

Studi Aliran Daya pada CCR 1 dan CCR 2 Proyek Otomatisasi Sistem Kontrol Unit 1, 2, 3 dan 4 Area Geothermal Lahendong

Agus Arman Jaya^{1,2}

¹ Project Manager Consultan (PMC) pada Proyek Otomatisasi Sistem Kontrol Unit 1, 2, 3 dan 4 Area Geothermal Lahendong, Tomohon, Sulawesi Utara

² Program Studi Pendidikan Profesi Insinyur, Universitas Lambung Mangkurat

✉ agusj4y4@gmail.com

Pendahuluan

PT. Pertamina Geothermal Energy (PGE) area Lahendong adalah perusahaan yang bergerak di bidang pemanfaatan energi panas bumi, merupakan anak perusahaan PT. Pertamina (Persero) yang berlokasi di wilayah Kota Tomohon Sulawesi Utara Indonesia. Area Geothermal Lahendong terletak 25 Km sebelah selatan Kota Manado, berada pada ketinggian sekitar 850 - 900 meter diatas permukaan laut yang merupakan area perkebunan dan persawahan. Pengembangan area Geothermal Lahendong telah mencapai kapasitas terpasang 4 x 20 MW yang menyuplai kebutuhan listrik Salutgo (Sulawesi Utara dan Gorontalo).

Proyek Otomatisasi Sistem Kontrol Unit 1, 2, 3 dan 4 Lahendong dimulai pada bulan Januari tahun 2020 merupakan program peningkatan dan perbaikan (*upgrade*) terhadap peralatan yang sudah ada (*eksisting*) yang meliputi sistem kontrol instrumen, mekanikal, elektrikal, dan *civil*. Beberapa contoh kondisi operasi *eksisting* sehingga perlu untuk dilakukan perbaikan yaitu pada pengoperasian peralatan proteksi hanya dapat dilakukan secara lokal manual oleh operator, respon sistem kontrol level air (*LCV* dan *EDV*) di *separator* maupun *scrubber* tidak bekerja dengan baik (*stuck*), sistem kontrol *SCADA* dan *PLC* tidak berfungsi dengan optimal, kondisi suplai listrik dari PLN sering mengalami gangguan sehingga peralatan elektronik sering mengalami kerusakan dan proses sistem kontrol menjadi terganggu. Dimana hal tersebut berdampak pada sistem proteksi dan monitoring proses terhambat, sehingga berpotensi terjadinya kegagalan operasional pada fasilitas produksi uap dan re-injeksi uap. Diharapkan dengan adanya proyek ini seluruh peralatan instrumen dan mekanikal yang mendukung proses *safety control system* serta peralatan

Studi aliran daya pada CCR 1 dan CCR 2 proyek otomatisasi sistem kontrol unit 1, 2, 3 dan 4 Lahendong merupakan studi yang dilakukan untuk memverifikasi hasil perencanaan yang sudah dilakukan sebelum dilakukan proses order material, konstruksi dan komisioning. Dengan studi aliran daya dapat diketahui karakteristik dari peralatan-peralatan yang akan dipasang, seperti kemampuan pembebanan suatu transformator, kemampuan suplai *emergency diesel generator* pada saat terjadi gangguan suplai listrik dari PLN dan nilai tegangan dan arus pada masing-masing bus. Berdasarkan hasil pengujian didapatkan bahwa pada kondisi *normal operation* nilai tegangan terendah pada CCR 1 dan CCR 2 terjadi pada bus LHD4-BGD01-GS003-Q02 yaitu sebesar 98,649 %. Sedangkan pada kondisi *emergency operation* nilai tegangan terendah pada CCR 1 dan CCR 2 terjadi pada bus LHD4-BGD01-GS003-Q02 yaitu sebesar 99,567 % dari tegangan nominal.

Kata kunci: Otomatisasi, geothermal, CCR, sistem kontrol

Diajukan: 20 Mei 2021

Direvisi: 6 Juli 2021

Diterima: 30 Desember 2021

Dipublikasikan online: 31 Desember 2021

elektrikal dapat bekerja dengan baik sesuai dengan fungsinya sehingga dapat menjaga keberlangsungan suplai uap ke unit-unit pembangkit (Pertamina Geothermal Energy, 2020).

PT. Pertamina Geothermal Energy selaku *owner* dalam proyek tersebut menghendaki adanya kajian atau studi berbasis *software (computer base analysis software)* pada hasil perencanaan yang sudah dilakukan sebelumnya. Kajian tersebut salah satunya adalah studi aliran daya (*electrical load flow analysis*) menggunakan *software Electrical Transient Analysis Program (ETAP)*. *ETAP* merupakan suatu perangkat lunak yang dapat digunakan untuk mensimulasikan suatu sistem tenaga listrik dalam bentuk pemodelan *single line diagram*, menguji sistem yang sudah ada atau menguji rencana sistem sebelum dilakukan tahapan konstruksi (Hayusman dkk, 2018). Sedangkan studi aliran daya merupakan studi yang dilakukan untuk mengetahui besarnya tegangan pada setiap bus, aliran daya aktif maupun daya reaktif, rugi-rugi daya yang terjadi dan untuk memastikan batasan tegangan atau arus yang diizinkan pada suatu penghantar atau konduktor (Nigara & Primadiyono, 2015).

Artikel ini membahas mengenai hasil studi aliran daya pada proyek otomatisasi sistem kontrol unit 1, 2, 3 dan 4 Lahendong khususnya pada CCR 1 dan CCR 2 sehingga dapat diketahui karakteristik aliran daya pada sistem yang sudah direncanakan sebelum dilakukan proses order material dan konstruksi.

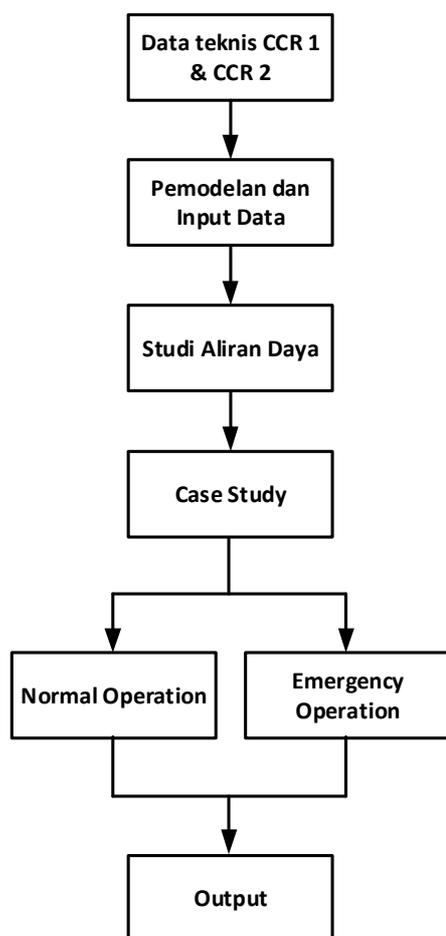
Metode

Studi aliran daya berbasis *software* pada CCR 1 dan CCR 2 dilakukan guna memvalidasi dan memverifikasi hasil perencanaan yang sudah dikerjakan oleh kontraktor. Untuk melakukan studi aliran daya dibutuhkan beberapa data

Cara mensitasi artikel ini:

Jaya, A.A. (2021) Studi Aliran Daya pada CCR 1 dan CCR 2 Proyek Otomatisasi Sistem Kontrol Unit 1, 2, 3 dan 4 Area Geothermal Lahendong. *Buletin Profesi Insinyur* 4(2) 085-088

teknis hasil perencanaan, seperti: data *single-line diagram* CCR 1 dan CCR 2, power grid, data trafo, data generator-set, data kabel, dan data beban. Melakukan pemodelan *single-line diagram* pada *software ETAP* dan melakukan input data (Hayusman, dkk, 2018). Selanjutnya melakukan studi aliran daya menggunakan metode *newton raphson* dengan dua kondisi pengujian, yaitu 1. *Normal operation* yaitu suplai listrik bersumber dari PLN melalui trafo distribusi kapasitas 400 kVA; dan 2. *Emergency operation* yaitu suplai listrik yang bersumber dari *Emergency Diesel Generator (EDG)* kapasitas 200 kVA. Melakukan analisis hasil pengujian berupa nilai tegangan bus (%) dan nilai arus (amper) masing-masing bus pada CCR 1 dan CCR 2. Diagram blok studi aliran daya diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Diagram blok studi aliran daya

Model *single line diagram* yang dibuat dalam *software ETAP* (Gambar 2) berdasarkan data *single line diagram* yang sudah ada pada tahap perencanaan sebelumnya. Dimana sumber listrik utama yang digunakan untuk mengoperasikan peralatan-peralatan listrik disuplai dari listrik PLN 20 kV melalui Transformator *step-down* (20 kV/400 V) kapasitas 400 kVA. Apabila suplai listrik PLN mengalami gangguan, sistem *back-up* menggunakan *Emergency Diesel Generator (EDG)* kapasitas 200 kVA sehingga kontinuitas penyaluran daya listrik tetap terjaga dan operasi peralatan-peralatan listrik tidak terganggu. Pada sisi tegangan rendah 400 V jumlah beban listrik yang dilayani sebanyak 12 beban dengan kapasitas terbesar yaitu sebesar 75 kW di LV Power Distribution Board (LHD-BGD01-XK002) dan kapasitas

terkecil yaitu sebesar 20 kW di Socket 3P for Welding CCR 1&2 (LHD4-BGB01-GD003-X03) (PT Yokogawa Indonesia, 2020). Tabel 1 diperlihatkan data hasil perencanaan jenis dan kapasitas beban pada CCR 1 dan CCR 2.

Tabel 1 Jenis dan kapasitas beban pada CCR 1 dan CCR 2

No	Jenis Beban	Kapasitas
1.	LV Power Distribution Board	75 kW
2.	Socket 3P for Wlding CCR 1&2	20 kW
3.	AC UPS A System	25 kVA
4.	AC UPS b System	25 kVA
5.	By-Pass AC UPS System	25 kVA
6.	Air Compressor Package A	22 kW
7.	Air Compressor Package B	22 kW
8.	Distribution Panel SCR 1&2	27 kW
9.	LV Power Distribution Board*	20 kW
10.	Socket 3P for Welding SCR 1&2*	20 kW
11.	AC/DC UPS System*	5 kVA
12.	By-Pass UPS System*	5 kVA

* SCR 1&2 side (PT. Yokogawa Indonesia, 2020)

Hasil Kerja

Pengujian 1-Normal Operation

Berdasarkan hasil studi aliran daya untuk kondisi pengujian *normal operation* dapat dilihat pada Tabel 2. Pada pengujian *normal operation* dimana suplai daya listrik untuk seluruh beban pada CCR 1 dan CCR 2 bersumber dari PLN melalui transformator *step-down* berkapasitas 400 kVA nilai tegangan yang dihasilkan pada bus LHD4-BGB01-GC001-Q01 sebesar 98,889 % atau setara $V = 395,6$ Volt dengan nilai arus yang mengalir sebesar $I = 236,5$ A. Nilai tegangan pada Bus LHD4- BGB01-GC001-Q02 sebesar 98,701 % atau setara $V = 394,8$ Volt dengan nilai arus yang mengalir sebesar $I = 236,5$ A. Nilai tegangan pada Bus LHD4-BGD01-GS003-Q02 sebesar 98,649 % atau setara $V = 394,6$ Volt dengan nilai arus yang mengalir sebesar $I = 49,3$ A. Gambar 2 diperlihatkan pemodelan *single line diagram* dan aliran daya dengan kondisi suplai daya listrik dari Transformator 400 kVA.

Tabel 2 Pengujian 1-Normal operation dari Transformator 400 kVA

No	Nama Bus / Lokasi	Tegangan (%)	Arus (amper)
1.	LHD4-BGB01-GC001-Q01	98,889	236,5
2.	LHD4-BGB01-GC001-Q02	98,701	236,5
3.	LHD4-BGD01-GS003-Q02	98,649	49,3

Sumber : Hasil studi aliran daya

Pengujian 2-Emergency Operation

Berdasarkan hasil studi aliran daya untuk kondisi pengujian *emergency operation* dapat dilihat pada Tabel 3. Pada pengujian *emergency operation* dimana suplai daya listrik untuk seluruh beban pada CCR 1 dan CCR 2 bersumber dari *Emergency Diesel Generator (EDG)* berkapasitas 200 kVA

nilai tegangan yang dihasilkan pada bus LHD4-BGB01-GC001-Q01 sebesar 99,810 % atau setara $V = 399$ Volt dengan nilai arus yang sebesar $I = 238,8$ A. Nilai tegangan pada Bus LHD4-BGB01-GC001-Q02 sebesar 99,620 % atau setara $V = 398,5$ Volt dengan nilai arus yang mengalir sebesar $I = 238,8$ A. Nilai tegangan pada Bus LHD4-BGD01-GS003-Q02 sebesar 99,567 % atau setara $V = 398,3$ Volt dengan nilai arus yang mengalir sebesar $I = 49,8$ A. Gambar 3 diperlihatkan pemodelan *single-line diagram* dan aliran daya dengan kondisi suplai daya listrik dari *Emergency Diesel Supply (EDG)* 200 kVA.

Tabel 3 Pengujian 2-Emergency Operation dari Emergency Diesel Generator (EDG) 200 kVA

No	Nama Bus / Lokasi	Tegangan (%)	Arus (amper)
1.	LHD4-BGB01-GC001-Q01	99,810	238,8
2.	LHD4-BGB01-GC001-Q02	99,620	238,8
3.	LHD4-BGD01-GS003-Q02	99,567	49,8

Sumber : Hasil studi aliran daya

Kesimpulan

Hasil pengujian-1 (*Operation Normal*) Transformator 400 kVA masih mampu menahan beban operasi normal. Penurunan tegangan maksimal sebesar 98,649 % yang terjadi pada Bus LHD4-BGD01-GS003-Q02. Hasil pengujian-2 (*Emergency Operation*) EDG 200 kVA masih mampu menahan beban *operation emergency*. Penurunan tegangan maksimal sebesar 99,567 % yang terjadi pada Bus LHD4-BGD01-GS003-Q02.

Secara keseluruhan hasil perencanaan yang sudah dilakukan memenuhi dan dapat dilanjutkan pada tahapan *material equipment request* atau *material approve request (MAR)*

Ucapan Terimakasih

Ucapan terimakasih disampaikan kepada *Engineering Lead, Technical Team* dan rekan-rekan *Project Manager Consultant (PMC)* pada Proyek Otomatisasi Sistem Kontrol Unit 1, 2, 3 dan 4 Area Geothermal Lahendong.

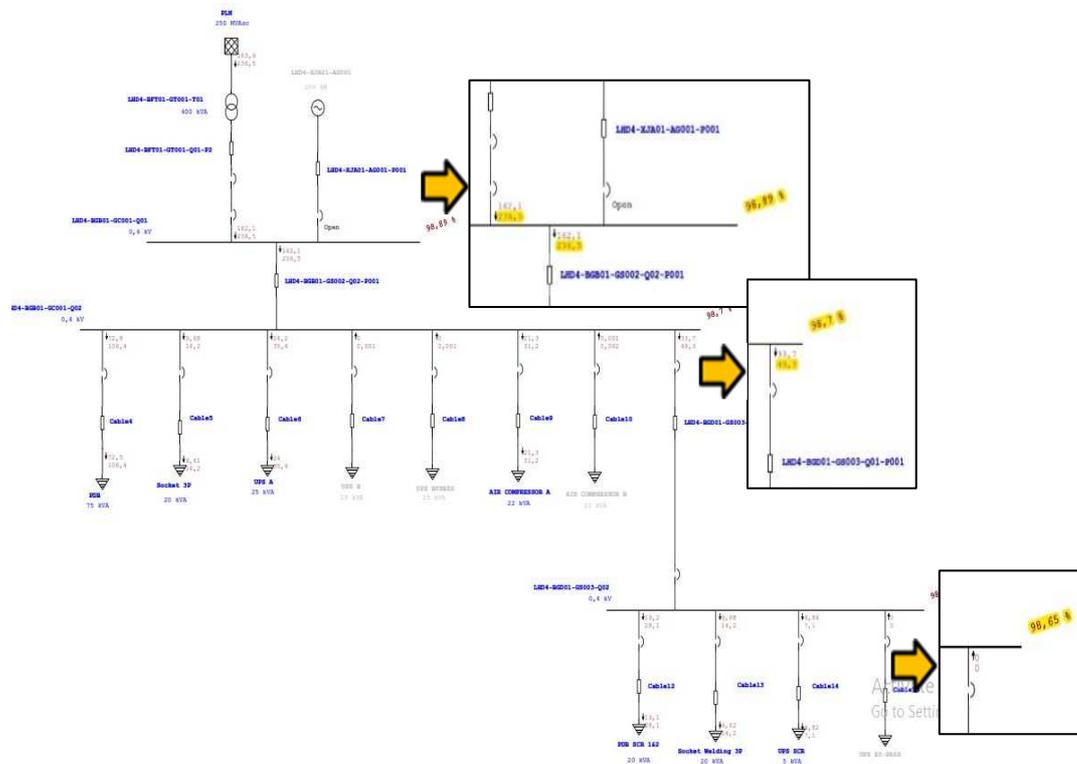
Referensi

Hayusman, L. M, Hidayat, T, Wartana, I. M dan Herbasuki, T. (2018). Peningkatan Kompetensi Guru dan Siswa SMK PGRI Singosari Kabupaten Malang Melalui Pelatihan Software ETAP. *Jurnal Industri Inovatif*, 8(1), 45-49.

Nigara, A.G. (2015). Analisis Aliran Daya Sistem Tenaga Listrik pada Bagian Texturizing di PT Asia Pasific Fibers Tbk Kendal Menggunakan Software ETAP Power Station 4.0. *Jurnal Teknik Elektro*, 7(1), 7-10.

Pertamina Geothermal Energy Area Lahendong. (2020). Pengadaan Jasa PMC Otomatisasi Sistem Kontrol Unit 1, 2, 3 dan 4 Lahendong. Pre Bid Meeting. Lahendong: Indonesia.

PT Yokogawa Indonesia. (2020). Dokumen Electrical Single Line Diagram CCR 1 & 2. PT. Yokogawa Indonesia: Jakarta Indonesia.



Gambar 2 Pemodelan *single line diagram* dan aliran daya pada pengujian *normal operation*

