



© 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



**PERANCANGAN DAN PENERAPAN *MPPT* PANEL SURYA - KENDARAAN LISTRIK
PADA KONDISI *FAST VARYING PARTIAL SHADING*
MENGUNAKAN ALGORITMA *SERVAL OPTIMIZATION***

TESIS

**Hendry C. Saputra
1909511010**

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

**PROGRAM STUDI MAGISTER TERAPAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
TAHUN 2023**



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

HALAMAN PENGESAHAN

Tesis ini diajukan oleh :

Nama : Hendry C. Saputra
NIM : 1909511010
Program Studi : Magister Terapan Teknik Elektro - RTL
Judul Tesis : Perancangan Dan Penerapan *MPPT* Panel Surya -
Kendaraan Listrik Pada Kondisi *Fast Varying Partial Shading* Menggunakan Algoritma *Serval Optimization*

Telah diuji oleh Tim Penguji dalam sidang Tesis pada hari **Selasa** Tanggal **08** Bulan **Agustus** 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 : Dr. Belyamin, M.Sc., (.....))
Penguji I : Dr. Drs. A. Tossin A., S.T., M.T (.....))
Penguji II : Ir. Ikhsan Kamil, S.T., M.Kom (.....))
Penguji III : Murie Dwiyanti, S.T., M.T (.....))

Depok, 08 Agustus 2023
Disahkan Oleh
Ketua Pasca Sarjana
Politeknik Negeri Jakarta

Dr. Isdawimah, S.T, M.T.
NIP 196305051988112001



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 mengumumkannya 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, 08 Agustus 2023

Hendry C. Saputra
NIM.1909511010



HALAMAN PERNYATAAN ORISINILITAS

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 : Hendry C. Saputra

NIM : 1909511010

Tanggal : 08 Agustus 2023

Tanda Tangan :



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



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

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu'alaikum Warohmatullohi Wabarokaatuh
Puji syukur kehadirat Allah ﷻ dan Sholawat serta salam semoga terlimpahkan pada Rasulullah ﷺ, sehingga Tesis dengan judul “Perancangan dan Penerapan *MPPT* Panel Surya - Kendaraan Listrik Pada Kondisi *Fast Varying Partial Shading* Menggunakan Algoritma *Serval Optimization*” ini dapat diselesaikan. Tesis ini disusun dalam rangka untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Magister Terapan dalam bidang keahlian Rekayasa Tenaga Listrik pada program studi Teknik Elektro Politeknik Negeri Jakarta.

Dengan keterbatasan pengalaman, ilmu maupun pustaka yang ditinjau, penulis menyadari bahwa Tesis ini masih banyak kekurangan dan pengembangan lanjut agar benar-benar bermanfaat. Oleh sebab itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran agar tesis ini lebih sempurna serta sebagai masukan bagi Penulis untuk penelitian dan penulisan karya ilmiah di masa yang akan datang.

Akhir kata, besar harapan penulis agar Tesis ini dapat bermanfaat bagi kita semua terutama untuk pengembangan ilmu pengetahuan

Depok, 08 Agustus 2023

Hendry C. Saputra
NIM.1909511010



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 mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur penulis haturkan kepada Allah *سُبْحَانَهُ وَ تَعَالَى*, atas segala limpahan dan rahmat-NYA. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih dan apresiasi setinggi-tingginya, kepada :

1. Orangtua (Ayah, Ibu, Mertua), Istri dan anak-anak tercinta, yang selalu memberikan motivasi, dukungan dan do'a yang tidak ada henti-hentinya, serta keluarga besar.
2. Dr. Isdawimah, S.T, M.T, sebagai pembimbing I atas bimbingan, arahan dan waktu yang telah diluangkan kepada penulis untuk berdiskusi selama menjadi dosen pembimbing dan perkuliahan;
3. Dr. Belyamin, M.Sc., sebagai pembimbing II atas bimbingan, arahan dan waktu yang telah diluangkan kepada penulis untuk berdiskusi selama menjadi dosen pembimbing dan perkuliahan;
5. Dr. A.Tossin Alamsyah, S.T, M.T, selaku Ketua Program Studi Magister Terapan Teknik Elektro, yang telah memberikan arahan kepada penulis untuk berdiskusi terkait pendukung Perisapan Tesis;
6. Seluruh Dosen Program Studi Magister Terapan Teknik Elektro khususnya dosen bidang Rekayasa Tenaga Listrik yang telah memberikan arahan dan bimbingan untuk mendalami keilmuan terkait;
7. Rekan-rekan Magister Terapan Teknik Elektro angkatan 2019 (RTL, RKI dan RKB) atas kerjasama dan bantuannya selama menjalankan masa studi;
8. Rekan kerja dan Rekan diluar Kampus yang telah memberikan support, dukungan dan Ijin dalam rangkaian perkuliahan hingga penyelesaian Tesis.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Depok, 08 Agustus 2023

Hendry C. Saputra
NIM.1909511010



HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIK

Sebagai civitas akademik Politeknik Negeri Jakarta, Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Hendry C. Saputra
NIM : 1909511010
Program Studi : Magister Terapan Teknik Elektro - RTL
Judul Tesis : Perancangan Dan Penerapan *MPPT* Panel Surya -
Kendaraan Listrik Pada Kondisi *Fast Varying Partial Shading* Menggunakan Algoritma *Serval Optimization*
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 :

“Perancangan Dan Penerapan *MPPT* Panel Surya - Kendaraan Listrik Pada Kondisi *Fast Varying Partial Shading* Menggunakan Algoritma *Serval Optimization*” Berserta perangkat yang ada (jika diperlukan)*. Dengan Hak Bebas Royalti Noneklusif ini Politeknik Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalih mediasi/mengalih formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalah 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.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Dibuat di Depok
Pada Tanggal : 08 Agustus 2023
Yang Menyatakan,


Hendry C. Saputra
NIM.1909511010



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 mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
HALAMAN PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
UCAPAN TERIMA KASIH	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIK	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	4
1.6. Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1. Battery Electric Vehicle (BEV)	7
a. Kendaraan Listrik	7
b. Sistem Battery	7
c. Solar Photovoltaic	8
d. Partial Shading Solar PV	9



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 mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.3. Maximum Power Point Tracking	11
a. Sistem MPPT.....	11
b. Microcontroller STM32F4	12
c. Algoritma MPPT dan perbandingan penerapan	14
d. Penerapan Algoritma SOA pada penelitian ini	15
e. Tahapan Algoritma SOA.....	18
2.4. DC-DC Konverter	17
a. Penjelasan & Fungsi DC-DC Converter	18
b. Tipe DC-DC Converter	18
c. Penerapan DC-DC Converter pada penelitian ini	19
BAB III METODOLOGI.....	20
3.1. Lokasi Penelitian	20
3.2. Spesifikasi Perangkat Utama.....	20
a..Hardware	21
b. Software Pendukung	21
3.3. Rancangan & Model Penelitian.....	22
a..Diagram Alir Penelitian.....	22
b. Perancangan Sistem dan Model	22
c. Perancangan Simulasi System & Algoritma MPPT.....	23
d. Perhitungan Iterasi Algoritma SOA.....	27
e. Perancangan Hardware.....	32
f. Integrasi Hardware.....	34
3.4. Pengumpulan, Pengamatan, Pengukuran & Analisis data	35
a. Pengujian Parsial	35
b. Pengujian Sistem.....	35
c. Pengujian Integrasi	35
BAB 4 HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	36
4.1. Pengujian Parsial & Analisa.....	36
a. Pengujian Karakteristik Panel Surya.....	36



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

b. Pengujian Simulasi Algoritma SOE.....	40
c. Pengujian Fluktuatif	44
d. Proses Kalibrasi hADC	46
e. Pengujian Sesnsor	48
e. Pengujian Driver FOD3182.....	54
4.2. Pengujian Sistem & Analisa.....	56
a. Uji Sub Sistem Converter.....	56
b. Uji Sub Sistem PV Case 1 - Non PSC	58
c. Uji Sub Sistem PV Case 2 – PV I	60
d. Uji Sub Sistem PV Case 3 – PV I	61
e. Uji Sub Sistem PV Case 4 – PV II	63
f. Uji Sub Sistem PV Case 5 – PV II	65
4.3. Pengujian Integrasi & Analisa	67
a. Komparasi Metode Algoritma MPPT	67
b. Uji Integrasi Sistem.....	74
c. Uji Jalan.....	87
b. Dampak Aspek Ekonomi dan Lingkungan	91
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	93
5.1. Kesimpulan	93
a. Performa MPPT SOA.....	93
b. Performa Converter & Battery.....	94
c. Dampak BEV – Two Wheeler Scooter	94
5.2. Saran.....	94

Daftar Pustaka

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

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Topologi Thevenin Battery	6
Gambar 2.2. Solar PV	7
Gambar 2.3. Rangkaian Ekuivalen Solar PV	7
Gambar 2.4. Kurva Partial Shading	8
Gambar 2.5. Solar Module	9
Gambar 2.6. Kurva Partial Shading 2 Output	11
Gambar 2.7. Board Mikrokontroler STM32F4	13
Gambar 2.8. Hardware Blok Diagram	13
Gambar 2.9. Schematic	14
Gambar 2.10. Metode Algoritma MPPT	14
Gambar 2.11. DC-DC Converter	16
Gambar 2.12. Rangkaian Buck Boost Konverter	18
Gambar 2.13. Buck-boost converter circuit Kondisi switch S on	18
Gambar 2.14. Boost converter circuit Kondisi switch S off	18
Gambar 2.15. Positive-output buck-boost converter circuit diagram	19
Gambar 3.1. Diagram Alir Tesis	22
Gambar 3.2. Perancangan Sistem	23
Gambar 3.3. Rangkaian by PSIM Simulator	23
Gambar 3.4. Flow Chart Algoritma SOA	24
Gambar 3.5. Source Code Algoritma SOA	26
Gambar 3.6. Blok Diagram MPPT – Buck Boos Converter	32
Gambar 3.7. PCB Hardware – TOP	32
Gambar 3.8. PCB Hardware – BOTTOM	33
Gambar 3.9. PCB Hardware – TOTAL	33
Gambar 3.10. Buck Boost Converter Hardware	33
Gambar 3.11. Perakitan Hardware System	34
Gambar 4.1. Grafik 1000-1000	36
Gambar 4.2. Grafik 800-800	37



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

Gambar 4.3. Grafik 500-00	37
Gambar 4.4. Grafik 400-400	37
Gambar 4.5. Grafik 1000-600	38
Gambar 4.6. Grafik 1000-400	38
Gambar 4.7. Grafik 800-600	38
Gambar 4.8. Grafik 800-200	39
Gambar 4.9. Grafik Sim 1000-1000	40
Gambar 4.10. Grafik Sim 800-800	40
Gambar 4.11. Grafik Sim 500-500	41
Gambar 4.12. Grafik Sim 400-400	43
Gambar 4.13. Grafik Sim 1000-600	43
Gambar 4.14. Grafik Sim 1000-400	43
Gambar 4.15. Grafik Sim 800-600	44
Gambar 4.16. Grafik Sim 800-200	44
Gambar 4.17. Grafik Sim 2 Detik	45
Gambar 4.18. Grafik Sim 4 Detik	45
Gambar 4.19. Test hADC 10V	47
Gambar 4.20. Test hADC 20V	47
Gambar 4.21. Test hADC 30V	47
Gambar 4.22. Uji Sensor Tegangan I	48
Gambar 4.23. Uji Sensor Arus	49
Gambar 4.24. Uji Sensor Tegangan II	50
Gambar 4.25. Pengujian Sensor Tegangan	51
Gambar 4.26. Pengujian Sensor Arus	52
Gambar 4.27. Uji Sub Sistem Converter	57
Gambar 4.28. Grafik Uji Sub Sistem PV Case 1	58
Gambar 4.29. Uji Sub Sistem PV Case 1	58
Gambar 4.30. Grafik Uji Sub Sistem PV Case 2 – PSC PV I	58
Gambar 4.31. Uji Sub Sistem PV Case 2 – PSC PV I	58
Gambar 4.32. Grafik Uji Sub Sistem PV Case 3 – PSC PV I	59
Gambar 4.33. Uji Sub Sistem PV Case 3 – PSC PV I	59



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 mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 4.34. Grafik Uji Sub Sistem PV Case 4 – PSC PV II	60
Gambar 4.35. Uji Sub Sistem PV Case 4 – PSC PV II.....	65
Gambar 4.36. Grafik Uji Sub Sistem PV Case 5 – PSC PV II	66
Gambar 4.37. Uji Sub Sistem PV Case 5 – PSC PV II.....	52
Gambar 4.38. Rangkaian Perbandingan Metode MPPT	68
Gambar 4.39. C Block PSO dan GWO	68
Gambar 4.40. Grafik Komparasi 1000-1000.....	69
Gambar 4.41. Grafik Komparasi 800-800.....	70
Gambar 4.42. Grafik Komparasi Fluktuatif	71
Gambar 4.43. Grafik Komparasi Sangat Fluktuatif	73
Gambar 4.44. Dokumentasi Pengujian.....	87
Gambar 4.44. Pelaksanaan Uji Jalan.....	73



**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

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Perbandingan Algoritma MPPT.....	2
Tabel 2.1. Hasil Simulasi Algoritma Optimasi	15
Tabel 4.1. Uji Karakteristik PV.....	36
Tabel 4.2. Simulasi Algoritma SOA	42
Tabel 4.3. Simulasi SOA Fluktuatif.....	44
Tabel 4.4. Uji Sensor Tegangan I.....	50
Tabel 4.5. Uji Sensor Arus	51
Tabel 4.6. Uji Sensor Tegangan II	52
Tabel 4.7. Uji Parsial Converter.....	53
Tabel 4.8. Uji Driver FOD3182	54
Tabel 4.9. Sub Sistem Converter.....	56
Tabel 4.10. Uji Sub Sistem PV Case 1	62
Tabel 4.11. Uji Sub Sistem PV Case 2 – PSC PV I.....	63
Tabel 4.12. Uji Sub Sistem PV Case 3 – PSC PV I.....	65
Tabel 4.13. Uji Sub Sistem PV Case 4 - PSC PV II.....	67
Tabel 4.14. Uji Sub Sistem PV Case 5	68
Tabel 4.15. Komparasi 1000-1000.....	69
Tabel 4.16. Komparasi 800-800.....	70
Tabel 4.17. Komparasi Fluktuatif	71
Tabel 4.18. Komparasi Sangat Fluktuatif	72
Tabel 4.19. Uji Kapasitas Battery	74
Tabel 4.20. Uji SOC Non Shading – Non MPPT (No Load).....	75
Tabel 4.21. Uji SOC Non Shading –MPPT SOA (No Load).....	76
Tabel 4.22. Uji SOC Non Shading – MPPT GWO (No Load)	77
Tabel 4.23. Uji SOC Non Shading – MPPT SOA (On Load).....	78
Tabel 4.24. Uji SOC Non Shading – MPPT GWO (On Load)	79
Tabel 4.25. Uji SOC Partial Shading – MPPT SOA (No Load).....	80
Tabel 4.26. Uji SOC Partial Shading – MPPT SOA (No Load).....	81



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

Tabel 4.27. Uji SOC Partial Shading – MPPT SOA (No Load)	82
Tabel 4.28. Uji SOC Partial Shading – MPPT GWO (On Load)	83
Tabel 4.29. Uji SOC Partial Shading Fluktuatif – MPPT SOA (No Load)	84
Tabel 4.30. Uji SOC Partial Shading Fluktuatif – MPPT GWA (No Load)	85
Tabel 4.31. Uji SOC Partial Shading Fluktuatif – MPPT SOA (On Load)	86
Tabel 4.32. Uji Jalan - Kondisi 1	88
Tabel 4.33. Uji Jalan - Kondisi 2	88
Tabel 4.34. Uji Jalan - Kondisi 3	89
Tabel 4.35. Uji Jalan - Kondisi 4	90
Tabel 4.36. Uji Jalan - Kondisi 5	90
Tabel 4.37. Uji Jalan - Kondisi 6	91





DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 - Datasheet & Configuration
- Lampiran 2 - Source Hardware Code
- Lampiran 3 - Tracing Data perbandingan algoritma



- 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 mengumumkannya 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 mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

ABSTRAK

Panel surya digunakan untuk mengubah energi matahari menjadi energi listrik. Pada penelitian ini diaplikasikan pada kendaraan listrik yang sangat besar potensinya terkenda bayangan (kondisi mobile). Sehingga output dari panel surya mengalami penurunan. Pada kondisi fast varying partial shading posisi titik daya maksimum terbagi menjadi dua yaitu Global Maximum Power Point (GMPP) terbagi menjadi dua yaitu GMPP dan Local Maximum Power Point (LMPP). Kondisi ini membuat proses MPPT dapat terjebak dalam LMPP. Oleh karena itu dalam penelitian ini diusulkan pengaplikasian Serval Optimization Algoritm (SOA) dalam MPPT. Metode ini mengacu pada perilaku alami serval di alam. Inspirasi mendasar dari SOA adalah strategi berburu serval. Langkah-langkah implementasi SOA dalam dua tahap eksplorasi dan eksploitasi. Serval Optimization algorithm diimplementasikan dalam MPPT untuk mengubah posisi (duty cycle) sehingga mendapat nilai terbaik dan menghasilkan daya keluaran panel surya maksimum. Metode SOA ini dipilih untuk menyelesaikan kondisi partial shading sehingga MPPT dapat secara optimal mencapai GMPP tanpa melalui LMPP. Panel Surya yang digunakan pada sistem ini berjumlah 2 (dua) unit dengan spesifikasi 25 Wp dengan beban Battery 24V dan BLDC Motor 120 Watt terangkai dalam kendaraan listrik - Two Wheeler Scooter.

MPPT SOA diuji secara simulasi menggunakan Software PSIM dan Aktual pada 2 variasi kondisi normal dan dan 4 variasi kondisi partial shading, Pada Pengujian Simulasi Kondisi Partial Shading Shading mendapatkan akurasi rata-rata sebesar 99,958% dan rata-rata waktu pelacaka selama 0,492 detik. Pada SOA memiliki keakurasian lebih tinggi dari pada PSO dan GWO yaitu sebesar 99,95%. Dan memiliki tracking time lebih cepat yaitu sebesar 0,55 detik. Pada Pengujian Intergasi SOC, dengan 12 kondisi uji, Metode SOA didapatkan nilai error sebesar 6,48% lebih baik dari pada Metode GWO. Pada Uji Jalan, dengan 6 kondisi uji dapat memperlambat nilai penurunan kapasitas battery sebesar 16,24%. Penerapan Single Source pada PV-MPPT- Converter dapat diimplementasikan dengan nilai Efisiensi sebesar 76,86%.

Pada penelitian sebelumnya dimana SOA adalah metode baru dalam Optimasi Problem Solving yang memiliki performa keakurasian yang cukup baik, dan pada penelitian tesis ini dapat diimplementasikan dalam Optimasi Solar PV untuk melakukan tracking MPPT kendaraan listrik dengan kondisi partial shading yang bervariasi dan fluktuatif.

Kata Kunci: Serval Optimization Algorithm, Fast-Varying Partial Shading, Maximum Power Point Tracking, State of Charge, Kendaraan Listrik



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

Abstract

Solar panels are used to convert solar energy into electrical energy. In this study it was applied to electric vehicles which have a very large potential for being constrained by shadows (mobile conditions). So that the output of solar panels has decreased. In fast varying partial shading conditions, the position of the maximum power point is divided into two, namely Global Maximum Power Point (GMPP) which is divided into two, namely GMPP and Local Maximum Power Point (LMPP). This condition makes the MPPT process stuck in LMPP. Therefore, this research proposes the application of Serval Optimization Algorithm (SOA) in MPPT. This method refers to the natural behavior of the serval in nature. The fundamental inspiration of SOA is the serval hunting strategy. SOA implementation steps in two stages of exploration and exploitation. The Serval Optimization algorithm is implemented in MPPT to change (duty cycle) so that it gets the best value and produces maximum solar panel output power. This SOA method was chosen to complete the partial shading conditions so that MPPT can optimally reach GMPP without going through LMPP. The solar panels used in this system are 2 (two) units with specifications of 25 Wp with a 24V battery load and a 120 Watt BLDC Motor compact in Electric Vehicle - Two Wheeler Scooter.

MPPT SOA was tested in a simulation using PSIM and Actual Software in 2 variations of normal conditions and 4 variations of partial shading conditions. In the Simulation Test of Partial Shading Conditions, an average accuracy of 99.958% and an average tracking time of 0.492 seconds were obtained. SOA has a higher accuracy than PSO and GWO, which is 99.95%. And it has a faster tracking time of 0.55 seconds. In the SOC Integration Test, the SOA Method obtained an error value of 6.48% better than the GWO Method. On the Road Test with 6 condition, it can slow down the value of the decrease in battery capacity by 16.24%. The application of Single Source on the PV-MPPT-Converter can be implemented with an efficiency value of 76.86%.

In previous research where SOA is a new method in Optimizing Problem Solving which has quite good accuracy performance, and in this thesis research it can be implemented in Solar PV Optimization to track MPPT electric vehicles with varied and fluctuating partial shading conditions.

Keywords: Serval Optimization Algorithm (SOA), Fast-varying Partial Shading, Maximum Power Point Tracking (MPPT), State of Charge (SOC), Electric Vehicle



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 mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1.Latar Belakang

Kemunculan kendaraan listrik (EV) tidak bisa dihindari. Di Indonesia, EV hadir dalam berbagai bentuk telah diperkenalkan. Di Indonesia, kendaraan listrik battery (BEV) telah diperkenalkan oleh beberapa produsen perusahaan ternama. Namun, adopsi mereka masih terbatas pada segelintir orang, mengingat harga kendaraan masih sangat tinggi dan tidak terjangkau oleh sebagian besar pengendara mobil. Selain itu, ketersediaan infrastruktur publik untuk stasiun pengisian battery masih sangat minim dan terbatas. Ekosistem ini akan mencakup infrastruktur stasiun pengisian daya, penyedia bahan baku nikel, battery produsen, pembuat komponen, dan perakitan/produsen EV. Beberapa asing investor telah menyatakan minat mereka untuk menjadi pemain penting dalam listrik ekosistem bisnis kendaraan di Indonesia [1].

Terdapat beberapa permasalahan yg mempengaruhi performance BEV :

1. Perilaku Pengendara BEV terkait durasi pemakaian, charging, dan idle condition;
2. Unbalancing Power Flow Control pada Grid;
3. Performa Battery (Battery Aging, Unbalance condition, Battery Degradation, Keakuratan pengukuran SOC SOH);
4. Hasil agregasi niat beli dari seluruh narasumber adalah 0,77 untuk membeli dan 0,23 untuk tidak membeli atau membeli lebih disukai daripada Tidak Membeli dengan skala rasio 3,35. Perlu dicatat bahwa hasil ini tidak berarti bahwa 77% pelanggan target akan membeli BEV dan 23% tidak. Dari Tabel 1, hasil model penelitian ini menunjukkan bahwa target pelanggan yang berasal dari eksekutif senior pada perusahaan di Indonesia memiliki preferensi yang sedang terhadap pembelian BEV [1].

Terdapat beberapa permasalahan yg mempengaruhi performance Solar PV :

1. Durasi Tracking, Osilasi, dan Efisiensi Kontrol MPPT Solar PV;

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 mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2. Ketepatan implementasi Algoritma MPPT.

Detail dapat dilihat pada table 1.

Tabel 1.1. Perbandingan Algoritma MPPT

Ref.	Metode	Kategori	Kriteria		
			Waktu Tracking	Tingkat Osilasi	Efisiensi
[22]	P&O	Konvensional	0,4 – 3 s	Tinggi	70,77 – 99,99%
[23]	P&O	Konvensional	0,11 – 0,153 s	Tinggi	84,71 – 99,98%
[21]	P&O	Konvensional	0,08 s	Tinggi	99,28%.
[25]	IC	Konvensional	0,3 s	Tinggi	61,89%
[26]	IC	Konvensional	0,434 – 0,479 s	Tinggi	100%
[23]	PSO	Metaheuristik	0,11 – 0,172 s	Rendah	99,84 – 99,98%
[28]	PSO	Metaheuristik	0,8 s	Rendah	91,42%
[21]	ANN	Metaheuristik	0,063 s	Rendah	99,97%
[26]	ANN	Metaheuristik	0,065 – 0,083 s	Rendah	90,6 – 99,25%
[31]	DE	Metaheuristik	0,309 s	Rendah	99,9%
[32]	DE	Metaheuristik	0,075 – 0,14 s	Rendah	98,6 – 99,1%

Berdasarkan studi literatur terkait penerapan algoritma Konvensional-Metaheuristik pada MPPT Solar PV dimana masing-masing Metode memiliki keunggulan dan kelemahan [2]. Pada Penelitian ini akan melakukan pengembangan dengan mempertimbangkan perubahan kondisi partial shading yang cukup cepat dikarenakan kondisi yang mobile.

Disisi DC Converter untuk dapat menyeimbangkan perbedaan Pick pada kondisi irradian Solar PV maka combine Buck-Boost converter dinilai lebih lebih optimal daripada Boost/Buck saja [3] [4], maupun yang menggunakan High Freq Inverter [5].

Keunggulan penelitian ini adalah mengoptimalkan kinerja *Solar PV* sebagai *Mobile Source* sehingga menjadi penunjang kinerja *lifetime battery* lebih optimal. Penerapan Kombinasi MPPT Buck-Boost Converter Pada output *Solar PV* [3]. Sehingga diharapkan dapat lebih menstabilkan tegangan dan arus output akibat *Partial Shading* dan Variasi Perubahan kondisi irradian yang cepat dan Implementasi dari Algoritma *Serval Optimization* (SOA) dimana



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 mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

skema algoritmanya adalah strategi berburu menyerang mangsa yang dipilih dan kemudian memburu mangsanya. Langkah-langkah implementasi SOA dalam dua tahap eksplorasi dan eksploitasi. Serta penerapan *PV & Battery monitoring condition* yang dapat dipantau.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang terdapat perumusan masalah pada penelitian ini yaitu :

1. Bagaimana Implementasi dan Perancangan Algoritma *MPPT Serval Optimization* berdasarkan *partial shading* dan *fast varying condition*.
2. Bagaimana Perancangan *Buck-Boost Converter* berdasarkan fluktuatif *Source* dan Beban.
3. Bagaimana menganalisa dan mengevaluasi hasil Perancangan dan Implementasi *MPPT Solar PV* pada *BEV - Two Wheeler Scooter*.

1.3. Batasan Penelitian

1. Analisa berfokus pada input MPPT (Output Solar PV);
2. Kondisi Partial Shading tertentu;
3. Beban Konstan (Medan Jalan datar, Kecepatan Konstan 10-15 km/jam);
4. Alat berupa prototype.

1.4. Tujuan Penelitian

1. Perancangan Algoritma *MPPT* berdasarkan *partial shading* dan *fast varying condition*.
2. Perancangan sistem *Single Source (Control MPPT & Buck Boost Converter)*.
3. Implementasi *Solar PV MPPT* pada *BEV - Two Wheeler Scooter*.
4. Optimasi *Performance Solar PV* melalui algoritma *Serval Optimization*.
5. Mempercepat kenaikan SOC Battery pada Proses Charging.
6. Menambah Durasi Pemakaian Batter.



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 mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat lebih pada ilmu pengetahuan maupun untuk perorangan, industri Optimasi Solar PV (Pembangkit / Electric Vehicle), dan penelitian terkait. Dengan adanya penelitian ini dapat melakukan optimasi Solar PV sehingga bisa meningkatkan efisiensi.

1.6 Sistematika Penulisan

Tesis ini ditulis dengan alur yang sedemikian rupa agar mudah dipahami dan dipelajari. Sistematika dari penulisan buku ini dibagi dalam 5 bab besar, yaitu bab-1 pendahuluan, bab-2 teori penunjang, bab-3 Metodologi, bab-4 pengujian alat dan analisis, dan bab-5 kesimpulan dan saran.

BAB I PENDAHULUAN

Bagian ini berisi latar belakang penelitian, perumusan masalah, tujuan penelitian, batasan penelitian, manfaat penelitian, sistematika penulisan.

BAB II 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 III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini berisi metodologi penelitian, dan proses analisa kebutuhan penelitian, konstruksi alat, analisa pengolahan data dan alat (hardware & Software), serta perbandingan hasil prediksi dengan peneliti sebelumnya.

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini akan dipaparkan hasil yang diperoleh dari penelitian yang dilakukan serta melakukan analisa secara mendalam berdasarkan data dan



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

metode algoritma Serval Optimization Algorithm (SOA).

BAB V SIMPULAN DAN SARAN

Berisi hasil dari penelitian berupa simpulan hasil penelitian dan saran yang diajukan untuk pengembangan 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 mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Setelah melakukan Pengujian dan Analisa dalam penelitian Perancangan Dan Penerapan MPPT Panel Surya - Kendaraan Listrik Pada Kondisi Fast Varying Partial Shading Menggunakan Algoritma Serval Optimization, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

5.1.1. Performa MPPT

1. Kondisi Non Shading terdapat 1 titik puncak pada kurva karakteristik Solar PV yaitu Global Maximum Power Point (GMPP).
2. Kondisi Shading memunculkan beberapa titik puncak pada kurva karakteristik Solar PV yaitu Global Maximum Power Point (GMPP) dan Local Maximum Power Point (LMPP).
3. Pada Pengujian Simulasi Kondisi Non-Shading mendapatkan akurasi rata-rata sebesar 99.510% dan rata-rata waktu pelacaka selama 0,490 detik
4. Pada Pengujian Simulasi Kondisi Partial Shading Shading mendapatkan akurasi rata-rata sebesar 99.958% dan rata-rata waktu pelacaka selama 0,492 detik
5. Perbandingan Metode MPPT SOA Pada Uji Komparasi PSIM memiliki keakurasian lebih tinggi dari pada Metode MPPT PSO dan GWA yaitu sebesar 99,95%. Dan memiliki tracking time lebih cepat yaitu sebesar 0,55 detik.
6. Pada penelitian sebelumnya dimana SOA adalah metode baru dalam Optimasi Problem Solving yang memiliki performa keakurasian yang cukup baik, dimana dalam penelitian tesis ini dapat diimplementasikan dalam Optimasi Solar PV untuk melakukan tracking MPPT.

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

5.1.2. Performa Converter & Battery

Dari pengujian partisi yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Pada Pengujian Integrasi State of Charge (SOC), dengan 12 kondisi uji, Metode Algoritma Serval Optimization (SOA) didapatkan nilai error sebesar 6,48% lebih baik dari pada Metode GWO, sehingga metode ini dapat diimplementasi pada kendaraan listrik berbasis Battery dan Solar PV yang sangat berpotensi terjadi variasi partial shading, karena kondisi mobile.
2. Pada Pengujian Jalan melalui 6 kondisi uji, dengan menggunakan MPPT SOA dapat memperlambat nilai penurunan kapasitas battery sebesar 16,24%.
3. Penerapan Single Source pada PV - MPPT - Converter dapat diimplementasikan dengan nilai Efisiensi sebesar 76,86%, sehingga tidak memerlukan 2 (dua) sumber.

5.1.3. Dampak Performa BEV - Two Wheeler Scooter

- a. Dengan Penerapan Solar PV pada BEV- Two Wheeler Scooter dapat menambah Daya Tahan Battery dalam berkendara sejauh 1,17 km.
- b. Penelitian ini memiliki dampak pada aspek ekonomi yaitu menghemat operasional sebesar Rp. 70.000.000
- c. Penelitian ini juga memiliki Dampak terkait emisi karbon dengan Total Emisi berkurang sebesar 4,4 kgCO₂eq.

1.1.Saran

1. Pengembangan Penerapan kombinasi dengan optimasi Converter untuk pencapaian nilai efisiensi yang lebih baik.
2. Pengembangan Penerapan pada case fluktuatif beban langsung dan kapasitas yang lebih besar.



DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ade Febransyah,. “Predicting Purchase Intention towards Battery Electric Vehicles : A Case of Indonesian Market”, *MDPI. World Electr. Veh. J.* 2021, 12, 240, 2021
- [2] Gede W., Rukmi H., Ida M “*Metode Maximum Power Point Tracking pada Panel Surya: Sebuah Tinjauan Literatur*”, *Techné Jurnal Ilmiah Elektroteknika* Vol. 21 No. 2 Okt 2022 Hal 211 – 224, 2022
- [3] Sreekumar, Arun R., “Maximum Power Point Tracking Of Pv Arrays Under Partial Shading Condition Using Sepic Converter”; *IJRET* eISSN: 2319-1163 pISSN: 2321-7308, 2014
- [4] Masatosi U., Yasuke S., “PWM boost converter integrating differential power processing converter to enhance energy yield of photovoltaic panels under characteristic mismatch condition’, *IEEJ : Journal of Industry Application*, 2020
- [5] Geetha P., Usha S, “Design and Analysis of Partial shading of the PV System Integrated with High-Frequency Inverter and Rectifier Operation for the Electric Vehicle”, *Journal of Physics: Conference Series ; IOP Publishing*, 2022
- [6] Kunjan Shinde, “Literature Review on Electric Bike”, *IJRMET*, Vol. 7, Issue 1, 2017
- [7] Qiang, Wang, Gao , Haiying, Liu, Wang, Du and Wei, “A State of Charge Estimation Approach for Lithium-Ion Batteries Based on the Optimized Metabolic EGM(1,1) Algorithm’, *MDPI*, 2022
- [8] Arfittariah, Wisyahyadi, “Efisiensi dari Solar panel terhadap Efek Partial shading di Wilayah Karang Joang”, *ELEMENTER* Vol. 8, No. 1, 2022
- [9] Dhamodhara S., Dhanalakshmi R., “Electric vehicle charging using roof top photovoltaic controlled with new hybrid optimization technique”, *IJECS* Vol. 26, No. 3, pp. 1227~1234, 2022
- [10] Habib, Flah , Lobna , Alicia, Mosleh, Sherif, “A Comparision between Particle Swarm and GreyWolf Optimization Algorithms for Improving the Battery Autonomy in a Photovoltaic System”, *MDPI, Appl. Sci.* 2021, 11, 7732, 2021
- [11] Alamsyah Achmad, “Desain MPPT Pada Solar Cell Kondisi Partial Shading Berbasis Perturb and Observe (P&O)”, *Jurnal Ilmiah d’Computare* Volume 6, 2016
- [12] Mohammad D, Pavel T, “Serval Optimization Algorithm: A New Bio-Inspired Approach for Solving Optimization Problems”, *MDPI- Biomimeti*, 2022
- [13] Markus, Bernhard, Andreas, “Context-aware recommendations for extended electric vehicle battery lifetime”, *ELSEVIER*, 2022
- [14] Woongchul, “A Study on State of Charge and State of Health Estimation in Consideration of Lithium-Ion Battery Aging”, *MDPI*, 2020
- [15] Xiaosong, Le Xu, Xianke, and Michael Pecht3 “Battery Lifetime Prognostics”, *JOULE*, 2020

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 mengumumkkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



- [16] Qingxin, Zhuo, Jie, Yali, Lingzhi and Changming, “Closed-Loop Modeling to Evaluate the Performance of a Scaled-Up Lithium–Sulfur Battery in Electric Vehicle Applications”, *MDPI*, 2021
- [17] Karam, Murali, Member IAENG “Design, Analysis and Development of Solar Powered Electric Bi Cycle for domestic use”, *EJERS*, 2019



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

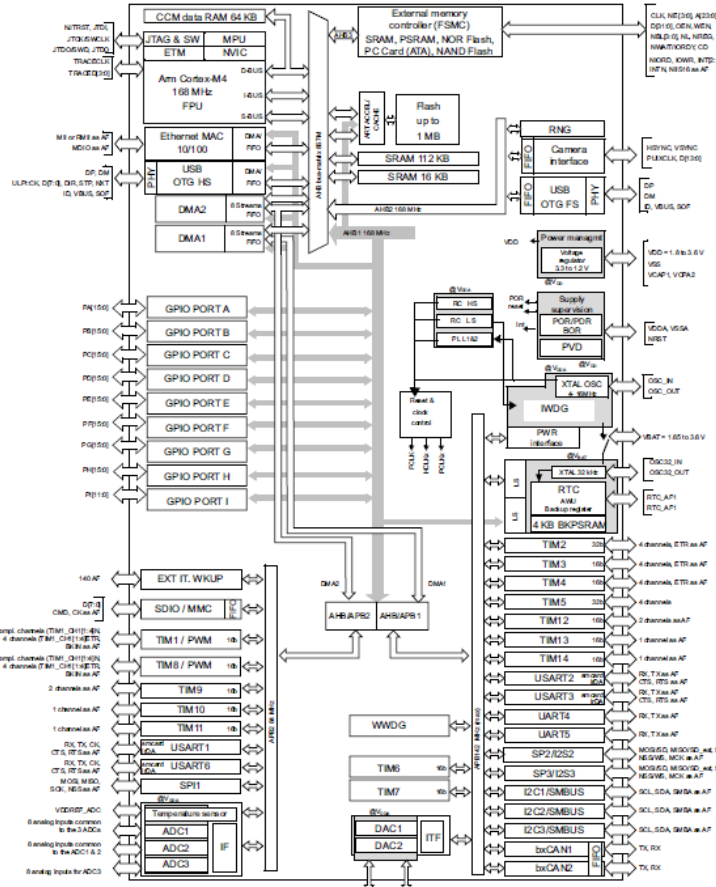


Hak Cipta :

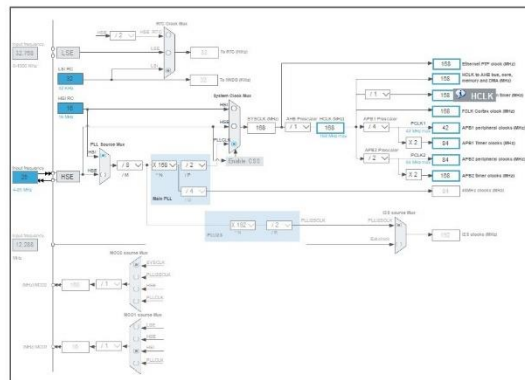
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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



Lampiran 1 – Datasheet & Configuration



Datasheet STM32



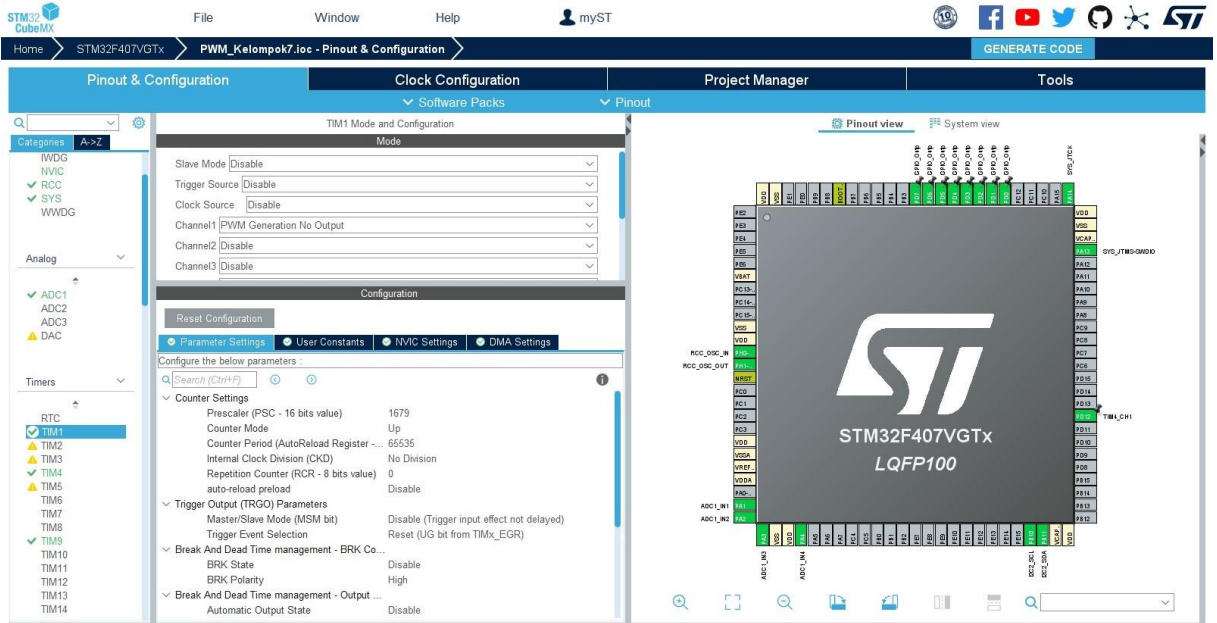
konfigurasi Clock

Hak Cipta :

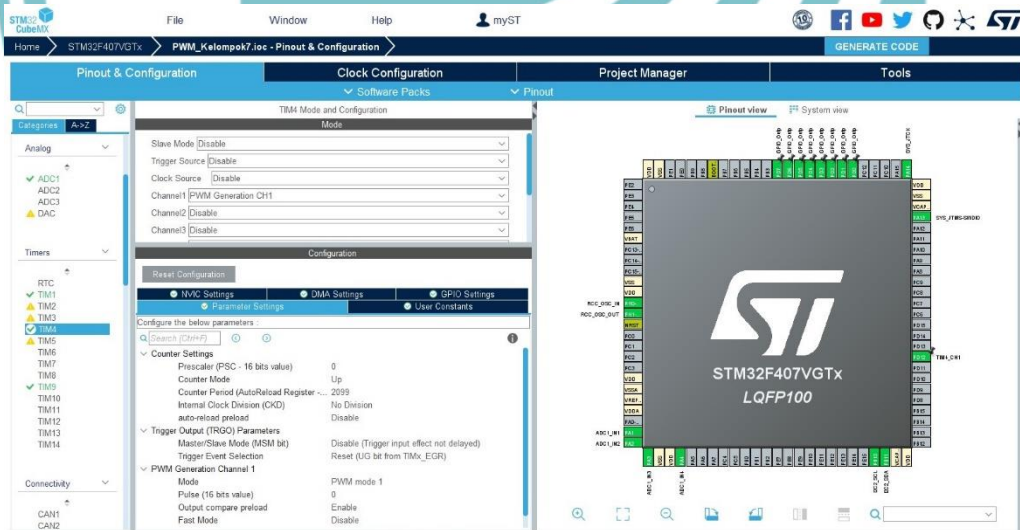
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan 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



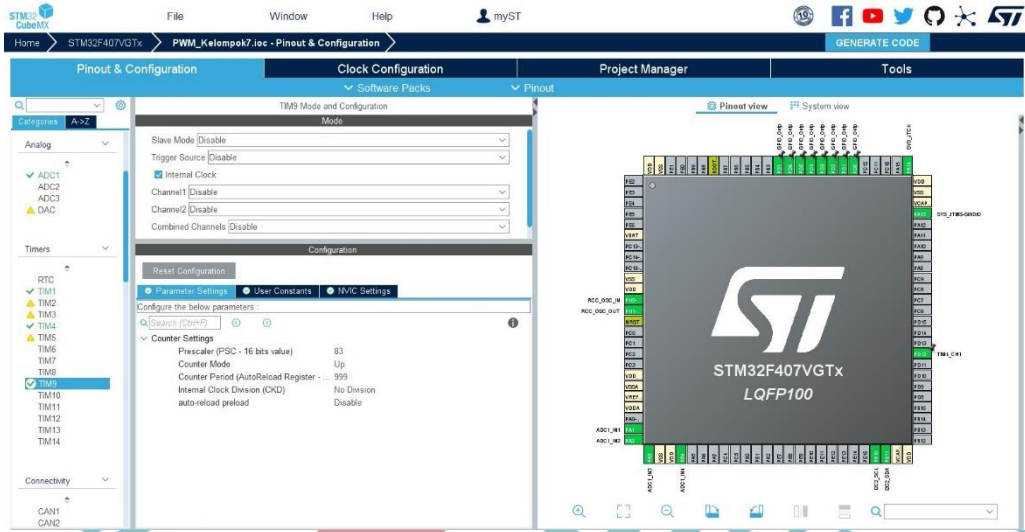
konfigurasi TIM 1



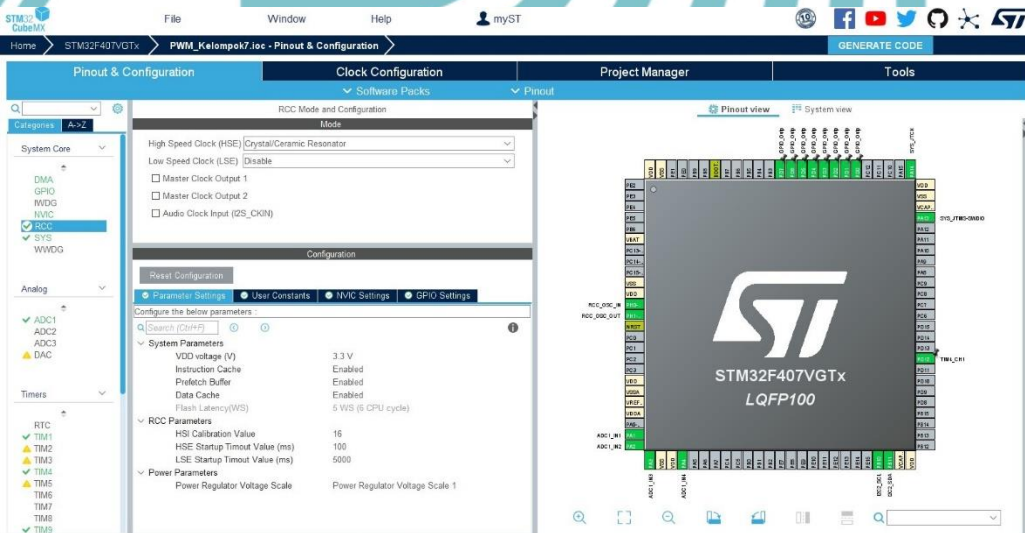
konfigurasi TIM 4

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



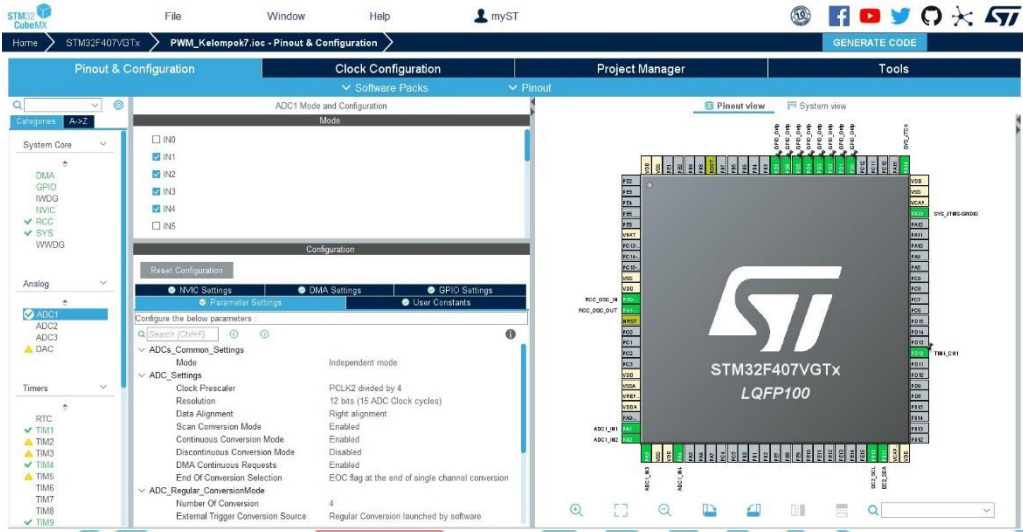
konfigurasi TIM 9



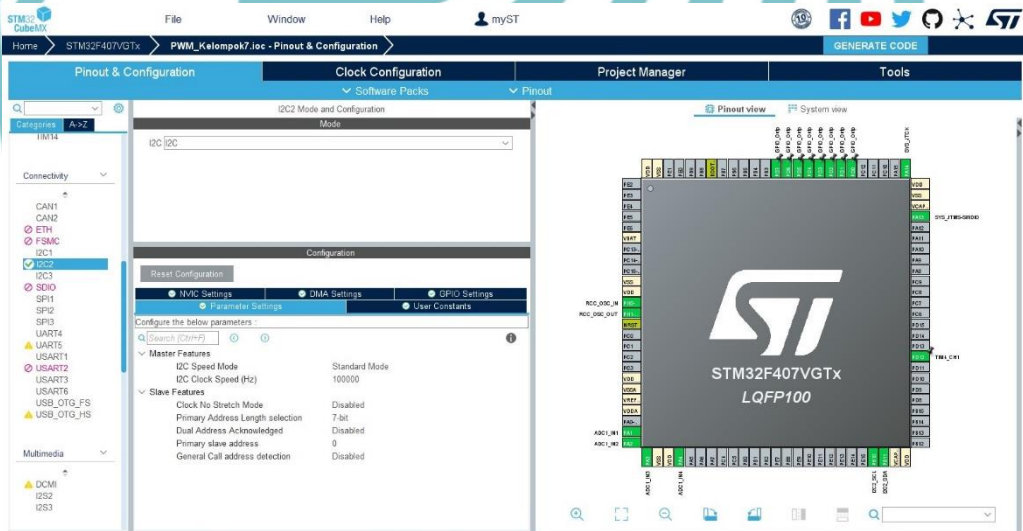
konfigurasi RCC

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



konfigurasi ADC 1



konfigurasi I2C2



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 mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 2 - Source Hardware Code

MAIN STM32

```
/* USER CODE BEGIN Header */
/**
 * @file : main.c
 * @brief : Main program body
 * @attention
 * Copyright (c) 2023 STMicroelectronics.
 * All rights reserved.
 * This software is licensed under terms that can be found in the LICENSE file
 * in the root directory of this software component.
 * If no LICENSE file comes with this software, it is provided AS-IS.
 */
/* USER CODE END Header */
/* Includes -----*/
#include "main.h"

/* Private includes -----*/
/* USER CODE BEGIN Includes */

#include "stdio.h"
#include "string.h"
#include "math.h"
#include "stdbool.h"
#include "lcd_i2cModule.h"
/* USER CODE END Includes */

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

/* USER CODE END PTD */

/* Private define -----*/
/* USER CODE BEGIN PD */
#define SampleData 500
// #define setpwm(x) TIM4->CCR1=x;
/* USER CODE END PD */

/* Private macro -----*/
/* USER CODE BEGIN PM */
//Inialisasi LCD
char bufferPwm[64],bufferVin[64],bufferIin[64];
char bufferPin[64],bufferVout[64],bufferIout[64],bufferPout[64];
//Inialisasi ADC
__IO uint32_t Nilai_ADC[4];
int k;
float adc[4];
float Asq[SampleData],Asum,Hadc1,Vin;
float Bsq[SampleData],Bsum,Hadc2,Iin;
float Csq[SampleData],Csum,Hadc3,Vout;
float Dsq[SampleData],Dsum,Hadc4,Iout;
float aadc1,aadc2,aadc3,aadc4;
//Inialisasi PWM

//Inialisasi SOA
int rand(void);
int nT=5,T=0,ii=0,maxIteration=10;
int r1=0,r3=0,A=0,B=2;float r2=0;
float Duty=20;
float Ps=0,dutycycle=0,d[500],ds[500],P[500],delP,Pss,Ds;
float Pmin=1,Pmax=4,random=0,delD=0,Pbest=0,Dbest=0;
float par[5]={22,33,44,55,65};
float Pin, Pout;

/* USER CODE END PM */

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

I2C_HandleTypeDef hi2c2;

TIM_HandleTypeDef htim1;
TIM_HandleTypeDef htim4;
TIM_HandleTypeDef htim9;

/* USER CODE BEGIN PV */

/* USER CODE END PV */
```



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

```
/* Private function prototypes -----*/
void SystemClock_Config(void);
static void MX_GPIO_Init(void);
static void MX_DMA_Init(void);
static void MX_ADC1_Init(void);
static void MX_TIM1_Init(void);
static void MX_TIM4_Init(void);
static void MX_TIM9_Init(void);
static void MX_I2C2_Init(void);
/* USER CODE BEGIN PFP */
void Display_LCD(void);
/* USER CODE END PFP */

/* Private user code -----*/
/* USER CODE BEGIN 0 */
void HAL_TIM_PeriodElapsedCallback(TIM_HandleTypeDef *htim)
{
    if (htim->Instance==TIM9)
    {
        //Konversi ADC
        aadc1=Nilai_ADC[0];
        Asum -=Asq[k];
        Asq[k]=pow(aadc1,2);
        Asum +=Asq[k];
        Hadc1=sqrt(Asum/SampleData);
        Vin =0.0132*Hadc1 + 0.313;

        //Vout;

        aadc2=Nilai_ADC[1]-500;
        Bsum -=Bsq[k];
        Bsq[k]=pow(aadc2,2);
        Bsum +=Bsq[k];
        Hadc2=sqrt(Bsum/SampleData);
        Iin = 0.001*Hadc2 - 0.408;
        //Iin=0.001*Hadc2 - 0.608;

        aadc3=Nilai_ADC[2];
        Csum -=Csq[k];
        Csq[k]=pow(aadc3,2);
        Csum +=Csq[k];
        Hadc3=sqrt(Csum/SampleData);
        //Vout;

        aadc4=Nilai_ADC[3]-500;
        Dsum -=Dsq[k];
        Dsq[k]=pow(aadc4,2);
        Dsum +=Dsq[k];
        Hadc4=sqrt(Dsum/SampleData);
        //Iout;
        k++;
        if(k>=SampleData)k=0;
    }
}

void Display_LCD(){
    LCD_SetCursor(1,1);
    sprintf(bufferVin,"Vin=%0.1fV ",Vin);
    LCD_Print(bufferVin,Vin);

    LCD_SetCursor(2,1);
    sprintf(bufferIin,"Iin=%0.2fA ",Iin);
    LCD_Print(bufferIin,Iin);

    LCD_SetCursor(3,1);
    sprintf(bufferPin,"Pin=%0.1fW ",Pin);
    LCD_Print(bufferPin,Pin);

    LCD_SetCursor(4,1);
    sprintf(bufferPWM,"D=%0.1f ",dutyCycle);
    LCD_Print(bufferPWM,dutyCycle);

//
}
//Algoritma Kucing Hutan
void SOA (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;
            }
        }
    }
}
}
```



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 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];
            }
        }
        if(T<nT)
        {
            if(ii<=(maxIteration/2)) //Exploration
            {
                r1=rand()%10*0.05;
                r3=0.0+rand()%10*0.1;
                d[T]=ds[T]+r1*(Dbest-(r3)*ds[T]);
                dutycycle=d[T];
            }
            else //Exploitation
            {
                // r2=rand()%10*0.01;
                r2=0.5;
                d[T]=Dbest+(r2*60/ii);
                dutycycle=d[T];
            }
        }
        if(d[T]>65)
            d[T]=65;
        else if(d[T]<30)
            d[T]=30;
        dutycycle=d[T];
        ds[T]=d[T];
        T++;
    }
    else
    {
        ii++;
        T=0;
    }
}
else
    dutycycle=d[T];
Duty = (dutycycle*0.01)*2100;
TIM4->CCR1= Duty;
HAL_Delay(500);
if (ii==7)
{
    Pss=Vin*Iin;
    dutycycle=Dbest;
    delP = fabs(Pbest-Pss);
    if (delP<5)
    {
        nT=0;T=0;ii=0;
    }
    else
    {
        nT=5;T=0;ii=0;
        Dbest=0,Pbest=0;
    }
}
}
/* USER CODE END 0 */
/**
 * @brief The application entry point.
 * @retval int
 */
int main(void)
{
    /* USER CODE BEGIN 1 */
    /* USER CODE END 1 */
    /* MCU Configuration-----*/
```




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

```
/* Reset of all peripherals, Initializes the Flash interface and the Systick. */
HAL_Init();

/* USER CODE BEGIN Init */

/* USER CODE END Init */

/* Configure the system clock */
SystemClock_Config();

/* USER CODE BEGIN SysInit */

/* USER CODE END SysInit */

/* Initialize all configured peripherals */
MX_GPIO_Init();
MX_DMA_Init();
MX_ADC1_Init();
MX_TIM1_Init();
MX_TIM4_Init();
MX_TIM9_Init();
MX_I2C2_Init();
/* USER CODE BEGIN 2 */

    HAL_TIM_Base_Start(&htim4);
    HAL_TIM_PWM_Start(&htim4,TIM_CHANNEL_1);
    HAL_ADC_Start_DMA(&hadc1, (uint32_t*) &Nilai_ADC,4);
    HAL_TIM_Base_Start_IT(&htim9);
    LCD_Init();
    LCD_i2cDeviceCheck();
    LCD_BackLight(LCD_BL_ON);

    LCD_SetCursor(1,1);
    LCD_Send_String("BISMILLAH",STR_NOSLIDE);
    HAL_Delay(100);
    LCD_Clear();

/* USER CODE END 2 */

/* Infinite loop */
/* USER CODE BEGIN WHILE */

while (1)
{
    //mainprogram
    /* USER CODE END WHILE */

    /* USER CODE BEGIN 3 */
        Pin=Vin*Iin;
        Pout=Vout*Iout;
        SOA();

//setpwm(1049);
//    setpwm(Duty);
//        Display_LCD();
//        HAL_Delay(500);
//    }
//    /* USER CODE END 3 */
}

/**
 * @brief System Clock Configuration
 * @retval None
 */
void SystemClock_Config(void)
{
    RCC_OscInitTypeDef RCC_OscInitStruct = {0};
    RCC_ClkInitStruct RCC_ClkInitStruct = {0};

    /** Configure the main internal regulator output voltage
    */
    __HAL_RCC_PWR_CLK_ENABLE();
    __HAL_PWR_VOLTAGESCALING_CONFIG(PWR_REGULATOR_VOLTAGE_SCALE1);

    /** Initializes the RCC Oscillators according to the specified parameters
    * in the RCC_OscInitTypeDef structure.
    */
    RCC_OscInitStruct.OscillatorType = RCC_OSCILLATORTYPE_HSI;
    RCC_OscInitStruct.HSIState = RCC_HSI_ON;
    RCC_OscInitStruct.HSICalibrationValue = RCC_HSICALIBRATION_DEFAULT;
    RCC_OscInitStruct.PLL.PLLState = RCC_PLL_ON;
    RCC_OscInitStruct.PLL.PLLSource = RCC_PLLSOURCE_HSI;
    RCC_OscInitStruct.PLL.PLLM = 8;
    RCC_OscInitStruct.PLL.PLLN = 168;
    RCC_OscInitStruct.PLL.PLLP = RCC_PLLP_DIV2;
    RCC_OscInitStruct.PLL.PLLQ = 4;
    if (HAL_RCC_OscConfig(&RCC_OscInitStruct) != HAL_OK)
    {
        Error_Handler();
    }
}
```



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

```
/** Initializes the CPU, AHB and APB buses clocks
 */
RCC_ClkInitStruct.ClockType = RCC_CLOCKTYPE_HCLK|RCC_CLOCKTYPE_SYSCLK
                               |RCC_CLOCKTYPE_PCLK1|RCC_CLOCKTYPE_PCLK2;
RCC_ClkInitStruct.SYSCLKSource = RCC_SYSCLKSOURCE_PLLCLK;
RCC_ClkInitStruct.AHBCLKDivider = RCC_SYSCLK_DIV1;
RCC_ClkInitStruct.APB1CLKDivider = RCC_HCLK_DIV4;
RCC_ClkInitStruct.APB2CLKDivider = RCC_HCLK_DIV2;

if (HAL_RCC_ClockConfig(&RCC_ClkInitStruct, FLASH_LATENCY_5) != HAL_OK)
{
    Error_Handler();
}
}

/**
 * @brief ADC1 Initialization Function
 * @param None
 * @retval None
 */
static void MX_ADC1_Init(void)
{
    /* USER CODE BEGIN ADC1_Init 0 */

    /* USER CODE END ADC1_Init 0 */

    ADC_ChannelConfTypeDef sConfig = {0};

    /* USER CODE BEGIN ADC1_Init 1 */
    /* USER CODE END ADC1_Init 1 */

    /** Configure the global features of the ADC (Clock, Resolution, Data Alignment and number of conversion)
    */
    hadc1.Instance = ADC1;
    hadc1.Init.ClockPrescaler = ADC_CLOCK_SYNC_PCLK_DIV4;
    hadc1.Init.Resolution = ADC_RESOLUTION_12B;
    hadc1.Init.ScanConvMode = ENABLE;
    hadc1.Init.ContinuousConvMode = ENABLE;
    hadc1.Init.DiscontinuousConvMode = DISABLE;
    hadc1.Init.ExternalTrigConvEdge = ADC_EXTERNALTRIGCONVEDGE_NONE;
    hadc1.Init.ExternalTrigConv = ADC_SOFTWARE_START;
    hadc1.Init.DataAlign = ADC_DATAALIGN_RIGHT;
    hadc1.Init.NbrOfConversion = 4;
    hadc1.Init.DMAContinuousRequests = ENABLE;
    hadc1.Init.EOCSelection = ADC_EOC_SINGLE_CONV;
    if (HAL_ADC_Init(&hadc1) != HAL_OK)
    {
        Error_Handler();
    }

    /** Configure for the selected ADC regular channel its corresponding rank in the sequencer and its sample time.
    */
    sConfig.Channel = ADC_CHANNEL_1;
    sConfig.Rank = 1;
    sConfig.SamplingTime = ADC_SAMPLETIME_480CYCLES;
    if (HAL_ADC_ConfigChannel(&hadc1, &sConfig) != HAL_OK)
    {
        Error_Handler();
    }

    /** Configure for the selected ADC regular channel its corresponding rank in the sequencer and its sample time.
    */
    sConfig.Channel = ADC_CHANNEL_2;
    sConfig.Rank = 2;
    if (HAL_ADC_ConfigChannel(&hadc1, &sConfig) != HAL_OK)
    {
        Error_Handler();
    }

    /** Configure for the selected ADC regular channel its corresponding rank in the sequencer and its sample time.
    */
    sConfig.Channel = ADC_CHANNEL_3;
    sConfig.Rank = 3;
    if (HAL_ADC_ConfigChannel(&hadc1, &sConfig) != HAL_OK)
    {
        Error_Handler();
    }

    /** Configure for the selected ADC regular channel its corresponding rank in the sequencer and its sample time.
    */
    sConfig.Channel = ADC_CHANNEL_4;
    sConfig.Rank = 4;
    if (HAL_ADC_ConfigChannel(&hadc1, &sConfig) != HAL_OK)
    {
        Error_Handler();
    }
    /* USER CODE BEGIN ADC1_Init 2 */

    /* USER CODE END ADC1_Init 2 */

}
}
```



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

```
/**
 * @brief I2C2 Initialization Function
 * @param None
 * @retval None
 */
static void MX_I2C2_Init(void)
{
    /* USER CODE BEGIN I2C2_Init 0 */

    /* USER CODE END I2C2_Init 0 */

    /* USER CODE BEGIN I2C2_Init 1 */

    /* USER CODE END I2C2_Init 1 */
    hi2c2.Instance = I2C2;
    hi2c2.Init.ClockSpeed = 100000;
    hi2c2.Init.DutyCycle = I2C_DUTYCYCLE_2;
    hi2c2.Init.OwnAddress1 = 0;
    hi2c2.Init.AddressingMode = I2C_ADDRESSINGMODE_7BIT;
    hi2c2.Init.DualAddressMode = I2C_DUALADDRESS_DISABLE;
    hi2c2.Init.OwnAddress2 = 0;
    hi2c2.Init.GeneralCallMode = I2C_GENERALCALL_DISABLE;
    hi2c2.Init.NoStretchMode = I2C_NOSTRETCH_DISABLE;
    if (HAL_I2C_Init(&hi2c2) != HAL_OK)
    {
        Error_Handler();
    }
    /* USER CODE BEGIN I2C2_Init 2 */

    /* USER CODE END I2C2_Init 2 */

}

/**
 * @brief TIM1 Initialization Function
 * @param None
 * @retval None
 */
static void MX_TIM1_Init(void)
{
    /* USER CODE BEGIN TIM1_Init 0 */

    /* USER CODE END TIM1_Init 0 */

    TIM_MasterConfigTypeDef sMasterConfig = {0};
    TIM_OC_InitTypeDef sConfigOC = {0};
    TIM_BreakDeadTimeConfigTypeDef sBreakDeadTimeConfig = {0};

    /* USER CODE BEGIN TIM1_Init 1 */

    /* USER CODE END TIM1_Init 1 */
    htim1.Instance = TIM1;
    htim1.Init.Prescaler = 1679;
    htim1.Init.CounterMode = TIM_COUNTERMODE_UP;
    htim1.Init.Period = 65535;
    htim1.Init.ClockDivision = TIM_CLOCKDIVISION_DIV1;
    htim1.Init.RepetitionCounter = 0;
    htim1.Init.AutoReloadPreload = TIM_AUTORELOAD_PRELOAD_DISABLE;
    if (HAL_TIM_PWM_Init(&htim1) != HAL_OK)
    {
        Error_Handler();
    }

    sMasterConfig.MasterOutputTrigger = TIM_TRGO_RESET;
    sMasterConfig.MasterSlaveMode = TIM_MASTERSLAVEMODE_DISABLE;
    if (HAL_TIMEX_MasterConfigSynchronization(&htim1, &sMasterConfig) != HAL_OK)
    {
        Error_Handler();
    }

    sConfigOC.OCMode = TIM_OCMODE_PWM1;
    sConfigOC.Pulse = 0;
    sConfigOC.OCpolarity = TIM_OCPOLARITY_HIGH;
    sConfigOC.OCNPolarity = TIM_OCNPOLARITY_HIGH;
    sConfigOC.OCFastMode = TIM_OCFAST_DISABLE;
    sConfigOC.OCIdleState = TIM_OCIDLESTATE_RESET;
    sConfigOC.OCNIdleState = TIM_OCNIDLESTATE_RESET;
    if (HAL_TIM_PWM_ConfigChannel(&htim1, &sConfigOC, TIM_CHANNEL_1) != HAL_OK)
    {
        Error_Handler();
    }

    sBreakDeadTimeConfig.OffStateRunMode = TIM_OSSR_DISABLE;
    sBreakDeadTimeConfig.OffStateIDLEMode = TIM_OSSI_DISABLE;
    sBreakDeadTimeConfig.LockLevel = TIM_LOCKLEVEL_OFF;
    sBreakDeadTimeConfig.DeadTime = 0;
    sBreakDeadTimeConfig.BreakState = TIM_BREAK_DISABLE;
    sBreakDeadTimeConfig.BreakPolarity = TIM_BREAKPOLARITY_HIGH;
    sBreakDeadTimeConfig.BreakAutomaticOutput = TIM_AUTOMATICOUTPUT_DISABLE;
    if (HAL_TIMEX_ConfigBreakDeadTime(&htim1, &sBreakDeadTimeConfig) != HAL_OK)
    {
        Error_Handler();
    }
    /* USER CODE BEGIN TIM1_Init 2 */

    /* USER CODE END TIM1_Init 2 */

}
```




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

```
/**
 * @brief TIM4 Initialization Function
 * @param None
 * @retval None
 */
static void MX_TIM4_Init(void)
{
    /* USER CODE BEGIN TIM4_Init 0 */

    /* USER CODE END TIM4_Init 0 */

    TIM_MasterConfigTypeDef sMasterConfig = {0};
    TIM_OC_InitTypeDef sConfigOC = {0};

    /* USER CODE BEGIN TIM4_Init 1 */

    /* USER CODE END TIM4_Init 1 */
    htim4.Instance = TIM4;
    htim4.Init.Prescaler = 0;
    htim4.Init.CounterMode = TIM_COUNTERMODE_UP;
    htim4.Init.Period = 2099;
    htim4.Init.ClockDivision = TIM_CLOCKDIVISION_DIV1;
    htim4.Init.AutoReloadPreload = TIM_AUTORELOAD_PRELOAD_DISABLE;
    if (HAL_TIM_PWM_Init(&htim4) != HAL_OK)
    {
        Error_Handler();
    }

    sMasterConfig.MasterOutputTrigger = TIM_TRGO_RESET;
    sMasterConfig.MasterSlaveMode = TIM_MASTERSLAVEMODE_DISABLE;
    if (HAL_TIMEx_MasterConfigSynchronization(&htim4, &sMasterConfig) != HAL_OK)
    {
        Error_Handler();
    }
    sConfigOC.OCMode = TIM_OCMODE_PWM1;
    sConfigOC.Pulse = 0;
    sConfigOC.OCpolarity = TIM_OCPOLARITY_HIGH;
    sConfigOC.OCFastMode = TIM_OCFAST_DISABLE;
    if (HAL_TIM_PWM_ConfigChannel(&htim4, &sConfigOC, TIM_CHANNEL_1) != HAL_OK)
    {
        Error_Handler();
    }
    /* USER CODE BEGIN TIM4_Init 2 */

    /* USER CODE END TIM4_Init 2 */
    HAL_TIM_MspPostInit(&htim4);

}

/**
 * @brief TIM9 Initialization Function
 * @param None
 * @retval None
 */
static void MX_TIM9_Init(void)
{
    /* USER CODE BEGIN TIM9_Init 0 */

    /* USER CODE END TIM9_Init 0 */

    TIM_ClockConfigTypeDef sClockSourceConfig = {0};

    /* USER CODE BEGIN TIM9_Init 1 */

    /* USER CODE END TIM9_Init 1 */
    htim9.Instance = TIM9;
    htim9.Init.Prescaler = 83;
    htim9.Init.CounterMode = TIM_COUNTERMODE_UP;
    htim9.Init.Period = 999;
    htim9.Init.ClockDivision = TIM_CLOCKDIVISION_DIV1;
    htim9.Init.AutoReloadPreload = TIM_AUTORELOAD_PRELOAD_DISABLE;
    if (HAL_TIM_Base_Init(&htim9) != HAL_OK)
    {
        Error_Handler();
    }
    sClockSourceConfig.ClockSource = TIM_CLOCKSOURCE_INTERNAL;
    if (HAL_TIM_ConfigClockSource(&htim9, &sClockSourceConfig) != HAL_OK)
    {
        Error_Handler();
    }
    /* USER CODE BEGIN TIM9_Init 2 */

    /* USER CODE END TIM9_Init 2 */

}

/**
 * Enable DMA controller clock
 */
static void MX_DMA_Init(void)
{
```



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 mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
/* DMA controller clock enable */
__HAL_RCC_DMA2_CLK_ENABLE();

/* DMA interrupt init */
/* DMA2_Stream0_IRQn interrupt configuration */
HAL_NVIC_SetPriority(DMA2_Stream0_IRQn, 0, 0);
HAL_NVIC_EnableIRQ(DMA2_Stream0_IRQn);
}

/**
 * @brief GPIO Initialization Function
 * @param None
 * @retval None
 */
static void MX_GPIO_Init(void)
{
    GPIO_InitTypeDef GPIO_InitStruct = {0};

    /* GPIO Ports Clock Enable */
    __HAL_RCC_GPIOH_CLK_ENABLE();
    __HAL_RCC_GPIOA_CLK_ENABLE();
    __HAL_RCC_GPIOB_CLK_ENABLE();
    __HAL_RCC_GPIOD_CLK_ENABLE();

    /*Configure GPIO pin Output Level */
    HAL_GPIO_WritePin(GPIOD, GPIO_PIN_0|GPIO_PIN_1|GPIO_PIN_2|GPIO_PIN_3
        |GPIO_PIN_4|GPIO_PIN_5|GPIO_PIN_6|GPIO_PIN_7, GPIO_PIN_RESET);

    /*Configure GPIO pins : PD0 PD1 PD2 PD3
        PD4 PD5 PD6 PD7 */
    GPIO_InitStruct.Pin = GPIO_PIN_0|GPIO_PIN_1|GPIO_PIN_2|GPIO_PIN_3
        |GPIO_PIN_4|GPIO_PIN_5|GPIO_PIN_6|GPIO_PIN_7;
    GPIO_InitStruct.Mode = GPIO_MODE_OUTPUT_PP;
    GPIO_InitStruct.Pull = GPIO_NOPULL;
    GPIO_InitStruct.Speed = GPIO_SPEED_FREQ_LOW;
    HAL_GPIO_Init(GPIOD, &GPIO_InitStruct);
}

/* USER CODE BEGIN 4 */
/* USER CODE END 4 */

/**
 * @brief This function is executed in case of error occurrence.
 * @retval None
 */
void Error_Handler(void)
{
    /* USER CODE BEGIN Error_Handler_Debug */
    /* User can add his own implementation to report the HAL error return state */
    __disable_irq();
    while (1)
    {
    }
    /* USER CODE END Error_Handler_Debug */
}

#ifdef USE_FULL_ASSERT
/**
 * @brief Reports the name of the source file and the source line number
 * where the assert_param error has occurred.
 * @param file: pointer to the source file name
 * @param line: assert_param error line source number
 * @retval None
 */
void assert_failed(uint8_t *file, uint32_t line)
{
    /* USER CODE BEGIN 6 */
    /* User can add his own implementation to report the file name and line number,
    ex: printf("Wrong parameters value: file %s on line %d\r\n", file, line) */
    /* USER CODE END 6 */
}
#endif /* USE_FULL_ASSERT */
```

LCD



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 mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
/**
 * @file: lcd_i2cModule.c
 * @brief: Character lcd i2c stm32 hal driver
 * @author: Veyssel Gökdemir, © 2018
 * @note: This library is compatible with the LCD Displays that have similarities(pinouts, conf., ddram address...) with HD44780, KS0066U, etc.
 * The library has been tested on the lcd 16x2.
 */

/*-----*/
#include "lcd_i2cModule.h"
#include "lcd_userConf.h"
#include <string.h>

/*-----*/

/*Defines and variables-----*/
#ifndef LCD_16x2
static const uint8_t line_MAX = 2;
static const uint8_t chr_MAX = 16;

static const uint8_t Cursor_Data[line_MAX][chr_MAX] = {
    {0x00,0x01,0x02,0x03,0x04,0x05,0x06,0x07,0x08,0x09,0x0A,0x0B,0x0C,0x0D,0x0E,0x0F}, //1. line DDRAM address
    {0x40,0x41,0x42,0x43,0x44,0x45,0x46,0x47,0x48,0x49,0x4A,0x4B,0x4C,0x4D,0x4E,0x4F}, //2. line DDRAM address
};
#endif

#ifndef LCD_16x4
static const uint8_t line_MAX = 4;
static const uint8_t chr_MAX = 16;

static const uint8_t Cursor_Data[line_MAX][chr_MAX] = {
    {0x00,0x01,0x02,0x03,0x04,0x05,0x06,0x07,0x08,0x09,0x0A,0x0B,0x0C,0x0D,0x0E,0x0F}, //1. line DDRAM address
    {0x40,0x41,0x42,0x43,0x44,0x45,0x46,0x47,0x48,0x49,0x4A,0x4B,0x4C,0x4D,0x4E,0x4F}, //2. line DDRAM address
    {0x10,0x11,0x12,0x13,0x14,0x15,0x16,0x17,0x18,0x19,0x1A,0x1B,0x1C,0x1D,0x1E,0x1F}, //3. line DDRAM address
    {0x50,0x51,0x52,0x53,0x54,0x55,0x56,0x57,0x58,0x59,0x5A,0x5B,0x5C,0x5D,0x5E,0x5F}, //4. line DDRAM address
};
#endif

#ifndef LCD_20x2
static const uint8_t line_MAX = 2;
static const uint8_t chr_MAX = 20;

static const uint8_t Cursor_Data[line_MAX][chr_MAX] = {
    {0x00,0x01,0x02,0x03,0x04,0x05,0x06,0x07,0x08,0x09,0x0A,0x0B,0x0C,0x0D,0x0E,0x0F,0x10,0x11,0x12,0x13}, //1. line DDRAM address
    {0x40,0x41,0x42,0x43,0x44,0x45,0x46,0x47,0x48,0x49,0x4A,0x4B,0x4C,0x4D,0x4E,0x4F,0x50,0x51,0x52,0x53}, //2. line DDRAM address
};
#endif

#ifndef LCD_20x4
static const uint8_t line_MAX = 4;
static const uint8_t chr_MAX = 20;

static const uint8_t Cursor_Data[line_MAX][chr_MAX] = {
    {0x00,0x01,0x02,0x03,0x04,0x05,0x06,0x07,0x08,0x09,0x0A,0x0B,0x0C,0x0D,0x0E,0x0F,0x10,0x11,0x12,0x13}, //1. line DDRAM address
    {0x40,0x41,0x42,0x43,0x44,0x45,0x46,0x47,0x48,0x49,0x4A,0x4B,0x4C,0x4D,0x4E,0x4F,0x50,0x51,0x52,0x53}, //2. line DDRAM address
    {0x14,0x15,0x16,0x17,0x18,0x19,0x1A,0x1B,0x1C,0x1D,0x1E,0x1F,0x20,0x21,0x22,0x23,0x24,0x25,0x26,0x27}, //3. line DDRAM address
    {0x54,0x55,0x56,0x57,0x58,0x59,0x5A,0x5B,0x5C,0x5D,0x5E,0x5F,0x60,0x61,0x62,0x63,0x64,0x65,0x66,0x67}, //4. line DDRAM address
};
#endif

static uint8_t Mask_Data = 0xf0; //Select upper bits.
static uint8_t data[4], data_M, data_L, data_BL;
static uint8_t line_pos = 1; //hold line position, default is 1. line.
static uint8_t str_len = 0; //follow the string lenght.

/*-----*/

/*Private functions-----*/
/**
 * @brief: Lcd i2c device check.
 * @retval: none
 */
void LCD_i2cDeviceCheck(void)
{
    /* Checks if target device is ready for communication. */
    /* 3 is number of trials, 1000ms is timeout */
    HAL_Delay(50);
    hi2cx_define();
    while (HAL_I2C_IsDeviceReady(&hi2cx, i2cDeviceAddr, 3, 1000) != HAL_OK)
    {
    }
}

/**
 * @brief: Send commands to lcd.
 * @retval: none
 */
void LCD_Set_Command(uint8_t cmd)
{
    data_M = cmd & Mask_Data; //Most significant bit
    data_L = (cmd << 4) & Mask_Data; //Least significant bit

    //For backlight On/off
    data_M |= data_BL;
    data_L |= data_BL;

    data[0] = data_M | LCD_E; //Enable E pin, RS=0
    data[1] = data_M; //Disable E pin, RS=0
    data[2] = data_L | LCD_E;
    data[3] = data_L;

    hi2cx_define();
    HAL_I2C_Master_Transmit(&hi2cx, i2cDeviceAddr, (uint8_t*)data, 4, 200);
}

```




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

```
/**
 *@brief: Write data to lcd.
 *@retval: none
 */
void LCD_Write_Data(uint8_t datax)
{
    data_M = datax & Mask_Data; //Most significant bit
    data_L = (datax << 4) & Mask_Data; //Least significant bit

    //For backlight On/off
    data_M |= data_BL;
    data_L |= data_BL;

    data[0] = data_M | LCD_E|LCD_RS; //Enable E pin, RS=1
    data[1] = data_M | LCD_RS; //Disable E pin, RS=1
    data[2] = data_L | LCD_E|LCD_RS;
    data[3] = data_L | LCD_RS;

    hi2cx_define();
    HAL_I2C_Master_Transmit(&hi2cx, i2cDeviceAddr, (uint8_t*)data, 4, 200);
}

/**
 *@brief: Clear lcd display.
 *@retval: none
 */
void LCD_Clear(void)
{
    LCD_Set_Command(LCD_CLEAR_DISPLAY);
    HAL_Delay(10);
    str_len = 0;
    line_pos = 1;
}

/**
 *@brief: Set lcd cursor position.
 *@param: line_x: line no, chr_x: character no.
 *@retval: none
 */
void LCD_SetCursor(int line_x, int chr_x)
{
    line_pos = line_x; //hold line position.

    if(((line_x >=1 && line_x <= line_MAX) && (chr_x >=1 && chr_x <= chr_MAX)))
    {
        LCD_Set_Command(LCD_SET_DDRAMADDR | Cursor_Data[line_x - 1][chr_x - 1]);
    }
}

/**
 *@brief: Send string data to lcd.
 *@param: str[]: string array, mode: str slide/noslide.
 *@retval: none
 */
void LCD_Send_String(char str[], uint8_t mode)
{
    static char *buffer[BFR_MAX];
    static uint8_t i[4] = {chr_MAX,chr_MAX,chr_MAX,chr_MAX}; //i follows the ch position while sliding.
    static uint8_t c[4] = {0, 0, 0, 0}; //c follows the each ch of the str buffer while sliding.
    static uint8_t ch_len = 0; //follow the string lenght.
    str_len = 0;

    switch(mode)
    {
        case STR_NOSLIDE:
            while (*str)
            {
                LCD_Write_Data (*str++);
                str_len++;
                if(str_len == chr_MAX)
                {
                    LCD_SetCursor(line_pos + 1, 1);
                    str_len = 0;
                }
            }
            break;

        case STR_SLIDE:
            for(int a = 0; a < BFR_MAX; a++)
                buffer[a]=str++;

            ch_len = strlen(*buffer);

            LCD_SetCursor(line_pos, i[line_pos - 1]);

            for(int k = c[line_pos - 1];k < ch_len; k++)
                LCD_Write_Data (*buffer[k]);

            i[line_pos - 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(i[line_pos - 1] == 0)
        {
            i[line_pos - 1] = 1;
            c[line_pos - 1]++;
            if(c[line_pos - 1] == ch_len)
            {
                i[line_pos - 1] = chr_MAX;
                c[line_pos - 1] = 0;
                ch_len = 0;
            }
        }
        break;
    }
}

/**
 * @brief: Print value, ch to lcd.
 * @param: *ch: "string + %f", value: float data variable
 * @retval: none
 */
void LCD_Print(char const *ch, float value)
{
    char data_ch[BFR_MAX]; //default data size:100.

    sprintf(data_ch, ch, value);
    LCD_Send_String(data_ch, STR_NOSLIDE);
}

/**
 * @brief: Backlight control
 * @param: light_state: BL on/off
 * @retval: none
 */
void LCD_BackLight(uint8_t light_state)
{
    if(light_state == LCD_BL_ON)
    {
        data_BL = LCD_BL_ON;
        LCD_Write_Data(0x20); //Empty character
    }
    else if (light_state == LCD_BL_OFF)
    {
        data_BL = LCD_BL_OFF;
        LCD_Write_Data(0x20);
    }
}

/**
 * @brief: Lcd initiaizing settings.
 * @retval: none
 */
void LCD_Init(void)
{
    LCD_Set_Command(LCD_CLEAR_DISPLAY);
    HAL_Delay(1000);
    LCD_Set_Command(LCD_RETURN_HOME);
    HAL_Delay(5);
    LCD_Set_Command(LCD_FUNCTION_SET|MODE_4B|MODE_2L|MODE_5X8_DOTS);
    HAL_Delay(5);
    LCD_Set_Command(LCD_DISPLAY_CONTROL|DISPLAY_ON|CURSOR_OFF|BLINK_OFF);
    HAL_Delay(5);
    LCD_Set_Command(LCD_SET_DDRAMADDR);
    HAL_Delay(500);
}

/*****END OF FILE*****/
```

NEGERI
JAKARTA



Lampiran 3 -Tracing Data perbandingan algoritma

Tracing Data PV I - 1000 ; PV II - 400

1	SOA	Pin	Vduty	PSO	Pin	Vduty_1	GWO	Pin	Vduty_2
2	2,50E-05	0,371319	20	2,50E-05	0,371319	20	2,50E-05	0,371319	20
3	5,00E-05	0,783688	20	5,00E-05	0,783688	20	5,00E-05	0,783688	20
4	7,50E-05	1,195583	20	7,50E-05	1,195583	20	7,50E-05	1,195583	20
5	0,0001	1,606745	20	0,0001	1,606745	20	0,0001	1,606745	20
6	0,000125	2,016921	20	0,000125	2,016921	20	0,000125	2,016921	20
7	0,00015	2,425866	20	0,00015	2,425866	20	0,00015	2,425866	20
8	0,000175	2,833349	20	0,000175	2,833349	20	0,000175	2,833349	20
9	0,0002	3,239151	20	0,0002	3,239151	20	0,0002	3,239151	20
10	0,000225	3,643071	20	0,000225	3,643071	20	0,000225	3,643071	20
11	0,00025	4,044923	20	0,00025	4,044923	20	0,00025	4,044923	20
12	0,000275	4,444542	20	0,000275	4,444542	20	0,000275	4,444542	20
13	0,0003	4,841784	20	0,0003	4,841784	20	0,0003	4,841784	20
14	0,000325	5,236527	20	0,000325	5,236527	20	0,000325	5,236527	20

1	SOA	Pin	Vduty	PSO	Pin	Vduty_1	GWO	Pin	Vduty_2
19997	0,4999	20,17015	56,68	0,4999	20,0277	56,05359	0,4999	19,90222	55,73383
19998	0,499925	20,17022	56,68	0,499925	20,02747	56,05359	0,499925	19,90187	55,73383
19999	0,49995	20,17034	56,68	0,49995	20,02716	56,05359	0,49995	19,90134	55,73383
20000	0,499975	20,17051	56,68	0,499975	20,02679	56,05359	0,499975	19,90063	55,73383
20001	0,5	20,17073	56,68	0,5	20,02636	56,52087	0,5	19,89976	55,73383
20002	0,500025	20,171	56,68	0,500025	20,02781	56,52087	0,500025	19,90822	57,41857
20003	0,50005	20,17131	56,68	0,50005	20,03028	56,52087	0,50005	19,92176	57,41857
20004	0,500075	20,17165	56,68	0,500075	20,03374	56,52087	0,500075	19,93975	57,41857
20005	0,5001	20,17203	56,68	0,5001	20,03809	56,52087	0,5001	19,9614	57,41857
20006	0,500125	20,17244	56,68	0,500125	20,04324	56,52087	0,500125	19,98582	57,41857

1	SOA	Pin	Vduty	PSO	Pin	Vduty_1	GWO	Pin	Vduty_2
39992	0,999775	20,19203	56,89667	0,999775	20,1916	56,94237	0,999775	20,19093	56,83742
39993	0,9998	20,19203	56,89667	0,9998	20,1916	56,94237	0,9998	20,19093	56,83742
39994	0,999825	20,19203	56,89667	0,999825	20,1916	56,94237	0,999825	20,19093	56,83742
39995	0,99985	20,19203	56,89667	0,99985	20,1916	56,94237	0,99985	20,19093	56,83742
39996	0,999875	20,19203	56,89667	0,999875	20,1916	56,94237	0,999875	20,19093	56,83742
39997	0,9999	20,19203	56,89667	0,9999	20,1916	56,94237	0,9999	20,19093	56,83742
39998	0,999925	20,19203	56,89667	0,999925	20,1916	56,94237	0,999925	20,19093	56,83742
39999	0,99995	20,19203	56,89667	0,99995	20,1916	56,94237	0,99995	20,19093	56,83742
40000	0,999975	20,19203	56,89667	0,999975	20,1916	56,94237	0,999975	20,19093	56,83742
40001	1	20,19203	56,89667	1	20,1916	56,94237	1	20,19093	56,83742

- 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



Tracing Data PV I - 800 ; PV II - 800

	SOA	Pin	Vduty	PSO	Pin	Vduty_1	GWO	Pin	Vduty_2
1									
2	2,50E-05	0,237883	20	2,50E-05	0,237883	20	2,50E-05	0,237883	20
3	5,00E-05	0,502067	20	5,00E-05	0,502067	20	5,00E-05	0,502067	20
4	7,50E-05	0,765951	20	7,50E-05	0,765951	20	7,50E-05	0,765951	20
5	0,0001	1,029367	20	0,0001	1,029367	20	0,0001	1,029367	20
6	0,000125	1,292155	20	0,000125	1,292155	20	0,000125	1,292155	20
7	0,00015	1,554157	20	0,00015	1,554157	20	0,00015	1,554157	20
8	0,000175	1,815224	20	0,000175	1,815224	20	0,000175	1,815224	20
9	0,0002	2,075218	20	0,0002	2,075218	20	0,0002	2,075218	20
10	0,000225	2,334007	20	0,000225	2,334007	20	0,000225	2,334007	20
11	0,00025	2,591474	20	0,00025	2,591474	20	0,00025	2,591474	20

	SOA	Pin	Vduty	PSO	Pin	Vduty_1	GWO	Pin	Vduty_2
19998	0,499925	32,23746	45,29336	0,499925	32,09787	44,7859	0,499925	32,12918	44,7391
19999	0,49995	32,23731	45,29336	0,49995	32,09724	44,7859	0,49995	32,12807	44,7391
20000	0,499975	32,23713	45,29336	0,499975	32,09624	44,7859	0,499975	32,1263	44,7391
20001	0,5	32,23692	45,29336	0,5	32,09488	45,24386	0,5	32,12388	44,7391
20002	0,500025	32,23667	45,29336	0,500025	32,09438	45,24386	0,500025	32,12292	45,64571
20003	0,50005	32,23639	45,29336	0,50005	32,09439	45,24386	0,50005	32,12287	45,64571
20004	0,500075	32,23607	45,29336	0,500075	32,09492	45,24386	0,500075	32,12372	45,64571
20005	0,5001	32,23571	45,29336	0,5001	32,09596	45,24386	0,5001	32,12546	45,64571
20006	0,500125	32,23533	45,29336	0,500125	32,0975	45,24386	0,500125	32,12806	45,64571
20007	0,50015	32,23491	45,29336	0,50015	32,09952	45,24386	0,50015	32,13148	45,64571

	SOA	Pin	Vduty	PSO	Pin	Vduty_1	GWO	Pin	Vduty_2
39992	0,999775	32,24227	45,53502	0,999775	32,2088	45,20425	0,999775	32,24302	45,49886
39993	0,9998	32,24227	45,53502	0,9998	32,2088	45,20425	0,9998	32,24302	45,49886
39994	0,999825	32,24226	45,53502	0,999825	32,2088	45,20425	0,999825	32,24302	45,49886
39995	0,99985	32,24227	45,53502	0,99985	32,2088	45,20425	0,99985	32,24302	45,49886
39996	0,999875	32,24227	45,53502	0,999875	32,2088	45,20425	0,999875	32,24302	45,49886
39997	0,9999	32,24227	45,53502	0,9999	32,2088	45,20425	0,9999	32,24302	45,49886
39998	0,999925	32,24227	45,53502	0,999925	32,2088	45,20425	0,999925	32,24302	45,49886
39999	0,99995	32,24226	45,53502	0,99995	32,2088	45,20425	0,99995	32,24302	45,49886
40000	0,999975	32,24227	45,53502	0,999975	32,2088	45,20425	0,999975	32,24302	45,49886
40001	1	32,24226	45,53502	1	32,2088	45,20425	1	32,24302	45,49886

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



Tracing Data PV I PV II fluktuatif

1	SOA	Pin	Vduty	PSO	Pin	Vduty_1	GWO	Pin	Vduty_2
2	2,50E-05	0,092923	20	2,50E-05	0,092923	20	2,50E-05	0,092923	20
3	5,00E-05	0,19612	20	5,00E-05	0,19612	20	5,00E-05	0,19612	20
4	7,50E-05	0,2992	20	7,50E-05	0,2992	20	7,50E-05	0,2992	20
5	0,0001	0,402097	20	0,0001	0,402097	20	0,0001	0,402097	20
6	0,000125	0,504748	20	0,000125	0,504748	20	0,000125	0,504748	20
7	0,00015	0,607092	20	0,00015	0,607092	20	0,00015	0,607092	20
8	0,000175	0,709072	20	0,000175	0,709072	20	0,000175	0,709072	20
9	0,0002	0,810632	20	0,0002	0,810632	20	0,0002	0,810632	20
10	0,000225	0,911721	20	0,000225	0,911721	20	0,000225	0,911721	20

1	SOA	Pin	Vduty	PSO	Pin	Vduty_1	GWO	Pin	Vduty_2
39997	0,9999	19,88616	40,12771	0,9999	19,90178	39,99337	0,9999	19,85186	39,55613
39998	0,999925	19,88616	40,12771	0,999925	19,90178	39,99337	0,999925	19,85186	39,55613
39999	0,99995	19,88616	40,12771	0,99995	19,90178	39,99337	0,99995	19,85186	39,55613
40000	0,999975	19,88616	40,12771	0,999975	19,90178	39,99337	0,999975	19,85186	39,55613
40001	1	19,88616	40,12771	1	19,90178	39,99337	1	19,85186	39,55613
40002	1,000025	40,27631	40,12771	1,000025	40,36712	39,99337	1,000025	40,377	0
40003	1,00005	40,32495	40,12771	1,00005	40,39133	39,99337	1,00005	40,29239	0
40004	1,000075	40,36229	40,12771	1,000075	40,40311	39,99337	1,000075	40,14564	0
40005	1,0001	40,38796	40,12771	1,0001	40,40219	39,99337	1,0001	39,93227	0
40006	1,000125	40,40173	40,12771	1,000125	40,38848	39,99337	1,000125	39,64822	0
40007	1,00015	40,40356	40,12771	1,00015	40,36209	39,99337	1,00015	39,2901	0

1	SOA	Pin	Vduty	PSO	Pin	Vduty_1	GWO	Pin	Vduty_2
79992	1,999775	40,40098	48,09231	1,999775	40,40141	48,2498	1,999775	40,35447	48,48641
79993	1,9998	40,40098	48,09231	1,9998	40,40141	48,2498	1,9998	40,35447	48,48641
79994	1,999825	40,40098	48,09231	1,999825	40,40141	48,2498	1,999825	40,35447	48,48641
79995	1,99985	40,40098	48,09231	1,99985	40,40141	48,2498	1,99985	40,35447	48,48641
79996	1,999875	40,40098	48,09231	1,999875	40,40141	48,2498	1,999875	40,35447	48,48641
79997	1,9999	40,40098	48,09231	1,9999	40,40141	48,2498	1,9999	40,35447	48,48641
79998	1,999925	40,40098	48,09231	1,999925	40,40141	48,2498	1,999925	40,35447	48,48641
79999	1,99995	40,40098	48,09231	1,99995	40,40141	48,2498	1,99995	40,35447	48,48641
80000	1,999975	40,40098	48,09231	1,999975	40,40141	48,2498	1,999975	40,35447	48,48641
80001	2	40,40098	48,09231	2	40,40141	48,2498	2	40,35447	48,48641
80002									

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



Tracing Data PV I PV II sangat fluktuatif

1	SOA	Pin	Vduty	PSO	Pin	Vduty_1	GWO	Pin	Vduty_2
2	2,50E-05	0,237883	20	2,50E-05	0,237883	20	2,50E-05	0,237883	20
3	5,00E-05	0,502067	20	5,00E-05	0,502067	20	5,00E-05	0,502067	20
4	7,50E-05	0,765951	20	7,50E-05	0,765951	20	7,50E-05	0,765951	20
5	0,0001	1,029367	20	0,0001	1,029367	20	0,0001	1,029367	20
6	0,000125	1,292155	20	0,000125	1,292155	20	0,000125	1,292155	20
7	0,00015	1,554157	20	0,00015	1,554157	20	0,00015	1,554157	20
8	0,000175	1,815224	20	0,000175	1,815224	20	0,000175	1,815224	20
9	0,0002	2,075218	20	0,0002	2,075218	20	0,0002	2,075218	20
10	0,000225	2,334007	20	0,000225	2,334007	20	0,000225	2,334007	20

1	SOA	Pin	Vduty	PSO	Pin	Vduty_1	GWO	Pin	Vduty_2
39996	0,999875	32,2398	45,40467	0,999875	32,24292	45,47571	0,999875	32,24302	45,49886
39997	0,9999	32,2398	45,40467	0,9999	32,24292	45,47571	0,9999	32,24302	45,49886
39998	0,999925	32,2398	45,40467	0,999925	32,24292	45,47571	0,999925	32,24302	45,49886
39999	0,99995	32,2398	45,40467	0,99995	32,24292	45,47571	0,99995	32,24302	45,49886
40000	0,999975	32,2398	45,40467	0,999975	32,24292	45,47571	0,999975	32,24302	45,49886
40001	1	32,2398	45,40467	1	32,24292	45,47571	1	32,24302	45,49886
40002	1,000025	17,09084	45,40467	1,000025	17,05024	45,47571	1,000025	17,12482	0
40003	1,00005	17,04245	45,40467	1,00005	17,00077	45,47571	1,00005	17,17774	0
40004	1,000075	16,99344	45,40467	1,000075	16,95077	45,47571	1,000075	17,22887	0
40005	1,0001	16,94409	45,40467	1,0001	16,90049	45,47571	1,0001	17,27811	0
40006	1,000125	16,89466	45,40467	1,000125	16,85024	45,47571	1,000125	17,32533	0

1	SOA	Pin	Vduty	PSO	Pin	Vduty_1	GWO	Pin	Vduty_2
79997	1,9999	20,192	56,83748	1,9999	20,19013	56,764	1,9999	20,19073	56,7787
79998	1,999925	20,192	56,83748	1,999925	20,19013	56,764	1,999925	20,19073	56,7787
79999	1,99995	20,192	56,83748	1,99995	20,19013	56,764	1,99995	20,19073	56,7787
80000	1,999975	20,192	56,83748	1,999975	20,19013	56,764	1,999975	20,19073	56,7787
80001	2	20,192	56,83748	2	20,19013	56,764	2	20,19073	56,7787
80002	2,000025	16,11346	56,83748	2,000025	16,11214	56,764	2,000025	16,11259	56,7787
80003	2,00005	16,11199	56,83748	2,00005	16,11344	56,764	2,00005	16,11333	56,7787
80004	2,000075	16,10748	56,83748	2,000075	16,11153	56,764	2,000075	16,1109	56,7787
80005	2,0001	16,10032	56,83748	2,0001	16,1068	56,764	2,0001	16,10568	56,7787
80006	2,000125	16,09092	56,83748	2,000125	16,09966	56,764	2,000125	16,09809	56,7787
80007	2,00015	16,07966	56,83748	2,00015	16,08953	56,764	2,00015	16,08853	56,7787

POLITEKNIK NEGERI

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

1	SOA	Pin	Vduty	PSO	Pin	Vduty_1	GWO	Pin	Vduty_2
119995	2,99985	16,11231	54,01115	2,99985	16,11247	54,15251	2,99985	16,10901	53,9394
119996	2,999875	16,11231	54,01115	2,999875	16,11247	54,15251	2,999875	16,10901	53,9394
119997	2,9999	16,11231	54,01115	2,9999	16,11247	54,15251	2,9999	16,10901	53,9394
119998	2,999925	16,11231	54,01115	2,999925	16,11247	54,15251	2,999925	16,10901	53,9394
119999	2,99995	16,11231	54,01115	2,99995	16,11247	54,15251	2,99995	16,10901	53,9394
120000	2,999975	16,11231	54,01115	2,999975	16,11247	54,15251	2,999975	16,10901	53,9394
120001	3	16,11231	54,01115	3	16,11247	54,15251	3	16,10901	53,9394
120002	3,000025	21,56401	54,01115	3,000025	21,44203	54,15251	3,000025	21,62411	53,9394
120003	3,00005	21,70643	54,01115	3,00005	21,58184	54,15251	3,00005	21,76787	53,9394
120004	3,000075	21,82087	54,01115	3,000075	21,69439	54,15251	3,000075	21,88329	53,9394
120005	3,0001	21,9353	54,01115	3,0001	21,8088	54,15251	3,0001	21,9907	53,9394

1	SOA	Pin	Vduty	PSO	Pin	Vduty_1	GWO	Pin	Vduty_2
159992	3,999775	40,39918	48,07236	3,999775	40,40419	48,16115	3,999775	38,33427	45,74522
159993	3,9998	40,39918	48,07236	3,9998	40,40419	48,16115	3,9998	38,38096	45,74522
159994	3,999825	40,39918	48,07236	3,999825	40,40419	48,16115	3,999825	38,42569	45,74522
159995	3,99985	40,39918	48,07236	3,99985	40,40419	48,16115	3,99985	38,46819	45,74522
159996	3,999875	40,39918	48,07236	3,999875	40,40419	48,16115	3,999875	38,50823	45,74522
159997	3,9999	40,39918	48,07236	3,9999	40,40419	48,16115	3,9999	38,54563	45,74522
159998	3,999925	40,39918	48,07236	3,999925	40,40419	48,16115	3,999925	38,5802	45,74522
159999	3,99995	40,39918	48,07236	3,99995	40,40419	48,16115	3,99995	38,61181	45,74522
160000	3,999975	40,39918	48,07236	3,999975	40,40419	48,16115	3,999975	38,64033	45,74522
160001	4	40,39918	48,07236	4	40,40419	48,16115	4	38,66567	45,74522