

Analisis Aliran Daya Pada Sistem Distribusi Radial 20KV PT. PLN (Persero) Ranting Rasau Jaya

Dedy Noverdy. R

Program Studi Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura
email : dedy_noverdy@rocketmail.com

Abstrak- Analisis aliran daya sangat berguna untuk perencanaan dan perancangan ekspansi sistem tenaga. Sebagaimana diketahui karakteristik sistem distribusi adalah pada umumnya struktur jaringan radial, suatu metode penyelesaian aliran daya yang sederhana dengan penyusunan unsur-unsur jaringan sistem distribusi seperti cabang, dan bus ke dalam dua matrik yang dikembangkan yaitu matrik bus injeksi terhadap arus cabang (BIAC), matrik yang berisikan ada atau tidaknya jaringan yang menghubungkan tiap-tiap bus dan matrik arus cabang terhadap tegangan bus (ACTB), matrik yang berisikan nilai impedansi jaringan yang menghubungkan bus-bus tersebut.

Kata kunci : analisis aliran daya, sistem distribusi struktur radial, BIAC, ACTB

1. Pendahuluan

Sebagaimana diketahui karakteristik sistem distribusi adalah pada umumnya struktur jaringan radial, serta banyaknya jumlah cabang dan bus karena sistem distribusi menyalurkan daya listrik ke sejumlah beban. Dengan perbedaan tersebut maka metode aliran daya yang ada pada sistem transmisi bisa menjadi salah jika diterapkan pada sistem distribusi, karena pada umumnya jaringan sistem distribusi mempunyai rasio R/X yang tinggi akan menimbulkan kesulitan dalam mencari nilai yang konvergen dalam proses iterasi. Oleh karena itu diperlukan suatu metode untuk menganalisis aliran daya yang sesuai dengan karakteristik sistem distribusi.

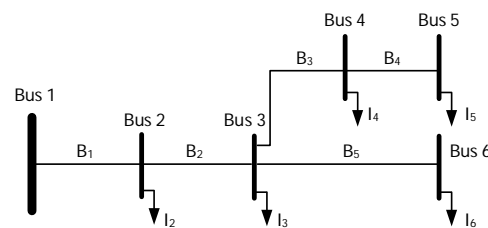
Suatu metode analisis aliran daya untuk analisis aliran daya pada sistem distribusi radial khususnya adalah algoritma sebagai metode baru tetapi klasik, yaitu metode penyelesaian yang sederhana dengan penyusunan unsur-unsur jaringan sistem distribusi seperti cabang, dan bus ke dalam bentuk matrik. Input data algoritma hanyalah suatu orientasi bus data cabang biasa.[1]

2. Dasar Teori

Pada umumnya, hampir seluruh jaringan distribusi berstruktur radial. Dibandingkan dengan struktur jaringan yang lainnya, jaringan struktur radial memiliki kekhususan yang dapat dimanfaatkan untuk mempermudah pemecahan masalah-masalah dalam menganalisis jaringan radial. Kekhususan jaringan

struktur radial adalah jaringan radial, hanya memiliki satu bus sebagai sumber daya, dan selanjutnya kita sebut sebagai bus sumber. Dan bus-bus lainnya didalam jaringan merupakan bus beban, berarti bahwa seluruh bus dalam sistem jaringan akan mempunyai arus injeksi.

Untuk jaringan distribusi hantaran udara tegangan menengah (SUTM), pada umumnya saluran relatif pendek, dan efek kapasitansi saluran dapat diabaikan, sehingga saluran dapat direpresentasikan sebagai impedansi seri.

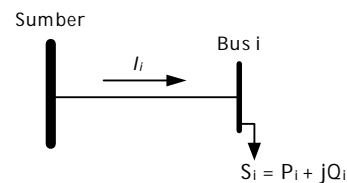


Gambar 1. Jaringan Distribusi Radial Sederhana [1]

2.1. Pengertian Arus Injeksi Pada Jaringan Distribusi Radial

Untuk sistem distribusi permodelan lebih mudah menggunakan berdasarkan arus injeksi [1]. Pada bus ke- i , beban kompleks S_i dinyatakan sebagai :

$$S_i = P_i + Q_i \quad i = 1, 2, 3, \dots, N \quad (1)$$



Gambar 2. Permodelan Arus Injeksi

Dan arus injeksi ekuivalen pada iterasi ke- k dari solusi adalah :

$$I_i^{(k)} = \left(\frac{P_i + Q_i}{V_i^{(k)}} \right)^* \quad (2)$$

dimana :

S_i = Beban kompleks pada bus ke- i

P_i = Beban aktif pada bus ke- i

Q_i = Beban reaktif pada bus ke- i

$V_i^{(k)}$ = Tegangan bus ke- i pada iterasi ke- k

$I_i^{(k)}$ = Arus busi ke-i pada iterasi ke-k

2.2. Bus Injeksi ke Arus Cabang (BIAC)

Untuk mendefinisikan bus injeksi ke arus cabang, dapat digunakan gambar jaringan distribusi radial sederhana yang ditunjukkan oleh gambar 1, Injeksi daya pada setiap bus dapat dikonversikan ke bentuk injeksi arus ekuivalen dengan bantuan persamaan (2) dan hubungan di antara injeksi arus bus dan arus cabang dapat diperoleh dengan bantuan hukum *Kirchoff* untuk arus (*Kirchoff Current Law*) pada jaringan distribusi.[1]

Arus-arus cabang dapat kemudian diformulasikan sebagai suatu fungsi injeksi arus ekuivalen seperti arus-arus cabang B_1, B_2, B_3, B_4 dan B_5 dinyatakan dengan injeksi arus ekuivalen sebagai berikut :

$$\begin{aligned} B_1 &= I_2 + I_3 + I_4 + I_5 + I_6 \\ B_2 &= I_3 + I_4 + I_5 + I_6 \\ B_3 &= I_4 + I_5 \\ B_4 &= I_5 \\ B_5 &= I_6 \end{aligned} \quad (3)$$

Dengan demikian hubungan di antara arus injeksi dan arus cabang dinyatakan seperti :

$$\begin{bmatrix} B_1 \\ B_2 \\ B_3 \\ B_4 \\ B_5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_2 \\ I_3 \\ I_4 \\ I_5 \\ I_6 \end{bmatrix} \quad (4)$$

Atau persamaan-persamaan ini dapat disusun sebagai berikut:

$$[B] = [BIAC][I] \quad (5)$$

Matrik konstan [BIAC] adalah suatu matriks yang hanya berisikan elemen 0 dan 1 saja.

2.3. Arus Cabang ke Tegangan Bus (ACTB)

Untuk sistem distribusi pada gambar. 1, di atas tegangan pada setiap bus dapat dinyatakan dengan fungsi dari arus cabang, parameter saluran dan tegangan sumber atau gardu induk sebagai berikut :

$$\begin{aligned} V_1 - V_2 &= B_1 Z_{12} \\ V_1 - V_3 &= B_1 Z_{12} + B_2 Z_{23} \\ V_1 - V_4 &= B_1 Z_{12} + B_2 Z_{23} + B_3 Z_{34} \\ V_1 - V_5 &= B_1 Z_{12} + B_2 Z_{23} + B_3 Z_{34} + B_4 Z_{45} \\ V_1 - V_6 &= B_1 Z_{12} + B_2 Z_{23} + B_5 Z_{56} \end{aligned} \quad (6)$$

Persamaan (6) tersebut di atas dapat dituliskan dalam bentuk lain seperti di bawah ini

$$\begin{bmatrix} V_1 \\ V_1 \\ V_1 \\ V_1 \\ V_1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} V_2 \\ V_3 \\ V_4 \\ V_5 \\ V_6 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Z_{12} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ Z_{12} & Z_{23} & 0 & 0 & 0 \\ Z_{12} & Z_{23} & Z_{34} & 0 & 0 \\ Z_{12} & Z_{23} & Z_{34} & Z_{45} & 0 \\ Z_{12} & Z_{23} & 0 & 0 & Z_{56} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} B_1 \\ B_2 \\ B_3 \\ B_4 \\ B_5 \end{bmatrix} \quad (7)$$

Persamaan (3.10) dapat ditulis dalam bentuk umum sebagai berikut :

$$[\Delta V] = [ACTB][B] \quad (8)$$

2.4. Metodologi Penyelesaian Aliran Daya Sistem Distribusi Radial

Matrik-matrik BIAC dan ACTB dibentuk berdasarkan struktur topologi sistem distribusi. Matrik BIAC menyatakan hubungan antara arus injeksi bus dan arus cabang. Menyatakan variasi-variasi pada arus cabang yang didapatkan dari variasi-variasi arus injeksi bus dapat dihitung secara langsung oleh matrik BIAC.

Matrik ACTB menyatakan hubungan antara arus cabang dan tegangan bus. Menyatakan variasi-variasi pada tegangan bus yang diperoleh dengan variasi-variasi pada arus cabang dapat ditentukan secara langsung oleh matrik ACTB [1].

Penggabungan persamaan (5) dan persamaan (8) akan diperoleh hubungan antara arus injeksi bus dan tegangan bus sebagai berikut :

$$[ALD] = [ACTB][BIAC] \quad (9)$$

$$[\Delta V] = [ACTB][BIAC][I]$$

$$[\Delta V] = [ALD][I] \quad (10)$$

Matrik $[\Delta V]$ merupakan matrik yang menerangkan jatuh tegangan dari bus sumber ke bus beban dalam sistem.

Dan penyelesaian aliran daya sistem distribusi radial dapat diperoleh dengan prosedur perhitungan secara iteratif sebagai berikut :

$$I_i^{(k)} = \left(\frac{P_i + j Q_i}{V_i^{(k)}} \right)^*$$

$$[ALD] = [ACTB][BIAC]$$

$$[\Delta V] = [ALD][I]$$

$$[V_i^{(k+1)}] = [V_1] - [\Delta V_i^{(k+1)}] \quad (11)$$

Aliran daya aktif dan daya reaktif diperoleh sebagai berikut :

$$P_{ij} = \text{real}[V_i \{(V_i - V_j) y_{ij}\}^*] \quad (12)$$

$$Q_{ij} = \text{imag}[V_i \{(V_i - V_j) y_{ij}\}^*] \quad (13)$$

Total rugi-rugi daya aktif yang terjadi pada jaringan dinyatakan :

$$P_{Loss} = \text{real}\{V_{ss} \sum_{j \in SS} [(V_{ss} - V_j) y_{ss,j}]^* - \sum_{j=1}^N PD_j\} \quad (14)$$

dimana :

ALD = Simbol perkalian matrik BIAC dan ACTB

$BIAC$ = Bus Injeksi ke Arus Cabang

$ACTB$ = Arus Cabang ke Tegangan Bus

$S_{ij}^{(k)}$ = Daya kompleks yang mengalir dari bus ke-i ke bus ke-j

$V_i^{(k)}$ = Tegangan bus ke-i pada iterasi ke-k

V_i = Tegangan bus ke-i

V_1 = Tegangan bus sumber

V_j = Tegangan bus ke-j

y_{ij} = Admitansi

P_{loss} = Total rugi-rugi aktif pada jaringan

V_{ss} = Tegangan bus sumber (Gardu Hubung)

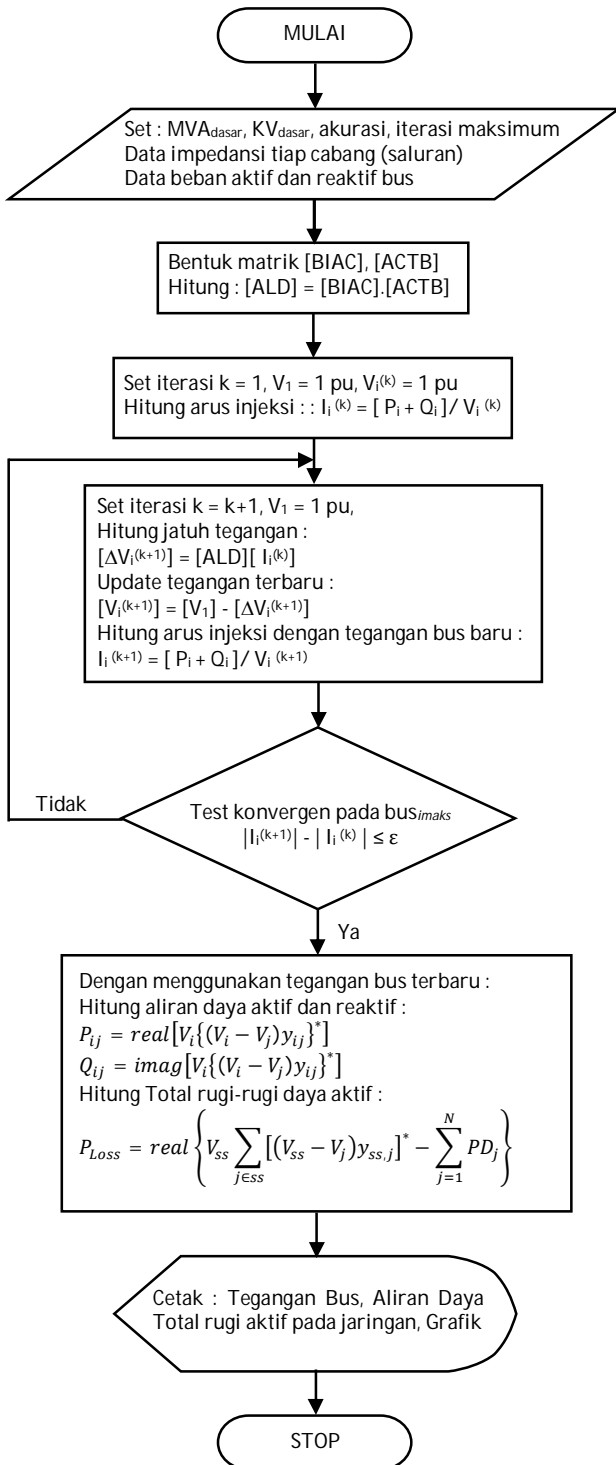
PD_j = Beban aktif pada bus ke-j

N = Jumlah bus

P_{Loss} = Total rugi daya aktif

2.5. Diagram Alir Analisis Aliran Daya Sistem Distribusi Radial

Diagram alir dari perhitungan iterasi aliran daya sistem distribusi radial sebagai berikut :



Gambar 3. Diagram Alir Perhitungan Aliran Daya

Analisis aliran daya dilakukan pada penyulang Durian 1 dan penyulang Durian 3. Data-data yang digunakan bersumber dari PT. PLN (Persero) Ranting Rasau Jaya dan perhitungan menggunakan alat bantu perangkat lunak (*software*) matlab 7.04.

3.1. Hasil Analisis Aliran Daya Penyulang Durian 1

Dengan menggunakan nilai tegangan dasar 20 KV, daya dasar 1 MVA, dan akurasi 0.00001. Tegangan setiap bus dari hasil eksekusi dari program perhitungan analisis aliran daya pada penyulang Durian 1 ditampilkan ke dalam tabel dibawah ini :

Tabel 1. Tegangan Bus Penyulang Durian 1

No Bus	Tegangan [p.u]	Sudut [Degree]	Pload [pu]	Qload [pu]	Jatuh Teg [%]
1	1.0000	0.0000	0.00000	0.00000	0.000
2	0.9991	-0.0231	0.03592	0.02227	0.094
3	0.9969	-0.0763	0.02213	0.01372	0.311
4	0.9958	-0.1038	0.06066	0.03761	0.422
5	0.9946	-0.1325	0.03484	0.02160	0.538
6	0.9924	-0.1879	0.05722	0.03548	0.763
7	0.9889	-0.2739	0.03125	0.01937	1.108
8	0.9881	-0.2947	0.08554	0.05303	1.191
9	0.9858	-0.3514	0.01803	0.01118	1.418
10	0.9851	-0.3699	0.14586	0.09043	1.492
11	0.9844	-0.3884	0.01256	0.00779	1.565
12	0.9839	-0.3994	0.01242	0.00770	1.609
13	0.9833	-0.4156	0.05644	0.03499	1.673
14	0.9824	-0.4372	0.01336	0.00828	1.759
15	0.9818	-0.4547	0.02055	0.01274	1.828
16	0.9812	-0.4680	0.02487	0.01542	1.881
17	0.9804	-0.4889	0.03863	0.02395	1.963
18	0.9800	-0.5001	0.00519	0.00321	2.008
19	0.9795	-0.5128	0.02020	0.01252	2.058
20	0.9791	-0.5231	0.01091	0.00676	2.098
21	0.9787	-0.5324	0.01698	0.01053	2.135
22	0.9776	-0.5204	0.01231	0.00763	2.246
23	0.9763	-0.5068	0.01365	0.00846	2.372
24	0.9750	-0.4931	0.02004	0.01243	2.499
25	0.9744	-0.4863	0.00520	0.00323	2.562
26	0.9739	-0.4806	0.02214	0.01373	2.615
27	0.9736	-0.4774	0.01670	0.01036	2.644
28	0.9734	-0.4750	0.00997	0.00618	2.666
29	0.9731	-0.4724	0.01557	0.00965	2.691
30	0.9730	-0.4715	0.01047	0.00649	2.699
31	0.9842	-0.3921	0.08500	0.05270	1.580
32	0.9842	-0.3915	0.01672	0.01037	1.586
33	0.9812	-0.4697	0.00831	0.00515	1.888
34	0.9811	-0.4689	0.01728	0.01071	1.895
35	0.9811	-0.4704	0.02825	0.01752	1.890
36	0.9789	-0.5069	0.02247	0.01393	2.112
37	0.9788	-0.5054	0.01380	0.00856	2.127
38	0.9787	-0.5048	0.01259	0.00780	2.132
39	0.9742	-0.4840	0.03718	0.02305	2.583
40	0.9737	-0.4787	0.03606	0.02236	2.633

3. Analisis Aliran Daya Pada Penyulang 20KV PT. PLN (Persero) Ranting Rasau Jaya

Aliran daya pada penyulang Durian 1 ditampilkan ke dalam tabel dibawah ini :

Tabel 2. Aliran Daya Penyulang Durian 1

No Cab.	Bus Dari	Bus Ke	Aliran Daya [KW]	Aliran Daya [KVAR]	Arus Mag [pu]	Arus Mag [Ampere]
1	1	2	1140.89	717.46	1.348	38.906
2	2	3	1104.18	694.06	1.305	37.684
3	3	4	1080.30	677.81	1.279	36.930
4	4	5	1018.76	638.92	1.208	34.861

Tabel 2. Aliran Daya Penyulang Durian 1 (lanjutan)

No Cab.	Bus Dari	Bus Ke	Aliran Daya [KW]	Aliran Daya [KVAR]	Arus Mag [pu]	Arus Mag [Ampere]
5	5	6	983.05	616.07	1.166	33.672
6	6	7	924.21	578.25	1.099	31.713
7	7	8	890.61	555.49	1.061	30.640
8	8	9	804.53	501.67	0.960	27.700
9	9	10	785.15	488.55	0.938	27.078
10	10	11	638.86	397.50	0.764	22.049
11	11	12	524.23	326.12	0.627	18.105
12	12	13	511.64	318.18	0.612	17.677
13	13	14	454.95	282.84	0.545	15.727
14	14	15	441.30	274.14	0.529	15.265
15	15	16	420.53	261.07	0.504	14.554
16	16	17	341.65	212.03	0.410	11.830
17	17	18	302.81	187.78	0.363	10.491
18	18	19	297.52	184.42	0.357	10.311
19	19	20	228.31	141.44	0.274	7.916
20	20	21	217.33	134.58	0.261	7.537
21	21	22	200.29	123.96	0.241	6.948
22	22	23	187.73	116.23	0.226	6.520
23	23	24	173.81	107.67	0.209	6.045
24	24	25	153.52	95.14	0.185	5.347
25	25	26	111.02	68.81	0.134	3.870
26	26	27	52.75	32.69	0.064	1.839
27	27	28	36.03	22.33	0.044	1.257
28	28	29	26.05	16.14	0.031	0.909
29	29	30	10.47	6.49	0.013	0.365
30	11	31	101.73	63.09	0.122	3.510
31	31	32	16.72	10.37	0.020	0.577
32	16	33	25.59	15.86	0.031	0.886
33	33	34	17.28	10.71	0.021	0.598
34	16	35	28.25	17.52	0.034	0.978
35	19	36	48.90	30.30	0.059	1.695
36	36	37	26.40	16.36	0.032	0.916
37	37	38	12.59	7.80	0.015	0.437
38	25	39	37.19	23.05	0.045	1.296
39	26	40	36.07	22.36	0.044	1.258

bus dari hasil eksekusi dari program perhitungan analisis aliran daya pada penyulang Durian 3 ditampilkan ke dalam tabel dibawah ini :

Tabel 3. Tegangan Bus Penyulang Durian 3

No Bus	Tegangan [p.u]	Sudut [Degree]	Pload [pu]	Qload [pu]	Jatuh Teg [%]
1	1.0000	0.0000	0.00000	0.00000	0.000
2	0.9980	-0.0395	0.12548	0.07780	0.204
3	0.9953	-0.0913	0.00581	0.00360	0.470
4	0.9931	-0.1337	0.04250	0.02635	0.688
5	0.9905	-0.1850	0.01030	0.00639	0.949
6	0.9873	-0.2479	0.00247	0.00153	1.268
7	0.9836	-0.3220	0.01453	0.00901	1.643
8	0.9807	-0.3787	0.00745	0.00462	1.928
9	0.9790	-0.4136	0.01412	0.00875	2.103

Tabel 3. Tegangan Bus Penyulang Durian 3 (lanjutan)

No Bus	Tegangan [p.u]	Sudut [Degree]	Pload [pu]	Qload [pu]	Jatuh Teg [%]
10	0.9764	-0.4658	0.00913	0.00566	2.363
11	0.9741	-0.5133	0.00804	0.00499	2.598
12	0.9721	-0.5522	0.05122	0.03176	2.790
13	0.9697	-0.6029	0.03742	0.02320	3.040
14	0.9670	-0.6572	0.04995	0.03097	3.306
15	0.9640	-0.7185	0.03171	0.01966	3.605
16	0.9627	-0.7468	0.06470	0.04012	3.743
17	0.9610	-0.7821	0.05105	0.03165	3.913
18	0.9558	-0.8893	0.01533	0.00951	4.432
19	0.9526	-0.9561	0.02018	0.01251	4.753
20	0.9513	-0.9832	0.04812	0.02983	4.883
21	0.9497	-1.0182	0.06476	0.04015	5.050
22	0.9478	-1.0571	0.02512	0.01557	5.236
23	0.9451	-1.1146	0.03126	0.01938	5.509
24	0.9413	-1.2120	0.00402	0.00249	5.887
25	0.9385	-1.2853	0.00779	0.00483	6.170
26	0.9356	-1.3619	0.01175	0.00728	6.464
27	0.9354	-1.3688	0.01993	0.01236	6.491
28	0.9328	-1.4370	0.01457	0.00903	6.751
29	0.9302	-1.5047	0.00954	0.00591	7.008
30	0.9282	-1.5590	1.08045	0.66988	7.213
31	0.9301	-1.5080	0.00815	0.00505	7.020
32	0.9300	-1.5117	0.01485	0.00921	7.034
33	0.9299	-1.5144	0.03291	0.02041	7.044
34	0.9868	-0.2419	0.01041	0.00646	1.325
35	0.9861	-0.2348	0.02182	0.01353	1.392
36	0.9859	-0.2328	0.01574	0.00976	1.410
37	0.9858	-0.2315	0.01722	0.01068	1.422
38	0.9857	-0.2309	0.01610	0.00998	1.428
39	0.9857	-0.2307	0.01975	0.01224	1.430
40	0.9855	-0.2287	0.04250	0.02635	1.448
41	0.9856	-0.2298	0.01939	0.01202	1.439
42	0.9764	-0.4665	0.01923	0.01192	2.366
43	0.9607	-0.7890	0.02186	0.01355	3.940
44	0.9604	-0.7969	0.03160	0.01959	3.971
45	0.9601	-0.8040	0.04868	0.03018	3.998

3.2. Hasil Analisis Aliran Daya Penyulang Durian 3
 Dengan menggunakan nilai tegangan dasar 20 KV, daya dasar 1 MVA, dan akurasi 0.00001. Tegangan setiap

46	0.9599	-0.8082	0.02609	0.01617	4.015
47	0.9598	-0.8124	0.00598	0.00370	4.031
48	0.9593	-0.8073	0.00460	0.00285	4.078
49	0.9589	-0.8029	0.01907	0.01183	4.118
50	0.9586	-0.7995	0.02358	0.01462	4.148
51	0.9585	-0.7987	0.01554	0.00963	4.156
52	0.9601	-0.8054	0.01180	0.00731	4.004
53	0.9600	-0.8046	0.01663	0.01031	4.011
54	0.9552	-0.8828	0.06582	0.04081	4.491
55	0.9549	-0.8791	0.02134	0.01323	4.524
56	0.9546	-0.8766	0.03291	0.02041	4.546
57	0.9545	-0.8755	0.02057	0.01275	4.556
58	0.9385	-1.2855	0.00363	0.00225	6.171
59	0.9302	-1.5049	0.00475	0.00295	7.008

35	35	36	49.08	30.43	0.059	1.690
36	36	37	33.33	20.66	0.040	1.148
37	37	38	16.10	9.98	0.019	0.555
38	35	39	81.69	50.63	0.097	2.813
39	39	40	42.51	26.35	0.051	1.465
40	39	41	19.39	12.02	0.023	0.668
41	10	42	19.23	11.92	0.023	0.669
42	17	43	225.66	139.99	0.276	7.977
43	43	44	203.75	126.37	0.250	7.204
44	44	45	172.10	106.71	0.211	6.087
45	45	46	94.96	58.86	0.116	3.359
46	46	47	68.85	42.67	0.084	2.436
47	47	48	62.87	38.96	0.077	2.224
48	48	49	58.23	36.10	0.071	2.062
49	49	50	39.13	24.26	0.048	1.386
50	50	51	15.54	9.63	0.019	0.551
51	45	52	28.43	17.62	0.035	1.006

Aliran daya pada penyulang Durian 3 ditampilkan ke dalam tabel dibawah ini :

Tabel 4. Aliran Daya Penyulang Durian 3

No Cab. Dari	--Bus-- Ke	--Aliran Daya-- [KW]	--Aliran Daya-- [KVAr]	Arus Mag [pu]	Arus Mag [Ampere]	
1	1	2	2594.60	1677.24	3.090	89.186
2	2	3	2464.99	1594.24	2.942	84.916
3	3	4	2454.03	1584.16	2.935	84.718
4	4	5	2407.34	1552.54	2.884	83.265
5	5	6	2392.10	1539.92	2.872	82.912
6	6	7	2220.40	1429.68	2.675	77.214
7	7	8	2199.30	1412.39	2.657	76.712
8	8	9	2186.88	1401.52	2.648	76.454
9	9	10	2169.73	1388.95	2.631	75.964
10	10	11	2136.88	1365.71	2.597	74.978
11	11	12	2124.83	1355.67	2.588	74.698
12	12	13	2070.35	1319.81	2.526	72.908
13	13	14	2028.79	1291.40	2.480	71.597
14	14	15	1974.52	1254.99	2.419	69.843
15	15	16	1938.07	1229.35	2.381	68.726
16	16	17	1871.22	1186.53	2.302	66.443
17	17	18	1591.94	1011.65	1.963	56.662
18	18	19	1429.17	906.49	1.771	51.115
19	19	20	1405.26	889.29	1.746	50.396
20	20	21	1355.66	857.59	1.686	48.678
21	21	22	1289.06	815.12	1.606	46.362
22	22	23	1261.98	797.09	1.575	45.461
23	23	24	1227.91	774.16	1.536	44.338
24	24	25	1220.32	766.52	1.531	44.193
25	25	26	1206.24	755.60	1.517	43.780
26	26	27	1191.76	744.37	1.502	43.353
27	27	28	1171.58	731.65	1.477	42.630
28	28	29	1154.66	719.22	1.458	42.099
29	29	30	1082.15	672.35	1.370	39.535
30	29	31	55.92	34.69	0.071	2.042
31	31	32	47.77	29.63	0.060	1.745
32	32	33	32.91	20.41	0.042	1.202
33	6	34	163.21	101.13	0.194	5.614
34	34	35	152.70	94.63	0.182	5.255

Tabel 4. Aliran Daya Penyulang Durian 3 (lanjutan)

No Cab. Dari	--Bus-- Ke	--Aliran Daya-- [KW]	--Aliran Daya-- [KVAr]	Arus Mag [pu]	Arus Mag [Ampere]	
52	52	53	16.63	10.31	0.020	0.588
53	18	54	140.78	87.25	0.173	5.002
54	54	55	74.86	46.41	0.092	2.662
55	55	56	53.50	33.17	0.066	1.903
56	56	57	20.57	12.75	0.025	0.732
57	25	58	3.63	2.25	0.005	0.131
58	29	59	4.75	2.95	0.006	0.174

3.3. Diskusi Hasil Perhitungan

Jika mengacu pada [6], dimana jatuh tegangan yang diijinkan untuk jaringan tegangan menengah sistem distribusi radial yang diijinkan tidak melebihi 5% atau kurang dari 0.95 pu dari tegangan sumber. Maka pada penyulang Durian 3 masih terdapat tegangan bus yang kurang dari ketentuan diatas, seperti yang ditampilkan pada tabel dibawah ini :

Tabel 5. Jatuh Tegangan Bus Lebih Dari 5% Pada Penyulang Durian 3

No	Bus	Tegangan (pu)	Jatuh Tegangan (%)
1	21	0.9497	5.050
2	22	0.9478	5.236
3	23	0.9451	5.509
4	24	0.9413	5.887
5	25	0.9385	6.170
6	26	0.9356	6.464
7	27	0.9354	6.491
8	28	0.9328	6.751
9	29	0.9302	7.008
10	30	0.9282	7.213
11	31	0.9301	7.020
12	32	0.9300	7.034
13	33	0.9299	7.044
14	58	0.9385	6.171
15	59	0.9302	7.008

Pada bus beban penyulang Durian 3 yang tegangannya dibawah standar yang diijinkan sebaiknya dilakukan rekonfigurasi jaringan atau pemasangannya

kapasitor untuk meningkatkan tegangan bus dan meminimalisasi rugi-rugi yang terjadi pada jaringan.

Kemampuan kuat hantar arus pada penyulang Durian 1 dan Durian 3, jika mengacu pada jenis penghantar yang digunakan yaitu : AAAC 150 mm², dan AAAC 35 mm² berdasarkan [7], ditunjukkan pada tabel dibawah ini :

Tabel 6. Kuat Hantar Arus Penghantar AAAC

Luas Penampang (mm ²)	KHA terus-menerus (Ampere)
16	105
25	135
35	170
50 (7 kawat)	210
50 (19 kawat)	210
70	155
95	320
120	365

Tabel 6. Kuat Hantar Arus Penghantar AAAC (lanjutan)

Luas Penampang (mm ²)	KHA terus-menerus (Ampere)
150	425
185	490
240	585
300	670
400	810
500	930
630	1075
800	1255
1000	1450

Arus yang mengalir pada penyulang Durian 1 dan Durian 3 dibandingkan dengan nilai KHA nya masih relatif kecil, sehingga pada penyulang-penyulang tersebut masih layak untuk pengembangan jaringan dan penambahan beban yang akan datang.

Daya yang dibangkitkan oleh gardu hubung (GH) untuk melayani penyulang Durian 1 adalah daya aktif sebesar 1140.89 KW dan daya reaktif sebesar 717.46 KVA. Sedangkan untuk penyulang Durian 3 daya aktif yang dibangkitkan gardu hubung sebesar 2594.60 KW dan daya reaktif sebesar 1677.24 KVA.

Total daya aktif beban yang terdapat pada penyulang Durian 1 sebesar 1127.27 KW, dan daya reaktif sebesar 698.89 KVA. Sedangkan total daya aktif beban yang terdapat pada penyulang Durian 3 sebesar 2491.22 KW, dan daya reaktif sebesar 1544.54 KVA.

Total rugi-rugi daya aktif yang terjadi pada penyulang Durian 1 sebesar 13.62 KW dan total rugi-rugi daya aktif yang terjadi pada penyulang Durian 3 sebesar 103.38 KW.

Dari penjelasan diatas, rekapitulasi hasil aliran daya dan total rugi daya aktif penyulang Durian 1 dan penyulang Durian 3, ditampilkan pada tabel dibawah ini :

Tabel 7. Rekapitulasi Aliran Daya

Penyulang	Daya Dibangkitkan		Beban		Total Rugi [KW]	Teg.Bus Min (pu)
	[KW]	[KVA]	[KW]	[KVA]		
Durian 1	1140.89	717.46	1127.27	698.89	13.62	V ₃₀ = 0.9730
Durian 3	2594.60	1677.24	2491.22	1544.54	103.38	V ₃₀ = 0.9282

4. Kesimpulan

Berdasarkan analisis aliran daya penyulang Durian 1 dan Durian 3 PT. PLN (Persero) Ranting Rasau Jaya, maka dapat disimpulkan :

1. Perhitungan analisa aliran daya dilakukan dengan metode yang kokoh dan efisien serta memerlukan memori yang kecil dan proses perhitungan yang cepat.
2. Metode penyelesaian aliran daya dengan penyusunan unsur-unsur jaringan sistem distribusi seperti cabang, dan bus ke dalam bentuk dua matrik yaitu matrik bus injeksi terhadap arus cabang (BIAC), matrik yang berisikan ada atau tidaknya jaringan yang menghubungkan tiap-tiap bus dan matrik arus cabang terhadap tegangan bus (ACTB), matrik yang berisikan nilai impedansi jaringan yang menghubungkan bus-bus tersebut.
3. Metode yang digunakan selain diterapkan untuk perhitungan analisis aliran daya sistem distribusi radial, dapat juga untuk sistem distribusi struktural tertutup (*weakly meshed networks*).

Referensi

- [1] Teng, Jen-Hao. *A Direct Approach for Distribution System Load Flow Solutions*. IEEE Trans. Power Del, Vol.8, no.3, pp. 882-887. July, 2003.
- [2] Thakur, T. and Dhiman Jaswanti, 2006. *A New Approach to Load Flow Solutions for Radial Distribution System*. IEEE

PES Transmission and Distribution Conference and Exposition Latin America. Venezuela.

- [3] Venkatesh. B, Rakesh Ranjan, H.B Gooi. *Optimal Reconfiguration of Radial Distribution Systems To Maximize Loadability*. IEEE Transactions On Power Systems Vol. 19 no.1 , February, 2004
- [4] Saadat, Hadi. *Power System Analysis*. New York : McGraw-Hill Book Company, 1999.
- [5] Gonen, Turan. *Modern Power System Analysis*. Canada : Jhon Wiley and Sons, 1988.
- [6] SPLN No. 72. 1987. *Spesifikasi Desain Untuk Jaringan Tegangan Menengah (JTM) dan Jaringan Tegangan Rendah (JTR)*. Jakarta : Perusahaan Umum Listrik Negara.
- [7] Puil. 2000. *Persyaratan Umum Instalasi Listrik*. Jakarta : Badan Standarisasi Nasional.

Biography

Dedy Noverdy. R, lahir di Pontianak pada tanggal 14 Nopember 1980. Menempuh Pendidikan Program Strata I (S1) di Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura sejak tahun 2008. Penelitian ini diajukan sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Elektro konsentrasi Teknik Tenaga Listrik Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.