



## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
SURAT PERNYATAAN .....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR TABEL .....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR SINGKATAN.....	xiii
INTISARI.....	xv
<i>ABSTRACT</i> .....	xvi
1. BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1.Latar Belakang.....	1
1.2.Rumusan Masalah .....	2
1.3.Batasan Tugas Akhir .....	2
1.4.Tujuan Tugas Akhir.....	2
1.5.Manfaat Tugas Akhir.....	3
1.6.Sistematika Penulisan.....	3
2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI.....	4
2.1.Tinjauan Pustaka .....	4
2.1.1. Desain Konverter DC-DC Topologi <i>Full-Bridge Zero-Voltage-Switching</i> Metode PWM Geser Fase Menggunakan Pengendali Infineon XMC4500 dan Transformator Frekuensi Tinggi 12/400V .....	4
2.1.2. Inverter <i>Full-Bridge Phase-Shifted</i> PWM (FBS-PWM) <i>Zero-Voltage-Switching</i> (ZVS) dan Transformator Frekuensi Tinggi Sebagai Bagian dari Konverter DC-DC 311/100V 300W .....	4
2.1.3. Rancang Bangun Sistem Pengisi Baterai Mobil Listrik Berbasis Mikrokontroler ATMEGA16 .....	5



2.2. Dasar Teori .....	6
2.2.1. Konverter DC-DC Topologi <i>Full-Bridge</i> .....	6
2.2.2. Prinsip Kerja Konverter DC-DC Topologi <i>Full-Bridge</i> .....	8
2.2.3. Metode <i>Soft-Switching (Zero Voltage Switching)</i> .....	8
2.2.4. Metode Geser Fase PWM ( <i>Phase-Shifted PWM</i> ) .....	9
2.2.5. Konverter AC-DC ( <i>Rectifier</i> ) .....	13
2.2.5.1. Konverter AC-DC .....	13
2.2.5.2. Prinsip Kerja <i>Full-Bridge Rectifier</i> .....	14
2.2.6. Transformator Frekuensi Tinggi .....	15
2.2.6.1. Transformator .....	15
2.2.6.2. Desain Transformator .....	18
2.2.6.2.1. Material Inti Magnetis .....	18
2.2.6.2.2. Rugi-rugi Hysteresis .....	19
2.2.6.2.3. Belitan Tembaga .....	19
2.2.6.2.3.1. <i>Fill Factor</i> Tembaga .....	20
2.2.6.2.3.2. <i>Skin Effect</i> pada Belitan Tembaga .....	20
2.2.6.2.4. <b>Pertimbangan Suhu</b> .....	21
2.2.6.3. <b>Filter LC</b> .....	21
2.2.7. Kontroler UCC28951 .....	23
2.2.8. Rangkaian Penggerak IR2110 .....	23
2.2.9. <b>Proses Pengisian Baterai</b> .....	25
2.2.9.1. Proses <i>Charge</i> dan <i>Discharge</i> dengan Arus Konstan .....	25
2.2.9.2. Proses <i>Charge</i> dan <i>Discharge</i> dengan Daya Konstan .....	26
2.2.9.3. Proses <i>Charge</i> dengan Arus dan Tegangan Konstan, dan <i>Discharge</i> dengan Resistansi Konstan .....	26
3. BAB III METODE TUGAS AKHIR .....	28
3.1. Alat dan Bahan Tugas Akhir .....	28
3.1.1. Alat Tugas Akhir .....	28
3.1.2. Bahan Tugas Akhir .....	28
3.2. Alur Tugas Akhir .....	30
3.3. Perancangan Sistem .....	31
3.3.1. Perancangan Sistem Secara Umum .....	31
3.3.2. <b>Perancangan Sistem Konverter DC-DC <i>Full-Bridge Phase-Shifted</i></b> ....	33
3.3.2.1. Perancangan <i>Power Supply</i> .....	33



3.3.2.1.1.	Perancangan <i>DC-Link</i> .....	33
3.3.2.1.2.	Perancangan Sumber DC Tegangan Rendah.....	34
3.3.2.2.	Perancangan Kontroler .....	34
3.3.2.3.	Perancangan Rangkaian Penggerak.....	37
3.3.2.4.	Perancangan Inverter <i>Full-Bridge</i> .....	38
3.3.2.5.	Perancangan Transformator Frekuensi Tinggi .....	39
3.3.2.6.	Perancangan Penyearah Frekuensi Tinggi.....	42
3.3.2.7.	Perancangan Pembatas <i>Ripple</i> Arus (Induktor) dan Pembatas <i>Ripple</i> Tegangan (Kapasitor) Keluaran Konverter .....	42
4.	BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	44
4.1.	Gelombang PWM Keluaran Kontroler IC UCC28951 .....	44
4.2.	Rangkaian Penggerak ( <i>Gate-driver</i> ).....	46
4.2.1.	Keluaran Rangkaian Penggerak .....	46
4.3.	Pengujian Inverter .....	49
4.3.1.	Pengamatan <i>Spike</i> Tegangan Keluaran Inverter.....	50
4.4.	Pengujian Transformator Frekuensi Tinggi.....	51
4.4.1.	Pengukuran Parameter Transformator Frekuensi Tinggi .....	51
4.5.	Keluaran Transformator Frekuensi Tinggi.....	52
4.5.1.	Pengamatan Gelombang Tegangan Masukan dan Keluaran Transformator .....	52
4.5.2.	Pengujian Efisiensi Konverter.....	53
5.	BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1.	Kesimpulan.....	56
5.2.	Saran .....	56
6.	DAFTAR PUSTAKA.....	57
7.	LAMPIRAN .....	59



## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Hasil pengukuran transformator ukuran ETD54 pada frekuensi 50 kHz..... 51



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Skematik dasar converter dc-dc topologi <i>full-bridge</i> (Diambil dari scialert.net) .....	7
Gambar 2.2. Skema pengaturan gelombang PWM dengan metode geser fase [9]. .....	9
Gambar 2.3. Aliran arus saat $t < t_0$ [9]. .....	10
Gambar 2.4. Aliran arus saat $t_0 < t < t_1$ [9]. .....	11
Gambar 2.5. Aliran arus saat $t_1 < t < t_2$ [9]. .....	11
Gambar 2.6. Aliran arus saat $t_2 < t < t_3$ [9]. .....	12
Gambar 2.7. Aliran arus saat $t_3 < t < t_4$ [9]. .....	13
Gambar 2.8. <i>Full-wave rectifier</i> dengan menggunakan transformator <i>center tap</i> . .....	13
Gambar 2.9. <i>Full-bridge rectifier</i> dengan empat dioda. ....	14
Gambar 2.10. Bentuk gelombang tegangan sumber, tegangan beban, arus beban dan tegangan pada dioda penyearah <i>topologi full-bridge</i> . .....	14
Gambar 2.11 Skema transformator ideal. ....	15
Gambar 2.12 Skema transformator dengan resistan dan induktan bocor pada sisi primer dan sisi sekunder. ....	17
Gambar 2.13 Rangkaian ekuivalen transformator. ....	18
Gambar 2.14 Kurva <i>hysteresis</i> (B-H <i>curve</i> ) inti transformator. ....	19
Gambar 2.15 (a) penghantar tembaga terisolasi yang mengalirkan arus $i(t)$ , (b) arus eddy yang dihasilkan medan magnetis, dan (c) akibat skin effect pada distribusi arus. ....	21
Gambar 2.16 (a) gelombang PWM saklar S1 dan S4, (b) PWM untuk saklar S2 dan S3, (c) tegangan sekunder transformator, (d) arus dioda D1 dan D4, (e) arus dioda D2 dan D3, (f) tegangan pada induktor, dan (g) arus keluaran induktor. ....	22
Gambar 2.17 Skematik sederhana kontroler UCC28951 dari Texas Instrument .....	23
Gambar 2.18 Rangkaian penggerak IR2110 dengan topologi bootstrap. ....	24



Gambar 2.19 Skema pengisian bootsrap pada rangkaian IR2110.....	25
Gambar 2.20 Proses <i>charge</i> dengan arus konstan (Wulan, 2010).....	25
Gambar 2.21 Proses <i>discharge</i> dengan arus konstan (Wulan, 2010).....	25
Gambar 2.22 Proses <i>charge</i> dengan daya konstan (Wulan, 2010).....	26
Gambar 2.23 Proses <i>discharge</i> dengan daya konstan (Wulan, 2010).....	26
Gambar 2.24 Proses <i>charge</i> dengan arus konstan/tegangan konstan (Wulan, 2010)...	27
Gambar 2.25 Proses <i>discharge</i> dengan resistansi konstan (Wulan 2010).....	27
Gambar 3.1 Diagram alir jalannya penelitian.....	30
Gambar 3.2 Skema perancangan sistem secara umum.....	32
Gambar 3.3 Skematik <i>DC link power</i> dan penyearah .....	33
Gambar 3.4. Perancangan sumber tegangan rendah.....	34
Gambar 3.5 Skema perancangan kontroler UCC28951 .....	35
Gambar 3.6 Rangkaian sensor pembaca arus .....	36
Gambar 3.7 Skema rangkaian penggerak dengan teknik <i>bootstrap</i> .....	37
Gambar 3.8 Skematik rangkaian inverter .....	38
Gambar 3.9 Kurva <i>hysteresis (B-H curve)</i> pada inti transformator N87 .....	41
Gambar 3.10 Konfigurasi <i>interleaved-winding</i> antara belitan primer dan belitan sekunder.....	42
Gambar 4.1 Gelombang PWM keluaran kontroler IC UCC28951 .....	44
Gambar 4.2 Gelombang pasangan high dan low dengan deadtime sebesar 1.16 $\mu$ s .....	45
Gambar 4.3. Gelombang tegangan Vgs1H (kuning) dan Vgs1L (biru) .....	46
Gambar 4.4 Waktu <i>delay</i> tegangan keluaran gate driver (biru) terhadap PWM keluaran kontroler (kuning) sebesar 170 ns .....	47
Gambar 4.5. Waktu <i>delay</i> tegangan keluaran gate driver (biru) sisi belakang terhadap PWM keluaran kontroler (kuning) sebesar 133 ns .....	48



Gambar 4.6 Gelombang keluaran inverter <i>full-bridge</i> dengan metode geser fase .....	49
Gambar 4.7 Gelombang tegangan keluaran inverter pada beban 3A .....	50
Gambar 4.8 Gelombang tegangan keluaran konverter pada beban 5A, biru: input primer transformator, kuning: input sekunder transformator .....	52
Gambar 4.9 Efisiensi konverter menggunakan transformator ukuran ETD54 .....	53
Gambar 4.10 Nilai tegangan keluaran konverter pada berbagai level beban .....	54
Gambar 4.11 Kurva suhu MOSFET, transformator, dan rectifier pada berbagai level beban .....	54