

DAFTAR ISI

| | |
|--|-------|
| HALAMAN JUDUL..... | i |
| PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME..... | ii |
| HALAMAN PENGESAHAN..... | iii |
| HALAMAN PERSEMBAHAN | iv |
| KATA PENGANTAR | vii |
| DAFTAR ISI..... | ix |
| DAFTAR TABEL..... | xii |
| DAFTAR GAMBAR | xiii |
| DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN | xv |
| INTISARI..... | xviii |
| ABSTRACT..... | xix |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| I.1. Latar Belakang | 1 |
| I.2. Perumusan Masalah | 3 |
| I.3. Batasan Masalah | 4 |
| I.4. Tujuan Penelitian | 4 |
| I.5. Manfaat Penelitian | 4 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA..... | 5 |
| BAB III DASAR TEORI | 12 |
| III.1. Pengaturan Tegangan di Indonesia | 12 |
| III.2. Prinsip Kerja Motor Induksi..... | 12 |
| III.3. Prinsip Kerja dan Proses Pembangkitan Generator | 13 |
| III.4. <i>SEIG (Self-Excited Induction Generator)</i> | 15 |
| III.4.1. <i>Constant-Speed Constant-Frequency (CSCF)</i> | 16 |
| III.4.2. <i>Variable-Speed Constant-Frequency (VSCF)</i> | 16 |
| III.4.3. <i>Variable-Speed Variable-Frequency (VSVF)</i> | 17 |
| III.5. Kebutuhan Daya Reaktif Generator Induksi. | 17 |
| III.5.1. Kapasitor yang Terhubung Bintang dan Delta..... | 18 |
| III.6. Pengendalian Keluaran Generator..... | 20 |

| | |
|---|----|
| III.6.1. <i>Electronic Load Controller</i> | 20 |
| III.7. Perangkat Pengalih Daya | 21 |
| III.8. IGBT | 22 |
| III.8.1. <i>Reverse Blocking IGBT</i> | 23 |
| III.8.2. Kendali pada <i>IGBT</i> | 25 |
| III.9. Kebisingan | 27 |
| III.10. Filter | 27 |
| III.10.1. Filter Analog | 28 |
| III.10.2. Filter Analog Pasif Sederhana | 28 |
| III.11. Sistem Kendali | 30 |
| III.11.1. Konfigurasi Sistem | 30 |
| III.11.2. Kendali Algoritma PID | 32 |
| III.11.3. Respon Sistem Pada Sinyal Undak | 34 |
| III.12. Hipotesis Penelitian | 36 |
| BAB IV PELAKSANAAN PENELITIAN | 37 |
| IV.1. Tempat Penelitian | 37 |
| IV.2. Alat dan Bahan Penelitian | 37 |
| IV.3. Tata Laksana Penelitian | 41 |
| IV.3.1. Studi Literatur | 42 |
| IV.3.2. Penyusunan Hipotesis Penelitian | 43 |
| IV.3.3. Tata Laksana Penelitian | 43 |
| IV.3.4. <i>Running</i> Generator Induksi | 45 |
| IV.3.5. Analisis Keadaan Tunak dan Dinamik dari Generator Induksi | 47 |
| IV.3.6. Pembuatan <i>ELC</i> | 50 |
| IV.3.7. Perancangan Sistem Sensor dan Sistem Aktuator | 50 |
| IV.3.8. Analisis Keadaan Tunak dan Dinamik dari Sistem Sensor dan Sistem Aktuator | 51 |
| IV.3.9. Perancangan Sistem Kendali | 52 |
| IV.3.10. Test <i>ELC</i> dengan Gangguan | 53 |
| IV.3.11. Analisis Performansi dari <i>ELC</i> | 54 |
| IV.3.12. Pembuatan Laporan Akhir | 54 |
| BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN | 55 |

| | |
|--|-----|
| V.1. Hasil <i>Running</i> Generator Induksi | 55 |
| V.2. Hasil Analisis Keadaan Tunak dan Dinamik dari Generator Induksi | 59 |
| V.3. Hasil Perancangan Sistem Sensor dan Sistem Aktuator | 63 |
| V.3.1. Hasil Perancangan Sistem Sensor Tegangan | 63 |
| V.3.2. Hasil Perancangan Sistem Aktuator | 68 |
| V.4. Hasil Analisis Keadaan Tunak dan Dinamik dari Sistem Sensor dan Sistem Aktuator | 71 |
| V.4.1. Hasil Pengujian Sistem Sensor Tegangan | 71 |
| V.4.2. Hasil Pengujian Sistem Aktuator | 74 |
| V.5. Hasil Perancangan Sistem Kendali | 76 |
| V.5.1. Tujuan Kendali | 76 |
| V.5.2. Varabel Terkendali, Variabel Termanipulasi dan Variabel Beban | 78 |
| V.5.3. Waktu Tunda | 79 |
| V.5.4. Pengaturan Parameter Kendali | 81 |
| V.6. Hasil Test <i>ELC</i> dengan Gangguan | 84 |
| V.6.1. Kondisi Sebelum Diberi Gangguan | 84 |
| V.6.2. Kondisi Setelah Diberi Gangguan | 86 |
| V.7. Hasil Analisis Performansi dari <i>ELC</i> | 88 |
| BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN | 93 |
| VI.1. Kesimpulan | 93 |
| VI.2. Saran | 94 |
| DAFTAR PUSTAKA | 95 |
| LAMPIRAN A <i>SOURCE CODE</i> BAGIAN PEMBACAAN DATA MELALUI ARDUINO UNO | 99 |
| LAMPIRAN B <i>SOURCE CODE</i> BAGIAN KENDALI PADA RASPBERRY PI ZERO W | 100 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel II.1. Studi tinjauan pustaka | 9 |
| Tabel III.1. Hubungan tegangan dan arus dalam sirkuit 3 fasa [20] | 19 |
| Tabel III.2. Filter analog pasif sederhana menggunakan komponen RC [27] [28]29 | |
| Tabel III.3. Respon sistem kendali PID terhadap perubahan kendali | 33 |
| Tabel IV.1. Alat laboratorium | 37 |
| Tabel IV.2. Perangkat lunak penelitian | 40 |
| Tabel IV.3. Komponen - komponen elektronik | 41 |
| Tabel V.1. Hasil pengujian <i>running</i> generator induksi | 58 |
| Tabel V.2. Hasil pengoptimalan dari daya beban 106,98 watt | 59 |
| Tabel V.3. Hasil pengujian dari sistem sensor tegangan tanpa <i>ADC</i> | 67 |
| Tabel V.4. Tujuan kendali | 77 |
| Tabel V.5. Hasil Analisis Performansi dari <i>ELC</i> | 89 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar III.1. Generator listrik tegangan AC. (a) Diagram skematik dasar dan (b) bentuk tegangan AC dalam fungsi sudut rotasi pada keluaran generator [20]. | 14 |
| Gambar III.2. Generator listrik tegangan DC. (a) Diagram skematik dasar dan (b) bentuk tegangan DC dalam fungsi sudut rotasi pada keluaran generator [20]. | 15 |
| Gambar III.3. Bentuk sambungan bintang dan sambungan delta [20] | 18 |
| Gambar III.4. Perangkat pengalih daya dan daerah operasi kerjanya [23] | 22 |
| Gambar III.5. Bentuk penampang <i>IGBT</i> a) <i>NPT</i> dan b) <i>PT</i> [23] | 23 |
| Gambar III.6. <i>RB</i> -(reverse blocking) <i>IGBT</i> a) <i>common collector IGBT</i> dengan dioda, b) <i>common emitter IGBT</i> dengan dioda, c) dioda <i>IGBT</i> tertanam, dan d) <i>RB IGBT</i> dengan dioda intrinsik [16] | 24 |
| Gambar III.7. Pemotongan (<i>chopping</i>) a) rangkaian sederhana, b) bentuk gelombang masukan dan keluaran pemotongan [25] | 25 |
| Gambar III.8. Klasifikasi filter analog [27] | 28 |
| Gambar III.9. Bentuk sederhana dari sistem kendali [29] | 30 |
| Gambar III.10. Diagram blok dari sistem kendali kalang terbuka [29] | 31 |
| Gambar III.11. Diagram blok dari sistem kendali kalang tertutup [29] | 32 |
| Gambar III.12. Spesifikasi respon waktu | 35 |
| Gambar IV.1. Resistor variabel atau kapasitor variabel | 40 |
| Gambar IV.2. Diagram alur tata laksana penelitian | 42 |
| Gambar IV.3. Persiapan umum pada penelitian dalam laboratorium | 44 |
| Gambar IV.4. Persiapan <i>running</i> generator induksi | 46 |
| Gambar IV.5. Persiapan pengujian keadaan tunak dan dinamik generator induksi | 48 |
| Gambar IV.6. Diagram blok dari pengujian keadaan tunak dan dinamik generator induksi | 50 |
| Gambar IV.7. Persiapan pengujian keadaan tunak dan dinamik dari sistem sensor | 52 |
| Gambar IV.8. Persiapan pengujian <i>ELC</i> dengan gangguan | 53 |
| Gambar V.1. Hasil respon keadaan tunak generator induksi | 60 |
| Gambar V.2. Hasil respon keadaan dinamik generator induksi | 62 |
| Gambar V.3. Blok diagram dari sistem generator induksi | 63 |
| Gambar V.4. Rangkaian listrik sistem sensor tegangan | 67 |
| Gambar V.5. Rangkaian listrik sistem aktuator | 71 |
| Gambar V.6. Respon tunak sistem sensor tegangan | 72 |
| Gambar V.7. Respon dinamik sistem sensor tegangan | 73 |
| Gambar V.8. Blok diagram dari sistem sensor tegangan | 74 |

| | |
|---|----|
| Gambar V.9. Respon tunak sistem aktuator..... | 75 |
| Gambar V.10. Blok diagram dari sistem aktuator..... | 75 |
| Gambar V.11. Blok diagram dari proses..... | 79 |
| Gambar V.12. Hasil pengukuran waktu tunda | 79 |
| Gambar V.13. Diagram blok dari waktu tunda | 81 |
| Gambar V.14. Diagram blok sistem..... | 81 |
| Gambar V.15. Hasil simulasi sistem tanpa kendali | 83 |
| Gambar V.16. Bentuk natural tegangan keluaran generator induksi | 85 |
| Gambar V.17. Hasil perlakuan pertama | 87 |
| Gambar V.18. Hasil perlakuan kedua | 88 |