

***ANALISIS DAMPAK MASUKNYA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BAYU
SIDRAP 70 MW TERKAIT KUALITAS ENERGI LISTRIK SISTEM SULSELBAR
DAN KONTINUITAS PELAYANAN PADA KONDISI TEGANGAN DIP
DENGAN PEMODELAN SIMULASI KOMPUTER***

MUH. RAIS¹, ROSIHAN AMINUDDIN²

Jurusan Teknik Elektro^{1,2},

Fakultas Teknik & Informatika, Universitas Patria Artha

Jalan Tun Abdul Razak Kode Pos 92113

Email : muh.raisazisnawawi@gmail.com¹, rosihanaminuddin@patria-artha.ac.id²

ABSTRAK

Sistem tenaga listrik secara umum terdiri dari unit-unit pembangkit yang terhubung dengan saluran untuk melayani beban. Sistem tenaga listrik yang memiliki banyak mesin biasanya menyalurkan daya ke beban melalui saluran interkoneksi. Tujuan utama dari sistem saluran interkoneksi adalah untuk menjaga kontinuitas dan ketersediaan tenaga listrik terhadap kebutuhan beban yang terus meningkat. Semakin berkembang sistem tenaga listrik dapat mengakibatkan lemahnya performansi sistem ketika mengalami gangguan. Salah satu efek gangguan adalah osilasi elektromagnetik yang jika tidak diredam dengan baik maka sistem akan terganggu dan dapat keluar dari area kestabilannya sehingga mengakibatkan pengaruh yang lebih buruk seperti pemadaman total (*black out*). Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji dampak stabilitas frekuensi yang ditimbulkan masuknya PLTB Sidrap 70 MW dalam Interkoneksi Sistem Kelistrikan Sulselbar menggunakan pemodelan simulasi komputer dengan metode Algoritma Genetika sehingga didapatkan suatu pemodelan tentang bagaimana mengatasi studi stabilitas sistem kelistrikan yang ada di Interkoneksi Sistem Kelistrikan Sulselbar.

Kata Kunci: Analisis, Frekuensi, Algoritma Genetika

I.PENDAHULUAN:

Pembangunan pembangkit tenaga listrik energi terbarukan dalam Sistem Kelistrikan Sulselbar diharapkan mampu menopang kebutuhan energi listrik yang ada pada sistem tersebut yang telah terinterkoneksi antara tiga provinsi yang ada di Pulau Sulawesi yaitu Sulawesi Selatan, Sulawesi Barat dan Sulawesi Tengah. Hal ini juga didasari rencana pemerintah pusat 35.000 MW untuk Indonesia dalam memajukan perekonomian yang ada di Negara Indonesia. Pada Sistem Kelistrikan Sulselbar permasalahan *bottle neck* sangatlah merugikan sistem. Hal ini disebabkan besarnya susut transmisi yang timbul akibat jarak tempuh antara unit-unit

pembangkit sangat jauh dari sumber beban. Hal ini terlihat beberapa unit pembangkit seperti PLTGU Sengkang, PLTU Barru, PLTA Bakaru dan PLTA Poso terletak di sebelah utara sistem dan pusat beban dalam hal ini pusat kota dan industry kebanyakan berada di sebelah selatan. Suatu solusi yang tepat dalam hal mengatasi persoalan tersebut yaitu adanya penempatan unit unit pembangkit di sebelah selatan sehingga kestabilan kebutuhan penyaluran energi listrik dapat terjaga. Adanya pembangun kedua titik pembangkit ini diharapkan mampu memperbaiki kondisi sistem sehingga susut transmisi dapat di reduksi dan keandalan sistem meningkat.

Pembangkit Listrik Tenaga Bayu merupakan salah satu jenis pembangkit dengan kategori ramah lingkungan. Hal itu dikarenakan jenis energi primer yang digunakan untuk dikonversi menjadi sebuah energi listrik yang dapat digunakan konsumen adalah bayu atau angin dimana jenis energi ini mudah didapat dan tidak menghasilkan emisi ke lingkungan. Adanya pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) 70 MW yang terletak di Kabupaten Sidrap pasti akan membawa pengaruh besar terhadap kestabilan frekuensi dan tegangan yang ada pada sistem. Hal tersebut dikarenakan jenis pembangkit ini merupakan pembangkit dengan biaya operasional yang rendah dan akan menjadi skala prioritas dalam penggunaannya sebelum jenis pembangkit tenaga termal di masukkan ke sistem.

Variable angin menimbulkan masalah manajemen sistem jaringan listrik lebih sedikit daripada yang diharapkan oleh pihak-pihak yang skeptis. Ketidakstabilan permintaan energi dan kebutuhan untuk melindungi gagalnya pembangkit listrik konvensional memenuhi kebutuhan tersebut, sesungguhnya membutuhkan sistem jaringan listrik yang lebih fleksibel daripada tenaga angin, dan pengalaman dunia nyata telah menunjukkan bahwa sistem pembangkit listrik nasional mampu menjalankan tugas tersebut. Pada malam berangin, sebagai contoh, turbin angin 50% pembangkit listrik di bagian barat Denmark, tapi kekuatannya telah terbukti dapat diatur .

II. METODE PENELITIAN

Algoritma Genetika adalah teknik pencarian heuristik yang didasarkan pada gagasan evolusi seleksi alam dan genetik. Algoritma ini memanfaatkan proses seleksi alamiah yang dikenal dengan proses evolusi. Dalam proses evolusi, individu secara terus menerus mengalami perubahan gen untuk menyesuaikan dengan lingkungan hidupnya. “hanya individu-individu yang kuat dan mampu bertahan”.

Peletakan prinsip dasar sekaligus pencipta algoritma genetika adalah John Holland. Algoritma genetika menggunakan analogi secara langsung dari kebiasaan yang dialami yaitu seleksi alam. Algoritma ini bekerja dengan sebuah populasi yang terdiri dari individu-individu yang masing-masing mempresentasikan sebuah solusi yang mungkin bagi persoalan yang ada. Dalam kaitan ini, individu yang dilambangkan dengan sebuah nilai fitness yang akan digunakan untuk mencari solusi terbaik dari persoalan yang ada.

Untuk memeriksa hasil optimasi kita membutuhkan fungsi fitness, yang menandakan gambaran hasil (solusi) yang sudah dikodekan. Selama berjalan, induk harus digunakan untuk reproduksi, pindah silang dan mutasi untuk menciptakan keturunan. Jika algoritma genetika di design secara baik, populasi akan mengalami konvergensi dan akan dihasilkan sebuah populasi yang optimum.

1. Komponen-komponen Algoritma Genetika

a. Skema Pengkodean

Terdapat tiga skema yang paling umum digunakan dalam pengkodean, yaitu;

1. *Real number encoding*. Pada skema ini, nilai gen berada dalam interval $[0, R]$, dimana R adalah bilangan real positif dan biasanya $R=1$.
2. *Discrete decimal encoding*. Setiap gen bias bernilai salah satu bilangan bulat dalam interval $[0, 9]$.
3. *Binary encoding*. Setiap gen hanya bias bernilai 0 atau 1.

b. Nilai Fitness

Suatu individu dievaluasi berdasarkan suatu fungsi tertentu sebagai ukuran performansinya. Di dalam evolusi alam, individu yang bernilai fitness yang tinggi akan bertahan hidup. Sedangkan individu yang bernilai fitness rendah akan mati.

c. Seleksi Orang Tua

Pemilihan dua buah kromosom sebagai orang tua, yang akan dipindah-silangkan, biasanya dilakukan secara proporsional sesuai dengan nilai fitnessnya. Suatu metode seleksi umum yang digunakan adalah *roulette-wheel* (roda roulette). Sesuai dengan namanya, metode ini menirukan permainan *roulette wheel* dimana masing-masing kromosom menempati potongan lingkaran pada roda roulette secara proporsional sesuai dengan nilai fitnessnya.

d. Pindah Silang

Salah satu komponen yang penting dalam algoritma genetika adalah *crossover* atau pindah silang. Sebuah kromosom yang mengarah pada solusi yang bagus bias diperoleh dari proses memindah-silangkan dua buah kromosom. Pindah silang dapat dilakukan dalam beberapa cara berbeda. Yang paling sederhana adalah pindah silang satu titik potong (*one-point crossover*). Suatu titik potong dipilih secara random, kemudian bagian utama dari orang tua 1 digabungkan dengan bagian kedua dari orang tua 2.

e. Mutasi

Prosedur mutasi sangatlah sederhana. Untuk semua gen yang ada, jika bilangan random yang dibangkitkan kurang dari probabilitas mutasi P_{mut} yang ditentukan maka ubah gen tersebut menjadi nilai kebalikannya (dalam binary encoding, 0 diubah 1 dan 1 diubah 0). Pada algoritma genetika sederhana, nilai P_{mut} adalah tetap selama evolusi.

f. Elitisme

Karena seleksi dilakukan secara random, maka tidak ada jaminan bahwa suatu individu bernilai fitness tertinggi akan selalu terpilih. Untuk menjaga agar individu bernilai fitness tertinggi tidak hilang selama evolusi, maka perlu dibuat satu atau beberapa kopinya. Prosedur ini dikenal elitism .

g. Pergantian Populasi

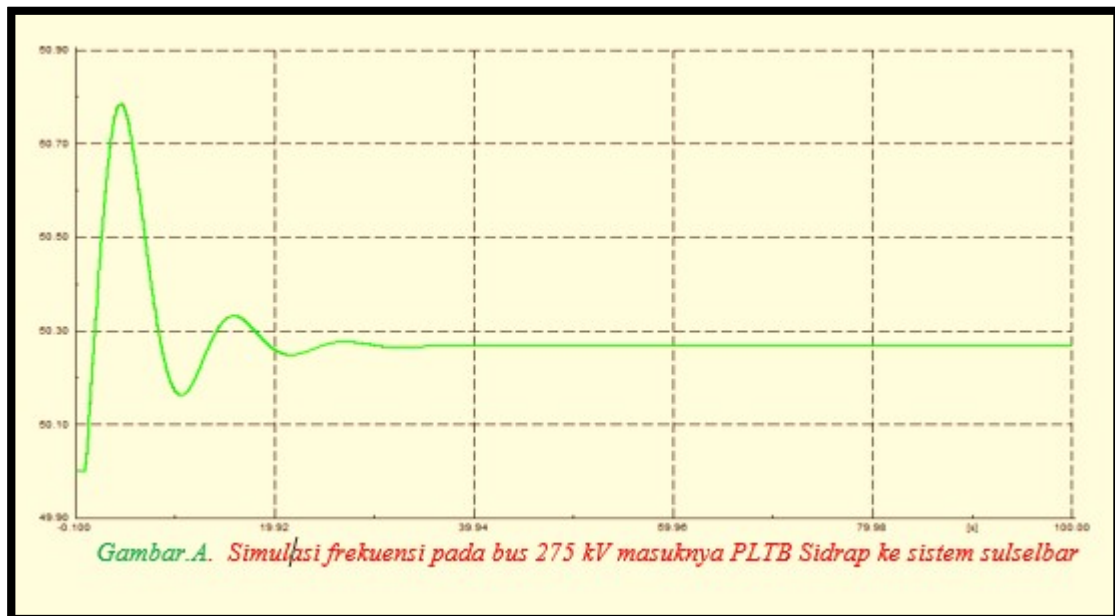
Dalam Algoritma Genetika dikenal skema pergantian populasi yang disebut *generational replacement*, yang berarti semua individu (misalkan N individu dalam suatu populasi) dari satu generasi digantikan sekaligus oleh N individu baru hasil pindah silang dan mutasi

III.HASIL DAN PEMBAHASAN

A.Analisis Yang Telah Dilakukan

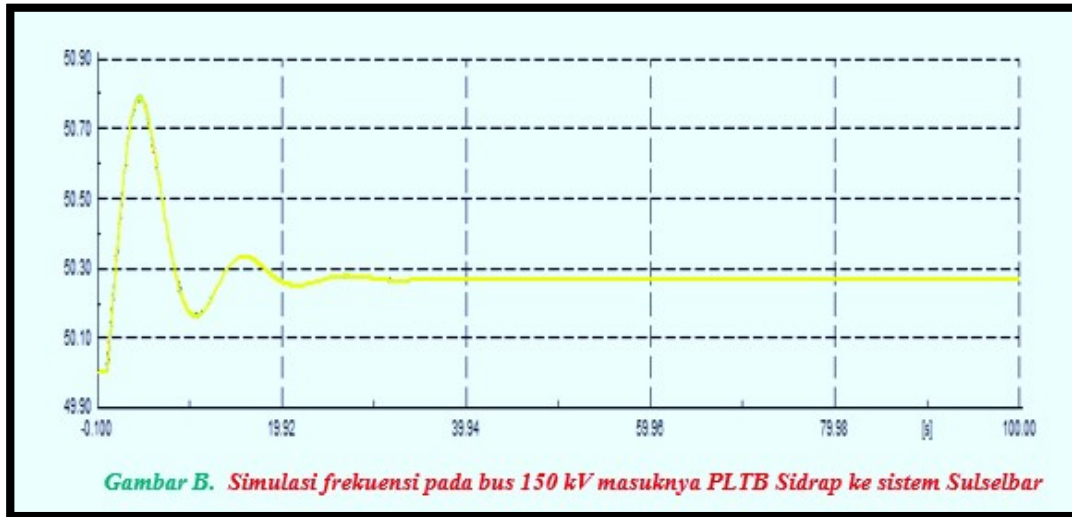
- a. Simulasi frekuensi masuknya PLTB Sidrap

BUS 275kV



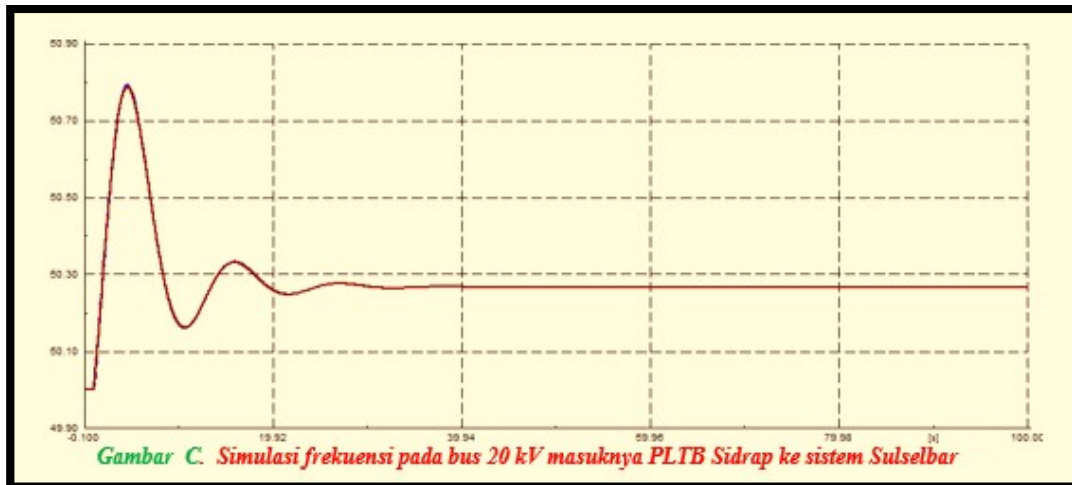
Gambar 1. Simulasi frekuensi masuknya PLTB Sidrap Bus 275 kV

BUS 150kV



Gambar 2. Simulasi frekuensi masuknya PLTB Sidrap Bus 150 kV

BUS 20kV



Gambar 3. Simulasi frekuensi masuknya PLTB Sidrap Bus 20 kV

kondisi kestabilan frekuensi pada sistem Sulbagsel setelah masuknya PLTB Sidrap mengalami perubahan yakni mengalami kenaikan frekuensi dari 50 Hz menjadi 50,6 Hz. Meskipun awalnya mengalami kenaikan frekuensi yang cukup tinggi yakni 51,7 Hz, setelah beberapa detik frekuensi cenderung menuju stabil dan masih dalam batas toleransi frekuensi listrik di Indonesia.

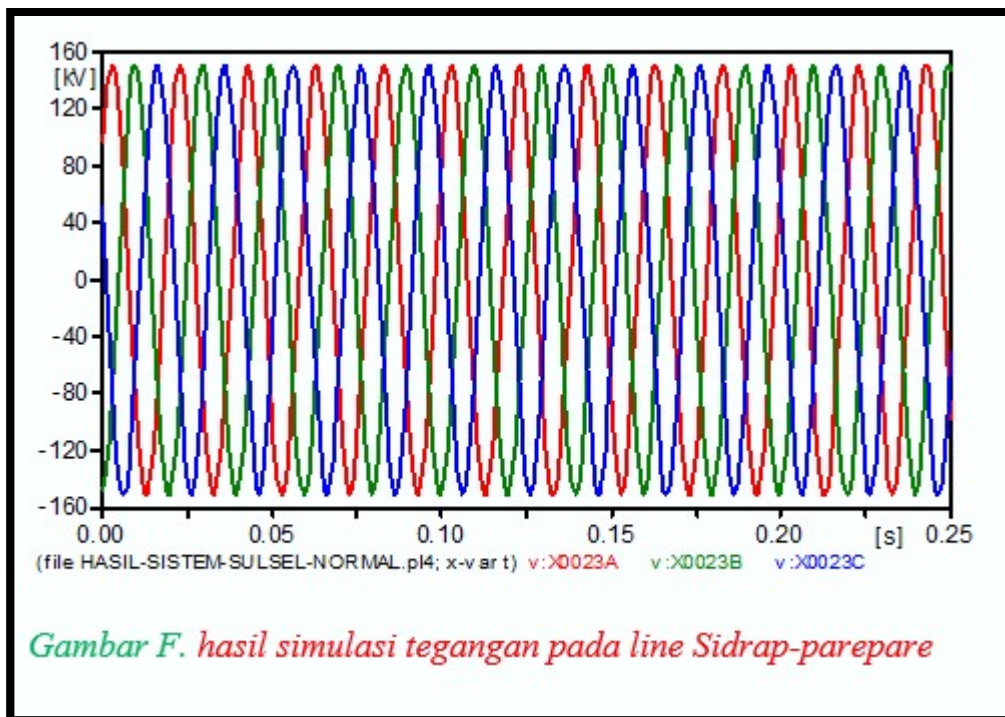
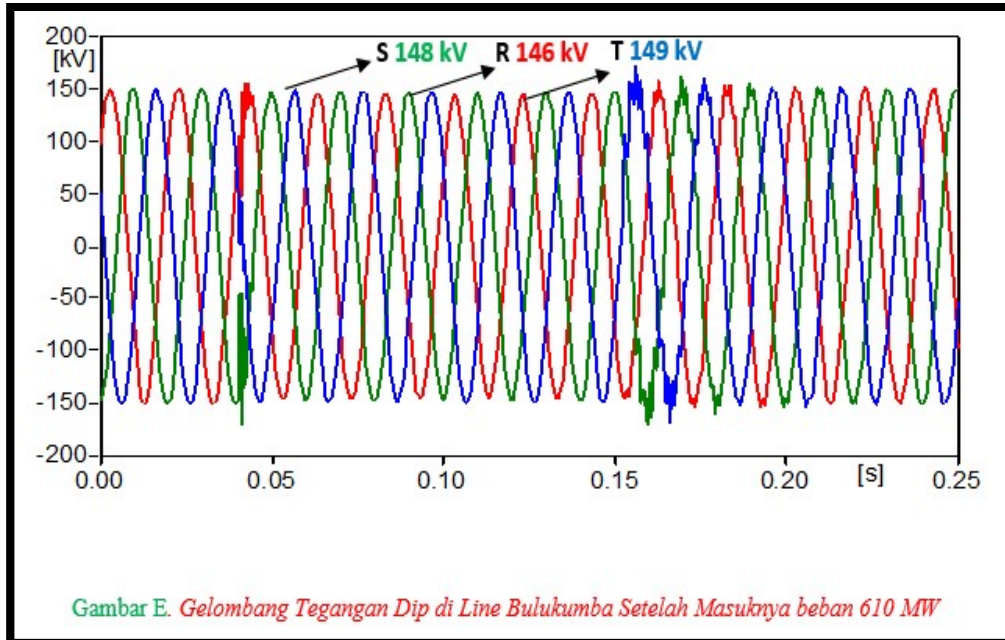
b.Simulasi Tegangan Dip

NO	CALON PELANGGAN SMELTER	KAPASITAS (MVA)	RENCANA KEBUTUHAN DAYA (MVA)										TOTAL (MVA)		
			2015		2016		2017		2018		2019				
			SMSTR 1	SMSTR 2	SMSTR 1	SMSTR 2	SMSTR 1	SMSTR 2	SMSTR 1	SMSTR 2	SMSTR 1	SMSTR 2			
1	PT. BAKTI BUMI SULAWESI	120	40				40		40						120
2	PT. EARTH STONE METALS & MAINING														
3	PT. MACROLINK MINERAL RESOURCE	156		78					78						156
4	PT. TITAN MINERAL UTAMA	60		60											60
5	PT. CINTA JAYA	35				35									35
6	PT. CHENG FENG	39				39									39
7	PT. YINYI	200							50			150			200
	TOTAL	610	0	40	138	0	114	0	168	0	150				610

Gambar D. Rencana injeksi beban smelter di Sulawesi Selatan

Gambar 4..Simulasi Tegangan Dip

Pada tahun 2019 semester I sistem sulsel rencananya akan dibebani dengan smelter oleh PT.Yinyi sebesar 50 MW, sehingga total keseluruhan beban smelter pada tahun 2019 adalah sebesar 610 MW.



Gambar 5. Gelombang Tegangan Dip

menunjukkan pada titik ini terjadi penurunan tegangan pada tiap fasa yaitu, fasa R sebesar $150 - 146 = 4\text{kV}$, fasa S sebesar 2kV , dan fasa T sebesar 1kV . Gambar F, menunjukkan kondisi normal pada line sidrap-parepare. Tegangan dip akibat Switching

smelter hanya terjadi di line Bulukumba-Jenepono.

B.Pembahasan

Pada Gambar A, menunjukkan tampilan grafik frekuensi pada titik bus Pamona dan bus Latuppa, tampak bahwasanya saat PLTB diinjeksi masuk ke dalam sistem terjadi fluktuasi atau kenaikan frekuensi tepatnya pada bus Pamona dan Latuppa. Kenaikan frekuensi ini terjadi sampai detik ke 5.42 sebesar 51,7 Hz lalu turun pada frekuensi 50,6 Hz pada detik ke 34,51 dan selanjutnya.

Gambar B, menunjukkan tampilan grafik frekuensi pada titik bus Bakaru-Tanjungbunga-Bosowa-Bulukumba-Kima-Sidrap-Jenepono-Majene-Makale-Mamuju-Maros-Palopo,Pangkep-Parepare-Pinrang-Polmas-Soppeng-Sungguminasa-Tallasa dan Tello. Begitu juga yang terjadi pada titik bus 275 kV, pada bus 150 kV ini juga terjadi fluktuasi atau kenaikan frekuensi saat PLTB Sidrap diinjeksi masuk ke dalam sistem Sulselbar. Peristiwa kenaikan frekuensi yang terjadi berlangsung selama detik ke 5,42 sebesar 51,7 Hz dan kemudian turun pada detik 34,51 pada frekuensi 50,6 Hz

Gambar C, menunjukkan tampilan grafik frekuensi pada bus 20 kV Bili-bili-Bontoala-Bulukumba-Daya-Jenepono-Kima-Makale-Majene-Mamuju-Panakukang-Pangkep-Parepare-Pinrang-Polmas-Sungguminasa dan Balusu. Hal yang sama terjadi pada bus 275 kV dan 150 kV, pada bus 20 kV ini terjadi fluktuasi atau kenaikan frekuensi yang mirip dengan bus 275 kV dan 150 kV. Dikaitkan dengan proses pasca injeksi seluruh beban smelter tahap V sebesar 610 Mega Watt pada semester I tahun 2019, sehingga sesuai hasil pemodelan simulasi komputer dapat dipastikan kontinuitas pelayanan pada kondisi tegangan dip pada sistem sulselbar dapat berjalan normal karena peralatan proteksi tidak sempat bekerja dikarenakan tegangan dip yang terjadi masih dalam ambang batas normal dan sesuai dengan standar IEEE 1159-1995.

IV. KESIMPULAN

Sebaiknya pada sistem dipasangkan LFC (Load Frequency Control), agar kiranya ketika terjadi penurunan atau kenaikan frekuensi tidak langsung melakukan pelepasan beban atau pelepasan pembangkit. Data-data dari PT. PLN (Persero) perlu terus diperbarui sesuai dengan sistem yang terus berubah dan berkembang setiap saat. Hal ini sangat penting guna mendukung keakuratan dan keberlanjutan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Muhira Dzar Faraby, 2014, “Optimalisasi Penempatan SVC Pada Sistem Kelistrikan Sulselbar Dengan Menggunakan Algoritma Genetika”, Tesis Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Bagian Sistem Operasi, 2016, “Laporan Beban Harian Interkoneksi Sistem Kelistrikan Sulselbar Tanggal 31 Agustus 2016” PT. PLN (Persero), AP2B Sistem Sulsel, Makassar.
- Hartono Budi Santoso, 2012, Pengembangan Sistem Manajemen Energi Pada Sistem Jaringan Listrik Mikrocerdas Untuk Meningkatkan Stabilitas Operasi”, Disertasi Universitas Indonesia, Jakarta.
- Najamuddin Harun, 2007, “Materi Pelatihan Sistem Tenaga Listrik di PLN AP2B”, Teknik Elektro Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Sinung Dwi Anggraeni, 2015, “Kestabilan Transient Dalam Sistem Mikrogrid”, Universitas Indonesia, Jakarta.
- Sutojo, Mulyanto Edy, 2011, “Kecerdasan Buatan”, Penerbit Andi, Semarang.
- Alamajibuwono, Hadha, 2011, *Optimasi Penempatan Kapasitor Menggunakan Algoritma Genetika Pada Sistem Distribusi Untuk Memperbaiki Faktor Daya dan Tegangan*, Jueusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, Semarang.
- Suyanto, 2005, *Algoritma Genetika Dalam MATLAB*, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Ilham dan Ardi, 2016, “Analisa Kestabilan tegangan statis dan dinamis pada system jaringan distribusi Sidrap dengan masuknya PLTB UPC Renewable Energy 70 MW”, Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Nur Hasana Faisal dan Muhammad Taufik Ismail, 2016, “Analisa frekuensi system Sulselbar terhadap penetrasi Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB)”, Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Amir Khaledian and Masoud Aliakbar Golkar, 2016, “A New Sharing Power Control Method for Stability Enhancement of Islanding Microgrid”, K.N. Tossi University of Technology Tehran, Iran.
- Pablo F. Frack, Marcelo G. Milona and Rik W. De Doncker, 2015, “Control Strategy for Frequency Control in Autonomous Microgrid”, IEEE Journal of Emerging and Selected Topic in Power Electronic, Vol. 3 No. 4, December 2015.