

# Analisis PV Bus Pada Sistem Kelistrikan Sulselbar 56-Bus PT.PLN (Persero)

Mukhlisin<sup>1)</sup>, Reski Anwar<sup>2)</sup>, Ade Samudra Asmara<sup>3)</sup>, Alif Fahreza<sup>4)</sup>, Muhira Dzar Faraby<sup>5)</sup>, Ahmad Rizal Sultan<sup>6)</sup>

<sup>1</sup>Prodi D3 Teknik Listrik, Politeknik Bosowa, Makassar, Indonesia,  
mukhlisin@politeknikbosowa.ac.id

<sup>2</sup> Prodi D4 Teknik Listrik, Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar, Indonesia  
reskianwar30@gmail.com,

<sup>3</sup>Prodi D4 Teknik Listrik, Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar, Indonesia  
adesamudra1121@gmail.com ,

<sup>4</sup>Prodi D4 Teknik Listrik, Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar, Indonesia  
Alifpro23@gmail.com,

<sup>5</sup>Prodi D4 Teknik Listrik, Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar, Indonesia  
muhiradzfaraby@poliupg.ac.id

<sup>6</sup>Prodi D4 Teknik Listrik, Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar, Indonesia  
rizal.sultan@poliupg.ac.id

## Abstrak

Sistem distribusi merupakan salah satu sistem dalam tenaga listrik yang mempunyai peran penting karena berhubungan dengan pemakai energi listrik. Penyediaan tenaga listrik yang stabil dan kontinu merupakan syarat mutlak yang harus dipenuhi. Dalam memenuhi kebutuhan tenaga listrik tersebut, terjadi pembagian beban yang tidak merata antar fasanya. Dalam proses penyaluran listrik sangat memperhatikan kestabilan tegangan tetapi sering mengabaikan kondisi rugi-rugi pada sistem transmisi yang timbul pada sistem. Adapun penelitian ini mencoba mensimulasikan kondisi pelepasan beberapa PV bus pada sistem kelistrikan Sulselbar 56-Bus PT.PLN (Persero) menggunakan *software MATLAB* serta PV bus yang di lepas pada sistem yaitu Pembangkit PLTA Bakar, PLTD Suppa, dan PLTA Bili-Bili. Hasil simulasi berupa *losses* tersebut mengalami kenaikan sebesar 4,26 MW dan tegangan mengalami penurunan sebesar 0,098 p.u dengan kondisi PLTGU Sengkang telah bekerja secara optimal sebagai *Slack bus*.

**Keywords :** Peningkatan beban, Rugi daya, Jatuh tegangan, Sistem Sulselbar, MATLAB

## I. PENDAHULUAN

Sistem distribusi merupakan salah satu sistem dalam tenaga listrik yang mempunyai peran penting karena berhubungan dengan pemakai energi listrik. Keperluan penyediaan tenaga listrik bagi para pelanggan, diperlukan berbagai peralatan listrik yang dihubungkan satu sama lain yang mempunyai inter relasi secara keseluruhan membentuk suatu sistem tenaga listrik [1].

Penyediaan tenaga listrik yang stabil dan kontinu merupakan syarat mutlak yang harus dipenuhi. Dalam memenuhi kebutuhan tenaga listrik tersebut, terjadi pembagian beban yang tidak merata antar fasanya. Hal ini terutama disebabkan karena pola penyambungan Sambungan Rumah (SR) pelanggan 1 fasa, pada proses sambung baru tidak memperhatikan kondisi beban fasa pada gardu distribusi tersebut. Hal ini apabila tidak ditangani akan menyebabkan pembebanan yang tidak seimbang pada transformator [2].

Sistem kelistrikan PT. PLN (Persero) interkoneksi Sulawesi Selatan, Sulawesi Barat dan Sulawesi Tengah terinterkoneksi 56-bus terdapat beberapa titik pembangkit baik PLTA, PLTU, PLTB, PLTGU, PLTD dan PLTMH yang berfungsi secara Bersama dalam

menyuplai kebutuhan energi listrik. Pemodelan dalam melakukan simulasi aliran daya dalam suatu sistem interkoneksi, pembangkit tersebut akan berfungsi sebagai *slack bus* dan *PV bus* yang memiliki fungsi yang berbeda. Tipe pembangkit yang menjadi *PV bus* akan menyuplai daya aktif tetap dengan tegangan kerja yang tetap baik dalam kondisi *steady state* ataupun *transient*.

Adapun penelitian ini mencoba mensimulasikan kondisi pelepasan beberapa PV bus pada sistem kelistrikan Sulselbar 56-Bus PT.PLN (Persero) menggunakan *software MATLAB* serta PV bus yang di lepas pada sistem yaitu Pembangkit PLTA Bakar, PLTD Suppa, dan PLTA Bili-Bili. Hasil simulasi berupa *losses* terbentuk 127,11 MW dengan kondisi PLTGU sengkang telah bekerja secara optimal sebagai *Slack bus* dengan memperhatikan dampak pada nilai jatuh tegangan pada bus dan *losses* pada saluran atau jaringan.

## II. KAJIAN LITELATUR

### A. Aliran Daya

Perhitungan aliran daya pada dasarnya merupakan menghitung besaran tegangan (V), sudut fasa tegangan, dan pada setiap gardu induk (G.I) Pada kondisi tunak dan ketiga fasa seimbang. Hasil perhitungan ini digunakan untuk menghitung besar aliran daya aktif (P) dan daya

reaktif (Q) di setiap peralatan transmisi, besarnya daya aktif dan daya reaktif yang harus dibangkitkan setiap pusat pembangkit serta jumlah rugi – rugi di sistem.

Pada setiap bus gardu induk (G.I) ada 4 (empat) variabel operasi yang terkait, yaitu daya aktif, daya reaktif, besaran tegangan, dan sudut fasa tegangan. Supaya persamaan aliran daya dapat dihitung 2 (dua) dari (empat) variabel di atas harus diketahui untuk setiap G.I, sedangkan 2 (dua) variabel lainnya dihitung.

Setiap G.I dalam sistem tenaga listrik dikelompokkan menjadi 3 (tiga) tipe, yaitu:

1. Gardu induk bus beban, Variabel yang diketahui adalah daya aktif, daya reaktif. Kemudian akan dihitung besaran tegangan dan sudut fasa tegangan disetiap G.I.
2. Gardu induk bus pembangkit, Variabel yang diketahui adalah daya aktif dan besar tegangan, sedangkan daya reaktif dan sudut fasa tegangan merupakan hasil perhitungan.
3. Gardu induk bus penyanggah (G.I *Swing*), Variabel yang diketahui adalah besaran tegangan dan sudut fasa tegangan yang merupakan sudut acuan. Sedangkan daya aktif dan daya reaktif yang harus dikompensasi merupakan hasil perhitungan.

Studi Aliran Daya Listrik adalah pembelajaran dalam rangka mendapatkan informasi mengenai Analisa *Load Flow* atau Aliran Daya pada kondisi saat operasi sistem, Tujuan dilakukannya Studi ini adalah untuk mengetahui dan mendapatkan operasi sistem yang baik dan terevaluasi sesuai dengan kondisi pembangkitan dan pembebanannya[3]. Dengan studi aliran daya dapat mengetahui tegangan-tegangan pada setiap bus yang ada dalam sistem, baik *magnitude* maupun sudut fasa tegangan, daya aktif dan daya reaktif yang mengalir dalam setiap saluran yang ada dalam *system*, kondisi dari semua peralatan, apakah memenuhi batas-batas yang ditentukan untuk menyalurkan daya listrik yang diinginkan [4].

Hasil utama dari aliran daya adalah besar dan sudut fasa tegangan pada setiap saluran (*bus*), daya nyata dan daya reaktif yang ada pada setiap saluran. Hasil analisis aliran daya dapat digunakan untuk mengetahui besarnya *losses* (rugi daya dan tegangan), alokasi daya reaktif dan kemampuan sistem untuk memenuhi pertumbuhan beban [5].

### B. Rugi Daya

Rugi daya merupakan mengurangi nilai daya yang ditransfer dari sumber (Pembangkit) yang kemudian diterima. Jadi, daya yang berkurang karena rugi daya merupakan daya yang dibangkitkan tapi tidak sampai untuk dapat dipakai. Dalam masalah ini, pihak pertama yakni penghasil daya listrik (Pembangkit) mengalami kerugian karena menghasilkan dayadengan modal yang lumayan besar akan tetapi tidak memperoleh hasil pengolahan yang maksimal (Indra,2019).

Rugi daya yang kemungkinan akan terjadi dan besar tidaknya akan dianalisis dengan bantuan *software MATLAB* pada studi kasus kali ini, yang ditujukan dapat memberikan pengetahuan baru kepada pihak-pihak yang bersangkutan. *Losses* (rugi daya) dapat diklasifikasi menjadi beberapa bagian, rugi daya teknis dan rugi daya non teknis. Rugi dayateknis merupakan rugi daya yang dipengaruhi oleh sifat material atau peralatan jaringan, kemudian rugi daya non-teknis merupakan rugi daya yang dikarenakan kesalahan instalasi atau kerusakan alat pada jaringan (Mega, 2018) [6].

### C. Klasifikasi Kestabilan Sistem Tenaga Listrik

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 [7].

Dalam *paper IEEE definition and classification of power sistem stability*, kestabilan sistem tenaga listrik secara umum dapat dibagi menjadi tiga macam kategori, yaitu: *Angle Stability*, *Frequency stability* dan *Voltage stability*. *Angle Stability* yaitu kemampuan dari mesin-mesin sinkron yang saling terkoneksi pada suatu sistem tenaga listrik untuk tetap dalam keadaan sinkron. *Frequency stability* yaitu kemampuan dari suatu sistem tenaga untuk mempertahankan kondisi *steady state* frekuensi akibat gangguan. Sedangkan *Voltage Stability*: yaitu kestabilan dari sistem tenaga listrik untuk dapat mempertahankan nilai tegangan yang masih dapat diterima saat terjadi kontingensi atau gangguan [8].

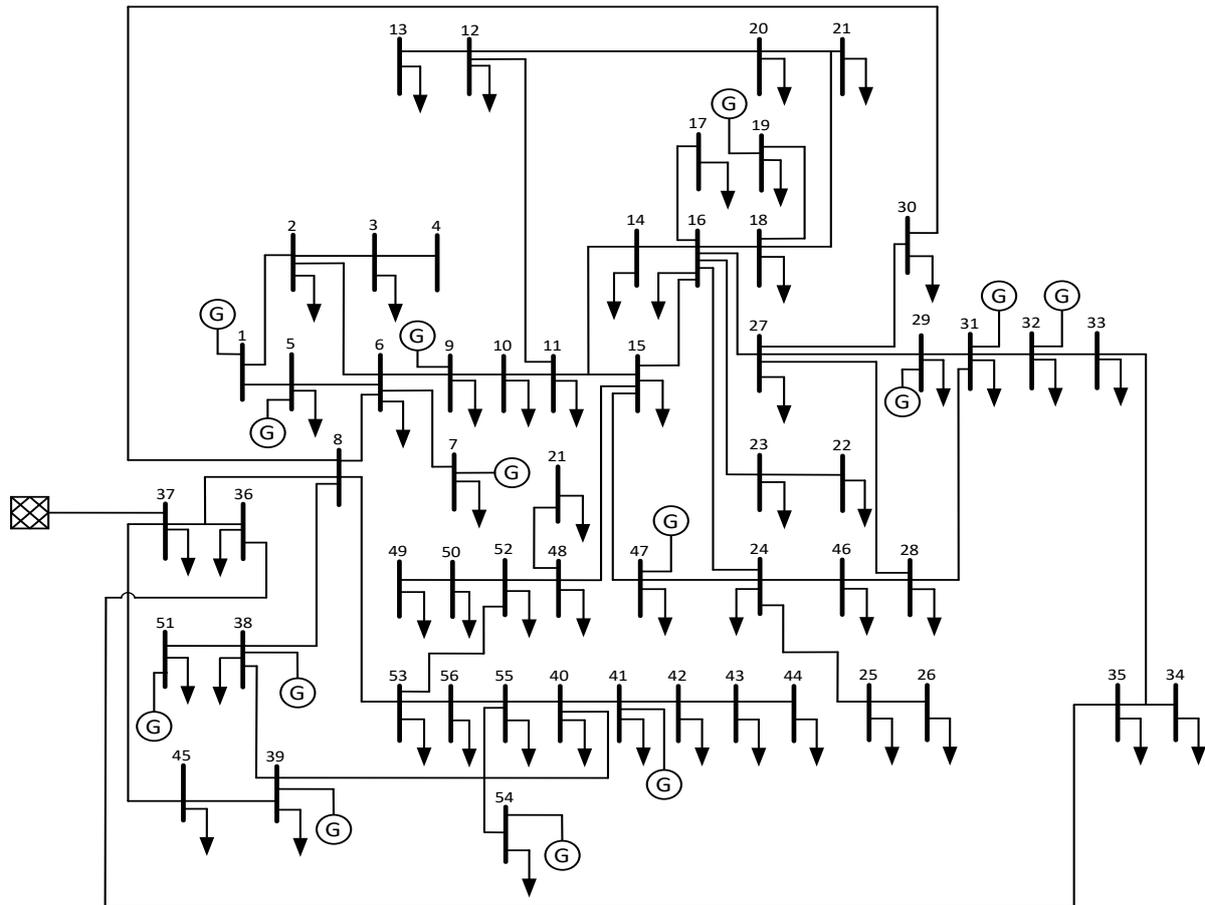
### D. Aliran Daya Menggunakan MATLAB

Studi aliran daya pada sistem tenaga listrik inidikenal beberapa metode, antara lain metode *Gauss Seidel*, metode *Newton Raphson* dan metode *Fast Decouple*. Dalam paper ini akan dipaparkan aliran daya pada 56 bus pada sistem standard IEEE menggunakan metode *Newton Raphson* dengan *software MATLAB* [9]. Pada analisis yang dilakukan pelepasan pembangkit pada PLTA Bakaru, PLTD Suppa, dan PLTA Bili-Bili.

## III. METODE PENELITIAN

### A. Deskripsi Objek

Penelitian ini dilakukan dengan Model Sistem Jaringan SULSELBAR menggunakan *software MATLAB* Data yang dihimpun atau dikumpulkan adalah data yang menyangkut komponen-komponen di dalam *single line diagram* SULSELBAR sebagaimana terlihat pada Gambar 1. Simulasi yang akan dilakukan menggunakan *software MATLAB* Hasil dari data simulasi akan di analisis daya aktif dan reaktif, rugi daya, dan level tegangan. Sistem Kelistrikan SulSelBar 56 bus yang digunakan untuk analisis Pembangkit PLTA Bakaru, PLTD Suppa, dan PLTA Bili-Bili.



Gambar 1. Single Line Diagram (SLD) SulSelBar 56 Bus

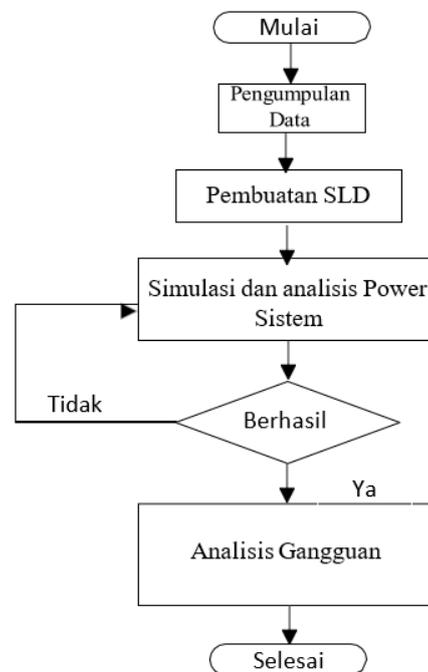
**B. Studi Kasus**

Berdasarkan deskripsi objek di atas maka studikassus simulasi yang digunakan dapat dijelaskan pada sebagai berikut :

Dengan menggunakan data-data yang dari sistem kelistrikan SulselBar 56 bus. Data-data meliputi data pembangkitan, data beban, dan data saluran dari masing-masing bus. Kemudian dilakukan studi aliran daya (load flow analysis) dengan *software MATLAB* saat keadaan awal untuk

**C. Tahap Penelitian**

Tahapan penelitian adalah level atau tingkatan dalam penelitian yang dilakukan secara terstruktur, runtut, baku, logis dan juga sistematis. Tahapan Penelitian mengetahui apakah sistem dalam kondisi normal atau tidak. Simulasi gangguan Setelah menentukan studi kasus untuk analisis maka dilakukan simulasi sistem saat mengalami gangguan .Gangguan yang disimulasikan ada tiga yakni Pembangkit PLTA Bakar, PLTD Suppa, dan PLTA Bili-Bili. Analisis Gangguan Dari hasil simulasi akan dianalisis rugi rugi daya dan level tegangan akibat pelepasan PV Bus pada sistem SulSelBar digambarkan dengan bagan alir seperti pada gambar 2 dibawah ini

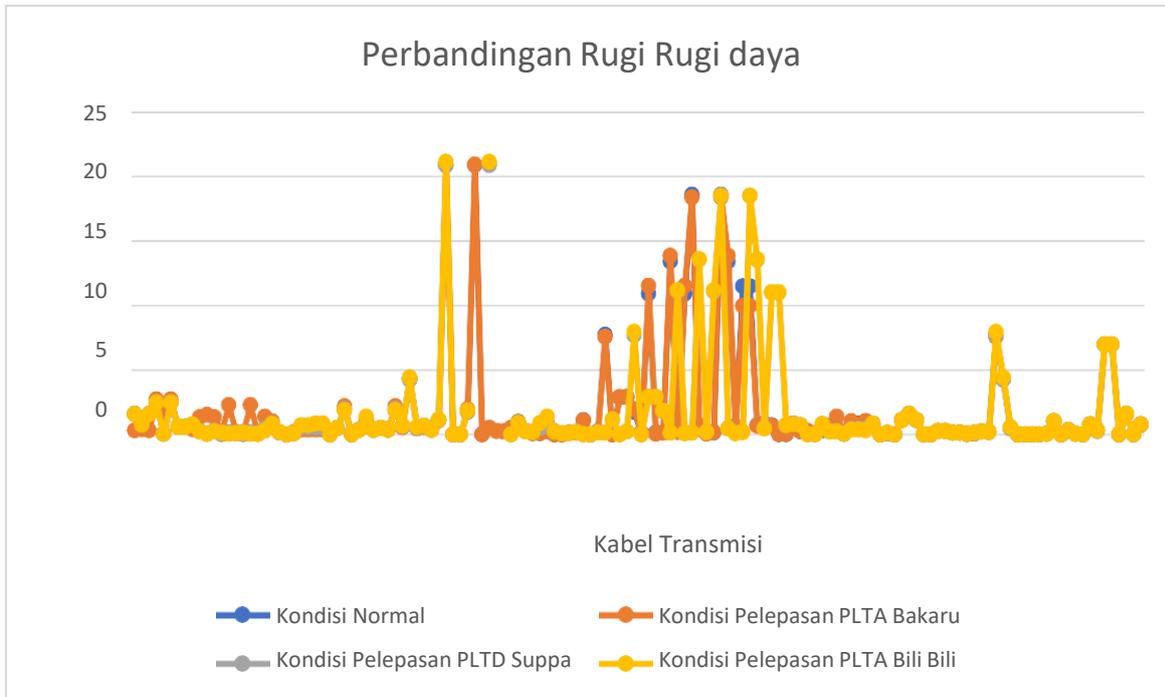


Gambar 2. Flow Chart Diagram Penelitian

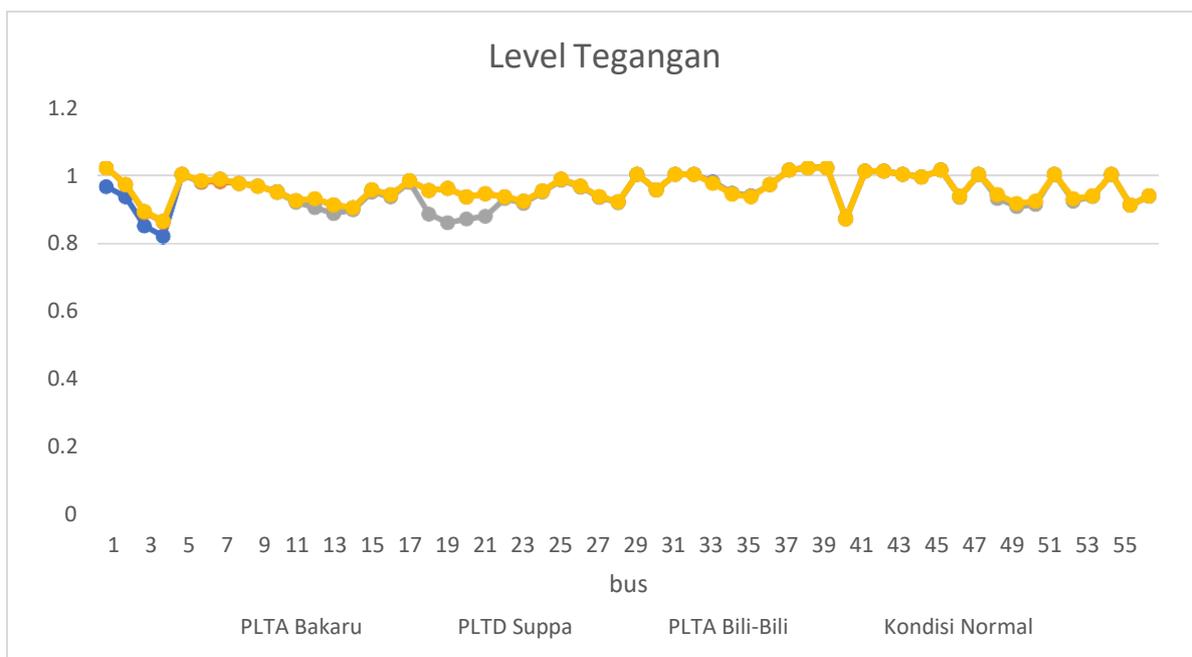
**IV. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Hasil simulasi dari seluruh studi kasus dapat dilihat pada gambar 3. Grafik rugi rugi daya dan gambar 4. Grafik Level Tegangan.

Dari simulasi yang telah di lakukan sistem kenaikan rugi daya pada kabel trasmisi 16-22 pada PLTA Bili-bili Sebesar 20,871 MW dan terjadi lagi Kenaikan rugi daya pada kabel transmisi 16-17 Sebesar 20,871 pada PLTA Bakaru serta terjadi kenaikan dan penurunan tegangan pada kabel transmisi 24-34 sebesar 13,82MW, 11,488 MW, dan 18,334 MW Pada PLTA Bakaru, PLTD Suppa, dan PLTA Bili-bili. .



Gambar 3. Grafik Perbandingan Rugi Daya Saluran



Gambar 4. Grafik Perbandingan Rugi Daya Saluran

Dari grafik diatas data diperoleh setelah proses Pelepasan 3 Bus pembangkit menunjukkan Penuruna tegangan namun tidak terlalu signifikan pada bus 17 pada PLTA Bili-Bili sebesar 0,982 p.u menjadi 0,884 p.u bisa dilihat pada gambar 4.

## V. KESIMPULAN

Pada penelitian ini sistem kelistrikan Sulselbar Mengalami kenaikan daya aktif sebesar 4,26 MW perubahan ini terjadi akibat pelepasan bus pembangkit daerah Bakaru, Suppa, dan Borongloe yang semulanya dalam kondisi normal 127,37 MW menjadi 123,11 MW dan pelepasan bus pembangkit tersebut juga mempengaruhi tegangan yang semulanya 0,982 p.u turun menjadi 0,884 p.u.

## REFRENSI

- [1] M. D. Faraby and O. Penangsang, "Studi Aliran Beban Interkoneksi Sistem Sulbansel hingga Tahun 2020 Berdasarkan RUPTL PT. PLN (Persero) 2017-2026", Surabaya, Indonesia, DOI: 10.32487/jst.v3i1.224
- [2] Pranoto, Sarwo., Sofyan., Natasya Rusli, Nadya. (2020), "Penyeimbangan Beban pada Trafo Distribusi Penyulang Akkarena di Unit Layanan Pelanggan Mattoanging PT PLN (Persero)", Makassar, 2020, pp (1).
- [3] Faruq, Umar., Akmal, Ridho., Maurisio, Vrayulis., Julio, Ezra., "Analisa Aliran Daya pada Sistem Tenaga Listrik menggunakan ETAP 12.6" (2021), Samarinda, 2021, pp 17.] A. Supriyadi. "Analisa Aliran Daya pada Sistem Tenaga Listrik Menggunakan Software ETAP 12.6," Forum Teknologi, vol. 6, no. 3, pp. 56, 2018.
- [4] Nigara Gustian, Adib., Primadiyono, Yohanes., "Analisa 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, vol. 7, no. 1, 2015.
- [5] Putera Qorif, Zainuddin Novian., "Analisis Rugi Daya Untuk Unit Kilang Berbasis Etap 12.6.0 Di Pusat Pengembangan Sumber Daya Manusia Minyak Dan Gas Bumi (PPSDM MIGAS) CEPU", Kelintang, pp. 436-437.
- [6] Hasibuan, Arnawan., "Analisis Stabilitas Sistem Listrik Single Mesin Menggunakan Metode Runge Kutta Orde 4", pp. 16.
- [7] IEEE/CIGRE Joint Task Force on Stability Terms and Definitions, "Definition and Classification of Power System Stability" IEEE Transactions on Power system, vol. 19, no. 2, may 2004.
- [8] Hasbuan, Arnawan., Isa, Muzamir., Yusoff Irwan, Mohd., Rahim Abdul Rafidah Siti., "Analisis Aliran Daya Pada Sistem Tenaga Listrik Dengan Metode *Fast Decoupled* Menggunakan Software Etap" (Rekayasa Elektrikal dan Energi): Jurnal Teknik Elektro vol.3, no. 1, 2020.