

**LAPORAN TUGAS AKHIR**

**PEMANFAATAN MIKROKONTROLER STM32F407  
PADA APLIKASI *THREE-LEVEL BUCK DC-DC*  
CONVERTER (TLBC) DENGAN ALGORITMA MPPT**



**Disusun Oleh:**

**MELVIN KURNIAWAN HARTONO**

**18.F1.0005**

**FAKULTAS TEKNIK**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**

**UNIVERSITAS KATOLIK SOEGIJAPRANATA**

**SEMARANG**

**2022**

**LAPORAN TUGAS AKHIR**

**PEMANFAATAN MIKROKONTROLER STM32F407  
PADA APLIKASI *THREE-LEVEL BUCK DC-DC*  
CONVERTER (TLBC) DENGAN ALGORITMA MPPT**

**Diajukan dalam Rangka Memenuhi  
Salah Satu Syarat Memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik Elektro**



**Disusun Oleh:**

**MELVIN KURNIAWAN HARTONO**

**18.F1.0005**

**FAKULTAS TEKNIK**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**

**UNIVERSITAS KATOLIK SOEGIJAPRANATA**

**SEMARANG**

**2022**

**PERNYATAAN**  
**KEASLIAN LAPORAN TUGAS AKHIR (SKRIPSI)**

Memperhatikan Surat Keputusan Rektor Universitas Katolik Soegijapranata Nomor.:0047/SK.Rek/X/2013 tanggal 07 Oktober 2013, tentang Pernyataan Laporan Tugas Akhir, maka bersama ini Laporan Tugas Akhir Saya yang berjudul *“PEMANFAATAN MIKROKONTROLER STM32F407 PADA APLIKASI THREE-LEVEL BUCK DC-DC CONVERTER (TLBC) DENGAN ALGORITMA MPPT”*, tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila di kemudian hari ternyata terbukti bahwa Tugas Akhir ini sebagian atau seluruhnya merupakan hasil plagiasi, maka saya rela untuk dibatalkan, dengan segala akibat hukumnya sesuai peraturan yang berlaku pada Universitas Katolik Soegijapranata dan / atau peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Semarang, 21 OKTOBER 2022

Yang menyatakan,



**MELVIN KURNIAWAN HARTONO**

**NIM. 18.F1.0005**



## HALAMAN PENGESAHAN

Judul Tugas Akhir: : PEMANFAATAN MIKROKONTROLER STM32F407 PADA APLIKASI  
THREE-LEVEL BUCK DC-DC CONVERTER (TLBC) DENGAN  
ALGORITMA MPPT

Diajukan oleh : Melvin Kurniawan Hartono

NIM : 18.F1.0005

Tanggal disetujui : 21 Oktober 2022

Telah setuju oleh

Pembimbing : Dr. Leonardus Heru Pratomo S.T., M.T.

Penguji 1 : Dr. Ir. Florentinus Budi Setiawan M.T.

Penguji 2 : Prof. Dr. Ir. Slamet Riyadi M.T.

Penguji 3 : Dr. Leonardus Heru Pratomo S.T., M.T.

Ketua Program Studi : Dr. Leonardus Heru Pratomo S.T., M.T.

Dekan : Prof. Dr. Ir. Slamet Riyadi M.T.

Halaman ini merupakan halaman yang sah dan dapat diverifikasi melalui alamat di bawah ini.

[sintak.unika.ac.id/skripsi/verifikasi/?id=18.F1.0005](http://sintak.unika.ac.id/skripsi/verifikasi/?id=18.F1.0005)

## **HALAMAN PERNYATAAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Melvin Kurniawan Hartono

Program Studi : Teknik Elektro

Fakultas : Teknik

Jenis Karya : Tugas Akhir

Menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Katolik Soegijapranata Semarang Hak Bebas Royalti Noneksklusif atas karya ilmiah berjudul **“PEMANFAATAN MIKROKONTROLER STM32F407 PADA APLIKASI THREE-LEVEL BUCK DC-DC CONVERTER (TLBC) DENGAN ALGORITMA MPPT”**. Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Katolik Soegijapranata berhak menyimpan, mengalihkan media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir ini selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis / pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Semarang, 21 Oktober 2022

Yang menyatakan,



Melvin Kurniawan Hartono

## **ABSTRAK**

*Sumber energi dari alam dapat digunakan secara bersih, bebas, dan berkelanjutan merupakan energi yang sangat dibutuhkan oleh masyarakat modern sekarang. Photovoltaic (PV) adalah salah satu sumber energi alternatif dengan cahaya matahari sebagai sumbernya untuk menghasilkan sumber energi listrik berjenis DC. Kondisi cuaca alam mempengaruhi kinerja PV, sehingga perlu kendali dengan tujuan memaksimal kinerja PV dan menyuplai langsung pada beban bersumber DC dengan aman. Three-Level Buck DC-DC Converter (TLBC) merupakan konverter dengan kemampuan mengkonversi tegangan dan arus yang tinggi, sehingga daya yang dihasilkan lebih tinggi daripada konverter buck DC – DC konvensional. Konverter TLBC mempunyai efisiensi tinggi dan cocok untuk diaplikasikan dengan PV. Untuk mencapai daya maksimal, Maximum Power Point Tracker (MPPT) merupakan salah satu solusi dengan Perturb and Observe (P&O) sebagai salah satu jenis algoritma MPPT yang sederhana. P&O mampu mengekstrak daya yang dihasilkan oleh photovoltaic secara maksimal dan dilengkapi dengan kendali Proportional Integral (PI) untuk menutupi kekurangan pada algoritma P&O. Mikrokontroler STM32F407 digunakan dalam mengeksekusi algoritma P&O dengan respon cepat dalam perubahan irradiance, sehingga daya PV yang dihasilkan pada konverter TLBC adalah daya maksimal.*

**Kata kunci: PV, Konverter TLBC, MPPT, P&O, Kendali PI, STM32F407**

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah Yang Maha Esa berkat rahmat dan karunia -Nya, saya dapat menyelesaikan tugas akhir dengan sebaik mungkin hingga penyusunan laporan tugas akhir ini dapat berjalan dengan lancar dan membuahkan hasil yang memuaskan. Laporan tugas akhir ini disusun dengan tujuan untuk mendokumentasikan cara kerja alat, dan penjelasan mengenai alat, dan hasil yang diperoleh pada alat yang dibuat yaitu kendali untuk memaksimalkan daya keluaran PV atau daya masukan *Three-Level Buck DC-DC Converter* (TLBC) dengan algoritma MPPT.

Hal tersebut dapat terwujud melalui bantuan dan kerjasama yang diberikan kepada dosen pembimbing, para mahasiswa satu angkatan, dan pihak – pihak lain yang ikut terlibat dalam proses pembuatan Tugas Akhir ini. Saya mengucapkan terima kasih kepada Dr. Leonardus H. Pratomo, S.T., M.T selaku kepala program studi Teknik Elektro Universitas Katolik Soegijapranata Semarang dan sekaligus sebagai dosen pembimbing saya dalam Tugas Akhir ini, sehingga saya mampu menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan arahan yang telah diberikan. Tidak lupa saya juga mengucapkan terima kasih kepada Prof. Dr. Ir. Slamet Riyadi, MT selaku kepala laboratorium Teknik Elektro Universitas Katolik Soegijapranata Semarang, yang telah memberikan saya kesempatan dalam menyelesaikan Tugas Akhir, yaitu dengan mengizinkan untuk menggunakan fasilitas laboratorium yang mendukung proses pembuatan alat Tugas Akhir.

Saya mengucapkan terima kasih kepada orang tua yang telah memberi semangat, dukungan, dan doa sehingga saya dapat mengerjakan Tugas Akhir dengan baik. Saya mengucapkan terima kasih kepada Hendrikus Ferdian, selaku partner kelompok akhir, atas kerjasama dan dukungannya selama menjalani kegiatan tugas akhir. Saya juga ingin mengucapkan terima kasih kepada teman satu angkatan bernama Samuel Aditya atas bantuannya selama proses pembuatan Tugas Akhir. Saya menyadari akan banyak kekurangan selama penyusunan laporan ini, dari penulisan, penyampaian, hingga isi laporan. Oleh sebab itu, kritik dan saran sangat diharapkan untuk menyempurnakan dalam pengembangan laporan studi selanjutnya.

Sebagai penutup, saya mengharapkan kepada para pembaca untuk mendapatkan pencerahan dan wawasan baru yang disampaikan pada laporan ini. Semoga pembaca dapat memahami tujuan pada laporan ini dengan konsep yang telah disajikan meliputi strategi kendali baru dan topologi baru, sehingga pembaca dapat mengaplikasikan dan bahkan mengembangkan menjadi suatu alat baru yang lebih baik.

Semarang, 21 Oktober 2022



Melvin Kurniawan Hartono

NIM. 18.F1.0005

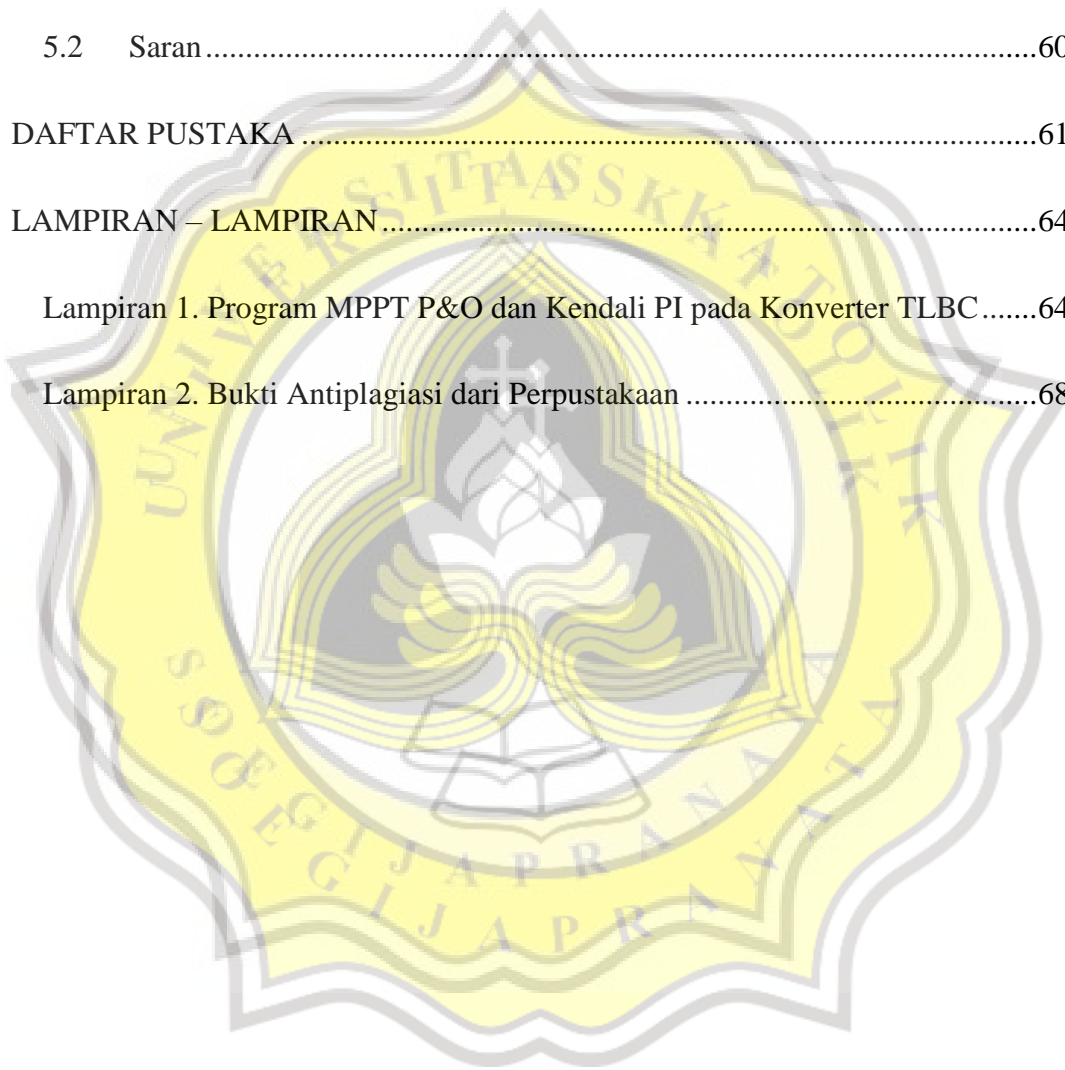


## DAFTAR ISI

LAPORAN TUGAS AKHIR.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN LAPORAN TUGAS AKHIR (SKRIPSI) .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS .....	iv
ABSTRAK .....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan dan Manfaat.....	3
1.3 Perumusan Masalah.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Metodologi Penelitian .....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	6
BAB II LANDASAN TEORI .....	9

2.1	<i>Photovoltaic (PV)</i> .....	9
2.2	<i>Three–Level Buck DC–DC Converter (TLBC)</i> .....	12
2.3	MOSFET .....	17
2.4	<i>Optocoupler TLP250</i> .....	18
2.5	Baterai .....	19
2.6	Sensor Tegangan .....	20
2.7	Sensor Arus .....	21
2.8	Mikrokontroler STM32F407VET6 .....	22
2.9	Algoritma MPPT P&O dan Kendali PI.....	25
2.10	<i>Pulse Width Modulation (PWM)</i> .....	28
BAB III DESAIN DAN IMPLEMENTASI .....		31
3.1	Pendahuluan .....	31
3.2	Simulasi Pada <i>Three–Level Buck DC–DC Converter</i> .....	33
3.3	Desain Rangkaian <i>Driver TLP250</i> .....	35
3.4	Rangkaian B1212S .....	37
3.5	Rangkaian A1212S.....	39
3.6	Desain Rangkaian Sensor Tegangan LV25-P .....	40
3.7	Desain Rangkaian Sensor Arus HX10-P.....	42
3.8	Alur Pemrograman .....	43
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....		51

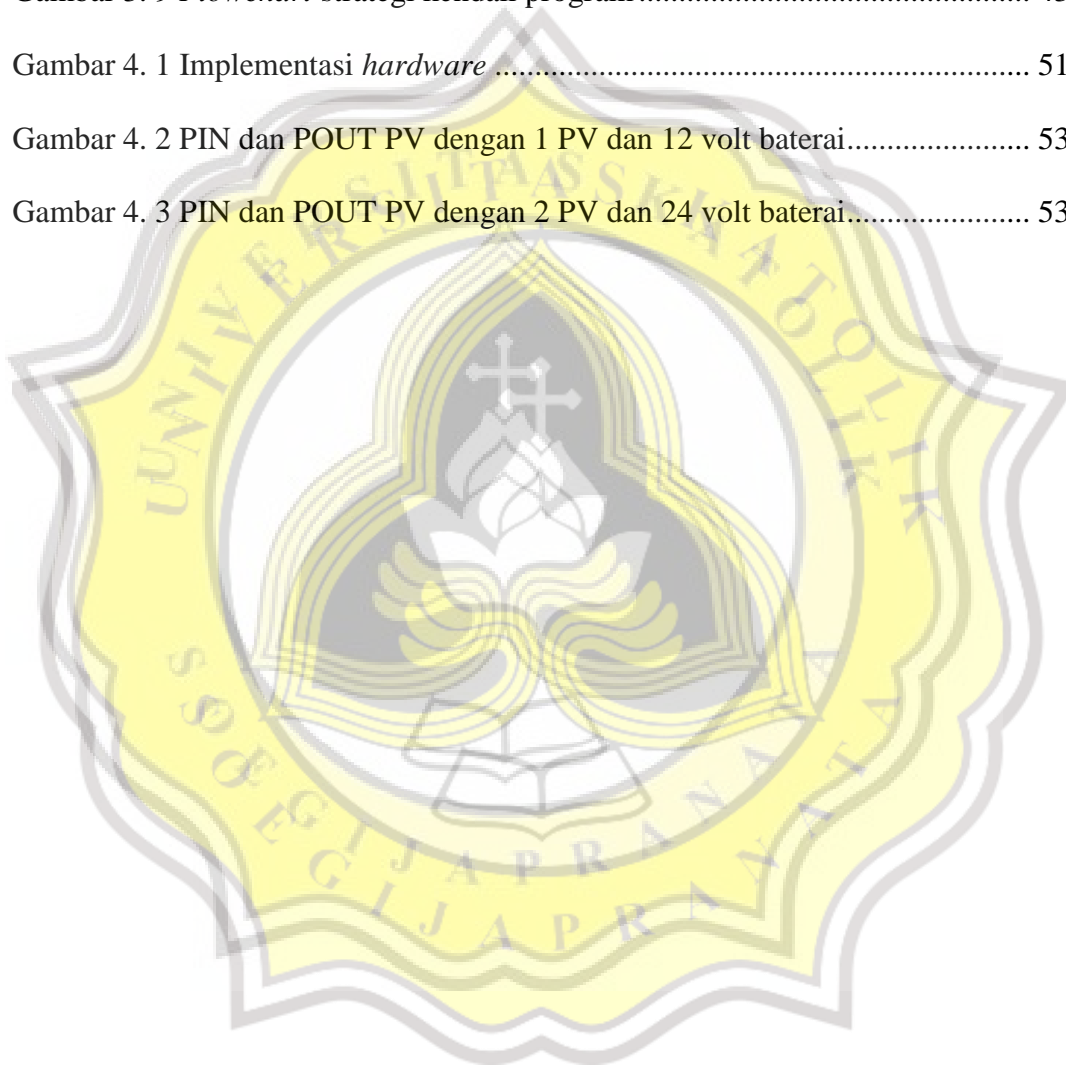
4.1	Implementasi <i>Hardware</i> .....	51
4.2	Perbandingan Implementasi <i>Hardware</i> dengan MPPT SCC .....	52
BAB V PENUTUP .....		59
5.1	Kesimpulan .....	59
5.2	Saran .....	60
DAFTAR PUSTAKA .....		61
LAMPIRAN – LAMPIRAN .....		64
Lampiran 1. Program MPPT P&O dan Kendali PI pada Konverter TLBC .....		64
Lampiran 2. Bukti Antiplagiasi dari Perpustakaan .....		68



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 <i>Photovoltaic</i> (PV).....	9
Gambar 2. 2 Perbandingan arus dan tegangan dengan perubahan <i>irradiance</i> .....	10
Gambar 2. 3 Perbandingan daya dan tegangan dengan perubahan <i>irradiance</i> .....	11
Gambar 2. 4 Pembebanan pada PV .....	11
Gambar 2. 5 Topologi <i>Three-Level Buck DC-DC Converter</i> (TLBC).....	12
Gambar 2. 6 Mode operasi satu .....	14
Gambar 2. 7 Mode operasi dua .....	15
Gambar 2. 8 Mode operasi tiga .....	16
Gambar 2. 9 Mode operasi empat .....	17
Gambar 2. 10 MOSFET <i>N-channel</i> .....	18
Gambar 2. 11 Pin <i>optocoupler</i> TLP250 .....	19
Gambar 2. 12 Baterai .....	20
Gambar 2. 13 Sensor tegangan LV25-P.....	21
Gambar 2. 14 Sensor arus HX10-P .....	22
Gambar 2. 15 Mikrokontroler STM32F407VET6 .....	23
Gambar 2. 16 <i>Flowchart</i> MPPT P&O dasar .....	26
Gambar 2. 17 <i>Duty cycle</i> pada PWM.....	29
Gambar 2. 18 Sistem modulasi .....	30
Gambar 3. 1 Diagram blok <i>Three-Level Buck DC-DC Converter</i> (TLBC) .....	31
Gambar 3. 2 Kondisi pertama .....	34
Gambar 3. 3 Kondisi kedua.....	34
Gambar 3. 4 Skema rangkaian <i>driver</i> TLP250 .....	36

Gambar 3. 5 Komponen B1212S dan konfigurasi pin .....	38
Gambar 3. 6 Komponen A1212S dan konfigurasi pin.....	39
Gambar 3. 7 Skema rangkaian sensor tegangan LV25-P.....	41
Gambar 3. 8 Skema rangkaian sensor arus HX10-P .....	42
Gambar 3. 9 <i>Flowchart</i> strategi kendali program .....	43
Gambar 4. 1 Implementasi <i>hardware</i> .....	51
Gambar 4. 2 PIN dan POUT PV dengan 1 PV dan 12 volt baterai.....	53
Gambar 4. 3 PIN dan POUT PV dengan 2 PV dan 24 volt baterai.....	53



## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Mode pensaklaran dan keluaran konverter .....	13
Tabel 3. 1 Parameter simulasi dan implementasi <i>hardware</i> .....	32
Tabel 4. 1 Hasil daya <i>input</i> 1 PV dan beban baterai 12 volt.....	54
Tabel 4. 2 Konverter TLBC dengan 1 PV dan beban baterai 12 volt .....	55
Tabel 4. 3 MPPT SCC dengan 1 PV dan beban baterai 12 volt.....	55
Tabel 4. 4 Hasil daya <i>input</i> 2 PV dan beban baterai 24 volt.....	56
Tabel 4. 5 Konverter TLBC dengan 2 PV dan beban baterai 24 volt .....	57
Tabel 4. 6 MPPT SCC dengan 2 PV dan beban baterai 24 volt.....	57

