

**PERANCANGAN SISTEM KONTROL RASIO SUHU DAN *LEVEL*
PADA *PLANT* TANGKI AIR 73426**

SKRIPSI

TEKNIK ELEKTRO KONSENTRASI TEKNIK KONTROL

**Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik**



BERRY VIRAWAN SARAGIH

NIM. 135060300111058

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS TEKNIK

MALANG

2018

LEMBAR PENGESAHAN

**PERANCANGAN SISTEM KONTROL RASIO SUHU DAN *LEVEL*
PADA *PLANT* TANGKI AIR 73426**

SKRIPSI

TEKNIK ELEKTRO KONSENTRASI TEKNIK KONTROL

**Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik**



**Berry Virawan Saragih
NIM. 135060300111058**

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing
Pada tanggal 19 Januari 2018

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

**Ir. Purwanto, MT.
NIP. 19711013 200604 1 001**

**Ir. Dipl. -Ing M. Rusli.
NIP. 19630104 198701 1 001**

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro**

**Ir. Hadi Suyono, S.T., M.T., Ph.D., IPM.
NIP. 19730520 20081 1 013**

JUDUL SKRIPSI:

PERANCANGAN SISTEM KONTROL RASIO SUHU DAN *LEVEL* PADA *PLANT*
TANGKI AIR 73426 DENGAN PENGENDALI PID

Nama Mahasiswa : BERRY VIRAWAN SARAGIH

NIM : 135060300111058

Program Studi : TEKNIK ELEKTRO

Konsentrasi : TEKNIK KONTROL

Komisi Pembimbing :

Ketua : Ir. Purwanto, MT

Anggota : Ir. Dipl. -Ing M. Rusli

Tim Dosen Penguji :

Dosen Penguji 1 : Dr. Ir. Erni Yudaningtyas, MT

Dosen Penguji 2 : M. Aziz Muslim, ST., MT., Ph.D

Dosen Penguji 3 : Goegoes Dwi Nusantoro, ST., MT

Tanggal Ujian : 12 Januari 2018

SK Penguji : 019/UN.10.F07/SK/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, 19 Januari 2018

Mahasiswa,

BERRY VIRAWAN SARAGIH
NIM. 135060300111058

RINGKASAN

Berry Virawan Saragih, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Januari 2018, Perancangan Sistem Kontrol Rasio Suhu Dan *Level* Pada *Plant* Tangki Air 73426 Dengan Pengendali PID, Dosen Pembimbing: Mochammad Rusli dan Purwanto.

Plant tangki air 73426 merupakan salah satu prototipe di Laboratorium Sistem Kontrol Universitas Brawijaya Malang. Pengontrolan *plant* tangki air 73426 dilakukan menggunakan kontroler digital karena kontroler digital memiliki banyak keuntungan dibandingkan kontroler analog, diantaranya memiliki kinerja yang lebih baik, biaya yang rendah, dan tahan terhadap noise. Penerapan metode kontrol rasio dilakukan agar respon sistem memiliki *error steady state (offset)* yang kurang dari atau sama dengan 2 %. Pencarian parameter K_p , K_i , dan K_d , serta model sistem dilakukan menggunakan metode Ziegler-Nichols dengan memberi masukan berupa *unit step* dan mendapatkan respon membentuk huruf S. Kurva yang membentuk huruf S dikarakteristikan menjadi dua konstanta, yaitu waktu tunda L dan konstanta waktu T , dilanjutkan dengan pencarian parameter kontrol PID melalui tabel penalaan Ziegler– Nichols, didapatkan nilai parameter kontroler PID $K_p = 3,46$ $K_i = 0,96$ dan $K_d = 3,11$. Dari hasil simulasi dengan *setpoint* 60°C , diperoleh respon temperatur *error steady state* 0,062%, respon *level error steady state* 0,085%, dan rasio *level* dan temperatur pada *plant* tangki air 73426 sebesar 0,5.

Kata kunci: *Plant* Tangki Air 73426, Sistem Kontrol Rasio, PID

SUMMARY

Berry Virawan Saragih, *Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, University of Brawijaya, Januari 2018, Design of Level and Temperature Control System with Ratio Control on Water Tank 73426 with PID Controller, Academic Supervisor: Mochammad Rusli and Purwanto.*

73426 Water Tank plant is one of prototype in Control System Laboratory of Malang Brawijaya University. The control of the water tank plant 73426 is carried out using a digital controller because the digital controller has many advantages over analog controllers, including having better performance, lower cost, and noise resistance. The application of ratio control method is done so that the system response has steady state error (offset) less or equal than 2%. The parameters of K_p , K_i , and K_d , and system model are using Ziegler-Nichols method by giving input in step unit and get S form response. The curves that make the letter S are characterized into two constants, the delay time L and the time constant T , Followed by the search of PID control parameters through the Ziegler-Nichols tuning table, obtained PID controller parameter values $K_p = 3.46$ $K_i = 0.96$ and $K_d = 3.11$. From the simulation result with setpoint 60°C , temperature response obtained with steady state error 0,062%, response of level has error of steady state 0,085%, and the ratio of level and temperature at water tank 73426 is 0,5.

Keywords: Water Tank, Ratio Control, PID

PENGANTAR

Segala puji syukur bagi Tuhan Yang Maha Esa berkat segala limpahan rahmat-Nya, penulisan laporan Skripsi berjudul “Perancangan Sistem Kontrol Rasio Temperature Dan *Level* Pada *Plant* Tangki Air 73426 Dengan Pengendali PID” dapat diselesaikan dengan baik.

Tak lupa penulis juga mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak yang membantu terselesaikannya laporan skripsi ini.

1. Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan kelancaran, kemudahan, ilham dan berkatnya.
2. Viktor L Saragih dan Rahayu MT Malau selaku orang tua penulis yang segenap hati mendukung dan mendoakan terselesainya skripsi ini secara moril dan materil.
3. Keluarga tercinta yang segenap hati mendukung dan mendoakan terselesainya skripsi ini.
4. Hadi Suyono, S.T., M.T., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya.
5. Ir. Nurussa’adah, M.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya.
6. Ali Mustofa, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya.
7. Ir. Purwanto, M.T. selaku Ketua Kelompok Dosen Keahlian Elektronika Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya.
8. Ir. Dipl. -Ing M. Rusli dan Goegoes Dwi Nusantoro, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing I dan Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan sehingga skripsi ini dapat terelesaikan.
9. Teman-teman Spectrum 2013 yang selalu memberikan dorongan semangat kepada penulis.
10. Teman-teman Kontrol 2013 yang selalu memberikan dorongan semangat kepada penulis.
11. Kristine Marinus Rosalina Butarbutar selaku pacar saya, yang selalu mendukung baik itu secara moril dan materil sehingga saya bisa menyelesaikan skripsi ini.
12. Labotorium Sistem Kontrol sebagai tempat saya melakukan pengambilan data untuk menyelesaikan 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, Januari 2018

Penulis

DAFTAR ISI

RINGKASAN	5
SUMMARY	6
PENGANTAR	7
DAFTAR ISI.....	9
DAFTAR GAMBAR.....	11
DAFTAR TABEL	13
BAB I PENDAHULUAN.....	Error! Bookmark not defined.
1.1 Latar Belakang.....	Error! Bookmark not defined.
1.2 Rumusan Masalah.....	Error! Bookmark not defined.
1.3 Batasan Masalah	Error! Bookmark not defined.
1.4 Tujuan	Error! Bookmark not defined.
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	Error! Bookmark not defined.
2.1 <i>Plant</i> Tangki Air 73426	Error! Bookmark not defined.
2.2 Kontroler	Error! Bookmark not defined.
2.2.1 Kontroler Proporsional (P)	Error! Bookmark not defined.
2.2.2 Kontroler Integral (I)	Error! Bookmark not defined.
2.2.3 Kontroler Proporsional Integral (PI).....	Error! Bookmark not defined.
2.2.4 Kontroler Proporsional Integral Diferensial (PID)	Error! Bookmark not defined.
2.3 Sistem Orde Satu.....	Error! Bookmark not defined.
2.4 Sistem Orde Dua	Error! Bookmark not defined.
2.5 <i>Feedforward</i> (Umpan Balik)	Error! Bookmark not defined.
2.6 Sistem Kontrol Rasio	Error! Bookmark not defined.
2.7 Fungsi Alih	Error! Bookmark not defined.
2.8 Metode <i>Tuning</i> Ziegler Nichols	Error! Bookmark not defined.
BAB III METODE PENELITIAN.....	Error! Bookmark not defined.
3.1 Perancangan Diagram Sistem	Error! Bookmark not defined.
3.2 Spesifikasi Desain	Error! Bookmark not defined.
3.3 Pemodelan Matematis Sistem	Error! Bookmark not defined.
3.3.1 Fungsi Alih <i>Plant</i> Tangki Air 73426.....	Error! Bookmark not defined.
3.3.2 Fungsi Alih <i>Heater</i>	Error! Bookmark not defined.

- 3.3.3 AFR (*Air Fuel Ratio*) **Error! Bookmark not defined.**
- 3.3.4 Model Matematis Sistem Secara Keseluruhan **Error! Bookmark not defined.**
- 3.3.5 Parameter Kontroler PID pada *Level*..... **Error! Bookmark not defined.**
- 3.3.6 Parameter Kontroler PID pada *Temperature*..... **Error! Bookmark not defined.**

BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISIS SIMULASI SISTEMError! Bookmark not defined.

- 4.1 Respon Sistem Dengan *Setpoint* 60 °C..... **Error! Bookmark not defined.**
- 4.2 Respon Sistem Dengan *Setpoint* 80 °C..... **Error! Bookmark not defined.**
- 4.3 Respon Sistem Dengan *Setpoint* 100°C **Error! Bookmark not defined.**
- 4.4 Respon Sistem Dengan *Setpoint* 60°C Dengan Gangguan... **Error! Bookmark not defined.**
- 4.5 Respon Sistem Dengan *Setpoint* 80°C Dengan Gangguan... **Error! Bookmark not defined.**
- 4.6 Respon Sistem Dengan *Setpoint* 100°C Dengan Gangguan. **Error! Bookmark not defined.**

BAB V PENUTUP..... **Error! Bookmark not defined.**

- 5.1 Kesimpulan..... **Error! Bookmark not defined.**
- 5.2 Saran **Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR PUSTAKA..... **Error! Bookmark not defined.**

LAMPIRAN..... **Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR GAMBAR

<u>Gambar 2.1 <i>Plant</i> Tangki Air 73426</u>	3
<u>Gambar 2.2 Diagram Blok Kontroler Proporsional</u>	4
<u>Gambar 2.3 Diagram Blok Kontroler Integral</u>	5
<u>Gambar 2.4 Diagram Blok Kontroler Proporsional Integral</u>	5
<u>Gambar 2.5 Diagram Blok Kontroler Proporsional Integral Proporsional</u>	6
<u>Gambar 2.6 Respon <i>Unit Step</i> Sistem Orde Satu</u>	7
<u>Gambar 2.7 Kurva Respon Sistem Orde Dua <i>Underdamped</i> dengan <i>Unit Step</i></u>	8
<u>Gambar 2.8 Respon <i>Unit Step</i> yang Menunjukkan 25% <i>Maximum Overshoot</i></u>	11
<u>Gambar 2.9 Respon <i>Plant</i> Terhadap Masukan Berupa <i>Unit Step</i></u>	11
<u>Gambar 2.10 Respon yang Berbentuk <i>S</i></u>	11
<u>Gambar 3.1 Diagram Proses Sistem Kontrol Rasio pada <i>Plant</i> Tangki Air 73426</u>	13
<u>Gambar 3.2 Diagram Blok Program Simulink Sistem Kontrol Rasio</u>	14
<u>Gambar 3.3 Respon <i>Plant</i> Tangki Air 73426</u>	13
<u>Gambar 3.4 Tegangan Dibuat Tetap Sebesar 6 Volt Selama 80 Menit</u>	17
<u>Gambar 3.5 Perubahan Suhu yang Terjadi pada <i>Heater</i></u>	17
<u>Gambar 3.6 Tegangan Dibuat Tetap Sebesar 7 Volt Selama 80 Menit</u>	18
<u>Gambar 3.7 Perubahan Suhu yang Terjadi pada <i>Heater</i></u>	19
<u>Gambar 3.8 Tegangan Dibuat Tetap Sebesar 8 Volt Selama 80 Menit</u>	20
<u>Gambar 3.9 Perubahan Suhu yang Terjadi pada <i>Heater</i></u>	20
<u>Gambar 3.10 Diagram Blok Sistem Keseluruhan</u>	21
<u>Gambar 3.11 Respon <i>Level</i> pada <i>Plant</i> Tangki Air 73426</u>	22
<u>Gambar 3.12 Respon <i>Temperature</i> pada <i>Plant</i> Tangki Air 73426</u>	22
<u>Gambar 4.1 Respon <i>Level</i> dengan <i>Set Point</i> 60 °C</u>	24
<u>Gambar 4.2 Respon <i>Temperature</i> dengan <i>Set Point</i> 60 °C</u>	24
<u>Gambar 4.3 Respon <i>Level</i> dan <i>Temperature</i> pada <i>Set Point</i> 60 °C</u>	25
<u>Gambar 4.4 Respon <i>Level</i> dengan <i>Set Point</i> 80 °C</u>	25
<u>Gambar 4.5 Respon <i>Temperature</i> dengan <i>Set Point</i> 80 °C</u>	26
<u>Gambar 4.6 Respon <i>Level</i> dan <i>Temperature</i> pada <i>Set Point</i> 80 °C</u>	26
<u>Gambar 4.7 Respon <i>Level</i> dengan <i>Set Point</i> 100 °C</u>	27
<u>Gambar 4.8 Respon <i>Temperature</i> dengan <i>Set Point</i> 100 °C</u>	27
<u>Gambar 4.9 Respon <i>Level</i> dan <i>Temperature</i> pada <i>Set Point</i> 100 °C</u>	28
<u>Gambar 4.10 Respon <i>Temperature</i> dengan <i>Set Point</i> 60 °C dengan <i>Gangguan</i></u>	28
<u>Gambar 4.11 Respon <i>Level</i> dengan <i>Set Point</i> 60 °C dengan <i>Gangguan</i></u>	29
<u>Gambar 4.12 Respon <i>Temperature</i> dengan <i>Set Point</i> 80 °C dengan <i>Gangguan</i></u>	29
<u>Gambar 4.13 Respon <i>Level</i> dengan <i>Set Point</i> 80 °C dengan <i>Gangguan</i></u>	30
<u>Gambar 4.14 Respon <i>Temperature</i> dengan <i>Set Point</i> 100 °C dengan <i>Gangguan</i></u>	30
<u>Gambar 4.15 Respon <i>Level</i> dengan <i>Set Point</i> 100 °C dengan <i>Gangguan</i></u>	31
<u>Gambar 5.1 Blok Diagram Sistem Kontrol Rasio <i>Temperature</i> dan <i>Level</i></u>	32

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Aturan Penalaan Ziegler-Nichols Berdasarkan Respon Unit Step Dari <i>plant</i>	12
Tabel 3.1 Hasil Pengujian Heater 6 volt	16
Tabel 3.2 Hasil Pengujian Heater 7 volt	18
Tabel 3.3 Hasil Pengujian Heater 8 volt	19
Tabel 3.4 Persamaan Penentuan Parameter PID Metode Ziegler-Nichols.....	22