

**RANCANG BANGUN *MAXIMUM POWER POINT TRACKING*
METODE *INCREMENTAL CONDUCTANCE* UNTUK
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA 100WP**

TUGAS AKHIR

Laporan ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan
Diploma Tiga Program Studi Teknik Listrik di Jurusan Teknik Elektro

Oleh:

FEBRI ALVIANTO

NIM: 171321011



POLBAN

**POLITEKNIK NEGERI BANDUNG
2020**

POLBAN

**RANCANG BANGUN *MAXIMUM POWER POINT TRACKING*
METODE *INCREMENTAL CONDUCTANCE* UNTUK
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA 100WP**

Penulis

Nama Mahasiswa : Febri Alvianto

NIM: 171321011

Penguji

1. Ketua : Supriyanto., ST., MT.
2. Anggota : Kartono W., Drs., ST., MT.

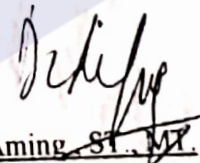
Tugas Akhir ini telah disidangkan pada tanggal 10 September 2020
dan disahkan sesuai dengan ketentuan.

Pembimbing I



Abdullah A., Ir., MT.
NIP. 19580612 199303 1 001

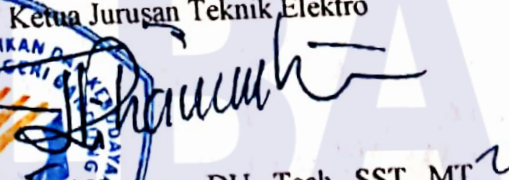
Pembimbing II



Dedi Aming, ST., MT.
NIP. 19580211 198503 1 003

Mengesahkan,
Ketua Jurusan Teknik Elektro




R. Wahyu Tri Hartono., DU., Tech., SST., MT.
NIP. 19620829 199601 1 001

PERNYATAAN PENULIS

Dengan ini menyatakan bahwa laporan Tugas Akhir dengan judul Rancang Bangun *Maximum Power Point Tracking Metode Incremental Conductance* Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Surya 100WP adalah karya ilmiah yang bebas dari unsur tindakan plagiarisme, dan sesuai dengan ketentuan tata tulis yang berlaku.

Apabila dikemudian hari ditemukan adanya unsur plagiarisme, maka hasil penilaian dari Tugas Akhir ini dicabut dan bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dalam keadaan sadar sepenuhnya.

Bandung, 17 September 2020



Febri Alvianto

NIM: 171321011

POLBAN

**SURAT PERNYATAAN
PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA TULIS ILMIAH
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Politeknik Negeri Bandung, yang bertandatangan di bawah ini saya:

Nama Penulis 1 / 2 / 3 : Febri Alvianto
NIM Penulis 1 / 2 / 3 : 171321011
Jurusan / Program Studi : Teknik Elektro / D3 - Teknik Listrik

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Politeknik Negeri Bandung, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-Exclusive Royalty-Free Right*) atas tugas akhir/skripsi/tesis saya yang berjudul (dalam Bahasa Indonesia saja kecuali Jurusan Bahasa Inggris):

Rancang Bangun Maximum Power Point Tracking Metode Incremental Conductance Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Surya 100WP

beserta perangkat yang ada (bila diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non Eksklusif ini Politeknik Negeri Bandung berhak menyimpan, mengalih media/memformat, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikan, dan menampilkan/mempublikasikan tugas akhir saya di internet/media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi tanpa melibatkan pihak Politeknik Negeri Bandung, segala bentuk tuntutan hukum yang diambil atas pelanggaran hak dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di* : Bandung
Pada tanggal : 17 September 2020
Yang menyatakan (Penulis 1 / 2 / 3)**

Febri Alvianto
(Febri Alvianto)
NIM. 171321011

Catatan / Keterangan:

*Nama Kota

**Lingkari salah satu

CD Karya Tulis menjadi milik dan koleksi UPT Perpustakaan, tidak dipinjamkan ataupun diperjualbelikan, apabila ada yang memerlukan, maka harus menghubungi penulis karya tulis yang bersangkutan.

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

“Tidak ada yang tidak mungkin, walaupun tidak semua hal bisa didapatkan dengan mudah, semua perlu perjuangan dan pengorbanan yang besar. Tetaplah bermimpi besar, dan jadilah orang yang bertanggung jawab atas mimpi yang telah kamu buat sendiri”

(Febri Alvianto)

Kupersembahkan Tugas Akhir ini untuk kedua orangtua dan adikku yang selalu memberikan dukungan dan kasih sayangnya kepadaku hingga bisa menyelesaikan pendidikan ini, serta untuk para sahabat seperjuangan dan untuk Almamater tercinta

POLBAN

ABSTRAK

Efisiensi konversi energi yang rendah menjadi masalah utama pada pembangkit listrik tenaga surya. Tugas akhir ini akan membahas pengimplementasian metode *Maximum Power Point Tracking* algoritma *Incremental Conductance* pada sistem panel surya dengan kapasitas 100 *Wattpeak* yang bertujuan untuk mendapatkan daya keluaran yang paling optimal dari panel surya. Sistem dibangun dengan menggunakan *DC-DC Converter Buck-Boost* dan mikrokontroler ATmega2560 sebagai pengolah algoritma MPPT serta pusat kendali sistem. Mikrokontroler akan mengontrol *duty cycle* dari *Buck-Boost Converter* dan memastikan bahwa panel surya selalu beroperasi pada kondisi *Maximum Power Point* dengan menggunakan algoritma *Incremental Conductance*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penggunaan metode *Maximum Power Point Tracking* dengan algoritma *Incremental Conductance* pada sistem panel surya 100 *Wattpeak* dapat memaksimalkan daya keluaran dari panel surya sebesar 87.81% dibandingkan dengan penggunaan panel surya secara langsung tanpa menggunakan MPPT yang hanya mampu menghasilkan daya keluaran sebesar 45.20% dari kapasitas daya maksimum yang mampu dibangkitkan oleh panel surya pada kondisi iradiasi yang sama.

Kata Kunci : MPPT, *Incremental Conductance*, *Buck Boost Converter*

POLBAN

ABSTRACT

Low energy conversion efficiency is a major problem in solar power plants. This final project will discuss the implementation of the Maximum Power Point Tracking method of Incremental Conductance algorithm in solar panel systems with a capacity of 100 Wattpeak which aims to obtain the most optimal output power from solar panels. The system is built using DC-DC Converter Buck-Boost and microcontroller ATmega2560 as an MPPT algorithm processor and system control center. The microcontroller will control the duty cycle of the Buck-Boost Converter and ensure that the solar panel always operates at Maximum Power Point using the Incremental Conductance algorithm. The test results show that the use of the Maximum Power Point Tracking method with the Incremental Conductance algorithm on a 100 Watt solar panel system could maximize output from solar panels by 87.81% compared to the direct use of solar panels without using an MPPT that can only generate 45.20% of the maximum power capacity which solar panels can generate in the same irradiated state.

Keywords : MPPT, Incremental Conductance, Buck-Boost Converter

POLBAN

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah Subhanahu Wa Ta'ala yang senantiasa melimpahkan nikmat dan karunia-Nya sehingga penulis selalu diberikan kelancaran dan kemudahan selama melaksanakan kegiatan perkuliahan dan dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul "**Rancang Bangun *Maximum Power Point Tracking* Metode *Incremental Conductance* Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Surya 100WP**". Laporan Tugas Akhir ini dibuat untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Diploma Tiga Program Studi Teknik Listrik, Jurusan Teknik Elektro, di Politeknik Negeri Bandung.

Penulis juga menyadari bahwa mulai dari awal penulis melaksanakan perkuliahan di Politeknik Negeri Bandung sampai proses pelaksanaan Tugas Akhir ini penulis telah menerima bantuan, bimbingan, motivasi dan masukan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih yang tulus dan ikhlas kepada :

1. Kedua orang tua dan keluarga tercinta yang selalu memberikan nasehat berikut petuah-petuah yang menyentuh hati sehingga penulis selalu semangat menjalani hidup ini.
2. Bapak Abdullah Assegaf.,Ir.,MT selaku dosen pembimbing utama dan wali kelas 3A yang telah membantu serta membimbing penulis dalam proses pengerjaan tugas akhir dan selalu memberikan nasehat serta motivasi kepada penulis supaya terus belajar dan memperdalam ilmu pengetahuan.
3. Bapak Dedi Aming.,ST.,MT selaku dosen pembimbing pendamping yang selalu memberikan arahan, bantuan serta kemudahan kepada penulis dalam proses pengerjaan tugas akhir sampai ke penyusunan laporan tugas akhir.
4. Bapak R.Wahyu Tri Hartono, DU.Tech.,SST.,MT selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bandung.

5. Bapak Supriyanto, ST.,MT selaku ketua Program Studi D3-Teknik Listrik Politeknik Negeri Bandung.
6. Seluruh Dosen dan Staf di Program Studi D3 Teknik Listrik Politeknik Negeri Bandung yang telah memberikan banyak pelajaran dan pengalaman kepada penulis.
7. Indra Gunawan, Erga, Pras, Bakti, Alfian, Arin, Riska dan rekan-rekan satu kontrakan yang telah berbagi suka-duka selama menjalani perkuliahan.
8. Rekan-rekan Teknik Listrik 2017 yang telah memberikan dukungan dan motivasi kepada penulis.

Semoga semua kebaikan Bapak, Ibu, dan rekan yang telah membantu penulis selama ini mendapatkan balasan yang baik dari Allah Subhanahu Wa Ta'ala. Penulis menyadari bahwa pada penulisan Laporan Tugas Akhir ini masih terdapat banyak kekurangan karena keterbatasan pengetahuan penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik serta saran yang membangun untuk perbaikan di masa mendatang.

Akhir kata penulis memohon maaf apabila ada kesalahan dan kalimat yang kurang berkenan didalam Laporan ini. Penulis berharap laporan ini dapat memberikan manfaat kepada yang membaca dan kepada penulis khususnya.

Bandung, 17 September 2020

Penulis

POLBAN

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN PENULIS	iii
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	iv
LEMBAR PERSEMBAHAN	v
ABSTRAK.....	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL.....	xviii
DAFTAR ISTILAH	xix
DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG.....	xxi
DAFTAR RUMUS	xxiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Rumusan Masalah	2
I.3 Tujuan.....	3
I.4 Ruang Lingkup.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
II.1 Karya Ilmiah Sejenis Sebelumnya.....	5
II.2 Dasar Teori.....	7
II.2.1 Panel Surya	7
II.2.2 Prinsip Kerja Panel Surya	7
II.2.3 Jenis-Jenis Panel Surya	8
II.2.4 Karakteristik Panel Surya.....	10
II.2.5 <i>Maximum Power Point</i> (MPP).....	16
II.2.6 <i>Maximum Power Point Tracking</i>	17
II.2.7 Algoritma Incremental Conductance	19

II.2.8	<i>Buck-Boost Converter</i>	22
II.2.9	<i>Pulse With Modulation</i>	25
II.2.10	Sensor Tegangan	26
II.2.11	Sensor Arus	27
II.2.12	Mikrokontroler ATMEGA 2560	28
II.2.13	Baterai	29
II.2.14	Metode Pengisian Ulang Baterai.....	31
BAB III METODOLOGI PELAKSANAAN		33
III.1	Gambaran Umum Perancangan Sistem.....	33
III.1.1	Tujuan Perancangan	33
III.1.2	Tahapan Perancangan.....	34
III.2	Kriteria Desain	35
III.2.1	Deskripsi dan Cara Kerja Sistem	36
III.2.2	Kondisi Lingkungan.....	37
III.2.3	Spesifikasi Panel Surya.....	38
III.2.4	Spesifikasi Baterai.....	39
III.3	Perancangan Elektronik.....	39
III.3.1	Perancangan Konverter <i>Buck-Boost</i>	40
III.3.2	Pemodelan Rangkaian <i>Buck-Boost</i>	44
III.3.3	Perancangan <i>Driver Gate</i> MOSFET	46
III.3.4	Perancangan Rangkaian Sensor Tegangan	47
III.3.5	Perancangan Rangkaian Sensor Arus	49
III.3.6	<i>Setting</i> Port Mikrokontroler ATMEGA 2560	50
III.3.7	Perancangan Desain PCB.....	51
III.4	Perancangan Konstruksi Panel	52
III.5	Pembuatan <i>Bill Of Quantity</i>	54
III.6	Perancangan Perangkat Lunak	58
III.6.1	Perancangan Program Pembacaan Tegangan.....	59
III.6.2	Perancangan Program Pembacaan Arus.....	60
III.6.3	Perancangan Algoritma <i>Incremental Conductance</i>	62
III.7	Pemodelan Dan Simulasi Sistem Keseluruhan	64

III.8	Realisasi Alat.....	67
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		71
IV.1	Dasar Pengujian.....	71
IV.2	Tujuan Pengujian.....	71
IV.3	Tahapan Pengujian	71
IV.4	Pengujian Sensor Tegangan	72
IV.4.1	Hasil Pengujian Sensor Tegangan.....	74
IV.4.2	Analisa Hasil Pengujian Sensor Tegangan	75
IV.5	Pengujian Sensor Arus	76
IV.5.1	Hasil Pengujian Sensor Arus.....	78
IV.5.2	Analisa Hasil Pengujian Sensor Arus	79
IV.6	Pengujian Rangkaian <i>Driver</i> Mosfet.....	80
IV.7	Pengujian Konverter <i>Buck-Boost</i>	83
IV.7.1	Hasil Pengujian Konverter <i>Buck-Boost</i>	85
IV.7.2	Analisa Hasil Pengujian Konverter <i>Buck-Boost</i>	86
IV.8	Pengujian Sistem PLTS Tanpa MPPT	88
IV.8.1	Hasil Pengujian Sistem PLTS Tanpa MPPT.....	91
IV.8.2	Analisa Pengujian Sistem PLTS Tanpa MPPT.....	94
IV.9	Pengujian Sistem PLTS Dengan MPPT	95
IV.9.1.	Hasil Pengujian Sistem PLTS Dengan MPPT	97
IV.9.2.	Analisa Pengujian Sistem PLTS Dengan MPPT	101
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		102
V.1	Kesimpulan.....	102
V.2	Saran.....	103
DAFTAR PUSTAKA		104

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Data Hasil Pengujian Sensor dan Konverter <i>Buck-Boost</i>
Lampiran 2	Skematik dan Layout Rangkaian Sistem MPPT
Lampiran 3	Detail Rangkaian Pemodelan Matlab Simulink
Lampiran 4	Langkah Kalibrasi Sensor ACS712
Lampiran 5	Program Arduino (Pengujian dan Sistem Keseluruhan)
Lampiran 6	Dokumentasi Kegiatan
Lampiran 7	Hasil Turnitin

POLBAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1 Prinsip Kerja Panel Surya.....	8
Gambar II. 2 Panel Surya <i>Monocrystalline</i>	9
Gambar II. 3 Panel Surya <i>Polycrystalline</i>	9
Gambar II. 4 Panel Surya <i>Thin-Film</i>	10
Gambar II. 5 Rangkaian Ekuivalen Sel Surya	11
Gambar II. 6 Pengaruh Intensitas Cahaya Terhadap Arus Keluaran PV	15
Gambar II. 7 Pengaruh Temperatur Terhadap Tegangan Keluaran PV.....	16
Gambar II. 8 Kurva Karakteristik I-V Sel Surya	17
Gambar II. 9 Kurva Karakteristik P-V Sel Surya	17
Gambar II. 10 Kurva P-V dan Algoritma <i>Incremental Conductance</i>	20
Gambar II. 11 Diagram Alir Algoritma <i>Incremental Conductance</i> Secara Konseptual	21
Gambar II. 12 Rangkaian <i>Buck-Boost Converter</i>	22
Gambar II. 13 Bentuk Gelombang Tegangan Dan Arus Konverter <i>Buck Boost</i> ..	23
Gambar II. 14 Mode Operasi <i>Continuous Current Mode</i>	24
Gambar II. 15 Sinyal PWM	25
Gambar II. 16 Rangkaian Dasar Pembagi Tegangan (<i>Voltage Divider</i>).....	26
Gambar II. 17 <i>Wiring Diagram</i> Terminal ACS712	27
Gambar II. 18 Arduino MEGA2560	29
Gambar II. 19 <i>State Of Charge</i> Dan <i>Depth Of Charge</i> Baterai	31
Gambar III. 1 Diagram Alir Proses Perancangan dan Realisasi Tugas Akhir	34
Gambar III. 2 Blok Diagram Sistem MPPT.....	36
Gambar III. 3 Pemodelan Rangkaian Konverter <i>Buck-Boost</i>	44
Gambar III. 4 Tampilan SIMVIEW Hasil Simulasi Konverter Mode Operasi <i>Buck</i>	45
Gambar III. 5 Tampilan SIMVIEW Hasil Simulasi Konverter Mode Operasi <i>Boost</i>	46
Gambar III. 6 Rangkaian Driver Gate MOSFET	47
Gambar III. 7 Rangkaian Sensor Tegangan	49

Gambar III. 8 Rangkaian Sensor Arus	50
Gambar III. 9 Layout Tampak Atas PCB	51
Gambar III. 10 Gambaran 3D Desain PCB Sistem MPPT	52
Gambar III. 11 Konstruksi Panel Kontrol.....	53
Gambar III. 12 Tata Letak Bagian Dalam Panel.....	53
Gambar III. 13 Diagram Alir Program Pembacaan Tegangan.....	60
Gambar III. 14 Diagram Alir Program Pembacaan Arus.....	61
Gambar III. 15 Diagram Alir Algoritma <i>Incremental Conductance</i>	64
Gambar III. 16 Pemodelan Sistem MPPT Algoritma <i>Incremental Conductance</i> .	65
Gambar III. 17 Algoritma <i>Incremental Conductance</i> Pada Fungsi <i>Stateflow</i>	66
Gambar III. 18 Bentuk Tampilan Hasil Simulasi.....	67
Gambar III. 19 Tampak Atas PCB.....	68
Gambar III. 20 Tampak Bawah PCB	68
Gambar III. 21 Realisasi Konstruksi Panel Tampak Depan	69
Gambar III. 22 Realisasi Konstruksi Panel Tampak Samping.....	69
Gambar III. 23 Realisasi Konstruksi Panel Tampak Dalam	70
Gambar IV. 1 Skema Rangkaian Pengujian Sensor Tegangan	72
Gambar IV. 2 <i>Setting Board</i> Arduino IDE.....	73
Gambar IV. 3 Upload Program Pengujian Sensor Tegangan Ke Arduino	73
Gambar IV. 4 Hasil Pengujian Sensor Tegangan Masukan Konverter.....	74
Gambar IV. 5 Hasil Pengujian Sensor Tegangan Keluaran Konverter.....	74
Gambar IV. 6 Skema Rangkaian Pengujian Sensor Arus ACS712	76
Gambar IV. 7 <i>Setting Board</i> Arduino IDE.....	77
Gambar IV. 8 <i>Upload</i> Program Pengujian Sensor ACS712 Ke Arduino	77
Gambar IV. 9 Hasil Pengujian Sensor Arus Keluaran PV.....	78
Gambar IV. 10 Hasil Pengujian Sensor Arus Keluaran Konverter.....	78
Gambar IV. 11 Skema Pengujian Rangkaian <i>Driver</i> Mosfet.....	80
Gambar IV. 12 Hasil Pengukuran Sinyal Keluaran PWM Dari Pin 8 Arduino (<i>Duty Cycle</i> 60%).....	81
Gambar IV. 13 Hasil Pengukuran Sinyal Keluaran PWM Dari Driver Mosfet (<i>Duty Cycle</i> 60%).....	82

Gambar IV. 14 Skema Rangkaian Pengujian Konverter <i>Buck-Boost</i>	84
Gambar IV. 15 Grafik Hubungan V_{out} Konverter <i>Buck-Boost</i> Terhadap Nilai <i>Duty Cycle</i> Pada V_{in} Konstan 9V	85
Gambar IV. 16 Grafik Hubungan V_{out} Konverter <i>Buck-Boost</i> Terhadap Nilai <i>Duty Cycle</i> Pada V_{in} Konstan 12V	85
Gambar IV. 17 Grafik Hubungan P_{out} Terhadap I_{out} Konverter <i>Buck-Boost</i> Pada V_{in} Konstan 9V	86
Gambar IV. 18 Grafik Hubungan P_{out} Terhadap I_{out} Konverter <i>Buck-Boost</i> Pada V_{in} Konstan 12V	86
Gambar IV. 19 Rangkaian Pengujian Sistem PV Tanpa MPPT Pada <i>Matlab Simulink</i>	88
Gambar IV. 20 Parameter Blok PV Yang Diisi Sesuai Spesifikasi Panel Surya GH100M-18	89
Gambar IV. 21 Pengaturan Set Point Untuk Kondisi Iradiasi Konstan 1000 W/m ²	90
Gambar IV. 22 Pengaturan Set Point Untuk Kondisi Iradiasi Fluktuatif.....	90
Gambar IV. 23 Hasil Plot Tegangan Sistem Tanpa MPPT (Iradiasi 1000 W/m ²)	91
Gambar IV. 24 Hasil Plot Arus Sistem Tanpa MPPT (Iradiasi 1000 W/m ²).....	92
Gambar IV. 25 Hasil Plot Daya Keluaran Sistem Tanpa MPPT (Iradiasi 1000 W/m ²)	92
Gambar IV. 26 Hasil Plot Tegangan Sistem Tanpa MPPT (Iradiasi Fluktuatif) ..	93
Gambar IV. 27 Hasil Plot Arus Sistem Tanpa MPPT (Iradiasi Fluktuatif)	93
Gambar IV. 28 Hasil Plot Daya Keluaran Sistem Tanpa MPPT (Iradiasi Fluktuatif).....	94
Gambar IV. 29 Rangkaian Pengujian Sistem PV Dengan MPPT Algoritma <i>Incremental Conductance</i>	95
Gambar IV. 30 Pengaturan Nilai <i>Duty Cycle</i> dan <i>Increment & Decrement Step</i> .	97
Gambar IV. 31 Hasil Plot Tegangan Sistem Dengan MPPT (Iradiasi 1000 W/m ²)	98
Gambar IV. 32 Hasil Plot Arus Sistem Dengan MPPT (Iradiasi 1000 W/m ²)	98

Gambar IV. 33 Hasil Plot Daya Keluaran Sistem Dengan MPPT (Iradiasi 1000 W/m ²)	99
Gambar IV. 34 Hasil Plot Tegangan Sistem Dengan MPPT (Iradiasi Fluktuatif) 99	
Gambar IV. 35 Hasil Plot Arus Sistem Dengan MPPT (Iradiasi Fluktuatif).....	100
Gambar IV. 36 Hasil Plot Daya Keluaran Sistem Dengan MPPT (Iradiasi Fluktuatif).....	100



POLBAN

DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Perbandingan Metode-Metode MPPT	19
Tabel II. 2 Fungsi Tiap Pin ACS712.....	28
Tabel III. 1 Data Rata-Rata Suhu dan Kelembaban Udara Kota Bandung	38
Tabel III. 2 Spesifikasi Panel Surya Yang Digunakan.....	38
Tabel III. 3 Spesifikasi Baterai Yang Digunakan	39
Tabel III. 4 Parameter Konverter Buck-Boost	40
Tabel III. 5 Spesifikasi Power MOSFET IRFP250N.....	43
Tabel III. 6 Daftar Komponen Konverter Buck-Boost	44
Tabel III. 7 Spesifikasi <i>Optocoupler</i> TLP250.....	47
Tabel III. 8 Konfigurasi Pin Mikrokontroler ATMEGA 2560	50
Tabel III. 9 <i>Bill Of Quantity Solar Charge Controller Metode Maximum Power Point Tracking Algoritma Incremental Conductance</i>	54
Tabel III. 10 <i>Bill Of Quantity Solar Charger Controller Metode Maximum Power Point Tracking Algoritma Incremental Conductance (Lanjutan)</i>	55
Tabel III. 11 <i>Bill Of Quantity Solar Charger Controller Metode Maximum Power Point Tracking Algoritma Incremental Conductance (Lanjutan)</i>	56
Tabel III. 12 <i>Bill Of Quantity Solar Charger Controller Metode Maximum Power Point Tracking Algoritma Incremental Conductance (Lanjutan)</i>	57
Tabel III. 13 <i>Bill Of Quantity Solar Charger Controller Metode Maximum Power Point Tracking Algoritma Incremental Conductance (Lanjutan)</i>	58
Tabel IV. 1 Hasil Simulasi Sistem PV Tanpa MPPT (Iradiasi 1000 W/m ²).....	91
Tabel IV. 2 Hasil Simulasi Sistem PV Tanpa MPPT (Iradiasi Fluktuatif)	93
Tabel IV. 3 Hasil Simulasi Sistem PV Dengan MPPT <i>Incremental Conductance</i> (Iradiasi 1000 W/m ²).....	97
Tabel IV. 4 Hasil Simulasi Sistem PV Dengan MPPT <i>Incremental Conductance</i> (Iradiasi Fluktuatif)	99

DAFTAR ISTILAH

<i>Algoritma</i>	: Urutan langkah-langkah penyelesaian sebuah masalah yang disusun secara logis dan sistematis.
<i>Amplifier</i>	: Rangkaian elektronik yang berfungsi untuk menguatkan sinyal.
<i>Bill of Quantity</i>	: Estimasi biaya dalam sebuah proyek.
<i>Buck-Boost</i>	: Salah satu jenis DC-DC Konverter yang dapat menurunkan dan menaikkan tegangan.
<i>Constant Voltage</i>	: Salah satu algoritma pencarian titik daya maksimum panel surya.
<i>Direct Current</i>	: Listrik arus searah, contohnya baterai.
<i>Depth of Discharge</i>	: Batas pengosongan baterai.
<i>Duty Cycle</i>	: Banyaknya periode ON (t_{ON}) dalam satu periode waktu dan biasanya dinyatakan dalam satuan persen.
<i>Fill Factor</i>	: Perbandingan kapasitas nyata suatu alat dengan kapasitas teoritis.
Fluktuatif	: Bersifat fluktuasi (naik-turun).
<i>Fuzzy Logic</i>	: Salah satu algoritma pencarian titik daya maksimum panel surya.
Gradien	: Kecepatan perubahan suatu variabel dengan mengikuti koordinat ruang
<i>Incremental Conductance</i>	: Salah satu algoritma pencarian titik daya maksimum panel surya.
<i>Incremental Conductance</i>	: Perubahan; pertambahan nilai konduktansi.
<i>Instantaneous Conductance</i>	: Nilai konduktansi sementara.
Iradiasi	: Penyinaran atau penyorotan.
Konvergensi	: Keadaan menuju satu titik pertemuan; memusat.

Konverter	: Alat yang digunakan untuk mengubah tegangan searah atau DC ke tegangan DC yang dapat dikontrol nilainya.
<i>Maximum Power Point</i>	: Titik operasi dimana didapatkan daya keluaran maksimum dari sistem saat kondisi operasional.
<i>Maximum Power Point Tracking</i>	: Metode pelacakan titik daya maksimum yang mampu dihasilkan oleh sistem.
Mikrokontroler	: Sebuah chip yang berfungsi sebagai pengontrol rangkaian elektronik dan umumnya dapat menyimpan program didalamnya.
<i>Neural Network</i>	: Algoritma pemrograman
Osilasi	: Gerak bolak-balik benda disekitar suatu titik setimbang dengan lintasan yang sama secara periodik.
<i>Perturb & Observe</i>	: Salah satu algoritma pencarian titik daya maksimum panel surya.
Semikonduktor	: Bahan yang memiliki daya hantar listrik antara konduktor dan isolator.
<i>State of Charge</i>	: Kapasitas baterai yang masih tersedia.
<i>Datasheet</i>	: Lembar dokumen yang memuat spesifikasi atau data teknis dari sebuah komponen.
<i>Wattpeak</i>	: Satuan daya yang dihasilkan oleh panel surya.

POLBAN

DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

Singkatan	Nama	Pemakaian Pertama Kali Pada Halaman
MPPT	<i>Maximum Power Point Tracking</i>	iii
MPP	<i>Maximum Power Point</i>	1
PV	<i>Photovoltaic</i>	1
WP	<i>Watt Peak</i>	2
DC	<i>Direct Current</i>	3
PWM	<i>Pulse Width Modulation</i>	10
FF	<i>Fill Factor</i>	13
Imp	<i>Current at Maximum Power Point</i>	13
Vmpp	<i>Voltage at Maximum Power Point</i>	13
η	Efisiensi	14
°C	Derajat Celcius	14
°F	Derajat Fahrenheit	14
CCM	<i>Continous Current Mmode</i>	23
DCM	<i>Discontinous Current Mode</i>	23
AC	<i>Alternate Current</i>	26
CMOS	<i>Complementary Metal Oxide Semiconductor</i>	27
VDC	<i>Voltage Direct Current</i>	27
IC	<i>Integrated Circuit</i>	27
RISC	<i>Reduced Instruction Set Computer</i>	27
Ah	<i>Ampere hour</i>	28
DOD	<i>Depth of Discharge</i>	28
FLA	<i>Flooded Lead Acid Battery</i>	29
SOC	<i>State of Charge</i>	29
VRLA	<i>Valve Regulated Lead Acid</i>	29
A	<i>Ampere</i>	37
STC	<i>Standard Test Condition</i>	37

V	<i>Volt</i>	37
W	<i>Watt</i>	37
Ω	<i>Ohm</i>	38
PCB	<i>Printed Circuit Board</i>	40
μ H	<i>mikro Henry</i>	42
TC	<i>Temperature Condition</i>	43
3D	<i>3 Dimension</i>	52



POLBAN

DAFTAR RUMUS

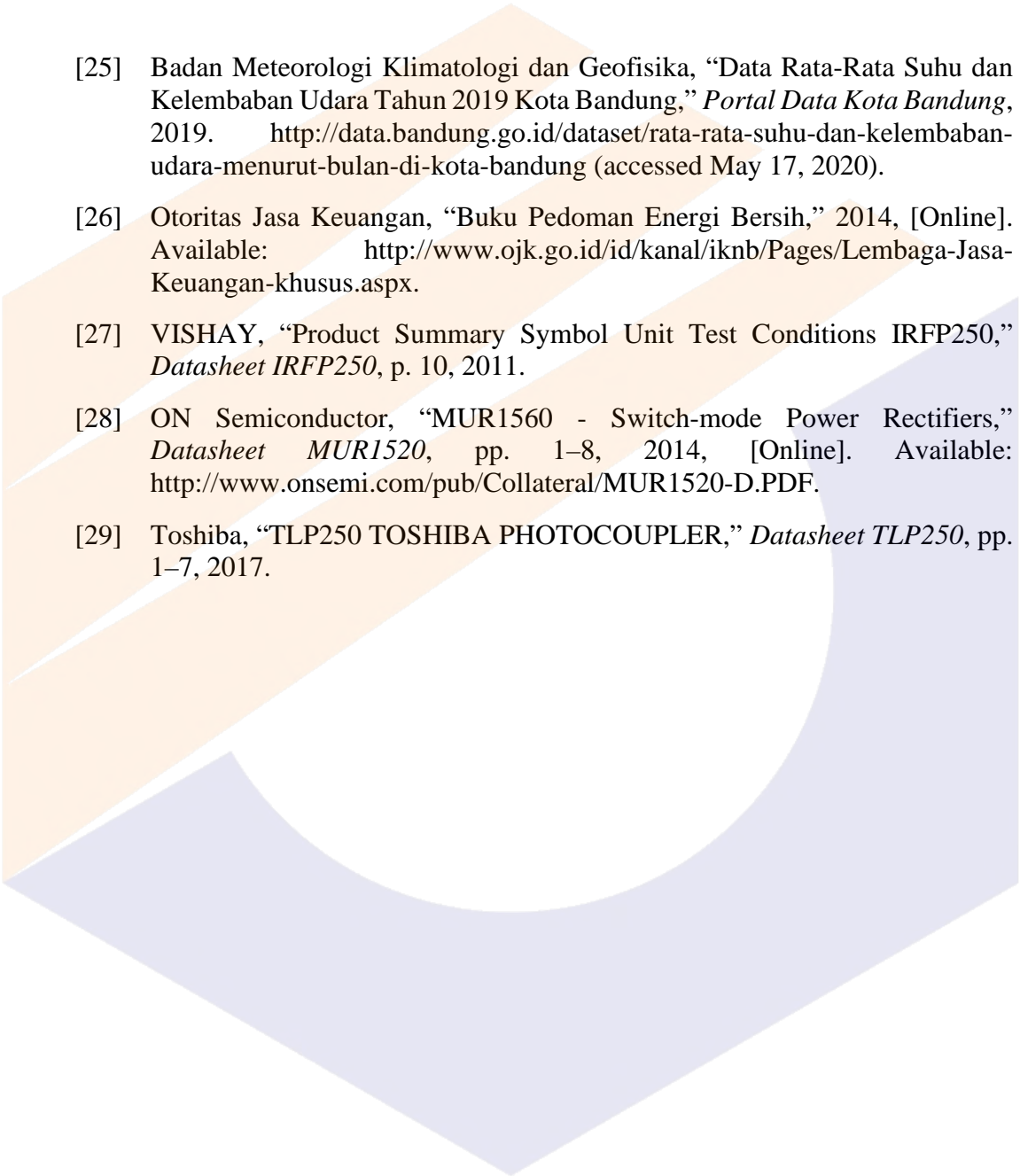
Persamaan Tegangan Sirkuit Terbuka Panel Surya	11
Persamaan Arus Rangkaian Ekuivalen Panel Surya	12
Persamaan Arus Keluaran Panel Surya	12
Persamaan Konstanta Arus	12
Persamaan <i>Shockley</i> Untuk Dioda	12
Persamaan Tegangan Termal	12
Persamaan Arus Shunt Rangkaian Ekuivalen Panel Surya	13
Rumus <i>Fill Factor</i>	13
Rumus Efisiensi Daya	14
Persamaan Kurva P-V Panel Surya	19
Persamaan Algoritma <i>Incremental Conductance</i>	19
Persamaan Tegangan Keluaran Konverter <i>Buck-Boost</i>	22
Rumus Menentukan Nilai Induktor Pada Konverter <i>Buck-Boost</i>	23
Persamaan <i>Ripple</i> Tegangan Pada Konverter <i>Buck-Boost</i>	23
Rumus Menentukan Nilai Kapasitor Pada Konverter <i>Buck-Boost</i>	24
Persamaan <i>Duty Cycle</i>	24
Persamaan Hukum Ohm	26
Rumus Menentukan Tegangan Keluaran Rangkaian Pembagi Tegangan	26
Rumus Menentukan Nilai Resistor Pada Rangkaian Pembagi Tegangan	26
Persamaan Konversi Nilai ADC	59
Rumus Pembacaan Perubahan Nilai Tegangan	62
Rumus Pembacaan Perubahan Nilai Arus	62
Rumus Pembacaan Perubahan Nilai Daya	62

POLBAN

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Faranda and S. Leva, "Energy Comparison of MPPT Techniques for PV Systems," *WSEAS Trans. POWER Syst.*, vol. 3, no. 6, pp. 446–455, 2008.
- [2] T. Eswam and P. L. Chapman, "Comparison of photovoltaic array maximum power point tracking techniques," *IEEE Trans. Energy Convers.*, vol. 22, no. 2, pp. 439–449, 2007, doi: 10.1109/TEC.2006.874230.
- [3] R. I. Putri, S. Wibowo, and M. Rifa'i, "Maximum Power Point Tracking for Photovoltaic Using Incremental Conductance Method," *Energy Procedia*, vol. 68, pp. 22–30, 2015, doi: 10.1016/j.egypro.2015.03.228.
- [4] D. S. Morales, "Maximum Power Point Tracking (MPPT) Algorithms for Photovoltaic Applications," Aalto University, 2010.
- [5] B. Azmi, J. A. Hamonangan, P. E B, and H. Seputra, "Review Perbandingan Teknik Maximum Power Point Tracker (MPPT) untuk Sistem Pengisian Daya menggunakan Sel Surya," *J. Teknol. Dirgant.*, vol. 16, no. 2, pp. 111–122, 2019, doi: 10.30536/j.jtd.2018.v16.a2998.
- [6] S. Khadidja, M. Mountassar, and B. M'Hamed, "Comparative Study of Incremental Conductance and Perturb & Observe MPPT Methods for Photovoltaic System," *Int. Conf. Green Energy Convers. Syst. GECS 2017*, 2017, doi: 10.1109/GECS.2017.8066230.
- [7] H. Fathuddin, "Rancang Bangun Sistem Pengisian Baterai 12V/5Ah Dengan Panel Surya Monocrystalline Dan Metode MPPT Perturb & Observe Berbasis Atmega 16," Politeknik Negeri Bandung, 2017.
- [8] S. Rahman, N. S. Oni, and A. Q. Ibn Masud, "Design of a Charge Controller Circuit with Maximum Power Point Tracker (MPPT) for Photovoltaic System," BRAC University, 2012.
- [9] N. Bizon, N. M. Tabatabaei, F. Blaabjerg, and E. Kurt, "Energy Harvesting and Energy Efficiency: Technology, Methods, and Applications," p. 673, 2017, doi: 10.1007/978-3-319-49875-1.
- [10] A. H. Smets, K. Jäger, O. Isabella, and R. van Swaaij, *Solar Energy The Physics and Engineering of Photovoltaic Conversion, Technologies and Systems*. Cambridge: UIT Cambridge Ltd, 2016.
- [11] A. Safari and S. Mekhilef, "Simulation and Hardware Implementation of Incremental Conductance MPPT With Direct Control Method Using Cuk Converter," *IEEE Trans. Ind. Electron.*, vol. 58, no. 4, pp. 1154–1161, 2011, doi: 10.1109/TIE.2010.2048834.

- [12] M. I. Fadriantama, "Analisis Perbandingan Kinerja Algoritme Perturb and Observe (P&O) dan Incremental Conductance (IC) Pada Sistem Kendali Maximum Power Point Tracker (MPPT) Untuk Sistem Photovoltaic (PV) Paralel," Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, 2018.
- [13] N. I. Natasha, W. T. Bhuiyan, and M. A. Razzak, "Implementation of Maximum Power Point Tracking in a photovoltaic inverter using Incremental Conductance technique," in *8th International Conference on Electrical and Computer Engineering: Advancing Technology for a Better Tomorrow, ICECE 2014*, 2015, no. dV, pp. 329–332, doi: 10.1109/ICECE.2014.7026943.
- [14] S. V. Rajani and V. J. Pandya, "Simulation and Comparison of Perturb and Observe and Incremental Conductance MPPT Algorithms for Solar Energy System Connected to Grid," *Sadhana - Acad. Proc. Eng. Sci.*, vol. 40, no. 1, pp. 139–153, 2015, doi: 10.1007/s12046-014-0312-z.
- [15] S. Utami, S. Saodah, and A. Pudim, "Penggunaan Algoritma Incremental Conductance pada MPPT dengan Buck Converter untuk Pengujian Indoor dan Outdoor," *ELKOMIKA J. Tek. Energi Elektr. Tek. Telekomun. Tek. Elektron.*, vol. 6, no. 1, pp. 97–109, 2018, doi: 10.26760/elkomika.v6i1.97.
- [16] I. W. Christopher and R. Ramesh, "Comparative Study of P & O and InC MPPT Algorithms," *Am. J. Eng. Res.*, vol. 408, no. 12, pp. 402–408, 2013.
- [17] M. H. Rashid, *Power Electronics Handbook Devices, Circuits, and Applications*, Third. Elsevier Inc, 2011.
- [18] D. W. Hart, *Power Electronics*. McGraw-Hill, 2011.
- [19] M. C. Rachman, "Rancang Bangun Konverter Buck Boost Dengan Sistem Monitoring Berbasis LabView," Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, 2018.
- [20] Allegro, "ACS712," *Datasheet ACS712*, pp. 1–15, 2013.
- [21] Arduino, "Arduino Mega2560 Rev3 Specification." <https://store.arduino.cc/usa/mega-2560-r3> (accessed May 15, 2020).
- [22] B. Ramadhani, *Instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Dos & Don ' ts*. Jakarta: Energising Development (EnDev) Indonesia, 2018.
- [23] D. J. E. B. T. dan K. Energi, *Panduan Pengoperasian dan Pemeliharaan PLTS Off-Grid*. Jakarta: Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia, 2017.
- [24] B. Angga, "Rancang Bangun Battery Controller Dengan MPPT Berbasis Mikrokontroler Menggunakan Solar Cell 50 Wattpeak/21.8V," Politeknik Negeri Bandung, 2014.

- 
- [25] Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, “Data Rata-Rata Suhu dan Kelembaban Udara Tahun 2019 Kota Bandung,” *Portal Data Kota Bandung*, 2019. <http://data.bandung.go.id/dataset/rata-rata-suhu-dan-kelembaban-udara-menurut-bulan-di-kota-bandung> (accessed May 17, 2020).
- [26] Otoritas Jasa Keuangan, “Buku Pedoman Energi Bersih,” 2014, [Online]. Available: <http://www.ojk.go.id/id/kanal/iknb/Pages/Lembaga-Jasa-Kuangan-khusus.aspx>.
- [27] VISHAY, “Product Summary Symbol Unit Test Conditions IRFP250,” *Datasheet IRFP250*, p. 10, 2011.
- [28] ON Semiconductor, “MUR1560 - Switch-mode Power Rectifiers,” *Datasheet MUR1520*, pp. 1–8, 2014, [Online]. Available: <http://www.onsemi.com/pub/Collateral/MUR1520-D.PDF>.
- [29] Toshiba, “TLP250 TOSHIBA PHOTOCOUPLER,” *Datasheet TLP250*, pp. 1–7, 2017.

POLBAN