



**TUGAS AKHIR**

**RANCANG BANGUN TRAINER PENGATUR KECEPATAN MOTOR  
INDUKSI 3 FASA BERBASIS PLC SCHNEIDER TM221 DAN VSD  
ALTIVAR ATV320**

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan  
Program Studi Teknik Listrik Industri

oleh:

Ismu Baikhaqi Murbiyanta

4004061960064

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK LISTRIK INDUSTRI  
DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI  
SEKOLAH VOKASI  
UNIVERSITAS DIPONEGORO  
SEMARANG**

**2026**

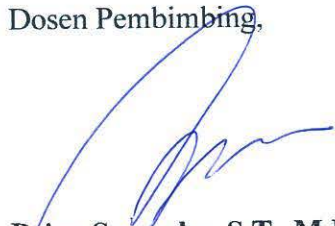
## TUGAS AKHIR

### **RANCANG BANGUN TRAINER PENGATUR KECEPATAN MOTOR INDUKSI 3 FASA BERBASIS PLC SCHNEIDER TM221 DAN VSD ALTIVAR ATV320**

Diajukan oleh : Ismu Baikhaqi Murbiyanta

NIM : 40040619650064

Dosen Pembimbing,



**Priyo Sasmoko, S.T., M.Eng.**

**NIP. 197009161998021001**

Tanggal 30 Juni 2026

Mengetahui,

Ketua Program Studi Sarjana Terapan  
Teknik Listrik Industri Departemen  
Teknologi Industri Sekolah Vokasi  
Universitas Diponegoro



**Arkhan Subari, S.T., M.Kom**

**NIP. 197710012001121002**

Tanggal 30 Juni 2026

**HALAMAN PENGESAHAN**

**TUGAS AKHIR**

**RANCANG BANGUN TRAINER PENGATUR KECEPATAN  
MOTOR INDUKSI 3 FASA BERBASIS PLC SCHNEIDER  
TM221 DAN VSD ALTIVAR ATV320**

Diajukan oleh : Ismu Baikhaqi Murbiyanta

NIM : 40040619650064

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji pada

Hari : Rabu

Tanggal : 24-Juni-2026

Ketua Penguji

Yuniarto, ST, MT

NIP. 197106151998021001

Anggota Penguji I

Arkhan Subari, S.T., M.Kom

NIP. 197710012001121002

Anggota Penguji II

Priyo Sasmoko, S.T., M.Eng.

NIP. 197009161998021001

Mengetahui,

Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri

Departemen Teknologi Industri

Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro

Arkhan Subari, S.T., M.Kom

NIP. 197710012001121002

## **SURAT PERNYATAAN KEASLIAN**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Ismu Baikhaqi Murbiyanta  
NIM : 4004061960064  
Program Studi : Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri Departemen  
Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas  
Diponegoro  
Judul Tugas Akhir : RANCANG BANGUN TRAINER PENGATUR  
KECEPATAN MOTOR INDUKSI 3 FASA BERBASIS  
PLC SCHNEIDER TM221 DAN VSD ALTIVAR  
ATV320

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam tugas akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh derajat keahlian di suatu Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti plagiat dalam tugas akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan Mendiknas RI no. 17 Tahun 2010 dan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Semarang, 15 Juni 2026



Ismu Baikhaqi Murbiyanta

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan segala puji syukur kepada Allah SWT dan atas dukungan dan doa dari orang – orang tercinta, Alhamdulillah Tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan cukup baik. Oleh karena itu, dengan rasa bangga dan bahagia saya persembahkan tugas akhir ini kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan kelancaran dan kemudahan.
2. ALM.Kedua Orang tua dan ALM.Kakak kandung saya yang selalu menuntun saya dalam menghadapi keras nya duniawi dan menjauhkan saya dari orang orang jahat beserta iblis dan syaiton .
3. Prof Dr. Ir.Budiyono, M.Si selaku Dekan Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
4. Dr. Ida Hayu Dwimawanti, M.m, selaku Wakil Dekan 1 Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro Semarang.
5. Dr. Eng. Vita Paramita, S.T., M.M., M.Eng, selaku Wakil Dekan 2 Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro Semarang.
6. Bapak Arkhan Subari,S.T,M.Kom, selaku Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro Semarang.
7. Bapak Yuniarto, S.T.,M.T. selaku Sekretaris Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro Semarang.
8. Bapak Priyo Sasmoko, S.T., M.Eng, selaku Ketua Progam Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Otomasi Universitas Diponegoro Semarang dan dosen pembimbing tugas akhir saya.
9. Mas Aa Laylatul Alfalaq S.Tr.T, Mas Septian S.Tr.T,Mas Iqro dwi septian, Mas priyandito mukti ramadhan dan seluruh mahasiswa tli 19 reguler



maupun pln serta seluruh mahasiswa tli lintas angkatan yang pernah saya temui selaku pihak yang mendukung dalam penyusunan tugas akhir.

10. Serta seluruh pihak yang terlibat dalam penyusunan alat tugas akhir ini, Termasuk 2 gadis Asal Jakarta yang membuat semangat dan selalu ceria menjalani kerasnya kehidupan.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penyusun panjatkan kepada Allah SWT atas berkat, rahmat dan limpahan karunia-Nya, penyusun dapat menyelesaikan laporan tugas akhir dengan judul “RANCANG BANGUN TRAINER PENGATUR KECEPATAN MOTOR INDUKSI 3 FASA BERBASIS PLC SCHNEIDER TM221 DAN VSD ALTIVAR ATV320” Laporan ini penyusun buat bertujuan untuk menjadi laporan tugas akhir sebagai syarat kelulusan serta memperoleh gelar sarjana terapan Teknik Listrik Industri.

Dalam penyusunan laporan tugas akhir ini tentu tidak lepas dari dukungan, arahan dan bimbingan berbagai pihak dalam membantu penyusun memperbaiki dan menyempurnakan laporan tugas akhir ini. Maka dari itu pada kesempatan kali ini penyusun mengucapkan terima kasih kepada pihak – pihak terkait yang telah membantu, yaitu:

1. Allah SWT yang telah memberikan keberkahan, rahmat dan karunia dalam penyusunan laporan tugas akhir ini.
2. keluarga besar yang selalu memberi doa dan dukungan dalam penyusunan laporan tugas akhir ini.
3. Prof Dr. Ir. Budiyo, M.Si, selaku Dekan Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro Semarang.
4. Dr. Ida Hayu Dwimawanti, M.m, selaku Wakil Dekan 1 Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro Semarang.
5. Dr. Eng. Vita Paramita, S.T., M.M., M.Eng, selaku Wakil Dekan 2 Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro Semarang.
6. Bapak Arkhan Subari, ST, M.Kom, selaku Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro Semarang.
7. Bapak Yuniarto, S.T.,M.T. selaku Sekretaris Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro Semarang.
8. Bapak Priyo Sasmoko, S.T., M.Eng, selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir.

9. Mas Aa Laylatul Alfalaq S.Tr.T, dan Mas Anang selaku pihak yang mendukung dalam penyusunan tugas akhir.
10. Teman – teman D4 Teknik Listrik Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro yang telah memberi dukungan dan doa.
11. Serta seluruh pihak yang telah membantu seluruh rangkaian kegiatan dan penyusunan laporan tugas akhir ini.

Akhir kata, penyusun berharap laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca, terkhususnya kepada mahasiswa Universitas Diponegoro, Semarang.

Semarang, 15 Juni 2026



Penyusun

Ismr Baikhaqi M



## DAFTAR ISI

|                                                                                                                   |      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| HALAMAN PENGESAHAN .....                                                                                          | ii   |
| HALAMAN PENGESAHAN .....                                                                                          | iii  |
| SURAT PERNYATAAN KEASLIAN.....                                                                                    | iv   |
| ABSTRAK .....                                                                                                     | v    |
| <i>ABSTRACT</i> .....                                                                                             | vi   |
| HALAMAN PERSEMBAHAN .....                                                                                         | vii  |
| KATA PENGANTAR.....                                                                                               | viii |
| DAFTAR ISI .....                                                                                                  | x    |
| DAFTAR TABEL .....                                                                                                | xiii |
| DAFTAR GAMBAR .....                                                                                               | xiv  |
| DAFTAR LAMPIRAN .....                                                                                             | xvi  |
| BAB I PENDAHULUAN.....                                                                                            | 1    |
| 1.1    Latar Belakang .....                                                                                       | 1    |
| 1.2    Rumusan Masalah .....                                                                                      | 3    |
| 1.3    Tujuan Tugas Akhir.....                                                                                    | 3    |
| 1.4    Manfaat Tugas Akhir .....                                                                                  | 4    |
| 1.5    Batasan Masalah.....                                                                                       | 5    |
| 1.6    Sistematika Tugas Akhir .....                                                                              | 5    |
| BAB II LANDASAN TEORI .....                                                                                       | 7    |
| 2.1    Tinjauan Pustaka.....                                                                                      | 7    |
| 2.2    Landasan Teori .....                                                                                       | 8    |
| 2.2.1 <i>Programmable Logic Controller (PLC) Schneider Modicon M221</i><br><i>Relay Ethernet TM221CE16R</i> ..... | 8    |

|                                                                                                                                         |                                                                                                                        |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.2.1.1                                                                                                                                 | Bagian <i>Programmable Logic Controller</i> (PLC) Schneider Modicon M221 Relay <i>Ethernet</i> TM221CE16R .....        | 10        |
| 2.2.1.2                                                                                                                                 | Prinsip Kerja <i>Programmable Logic Controller</i> (PLC) Schneider Modicon M221 Relay <i>Ethernet</i> TM221CE16R ..... | 12        |
| 2.2.2                                                                                                                                   | EcoStruxure™ Machine Expert ( <i>SoMachine</i> ) .....                                                                 | 14        |
| 2.2.3                                                                                                                                   | <i>Inverter Variable Speed Drive</i> (VSD) Schneider ATV320U15M3C 1.5kW 200 to 240V 3 Fasa .....                       | 15        |
| 2.2.3.1                                                                                                                                 | Prinsip Kerja <i>Inverter Variable Speed Drive</i> (VSD) .....                                                         | 16        |
| 2.2.3.2                                                                                                                                 | Operasi <i>Variable Speed Drive</i> (VSD).....                                                                         | 17        |
| 2.2.4                                                                                                                                   | Motor Induksi 3 Fasa .....                                                                                             | 18        |
| 2.2.4.1                                                                                                                                 | Prinsip Kerja Motor Induksi Tiga Fasa .....                                                                            | 19        |
| 2.2.4.2                                                                                                                                 | Torsi Motor Induksi Tiga Fasa .....                                                                                    | 20        |
| 2.2.5                                                                                                                                   | Alat Ukur <i>Tachometer</i> .....                                                                                      | 21        |
| 2.2.6                                                                                                                                   | <i>Human-Machine Interface</i> (HMI).....                                                                              | 23        |
| 2.2.7                                                                                                                                   | <i>Vijeo Citect</i> dan <i>Designer</i> dalam <i>Human-Machine Interface</i> (HMI) .....                               | 25        |
| 2.2.8                                                                                                                                   | Rangkaian <i>Multi-Step</i> pada Kecepatan Motor Induksi 3 Fasa.....                                                   | 26        |
| <b>BAB III RANCANG BANGUN TRAINER PENGATUR KECEPATAN MOTOR INDUKSI 3 FASA BERBASIS PLC SCHNEIDER TM221 DAN VSD ALTIVAR ATV320 .....</b> |                                                                                                                        | <b>27</b> |
| 3.1                                                                                                                                     | Perancangan <i>Hardware</i> .....                                                                                      | 27        |
| 3.1.1                                                                                                                                   | Blok Diagram .....                                                                                                     | 27        |
| 3.1.2                                                                                                                                   | Cara Kerja Blok Diagram.....                                                                                           | 28        |
| 3.1.3                                                                                                                                   | <i>Wiring Diagram</i> .....                                                                                            | 31        |
| 3.1.4                                                                                                                                   | <i>Desain 3D</i> .....                                                                                                 | 36        |
| 3.2                                                                                                                                     | Perancangan <i>Software</i> .....                                                                                      | 37        |

|                                                  |                                                                      |           |
|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.2.1                                            | <i>Flowchart Alat</i> .....                                          | 37        |
| 3.2.2                                            | Cara Kerja Sistem .....                                              | 38        |
| <b>BAB IV PEMBUATAN ALAT .....</b>               |                                                                      | <b>39</b> |
| 4.1                                              | Perencanaan Pembuatan Alat .....                                     | 39        |
| 4.2                                              | Alat dan Bahan .....                                                 | 41        |
| 4.3                                              | Langkah-Langkah Pembuatan Alat <i>Hardware</i> .....                 | 42        |
| 4.3.1                                            | Pembuatan Papan Modul Alat.....                                      | 42        |
| 4.3.2                                            | Pemasangan Komponen pada Papan Modul Alat .....                      | 43        |
| 4.4                                              | Langkah-Langkah Pengoperasian <i>Software</i> .....                  | 44        |
| 4.4.1                                            | Konfigurasi <i>Modbus</i> pada <i>SoMachine</i> .....                | 44        |
| 4.4.2                                            | Komunikasi <i>SoMachine</i> dengan PLC via <i>Wireless</i> .....     | 49        |
| 4.4.3                                            | Pemrogramman PLC .....                                               | 51        |
| <b>BAB V PENGUJIAN DAN PENGUKURAN ALAT .....</b> |                                                                      | <b>54</b> |
| 5.1                                              | Pengujian Kecepatan Motor Berdasarkan Rangkaian <i>Multi-Step</i> .. | 54        |
| 5.2                                              | Pengujian Tampilan Penggunaan Alat .....                             | 57        |
| 5.3                                              | Pengujian Tampilan HMI .....                                         | 60        |
| <b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>          |                                                                      | <b>63</b> |
| 6.1                                              | Kesimpulan .....                                                     | 63        |
| 6.2                                              | Saran.....                                                           | 64        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>                       |                                                                      | <b>65</b> |
| <b>LAMPIRAN.....</b>                             |                                                                      | <b>68</b> |

## **DAFTAR TABEL**

|                                                                         |           |
|-------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Tabel 2. 1 Deskripsi PLC Schneider TM221CE16R[13].....</b>           | <b>11</b> |
| <b>Tabel 4. 1 Bahan Pembuatan Alat.....</b>                             | <b>41</b> |
| <b>Tabel 4. 2 Peralatan Pembuatan Alat .....</b>                        | <b>42</b> |
| <b>Tabel 5. 1 Perhitungan RPM berdasarkan Frekuensi .....</b>           | <b>54</b> |
| <b>Tabel 5. 2 Pengujian Alat terhadap Kecepatan Putaran Motor .....</b> | <b>55</b> |

## DAFTAR GAMBAR

|                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2. 1 PLC Modicon TM221CE16R[13] .....                             | 9  |
| Gambar 2. 2 Bagian PLC Schneider TM221CE16R[13] .....                    | 10 |
| Gambar 2. 3 Prinsip Kerja PLC[13] .....                                  | 12 |
| Gambar 2. 4 Tampilan <i>Software SoMachine Basic</i> [13] .....          | 14 |
| Gambar 2. 5 Blok Diagram Variabel Speed Drive 3[16] .....                | 16 |
| Gambar 2. 6 Motor Induksi 3 Fasa[16] .....                               | 18 |
| Gambar 2. 7 Kurva Hubungan Torsi dengan Variabel Frekuensi[16] .....     | 20 |
| Gambar 2. 8 Alat Ukur Tachometer[20] .....                               | 22 |
| Gambar 2. 9 Hubungan HMI dengan Manusia dan Mesin[22] .....              | 23 |
| Gambar 2. 10 Fungsi Utama HMI[23] .....                                  | 24 |
| Gambar 2. 11 <i>Vijeo Citect dan Vijeo Designer</i> .....                | 25 |
| Gambar 3. 1 Blok Diagram Alat .....                                      | 28 |
| Gambar 3. 2 <i>Overview Power 220VAC dan 24 VDC</i> .....                | 31 |
| Gambar 3. 3 <i>Overview Power 220VAC dan 24 VDC</i> .....                | 32 |
| Gambar 3. 4 <i>Input Sistem PLC</i> .....                                | 33 |
| Gambar 3. 5 <i>Output Sistem PLC</i> .....                               | 34 |
| Gambar 3. 6 Koneksi VSD dan Motor 3 Fasa .....                           | 34 |
| Gambar 3. 7 Koneksi PLC dan <i>Router</i> Via TCP/IP .....               | 35 |
| Gambar 3. 8 Desain 3D Alat Tugas Akhir .....                             | 36 |
| Gambar 3. 9 <i>Flowchart</i> .....                                       | 37 |
| Gambar 4. 1 Pemasangan Komponen pada Alat .....                          | 43 |
| Gambar 4. 2 Pemasangan Kabel pada Alat .....                             | 44 |
| Gambar 4. 3 Setting ETHERNET SCHNEIDER TM221C16R pada<br>SoMachine ..... | 46 |
| Gambar 4. 4 Pemilihan Seri PLC pada SoMachine .....                      | 46 |
| Gambar 4. 5 Setting ETH pada SoMachine .....                             | 46 |
| Gambar 4. 6 Setting IP address dan Gateway pada SoMachine .....          | 47 |
| Gambar 4. 7 Tampilan Comissioning Sebelum Upload pada SoMachine ....     | 48 |
| Gambar 4. 8 Tampilan Comissioning Setelah Terkoneksi pada SoMachine      | 48 |



|                                                                            |           |
|----------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Gambar 4. 9 Ladder Diagram PLC.....</b>                                 | <b>52</b> |
| <b>Gambar 4. 10 Ladder Diagram PLC (Lanjutan).....</b>                     | <b>53</b> |
| <b>Gambar 5. 1 Pengujian Kondisi <i>Standby</i> Alat.....</b>              | <b>57</b> |
| <b>Gambar 5. 2 Pengujian Kondisi <i>On</i> pada PLC dan VSD Alat .....</b> | <b>58</b> |
| <b>Gambar 5. 3 Pengujian Kondisi <i>Speed 1</i> Alat (15 Hz).....</b>      | <b>58</b> |
| <b>Gambar 5. 4 Pengujian Kondisi <i>Speed 2</i> Alat (35 Hz).....</b>      | <b>59</b> |
| <b>Gambar 5. 5 Pengujian Kondisi <i>Speed 3</i> Alat (50 Hz).....</b>      | <b>59</b> |
| <b>Gambar 5. 6 Pengujian Kondisi <i>Standby</i> Alat.....</b>              | <b>60</b> |
| <b>Gambar 5. 7 Pengujian Kondisi <i>Standby</i> Alat.....</b>              | <b>60</b> |
| <b>Gambar 5. 8 Pengujian Kondisi <i>Standby</i> Alat.....</b>              | <b>61</b> |
| <b>Gambar 5. 9 Pengujian Kondisi <i>Standby</i> Alat.....</b>              | <b>61</b> |
| <b>Gambar 5. 10 Pengujian Kondisi <i>Standby</i> Alat.....</b>             | <b>62</b> |

## DAFTAR LAMPIRAN

|                                                                                                  |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Lampiran 1. Dokumentasi Alat Tugas Akhir.....                                                    | 68 |
| Lampiran 2. <i>Desain</i> 3D Alat.....                                                           | 68 |
| Lampiran 3. Tampilan HMI pada <i>Vijeo Citect</i> .....                                          | 69 |
| Lampiran 4. <i>Wiring</i> Diagram Alat Monitoring .....                                          | 69 |
| Lampiran 5. Ladder Diagram.....                                                                  | 70 |
| Lampiran 6. <i>Datasheet</i> PLC <i>Schneider Modicon M221 Relay Ethernet</i><br>TM221CE16R..... | 71 |
| Lampiran 7. <i>Datasheet</i> VSD <i>Schneider ATV320U15M3C 1.5kW 200 to 240V</i> .....           | 80 |
| Lampiran 8. Bukti Fisik Laporan Tugas Akhir .....                                                | 97 |
| Lampiran 9. LOGBOOK .....                                                                        | 99 |