

Analisis Aliran Daya Pada Sistem *Stand Alone* Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Al Hanan Dengan Metode *Newton Rhapson*

Afriyastuti H¹, Ripo U P², Yanolanda³, Ika Novia Anggraini⁴

¹ Program Studi Teknik Elektro Universitas Bengkulu,

E-mail: afriyastuti_herawati@unib.ac.id

ABSTRAK

Analysis of power flow in the power system is used to determine the parameters of the system itself. The benefit of the power flow analysis is to determine whether the amount of power in the electric power system still meets the predetermined limits, as well as to determine the number of existing losses, and to obtain the initial conditions for planning the new system. To solve the power flow problem, a power flow simulation can be performed using ETAP software. Simulations were carried out using the Newton-Rhapson method to determine the flow of power during the rainy and dry seasons. The results of the power flow simulation in the rainy season show that the highest active and reactive power values are found in bus 1, namely 156.78 kW and 101.77 kVAR, while the simulation during the rainy season shows the highest active power and reactive power in bus 1, which is 137.85 kW and 88.97 kVAR. Then the highest voltage drop in the rainy season is 3.11% and the dry season is 2.78%. The Newton-Rhapson method requires 2 iterations to reach a convergent value.

Keywords: *Newton-Rhapson, Power Flow, Season*

1. PENDAHULUAN

Desa Uludanau merupakan desa yang terletak di ujung provinsi Sumatera Selatan, tepatnya di kabupaten OKU Selatan yang memiliki jumlah penduduk 2117 jiwa [1]. Jarak antara desa ini ke kota Muara Dua yang merupakan ibukota kabupaten OKU Selatan kurang lebih 87 km [2]. Pada mulanya desa ini merupakan desa terpencil dan tertinggal dikarenakan kurangnya pasokan energi listrik di desa tersebut yang disebabkan jarak antara Gardu Induk Distribusi PLN dan desa tersebut sangatlah jauh. Gardu Induk Muaradua merupakan satu-satunya gardu induk di kabupaten OKU Selatan yang mensuplai energi listrik ke semua penjuru di kabupaten

OKU Selatan. Jarak antara Gardu Induk Muaradua ke desa Uludanau sangatlah jauh sehingga mempengaruhi keandalan sistem distribusi listrik ke desa tersebut dikarenakan dibutuhkan saluran yang sangat panjang untuk mengalirkan listrik di desa tersebut. Saluran distribusi yang panjang dapat mengakibatkan *losses* atau rugi daya pada saluran yang dipengaruhi oleh resistansi saluran tersebut, dan juga rentan terhadap gangguan baik gangguan internal maupun eksternal dari jaringan sehingga pasokan energi listrik ke desa ini masih sangat minim.

Dikarenakan kurangnya pasokan energi listrik ke desa Uludanau, pada tahun 2005 dibangunlah sebuah pembangkit listrik tenaga mikro hidro dengan menggunakan sumber energi yang tersedia di desa tersebut. Kapasitas daya yang dihasilkan oleh pembangkit mikro hidro ini sebesar 2 x 110 kW dan langsung di distribusikan secara *stand alone* ke konsumen yaitu masyarakat desa Uludanau. Pembangkit Energi Listrik Mikro Hidro Al-Hanan menggunakan air sungai yang ada di desa Ulu Danau sebagai sumber energi untuk membangkitkan daya listrik, sehingga PLTMH ini harus mampu mengatasi apabila terjadi perubahan kuantitas air yang disebabkan oleh perubahan musim di desa Uludanau. Debit air sungai di desa Ulu Danau akan berbeda jumlahnya baik pada musim hujan maupun pada musim kemarau, dimana pada musim hujan debit air akan lebih banyak daripada pada musim kemarau. Hal ini mempengaruhi kemampuan dari PLTMH ini untuk membangkitkan daya listrik. Oleh sebab itu perlu dilakukan analisa aliran daya pada PLTMH Al-Hanan ketika musim kemarau dan musim hujan.

Penelitian mengenai aliran daya sebenarnya sudah banyak dilakukan diantaranya mengenai aliran daya tiga fasa[3] dan rekonfigurasi jaringan[4][5]. Akan tetapi kebanyakan dari penelitian tersebut kebanyakan dilakukan di sistem distribusi 20 KV PLN atau sistem jaringan tegangan rendah PLN dan belum ada yang

melakukan penelitian untuk aliran daya sistem pembangkit listrik jenis *stand alone* tegangan 220 V.

Dalam menganalisis aliran daya dibutuhkan suatu metode dalam melakukan perhitungannya, metode yang diaplikasikan untuk menganalisa aliran daya pada penelitian ini yaitu menggunakan *Newton Raphson*. Penelitian tentang analisis aliran daya dengan metode *Newton Raphson* ini sudah banyak dilakukan [6] [7] [8]. Akan tetapi penelitian yang sudah ada banyak dilakukan untuk sistem jaringan PLN baik pembangkit *greed connected*, sistem transmisi dan juga distribusi. Untuk penelitian mengenai analisis aliran daya pada pembangkit *stand alone* yang dipengaruhi perubahan musim belum banyak dilakukan. Dengan menggunakan metode *Newton Rhapsion* ini hasil analisis aliran daya yang didapatkan untuk sistem *stand alone* pada PLTMH lebih akurat baik untuk analisis pada musim hujan maupun pada musim kemarau.

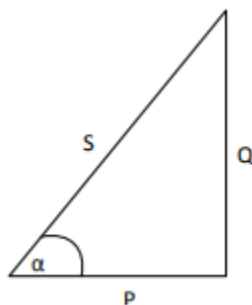
2. KERANGKA TEORITIS

A. Studi Aliran Daya

Aliran daya merupakan salah satu cabang ilmu teknik elektro yang membahas mengenai alur daya pada suatu sistem jaringan kelistrikan dari suatu titik (node) ke dalam titik lain serta membahas juga tentang perubahan besaran listrik lainnya di jaringan seperti besaran tegangan dan arus pada bus-bus yang terdapat pada sistem tersebut[9].

B. Konsep Dasar Aliran Daya

Untuk memahami aliran daya maka terlebih dahulu harus mempelajari mengenai segitiga daya. Gambar 1 menunjukkan besaran-besaran daya yang membentuk segitiga daya.



Gambar 1. Besaran-besaran daya yang membentuk Segitiga Daya [11]

dengan:

- S = Daya semu (VA)
 Q = Daya reaktif (VAr)

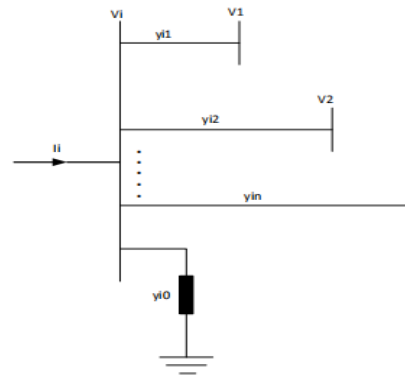
P = Daya aktif (W)

φ = Sudut daya

Pada segitiga daya terdapat 3 macam daya yang terjadi di dalam jaringan yaitu daya semu, daya reaktif dan daya aktif. Daya aktif atau biasa disebut daya nyata adalah daya yang diserap oleh beban yang mana satuannya adalah (watt), sedangkan daya semu adalah daya total yang dihasilkan oleh pembangkit dengan satuan voltampere (VA). Daya reaktif merupakan daya yang hilang atau tidak bisa dikonversikan menjadi daya aktif. Akan tetapi daya reaktif ini sangat berguna pada proses aliran daya.

C. Analisis Matematis Aliran Daya

Didalam jaringan terdapat bus-bus yang saling terhubung dan berinterkoneksi. Gambar 2 menunjukan salah satu jenis bentuk jaringan dalam system tenaga.



Gambar 2. *Single line* diagram pada bus sistem [10]

Berdasarkan Gambar 2 diatas, sesuai dengan hukum *kirchoff* maka besarnya arus di jaringan dihitung menggunakan persamaan (1) yang disederhanakan dengan persamaan (2).

$$I_i = y_{i0}V_i + y_{i1}(V_i - V_1) + y_{i2}(V_i - V_2) + \dots + y_{in}(V_i - V_n) \quad (1)$$

$$I_i = V_i \sum_{j=0}^n y_{ij} - \sum_{j=1}^n y_{ij}V_j \quad j \neq I \quad (2)$$

Sedangkan daya P dan daya Q pada bus i dapat dihitung dengan persamaan (3).

$$P_i + jQ_i = V_i I_i^* \quad (3)$$

Perhitungan arus dihitung dengan persamaan (4).

$$I_i = \frac{P_i + jQ_i}{V_i} \quad (4)$$

Persamaan (2) substitusi ke persamaan (4) dihasilkan persamaan (5) [10].

$$\frac{P_i + jQ_i}{V_i} = V_i \sum_{j=0}^n Y_{ij} - \sum_{j=0}^n Y_{ij} V_j \quad j \neq I \quad (5)$$

D. Metode Newton Rhapson

Sesuai dengan perhitungan dengan metode Newton Rhapson maka langkah pertama adalah mencari daya injeksi bus ke-I yang dihitung menggunakan persamaan (6).

$$P_i - Q_i = V_i^* \sum_{j=1}^n Y_{ij} V_j \quad (6)$$

Kemudian dilakukan pemisahan daya P dan Q dengan kriteria yaitu:

$$|V_i| < \delta_i = |V_i| e^{j\delta_i}$$

$$|V_j| < \delta_j = |V_j| e^{j\delta_j}$$

$$|Y_{ij}| < \delta_{ij} = |Y_{ij}| e^{j\delta_{ij}}$$

Dengan $e^{j(\delta_j - \delta_i + \delta_{ij})} = \cos(\delta_j - \delta_i + \delta_{ij}) + j \sin(\delta_j - \delta_i + \delta_{ij})$, maka bagian real dan bagian imajiner untuk bus I yaitu pada persamaan (7) s.d persamaan (9).

$$P_i - Q_i = |V_i| < -\delta_i \cdot \sum_{j=1}^n Y_{ij} V_j < \delta_{ij} + \delta_j$$

$$= |V_i| e^{j-\delta} \cdot \sum_{j=1}^n Y_{ij} V_j (e^{\delta_j - \delta_i + \delta_{ij}}) \quad (7)$$

$$P_i = |V_i V_j V_{ij}| \cos(\delta_j - \delta_i + \delta_{ij}) \quad (8)$$

$$Q_i = |V_i V_j V_{ij}| \sin(\delta_j - \delta_i + \delta_{ij}) \quad (9)$$

Selanjutnya dihitung nilai V_i dan δ_i setelah perubahan daya diketahui, dihitung menggunakan persamaan (10).

$$\begin{bmatrix} \Delta P_i \\ \Delta Q_i \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} J1 & J2 \\ J3 & J4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta \delta_i \\ \Delta V_i \end{bmatrix} \quad (10)$$

Elemen matriks jacobian untuk bagian off-diagonal dari J_1 dihitung sesuai persamaan (11).

$$\frac{\partial P_i}{\partial \delta_j} = -|V_i V_j Y_{ij}| \sin(\delta_j - \delta_i + \theta_{ij}), j \neq i \quad (11)$$

bagian diagonal dari J menggunakan persamaa (12).

$$\frac{\partial P_i}{\partial \delta_i} = \sum_{j=1}^n |V_i V_j Y_{ij}| \sin(\delta_j - \delta_i + \theta_{ij}) \quad (12)$$

bagian off-diagonal untuk J_2 pada persamaan (13) :

$$\frac{\partial P_i}{\partial |V_j|} = |V_i Y_{ij}| \cos(\delta_j - \delta_i + \theta_{ij}), j \neq i \quad (13)$$

Bagian diagonal dari J_2 menggunakan persamaan (14)

$$\frac{\partial P_i}{\partial |V_i|} = 2|V_i Y_{ii}| \cos(\theta_{ii}) + \sum_{j=1}^n |V_j Y_{ij}| \cos(\delta_j - \delta_i + \theta_{ij}) \quad (14)$$

Bagian off-diagonal dari J_3 menggunakan persamaan (15)

$$\frac{\partial Q_i}{\partial \delta_j} = -|V_i V_j Y_{ij}| \cos(\delta_j - \delta_i + \theta_{ij}), j \neq i \quad (15)$$

Bagian diagonal dari J_3 menggunakan persamaan (16)

$$\frac{\partial Q_i}{\partial \delta_i} = \sum_{j=1}^n |V_i V_j Y_{ij}| \cos(\delta_j - \delta_i + \theta_{ij}) \quad (16)$$

Bagian off diagonal dari J_4 menggunakan persamaan (17)

$$\frac{\partial P_i}{\partial |V_j|} = -|V_i Y_{ij}| \sin(\delta_j - \delta_i + \theta_{ij}), j \neq i \quad (17)$$

Bagian diagonal dari J_4 menggunakan persamaan (18)

$$\frac{\partial P_i}{\partial |V_i|} = -2|V_i Y_{ii}| \sin(\theta_{ii}) - \sum_{j=1}^n |V_j Y_{ij}| \sin(\delta_j - \delta_i + \theta_{ij}) \quad (18)$$

Selanjutnya dilakukan iterasi untuk setiap elemen-elemen matriks Jacobian dihitung setiap akan melakukan iterasi. Selanjutnya perubahan daya aktif dan daya reaktif dihitung menggunakan persamaan (19) dan persamaan (20).

$$\Delta P_i^k = P_{i(terjadwal)} - P_i^k \quad (19)$$

$$\Delta Q_i^k = Q_{i(terjadwal)} - Q_i^k, i = 1, 2, \dots, n-1 \quad (20)$$

Selanjutnya persamaan (10) dapat diselesaikan dengan persamaan (21) [11].

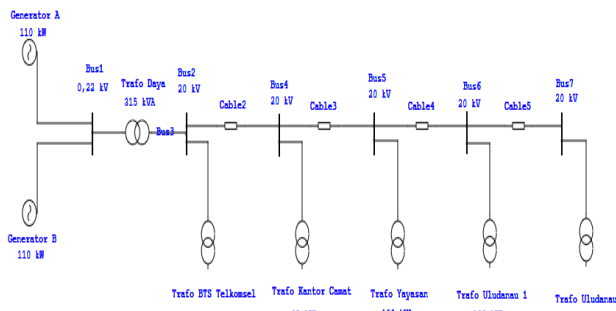
$$\begin{bmatrix} \Delta \theta \\ \Delta |V| \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} J1 & J2 \\ J3 & J4 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \Delta P \\ \Delta Q \end{bmatrix} \quad (21)$$

Kemudian iterasi akan mengulang kembali persamaan ke bagian awal sehingga nilai ΔP_i^k dan ΔQ_i^k semua bus selain *slack* bus tercapai harga toleransi yang diberikan yaitu $\leq 0,001$.

3. METODE RISET

A. Single Line Diagram Sistem Kelistrikan Uludanau

Objek penelitian yang diteliti adalah Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Alhanan desa Uludanau yang terhubung secara *stand alone* ke konsumen dengan kapasitas pembangkit 220 KW. Adapun single line diagram dari PLTMH Alhanan terdiri atas dua buah generator pembangkit dengan tegangan 0,22 kV dengan daya masing-masing pembangkit sebesar 110 kW. Selanjutnya dari generator pembangkit dinaikkan tegangannya menjadi 20kV untuk disalurkan ke bus-bus beban. Sistem ini terdiri atas 11 bus. Single line diagram PLTMH Al Hanan dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. *Single Line Diagram* Sistem Kelistrikan Uludanau

Dari single line diagram pada Gambar 3, PLTMH Al Hanan memiliki 5 bus beban dengan 5 gardu yaitu BTS Sindang danau, Sindang Danau, Yayasan Al hanan, Uludanau 1 dan Uludanau 2, dengan masing-masing besar beban disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Beban di Desa Uludanau

No	Nama gardu	Kapasitas (kVA)
1	BTS Sindang Danau	25
2	Sindang Danau	25
3	Yayasan Al-Hanan	100
4	Uludanau 1	100
5	Uludanau 2	50

B. Simulasi Aliran Daya

Dari data-data yang tersedia pada Gambar 3 dan Tabel 1, selanjutnya dilakukan analisis aliran daya menggunakan *software* ETAP dengan metode Newton Rhapson. Simulasi dilakukan dalam dua keadaan yaitu simulasi pada musim hujan dan simulasi pada musim kemarau. Simulasi berdasarkan musim ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar aliran daya ke beban jika kondisi sungai di desa Uludanau mengalami kekeringan maupun disaat kondisi debit air berlebih. Kemudian diambil data-data daya aktif, daya reaktif dan tegangan hasil aliran daya simulasi untuk dianalisis.

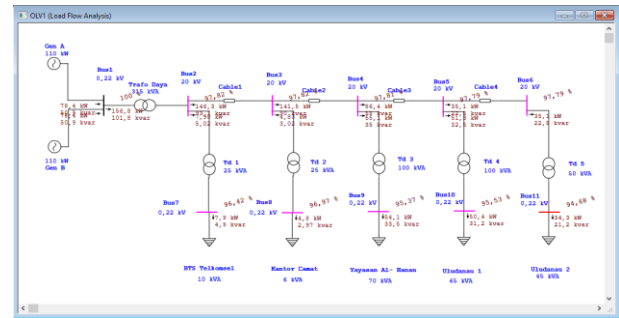
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Simulasi pertama yang dilakukan yaitu aliran daya ketika musim hujan kemudian selanjutnya dilanjutkan dengan simulasi kedua yaitu aliran daya ketika musim kemarau

A. Simulasi Musim Hujan

Simulasi aliran daya menggunakan metode *Newton Rhapson* yang pertama yaitu simulasi musim

hujan. Simulasi ini dilakukan dengan memasukan data pembebanan di desa Uludanau ketika musim hujan. Hasil *running* program ETAP 16.0 seperti pada Gambar 4.



Gambar 4. Hasil *running* program simulasi *Newton Rhapson* musim hujan

Gambar 4 merupakan hasil running simulasi aliran daya pada PLMTH Al-Hanan ketika musim hujan menggunakan metode Newton Rhapson. Dari gambar 4 dapat dilihat bahwa pada *single line diagram* yang dibuat terdapat 11 busbar diantaranya yaitu satu buah bus generator tegangan 220 V, lima buah bus saluran 20 kV dan lima buah bus beban dengan tegangan 220 V. Adapun untuk beban yang terpasang pada musim hujan diatur sesuai atau mendekati dengan data daya beban yang diperoleh dari PLTMH Al-Hanan. Kapasitas beban yang terpasang pada simulasi aliran daya ketika musim hujan yaitu beban BTS telkomsel 10 kVA, beban pada kantor camat 6 kVA, beban pada yayasan Al-hanan 70 kVA, beban pada Uludanau satu 65 kVA dan beban Uludanau dua 45 kVA. Untuk beban BTS Telkomsel dan beban pada kantor camat nilainya tidak berubah ketika musim hujan atau musim kemarau, hal ini dikarenakan penggunaan daya pada kedua beban tersebut dianggap konstan yang disebabkan pada beban BTS telkomsel PLTMH Al-Hanan hanya menyuplai ke satu buah menara pemancar sinyal saja dan pada beban kantor camat PLTMH Al-Hanan hanya menyuplai ke area perkantoran dan ada beberapa rumah warga di sekitar kantor camat tersebut sehingga baik musim hujan maupun musim kemarau beban pada area kantor camat ini tidak mengalami perubahan yang sangat signifikan. Sedangkan untuk beban yayasan Al-Hanan, Uludanau satu dan Uludanau dua ketika musim hujan dan musim kemarau terjadi perubahan daya yang terpasang pada area tersebut, hal ini dikarenakan ketiga beban tersebut merupakan beban yang digunakan oleh masyarakat desa Uludanau sehingga ketika musim hujan masyarakat desa Uludanau yang mayoritas petani kopi tidak melakukan aktivitas seperti biasa yaitu pergi ke kebun dikarenakan pada

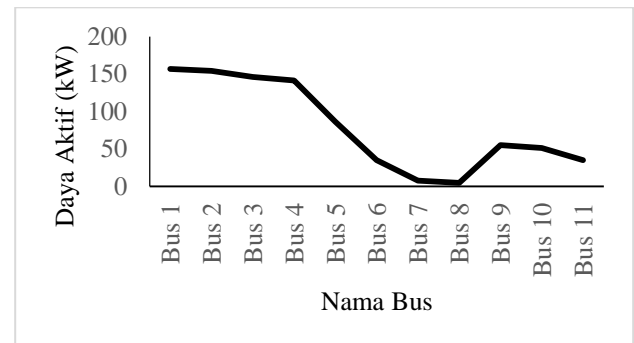
musim hujan rute yang digunakan untuk pergi ke kebun sangat licin sehingga kebanyakan masyarakat desa Uludanau berdiam dirumah ketika musim hujan. Banyaknya aktivitas masyarakat didalam rumah ketika musim hujan menyebabkan penggunaan peralatan listrik pada musim hujan ini meningkat sehingga daya pada beban naik.

Pada hasil *running* program ETAP pada gambar 4 dapat dilihat bahwa untuk tegangan hasil simulasi pada masing-masing bus memiliki perbedaan dengan nilai tegangan rating bus kecuali pada bus satu yaitu bus generator yang persentasenya 100 %. Sedangkan untuk bus dua 97,82 %, bus tiga 97,82 %, bus empat 97,81 %, bus lima 97,79 % dan bus enam 97,79 % dimana kelima bus tersebut merupakan bus saluran 20 kV sedangkan persentase yang dimaksud yaitu persentase hasil simulasi terhadap tegangan rating pada bus 20 kV. Dapat dilihat bahwa pada bus 20 kV ini semakin jauh busbar terhadap sumber maka persentasenya akan semakin menurun atau tegangan drop akan semakin besar. Hal ini dipengaruhi oleh jarak busbar tersebut dari sumber dimana semakin jauh jarak maka semakin panjang saluran kemudian semakin panjang saluran maka semakin besar nilai impedansi saluran dan akibatnya terdapat rugi-rugi saluran sehingga terjadi drop tegangan pada bus-bus saluran 20 kV. Selain rugi-rugi saluran salah satu faktor yang menyebabkan drop tegangan pada bus-bus 20 kV ini yaitu dikarenakan pengaruh daya reaktif yang dibangkitkan pada trafo daya sehingga pada bus dua yang jaraknya tidak terlalu jauh dari trafo daya ini sudah mengalami drop tegangan sebesar 436 V. Kemudian pada bus beban yaitu bus 220 V juga mengalami drop tegangan yang disebabkan oleh daya reaktif pada transformator distribusi dan juga daya reaktif pada beban. Pada bus tujuh persentase tegangan 96,42 %, bus delapan 96,97 %, bus sembilan 95,37 %, bus sepuluh 95,53 % serta bus sebelas 94,68 %.

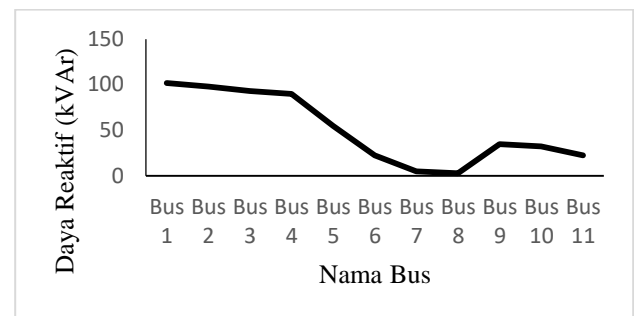
Untuk melihat hasil simulasi aliran daya yang mengalir pada masing-masing bus dapat dilihat seperti pada Gambar 5 dan Gambar 6.

Gambar 5 dan Gambar 6 menunjukkan hasil simulasi aliran daya pada setiap bus saluran PLTMH Al Hanan ketika musim hujan. Berdasarkan grafik pada Gambar 5 dan Gambar 6 dapat dilihat aliran daya baik daya aktif maupun daya reaktif pada setiap bus sistem kelistrikan desa Uludanau. Pada bus satu terdapat daya aktif sebesar 156,780 kW dan daya reaktif sebesar 101,770 kVAR, bus dua daya aktif sebesar 154,319 kW dan daya reaktif sebesar 98,078 kVAR kemudian untuk bus tiga terdapat daya aktif sebesar 146,337 kW dan daya

reaktif sebesar 93,059 kVAR dan yang terakhir bus sebelas dengan nilai daya aktif sebesar 35,093 kW serta daya reaktifnya sebesar 22,458 kVAR.



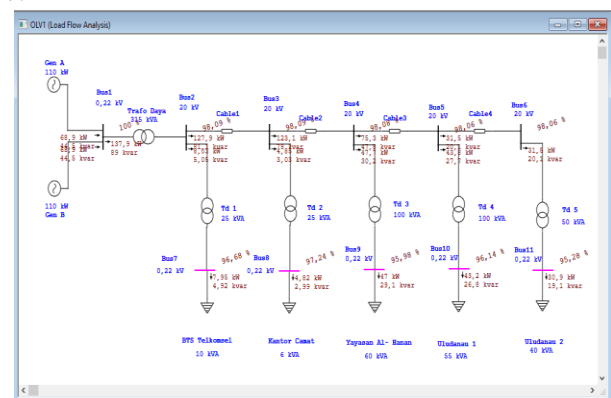
Gambar 5. Grafik aliran daya aktif hasil simulasi aliran daya Newton Rhapson saat musim hujan



Gambar 6. Grafik aliran daya reaktif hasil simulasi aliran daya Newton Rhapson saat musim hujan

B. Simulasi Musim Kemarau

Simulasi aliran daya menggunakan metode *Newton Rhapson* yang kedua yaitu simulasi musim kemarau. Simulasi ini dilakukan dengan memasukan data pembebanan di desa Uludanaui ketika musim kemarau. Hasil *running* program ETAP 16.0 seperti pada Gambar 7.

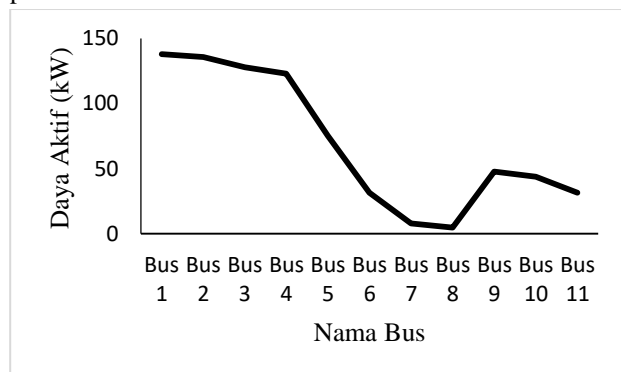


Gambar 7. Hasil *running* program simulasi Newton Rhapson musim kemarau

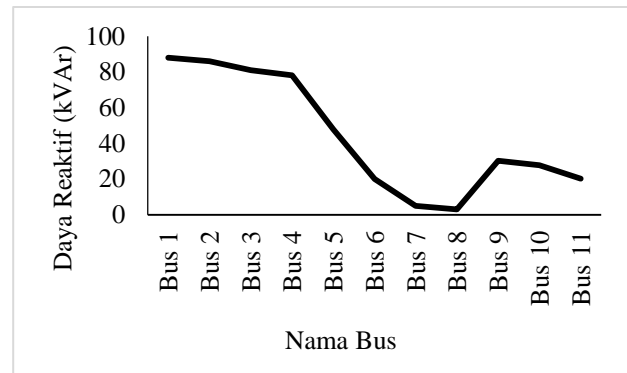
Gambar 7 menunjukkan hasil simulasi aliran daya ketika musim kemarau menggunakan metode *Newton Rhapson*. Berdasarkan gambar dapat dilihat bahwa perbedaan antara musim hujan dan kemarau terletak pada bebannya. Pada simulasi aliran daya musim kemarau ini nilai beban yang diubah adalah pada yayasan Al-hanan menjadi 60 kva, Uludanau satu menjadi 55 kVA dan Uludanau dua menjadi 40 kVA dengan faktor daya beban sesuai SPLN 70-1 yaitu 0,85. Sedangkan untuk beban BTS Telkomsel dan beban pada kantor camat dianggap sama ketika musim hujan dan musim kemarau.

Hasil simulasi aliran daya pada musim kemarau menunjukkan persentase tegangan pada setiap bus nya. Pada bus satu yaitu bus generator 220 V persentase tegangan yaitu 100 %. Sedangkan untuk bus 20 kV terjadi penurunan persentase tegangan yang mana untuk bus dua persentase tegangan menjadi 98,09 %, bus tiga 98,09 %, bus empat 98,08 %, bus lima 98,06 % dan bus enam 98,06%. Berdasarkan persentase tegangan pada bus saluran 20 kV tersebut dapat dilihat bahwa terdapat drop tegangan untuk masing-masing bus. Semakin jauh jarak bus terhadap sumber maka semakin besar nilai drop tegangannya yang dipengaruhi oleh nilai impedansi saluran 20 kV tersebut. Selain itu salah satu faktor lain yang mempengaruhi drop tegangan yaitu faktor daya dari transformator daya pada PLTMH Al-Hanan yang menyerap daya reaktif dari sistem. Kemudian untuk bus beban 220 V persentase tegangan yaitu 96,68 % untuk bus tujuh, 97,24 % untuk bus delapan, 95,97 % untuk bus sembilan, 96,13 % untuk bus sepuluh dan 95,28 % untuk bus sebelas. Faktor yang menyebabkan drop tegangan pada masing-masing bus beban ini adalah faktor daya dari beban yang terpasang pada sistem jaringan PLTMH Al-Hanan.

Untuk melihat hasil simulasi aliran daya yang mengalir pada masing-masing bus dapat dilihat seperti pada Gambar 8 dan Gambar 9.



Gambar 8. Grafik aliran daya aktif hasil simulasi aliran daya Newton Rhapson saat musim kemarau



Gambar 9. Grafik aliran daya reaktif hasil simulasi aliran daya Newton Rhapson saat musim kemarau

Gambar 8 dan Gambar 9 menunjukkan hasil simulasi aliran daya pada setiap bus saluran PLTMH Al-Hanan ketika musim kemarau. Berdasarkan grafik pada Gambar 8 dan Gambar 9 dapat dilihat aliran daya baik daya aktif maupun daya reaktif pada setiap bus sistem kelistrikan desa Uludanau. Pada bus satu terdapat daya aktif sebesar 137,85 kW dan daya reaktif sebesar 88,97 kVAR, bus dua daya aktif sebesar 135,95 kW dan daya reaktif sebesar 86,12 kVAR kemudian untuk bus tiga terdapat daya aktif sebesar 127,93 kW dan daya reaktif sebesar 81,07 kVAR dan yang terakhir bus sebelas dengan nilai daya aktif sebesar 31,511 kW serta daya reaktifnya sebesar 20,096 kVAR.

5. PENUTUP

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Hasil simulasi aliran daya menggunakan metode *Newton Rhapson* ketika musim hujan didapatkan daya aktif dan daya reaktif tertinggi terdapat pada bus 1 yaitu 156,78 kW dan 101,77 kVAR, sedangkan aliran daya terendah terdapat pada bus 8 dengan daya aktif sebesar 4,28 kW dan daya reaktif sebesar 3,01 kVAR.
2. Hasil simulasi aliran daya menggunakan metode *Newton Rhapson* pada musim kemarau daya aktif dan daya reaktif tertinggi terdapat pada bus 1 yaitu sebesar 137,85 kW dan 88,97 kVAR, sedangkan daya aktif dan reaktif terendah terdapat pada bus 8 yaitu 4,85 kW dan 3,03 kVAR.

5. REFERENSI

- [1] Badan Pusat Statistik, 2021." Jumlah Penduduk Desa Uludanau",

- <https://okuselatankab.bps.go.id>, diakses pada tanggal 18 september 2021 pukul 21.37
- [2] Google Map, 2021."Jarak Desa Uludanau ke Kota Muaradua", <https://maps.google.co.id>, diakses pada tanggal 18 september 2021 pukul 22.00
- [3] Harifin, H., Daratha, N., & Rosa, M. K. A, 2020." Pengembangan Perangkat Lunak Untuk Analisis Aliran Beban Tiga Fasa Pada Jaringan Tegangan Rendah Dengan Metode Newton Berbasis Calculus Wirtinger" dalam *JURNAL AMPLIFIER: Jurnal Ilmiah Bidang Teknik Elektro dan Komputer* (ISSN: 2089-2020, e-ISSN: 2622-2000, vol.10, no.2 Desember 2020 hal. 20-27). Bengkulu: Universitas Bengkulu
- [4] Pradana, Muslim Aziman, 2020." Rekonfigurasi Jaringan Pada Sistem Jaringan Tegangan Rendah (JTR) Universitas Bengkulu Kandang Limun". Fakultas Teknik, Universitas Bengkulu, Bengkulu.
- [5] Ridwan, Nalsen Pigi, 2017." Rekonfigurasi Jaringan Pada Sistem Distribusi Jaringan Tegangan Menengah Studi Kasus Penyulang Ekspres Jurusan Kota Kabupaten Kepahiang". Fakultas Teknik, Universitas Bengkulu, Bengkulu.
- [6] Djalal, M. R., Chandra, Y. L., Yunus, M. Y., & Nauwir, H. (2019). Penyelesaian Aliran Daya 37 Bus Dengan Metode Newton Raphson (Studi Kasus Sistem Interkoneksi 150 kV Sulawesi Selatan). *Jurnal Teknik Mesin SINERGI* (vol.12, no. 1, hal. 35-49).
- [7] Otniel, F., Busaeri, N., & Sutisna, S, 2019." Analisa Aliran Daya Sistem Tenaga Listrik pada Bagian Penyulang 05EE0101A di Area Utilities II PT. Pertamina (Persero) Refinery Unit IV Cilacap Menggunakan Metode Newton Raphson" dalam *Journal of Energy and Electrical Engineering* (vol. 1, no. 1, Oktober 2019 hal. 1-6). Tasikmalaya: Universitas Siliwangi.
- [8] Fikri, M., & Anggaini, D, 2018." Metode Newton Raphson Untuk Analisa Aliran Daya Jaringan Distribusi 12,66 KV" dalam *JURNAL ILMIAH SUTET* (ISSN: 2356-1505, e-ISSN: 2656-9175, vol. 8, no. 2, Desember 2018 hal. 114-121). Jakarta: Sekolah Tinggi Teknik PLN.
- [9] Saukani, M., Hakim, E. A., & Pakaya, I. 2016." Analisa Perbandingan Aliran Daya Optimal Mempertimbangkan Biaya Pembangkitan Dan Kestabilan Daya Menggunakan Particle Swarm Optimization Dan Algoritma Genetika". Dalam *Prosiding SENTRA: Seminar Teknologi dan Rekayasa* (ISSN: 2527-6042, eISSN: 2527-6050, no. 2, November 2016 hal. 77-82).
- [10] Monice, M., Situmeang, U., & Perinov, P. 2019." Analisis Kontingensi Sistem Tenaga Listrik Riau Menggunakan Metode Aliran Daya Newton Raphson" dalam *Prosiding Seminar Nasional Pakar* (ISSN: 2615 - 2584 e-ISSN: 2615 - 3343 april 2019). Riau: Universitas Lancang Kuning
- [11] Pangloli, K. M., & Ahmad-Gaffar, H, 2020." Analisis Aliran Daya Menggunakan Metode Fast Decoupled Pada Sisi Tegangan 6.3 KV PT. Semen Tonasa V" dalam *SNTEI: Seminar Nasional Teknik Elektro dan Informatika* (oktober 2020 hal. 8-14). Makasar: Politeknik Negeri Ujung Pandang.