



**PENGUNAAN MINI DVR SEBAGAI PEMULIH TEGANGAN
UNTUK PENGANTI UPS MENGGUNAKAN
PI CONTROLLER**

SKRIPSI

Oleh :

ALIF FIRDAUS

NIM : 081910201030

**PROGRAM STUDI STRATA-1 TEKNIK ELEKTRO
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2013**



**PENGGUNAAN MINI DVR SEBAGAI PEMULIH TEGANGAN
UNTUK PENGGANTI UPS MENGGUNAKAN
PI CONTROLLER**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Elektro (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh :

ALIF FIRDAUS

NIM : 081910201030

**PROGRAM STUDI STRATA-1 TEKNIK ELEKTRO
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2013**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini merupakan gerbang awal sebelum menuju kesuksesan selanjutnya dalam hidup. Untuk itu saya ingin mempersembahkan karya ini kepada:

- 1. Ibunda Fikholqis dan Ayahanda Wargiyo, terima kasih atas doa, dukungan, kasih sayang, kesabaran, ketabahan dan doa restunya;*
- 2. Teman dan sahabatku sebagai tempat berbagi suka dan duka yang tidak akan terlupakan karena kalianlah aku bisa seperti ini;*
- 3. Buat semua dosen, teman Project-D dan Jurusan Teknik Elektro. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan yang ikut dalam membantu dan berdoa;*
- 4. Guru-guruku sejak TK sampai Perguruan Tinggi yang terhormat, terima kasih telah memberikan ilmu dan mendidik dengan penuh kesabaran;*
- 5. Almamater Fakultas Teknik Universitas Jember.*

Tanpa kalian semua, karya ini tidak akan pernah selesai. Terima kasih banyak untuk bimbingan, doa serta kasih sayang yang telah saya terima.

MOTTO

“Man Jadda Wa Jadda (siapa yang bersungguh-sungguh, akan berhasil)”

“Bacalah dengan (menyebut) nama Tuhanmu Yang menciptakan. Dia telah menciptakan manusia dari Al'alaq. Bacalah, dan Tuhanmulah yang Maha Pemurah. Yang mengajar manusia dengan perantaraan kalam, mengajar manusia apa yang tidak diketahuinya”
(QS Al-'Alaq [96]: 1-5)

” Manusia tidak merancang untuk gagal, mereka gagal untuk merancang”
(William J. Siegel)

”Hiduplah seperti pohon kayu yang lebat buahnya; hidup di tepi jalan dan dilempari orang dengan batu, tetapi dibalas dengan buah”
(Abu Bakar Sibli)

” Bertakwalah pada Allah maka Allah akan mengajarimu. Sesungguhnya Allah Maha Mengetahui segala sesuatu.”
(QS Al-Baqarah: 282)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Alif Firdaus

NIM : 081910201030

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa proyek akhir yang berjudul: **Penggunaan Mini DVR Sebagai Pemulih Tegangan Untuk Pengganti UPS Menggunakan PI Controller** adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada institusi mana pun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Juni 2013

Yang menyatakan,

Alif Firdaus
NIM. 081910201030

SKRIPSI

**PENGUNAAN MINI DVR SEBAGAI PEMULIH TEGANGAN
UNTUK PENGANTI UPS MENGGUNAKAN
PI CONTROLLER**

Oleh

Alif Firdaus

NIM 081910201030

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dedy Kurnia Setyawan, S.T., M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Suprihadi Prasetyono, S.T., M.T.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul **Penggunaan Mini DVR Sebagai Pemulih Tegangan Untuk Pengganti UPS Menggunakan PI Controller** telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknik Universitas Jember pada:

Hari, tanggal :

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji

Pembimbing Utama,

Pembimbing Anggota,

Dedy Kurnia Setiawan, S.T., M.T.

NIP. 19800610 200501 1 003

Suprihadi Prasetyono, S.T., M.T.

NIP. 19700404 199601 1 001

Penguji I,

Penguji II,

Dr. Bambang Sri Kaloko, S.T.,M.T.

NIP. 19710402 200312 1 001

Dr. Triwahju Hardianto, S.T.,M.T.

NIP. 19700826 199702 1 001

Mengesahkan

Dekan,

Ir. Widyono Hadi, M.T.

NIP. 19610414 198902 1 001

PRAKATA

Bismillahirrohmanirrohim

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga skripsi yang berjudul **Penggunaan Mini DVR Sebagai Pemulih Tegangan Untuk Pengganti UPS Menggunakan Pi Controller** dapat terselesaikan dengan baik. Laporan skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

Terselesainya skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu disampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Ir. Widiono Hadi, MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember;
2. Sumardi, ST, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember;
3. Dedy Kurnia Setiawan, ST., MT selaku dosen pembimbing Utama dan Suprihadi Prasetyono, ST., MT. selaku dosen pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu dan pikiran guna memberikan bimbingan dan pengarahan demi terselesainya penulisan laporan skripsi ini;
4. Bapak Dr. Bambang Sri Kaloko, S.T.,M.T. dan Bapak Dr. Triwahju Hardianto, S.T.,M.T., selaku Tim Penguji Skripsi yang telah meluangkan waktu memberikan pengarahan demi terselesainya penulisan skripsi ini;
5. Ibunda Fikholqis, Ayahanda Wargiyo, dan adikku Ahda terima kasih atas doa, dukungan, ketulusan, kasih sayang, kesabaran, ketabahan dan doa restunya;
6. Teman-teman seperjuangan di teknik elektro yang telah membantu meluangkan pikiran dan tenaga demi terselesainya laporan tugas akhir ini.

Semoga laporan skripsi ini dapat bermanfaat dalam mengembangkan ilmu pengetahuan khususnya untuk disiplin ilmu teknik elektro, kritik dan saran diharapkan terus mengalir untuk lebih menyempurnakan skripsi ini dan diharapkan dapat dikembangkan untuk penelitian-penelitian selanjutnya.

Jember, Juni 2013

Penyusun

Penggunaan Mini DVR Sebagai Pemulih Tegangan Untuk Pengganti UPS Menggunakan PI Controller

Alif Firdaus

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember

ABSTRAK

Tegangan jatuh dan pemadaman listrik merupakan gangguan listrik yang apabila terus terjadi dapat merusak komponen listrik. Penelitian ini merupakan perancangan penstabil tegangan akibat gangguan tersebut. Tujuan dari penelitian ini adalah menggabungkan prinsip kerja dari DVR (*Dynamic Voltage Restorer*) dan UPS (*Uniterruptible Power System*). Setiap alat tersebut terdapat kekurangan dan kelebihan masing-masing. Penelitian ini bertujuan menggabungkan kelebihan tiap alat tersebut yaitu menstabilkan tegangan akibat tegangan jatuh fungsi dari DVR dan menjadi sumber listrik apabila terjadi pemadaman listrik fungsi dari UPS. Kontrol yang digunakan pada mini DVR adalah PI Controller dengan nilai $K_p=0.27$ dan $K_i=0.01$ yang merupakan nilai konstanta yang memberi nilai respon yang baik. Dengan menggunakan mini DVR, gangguan berupa jatuh tegangan dan pemadaman listrik dapat diatasi, sehingga peralatan listrik yang digunakan mendapat *supply* listrik yang stabil.

Kata kunci : DVR (*Dynamic Voltage Restorer*), tegangan jatuh, pemadaman listrik, PI Controller, UPS (*Uniterruptible Power System*).

The Using Of Mini DVR as Voltage Restorer for Replace UPS

by PI Controller

Alif Firdaus

Departement of Electrical Engineering, Fakultas of Engineering, University of Jember

ABSTRACT

Voltage drop and power outage are electrical disturbances that can happening if it continues to damage the electrical components. This study is the design of the interference a voltage stabilizer. The purpose of this study is to combine the working principle of a DVR (Dynamic Voltage Restorer) and UPS (Uninterruptible Power System). Each of these tools there are shortages and advantages of each. This research aims to combine the advantages of each of these tools is to stabilize the voltage due to the voltage drop of the DVR functions and a power source in the event of a power outage the UPS function. The controls used in mini DVR is a PI controller with $K_p = 0,27$ and $K_i = 0,01$ which is a constant value which gave a good response. By using a mini DVR, interference voltage drop and power outages can resolved, so that the equipment gets used electricity were stable electricity supply.

KeyWord : DVR (Dynamic Voltage Restorer), drop voltage, voltage outage, PI Controller, UPS (Uninterruptible Power System).

RINGKASAN

Penggunaan Mini DVR Sebagai Pemulih Tegangan Untuk Pengganti Ups Menggunakan PI Controller: Alif Firdaus : 081910201030: 2013: Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember

Akibat berkembangnya dunia industri saat ini, kebutuhan listrik menjadi kebutuhan yang harus terpenuhi, tidak hanya makanan yang penting bagi kehidupan, tapi listrik juga menjadi kebutuhan penting pada era sekarang. Kualitas listrik yang disalurkan ke konsumen tersebut haruslah memenuhi standar, antara lain dapat ditinjau dari gangguan yang sering terjadi pada konsumen. Gangguan yang sering terjadi biasanya berupa teagangan jatuh dan pemadaman listrik pada tegangan rendah. Oleh karena itu perlu adanya suatu alat yang dapat meminimalisir gangguan tersebut salah satunya adalah DVR dan UPS.

DVR (*Dynamic Voltage Restorer*) adalah suatu alat penginjeksi tegangan terkontrol pada suatu sistem kelistrikan apabila terjadi gangguan berupa tegangan sumber yang fluktuatif, sehingga tegangan pada beban dapat stabil. UPS (*Uninterruptible Power System*) adalah sebuah alat penyedia daya listrik apabila terjadi gangguan berupa tegangan sumber mati atau padam. Oleh karena itu perlu adanya suatu alat yang dapat meminimalisis gangguan berupa tegangan sumber yang fluktuatif dan tegangan sumber mati yaitu mini DVR yang dirancang pada penelitian ini.

Mini DVR pada penelitian ini menggunakan *PI Controller* dengan metode *try and error*. Mini DVR terdiri dari beberapa bagian antara lain sumber DC yang nantinya akan dirubah dalam bentuk tegangan AC, inverter merupakan bagian yang mengubah tegangan DC menjadi AC, selain itu terdapat sebuah kontrol yang akan mengontrol level dari inverter apakah harus menghasilkan tegangan besar atau kecil, sebuah sensor yang menjadi referensi kontrol itu. Bagian-bagian tersebut dirancang

dan dilakukan pengujian terlebih dahulu sebelum dirakit menjadi sebuah mini DVR. Langkah terakhir dalam penelitian ini adalah penyusunan bagian-bagian tersebut menjadi mini DVR dan dilakukan analisis kinerjanya.

Dari pengujian yang dilakukana, konstanta $K_p=0,27$ dan $K_i=0,01$ merupakan konstanta yang memiliki respon baik dengan menggunakan metode *try and error*. Kesimpulan dari penelitian ini adalah mini DVR dapat meminimalisir gangguan tegangan yang terjadi. Hal ini sesuai dengan tujuan awal yaitu untuk meminimalisir gangguan berupa tegangan sumber yang fluktuatif dan pemadaman listrik.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBINGAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
PRAKATA	vii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	x
RINGKASAN	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Gangguan Tegangan.....	4
2.2 DVR (<i>Dynamic Voltage Restorer</i>)	9
2.2.1 Inverter	10
2.2.2 Filter	11
2.2.3 Sumber DC	13

2.2.4 PID Controller	14
2.2.5 Beban.....	15
2.3 UPS (<i>Uninterruptible Power Supply</i>)	20
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	22
3.1 Tempat dan waktu penelitian	22
3.2 Flowchart.....	22
3.3 Mini DVR.....	24
3.3.1 Tegangan Sumber AC	25
3.3.2 Beban.....	25
3.3.3 Sensor	26
3.3.4 Inverter PWM.....	26
3.3.5 PI Controller	27
3.3.6 Sumber DC	29
3.3.7 Transformator Seri	29
3.3.8 Rangkaian Driver Mosfet	31
3.4 UPS (<i>Uninterruptible Power Supply</i>).....	31
BAB 4. HASIL DAN ANALISA DATA	33
4.1 Pengambilan data	33
4.2 Perangkat dan Pengujian	33
4.2.1 Pengujian Analog Digitan Converter pada Sensor Tegangan ...	34
4.2.2 Pengujian PWM	36
4.2.3 Pengujian Kontrol PI.....	40
4.3 Pengujian dan Pembahasan	42
4.3.1 Tegangan Sumber Konstan	42
4.3.2 Tegangan Sumber Fluktuatif.....	43
a. Tegangan Sumber 200V-25V	43
b. Tegangan Sumber Naik-Turun	44
4.3.3 Tegangan Sumber Mati	46
4.3.4 Pengaruh Bertambahnya Daya Beban.....	47

4.3.5 Pengaruh Transformator Seri	48
BAB 5. PENUTUP.....	54
5.1 Kesimpulan.....	54
5.2 Saran.....	55
DAFTAR PUSTAKA	56
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Kategori dan karakteristik gangguan kualitas daya listrik (IEEE Std. 1159 – 1995)	5
Tabel 2.2 Tanggapan sistem kontrol PID terhadap perubahan parameter	15
Tabel 4.1 Data pengujian ADC	34
Tabel 4.2 Data output inverter akibat perubahan nilai PWM	39
Tabel 4.3 Data pengujian konstanta PI pada inverter	41
Tabel 4.4 Data pengujian tegangan sumber konstan	42
Tabel 4.5 Data pengujian tegangan sumber 200V-25V	43
Tabel 4.6 Data pengujian tegangan sumber fluktuatif naik-turun.....	45
Tabel 4.7 Data pengujian mini DVR sebagai UPS	46
Tabel 4.8 Data pengujian pengaruh besar beban yang digunakan	47
Tabel 4.9 Data pengujian terhadap pengaruh transformator seri	50
Tabel 4.10 Data hasil simulasi pengaruh transformator seri.....	52

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Diagram segaris simulasi tegangan kedip	6
Gambar 2.2 Diagram vektor dari tegangan kedip	7
Gambar 2.3 Gelombang terjadinya tegangan kedip	7
Gambar 2.4 Klasifikasi besar dan durasi tegangan standart IEEE	8
Gambar 2.5 Inverter 1 fasa	10
Gambar 2.6 Inverter 3 fasa	11
Gambar 2.7 Gelombang beban resistif gelombang AC	17
Gambar 2.8 Grafik arus dan tegangan pada beban resistif	17
Gambar 2.9 Gelombang beban induktif gelombang AC	18
Gambar 2.10 Grafik arus dan tegangan pada beban induktif	18
Gambar 2.11 Gelombang beban kapasitif gelombang AC	19
Gambar 2.12 Grafik arus dan tegangan pada beban kapasitif	19
Gambar 3.1 Alur penelitian	23
Gambar 3.2 Blok diagram DVR	25
Gambar 3.3 Sensor tegangan	26
Gambar 3.4 (a) Inverter <i>full bridge</i> ; (b) Mosfet IRFZ44N	27
Gambar 3.5 (a) ATMEGA 16; (b) Konfigurasi pin ATMEGA 16	29
Gambar 3.6 Tranformator step up	30
Gambar 3.7 Rangkain driver mosfet	31
Gambar 4.1 Grafik perbandingan antara ADC praktek dan teori	35
Gambar 4.2 PWM <i>duty cycle</i> 0%	37
Gambar 4.3 PWM <i>duty cycle</i> 10%	38
Gambar 4.4 PWM <i>duty cycle</i> 25%	38
Gambar 4.5 PWM <i>duty cycle</i> 50%	38
Gambar 4.6 PWM <i>duty cycle</i> 75%	38

Gambar 4.7 PWM <i>duty cycle</i> 90%	39
Gambar 4.8 PWM <i>duty cycle</i> 100%	39
Gambar 4.9 Grafik perbandingan antara <i>duty cycle</i> dengan tegangan output inverter.....	40
Gambar 4.10 Desain kontrol PI untuk mengatur tegangan inverter.....	41
Gambar 4.11 Grafik perbandingan tegangan sumber dengan tegangan beban	44
Gambar 4.12 Grafik perbandingan tegangan sumber fluktuatif dengan tegangan beban.....	45
Gambar 4.13 Grafik perbandingan mini DVR dengan UPS pasaran.....	47
Gambar 4.14 Grafik perbandingan tegangan inverter terhadap bertambahnya daya beban	48
Gambar 4.15 Grafik perbandingan tegangan inverter akibat induktansi pada transformator seri	51
Gambar 4.16 (a) Rangkaian Trafo; (b) Rangkaian pengganti trafo	51
Gambar 4.17 Terjadinya pergeseran tegangan menggunakan simulasi	52