

BIODATA PENULIS



Alfrets Septy Wauran, ST.,MCSE.,M.Kom lahir di Kota Manado, Sulawesi Utara pada tanggal 27 September 1978. Lulusan S1 Universitas Sam Ratulangi Program Studi Teknik Elektro. Lulusan S2 Universitas AMIKOM Yogyakarta program studi Teknik Informatika. Dan lulusan S2 HAN University of Applied Science - Netherlands, program studi Master Control System Engineering. Sejak awal tahun 2005 hingga saat ini, penulis berprofesi sebagai dosen tetap di Politeknik Negeri Manado Jurusan Teknik Elektro. Penulis adalah Asesor BNSP (Badan Nasional Sertifikasi Profesi). Selain itu penulis adalah instruktur program DTS - VSGA Kementerian Komunikasi dan Informatika. Saat ini penulis adalah pengajar matakuliah Teknik Kendali di Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Manado. Email : cheptywauran01@gmail.com



Fanny Jouke Doringin, ST.,MT lahir di Kota Manado, Sulawesi Utara pada tanggal 30 April 1967. Lulusan S1 Universitas Diponegoro Semarang Jurusan Teknik Elektro pada bidang Teknik Listrik. Lulusan S2 Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik Universitas Hasanudin Makassar. Sejak awal Tahun 1992 hingga saat ini, penulis berprofesi sebagai staf pengajar di Politeknik Negeri Manado Jurusan Teknik Elektro dan mengajar beberapa matakuliah pada program studi D3 dan D4 Teknik Listrik termasuk matakuliah Teknik Kendali. Penulis adalah Asesor BNSP (Badan Nasional Sertifikasi Profesi) dan juga Asesor LPJK Kementerian Pekerjaan Umum. Selain itu penulis adalah instruktur program DTS – VSGA Kementerian Komunikasi dan Informatika. Saat ini penulis menjabat sebagai Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Manado. Email : fannydoringin67@gmail.com



Olga Engalien Melo, SST.,MT lahir di Kota Tomohon, Sulawesi Utara pada tanggal 14 Oktober 1964. Lulusan D3 Politeknik Institut Teknologi Bandung Jurusan Teknik Elektro pada bidang Teknik Listrik. Melanjutkan studi D4 di Institut Teknologi Bandung Jurusan Teknik Elektro pada bidang Teknik Kendali. Lulusan S2 Teknik Elektro pada bidang Teknik Informatika di Universitas Hasanudin Makasar. Sejak awal tahun 1989 hingga saat ini, penulis berprofesi sebagai dosen tetap di Politeknik Negeri Manado Jurusan Teknik Elektro. Penulis adalah Asesor BNSP (Badan Nasional Sertifikasi Profesi) dan juga Asesor LPJK Kementerian Pekerjaan Umum. Selain itu penulis adalah instruktur program DTS – VSGA Kementerian Komunikasi dan Informatika. Email : olgameloak@gmail.com



PENERBIT : POLIMDO PRESS
JALAN RAYA POLITEKNIK, KELURAHAN BUHA,
KECAMATAN MAPANGET MANADO - SULUT.

ISBN 978-623-7580-17-1



Alfrets Septy Wauran

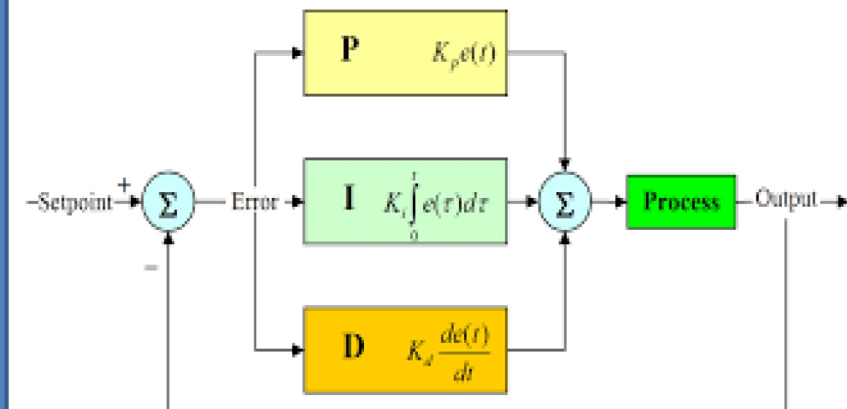
Fanny Jouke Doringin

Olga Engalien Melo

TEKNIK KENDALI

2020

TEKNIK KENDALI



Alfrets Septy Wauran, ST.,MCSE.,M.Kom

Fanny Jouke Doringin, ST.,MT

Olga Engalien Melo, SST.,MT



TEKNIK KENDALI

Alfrets Septy Wauran, ST.,MCSE.,M.Kom
Fanny Jouke Doringin, ST.,MT
Olga Engelien Melo, SST.,MT

Penerbit POLIMDO PRESS



TEKNIK KENDALI

Hak Cipta © Alfrets Septy Wauran, ST.,MCSE.,M.Kom

© Fanny Jouke Doringin, ST.,MT

© Olga Engeliën Melo, SST.,MT

Hak Penerbit Pada POLIMDO PRESS

Penerbit POLIMDO PRESS, Politeknik Negeri Manado
Jl. Raya Politeknik, Kelurahan Buha, Kecamatan Mapanget
Manado - Sulawesi Utara, PO BOX 1256
Pusat Pengembangan Pembelajaran dan Penjaminan Mutu
Basement Kantor Pusat Kampus Politeknik Negeri Manado
pusatpenjaminanmutu.polimdo@gmail.com
www.polimdo.ac.id

Cetakan Buku Pertama, September 2020

ISBN : 978-623-7580-17-1

viii ; 86 hal ; 15,5 x 23 cm

Setting & Layout : Joseph N. Tangon
Cover Design : Joseph N. Tangon

Hak cipta dilindungi oleh undang-undang. Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan cara apapun, termasuk fotokopi, tanpa izin tertulis dari penerbit. Pengutipan harap menyebutkan sumber.

Dicetak Oleh POLIMDO PRESS

Daftar Isi

Kata Pengantar	i
Daftar Isi	iii
Daftar Gambar	v
Daftar Tabel	vii
 Bab 1. Pendahuluan	 1
1.1. Pengantar Sistem Kendali	1
1.2. Sistem Kendali Manual dan Otomatis	2
1.3. Sistem Kendali Loop Terbuka	2
1.4. Sistem Kendali Loop Tertutup	3
 Bab 2. Jenis Dan Rangkaian Sistem Kendali	 5
Tujuan Pembelajaran	5
Pengantar	5
2.1. Pengantar Sistem Kendali	6
2.2. Sistem Kendali Manual dan Otomatis	7
2.3. Sistem Kendali Loop Terbuka	9
2.4. Sistem Kendali Loop Tertutup	11
Ringkasan.....	13
Latihan Soal	13
Tes Formatif.....	14
Referensi.....	14
 Bab 3. Pembuatan Model Matematika dan Respon Sistem	 15
Tujuan Pembelajaran	15
Pengantar	15
3.1. Blok Diagram	16
3.2. Model Matematika	21
3.3. Respon Sistem	24
3.4. Domain Respon Sistem.....	26
3.4.1. Respon Waktu	26
3.4.2. Respon Frekuensi.....	28
3.5. Compensator	32
3.5.1. Lead Compensator	32
3.5.2. Lag Compensator.....	37
3.5.3. Lead Lag Compensator	40
Ringkasan.....	42
Latihan Soal	43
Tes Formatif.....	44
Referensi.....	44
	iii

Bab 4. Jenis- Jenis Teknik Kendali	45
Tujuan Pembelajaran	45
Pengantar	45
4.1. Kendali Umpan Balik	46
4.2. Kendali Umpan Depan	48
4.3. Cascade Control	51
4.4. On-Off Control	54
Ringkasan.....	58
Latihan Soal	59
Tes Formatif	59
Referensi.....	59
Bab 5. Perancangan Sistem Kendali	61
Tujuan Pembelajaran	61
Pengantar	61
5.1. PID Control	62
5.1.1. Kontrol Proposional (P)	62
5.1.2. Kontrol Integral (I).....	63
5.1.3. Kontrol Derevative (D)	65
5.1.4. Kontrol Propotional Derevative (PD).....	66
5.1.5. Kontrol Propotional Integral Derevative (PID) ..	67
5.2. Analisa Loop Terbuka (Step Respon).....	68
5.3. Ziegler Nichols PID Tunning	70
5.4. Fuzzy Logic	76
Ringkasan.....	78
Latihan Soal	79
Tes Formatif	79
Referensi.....	79
Daftar Pustaka	81
Glosarium	83
Index.....	85

BAB 1

Pendahuluan: Mengapa belajar Teknik Kendali?

Latar Belakang

Teknik kendali atau yang disebut Control Engineering adalah suatu ilmu yang mempelajari bagaimana kita mengendalikan suatu objek atau sistem secara otomatis dimana input yang kita inginkan sesuai dengan output dengan waktu secepatnya. Teknik kendali merupakan ilmu yang dapat dikolaborasikan dengan berbagai bidang ilmu yang lain seperti elektronika, telekomunikasi, listrik, industri, ekonomi dan lain sebagainya.

Perkembangan ilmu teknik kendali sekarang ini sudah menyangkut banyak bidang. Bukan hanya bidang engineering saja tapi juga bidang sosial ekonomi. Baik itu dunia pendidikan maupun dunia industri saat ini menggunakan sistem kontrol otomatis untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas produksi. Di samping itu juga akan sangat menguntungkan bagi dunia industri karena menghemat tenaga dan waktu produksi.

Oleh sebab itu sangatlah penting untuk mempelajari bidang studi teknik kendali karena sangat dibutuhkan oleh dunia industri di segala bidang. Dengan demikian sistem pembelajaran yang baik mengenai teknik kendali sangatlah diperlukan. Hal ini untuk dapat mendukung materi pelajaran kuliah baik itu teori maupun praktek dengan baik. Buku ini digunakan khususnya untuk materi teori kendali secara teori. Tapi walaupun lebih ke arah teori, buku ini diselaraskan dengan matakuliah praktek teknik kontrol. Bahkan dibahas tentang kasus-kasus yang terjadi di dunia industri yang sebenarnya. Oleh sebab

itu buku teori teknik kendali ini sangat cocok untuk dipelajari oleh mahasiswa terapan sebagai buku pegangan dan dapat dijadikan referensi praktikum maupun keperluan dunia industri.

Tujuan dan Manfaat

Buku ajar ini disusun sebagai panduan makuliah teori teknik kendali yang memberikan tambahan pengetahuan dan keterampilan dalam merancang suatu sistem kendali otomatis dalam bidang manapun khususnya, juga sebagai bahan informasi pengetahuan bagi dunia industri. Selain itu buku ajar ini digunakan sebagai pengantar mahasiswa untuk memahami lebih dalam tentang konsep otomnasi industri dihubungkan dengan teori dasar teknik kendali konvensional dan modern. Pada pembahasan lain buku ajar ini menyajikan pembahasan yang nyata dengan membuat mahasiswa berlatih menganalisa, merancang, membuat dan mengevaluasi kendali otomatis berbasis berdasarkan kurikulum dan RPS jenjang pendidikan diploma dan sarjana terapan.

Manfaat buku ini adalah memberikan teori dasar bagi mahasiswa terapan dalam mempelajari teknik konvensional dan modern. Dengan demikian mahasiswa dapat menerapkan teori yang diperoleh dari buku ini bersama dengan praktikum teknik kendali ataupun diimplementasikan langsung ke dunia industri.

Ruang Lingkup

Ruang lingkup materi buku ajar ini bukan hanya sebatas pada bidang teknik listrik saja, tetapi sudah menjangkau dunia industri yang memang pada dasarnya menggunakan sistem kendali mekanik maupun elektrik. Jadi bahasan materi pada buku ajar ini sudah

merupakan pengembangan untuk dunia industri sekarang ini, jadi mengikuti perkembangan jaman dengan menggunakan teknik kendali modern dikombinasikan dengan beberapa algoritma modern. Sebagai contoh kasus pada buku ini diberikan beberapa kasus industri seperti robotik, pemangkit listrik panas bumi, mekatronik maupun sistem kendali konvensional pada laboratorium.

Petunjuk Penggunaan Buku

Gunakan buku ini secara bersamaan dengan modul praktikum teknik kendali supaya apa yang dipelajari dari buku ini tidak akan dilupa melainkan menjadi pengalaman dalam penerapan di laboratorium. Juga isi buku ini dapat dibandingkan dengan materi buku lain dan e-book. Ataupun materi yang diambil dari video baik itu youtube maupun sumber tutorial lainnya. Baca terlebih dahulu pendahuluan, latarbelakang, tujuan, ruang lingkup, manfaat, petunjuk penggunaan buku ini untuk mendapatkan gambaran tentang isi buku ini. Kemudian pengantar teknik kendali untuk mengetahui sejarah dan filosofi dari matakuliah ini. Setiap bab dilengkapi dengan latihan soal. Oleh sebab itu kerjakan semua latihan soal pada masing-masing bab yang penyelesaiannya akan diberikan pada awal kuliah materi berikutnya. Bandingkan pula isi buku ini dengan modul praktikum untuk membuktikan keserasian antara teori dan praktek.

Daftar Pustaka

- Adnan Ravi Al Tahtawi. Perancangan Pengendali Propotional – Integral Anti Wind-up (Pi-Aw) Pada Simulator Mobil Listrik Untuk Kendali Kecepatan Dan Torsi. Jurnal Teknik Elektro, Komputer dan Informatika UPI. Volume 14 Nomor 1, 2016
- Carlos Smith and Armando Corripio. (1997). Priciples and Practices of Automatic Process Control, 2nd Edition, Jhon Weley and Sons
- Cecil Smith. (2009). Practical Process Control, Jhon Weley and Sons
- Farid Golnaraghi and Benjamin Kuo. (2009), Automatic Control System, 9th Edition, Jhon Weley and Sons
- Heru Dibyo Laksono. Analisa Peralihan Deviasi Frekuensi Sistem Kendali Frekuensi Tenaga Listrik Dengan Metode Kendali Optimal. Jurnal Rekayasa Elektriika, Volume 12 Nomor 1, 2016
- Katsuhiko Ogata. (2010), Modern Control Engineering, 5th Edition, Prentice Hall
- Kemin Zhou and Jhon Doyle. (1999), Essentials of Robust Control, Prentice Hall
- Muhammad Faris Zaini Fu'ad. Perbaikan Sistem Kendali Robot Tangan Eh1 Milano Menggunakan Sistem Kendali Loop Tertutup. Jurnal Teknik ITS, Volume 4 Nomor 1, 2015
- Norman Nise. (2011), Control Systems Engineering, 6th Edition, Jhon Weley and Sons
- Sabitha Wildani Hadi. Sistem Kendali Navigasi Ar. Drone Quadcopter Dengan Prinsip Natural User Interface Dengan Menggunakan Microsoft Kinect. Jurnal Pengembangan Teknoogi Informasi dan Ilmu Komputer Universitas Brawijaya. Volume 2 Nomor 1, 2018