

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
BUKU TUGAS AKHIR CAPSTONE DESIGN	i
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
KATA PENGANTAR	v
UCAPAN TERIMAKASIH	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR SINGKATAN	xviii
ABSTRAK.....	xix
ABSTRACT.....	xx
BAB 1 ANALISIS KEBUTUHAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Informasi Pendukung	2
1.2.1 Penelitian Sebelumnya	2
1.2.2 Metode PID	4
1.2.3 Metode PID Anti-windup	6
1.2.4 Kestabilan.....	7
1.3 Constraint	9
1.3.1 Aspek Lingkungan (Environment).....	9
1.3.2 Aspek Keberlanjutan (Sustainability).....	9
1.4 Kebutuhan yang Harus Dipenuhi.....	9
1.5 Tujuan	10
BAB 2 SPESIFIKASI DAN VERIFIKASI.....	11
2.1 Spesifikasi Produk	11
2.1.1 Spesifikasi #1: Kendali kecepatan Motor BLDC stabil saat beroperasi maju pada slow mode.....	11
2.1.2 Spesifikasi #2: Kendali kecepatan Motor BLDC stabil saat beroperasi maju pada normal mode.	12

2.1.3	<i>Spesifikasi #3: Kendali kecepatan Motor BLDC stabil saat beroperasi maju pada fast mode.</i>	12
2.1.4	<i>Spesifikasi #4: Kendali kecepatan Motor BLDC stabil saat beroperasi mundur pada slow mode.</i>	13
2.1.5	<i>Spesifikasi #5: Kendali kecepatan Motor BLDC stabil saat beroperasi mundur pada normal mode.</i>	13
2.1.6	<i>Spesifikasi #6: Kendali kecepatan Motor BLDC stabil saat beroperasi mundur pada fast mode.</i>	14
2.1.7	<i>Spesifikasi #7: Pemantauan persentase baterai untuk baterai 48V 50Ah pada kondisi pengosongan baterai.</i>	14
2.1.8	<i>Spesifikasi #8: Kendali Penggerak kendaraan listrik otonom dapat dioperasikan oleh pengguna melalui antarmuka.</i>	14
2.1.9	<i>Spesifikasi #9: Antarmuka dapat Memonitoring Kecepatan BLDC, Tegangan, Arus dan Persentase Baterai pada Sistem ketika Beroperasi.</i>	15
2.2	<i>Verifikasi</i>	16
2.2.1	<i>Verifikasi Spesifikasi 1: Kendali kecepatan motor BLDC stabil saat beroperasi maju pada kondisi penggunaan 500-4200 RPM pada slow mode.</i>	16
2.2.2	<i>Verifikasi Spesifikasi 2: Kendali kecepatan motor BLDC stabil saat beroperasi maju pada kondisi penggunaan 500-4200 RPM pada normal mode.</i>	17
2.2.3	<i>Verifikasi Spesifikasi 3: Kendali kecepatan Motor BLDC stabil saat beroperasi maju pada fast mode.</i>	18
2.2.4	<i>Verifikasi Spesifikasi 4: Kendali kecepatan motor BLDC stabil saat beroperasi mundur pada slow mode.</i>	19
2.2.5	<i>Verifikasi Spesifikasi 5: Kendali kecepatan motor BLDC stabil saat beroperasi mundur pada kondisi penggunaan 500-2000 RPM pada normal mode.</i>	19
2.2.6	<i>Verifikasi Spesifikasi 6: Kendali kecepatan motor BLDC stabil saat beroperasi mundur pada fast mode.</i>	20
2.2.7	<i>Verifikasi spesifikasi 7: Pemantauan persentase baterai untuk baterai 48V 50Ah pada kondisi pengosongan baterai.</i>	21

2.2.8	<i>Verifikasi spesifikasi 8: Kendali Penggerak kendaraan listrik otonom dapat dioperasikan oleh pengguna melalui antarmuka.....</i>	22
2.2.9	<i>Verifikasi spesifikasi 9: Antarmuka dapat Memonitoring Kecepatan BLDC, Tegangan, Arus dan Persentase Baterai pada Sistem ketika Beroperasi.....</i>	22
BAB 3	DESAIN RANCANGAN SOLUSI.....	23
3.1	Konsep Solusi	23
3.1.1	<i>Diagram Fungsi</i>	23
3.1.2	<i>Alternatif Solusi Sistem yang Diusulkan</i>	24
3.2	Pemilihan Sistem	28
3.2.1	<i>Kriteria Pemilihan Sistem</i>	28
3.2.2	<i>Matriks Keputusan (Decision Matrix).....</i>	29
3.2.3	<i>Sistem Terpilih yang akan Dikembangkan.....</i>	29
3.3	Rencana Desain Sistem.....	30
3.3.1	<i>Diagram Blok Level 0</i>	30
3.3.2	<i>Diagram Blok/Flowchart Level 1.....</i>	31
3.3.3	<i>Diagram Blok/Flowchart Level 2.....</i>	32
3.4	Pemilihan Komponen.....	37
3.4.1	<i>Microcontroller</i>	37
3.4.2	<i>Motor Brusless Direct Current (BLDC).....</i>	38
3.4.3	<i>Relay.....</i>	39
3.4.4	<i>Sensor Radian per Minute (RPM).....</i>	40
3.4.5	<i>Sensor Tegangan.....</i>	40
3.4.6	<i>Sensor Arus</i>	41
3.4.7	<i>Potensiometer.....</i>	41
3.4.8	<i>HMI.....</i>	41
3.5	Jadwal Pengerjaan.....	42
BAB 4	IMPLEMENTASI SOLUSI	43
4.1	Implementasi Sistem.....	43

4.1.1	<i>Sub-sistem Kendali Kecepatan Putar Motor Dengan Metode PID anti-windup</i>	
	43	
4.1.2	<i>Sub-sistem Persentase Baterai</i>	51
4.1.3	<i>Sub-sistem HMI</i>	66
4.2	Analisis Pengerjaan Implementasi Sistem	81
4.3	Hasil Akhir Integrasi Sistem	83
BAB 5	PENGUJIAN SISTEM	84
5.1	Pengujian Sistem (secara keseluruhan sesuai spesifikasi CD2)	84
5.1.1	<i>Pengujian Spesifikasi 1: Kendali kecepatan Motor BLDC stabil saat beroperasi maju pada slow mode</i>	84
5.1.2	<i>Pengujian Spesifikasi 2: Kendali kecepatan Motor BLDC stabil saat beroperasi maju pada normal mode</i>	89
5.1.3	<i>Pengujian Spesifikasi 3: Kendali kecepatan motor BLDC stabil saat beroperasi maju pada fast mode</i>	92
5.1.4	<i>Pengujian Spesifikasi 4: Kendali kecepatan motor BLDC stabil saat beroperasi mundur pada slow mode</i>	97
5.1.5	<i>Pengujian Spesifikasi 5: Kendali kecepatan motor BLDC stabil saat beroperasi mundur pada normal mode</i>	98
5.1.6	<i>Pengujian Spesifikasi 6: Kendali kecepatan Motor BLDC stabil saat beroperasi mundur pada fast mode</i>	100
5.1.7	<i>Pengujian Spesifikasi 7: Pemantauan persentase baterai untuk baterai 48V 50Ah pada kondisi pengosongan baterai</i>	102
5.1.8	<i>Pengujian Spesifikasi 8: Kendali Penggerak kendaraan listrik otonom dapat dioperasikan oleh pengguna melalui antarmuka</i>	105
5.1.9	<i>Pengujian Spesifikasi 9: Antarmuka dapat Memonitoring Kecepatan BLDC, Tegangan, Arus dan Persentase Baterai pada Sistem ketika Beroperasi</i>	108
5.2	Diskusi	109
5.3	Kesimpulan dan Saran	112
5.3.1	<i>Kesimpulan</i>	112

5.3.2	Saran	113
5.4	DEKLARASI.....	113
	DAFTAR PUSTAKA	114
	LAMPIRAN CD-1	116
	<i>Curriculum Vitae 1</i>	116
	<i>Curriculum Vitae 2</i>	118
	<i>Curriculum Vitae 3</i>	120
	A. <i>Mission Statement</i>	122
	B. <i>Interprestasi Kebutuhan</i>	123
	C. <i>Pengelompokan Kebutuhan</i>	124
	D. <i>Penyusunan prioritas kebutuhan</i>	125
	LAMPIRAN CD-2.....	126
	LAMPIRAN CD-3.....	127
	<i>LAMPIRAN 1: Komponen sensor sensor yang digunakan</i>	127
	<i>LAMPIRAN 2: Desain GUI Nextion</i>	127
	LAMPIRAN CD-4.....	129
	LAMPIRAN CD-5.....	130
	<i>LAMPIRAN 1: Pengujian</i>	130
	<i>LAMPIRAN 2: Data hasil pengujian metode kendali PID Anti-windup pada kondisi maju di semua mode dengan setpoint 500 RPM</i>	131
	<i>LAMPIRAN 3: Data hasil pengujian metode kendali PID Anti-windup pada kondisi maju di semua mode dengan setpoint 1000 RPM</i>	134
	<i>LAMPIRAN 4: Data hasil pengujian metode kendali PID Anti-windup pada kondisi maju di semua mode dengan setpoint 1500 RPM</i>	137
	<i>LAMPIRAN 5: Data hasil pengujian metode kendali PID Anti-windup pada kondisi maju di semua mode dengan setpoint 2000 RPM</i>	140
	<i>LAMPIRAN 6: Data hasil pengujian metode kendali PID Anti-windup pada kondisi maju di semua mode dengan setpoint 2500 RPM</i>	143
	<i>LAMPIRAN 7: Data hasil pengujian metode kendali PID Anti-windup pada kondisi maju di semua mode dengan setpoint 3000 RPM</i>	146

<i>LAMPIRAN 8: Data hasil pengujian metode kendali PID Anti-windup pada kondisi maju di semua mode dengan setpoint 3500 RPM.....</i>	<i>149</i>
<i>LAMPIRAN 9: Data hasil pengujian metode kendali PID Anti-windup pada kondisi maju di semua mode dengan setpoint 4000 RPM.....</i>	<i>152</i>
<i>LAMPIRAN 10: Data hasil pengujian metode kendali PID Anti-windup pada kondisi maju di semua mode dengan setpoint 4200 RPM.....</i>	<i>155</i>
<i>LAMPIRAN 11: Data hasil pengujian metode kendali PID Anti-windup pada kondisi mundur di semua mode dengan setpoint 500 RPM</i>	<i>158</i>
<i>LAMPIRAN 12: Data hasil pengujian metode kendali PID Anti-windup pada kondisi mundur di semua mode dengan setpoint 1000 RPM</i>	<i>161</i>
<i>LAMPIRAN 13: Data hasil pengujian metode kendali PID Anti-windup pada kondisi mundur di semua mode dengan setpoint 1500 RPM</i>	<i>164</i>
<i>LAMPIRAN 14: Data hasil pengujian metode kendali PID Anti-windup pada kondisi mundur di semua mode dengan setpoint 2000 RPM</i>	<i>167</i>
<i>LAMPIRAN 15: Data Hasil perbandingan pengujian SOC sistem dengan SOC alat yang sudah terkalibrasi (SUPNOVA) selama 4 jam.....</i>	<i>170</i>
<i>LAMPIRAN 16: Data Hasil Perbandingan Pengujian Respons Sistem pada Setiap Mode Ketika Beroperasi Maju dan Mundur.....</i>	<i>171</i>