

**PENGEMBANGAN RANGKAIAN *DC-DC*  
*SYNCHRONOUS BUCK CONVERTER* DAN ANALISIS  
PENGARUH KOMPONEN PARASITIK TERHADAP  
DISIPASI DAYA PADA SISTEM  
MPPT PANEL SURYA**

**Skripsi**

**Disusun untuk memenuhi salah satu syarat  
memperoleh gelar Sarjana Sains**




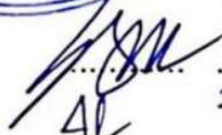





**Shallu Fidhah Ariyanti  
1306620019**

**PROGRAM STUDI FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA  
2024**

## LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

### PENGEMBANGAN RANGKAIAN DC-DC *SYNCHRONOUS BUCK CONVERTER* DAN ANALISIS PENGARUH KOMPONEN PARASITIK TERHADAP DISIPASI DAYA PADA SISTEM MPPT PANEL SURYA

Nama : Shallu Fidhah Ariyanti  
No. Registrasi : 1306620019

	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
<b>Penanggung Jawab</b>			
Dekan	: Prof. Dr. Muktiningsih N. M.Si NIP. 196405111989032001		02/08'24
<b>Wakil Penanggung Jawab</b>			
Wakil Dekan I	: Dr. Esmar Budi, M.T NIP. 197207281999031002		02/08'24
Ketua	: Dr. Hadi Nasbey, M.Si NIP. 197909162005011004		29/07'24
Sekretaris	: Dr. Umiatin, M.Si NIP. 197901042006042001		29/07'24
<b>Anggota</b>			
Pembimbing I	: Dr. Widyaningrum Indrasari, M.Si NIP. 197705102006042001		30/07'24
Pembimbing II	: Dr. Ing. Rahmondia Nanda Setiadi, M.Si NIP. 198109222009121004		25/07'24
Penguji	: Syafrima Wahyu, M.Si NIP. 199110132023211021		25/07'24

Dinyatakan lulus ujian skripsi tanggal 18 Juli 2024

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Dengan ini, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Shallu Fidhah Ariyanti  
NIM : 1306620019  
Program Studi : Fisika

Menyatakan dengan benar bahwa Skripsi yang disusun dengan judul “Pengembangan Rangkaian DC-DC *Synchronous Buck Converter* dan Analisis Pengaruh Komponen Parasitik Terhadap Disipasi Daya pada Sistem MPPT Panel Surya” adalah benar karya intelektual saya dibawah bimbingan dan arahan dosen pembimbing dengan tujuan untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam memperoleh gelar Sarjana Sains di Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta. Skripsi tersebut juga bukan merupakan duplikasi, plagiasi ataupun terjemahan dari karya tulis orang lain. Segala bentuk pengutipan dilakukan sesuai dengan kaidah serta etika keilmuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sejujur-jujurnya dan penuh tanggung jawab. Apabila di kemudian hari ditemukan bahwa pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Universitas Negeri Jakarta.

Jakarta, 12 Juli 2024



Shallu Fidhah Ariyanti



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA  
UPT PERPUSTAKAAN

Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220  
Telepon/Faksimili: 021-4894221  
Laman: [lib.unj.ac.id](http://lib.unj.ac.id)

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Negeri Jakarta, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Shallu Fidhah Ariyanti  
NIM : 1306620019  
Fakultas/Prodi : MIPA/Fisika  
Alamat email : shallufidhah90@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah:

Skripsi     Tesis     Disertasi     Lain-lain (.....)

yang berjudul :

Pengembangan Rangkaian DC-DC *Synchronous Buck Converter* dan Analisis Pengaruh  
Komponen Parasitik Terhadap Disipasi Daya pada Sistem MPPT Panel Surya

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 02 Agustus 2024

Penulis

(Shallu Fidhah Ariyanti)

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa, atas segala rahmat, hidayah, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan judul "Pengembangan Rangkaian DC-DC *Synchronous Buck Converter* dan Analisis Pengaruh Komponen Parasitik Terhadap Disipasi Daya pada Sistem MPPT Panel Surya". Penulis menyadari bahwa selesainya penulisan skripsi ini, tidak terlepas dari dukungan dan bimbingan dari berbagai pihak, Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dr. Widyaningrum Indrasari, M.Si selaku Dosen Pembimbing I yang senantiasa memberikan bimbingan, arahan serta motivasi yang berharga kepada peneliti selama masa studi hingga selesainya penelitian ini.
2. Dr. Ing. Rahmondia Nanda Setiadi, M.Si selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan wawasan selama proses penelitian.
3. Dr. Umiatin, M.Si selaku Koordinator Program Studi Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Jakarta dan Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing penulis selama masa studi.
4. Orang tua dan keluarga penulis yang selalu memberikan dukungan doa dan semangat dalam setiap langkah perjalanan studi penulis.
5. Kunti Dewanti, Afiva Riyatun Nuvus, dan Atika Marisa Diniyah, selaku rekan diskusi dalam menjalani perkuliahan dan penelitian.
6. "Tim Cops N Robber"; Delila, Ridho, Fadli, dan Michael S yang telah menjadi teman seperjuangan dalam mengerjakan berbagai proyek selama masa perkuliahan.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Skripsi ini masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan guna perbaikan di masa mendatang. Besar harapan penulis agar penelitian ini dapat bermanfaat bagi masyarakat luas serta berkontribusi dalam pengembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK) di Indonesia.

Jakarta, 12 Juli 2024

Shallu Fidhah Ariyanti

## ABSTRAK

**SHALLU FIDHAH ARIYANTI.** Pengembangan Rangkaian DC-DC *Synchronous Buck Converter* dan Analisis Pengaruh Komponen Parasitik Terhadap Disipasi Daya pada Sistem MPPT Panel Surya. Dibawah bimbingan WIDYANINGRUM INDRASARI dan RAHMONDIA NANDA SETIADI.

Fotovoltaik (PV) merupakan salah satu teknologi yang mampu memaksimalkan ketersediaan energi surya untuk menghasilkan energi listrik melalui efek fotovoltaik. Efek fotovoltaik melibatkan penyerapan intensitas matahari pada permukaan PV untuk menghasilkan arus listrik. Titik daya maksimum (MPP) adalah kondisi saat PV mencapai maksimum pada tingkat iradiasi tertentu. *Maximum Power Point Tracking* (MPPT) merupakan teknik yang digunakan untuk melacak MPP pada sistem PV. Dalam pengoperasiannya, MPPT dilengkapi algoritma tertentu untuk mengatur informasi yang akan diterapkan ke sistem. Beberapa algoritma yang umum digunakan adalah *Hill-Climbing* (HC), *Perturb & Observe* (P&O), *Incremental Conductance* (IC), dan lain-lain. Selain itu, MPPT juga membutuhkan konverter sebagai aktuator untuk mengatur tegangan keluarannya agar tetap berada pada MPP. Salah satu jenis konverter yang umum digunakan adalah DC-DC *buck converter*. Konverter ini berfungsi untuk mengatur tegangan keluaran PV agar lebih rendah dari tegangan masukannya. Namun, dari berbagai penelitian yang telah dilakukan, kinerja *buck converter* selama proses transfer energi belum sepenuhnya maksimal, terdapat daya yang hilang akibat sifat parasitik dari komponen pasif dan penggunaan komponen dioda yang menyebabkan terjadinya kebocoran arus. Oleh karena itu, dalam penelitian ini dilakukan pengembangan rangkaian *synchronous buck converter* untuk mengurangi disipasi daya pada sistem PV dengan mengubah komponen dioda dengan MOSFET sebagai sakelar. Analisa mengenai pengaruh komponen yang bersifat parasitik juga dilakukan untuk mengevaluasi kinerja konverter secara menyeluruh. Pada rangkaian *synchronous buck converter*, digunakan *low pass filter* ( $L = 33,8 \text{ mH}$ ,  $C = 750 \text{ nF}$ ,  $R = 50 \Omega$ ) dengan dua MOSFET sebagai sakelar utama dan rangkaian umpan balik untuk mengontrol tegangan keluaran konverter. Berbagai parameter masukan seperti arus dan tegangan, diukur menggunakan sensor INA219, intensitas matahari diukur dengan sensor MAX44009, dan suhu lingkungan yang dapat memengaruhi iradiasi matahari diukur dengan sensor DS18B20. Untuk mempercepat waktu respon dan melacak kondisi MPP, diterapkan algoritma *Hill-Climbing* termodifikasi variabel *step size* serta pembatasan daerah pencarian (VSS-PTO). Berdasarkan hasil, sistem mampu mempertahankan tegangan keluaran yang stabil sesuai dengan kapasitas penyimpanan baterai, yakni  $12,85 \text{ V}$ . Rata-rata efisiensi sistem yang diperoleh mencapai  $83,04\%$  dengan pengaruh disipasi daya akibat komponen parasitik adalah sebesar  $302,02 \text{ mW}$ .

**Kata Kunci.** *Fotovoltaik, MPPT, Hill-Climbing, Synchronous Buck Converter, Komponen parasitik*

## ABSTRACT

**SHALLU FIDHAH ARIYANTI.** The development of DC-DC Synchronous Buck Converter and Analysis of the Effect of Parasitic Components on Power Dissipation in Solar Panel MPPT Systems. Supervised by WIDYANINGRUM INDRASARI and RAHMONDIA NANDA SETIADI.

Photovoltaics (PV) is a technology that capable to maximizing the availability of solar energy to generate electricity through the photovoltaic effect. This effect involves the absorption of sun intensity on the PV surface to produce electrical current. The Maximum Power Point (MPP) is the condition when the PV reaches its maximum power output at a certain level of irradiation. Maximum Power Point Tracking (MPPT) is a technique used to track the MPP in PV systems. In operation, MPPT is equipped with specific algorithms to regulate the information applied to the system. Hill-Climbing (HC), Perturb & Observe (P&O), Incremental Conductance (IC) are frequently used for MPPT systems. MPPT requires a converter as an actuator to regulate the output voltage to remain at the MPP. One commonly used type of converter is the DC-DC buck converter. This converter works to step-down the output of PV voltage. However, many studies have shown that conventional buck converter experience limitations during energy transfer, which power losses due to the parasitic properties of passive components and current leakage caused by the use of diodes. Therefore, in this research focuses on developing a synchronous buck converter to reduce power dissipation by replacing diode with MOSFET as switches. An analysis of the parasitic properties of components was also conducted to evaluate the performance of converter comprehensively. In the synchronous buck converter, a simple low pass filter ( $L = 33.8\text{ mH}$ ,  $C = 750\text{ nF}$ ,  $R = 50\ \Omega$ ) is used, with two MOSFETs as the main switches and a feedback circuit to control the output voltage of converter. Various input parameters, i.e. current and voltage, are measured using the INA219 sensor, solar intensity is measured with the MAX44009 sensor, and temperature of environment, which can affect solar irradiation, is measured with the DS18B20 sensor. To accelerate response time and track the MPP conditions, a modified Hill-Climbing algorithm with variable step size and search area limitation was implemented (VSS-PTO). Based on results, this developing system was able to maintain a stable output voltage according to the storage capacity of battery, which is  $12.85\text{ V}$ . The average efficiency of system reached  $83.04\%$ , with power dissipation due to parasitic components is  $302,02\text{ mW}$ .

**Keywords.** *Photovoltaics, MPPT, Hill-Climbing, Synchronous Buck Converter, Parasitic components*

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI .....	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
ABSTRAK .....	v
ABSTRACT.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR SINGKATAN .....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Perumusan Masalah.....	6
C. Tujuan Penelitian.....	7
D. Manfaat Penelitian.....	7
BAB II KAJIAN TEORI.....	9
A. Fotovoltaik (PV).....	9
B. Rangkaian DC-DC Converter.....	13
C. Rangkaian Umpan Balik ( <i>Feedback</i> ).....	17
D. <i>Maximum Power Point Tracking</i> (MPPT).....	19
E. Algoritma <i>Hill-Climbing</i> .....	20
F. Arduino Uno .....	25
G. MOSFET IRF4905 .....	26
H. <i>Optocoupler</i> 4N25 .....	28
I. Sensor .....	30
J. Baterai <i>Lead-Acid</i> .....	34
K. <i>Real Time Clock</i> (RTC) .....	35
L. Modul SD Card .....	36
M. Kerangka Berpikir .....	37




BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	38
A. Tempat dan Waktu Penelitian.....	38
B. Metode Penelitian .....	39
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	45
A. Karakterisasi Sensor .....	45
B. Rangkaian <i>Synchronous Buck Converter</i> .....	51
C. Penerapan Algoritma <i>Hill-Climbing</i> Modifikasi Variabel <i>Step Size</i> dan Pembatasan Daerah Pencarian MPP.....	60
D. Integrasi Alat dan Desain Prototipe.....	64
E. Pengujian Prototipe.....	65
F. Analisis Komponen Parasitik .....	66
G. Pengujian Prototipe dalam Menyimpan Energi pada Baterai .....	69
H. Peta Hasil Penelitian .....	71
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	73
A. Kesimpulan.....	73
B. Saran .....	74
DAFTAR PUSTAKA .....	75
LAMPIRAN.....	81
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	86

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Rangkaian Ekuivalen PV .....	11
Gambar 2.2	(a) Kurva I-V dengan variasi radiasi matahari, (b) Kurva I-V dengan variasi temperatur .....	12
Gambar 2.3	Skema rangkaian <i>asynchronous buck converter</i> .....	15
Gambar 2.4	Skema rangkaian <i>synchronous buck converter</i> .....	16
Gambar 2.5	Komponen ekuivalen kapasitor dengan ESL dan ESR .....	17
Gambar 2.6	<i>Loss Tangent</i> pada kapasitor .....	17
Gambar 2.7	Skema penguat umpan balik ( <i>feedback</i> ).....	18
Gambar 2.8	Kurva karakteristik (a) I-V dan (b) P-V .....	20
Gambar 2.9	Kurva karakteristik P-V dengan perubahan tegangan untuk kondisi MPP .....	21
Gambar 2.10	Diagram alir algoritma P&O .....	22
Gambar 2.11	Pembatasan daerah pencarian MPP.....	24
Gambar 2.12	Mikrokontroler Arduino Uno .....	25
Gambar 2.13	Skematik E-MOSFET (a) N-Channel (b) P-Channel .....	27
Gambar 2.14	Rangkaian E-MOSFET .....	27
Gambar 2.15	Rangkaian <i>optocoupler</i> LED dengan fototransistor.....	29
Gambar 2.16	IC 4N25 .....	29
Gambar 2.17	Perancangan sensor suhu DS18B20 pada Arduino Uno .....	32
Gambar 2.18	Sensor MAX44009.....	33
Gambar 2.19	Sensor INA219 .....	33
Gambar 2.20	Baterai <i>Lead Acid</i> .....	35
Gambar 2.21	Modul RTC DS3231 .....	35
Gambar 2.22	Modul SD <i>card</i> .....	36
Gambar 3.1	Blok diagram sistem.....	43
Gambar 3.2	Diagram alir penelitian.....	44
Gambar 4.1	Grafik kalibrasi tegangan pada sensor INA219 A .....	46
Gambar 4.2	Grafik kalibrasi tegangan pada sensor INA219 B.....	46
Gambar 4.3	Grafik kalibrasi arus pada sensor INA219 A .....	47

Gambar 4.4	Grafik kalibrasi arus pada sensor INA219 B .....	48
Gambar 4.5	Grafik kalibrasi suhu pada sensor DS18B20.....	49
Gambar 4.6	Grafik kalibrasi intensitas cahaya pada sensor MAX44009 .....	50
Gambar 4.7	Grafik karakterisasi tegangan keluaran PWM Arduino Uno .....	52
Gambar 4.8	Ilustrasi inti toroid .....	54
Gambar 4.9	Pengukuran induktor toroid dengan ESR Meter .....	54
Gambar 4.10	Skematik rangkaian <i>synchronous buck converter</i> .....	55
Gambar 4.11	Sinyal sebelum filter pada frekuensi 10kHz .....	57
Gambar 4.12	Sinyal sesudah filter pada rangkaian <i>synchronous buck converter</i> ..	57
Gambar 4.13	Rangkaian umpan balik ( <i>feedback</i> ) .....	58
Gambar 4.14	Skematik rangkaian akhir <i>synchronous buck converter</i> .....	59
Gambar 4.15	Grafik $\left  \frac{dP}{dV} \right $ pada pengujian algoritma MPPT <i>Hill-Climbing</i> .....	61
Gambar 4.16	Pembatasan daerah pencarian MPP.....	62
Gambar 4.17	Diagram alir algoritma MPPT <i>Hill-Climbing</i> VSS-PTO .....	64
Gambar 4.18	Hasil pengisian baterai <i>lead-acid</i> 12 V .....	70

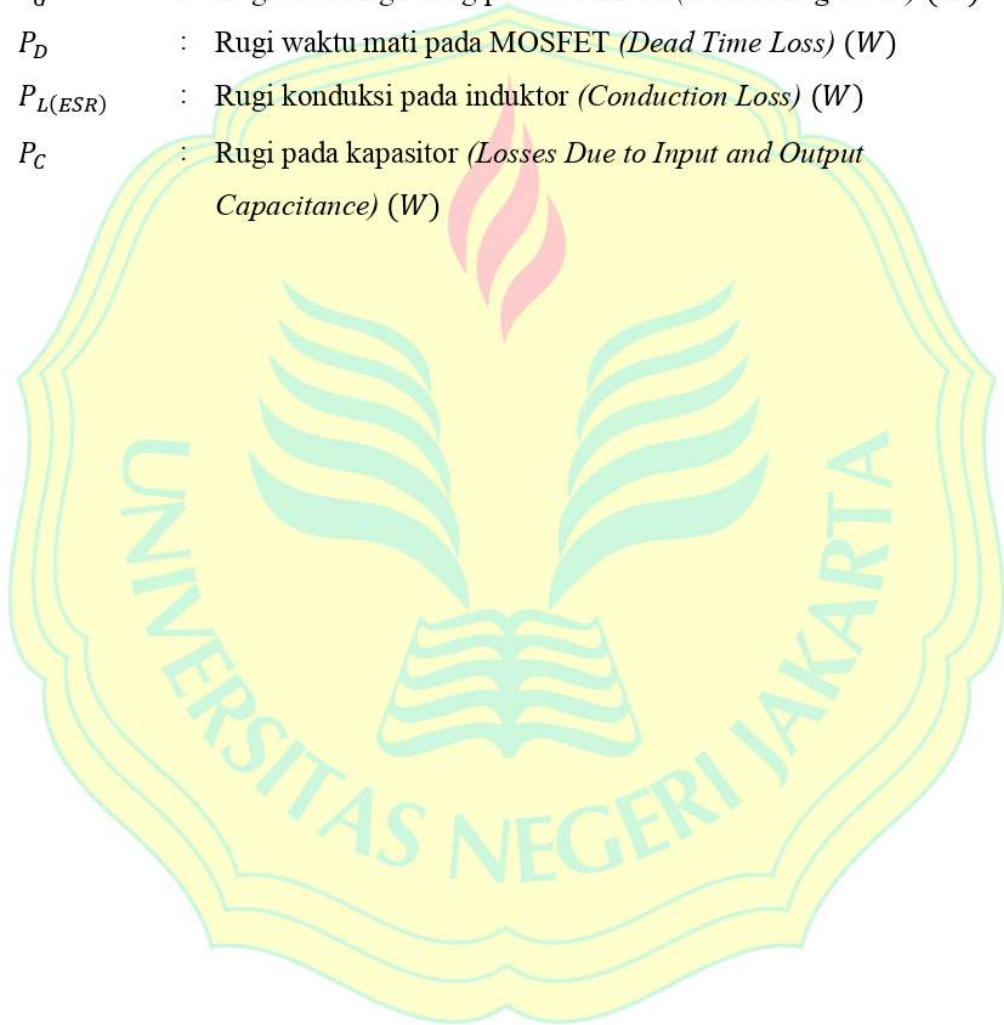
## DAFTAR SINGKATAN



EBT	: Energi Baru dan Terbarukan
PV	: <i>Photovoltaic</i> atau Fotovoltaik
MPP	: <i>Maximum Power Point</i>
MPPT	: <i>Maximum Power Point Tracking</i>
HC	: <i>Hill-Climbing</i>
VSS	: <i>Variable Step-Size</i>
PTO	: Pembatasan Titik Operasi
DC	: <i>Direct Current</i>
ESL	: <i>Equivalent Series Inductance</i>
ESR	: <i>Equivalent Series Resistance</i>
DF	: Faktor Disipasi
FQ	: Faktor Kualitas
MOSFET	: <i>Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor</i>
PWM	: <i>Pulse Width Modulation</i>
$V_{oc}$	: <i>Open circuit voltage (V)</i>
$I_{sc}$	: <i>Short circuit current (A)</i>
$V_{mp}$	: Tegangan Maksimum (V)
$I_{mp}$	: Arus Maksimum (A)
$V_{pv}$	: Tegangan keluaran panel surya (V)
$I_{pv}$	: arus keluaran panel surya
$I_{ph,n}$	: Arus foton (A) yang dihasilkan PV pada kondisi standar (25°C dan 1000 W/m <sup>2</sup> )
$I_o$	: Arus saturasi dioda (A)
$I_D$	: Arus bocor dioda (A)
$q$	: Muatan elektron ( $1,6 \times 10^{-19}C$ )
$k$	: Konstanta Boltzmann ( $1,38 \times 10^{-23} J/K$ )
$T$	: Temperatur sel (°C)
$\alpha$	: Faktor kualitas dioda yang bernilai antara 1 dan 2
$G$	: Radiasi matahari (W/m <sup>2</sup> )
$A_c$	: Luas permukaan panel (m <sup>2</sup> )

$D$	: <i>Duty cycle buck converter (%)</i>
$V_{out}$	: Tegangan keluaran ( $V$ )
$V_{in}$	: Tegangan masukan ( $V$ )
$x_s$	: Sinyal <i>input</i>
$x_d$	: Sinyal selisih
$x_f$	: Sinyal <i>feedback</i>
$x_o$	: Sinyal <i>output</i>
$\beta$	: Faktor umpan balik
$A_f$	: Faktor penguatan
$\Delta P$	: Perubahan daya panel ( $W$ )
$\Delta V$	: Perubahan tegangan panel ( $V$ )
$V_A$	: Tegangan keluaran hasil karakterisasi INA219 A ( $V$ )
$V_B$	: Tegangan keluaran hasil karakterisasi INA219 B ( $V$ )
$V_S$	: Tegangan yang terukur oleh sensor INA219 ( $mA$ )
$I_A$	: Arus keluaran hasil karakterisasi INA219 A ( $mA$ )
$I_B$	: Arus keluaran hasil karakterisasi INA219 B ( $mA$ )
$I_S$	: Arus yang terukur oleh INA219 ( $mA$ )
$T_S$	: Suhu yang diukur oleh DS18B20 ( $^{\circ}C$ )
$I_C$	: Intensitas cahaya hasil karakterisasi ( $lx$ )
$I_{CS}$	: Intensitas cahaya yang diukur oleh MAX4009 ( $lx$ )
$R$	: Resistor ( $\Omega$ )
$L$	: Induktor ( $H$ )
$C$	: Kapasitor ( $F$ )
$R_L$	Resistor Beban
$V_{in(min)}$	: Tegangan Masukan Minimum ( $V$ )
$V_{in(max)}$	: Tegangan Masukan Maksimum ( $V$ )
$V_{out}$	: Tegangan Nominal Baterai ( $V$ )
$f_{sw}$	: Frekuensi Pensaklaran ( $Hz$ )
$P_{ON-H}$	: Rugi konduksi <i>high-side</i> MOSFET ( <i>Conduction Loss</i> ) ( $W$ )
$P_{ON-L}$	: Rugi konduksi <i>low-side</i> MOSFET ( <i>Conduction Loss</i> ) ( $W$ )

- $P_{SW}$  : Rugi pensaklaran MOSFET (*Switching Loss*) ( $W$ )
- $P_{RR}$  : Rugi pemulihan balik pada *body-diode* MOSFET (*Reverse Recovery Loss*) ( $W$ )
- $P_{OC}$  : Rugi kapasitansi pada MOSFET (*Internal Output Capacitance Loss*) ( $W$ )
- $P_G$  : Rugi muatan gerbang pada MOSFET (*Gate Charge Loss*) ( $W$ )
- $P_D$  : Rugi waktu mati pada MOSFET (*Dead Time Loss*) ( $W$ )
- $P_{L(ESR)}$  : Rugi konduksi pada induktor (*Conduction Loss*) ( $W$ )
- $P_C$  : Rugi pada kapasitor (*Losses Due to Input and Output Capacitance*) ( $W$ )



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Spesifikasi Arduino Uno.....	25
Tabel 2.2	Spesifikasi rangkaian <i>synchronous buck converter</i> .....	28
Tabel 2.3	Spesifikasi <i>optocoupler</i> 4N25 .....	30
Tabel 2.4	<i>Pinout</i> sensor INA219.....	33
Tabel 2.5	Fungsi <i>pinout</i> modul <i>SD card</i> .....	36
Tabel 3.1	Rincian kegiatan penelitian.....	38
Tabel 3.2	Alat dan bahan penelitian beserta fungsinya.....	40
Tabel 4.1	Karakteristik rangkaian <i>synchronous buck converter</i> .....	55
Tabel 4.2	Parameter sistem dalam analisis komponen parasitik.....	67
Tabel 4.3	Parameter komponen dalam analisis komponen parasitik.....	67
Tabel 4.4	Peta Hasil Penelitian .....	71



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Karakterisasi Sensor INA219A.....	81
Lampiran 2. Data Karakterisasi Sensor INA219 B.....	82
Lampiran 3. Data Karakterisasi Sensor DS18B20.....	83
Lampiran 4. Data Karakterisasi Sensor MAX44009.....	84
Lampiran 5. Data Karakterisasi PWM <i>Arduino Uno</i> .....	85

