

sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik dan lancar. Semoga selalu diberikan keberkahan oleh Allah SWT.

10. Keluarga besar Nyai Sophiah dan Mbah Prawiro, dengan latar belakang yang jauh berbeda secara langsung maupun tidak memberikan motivasi tersendiri bagi penulis dalam menjalankan perkuliahan sehari-hari.
11. Dewan guru Merpati Putih selaku pelatih, Mas Purwono, beserta pelatih hebat Merpati Putih UGM, Mas Wuryantomo, Mas Mulyadi, Mas Firman, Mas Yudi Adisaputra, yang telah mengajarkan penulis banyak hal terutama dari segi keilmuan dan pelajaran hidup di Merpati Putih.
12. Mas Arief, Mas Taufik, Mas Aji, Mas Cipto, Mas Pandu dan senior lain yang memberikan bimbingan dan arahan selama berada di keluarga Merpati Putih UGM terimakasih atas nasihat, bimbingan, masukan, dan cara pandang yang berbeda dalam menjalani kehidupan serta seluruh pengurus MP UGM 2012.
13. Teman seperjuangan Metaloka, Rosalia Diah Mindarti, Dawi Karomati Baroroh, Ida Luthfiani dan Fida Khansa, untuk perjuangan yang luar biasa.
14. Teman-teman terbaik, Dhea Rufhita, Amelia Fitriani, Puti Puspitasari, Noventi Yuningsih, Chairunnisa Molitha, Abie Zaidannas, Arienova.
15. Azaria Indrastuti, Okky Pratiwi, Tiara V.Y., Nur Puji, Niqlatun, serta seluruh keluarga besar Teknik Industri 2010 yang tidak bisa disebutkan satu persatu.
16. *Partner* penelitian yang baik dan sangat cerdas, Faisah Abdillah Kahfi, terimakasih untuk segala bantuan, kerelaan dan keikhlasan sehingga penulis bisa menyelesaikan tugas akhir ini.
17. Keluarga Asisten Laboratorium Proses dan Sistem Produksi JTMI FT UGM, Dawi, Wilda, Hasna, Yana, Wijang, Faisal, Wisnu, Angger dan Imron.
18. Mbak Ieke dan keluarga kos Abie tempat penulis menetap selama kuliah.
19. Keluarga besar KKN NTB-04, Desa Sintung, Pringgarata, Lombok Tengah.
20. Semua pihak yang membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Yogyakarta, 21 Mei 2014

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b>	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b>	ii
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b>	iii
<b>NASKAH SOAL TUGAS AKHIR/SKRIPSI</b>	iv
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b>	v
<b>INTISARI</b>	vi
<b>KATA PENGANTAR</b>	vii
<b>UCAPAN TERIMAKASIH</b>	viii
<b>DAFTAR ISI</b>	x
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	xiii
<b>DAFTAR TABEL</b>	xvi
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b>	xvii
<b>DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN</b>	xviii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah	4
1.4. Tujuan Perancangan	5
1.5. Manfaat Perancangan	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1. Penelitian Mengenai Pemilihan Material Implan	6
2.2. Penelitian Mengenai Mesin ECM	7
2.3. Penelitian Mengenai Pengendalian Mesin <i>Hybrid</i> ECM-EDM dengan <i>Programmable Logic Controller</i>	10

### **BAB III LANDASAN TEORI**

3.1. Standar Acuan Pemesinan (ISO 10993-6)	15
3.2. Karakteristik <i>Stainless Steel</i> 316L	17
3.3. <i>Electrochemical Machining</i> (ECM)	19
3.3.1. Prinsip Kerja <i>Electrochemical Machining</i> (ECM)	22
3.3.2. Reaksi Kimia Pada Proses <i>Electrochemical Machining</i>	23
3.3.3. Perhitungan Pada ECM	24
3.4. Otomasi	26
3.5. <i>Programmable Logic Controller</i> (PLC)	27
3.5.1. Prinsip Operasi PLC	27
3.5.2. Bagian-Bagian PLC	28
3.5.3. Bahasa Pemrogramman	32
3.5.4. PLC OMRON TIPE ZEN 10C1DR-D-V2	36
3.6. Koneksi Sistem Kendali PLC Pada Mesin <i>Hybrid</i> ECM-EDM	39

### **BAB IV METODE PENELITIAN**

4.1. Prosedur Penelitian	42
4.1.1. Studi Pendahuluan	42
4.1.2. Persiapan, Perbaikan Mesin. Pembuatan Benda Kerja	42
4.1.3. Pembuatan Program Penelitian Pendahulu	42
4.1.4. Pengambilan Data Penelitian Pendahulu	43
4.1.5. Analisa Data Penelitian Pendahulu	43
4.1.6. Perancangan PLC	43
4.1.7. Pengambilan Data Penelitian Utama	43
4.1.8. Pengukuran Hasil Penelitian Utama	44
4.1.9. Analisa Data Penelitian Utama	45
4.2. Diagram Alir Penelitian	45
4.3. Alat Penelitian	47
4.4. Bahan Penelitian	50
4.5. Penyiapan Benda Kerja, Elektroda dan Mesin	50
4.6. Prosedur Eksperimen	51

## **BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN**

5.1. Penelitian Pendahuluan	53
5.1.1. Pencarian Kondisi Pemesinan Ideal	53
5.1.2. Analisa Perbedaan Tegangan	66
5.1.2.1. Perhitungan MRR	66
5.1.2.2. Perhitungan VRR	68
5.1.2.3. Perhitungan <i>Overcut</i>	69
5.1.2.4. Analisa Perbedaan Tegangan	70
5.2. Perancangan <i>Ladder Diagram</i>	72
5.2.1. Perancangan <i>Ladder Diagram</i> Sumbu X dan Y	72
5.2.2. Perancangan <i>Ladder Diagram</i> Sumbu Z	73
5.2.3. Perancangan Sumbu X,Y dan Z Terintegrasi	79
5.3. Pengambilan dan Pembahasan Data Hasil Menggunakan Pengendalian Berbasis PLC	84
5.3.1. Pengambilan Data	84
5.3.2. Pembahasan	86
5.3.3. Fakta-Fakta Terkait Pemesinan	88

## **BAB VI PENUTUP**

6.1. Kesimpulan	90
6.2. Saran	90

<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	92
-----------------------	----

<b>LAMPIRAN</b>	95
-----------------	----