

**PENGONTROLAN TEGANGAN *OUPUT* PADA *PLANT* GENERATOR
SET DC (TYPE 73411) DI LABORATORIUM SISTEM KONTROL
MENGUNAKAN *SELF-TUNING CONTROLLER* (STC)**

SKRIPSI

TEKNIK ELEKTRO KONSENTRASI TEKNIK KONTROL

Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik



MUHAMMAD ALFIAN PALKKA
NIM. 145060301111075

UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG
2018

LEMBAR PENGESAHAN

**PENGONTROLAN TEGANGAN *OUPUT* PADA *PLANT*
GENERATOR SET DC (TYPE 73411) DI LABORATORIUM SISTEM
KONTROL MENGGUNAKAN *SELF-TUNING CONTROLLER* (STC)**

SKRIPSI

TEKNIK ELEKTRO KONSENTRASI TEKNIK KONTROL

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



MUHAMMAD ALFIAN PALKKA

NIM. 145060301111075

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing

Pada tanggal 24 Juli 2018

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro

Dosen Pembimbing

Ir. Hadi Suyono, ST., MT., Ph.D., IPM

NIP. 197305202008011013

Goegoes Dwi Nusantoro, ST., MT.

NIP. 197110132006041001

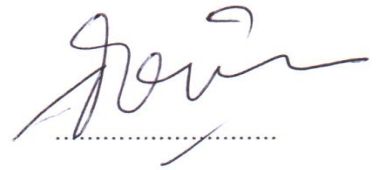
JUDUL SKRIPSI :

PENGONTROLAN TEGANGAN *OUTPUT* PADA *PLANT* GENERATOR SET DC (TYPE 73411) DI LABORATORIUM SISTEM KONTROL MENGGUNAKAN *SELF-TUNING CONTROLLER* (STC)

Nama Mahasiswa : Muhammad Alfian Palkka
NIM : 145060301111075
Program Studi : Teknik Elektro
Konsentrasi : Teknik Kontrol

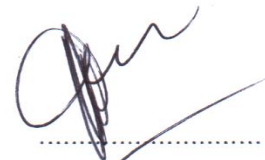
KOMISI PEMBIMBING :

Ketua : Goegoes Dwi Nusantoro, S.T, M.T.

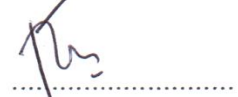


TIM DOSEN PENGUJI :

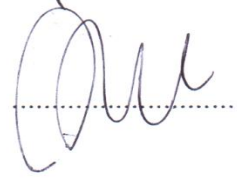
Dosen Penguji 1 : Ir. Purwanto, M.T.



Dosen Penguji 2 : Rahmadwati, S.T., M.T., Ph.D.



Dosen Penguji 3 : Dr. Ir. Bambang Siswojo, M.T.



Tanggal Ujian : 20 Juli 2018

SK Penguji : No. 1498 Tahun 2018

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Malang, Juli 2018

Mahasiswa,

Muhammad Alfian Palkka

NIM. 145060301111075

PENGANTAR

Bismillahirrohmanirrohim. Alhamdulillah, puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengontrolan Tegangan *Ouput* Pada *Plant* Generator Set DC (Type 73411) Di Laboratorium Sistem Kontrol Menggunakan *Self-Tuning Controller* (STC)” dengan baik. Tak lepas shalawat serta salam tercurahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW yang telah menjadi suri tauladan bagi yang mengharapkan rahmat dan hidayah-Nya.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan serta dorongan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar – besarnya kepada:

- Mama dan Ayah tercinta, Ibu Sri Rachmi Firdausi dan Bapak Yunalis Zain yang selalu memberikan kasih sayang dan doa yang tak pernah putus.
- Adik tersayang, Rifqi Farrel Muhammad dan Yafi Nabil Muhammad yang memberikan semangat.
- Saudara tersayang, Merry, Regina, Luthfy, Ian, Aal, dan Dani.
- Hadi Suyono, ST., MT., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya.
- Ir. Nurussa’adah, MT. selaku Sekertaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya.
- Ali Mustofa, ST., MT. selaku Ketua Program Studi S1 Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya.
- Ir. Purwanto, MT. selaku KKDK Teknik Kontrol.
- Dr. Ir. Erni Yudaningtyas, MT. selaku Kepala Laboratorium Sistem Kontrol yang selalu memberikan dukungan dan motivasi.
- Goegoes Dwi Nusantoro, ST., MT. sebagai dosen pembimbing yang telah banyak memberikan kesempatan, nasehat, pengarahan, motivasi, saran dan masukan.
- Mbak Eka Desiana sebagai pranata laboratorium sistem kontrol yang selalu memberikan dukungan, motivasi, dan berbagi cerita.
- Teman-teman asisten laboratorium sistem kontrol, Mas Yudha, Mas Zaini, Mas Iqbal, Mas Ronny, Mas Rifan, Mba Anna, Mba Diana, Iqbal, Alfin, Aldi, Pangky, Vilard, Bobby, Canggih, Iqbal, Yoppy, Ateng, Firda, Nike, Godham, Kukuh N, Fajar, Karil, Galih, Rizal, Ikma, Amel, Candra, Adrian, dan Tri Agung terimakasih telah memberikan bannyak bantuan dan canda tawa.
- Mbak Diana, Mas Yudha, dan Mas Ronny yang telah memberikan bantuan dan motivasi

- Octa, Galih, Ridho, Revo, dan Canggih yang telah memberikan bantuan
- Teman teman pengurus inti EME HME FT UB Periode 2017/2018, Gammal, Ical, Jihad, Vio, Titah, Bang Rif, Raka, Wildan, dan Danang selaku Ketua Angkatan yang memberikan dukungan.
- Teman-teman seperjuangan SMA, Dinan, Pixa, Raihan, Sasa, dan Kepas yang selalu memberikan keceriaan.
- Teman-teman Kontrakan Sumbersari 90, Ichi, Magnus, Murpid, Boim, Ralfi, dan Reza yang selalu berbagi keceriaan.
- Keluarga besar Teknik Kontrol 2014 dan Dioda 2014 untuk dukungan dan semangat.
- Halidazia untuk kesebaran, bantuan, saran, doa, dan semangat yang tak pernah putus.
- Semua pihak, yang telah memberikan bantuan serta dukungan baik secara langsung maupun tidak langsung atas penyusunan skripsi ini.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis menyadari bahwa skripsi ini belumlah sempurna, karena keterbatasan ilmu dan kendala-kendala lain yang terjadi selama pengerjaan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis berharap kritik dan saran untuk penyempurnaan tulisan di masa yang akan datang. Semoga tulisan ini dapat bermanfaat dan dapat digunakan untuk pengembangan lebih lanjut.

Malang, Juli 2018

Penulis

RINGKASAN

Muhammad Alfian Palkka, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Juli 2018, *Pengontrolan Tegangan Output Pada Plant Generator Set DC (Type 73411) Di Laboratorium Sistem Kontrol Menggunakan Self-Tuning Controller (STC)*, Dosen Pembimbing: Goegoes Dwi Nusantoro, ST., MT.

Plant motor generator DC 73411 merupakan salah satu panel pelatihan di Laboratorium Sistem Kontrol Universitas Brawijaya Malang. Plant motor generator DC 73411 memiliki karakteristik saat diberi beban maka tegangan *output* pada generator akan mengalami drop tegangan, sehingga mengakibatkan tegangan *output* tidak sesuai dengan apa yang diinginkan. Untuk mengatasi permasalahan tersebut maka digunakan kontroler PID dengan metode *self-tuning controller*. Pengontrolan dengan metode *self-tuning controller* mampu mengubah nilai parameter K_p , K_i , dan K_d secara terus menerus pada kontroler PID berdasarkan pembacaan *error* sampai respon mendekati dengan *setpoint*. Salah satu metode *self-tuning controller* yang dipakai dalam skripsi ini adalah Dahlin PID Controller. Metode pencarian estimasi dilakukan menggunakan *Recursive Least Square* (RLS), sehingga proses identifikasi berjalan secara *real-time*. Hasil penelitian menunjukkan respon sistem yang dihasilkan dari penggunaan *self-tuning controller* ini memiliki nilai error steady state dibawah 5% dan tidak memiliki overshoot. Pada pengujian dengan gangguan berupa beban resistif tegangan output dapat mendekati setpoint yang diinginkan dengan *recovery time* kurang dari 5 detik.

Kata Kunci: Generator DC, *Self-Tuning Controller*, *Recursive Least Square*.

SUMMARY

Muhammad Alfian Palkka, Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering University of Brawijaya, July 2018, *Control of Output Voltage Generator Set DC (type 73411) in Control System Laboratory Using Self-Tuning Controller (STC)*, Academic Supervisor: Goegoes Dwi Nusantoro, ST., MT

73411 DC motor generator plant is one of training panel in Control System Laboratory of Malang Brawijaya University. 73411 DC motor generator plant have a characteristic, the generator's output will coming through voltage drop if be given load and because of that, resulting in an output voltage not in accordance with what is desired. To solve the problem, use the methods of self-tuning controllers. By using self-tuning controller parameter values K_p , K_i , and K_d will change constantly until the response in steady state state based on error system. One method of self-tuning controller used in this undergraduate thesis is Dahlin PID Controller. For estimation searching, using the estimation method Recursive Least Square (RLS), so the identification process runs in real-time. According to the research, response systems resulting from the use of self-tuning PID controller when the system is not given disorder has an average value of steady state error below 5% and experienced no overshoot. In the test when given the disturbances of resistive load the output voltage can approach the desired setpoint with recovery time less than 5 seconds.

Keywords: *DC Generator, Self-Tuning Controller, Recursive Least Square.*

DAFTAR ISI

RINGKASAN	i
SUMMARY	ii
PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan	3
1.5 Manfaat	3
BAB II DASAR TEORI	5
2.1 Generator <i>Direct Current</i> (DC)	5
2.2 Plant Motor Generator DC (73411).....	7
2.3 Sensor Tegangan.....	7
2.4 STM32F4 <i>Discovery</i>	8
2.5 <i>Driver motor H-Bridge</i> L289.....	9
2.6 Beban Resistif	10
2.7 <i>Pulse Width Modulation</i> (PWM).....	11
2.8 Matlab R2013a.....	12
2.9 Kontroler.....	12
2.9.1 Kontroler Proporsional (P).....	13
2.9.2 Kontroler <i>Integral</i> (I)	13
2.9.3 Kontroler Differensial (D).....	14
2.9.4 Kontroler Proporsional <i>Integral</i> Differensial (PID).....	14
2.10 <i>Self-Tuning Controller</i> (STC).....	15
2.11 <i>Recursive Least Square</i> (RLS).....	16
2.12 Dahlin PID <i>Controller</i>	18

BAB III METODE PENELITIAN.....	21
3.1 Perancangan Diagram Blok Sistem	21
3.2 Spesifikasi Desain.....	22
3.3 Karakterisasi Setiap Blok.....	22
3.3.1 Karakterisasi Plant Motor Generator DC 73411	22
3.3.2 Karakterisasi <i>Driver</i> L298.....	24
3.3.3 Karakterisasi Sensor Tegangan	26
3.3.4 Karakterisasi Pengujian Gangguan pada <i>Plant</i> Generator DC 73411	28
3.4 Perancangan Perangkat Keras.....	30
3.5 Perancangan dan Pembuatan Program <i>Self-Tuning Controller</i>	30
3.6 Penentuan Nilai Awal Parameter Estimasi Dan Parameter Kontrol.....	35
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	37
4.1 Pengujian Sistem Tanpa Gangguan	37
4.2 Pengujian Sistem Dengan Beberapa Gangguan.....	39
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	45
5.1 Kesimpulan	45
5.2 Saran	45
DAFTAR PUSTAKA	47
LAMPIRAN	49

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Konstruksi generator DC.....	4
Gambar 2.2 <i>Plant</i> motor generator DC.....	5
Gambar 2.3 Sensor tegangan	6
Gambar 2.4 STM32F4 <i>Discovery</i>	
Gambar 2.5 Driver motor L298	7
Gambar 2.6 Beban resistif jenis lampu pijar.....	8
Gambar 2.7 Sinyal PWM.....	8
Gambar 2.8 Tampilan Software Matlab R2013a	12
Gambar 2.9 Diagram Blok Kontroler <i>Proportional</i>	14
Gambar 2.10 Diagram Blok Kontroler <i>Integral</i>	16
Gambar 2.11 Diagram Blok kontroler <i>Derivative</i>	18
Gambar 2.12 Diagram Blok Kontroler PID	20
Gambar 2.13 Diagram Blok <i>Self-Tuning Controller</i>	21
Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem	22
Gambar 3.2 Perubahan tegangan keluaran terhadap tegangan masukan motor generator DC	26
Gambar 3.3 Perubahan tegangan keluaran <i>driver</i> terhadap <i>duty cycle</i>	28
Gambar 3.4 Perubahan tegangan pembacaan sensor terhadap tegangan masukan generator DC	28
Gambar 3.5 Perubahan tegangan keluaran saat diberikan gangguan beban 0,8 watt	28
Gambar 3.6 Perubahan tegangan keluaran saat diberikan gangguan beban 1,6 watt	29
Gambar 3.7 Perubahan tegangan keluaran saat diberikan gangguan beban 3,4 watt	30
Gambar 3.8 Skema pembuatan perangkat keras	30
Gambar 3.9 <i>Power Supply Unit (PSU)</i>	30
Gambar 3.10 STM32F4 <i>Discovery</i>	31
Gambar 3.11 Sensor tegangan	32
Gambar 3.12 <i>Driver motor</i> L298	32
Gambar 3.13 Rangkaian beban resistif	32
Gambar 3.14 Komputer yang terinstall cocox code	33

Gambar 3.15 <i>Plant</i> motor generator DC 73411	34
Gambar 3.16 Struktur model ARX 35	34
Gambar 3.17 <i>System Indetification Tool</i>	35
Gambar 3.18 Sinyal output dari estimasi model.....	35
Gambar 3.19 <i>Flowchart</i> sistem keseluruhan	36
Gambar 4.1 Respon sistem dengan setpoint 12 volt.....	37
Gambar 4.2 Perubahan nilai estimasi dengan setpoint 12 volt	38
Gambar 4.3 Perubahan nilai parameter gain kontroler PID dengan setpoint 12 volt	38
Gambar 4.4 Respon sistem dengan setpoint 12 volt dengan gangguan beban 0,8 watt	39
Gambar 4.5 Perubahan nilai estimasi pada setpoint 12 volt dengan gangguan beban 0,8 watt	40
Gambar 4.6 Perubahan nilai parameter kontroler PID pada setpoint 12 volt dengan gangguan beban 0,8 watt.....	40
Gambar 4.7 Respon sistem dengan setpoint 12 volt dengan gangguan beban 1,6 watt	41
Gambar 4.8 Perubahan nilai estimasi dengan setpoint 12 volt dengan gangguan beban 1,6 watt	41
Gambar 4.9 Perubahan nilai parameter kontroler PID pada setpoint 12 V dengan gangguan beban 1,6 W	42
Gambar 4.10 Respon sistem dengan setpoint 12 V dengan gangguan beban 3,4 W	43
Gambar 4.11 Perubahan nilai estimasi dengan setpoint 12 V dengan gangguan beban 3,4 W	43
Gambar 4.12 Perubahan nilai parameter kontroler PID pada setpoint 12 V dengan gangguan beban 3,4 W	43

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Nilai tegangan keluaran terhadap tegangan masukan motor generator DC.....	17
Tabel 3.2 Nilai tegangan keluaran <i>driver</i> terhadap masukan sinyal PWM	19
Tabel 3.3 Nilai tegangan pembacaan sensor terhadap tegangan masukan motor generator DC	20

