

KATA PENGANTAR

Assalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Puji dan syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir. Shalawat beriring salam senantiasa tersampaikan kepada junjungan besar Rasulullah Muhammad SAW beserta keluarga dan para sahabat yang merupakan suri tauladan bagi umat manusia.

Tugas Akhir yang berjudul “**Rancang Bangun Kontrol Proporsional Menggunakan Metode *Root Locus* dan Konsep *Leader Follower* untuk Penjejak Formasi *Mobile Robot***” ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan tahap sarjana di jurusan Teknik Fisika Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom Bandung.

Tugas akhir ini dibuat dengan tujuan mengendalikan formasi antar robot dengan menggunakan sistem kontrol proporsional-integral-derivatif (PID) dengan mengendalikan perubahan jarak dan sudut yang terbentuk oleh *mobile robot* agar tetap terjaga formasinya. Dalam perancangan Tugas Akhir ini, penulis menyadari bahwa karya ini masih jauh dari kesempurnaan karena keterbatasan ilmu dan waktu. Oleh karena itu, segala bentuk kritik dan saran yang membangun akan penulis terima dengan senang hati demi pengembangan penelitian di masa datang.

Semoga buku Tugas Akhir yang telah dibuat ini dapat bermanfaat masyarakat luas..

Wassalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Bandung, Januari 2015

M.Maulana Riswandha

(1108104060)

UCAPAN TERIMA KASIH

Alhamdulillah, sungguh suatu kenikmatan tersendiri dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Begitu banyak waktu yang terbuang percuma selama menikmati bangku perkuliahan sehingga membuat sulitnya untuk menyelesaikan kuliah tepat pada waktunya. Namun dibalik semua kesulitan selalu ada dorongan, masukan, sara, bantuan, perhatian, serta doa dari banyak pihak. Oleh karena itu pada kesempatan kali ini penulis sangat ingin mengucapkan rasa terima kasih penulis yang mungkin tak berarti apa-apa kepada :

1. **Allah Subhanahu Wa Ta'ala**, Segala puji dan syukur penulis haturkan kehadirat Allah SWT karena berkat rahmat, hidayah, dan izin-Nya penulis bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Kedua orangtua yang sangat penulis sayangi, **Syafrudin** dan **Neti Herawati** serta keluarga besar yang selalu mendoakan dan memberikan semangat tiada henti agar anaknya cepat lulus kuliah, yang menjadi obat penawar dan motivasi untuk terus bisa memberikan yang terbaik.
3. Adik-adik yang saya sayangi, **Dwi Rachma Septiani**, **Miftah Tri Andini**, dan **Rohmat Riyandi F** yang selalu menjadi inspirasi dan penawar rindu untuk bisa segera lulus karena rindu untuk segera pulang ke kampung halaman.
4. Bapak **Suwandi** selaku pembimbing I dan bapak **Ahmad Qurthobi** selaku pembimbing II yang telah membimbing, membantu, dan memberi ilmu serta nasihat kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir. Terimakasih Pak, semoga selalu dalam lindungan Allah Swt, amin.
5. Bapak **Reza Fauzi Iskandar** selaku pembimbing tak tertulis yang telah membantu, membimbing, memberi ilmu, dan nasihat kepada penulis agar penulis cepat menyelesaikan Tugas Akhir. Saya banyak belajar bagaimana bekerja keras dan memaknai hidup ini dari pengalaman dan cerita bapak, bahwa setiap yang kita kerjakan pasti akan berdampak pada semesta, semangat dan nasihat bapak bisa jadi pengalaman hidup saya yang sangat berharga. Terimakasih pak.

6. Bapak **Indra Chandra** selaku dosen wali penulis terdahulu dan Bapak **Abrar** selaku dosen wali penulis sekarang yang banyak membantu ketika penulis sedang dalam masalah akademik.
7. Bapak **Indra Chandra** dan **M. Ramdhan Kirom** selaku Ka.Prodi S1 Teknik Fisika yang senantiasa mendukung dan memberi saran serta kemudahan untuk mahasiswanya.
8. Dosen Teknik Fisika Bapak **Suwandi**, Bapak **Indra Chandra**, Bapak **M. Ramdhan Kirom**, Bapak **Ahmad Qurthobi**, Bapak **Reza Fauzi Iskandar**, Bapak **Mamat Rokhmat**, Bapak **Dudi Darmawan**, Bapak **Abrar**, Bapak **Saladin**, Bapak **Suprayogi**, Ibu **Amalia R.I.U**, Ibu **Puri Handayani**, Ibu **Hertiana Bertaningtyas**, dan dosen-dosen Teknik Fisika yang belum saya ucapkan karena belum kenal. Terima kasih untuk ilmu yang Bapak dan Ibu berikan selama masa studi penulis 4 tahun ini, terima kasih untuk bimbingan dan nasihat kalian. Mohon maaf jikalau terlalu kritis, terutama dalam menanggapi kebijakan prodi ataupun kampus ☺.
9. **Pak Heru Wijanto**, seorang wakil rektor I yang tegas, ramah dan bersahaja yang juga merupakan sosok ayah bagis aya di kampus ini. Terimakasih pa katas segala nasihat, saran dan bimbingan bapak. Saya percayakan kampus ini ke bapak, semoga integritas bapak dapat membawa kampus ini menuju arah yang lebih baik
10. **Team Riset Mobile robot**, **Lisa Anjani Arta** dan **Abdul Haffif**, *you're the best !* walaupun banyak cobaan harus bolak balik Jakarta-bandung, bermalam di lab 3 hari 3 malam, ga tidur 24 jam tapi akhirnya TA kita selesai bro, kalian tim terhebat dan tahan banting. Ternyata tulisan "Kontrak Tugas Akhir selesai 31 Desember 2104 harus selesai" yang terpajang di lab sel surya benar bisa kita realisasikan, semoga sukses kedepannya ya kawan !
11. Keluarga Lab Sel Surya, **Epek (Fx)**, **Hafiif**, **Lisa**, **Nur Hidayat**, **Bambang Septiawan**, **Arika Primayosa**, **adik-adik kece (Bella Pratiwi, Elsa K, Rossa Mustika H)**. walaupun antara nama lab dengan riset yang dikerjakan ga nyambung, cuman semangat kalian itu luar biasa. Bro **Epek** akhirnya kita

nyusul idam pek, anggota sekelompok praktikum kita, sukses terus buat lo pek, kalo sukses inget kita-kita lah ya. **Lisa** walaupun kadang bete-betean pas lagi ngerjain TA cuman kehadiran wanita ini menambah semangat positif di lab hehe. **Haffif** sukses yaa pip, pesan gue ke lo “jangan terlalu woles”, lo punya potensi fif, semangat bangun usaha lo, gue doakan sukses terus pip !. **Arika dan Bambang** kadang memang musibah gak ada yang tau, gue siap bantu fisik dan mental untuk tugas akhir kalian, semangat arika dan bambang jangan menyerah, gue tunggu di wisudaaan tahun ini ya ! **Dayat** makasih yat buat PC nya, jadi sering Nge-PES bareng, sukses yat semangat ngerjain TA nya, **Adik-adik Kece (Bella, Elsa, Rosa) Bella** semoga langgeng yaa sama aril, Amiiin, **Elsa dan Rossa** semangat elsa dan rossa, semoga TA nya cepet kelar yaaa.

12. Keluarga **TF-34-02**, semoga kalian semua jadi orang-orang sukses di masa depan. Kelas ini menyimpan banyak kenangan dan harapan, kalian semua orang hebat dan gak bisa tergantungin kawan.
13. Keluarga **HMTF**, walaupun baru seumur jagung tapi himpunan ini punya ambisi dan semangat yang kuat, gue yakin kedepannya kalian yang akan Berjaya di Tel-U , terimakasih juga dukungan kawan-kawan TF, tahun 2013 saya bisa jadi Wapresma itu andil besar kalian, terimakasih !
14. Genk “**cikeas**”, **Achyar al rasyid, igun gunawan, aril wahyu pratama**. Keren bro keren bro kita banyak bikin sejarah di kampus ini, semoga persahabatan kita bukan sekedar persahabatan biasa, semoga lingkup HmI yang nanti mempertemukan kita lagi dengan kesuksesan masing-masing.
15. Keluarga **BEM “Ceria” 2012**, Terimakasih untuk pak Presma Achyar Al-Rasyid atas bimbingan dan nasihatnya, cepet luluuus bos, itu toga udah minta diambil hehe. **Para menteri, para staf dan HRD** terimakasih atas bimbingan Organisasi. Terimakasih khusus juga buat kelompok kecil di BEM 2012 “**Badan Biro Event**”, makasih banyak **buat dicky, saniy, nyid-nyid dan denis**, kalian percayakan kelompok kecil itu sama gue, walaupun kadang suka ble’e tapi kalian teteap percaya, makasih banyak :’).

16. Keluarga **BEM “Ideal” 2013**. Terimakasih buat pak Presma Aril Wahyu, kita partner sejati bro, 2013 itu masa-masa keemasan banget, berada di puncak karir tertinggi sebagai mahasiswa, kita lewati dengan suka dan duka tetapi tetapi solid. Sukses ril dengan segala impian lo. **Para menteri, para staf dan HRD** yang telah banyak membantu kesuksesan BEM “Ideal” 2013, semoga kalian semua sukses.
17. Keluarga **BEM “Ideal” Telkom University 2014**. Terimakasih buat Pak Wapres **Miftahudin Usman**, orang yang paling setia dan loyal membangun BEM Pertama di Tel-U ini bersama saya, sosok yang pemberani, tegas dan loyal, buru mif selesaikan TA nya, biar diwisuda bareng. **Para Menteri dan Staff BEM “Ideal” 2014**, terimakasih untuk kesetiaan kalian berjuang dan menunggu dari BEM yang belum dilegalkan hingga dilegalkan, terimakasih telah mempercayakan saya sebagai pemimpin kalian.
18. **Himpunan Mahasiswa Islam (HmI) komisariat IT Telkom** yang sudah banyak memberikan ilmu yang manfaat dan pengalaman berpolitik dikampus. Terimakasih kepada **Aril, Adli, Oky, Akram, Harry, Iwan cony, Ketum Achyar, Ketum Aziz, Ketum Nobi, Ketum Fazil dan seluruh Kader HmI Telkom** atas segala kebersamaan dan dukungan yang kalian berikan untuk saya dan BEM. Kalian orang paling jago kalo udah urusan berdebat, semoga kita sukses bersama!
19. Saudara **Adli, Kak Iqbal Pramadita, Thiffan, Girindra Wardhana dan Reksa Ruzika** yang telah banyak membantu untuk penyelesaian tugas akhir ini. Mohon maaf jikalau selama konsultasi banyak merepotkan, semoga amal kalian dibalas oleh Allas Swt. Amiiin.
20. Semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan tugas akhir ini yang tidak bisa disebutkan satu per satu.
21. Terakhir untuk orang yang paling spesial bagi penulis, **Lisa Anjani Arta** yang jadi orang yang selalu berada disamping saya selama kurang lebih 4 tahun ini. Orang yang selalu bisa menerima kondisi saya apa adanya. Orang yang bisa jadi teman cerita sekaligus teman sekelompok dalam mengerjakan tugas akhir.

Posisinya tidak tergantung dialah orang dibalik kesuksesan saya berorganisasi di kampus ini, semoga kelak Allah Swt mempertemukan kita dalam suatu ikatan sehidup semati. amiiin

Semoga Allah Swt membalas jasa kalian semua dengan keberkahaan dan kemudahan hidup, *amiin yaa rabbal alamin*

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
KATA PENGANTAR	vii
UCAPAN TERIMA KASIH	viii
DAFTAR ISI.....	xiii
BAB 1 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.
1.5 Metode Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
1.6 Sistematika Penulisan.....	Error! Bookmark not defined.
BAB 2 MOBILE ROBOT DENGAN SKEMA <i>LEADER FOLLOWER</i>	Error! Bookmark not defined.
2.1 Konsep <i>Leader Follower</i>	Error! Bookmark not defined.
2.2 Modul Wireless XBee	Error! Bookmark not defined.
2.3 Sistem Komunikasi Wireless.....	Error! Bookmark not defined.
2.4 Sistem Kontrol PID	Error! Bookmark not defined.
2.5 <i>Pulse Width Modulation</i> (PWM).....	Error! Bookmark not defined.
2.6 Pencarian Target.....	Error! Bookmark not defined.
2.7 Pemodelan Aktuator Motor DC	Error! Bookmark not defined.
BAB 3 PERANCANGAN SISTEM.....	Error! Bookmark not defined.
3.1 Perancangan Robot.....	Error! Bookmark not defined.
3.1.1 Kebutuhan Perangkat	Error! Bookmark not defined.
3.1.2 Blok diagram.....	Error! Bookmark not defined.

3.2	Perancangan Mekanik Robot.....	Error! Bookmark not defined.
3.2.1	Perancangan <i>Mobile Robot</i> dengan konsep <i>Leader Follower</i>	Error! Bookmark not defined.
3.2.2	Perancangan model komunikasi mobile robot.....	Error! Bookmark not defined.
3.3	Perancangan Perangkat Lunak	Error! Bookmark not defined.
3.3.1	Perancangan Perangkat lunak <i>Mobile Robot</i> Skema <i>Leader Follower</i>	Error! Bookmark not defined.
3.3.2	Perancangan Perangkat Lunak Modul Komunikasi XBee.....	Error! Bookmark not defined.
3.3.3	Konfigurasi XBee.....	Error! Bookmark not defined.
3.4	Pengujian	Error! Bookmark not defined.
BAB 4	PENGUJIAN DAN ANALISIS	Error! Bookmark not defined.
4.1	Pengujian Jarak Komunikasi XBee	Error! Bookmark not defined.
4.1.1	Tujuan Pengujian	Error! Bookmark not defined.
4.1.2	Skenario Pengujian.....	Error! Bookmark not defined.
4.1.3	Hasil Pengujian	Error! Bookmark not defined.
4.1.4	Analisis Pengujian.....	Error! Bookmark not defined.
4.2	Pengujian Pancaran Sinyal XBee	Error! Bookmark not defined.
4.2.1	Tujuan Pengujian	Error! Bookmark not defined.
4.2.2	Skenario Pengujian.....	Error! Bookmark not defined.
4.2.3	Hasil Pengujian	Error! Bookmark not defined.
4.2.4	Analisis Pengujian.....	Error! Bookmark not defined.
4.3	Pengujian Sensor	Error! Bookmark not defined.
4.3.1	Tujuan Pengujian	Error! Bookmark not defined.
4.3.2	Skenario Pengujian.....	Error! Bookmark not defined.

4.3.3 Hasil Pengujian	Error! Bookmark not defined.
4.4 Pemodelan Sistem	Error! Bookmark not defined.
4.4.1 Tujuan	Error! Bookmark not defined.
4.4.2 Skenario Pengujian.....	Error! Bookmark not defined.
4.4.3 Hasil Pengujian	Error! Bookmark not defined.
4.4.4 Analisis Pengujian.....	Error! Bookmark not defined.
4.5 Desain Sistem Kontrol.....	Error! Bookmark not defined.
4.6 Implementasi Kontroler.....	Error! Bookmark not defined.
4.7 Implementasi Kontrol pada lintasan sepanjang 1 meter	Error! Bookmark not defined.
not defined.	
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	Error! Bookmark not defined.
5.1 Kesimpulan.....	Error! Bookmark not defined.
5.2 Saran.....	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR PUSTAKA	64

DAFTAR GAMBAR

- Gambar 2.1 Ilustrasi perilaku mengikuti pemimpin **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.2 Ilustrasi Kerja Modul XBee **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.3 Sistem Komunikasi Wireless **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.4 Blok kendali PID yang merupakan gabungan dari pengendali proporsional, derivatif dan integral **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.5 Proses Saat PWM Bekerja..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.6 Koordinat Kartesian Robot **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.7 Ilustrasi Rangkaian di dalam Motor DC **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.8 Mekanik pada output motor **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.9 Ilustrasi Hubungan jangkar dengan beban **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.10 Kurva Torsi-Speed **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.1 Gambaran Sistem Keseluruhan **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.2 XBee Series 1 **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.3 (a) Arduino Uno (b) Arduino Mega ... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.4 Sensor Kompas CMPS10..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.5 Sensor Ultrasonik HCSR04..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.6 Driver Motor **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.7 Gear Box pada Mobile Robot **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.8 Rangkaian XBee Shield **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.9 Blok Sistem *Node Coordinator*..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.10 Blok Sistem *Node Router*..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.11 Blok Sistem *Node End Device* **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.12 Model Komunikasi Robot **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3.13 Diagram Alir Perangkat Lunak Pengendalian mobile robot **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3.14 Diagram Alir Perangkat Lunak Komunikasi Robot **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3.15 USB Adapter **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3.16 Tampilan Awal XCTU **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3.17 Pengaturan Awal Add Device **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3.18 Setting Parameter pada XCTU **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.1 Grafik pengujian jarak *Leader*-Penerima **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.2 Grafik pengujian jarak *Follower*-Penerima **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.3 Pengukuran pada kuadran I **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.4 Pengukuran pada kuadran II **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.5 Pengukuran Sensor HCSR 04 **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.6 Simulasi Respon Transien Fungsi Transfer **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.7 Root Locus Fungsi Transfer Mobile Robot **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.8 Respon transien sistem setelah diberi kontrol proporsional **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.9 Ilustrasi perhitungan nilai posisi follower **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.10 Plot posisi *leader* dan posisi *follower* saat pengujian perbedaan sudut -10° sampai 10° **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.11 Plot posisi *leader* dan posisi *follower* saat pengujian perbedaan sudut $>10^\circ$ **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.12 Plot posisi *leader* dan posisi *follower* saat pengujian perbedaan sudut $< -10^\circ$ **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.13 Grafik error sudut terhadap waktu ...**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.14 Grafik error sumbu x terhadap waktu**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.15 Grafik error sumbu y terhadap waktu**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.16 Grafik Respon Keluaran Terhadap Waktu (Posisi Awal Lurus)**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.17 Grafik Respon Keluaran Terhadap Waktu (Posisi Awal Miring Kiri)
.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.18 Grafik Respon Keluaran Terhadap Waktu (Posisi Awal Miring Kanan)
.....**Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Spesifikasi Arduino Uno.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3.2 Spesifikasi Arduino Mega.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3.3 Spesifikasi CMPS10	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3.4 Tabel Pengaturan XBee	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.1 Data Hasil Pengujian Jarak XBee <i>Leader</i> terhadap penerima	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.2 Data Hasil Pengujian Jarak XBee <i>Follower</i> terhadap penerima.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.3 Pancaran sinyal XBee berdasarkan sudut antara pengirim terhadap penerima	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.4 Hasil Pembacaan Sensor CMSP10	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.5 Pengukuran Jarak Sensor HC SR04.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.6 Pengukuran Kecepatan Sudut Tanpa Beban	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.7 Pengukuran Momen Inersia Motor	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.8 Pengukuran Torsi Maksimal Motor	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.9 Tabel Validasi Model.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.10 Tabel Karakteristik Fungsi Transfer	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.11 Tabel Tuning Parameter Kp.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.12 Hasil akhir pengolahan data	Error! Bookmark not defined.