

DAFTAR ISI

| | |
|--|------|
| PRAKATA..... | iii |
| ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN | v |
| ABSTRACT..... | vii |
| INTISARI..... | viii |
| DAFTAR ISI..... | ix |
| DAFTAR GAMBAR | xi |
| DAFTAR TABEL..... | xii |
| BABI PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2 Perumusan masalah..... | 2 |
| 1.3 Batasan Penelitian..... | 2 |
| 1.3 Keaslian penelitian..... | 3 |
| 1.4 Tujuan Penelitian | 3 |
| 1.5 Manfaat Penelitian | 4 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI..... | 5 |
| 2.1 Tinjauan Pustaka..... | 5 |
| 2.2 Landasan Teori..... | 6 |
| 2.2.1 Sistem Distribusi Tenaga Listrik..... | 6 |
| 2.2.2 Proteksi Sistem Tenaga Listrik..... | 7 |
| 2.2.3 Relay Proteksi | 8 |
| 2.2.4 <i>Overcurrent Relay</i> (OCR)..... | 9 |
| 2.2.5 <i>Directional Overcurrent Relay</i> (DOCR)..... | 10 |
| 2.2.3 <i>Distributed Generation</i> (DG)..... | 11 |
| 2.3 Hipotesis | 12 |
| BAB III METODOLOGI..... | 13 |
| 3.1 Alat dan Bahan..... | 13 |
| 3.1.1 Alat..... | 13 |
| 3.1.2 Bahan..... | 13 |
| 3.2 Alur Penelitian | 14 |
| 3.3 Perancangan Sistem | 16 |
| 3.4 Analisis Data..... | 17 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN..... | 19 |
| 4.1 Data Sistem Jaringan Distribusi Penyulang Express Tentena..... | 19 |
| 4.1.1 Transformator Gardu Induk | 19 |
| 4.1.2 Kawat Penghantar | 20 |
| 4.1.3 Pembangkit Tersebar | 21 |
| 4.2 Skema Proteksi Kondisi Awal..... | 22 |
| 4.2.1 Identifikasi DOCR | 22 |

| | | |
|---------------------------------|--|----|
| 4.2.2 | Simulasi Arus Gangguan Maksimum dan Minimum..... | 27 |
| 4.2.3 | Setting Relay | 28 |
| 4.2.4 | Evaluasi <i>Setting</i> Proteksi..... | 30 |
| 4.3 | Skema Proteksi Dengan Penambahan Zona Proteksi Pada Jaringan | 34 |
| 4.3.1 | Identifikasi DOCR | 36 |
| 4.3.2 | Simulasi Arus Gangguan Maksimal dan Minimal | 37 |
| 4.3.3 | Setting Relay | 38 |
| 4.3.4 | Evaluasi Setting Proteksi | 39 |
| 4.4 | Skema Proteksi Dengan DG6 Terhubung Pada Bus4 | 42 |
| 4.4.1 | Arus Hubung Singkat Sebelum DG6 Terhubung ke Jaringan..... | 43 |
| 4.4.2 | Arus Hubung Singkat Ketika DG6 Terhubung ke Bus4 | 44 |
| 4.4.3 | Simulasi Arus Gangguan Maksimal dan Minimal | 45 |
| 4.4.4 | Evaluasi <i>Setting</i> Proteksi..... | 46 |
| 4.5 | Skema Proteksi Sistem Dengan DG6 Terhubung ke Bus1 | 50 |
| 4.5.1 | Arus Hubung Singkat Ketika DG6 Terhubung ke Bus1 | 51 |
| 4.5.2 | Simulasi Arus Gangguan Maksimal dan Minimal | 52 |
| 4.5.3 | Evaluasi Setting Proteksi | 53 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN..... | | 58 |
| 5.1 | Kesimpulan | 58 |
| 5.2 | Saran | 59 |
| DAFTAR PUSTAKA | | 60 |
| LAMPIRAN..... | | 1 |
| 1. | Data Spesifikasi DG..... | 1 |
| 2. | Kurva Koordinasi Hasil Simulasi | 2 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 2. 1 Diagram satu baris sistem distribusi tipikal | 7 |
| Gambar 2. 2 Elemen arah <i>reverse</i> dan <i>forward</i> | 11 |
| Gambar 3. 1 Diagram alir penelitian..... | 14 |
| Gambar 3. 2 Diagram blok perancangan sistem | 16 |
| Gambar 4. 1 SLD Penyulang Exp Tentena | 19 |
| Gambar 4. 2 Ilustrasi <i>setting</i> arah DOCR | 24 |
| Gambar 4. 3 Simulasi gangguan di berbagai titik | 31 |
| Gambar 4. 4 Kurva Koordinasi Relay <i>Upstream</i> Ketika Gangguan F1 | 32 |
| Gambar 4. 5 Lokasi Penambahan Zona Proteksi | 35 |
| Gambar 4. 6 SLD Express Tentena dengan PLTM Yaentu terhubung di Bus4..... | 43 |
| Gambar 4. 7 Simulasi gangguan di berbagai titik | 47 |
| Gambar 4. 8 SLD Express Tentena dengan PLTM Yaentu terhubung di Bus1 | 51 |
| Gambar 4. 9 Simulasi gangguan di berbagai titik | 54 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 2. 1 Koefisien <i>Inverse Time Dial</i> | 10 |
| Tabel 4. 1 Spesifikasi Transformator GI [20]..... | 20 |
| Tabel 4. 2 Data Kawat Penghantar Penyulang Exp Tentena [21] | 20 |
| Tabel 4. 3 Impedansi Kawat Penghantar AAAC [22] | 21 |
| Tabel 4. 4 Spesifikasi Generator dan Transformator PLTM Tomasa | 21 |
| Tabel 4.5 Tabel 4. 5 Spesifikasi Generator dan Transformator PLTM Yaentu..... | 22 |
| Tabel 4. 6 Identifikasi arah relay pada sistem | 23 |
| Tabel 4. 7 Relay Utama dan Relay Cadangan..... | 26 |
| Tabel 4. 8 Hasil Simulasi Arus Gangguan Maksimum dan Minimum..... | 27 |
| Tabel 4. 9 <i>Setting</i> arus ambang operasi dan waktu tunda | 30 |
| Tabel 4. 10 Waktu operasi setiap titik gangguan..... | 33 |
| Tabel 4. 11 Hasil Simulasi Arus Gangguan Maksimal dan Minimal | 37 |
| Tabel 4. 12 <i>Setting</i> arus ambang operasi dan waktu tunda | 38 |
| Tabel 4. 13 Waktu Operasi Relay | 39 |
| Tabel 4. 14 Waktu Operasi Relay | 41 |
| Tabel 4. 15 Arus hubung singkat sistem tanpa DG6 | 43 |
| Tabel 4. 16 Arus hubung singkat dengan kondisi DG6 terhubung ke Bus4 | 44 |
| Tabel 4. 17 Hasil Simulasi Arus Gangguan Maksimal dan Minimal..... | 45 |
| Tabel 4. 18 Waktu Operasi Relay | 47 |
| Tabel 4. 19 Waktu Operasi Relay | 49 |
| Tabel 4. 20 Arus hubung singkat dengan kondisi DG6 terhubung ke Bus1 | 51 |
| Tabel 4. 21 Hasil Simulasi Arus Gangguan Maksimal dan Minimal..... | 52 |
| Tabel 4. 22 Waktu Operasi Relay | 54 |
| Tabel 4. 23 Waktu Operasi Relay | 56 |

ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

| | |
|-------------|---|
| I_{dasar} | = Arus dasar |
| $I_f 3ph$ | = Arus gangguan hubung singkat tiga fasa |
| $I_f 2ph$ | = Arus gangguan hubung singkat dua fasa |
| $I_f 1ph$ | = Arus gangguan hubung singkat satu fasa |
| I_s | = Arus setting |
| $I >$ | = <i>Time Over Current Relay</i> |
| $I \gg$ | = <i>Instantaneous Over Current Relay</i> |
| ANSI | = American National Standards Institute |
| CIGRE | = International Council on Large Electricity System |
| DG | = Distributed Generation |
| DOCR | = Directional Over Current Relay |
| GI | = Gardu Induk |
| IEC | = International Electrotechnical Commission |
| IEEE | = Institute of Electrical and Electronics Engineers |
| kV | = Satuan tegangan dalam kilo volt |
| MVA | = Satuan daya/kapasitas dalam Mega Volt Ampere |
| OCR | = Over Current Relay |
| P | = Daya Aktif |
| PLN | = Perusahaan Listrik Negara |
| PLTM | = Pembangkit Listrik Tenaga Minihidro |
| PMI | = Protection Miscoordination Index |
| Q | = Daya reaktif |
| R_n | = Resistansi pentanahan trafo |
| S_{dasar} | = Daya semu dasar |
| SLD | = Single Line Diagram |
| SUTM | = Saluran Udara Tegangan Menengah |
| TMS | = Time Multiplier Setting |
| V | = Tegangan |
| V_{LL} | = Tegangan fasa-fasa sistem |
| V_{LN} | = Tegangan fasa-netral sistem |
| X_S | = Reaktansi sumber |
| X_T | = Reaktansi trafo tenaga |
| Z_0 | = Impedansi urutan nol |
| Z_1 | = Impedansi urutan positif |



| | |
|----------------|--|
| Z_2 | = Impedansi urutan negatif |
| $Z_{0\ Trafo}$ | = Impedansi trafo urutan nol |
| $Z_{1\ Trafo}$ | = Impedansi trafo urutan positif |
| $Z_{2\ Trafo}$ | = Impedansi trafo urutan negatif |
| Z_{dasar} | = Impedansi dasar |
| Z_{HT} | = Impedansi sisi tegangan tinggi trafo |
| Z_{LT} | = Impedansi sisi tegangan rendah trafo |
| Z_{sumber} | = Impedansi dasar |