UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Optimalisasi konfigurasi bus coupler pada subsistem Krianâ€“Gresik berbasis Hybrid Genetic Algorithm
Robbyo Ardiles Pakpahan, Ir. Lesnanto Multa Putranto, S.T., M.Eng., Ph.D., IPM., SMIEEE. ; Prof. Dr.Eng. Ir. F. Dan
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i
HALAMAN PENGESAHAN iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI iv
PRAKATA v
DAFTAR ISI vii
DAFTAR TABEL x
DAFTAR GAMBAR xi
DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN xiii
ABSTRAK xiv
ABSTRACT ..... *xv*
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 5
1.3 Batasan Penelitian 6
1.4 Tujuan Penelitian 7
1.5 Keaslian dan Kontribusi Penelitian 7
1.6 Manfaat Penelitian 9
1.7 Sistematika Penulisan 9
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI 12
2.1 Tinjauan Pustaka 12
2.2 Landasan Teori 18
2.2.1 Pembangunan GISTET Waru di Subsistem Krian-Gresik 18
2.2.2 Indeks Performa Arus Hubung Singkat (PIsc) 21
2.2.3 Indeks Performa Tegangan (PIV) 22

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Optimalisasi konfigurasi bus coupler pada subsistem Krianâ€“Gresik berbasis Hybrid Genetic Algorithm
Robbyo Ardiles Pakpahan, Ir. Lesnanto Multa Putranto, S.T., M.Eng., Ph.D., IPM., SMIEEE. ; Prof. Dr.Eng. Ir. F. Dan
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

2.2.4 Indeks Performa Pembebanan Transmisi (PIp) 23
2.2.5 Teknik Optimisasi 23
2.2.6 Genetic Algorithm (GA) 25
2.2.7 Metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) 28

BAB III METODE PENELITIAN 32

3.1 Alat Penelitian 32

3.2 Bahan Penelitian 32

3.3 Data Penelitian 33
3.3.1 Data jaringan transmisi subsistem Krian - Gresik 33
3.3.2 Data Trafo (IBT) 500/150 kV dan Pembangkit 34
3.3.3 Data beban Rencana Operasi Bulanan (ROB) 35
3.3.4 Data Circuit-Breaker (CB) Kopel Busbar 36
3.3.5 Konfigurasi Jaringan subsistem Krian - Gresik 36
3.3.6 Data Operasi Pembebanan Subsistem Krian - Gresik 39

3.4 Pemodelan Topologi Subsistem Krian–Gresik 39

3.5 Metode Optimisasi Konfigurasi Bus dengan Hybrid GA 41
3.5.1 Tahap 1: Pre-screening dan Optimalisasi Konfigurasi DS Bus 43
3.5.2 Metode Optimalisasi DS Bus 47
3.5.3 Parameter Optimalisasi Tahap-1 49
3.5.4 Tahap-2: Screening Konfigurasi Pembukaan Bus Coupler 51
3.5.5 Parameter Optimalisasi Tahap-2 53
3.5.6 Widening Screening Kandidat Gardu Induk 54

3.6 Kriteria dan Bobot Indeks Performa AHP 56

3.7 Alur Penelitian 59

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 60

4.1 Pembebanan Trafo IBT 500/150 kV 60
4.1.1 Pembebanan IBT kondisi awal (Skenario-1) 60
4.1.2 Pembebanan IBT Sebelum dan Sesudah Optimalisasi pada Skenario-2 60
4.1.3 Pembebanan IBT Sebelum dan Sesudah Optimalisasi pada Skenario-3 62

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Optimalisasi konfigurasi bus coupler pada subsistem Krianâ€“Gresik berbasis Hybrid Genetic Algorithm
Robbyo Ardiles Pakpahan, Ir. Lesnanto Multa Putranto, S.T., M.Eng., Ph.D., IPM., SMIEEE. ; Prof. Dr.Eng. Ir. F. Dan
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

4.2 Perbandingan arus hubung singkat sebelum dan sesudah optimalisasi 64
4.2.1 Profil Arus Hubung Singkat sebelum Optimalisasi 64
4.2.2 Analisis Arus Hubung Singkat Setelah Optimalisasi 65
4.2.3 Analisis Profil Tegangan Bus 66
4.2.4 Analisis Pembebanan Transmisi 70
4.3 Analisis Indeks Performa 73
4.3.1 Indeks Performa Hubung Singkat (PIsc) 73
4.3.2 Indeks Performa Tegangan (PIv) 74
4.3.3 Indeks Performa Pembebanan Transmisi (PIpf) 76
4.4 Analisis Kompleksitas Sistem Berbasis Metode Hybrid GA 79
4.5 Hasil Konfigurasi DS Bus Optimal 82
4.6 Analisis Indeks Performa Total pada Optimalisasi Tahap-2 83
4.7 Analisis Optimalisasi *Widening Screening* 85
4.8 Konfigurasi Sistem Terbaik 92
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 94
5.1 Kesimpulan 94
5.2 Saran 95
DAFTAR PUSTAKA 96

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Optimalisasi konfigurasi bus coupler pada subsistem Krianâ€“Gresik berbasis Hybrid Genetic Algorithm
Robbyo Ardiles Pakpahan, Ir. Lesnanto Multa Putranto, S.T., M.Eng., Ph.D., IPM., SMIEEE. ; Prof. Dr.Eng. Ir. F. Dan
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Studi Literatur dan gap penelitian 12
Tabel 2.2 Lingkup Pekerjaan GISTET Waru 19
Tabel 2.3 Skala Perbandingan Berpasangan AHP 28
Tabel 2.4 Nilai *Random Index* (RI) AHP 30
Tabel 3.1 Data IBT 500/150 kV subsistem Krian – Gresik……..34
Tabel 3.2 Data Kapasitas Pembangkit 150 kV subsistem Krian – Gresik 34
Tabel 3.3 Konfigurasi Busbar Subsistem Krian - Gresik..... 36
Tabel 3.4 Metode Optimalisasi Konfigurasi DS Bus pada Gardu Induk Kandidat 48
Tabel 3.5 Metode Optimalisasi Konfigurasi DS Bus Gardu Induk *Widening Screening* 49
Tabel 3.6 Parameter Konfigurasi Metode GA Tahap-1 50
Tabel 3.7 Parameter Konfigurasi Metode BF Tahap-1 50
Tabel 3.8 Pembobotan AHP *Performance Index* 53
Tabel 3.9 Parameter Optimalisasi BF Tahap-2 54
Tabel 3.10 Matriks AHP perbandingan Indeks Performa 57
Tabel 3.11 Penjelasan Nilai Pembobotan Matriks Indeks Performa..... 57
Tabel 4.1 Indeks Performa Hubung Singkat ($PIsc$) sebelum dan setelah optimalisasi…73
Tabel 4.2 Indeks Performa Tegangan (PIv) sebelum dan setelah optimalisasi..... 74
Tabel 4.3 Indeks Performa Pembebanan Sebelum dan Sesudah Optimalisasi 76
Tabel 4. 4 Evaluasi Individu Metode BF dan *Hybrid* GA 80
Tabel 4. 5 Hasil Konvergensi GA pada GI Sawahan 81
Tabel 4.6 Hasil Konfigurasi DS Bus Optimal..... 82
Tabel 4.7 Hasil Metode BF Tahap *Widening Screening* pada Skenario-2 87
Tabel 4.8 Hasil Optimalisasi Tahap *Widening Screening* Skenario-2 Beban Rata-Rata. 87
Tabel 4.9 Hasil Optimalisasi Tahap *Widening Screening* Skenario-2 Beban Puncak..... 87
Tabel 4.10 Hasil $PItot$ Tahap *Widening Screening* pada Skenario-2 88
Tabel 4.11 Hasil Metode BF Tahap *Widening Screening* pada Skenario-3 89
Tabel 4.12 Hasil Optimalisasi Metode *Widening Screening* Skenario-3 Beban Rata-Rata 90
Tabel 4.13 Hasil Optimalisasi Metode *Widening Screening* Skenario-3 Beban Puncak 90
Tabel 4.14 Hasil $PItot$ Tahap *Widening Screening* pada Skenario-3 91

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Optimalisasi konfigurasi bus coupler pada subsistem Krianâ€“Gresik berbasis Hybrid Genetic Algorithm
Robbyo Ardiles Pakpahan, Ir. Lesnanto Multa Putranto, S.T., M.Eng., Ph.D., IPM., SMIEEE. ; Prof. Dr.Eng. Ir. F. Dan
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Subsistem Kelistrikan Jawa Timur 2
Gambar 2.1 *Layout* Pekerjaan GISTET Waru 20
Gambar 2.2 *Flowchart* GA 26
Gambar 3.1 Rencana Pengembangan Sistem Kelistrikan 33
Gambar 3.2 Data Beban Gardu Induk Subsistem Krian-Gresik 35
Gambar 3.3 Rating *Short-circuit* Bus Coupler 36
Gambar 3.4 Konfigurasi Skenario-1 (*Base Configuration*) 38
Gambar 3.5 Konfigurasi Skenario-2 (*Expansion*) 38
Gambar 3.6 Konfigurasi Skenario-3 (*Expansion*) 39
Gambar 3.7 Pemodelan subsistem Krian-Gresik 40
Gambar 3.8 Alur Penelitian Optimalisasi 59
Gambar 4.1 Pembebanan IBT kondisi awal (Skenario-1) 60
Gambar 4.2 Profil Beban Rata-Rata IBT Skenario-2 61
Gambar 4.3 Profil Beban Puncak IBT Skenario-2 61
Gambar 4.4 Profil Beban Rata-Rata IBT Skenario-3 62
Gambar 4.5 Profil Beban Puncak IBT Skenario-3 62
Gambar 4.6 Profil Arus Hubung singkat sebelum optimalisasi 64
Gambar 4.7 Profil Arus Hubung Singkat Bus Skenario-2 65
Gambar 4.8 Profil Arus Hubung Singkat Bus Skenario-3 66
Gambar 4.9 Profil Tegangan Bus Skenario-1 67
Gambar 4.10 Profil Tegangan Bus Skenario-2 68
Gambar 4.11 Profil Tegangan Bus Skenario-3 69
Gambar 4.12 Profil pembebanan transmisi Skenario-1 70
Gambar 4.13 Profil pembebanan rata-rata Skenario-2 70
Gambar 4.14 Profil pembebanan puncak Skenario-2 71
Gambar 4.15 Profil pembebanan rata-rata transmisi Skenario-3 72
Gambar 4.16 Profil pembebanan puncak transmisi Skenario-3 72
Gambar 4.17 Indeks Performa Pembebanan Transmisi (Beban Rata-Rata) 77
Gambar 4.18 Indeks Performa Pembebanan Transmisi (Beban Puncak) 77
Gambar 4.19 Kurva Konvergensi GA pada GI Sawahan 81
Gambar 4.20 PI Total Kandidat Bus Skenario-2 (Beban Rata-Rata dan Puncak) 83

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Optimalisasi konfigurasi bus coupler pada subsistem Krianâ€“Gresik berbasis Hybrid Genetic Algorithm
Robbyo Ardiles Pakpahan, Ir. Lesnanto Multa Putranto, S.T., M.Eng., Ph.D., IPM., SMIEEE. ; Prof. Dr.Eng. Ir. F. Dan
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 4.21 PI Total Kandidat Bus Skenario-3 (Beban Rata-Rata dan Puncak) 84
Gambar 4.22 Lokasi Gardu Induk Hasil *Widening Screening* 86
Gambar 4.24 Konfigurasi Bus Optimal Skenario-3 93
Gambar 4.23 Konfigurasi Bus Optimal Skenario-2 93

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Optimalisasi konfigurasi bus coupler pada subsistem Krianâ€“Gresik berbasis Hybrid Genetic Algorithm
Robbyo Ardiles Pakpahan, Ir. Lesnanto Multa Putranto, S.T., M.Eng., Ph.D., IPM., SMIEEE. ; Prof. Dr.Eng. Ir. F. Dan
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

IBT : *Inter-Bus Transformer*

GA : *Genetic Algorithm*

BF : *Brute Force*

DS : *Disconnecting Switch*

BC : *Bus Coupler*

$|V_k|$: Magnitudo tegangan bus ke-k

PI_{sc} : *Indeks Performa* Arus Hubung Singkat

PI_V : *Indeks Performa* Tegangan

SC_k^{limit} : *Short-circuit limit* bus ke-k

PI_{pf} : *Indeks Performa* Pembebanan Transmisi

$PI_{tot}(x)$: Total nilai Indeks Performa

I_{SC} : Arus hubung singkat

AHP : *Analytical Hierarchy Process*

I_{SC} : Arus hubung singkat

$V_{th,k}$: Tegangan Thévenin pada bus ke-k

Z_{tot} : Impedansi total

$W_{v,k}$: koefisien pembobot tegangan untuk bus ke-k

W_{sc} : koefisien pembobotan arus hubung singkat

W_p : koefisien pembobotan pembebanan

w_{sc} : bobot AHP untuk Indeks Performa arus hubung singkat

w_v : bobot AHP untuk Indeks Performa tegangan

w_{pf} : bobot AHP untuk Indeks Performa pembebanan transmisi

n : eksponen penalti (*penalty exponent*)