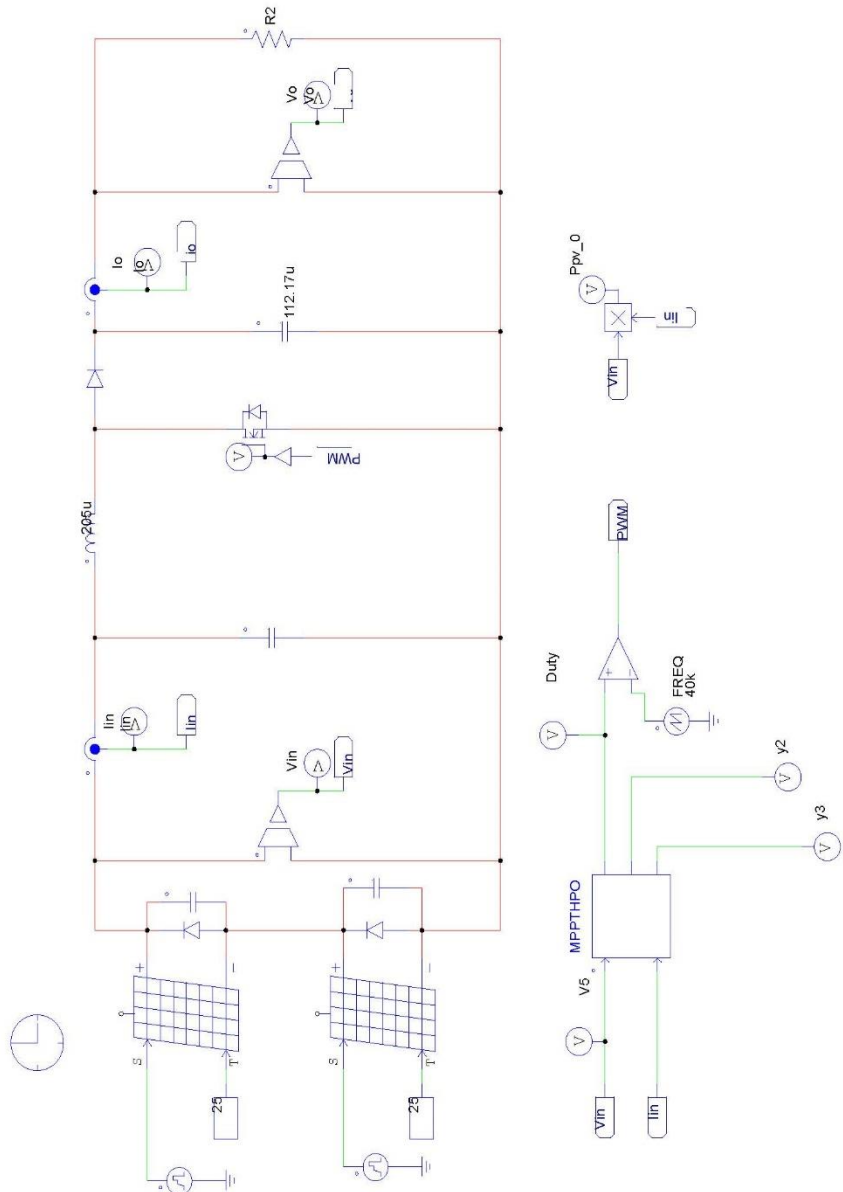
POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN

- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

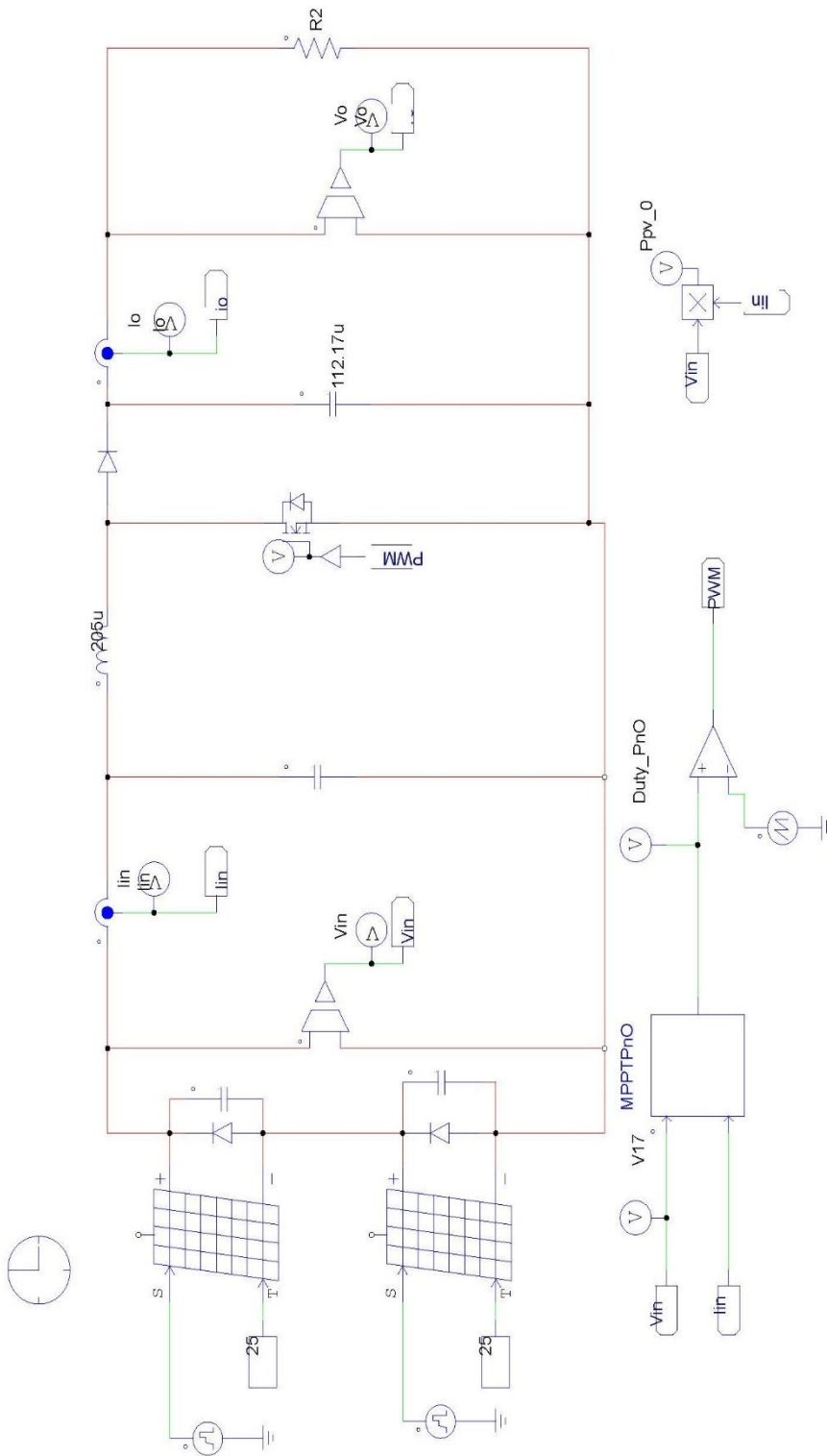


File	Revision	Page 1 of 1
Designed by		
Created		

Lampiran.1 skematik rangkaian MPPT HPO menggunakan simulasi PSIM

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

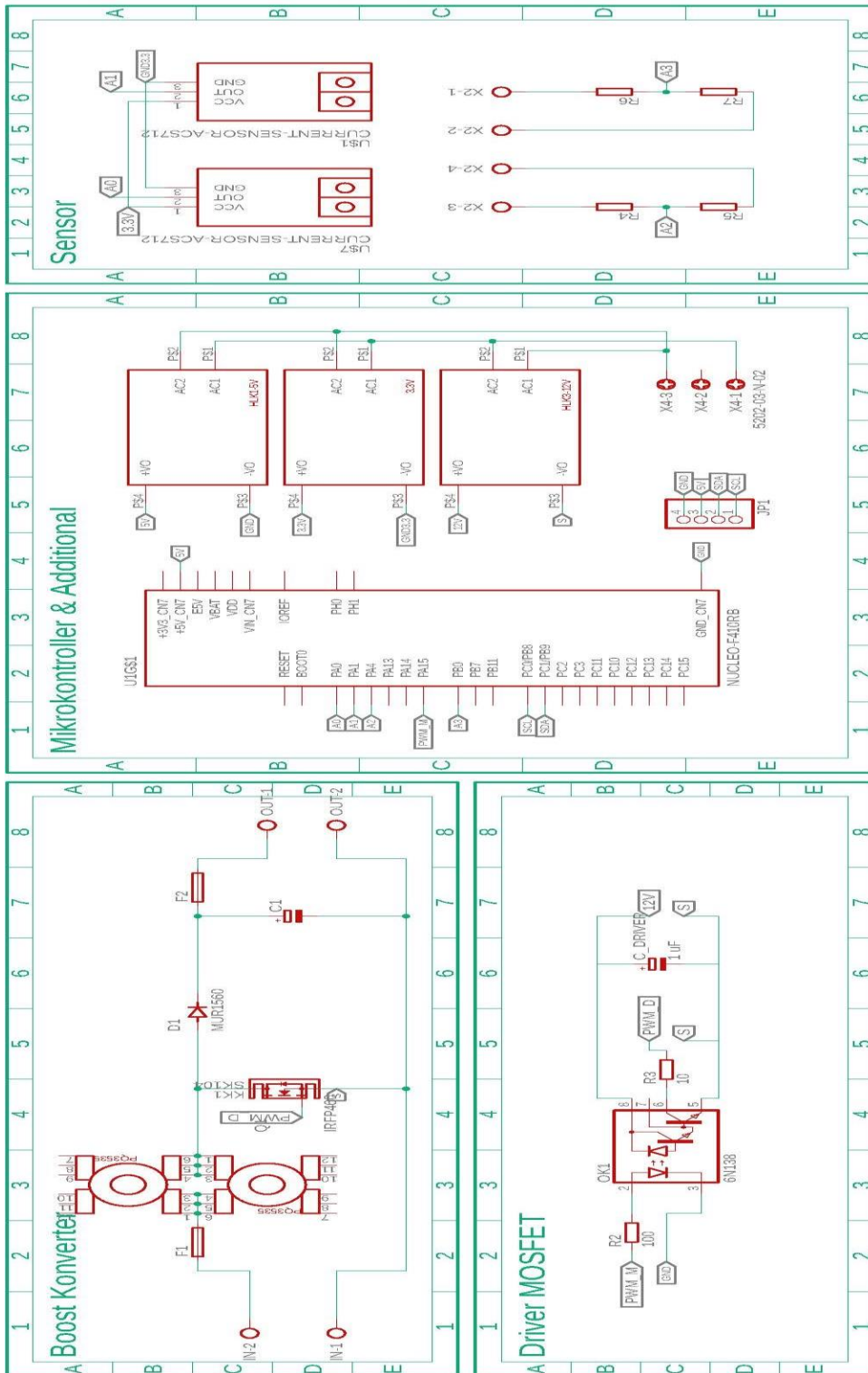


File	
Designed by	
Revision	
Page	1 of 1

Lampiran 2 skematik rangkaian MPPT P&O menggunakan simulasi PSIM

Hak Cipta :

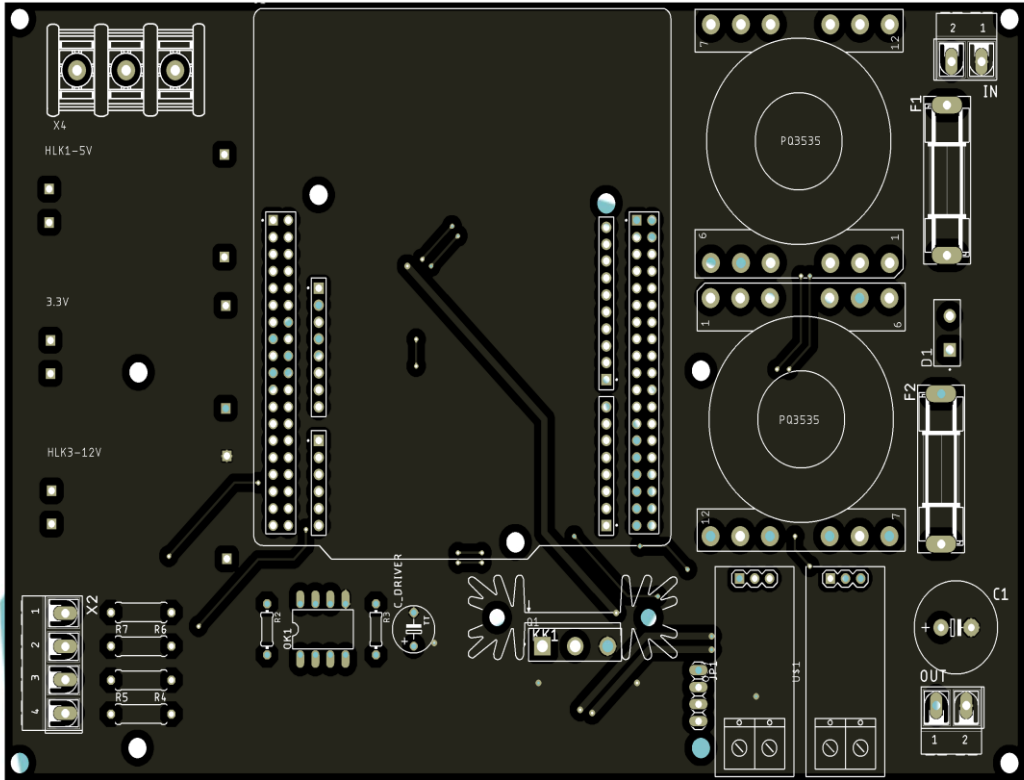
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



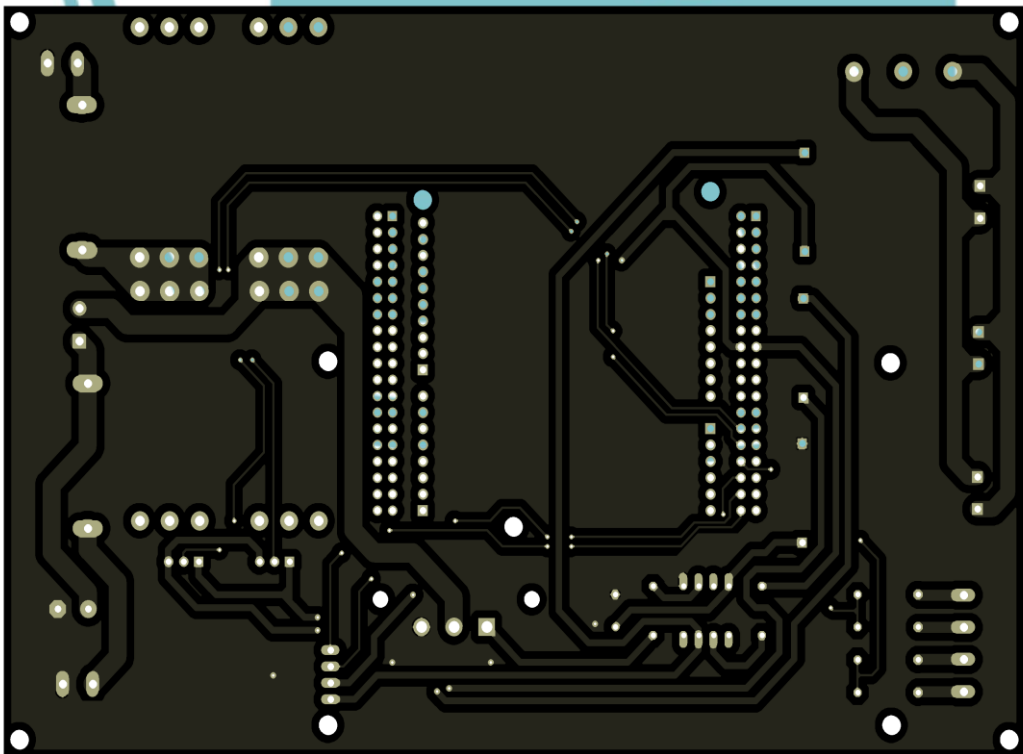
Lampiran 3 Rangkaian Implementasi Hardware

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Lampiran 4 Implementasi Printed Circuit Board (tampak atas)

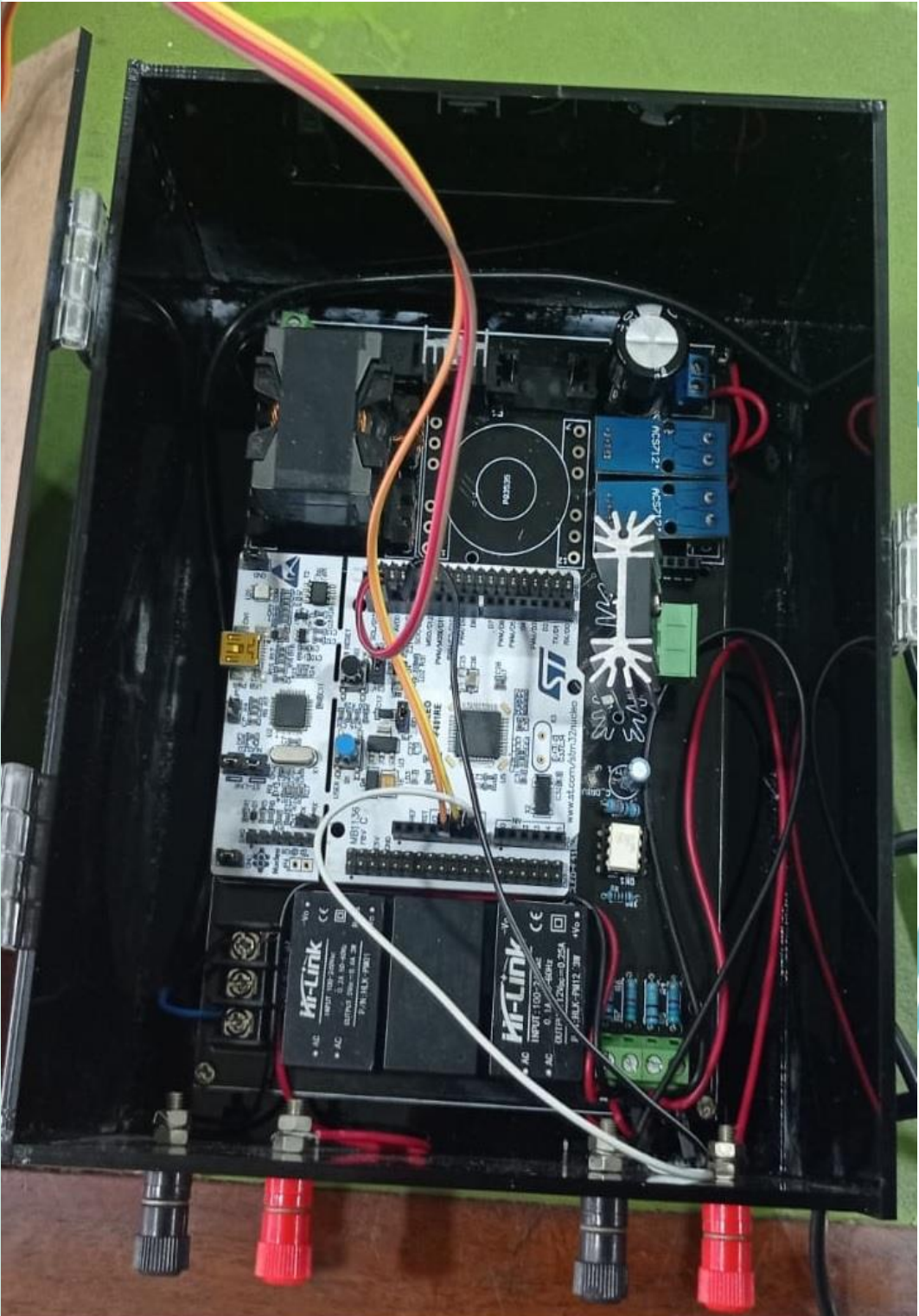


Lampiran 5 Implementasi Printed Circuit Board (tampak bawah)

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Lampiran 6 Impementasi hardware MPPT HPO



Lampiran 7 Listing Program MPPT HPO menggunakan simulasi PSIM

```
#define maxIteration 10
static int du=5, A=0,B=2;
static int i=0, n=0, k=0, s=0;
static float ts=0.015, delD=0;
static double D=0, duty[5],P[5]=0, Ps=0, Ps1=0, U[5],S[5],N[5],L[5];
static double Dbest=0, Pbest=0;
static double Vcell=0, Icell=0, Vtot=0, Itot=0, V=0, I=0;
static double Vnew=0, Inew=0, Pnew=0, limitP=0;
static double C=0.5, randomvalue=0;
static int lamda1,lamda2;

delD=90/du;
s=ts/delt;
Vcell=x1;
Icell=x2;
Vtot+=Vcell;
Itot+=Icell;

if(++k>s)
{
    V=Vtot/s;
    I=Itot/s;
    Vtot=0;
    Itot=0;
    k=1;
    if(i==0)
    {
        if(A<=du)
        {
            if(A>=1)
            {
                P[A-1]=V*I; Ps=P[A-1];
                if(Ps>Pbest)
                {
                    Pbest=Ps;
                    Dbest=duty[A-1];
                }
            }
            if(A<du)
            {
                duty[A]=delD*(A+1);
                D=duty[A];
                A++;
            }
        }
    }
}
```

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

else
{
    i++;
    A=0;
}
}
else if(i<maxIteration)
{
    if(A<=du)
    {
        if(A>=1)
        {
            P[A-1]=V*I; Ps=P[A-1];

            if(Ps>Pbest)
            {
                Pbest=Ps;
                Dbest=duty[A-1];
            }
        }
        if(A<du)
        {
            lamda1=rand()% 100*0.01;
            lamda2=rand()% 100*0.01;
            U[A]=0.8;
            S[A]=0.99*(Dbest-duty[A]);
            N[A]=(0.2*(Dbest-duty[A]))/(B-1);
            L[A]=(0.25*(Dbest-duty[A]))/(10-B);
            duty[A]=duty[A]+(lamda1 *U[A])+((1-
            lamda1)*S[A])+((1-lamda2)*N[A])-(lamda2*L[A]);
            randomvalue=(rand()% 10)/10;
            if(randomvalue<C)

            {
                D=duty[A];
            }
            else D=Dbest;

            if(D>90)
            {
                D=90;
            }
            else if(D<0)
            {
                D=0;
            }
            A++;
        }
    }
}

```

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
        else
        {
            i++;
            A=0;
        }
    }
}
else
{
    D=Dbest;
    Vnew=x1;           //deteksi perubahan iradiasi
    Inew=x2;
    Pnew=Vnew*Inew;
    limitP=abs(Pbest-Pnew);
    if(limitP>5.0)
    {
        i=0;
        A=0;
        Dbest=0;
        Pbest=0;
    }
}
}
y1=D;
y2=A;
y3=i;
```



Lampiran 8 Listing Program MPPT P&O menggunakan simulasi PSIM

```
static int status;
static float dt=40;
static double dp=0,dv=0,v=0,i=0,p=0,vs=0,is=0,ps=0;
static float Vcell=0, Icell=0, Vtot=0, Itot=0, V=0, I=0, P=0;
static int k=0, s=0, n=0, m=0, z=0;
static float ts=0.02, A=0, B=0;

s=ts/delt;
Vcell=x1;
Icell=x2;
Vtot+=Vcell;
Itot+=Icell;

if(++k>s)
{
    V=Vtot/s;
    I=Itot/s;
    P=V*I;
    Vtot=0;
    Itot=0;

//o=pno
dp=P-ps;
dv=V-vs;

//start//
if(dp==0)
{
    dt=dt;
}
if(dp>0)
{
    if(dv<0)
    {dt=dt+3;}
}
if(dv>0)
{dt=dt-3;}
}
```

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
if(dp<0)
{if(dv<0)
    {dt=dt-3;}
if(dv>0)
{dt=dt+3;}
}
if(dt>55)
{dt=55;}
if(dt<0)
{dt=0;}

ps=P;
vs=V;

k=1;
}
y1=dt;
```



Lampiran 9 Listing Program MPPT HPO Microcontroller NUCLEO STM32

```
/* Includes -----*/
#include "main.h"

/* Private includes -----*/
/* USER CODE BEGIN Includes */
#include "math.h"
#include "string.h"
#include "stdio.h"
#include "stdlib.h"
#include "lcd_i2cModule.h"

#define Sample 200
/* USER CODE END Includes */

/* Private typedef -----*/
/* USER CODE BEGIN PTD */

/* USER CODE END PTD */

/* Private define -----*/
/* USER CODE BEGIN PD */
/* USER CODE END PD */

/* Private macro -----*/
/* USER CODE BEGIN PM */

/* USER CODE END PM */

/* Private variables -----*/
ADC_HandleTypeDef hadc1;
DMA_HandleTypeDef hdma_adc1;

I2C_HandleTypeDef hi2c1;

TIM_HandleTypeDef htim2;
TIM_HandleTypeDef htim9;
```

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
/* USER CODE BEGIN PV */
/*INISIALISASI SENSOR*/
float Iadcin, Iin, Isumin, Isqin[Sample], I1;
float Iadcout, Iout, Isumout, Isqout[Sample], I2;
float Vadcin, Vin, Vsumin, Vsqin[Sample], V1;
float Vadcout, Vout, Vsumout, Vsqout[Sample], V2;
int record;
char VIN[20], VOUT[20], IIN[20], IOUT[20], PIN[20], POUT[20], DUTY[20];

/* INISIALISASI HPO*/
int nT=5,T=0,ii=0, maxIteration=7;
int c1=0,c2=0,c3=0,A=0,B=2;
float Duty=0,U[5],S[5],N[5],L[5];
float F1=0.7, F2=0.2, Cr=0.5;
float Ps=0,dutycycle=0,d[500],P[500],delP,Pss,Ds;
float Pmin=1,Pmax=4,random=0,G=0,F=0,MM=0,PD=0,delD=0,Pbest=0,Dbest=0;
float Duty1, Duty2, prec=0.1;
float par[5]={ 16, 32, 48, 64, 80 };
int lamda1=0,lamda2=0;
float Pin, Pout;

/* END INISIALISASI HPO*/

/* USER CODE END PV */

/* Private function prototypes -----*/
void SystemClock_Config(void);
static void MX_GPIO_Init(void);
static void MX_TIM2_Init(void);
static void MX_DMA_Init(void);
static void MX_I2C1_Init(void);
static void MX_ADC1_Init(void);
static void MX_TIM9_Init(void);
/* USER CODE BEGIN PFP */

/* USER CODE END PFP */

/* Private user code -----*/
/* USER CODE BEGIN 0 */
uint16_t adc_value[4];
void HAL_TIM_PeriodElapsedCallback(TIM_HandleTypeDef *htim)
```

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
{
    if(htim->Instance==TIM9)
    {
        //arus input//
        Iadcin=adc_value[0]-2000;
        Isumin-=Isqin[record];
        Isqin[record]=Iadcin*Iadcin;
        Isumin+=Isqin[record];
        I1=(sqrt(Isumin/Sample));
        Iin=0.0133*I1 - 0.7872;
        if (Iin<0){Iin=0;}

        //arus output//
        Iadcout=adc_value[1]-2000;
        Isumout-=Isqout[record];
        Isqout[record]=Iadcout*Iadcout;
        Isumout+=Isqout[record];
        I2=(sqrt(Isumout/Sample));
        Iout= 0.0135*I2 - 0.8289;
        if (Iout<0){Iout=0;}

        //tegangan output//
        Vadcout=adc_value[2];
        Vsumout-=Vsqout[record];
        Vsqout[record]=Vadcout*Vadcout;
        Vsumout+=Vsqout[record];
        V2=(sqrt(Vsumout/Sample));
        Vout = 0.0158*V2 - 0.0041;

        //tegangan input//
        Vadcin=adc_value[3];
        Vsumin-=Vsqin[record];
        Vsqin[record]=Vadcin*Vadcin;
        Vsumin+=Vsqin[record];
        V1=(sqrt(Vsumin/Sample));
        Vin = 0.0155*V1 - 0.0051;

        record++;
        if (record>=Sample)
            record=0;
    }
}
```

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
void HPO (void)
{
    if(ii==0) //Tracking
    {
        if(T<=nT)
        {
            if(T>=1)
            {
                P[T-1]=Vin*Iin; Ps=P[T-1];
                if(P[T-1]>Pbest)
                {
                    Dbest=d[T-1]; Pbest=P[T-1];
                }
            }
            if(T<nT)
            {
                d[T]=par[T];
                dutycycle=d[T];
                T++;
            }
            else
            {
                ii++;
                T=0;
            }
        }
    }
    else if(ii<maxIteration)
    {
        if(T<=nT)
        {
            if(T>=1)
            {
                P[T-1]=Vin*Iin; Ps=P[T-1];
                if(P[T-1]>Pbest)
                {
                    Dbest=d[T-1]; Pbest=P[T-1];
                }
            }
        }
    }
}
```

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

if(T<nT)
{
    lamda1=rand()% 100*0.01;
    lamda2=rand()% 100*0.01;
    U[T]=0.8;
    S[T]=0.99*(Dbest-d[T]);
    N[T]=(0.2*(Dbest-d[T]))/(B-1);
    L[T]=(0.25*(Dbest-d[T]))/(10-B);
    d[T]=d[T]+(lamda1*U[T])+((1-lamda1)*S[T])+((1-
lamda2)*N[T])-(lamda2*L[T]);
    random=(rand()% 10)/10;
    if(random<Cr)
    {
        dutycycle=d[T];
    }
    else dutycycle=Dbest;

    if(d[T]>90)
        d[T]=90;
    else if(d[T]<0)
        d[T]=0;

    dutycycle=d[T];
    T++;
}

//
//
//
//
//
else if (((Pbest-Ps)/Pbest)<prec)
{
    dutycycle=Dbest;
    ii=maxIteration;
}

else
{
    ii++;
    T=0;
}
}

```

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
else
    dutycycle=d[T];
//
Duty = (dutycycle / 100)*1400;
Duty = dutycycle;
TIM2->CCR1= Duty;

    HAL_Delay(500);
if (ii==7)
{
    Pss=Vin*Iin;
    dutycycle=Dbest;
    delP = fabs(Pbest-Pss);
    if (delP<20)
    {
        nT=0;T=0;ii=0;
    }
    else
    {
        nT=5;T=0;ii=0;
        Dbest=0,Pbest=0;
    }
}
}
```



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BIOGRAFI PENULIS



Nama : **Fajar Maulana**
Tempat, Tgl Lahir : Bogor, 24 November 1986
Alamat tetap : Ciomas permai blok D.18 No:07. rt.002/009. ciapus.
Ciomas. kab bogor. 16610
Alamat saat ini : Kendal Persada Asri 1, Blok A No : 18.
RT.007/RW.001. Kebondalem. Kendal. Kode Pos 51318
Kab. Kendal, Jawa Tengah, ID, 51318
No. Telp./HP : 082126000040, 082137000860
Riwayat Pendidikan :
S2 : Magister Terapan Teknik Elektro PNJ (2019-2023)
S1 : Teknik Elektro / Kontrol Industri Universitas Pancasila,
(2012-2013)
D3 : Teknik Listrik Industri- Politeknik Negeri Jakarta
(2005-2008)
Riwayat Pekerjaan : Electrical/Instrument – Department Head at PT. Asia
Pacific Fibers Tbk. (Mar 2021- Sekarang)
Sr Project Engineer –Yokogawa Indonesia. (Okt 2013-
Mar 2021)
Control System Engineer – PT Jetec Indonesia. (Mar
2013-Okt 2013)
Control System Engineer – PT. Wifgasindo Dinamika
Instrument Engineering. (Okt 2008-Mar 2013)