

**PENGONTROLAN PID PADA *BUCK CONVERTER* 18 VDC – 12 VDC  
BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO PADA SUMBER ENERGI  
*SOLAR CELL* DI LABORATORIUM MEKATRONIKA**



**LAPORAN AKHIR**

**Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Menyelesaikan Pendidikan Diploma III  
Pada Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Elektronika**

**Oleh :**

**MAYANG LARASATI  
0613 3032 0927**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA  
PALEMBANG  
2016**

**PENGONTROLAN PID PADA *BUCK CONVERTER* 18 VDC – 12 VDC  
BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO PADA SUMBER ENERGI  
*SOLAR CELL* DI LABORATORIUM MEKATRONIKA**



**LAPORAN AKHIR**

**Disusun untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan Diploma III  
pada Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Elektronika Politeknik  
Negeri Sriwijaya**

**Oleh:**

**MAYANG LARASATI  
0613 3032 0927**

**Menyetujui,**

**Pembimbing I**

**Pembimbing II**

**Yudi Wijanarko, S.T., MT  
NIP. 19670511 199203 1 003**

**Selamat Muslimin, S.T.,M.Kom  
NIP. 19790722 200801 1 007**

**Mengetahui,**

**Ketua Jurusan**

**Ketua Program Studi  
Teknik Elektronika**

**Yudi Wijanarko, ST., M.T.  
NIP. 19670511 199203 1 003**

**Amperawan, S.T., M.T.  
NIP. 19670523 199303 1 002**

## **SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Mahasiswa : Mayang Larasati  
NIM : 061330320927  
Jurusan : Teknik Elektro  
Program Studi : Teknik Elektronika

Dengan ini menyatakan bahwa Laporan Akhir yang ber judul **“Pengontrolan PID Pada *Buck Converter* 18 Vdc – 12 Vdc Berbasis Mikrokontroler Arduino Pada Sumber Energi *Solar Cell* Di Laboratorium Mekatronika** merupakan hasil penelitian saya sendiri, tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar ahli madya Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diakui dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Palembang, Juli 2016

**MAYANG LARASATI**  
**NIM 06130320927**

## *Motto*

✚ *“Apakah kamu mengira bahwa kamu akan masuk surga, padahal belum datang kepadamu (cobaan) sebagaimana halnya orang-orang terdahulu sebelum kamu? Mereka ditimpa oleh malapetaka dan kesengsaraan, serta digoncangkan (dengan bermacam-macam cobaan) sehingga berkatalah Rasul dan orang-orang yang beriman bersamanya, ‘Bilakah datangnya pertolongan Allah?’ Ingatlah, sesungguhnya pertolongan Allah itu amat dekat.”* (QS. Al-Baqarah [2]: 214).

✚ *PAKSAKAN.*

*Halaman ini ku persembahkan kepada :*

- ✓ *Bapak dan Ibuku tercinta.*
- ✓ *Kedua saudaraku Mey Rodiana dan Andi Fauzimar.*
- ✓ *Dosen pempimbingku tercinta, Bapak Yudi Wijanarko dan Bapak Selamat Muslimin.*
- ✓ *Seluruh keluarga, teman, sahabat yang telah mendoakan.*
- ✓ *Almamater ku.*
- ✓ *Teman-teman 6EC 2013.*

## ABSTRAK

### PENGONTROLAN PID PADA *BUCK CONVERTER* 18 VDC – 12 VDC BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO PADA SUMBER ENERGI *SOLAR CELL* DI LABORATORIUM MEKATRONIKA

---

(2016; 55 Halaman + xiv halaman + Daftar Pustaka + Lampiran)

MAYANG LARASATI  
TEKNIK ELEKTRO  
TEKNIK ELEKTRONIKA  
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

Krisis energi memicu manusia untuk mengembangkan energi alternatif yang lebih ramah lingkungan. Salah satu aplikasi yang banyak dikembangkan adalah sumber energi *solar cell*. Pada perancangan ini, dilakukan studi dan penerapan kontrol PID (*Proportional-Integral-Derivative*) *buck converter* yang bekerja untuk menurunkan tegangan dari *solar cell* sebesar 17.5 volt hingga maksimal dalam pengetesan 21.1 volt untuk diturunkan menjadi 12 volt. Tegangan yang dibangkitkan oleh *converter* bertopologi *buck* akan diregulasi oleh kontrol PID sehingga sesuai dengan *set point* yang ditentukan. *Set point* ditentukan dengan nilai 12 volt untuk mencegah *over voltage* dan *under voltage* pada keluaran *buck converter*. PID diprogram pada mikrokontroler ATmega328P yang telah diintegrasikan dalam modul Arduino Uno. Dalam penerapan PID, terdapat konstanta  $K_p$ ,  $K_i$ ,  $K_d$  yang terlebih dahulu ditentukan dengan metode *try and error* pada *software* Matlab dengan editor *M-file*.

Kata kunci: *PID, Buck Converter, Solar Cell, MATLAB, Arduino, ATmega328P*

## **ABSTRACT**

### ***PID CONTROL IN BUCK CONVERTER 18 VDC - 12 VDC BASED ARDUINO MICROCONTROLLER ON SOLAR CELL ENERGY SOURCES AT MECHATRONICS LABORATORY***

---

***(2016; 55 Page + xiv Page + Bibliography + Attachment)***

MAYANG LARASATI  
ELECTRICAL ENGINEERING  
ELECTRONIC ENGINEERING  
STATE POLYTECHNIC OF SRIWIJAYA

*The energy crisis triggered people to develop alternative energy that are more environmentally friendly. One application that has been developed is the energy source of the solar cell. In this design, carried out the study and application control PID (Proportional-Integral-Derivative) buck converter that works to decrease the voltage of the solar cell to a maximum of 17.5 volts in test revealed to be 21.1 volts to 12 volts. The voltage generated by buck topology converter will be regulated by a PID control so that in accordance with the specified set point. Set point determined by the value of 12 volts to prevent over voltage and under voltage on the output buck converter. PID is programmed on ATmega328P microcontroller which has been integrated in the module Arduino Uno. In the application of PID, there are constants  $K_p$ ,  $K_i$ ,  $K_d$  is first determined by the method of trial and error in Matlab software with M-file editor.*

***Keywords: PID, Buck Converter, Solar Cell, MATLAB, Arduino, ATmega328P***

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT. yang telah memberikan nikmat kesehatan dan kekuatan serta berkat rahmat dan hidayahnya penulis dapat menyelesaikan Laporan Akhir ini yang berjudul **“Pengontrolan PID Pada *Buck Converter* 18 VDC – 12 VDC Berbasis Mikrokontroler Arduino Pada Sumber Energi *Solar Cell* Di Laboratorium Mekatronika”** dengan baik. Laporan Akhir ini dibuat untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam menyelesaikan pendidikan Diploma III pada jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Elektronika Politeknik Negeri Sriwijaya. Selama penyusunan laporan akhir ini penulis mendapatkan banyak hambatan dan kesulitan, namun berkat dorongan dan bimbingan dari berbagai pihak, segala hambatan dan kesulitan tersebut dapat terselesaikan. Untuk itu penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

**Bapak Yudi Wijanarko, S.T., M.T. Selaku pembimbing I**

**Bapak Selamat Muslimin, S.T., M.Kom. Selaku pembimbing II**

Penulis juga ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan laporan ini :

1. Bapak Dr. Ing. Ahmad Taqwa, M.T., selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya
2. Bapak Yudi Wijanarko, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Bapak H. Herman Yani, S.T., M.Eng., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Bapak Amperawan, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Elektronika Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Seluruh dosen dan staf di lingkungan Jurusan Teknik Elektro yang telah banyak membantu penulis menyelesaikan pembuatan alat dan laporan akhir.

6. Kepada kedua orang tua penulis yang tak terhingga perjuangannya yang selama ini selalu memberikan semangat, doa dan dukungan moril dan materil
7. Teman-teman seperjuangan kelas 6 EC yang telah membantu dengan berbagi pengetahuan dalam pembuatan laporan akhir ini.
8. Teman satu teamku tersayang, Yuli Yana, Repaldo Alpares, Christian Parulian Samosir, dan Maulana Habibbie Sadik.
9. Teman-teman seperjuangan teknik elektronika, 6EA, 6EB, 6ED.
10. Untuk kak Mgs. Deny Ramadhan, kak Okta Reza, kak Hari Purmanta Siagian, Harris, Sugeng Andrianto, Ike Marlina, Wismoyo, dan Kgs. Moch Fachri yang senantiasa membantu penulis dalam pengerjaan alat, memberikan semangat, doa dan lainnya.
11. Pak Suhardi, Pak Asmuni, Ibu Sri, Pak Jun, Pak Toto yang telah rela membantu penulis dalam kekurangan komponen dan hal apapun saat pembuatan alat di bengkel

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Laporan Akhir ini masih terdapat kekurangan dan kekeliruan, baik mengenai isi maupun cara penulisan. Untuk itu penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun.

Akhir kata penulis mengharapkan semoga Laporan Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua dan semoga segala bantuan serta bimbingan yang penulis dapatkan selama ini mendapat rahmat dan ridho dari Allah SWT, Aamiin Ya Robbal A'lamiiin.

Palembang, Juli 2016

Penulis



## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....</b>	<b>iii</b>
<b>MOTTO .....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiv</b>

### **BAB I PENDAHULUAN**

1.1	Latar Belakang .....	1
1.2	Perumusan Masalah .....	2
1.3	Pembatasan Masalah .....	2
1.4	Tujuan dan Manfaat .....	3
1.5	Metodologi Penulisan .....	3
1.5	Sistematika Penulisan .....	3

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

2.1	<i>Solar Cell</i> .....	5
2.1.1	Karakteristik Solar Cell.....	5
2.1.2	Teknologi <i>Crystalline Solar cell</i> .....	6
2.2	<i>DC – DC Converter</i> .....	9
2.2.1	<i>Buck Converter</i> .....	9
2.2.2	<i>Boost Converter</i> .....	11
2.2.3	<i>Buck-Bost Converter</i> .....	12
2.3	<i>Accumulator</i> .....	12
2.3.1	Macam dan Cara Kerja Aki .....	14

2.3.2	Konstruksi Aki .....	15
2.4	Board Arduino Uno.....	16
2.4.1	Bagian-bagian Board Arduino Uno .....	17
2.5	PID Controller.....	19

### **BAB III RANCANG BANGUN ALAT**

3.1	Blok Diagram Rangkaian Solar Cell.....	23
3.2	Tahap Perancangan .....	27
3.2.1	Perancangan Elektronik .....	27
3.2.2	Perancangan Mekanik.....	33
3.3	Instalasi <i>Software</i> IDE ARDUINO .....	35
3.4	Langkah Percobaan <i>Software</i> MATLAB.....	38

### **BAB IV PEMBAHASAN**

4.1	Pembahasan.....	43
4.2	Tujuan Pengukuran .....	43
4.3	Langkah-langkah Pengukuran .....	44
4.4	Pengukuran Menggunakan Multimeter, Luxmeter dan Matlab .....	44
4.5	Titik Uji Ukur .....	45
4.6	Data Hasil Pengukuran .....	46
4.6.1	Pengukuran <i>Supply</i> .....	46
4.6.2	Data Hasil Pengukuran dan Analisa .....	46

### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1	Kesimpulan .....	55
5.2	Saran .....	55

### **DAFTAR PUSTAKA**

### **LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>Hal</b>
2.1 Kurva karakteristik keluaran <i>solar cell</i> .....	5
2.2 Struktur <i>Solar cell</i> dan Tampak depan dari <i>Solar cell Crystalline Silicon</i> ..	6
2.3 <i>Panel Monocrystalline</i> Silikon .....	7
2.4 <i>Panel Polycrystalline</i> Silikon .....	8
2.5 Struktur solar cell silikon amorf.....	9
2.6 Topologi Buck Converter.....	10
2.7 Topologi <i>Boost Converter</i> .....	11
2.8 Topologi <i>Buck-Boost Converter</i> .....	12
2.9 Sel <i>accumulator</i> .....	14
2.10 Board Arduino Uno.....	16
2.11 Peta Pangalamatan Pin Atmega328P .....	17
2.12 Blok Diagram PID <i>controller</i> .....	20
3.1 Blok Diagram Sistem Solar Cell.....	24
3.2 Blok Diagram Rangkaian <i>Buck Converter</i> .....	25
3.3 Flowchart Sistem .....	26
3.4 Rancangan Diagram Alir Rangkaian <i>Buck Converter</i> .....	29
3.5 Rangkaian Skematik Board Arduino Uno .....	32
3.6 Rangkaian Skematik <i>Power Supply</i> .....	32
3.7 Rancangan rangkaian <i>buck converter</i> .....	33
3.8 Tampak depan mekanik <i>solar cell</i> .....	34
3.9 Tampak belakang mekanik <i>solar cell</i> .....	34
3.10 Tampak samping mekanik <i>solar cell</i> .....	34
3.11 Keterangan mekanik <i>solar cell</i> .....	35
3.12 File IDE Arduino .....	35
3.13 Persetujuan Instalasi Software IDE Arduino .....	35
3.14 Pilihan Instalasi <i>software</i> .....	36
3.15 Instalasi Folder.....	36
3.16 Proses Instalasi.....	37

3.17	Instalasi <i>Completed</i> .....	37
3.18	Tampilan awal software IDE Arduino .....	37
3.19	<i>Software</i> IDE Arduino .....	38
3.20	Tampilan Jendela Proses Penginstalan Tampilan <i>shortcut software</i> MATLAB pada desktop .....	39
3.21	Tampilan awal MATLAB .....	39
3.22	<i>Icon</i> Simulink pada menu bar MATLAB .....	40
3.23	Tampilan Simulink Library Browser .....	40
3.24	Langkah menambahkan model baru Simulink.....	40
3.25	Tampilan Model baru Simulink .....	41
3.26	Tampilan Libraries untuk susunan permodelan .....	41
3.27	<i>Icon New M-File</i> .....	42
3.28	Tampilan Editor M-File .....	42
4.1	Titik Pengukuran 1 .....	45
4.2	Grafik Intensitas Cahaya terhadap Tegangan pada pukul 10.00.....	48
4.3	Grafik Intensitas Cahaya terhadap Tegangan pada pukul 12.00.....	49
4.4	Grafik Intensitas Cahaya terhadap Tegangan pada pukul 15.00.....	50
4.5	Grafik Intensitas Cahaya Lampu Pijar 475 Watt terhadap Tegangan.....	52
4.6	Grafik Sistem <i>Buck Converter</i> dengan Pengendalian PID dan tanpa Pengendalian PID.....	53
4.7	Grafik Perbandingan <i>Rise Time</i> pada Sistem <i>Buck Converter</i> .....	54
4.8	Konstanta $K_p$ , $K_i$ , dan $K_d$ pada MATLAB Sistem <i>Buck Converter</i> .....	54

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Hal</b>
2.1 Keterangan pin ICSP pada Arduino Uno .....	18
4.1 Pengukuran Sumber Tegangan Pada Rangkaian <i>Buck Converter</i> .....	46
4.2 Data Hasil Pengukuran dengan sumber energi berasal dari cahaya matahari .....	46
4.3 Data Hasil Pengukuran dengan sumber energi berasal dari lampu pijar 475 Watt.....	51

## DAFTAR LAMPIRAN

### Lampiran

- 1 Surat Kesepakatan Bimbingan Laporan Akhir Pembimbing I
- 2 Surat Kesepakatan Bimbingan Laporan Akhir Pembimbing II
- 3 Lembar Konsultasi Laporan Akhir Pembimbing I
- 4 Lembar Konsultasi Laporan Akhir Pembimbing II
- 5 Surat Rekomendasi Mengikuti Sidang LA
- 6 Lembar Revisi Laporan Akhir
- 7 Datasheet MCP42100
- 8 Datasheet ATmega328P