

PROFIL BEBAN AREA SEMARANG

Bambang Cahyono, M.Arsyad, ST., M. Kom., Dr. Ir. Sugiarto, MT.
Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta
bambangcahyono@pln.co.id

ABSTRAK

Saluran distribusi merupakan bagian sistem penyaluran daya mulai dari gardu induk samapi ke sistem pelayanan yaitu ujung jaringan distribusi yang langsung dihubungkan dengan instalasi pemakai daya. Jaringan distribusi memegang peranan yang sangat penting dalam penyaluran daya listrik oleh karena itu harus dijaga mutu dan keandalannya.

Kehandalan daya tahan sistem terhadap berbagai situasi dalam tugas tugasnya melayani penyaluran beban ke pemakai sumber energi listrik. Jaringan distribusi dipandang baik jika mempunyai kualitas pelayanan yang tinggi dalam menyalurkan daya listrik dengan biaya pembangunan dan pengoperasian yang murah.

Kata kunci: Profil beban, area

ABSTRACT

The distribution channel is part of the power distribution system from the substation to the service system, which is the end of the distribution network that is directly connected to the power user installation. The distribution network plays a very important role in the distribution of electric power and therefore must be maintained quality and reliability.

The reliability of the system's resilience to various situations in the task of serving the distribution of the load to the users of electrical energy sources. The distribution network is considered good if it has a high quality of service in delivering electricity with low construction and operating costs.

Keywords: Load profile, area

1. Pendahuluan

Kehandalan daya tahan sistem terhadap berbagai situasi dalam tugas tugasnya melayani penyaluran beban ke pemakai sumber energi listrik. Jaringan distribusi dipandang baik jika mempunyai kualitas pelayanan yang tinggi dalam menyalurkan daya listrik dengan biaya pembangunan dan pengoperasian yang murah. Pada penyaluran daya, jaringan distribusi dapat dianggap ekonomis jika menggunakan alat – alat transmisi yang sesuai dengan kebutuhan pengoperasian sehingga mampu menghasilkan rugi – rugi daya yang kecil untuk mengoptimalkan penyaluran beban – beban energi listrik.

Suplai dari sumber tegangan dan arus harus selalu dievaluasi dan didesain dengan baik. Salah satu komponen yang perlu diperhatikan adalah pengaruh penggunaan penghantar jaringan. Hal yang paling menarik dan penting untuk diteliti pada komponen penghantar jaringan adalah rugi tegangan dan rugi daya pada jaringan.

Berdasarkan penjelasan di atas maka peneliti mengangkat permasalahan analisis rugi

tegangan dan rugi daya pada jaringan didistribusi tegangan menengah pada jaringan khususnya mengambil studi di PT. PLN (Persero) UPJ Magelang sebagai judul penelitian skripsi ini. Adapun target yang diinginkan penulis dalam penulisan ini adalah mendapatkan kondisi yang optimal secara teknis di jaringan distribusi.

2. Sistem Jaringan Distribusi

Jaringan distribusi merupakan bagian sistem penyalur daya yang dimulai dari gardu distribusi sampai ke sistem pelayanan yaitu ujung saluran jaringan distribusi yang langsung dihubungkan dengan instalasi beban (konsumen). Pada saluran distribusi terdiri dari dua bagian, yaitu saluran tegangan menengah dan saluran distribusi tegangan rendah.

Perbedaan sistem distribusi dengan sistem transmisi antara lain berupa perbedaan besar tegangan, adanya cabang dan sumber yang lebih banyak dibanding sistem transmisi dan perbedaan struktur jaringan. Pada struktur jaringan terdapat

perbedaan yaitu satu sumber pengisian dengan beberapa sumber pengisian. Pada satu sumber pengisian tingkat keandalannya sangat rendah karena apabila terjadi gangguan maka akan mengakibatkan terjadinya pemadaman secara keseluruhan. Namun secara ekonomi lebih murah dan cara penyalurannya relative sederhana. Sedangkan jaringan dengan beberapa sumber pengisian tingkat keandalannya sangat tinggi karena apabila terjadi gangguan pemadaman jaringan dapat dihindarkan atau dikurangi, namun secara ekonomi lebih mahal karena menggunakan perlengkapan penyaluran yang lebih baik.

2.1 Sistem Jaringan Radial

Sistem jaringan radial hanya mengalirkan energi listrik pada satu arah saja yang bersumber dari suatu pusat sistem tenaga listrik ke suatu daerah pemakaian dengan memakai satu maupun beberapa kawat penghantar.

Pada saluran distribusi terdapat beberapa pemaman atau pemutus beban yang dapat digunakan untuk melindungi setiap penyaluran, selain itu juga terdapat beberapa pemaman tambahan yang ditempatkan di beberapa tempat sepanjang jaringan tetapi nilai batas arusnya (*rating*) lebih rendah dari pemaman utama. Apabila terdapat gangguan pada F_1 pemaman Q akan membuka (*trip*) yang mengakibatkan dua buah konsumen padam dan juga apabila ada gangguan pada F_2 , pemaman P membuka (*trip*) yang mengakibatkan semua konsumen pada saluran tersebut padam.

Sebelum konsumen dihubungkan kembali maka jaringan yang ada gangguan terlebih dahulu diperbaiki dan sebagai akibatnya rugi jaringan tidak dapat dihindari yang disebabkan adanya penurunan tegangan yang diterima konsumen.

2.2 Sistem Jaringan lingkaran (*Loop Network*)

Loop network system memiliki beberapa sumber pengisian (*substation*) untuk mengaliri beberapa daerah pemakai dan membentuk rangkaian tertutup. Pada jaringan tersebut apabila terjadi suatu gangguan pada bagian penghantar, maka tiap daerah masih menerima tenaga listrik.

Akibat dari hal tersebut, adanya beberapa sumber pengisian maka pada sistem jaringan lingkaran sistem keandalannya sangat tinggi, metode pengoperasian cukup mudah serta dapat mengurangi jatuh tegangan sehingga memperkecil rugi – rugi jaringan. Seperti halnya jaringan radial pada jaringan lingkaran terdapat beberapa pemaman atau pemutus beban. Apabila ada gangguan pada F_2 maka pemaman P dan Q membuka sehingga hanya ada dua konsumen yang padam dan sebaliknya bila F_1 ada gangguan maka Q dan R akan membuka (*trip*) sehingga ada dua

konsumen yang padam. Jika pada jaringan radial terjadi gangguan di F_2 maka empat buah konsumen akan padam karena tidak adanya sumber pengisian lain seperti halnya yang terjadi pada jaringan lingkaran.

2.3 Sistem Jaringan Anyaman (*Mesh Network*)

Pada jaringan anyaman lebih mengutamakan kualitas pelayanan dan kelangsungan saluran walaupun pada jaringan ini struktur jaringannya sangat kompleks. Tingkat keandalannya sangat tinggi dan rugi – rugi jaringan sangat kecil, tetapi metode pengoperasiannya lebih sulit.

Jaringan anyaman pada dasarnya sama dengan sistem jaringan radial, karena dengan adanya sejumlah kabel yang keluar dari gardu induk ke arah suatu titik temu. Di sepanjang kabel yang keluar dari jaringan anyaman ditempatkan pada gardu induk distribusi yang disertai dengan satu buah kabel cadangan dengan tujuan untuk menormalkan kembali penyaluran energi listrik ke bagian yang mengalami gangguan setelah daerah tersebut diketahui gangguannya.

2.4 Penghantar Jaringan Distribusi

Kawat penghantar dapat dikatakan ekonomis apabila penghantar tersebut mampu melayani beban – beban yang besar dan mempunyai rugi – rugi daya yang kecil. Jenis – jenis kawat penghantar yang biasa digunakan pada saluran transmisi adalah jenis tembaga dengan konduktivitas 100% (CU 100%), tembaga dengan konduktivitas 97,5% (CU 97,5%) atau aluminium dengan konduktivitas 61% (AL 61%).

3. Metode Penelitian

Adapun jalan penelitian ini dilakukan berdasarkan langkah - langkah berikut :

- a. Menentukan tempat penelitian
- b. Menentukan data - data penelitian yang dibutuhkan
- c. Pengumpulan data - data penelitian
- d. Tabulasi data - data penelitian
 - d.1) Diagram satu garis
 - d.2.) Data Beban (KVA
 - d.3.) Data resistans dan reaktans penghantar
- e. Menghitung aliran beban (load flow) jaringan
 - e.1) Arus pada cabang
 - e.2) Tegangan tiap bus
 - e.3) Rugi tegangan jaringan
 - e.4) Rugi daya jaringan
- f. Mengadakan evaluasi rugi tegangan dan rugi daya jaringan
- g. Membuat tabulasi hasil evaluasi rugi tegangan dan rugi daya jaringan

- h. Membuat evaluasi rugi ekonomis pengoperasian jaringan
- i Analisis dan rekomendasi hasil penelitian
- j Kesimpulan dan saran

4. Analisis Data

Berdasarkan data yang sudah terkumpul, maka kemudian dapat dilakukan analisis sebagai berikut

4.1 Impedans Jaringan

Impedans jaringan dapat dihitung

Tabel 4.1. Impedans jaringan Magelang

No	Bus (titik)	Jarak kM	Penghantar mm ²	Impedans		
				R (Ohm)	X (Ohm)	Z (Ohm)
1	S - A	0,65	240	0,09035	0,31265	0,325 ∠ 73,88
2	A - B	1	240	0,13900	0,48100	0,501 ∠ 73,88
3	B - C	0,85	240	0,11815	0,40885	0,426 ∠ 85,23
4	C - D	1,2	240	0,16680	0,57720	0,601 ∠ 73,88
5	D - E	1,75	240	0,24325	0,84175	0,876 ∠ 73,88
6	E - F	1	240	0,13900	0,48100	0,501 ∠ 73,88
7	F - G	0,65	240	0,09035	0,31265	0,325 ∠ 73,88
8	G - H	1,2	240	0,16680	0,57720	0,601 ∠ 73,88
9	E - I	1,2	240	0,16680	0,57720	0,601 ∠ 73,88
10	I - J	1,3	240	0,18070	0,62530	0,651 ∠ 73,88
11	J - K	1,5	240	0,20850	0,72150	0,751 ∠ 73,88
12	K - L	1	240	0,13900	0,48100	0,501 ∠ 73,88
13	L - M	1,7	240	0,23630	0,81710	0,851 ∠ 73,87
14	M - N	0,45	240	0,06255	0,21645	0,225 ∠ 73,88
15	N - O	0,7	240	0,09730	0,33670	0,350 ∠ 73,88
16	O - P	1,8	240	0,25020	0,86580	0,901 ∠

						73,88
17	P - Q	1,35	240	0,18765	0,64935	0,676 ∠ 73,88
18	Q - R	1,3	240	0,10870	0,62530	0,635 ∠ 80,14

4.2 Arus Cabang dan Tegangan Bus 1 pada jaringan

Tabel 4.2. Hasil perhitungan Arus dan Tegangan 1 Jaringan Magelang

No	Bus Titik	Daya terpakai Tiap bus (KVA)	Daya total terpakai tiap bus (KVA)	Arus (Ampere)	Tegangan Tiap bus (kV)
0	S	-			20,000 ∠ 0
1	A	75,00	2867,00	82,27	19,982 ∠ -0,057
2	B	56,00	2792,00	80,67	19,955 ∠ -0,143
3	C	159,75	2736,00	79,16	19,938 ∠ -0,227
4	D	103,50	2576,25	74,60	19,908 ∠ -0,324
5	E	240,00	2472,75	71,71	19,886 ∠ -0,460
6	F (E - F)	202,50	706,50	20,51	19,879 ∠ -0,482
7	G	324,00	504,00	14,60	19,876 ∠ -0,492
8	H	180,00	180,00	5,20	19,874 ∠ -0,500
9	I (E - D)	260,00	1526,25	44,31	19,868 ∠ -0,520
10	J	70,00	1266,25	36,80	19,853 ∠ -0,570
11	K	85,00	1196,25	34,79	19,853 ∠ -0,620
12	L	94,50	1111,25	32,36	19,824 ∠ -0,660
13	M	81,00	1016,75	29,61	19,807 ∠ -0,720
14	N	121,50	935,75	27,28	19,803 ∠ -0,730
15	O	259,00	814,25	23,74	19,798 ∠ -0,750
16	P	256,75	555,25	16,19	19,788 ∠ -0,780
17	Q	136,50	298,50	8,71	19,785 ∠ -0,79
18	R	162,00	162,00	8,19	19,782 ∠ -0,81

4.3. Arus Cabang dan Tegangan Bus 3 \emptyset pada jaringan

Tabel 4.3. Hasil perhitungan Arus dan Tegangan 3 \emptyset Jaringan Magelang

No	Bus Titik	Daya terpakai Tiap bus (KVA)	Daya total terpakai tiap bus (KVA)	Arus (Ampere)	Tegangan Tiap bus (kV)
0	S	-			20,000 \angle 0,000
1	A	75,00	2867,00	143,35	19,968 \angle -0,057
2	B	56,00	2792,00	140,00	19,922 \angle -0,200
3	C	159,75	2736,00	137,33	19,892 \angle -0,350
4	D	103,50	2576,25	129,50	19,841 \angle -0,501
5	E	240,00	2472,75	124,63	19,769 \angle -0,754
6	F (E - F)	202,50	706,50	35,73	19,758 \angle -0,790
7	G	324,00	504,00	25,05	19,752 \angle -0,811
8	H	180,00	180,00	9,10	19,748 \angle -0,820
9	I (E - I)	260,00	1526,25	77,19	19,739 \angle -0,856
10	J	70,00	1266,25	64,14	19,712 \angle -0,950
11	K	85,00	1196,25	60,68	19,679 \angle -1,050
12	L	94,50	1111,25	56,46	19,661 \angle -1,110
13	M	81,00	1016,75	51,71	19,633 \angle -1,210
14	N	121,50	935,75	47,66	19,625 \angle -1,236
15	O	259,00	814,25	41,49	19,616 \angle -1,341
16	P	256,75	555,25	28,31	19,600 \angle -1,341
17	Q	136,50	298,50	15,23	19,594 \angle -1,365
18	R	162,00	162,00	8,27	19,592 \angle -1,377

4.4 Rugi Tegangan , Rugi Daya 1 \emptyset pada

Jaringan

Tabel 4.4. Hasil perhitungan Arus ,Tegangan dan Rugi

Tegangan 1 \emptyset Jaringan Magelang

No	Bus Titik	Arus (Ampere)	Impedans (Ohm)	Tegangan Tiap bus (kV)	Rugi Tegangan (Volt)
----	-----------	---------------	----------------	------------------------	----------------------

0	S			20,000 \angle 0	
1	A	82,27	0,325 \angle 73,88	19,982 \angle -0,057	26,73 \angle 48,040
2	B	80,67	0,501 \angle 73,88	19,955 \angle -0,143	40,42 \angle 48,100
3	C	79,16	0,426 \angle 85,23	19,938 \angle -0,227	33,72 \angle 59,53
4	D	74,60	0,601 \angle 73,88	19,908 \angle -0,324	44,83 \angle 48,267
5	E	71,71	0,876 \angle 73,88	19,886 \angle -0,460	62,82 \angle 48,360
6	F (E - F)	20,51	0,501 \angle 73,88	19,879 \angle -0,482	10,46 \angle 48,500
7	G	14,60	0,325 \angle 73,88	19,876 \angle -0,492	4,75 \angle 48,522
8	H	5,20	0,601 \angle 73,88	19,874 \angle -0,500	3,13 \angle 48,532
9	I (E - I)	44,31	0,601 \angle 73,88	19,868 \angle -0,520	26,63 \angle 48,570
10	J	36,80	0,651 \angle 73,88	19,853 \angle -0,570	23,96 \angle 48,56
11	K	34,79	0,751 \angle 73,88	19,853 \angle -0,620	26,13 \angle 48,610
12	L	32,36	0,501 \angle 73,88	19,824 \angle -0,660	16,21 \angle 48,660
13	M	29,61	0,851 \angle 73,87	19,807 \angle -0,720	25,20 \angle 48,360
14	N	27,28	0,225 \angle 73,88	19,803 \angle -0,730	6,14 \angle 48,760
15	O	23,74	0,350 \angle 73,88	19,798 \angle -0,750	8,31 \angle 48,770
16	P	16,19	0,901 \angle 73,88	19,788 \angle -0,780	14,59 \angle 48,790
17	Q	8,71	0,676 \angle 73,88	19,785 \angle -0,79	5,89 \angle 48,820
18	R	8,19	0,635 \angle 80,14	19,782 \angle -0,81	5,20 \angle 55,100

4.5. Hasil Perhitungan Arus, Tegangan , rugi Tegangan dan Rugi 1 \emptyset Jaringan Magelang

Tabel 4.5. Hasil Perhitungan Arus, Tegangan , rugi Tegangan dan Rugi 1 \emptyset Jaringan Magelang

No	Bus Titik	Arus (Ampere)	Tegangan Tiap bus (kV)	Rugi Tegangan (Volt)	Rugi Daya (VA)
0	S		20,000 ∠ 0		
1	A	82,27	19,982 ∠ - 0,057	26,73 ∠ 48,040	2199,10 ∠ 22,20
2	B	80,67	19,955 ∠ -0,143	40,42 ∠ 48,100	3260,68 ∠ 22,26
3	C	79,16	19,938 ∠ -0,227	33,72 ∠ 59,53	2669,28 ∠ 33,69
4	D	74,60	19,908 ∠ -0,324	44,83 ∠ 48,267	3344,32 ∠ 22,43
5	E	71,71	19,886 ∠ -0,460	62,82 ∠ 48,360	4504,82 ∠ 22,20
6	F (E - F)	20,51	19,879 ∠ -0,482	10,46 ∠ 48,500	214,535 ∠ 22,66
7	G	14,60	19,876 ∠ -0,492	4,75 ∠ 48,522	69,35 ∠ 22,68
8	H	5,20	19,874 ∠ -0,500	3,13 ∠ 48,532	16,28 ∠ 22,69
9	I (E - I)	44,31	19,868 ∠ -0,520	26,63 ∠ 48,570	1179,71 ∠ 22,73
10	J	36,80	19,853 ∠ -0,570	23,96 ∠ 48,56	881,73 ∠ 22,72
11	K	34,79	19,853 ∠ -0,620	26,13 ∠ 48,610	909,06 ∠ 22,77
12	L	32,36	19,824 ∠ -0,660	16,21 ∠ 48,660	524,56 ∠ 22,82
13	M	29,61	19,807 ∠ -0,720	25,20 ∠ 48,360	746,17 ∠ 22,52
14	N	27,28	19,803 ∠ -0,730	6,14 ∠ 48,760	167,50 ∠ 22,92
15	O	23,74	19,798 ∠ -0,750	8,31 ∠ 48,770	197,28 ∠ 22,93
16	P	16,19	19,788 ∠ -0,780	14,59 ∠ 48,790	236,21 ∠ 22,95
17	Q	8,71	19,785 ∠ -0,79	5,89 ∠ 48,820	51,30 ∠ 22,92
18	R	8,19	19,782 ∠ -0,81	5,20 ∠ 55,100	42,59 ∠ 29,26

4.6 Rugi Tegangan dan Rugi Daya 3 ϕ pada Jaringan

Tabel 4.6. Hasil perhitungan Arus dan Tegangan 3 ϕ Jaringan Magelang

No	Bus Titik	Arus (Ampere)	Impedans (Ohm)	Tegangan Tiap bus (kV)	Rugi Tegangan (Volt)
0	S			20,000 ∠ 0,000	
1	A	143,35	0,325 ∠ 73,88	19,968 ∠ - 0,057	46,59 ∠ 48,040
2	B	140,00	0,501 ∠ 73,88	19,922 ∠ - 0,200	70,14 ∠ 48,100
3	C	137,33	0,426 ∠ 85,23	19,892 ∠ - 0,350	58,36 ∠ 59,53
4	D	129,50	0,601 ∠ 73,88	19,841 ∠ - 0,501	77,83 ∠ 48,267
5	E	124,63	0,876 ∠ 73,88	19,769 ∠ - 0,754	40,50 ∠ 48,360
6	F (E - F)	35,73	0,501 ∠ 73,88	19,758 ∠ - 0,790	17,90 ∠ 48,500
7	G	25,05	0,325 ∠ 73,88	19,752 ∠ - 0,811	8,14 ∠ 48,522
8	H	9,10	0,601 ∠ 73,88	19,748 ∠ - 0,820	5,41 ∠ 48,532
9	I (E - I)	77,19	0,601 ∠ 73,88	19,739 ∠ - 0,856	46,39 ∠ 48,570
10	J	64,14	0,651 ∠ 73,88	19,712 ∠ - 0,950	41,76 ∠ 48,56
11	K	60,68	0,751 ∠ 73,88	19,679 ∠ - 1,050	45,57 ∠ 48,610
12	L	56,46	0,501 ∠ 73,88	19,661 ∠ - 1,110	27,28 ∠ 48,660
13	M	51,71	0,851 ∠ 73,87	19,633 ∠ - 1,210	44,01 ∠ 48,360
14	N	47,66	0,225 ∠ 73,88	19,625 ∠ - 1,236	10,72 ∠ 48,760
15	O	41,49	0,350 ∠ 73,88	19,616 ∠ - 1,341	14,52 ∠ 48,770
16	P	28,31	0,901 ∠ 73,88	19,600 ∠ - 1,341	25,51 ∠ 48,790
17	Q	15,23	0,676 ∠ 73,88	19,594 ∠ - 1,365	10,30 ∠ 48,820
18	R	8,27	0,635 ∠ 80,14	19,592 ∠ -	5,20 ∠ 55,100

				1,377	
--	--	--	--	-------	--

R	8,27	19592 ∠ -1,4	5,20 ∠ 55	43,00 ∠ 29	43,00 ∠ 29
---	------	-----------------	-----------	---------------	---------------

4.7 Hasil Perhitungan Arus, Tegangan dan rugi

Tegangan 3 ∅ Jaringan Magelang

Tabel 4.7. Hasil Perhitungan Arus, Tegangan dan rugi Tegangan

3 ∅ Jaringan Magelang

Bus Titik	Arus (Ampere)	Tegangan Tiap bus (kV)	Rugi Tegangan (Volt)	Rugi Daya (VA)	Rugi Energi (VAh)
S		20,000 ∠ 0,0			
A	143,35	19,968 ∠ -0,1	46,59 ∠ 48	6.678 ∠ 22	6.678 ∠ 22
B	140,00	19,922 ∠ -0,2	70,14 ∠ 48	9.819 ∠ 22	9.819 ∠ 22
C	137,33	19,892 ∠ -0,4	58,36 ∠ 59	8.014 ∠ 34	8.014 ∠ 34
D	129,50	19,841 ∠ -0,5	77,83 ∠ 48	5.047 ∠ 22	5.047 ∠ 22
E	124,63	19,769 ∠ -0,8	40,50 ∠ 48	4505 ∠ 22,20	4505 ∠ 22,20
F (E - F)	35,73	19,758 ∠ -0,8	17,90 ∠ 48	639,6 ∠ 22	639,6 ∠ 22
G	25,05	19,752 ∠ -0,8	8,14 ∠ 48	203,9 ∠ 23	203,9 ∠ 23
H	9,10	19,748 ∠ -0,8	5,41 ∠ 48	49,23 ∠ 23	49,23 ∠ 23
I (E - I)	77,19	19,739 ∠ -0,9	46,39 ∠ 49	3.580 ∠ 23	3.580 ∠ 23
J	64,14	19,712 ∠ -0,9	41,76 ∠ 49	2.678 ∠ 23	2.678 ∠ 23
K	60,68	19,679 ∠ -1,1	45,57 ∠ 49	2.765 ∠ 23	2.765 ∠ 23
L	56,46	19,661 ∠ -1,1	27,28 ∠ 49	1.540 ∠ 23	1.540 ∠ 23
M	51,71	19,633 ∠ -1,2	44,01 ∠ 48	2.275 ∠ 22	2.275 ∠ 22
N	47,66	19,625 ∠ -1,2	10,72 ∠ 49	510,9 ∠ 23	510,9 ∠ 23
O	41,49	19,616 ∠ -1,3	14,52 ∠ 49	602,4 ∠ 23	602,4 ∠ 23
P	28,31	19,600 ∠ -1,3	25,51 ∠ 49	722,2 ∠ 23	722,2 ∠ 23
Q	15,23	19594 ∠ -1,4	10,30 ∠ 49	156,9 ∠ 23	156,9 ∠ 23

4.8 Persentase kemampuan Arus dan

Persentase Rugi Tegangan

Tabel 4.8. Hasil Perhitungan Persentase Arus dan Persen rugi

Tegangan 1 ∅ Jaringan Magelang

No	Bus Titik	Arus (Ampere)	Persentase Arus (%)	Rugi Tegangan (Volt)	Persentase Rugi Tegangan (%)
1	A	82,27	13,71	26,73 ∠ 48,040	0,134
2	B	80,67	13,45	40,42 ∠ 48,100	0,202
3	C	79,16	13,20	33,72 ∠ 59,53	0,169
4	D	74,60	12,43	44,83 ∠ 48,267	0,224
5	E	71,71	11,95	62,82 ∠ 48,360	0,314
6	F (E - F)	20,51	3,42	10,46 ∠ 48,500	0,052
7	G	14,60	2,43	4,75 ∠ 48,522	0,024
8	H	5,20	0,87	3,13 ∠ 48,532	0,016
9	I (E - I)	44,31	7,39	26,63 ∠ 48,570	0,133
10	J	36,80	6,13	23,96 ∠ 48,56	0,120
11	K	34,79	5,80	26,13 ∠ 48,610	0,131
12	L	32,36	5,39	16,21 ∠ 48,660	0,081
13	M	29,61	4,90	25,20 ∠ 48,360	0,126
14	N	27,28	4,55	6,14 ∠ 48,760	0,031
15	O	23,74	3,96	8,31 ∠ 48,770	0,042
16	P	16,19	2,70	14,59 ∠ 48,790	0,073
17	Q	8,71	1,45	5,89 ∠ 48,820	0,029
18	R	8,19	1,37	5,20 ∠ 55,100	0,026

Tabel 4.9. Hasil Perhitungan Persentase Arus dan rugi Tegangan

3 ∅ Jaringan Magelang

No	Bus Titik	Arus (Ampere)	Persentase Arus (%)	Rugi Tegangan (Volt)	Persentase Rugi Tegangan (%)

1	A	143,35	23,89	46,59 / 48,040	0,233
2	B	140,00	23,33	70,14 / 48,100	0,351
3	C	137,33	22,89	58,36 / 59,53	0,292
4	D	129,50	21,58	77,83 / 48,267	0,389
5	E	124,63	20,77	40,50 / 48,360	0,203
6	F (E - F)	35,73	5,96	17,90 / 48,500	0,090
7	G	25,05	4,18	8,14 / 48,522	0,041
8	H	9,10	1,52	5,41 / 48,532	0,027
9	I (E - I)	77,19	12,87	46,39 / 48,570	0,232
10	J	64,14	10,69	41,76 / 48,56	0,209
11	K	60,68	10,11	45,57 / 48,610	0,228
12	L	56,46	9,41	27,28 / 48,660	0,136
13	M	51,71	8,62	44,01 / 48,360	0,220
14	N	47,66	7,94	10,72 / 48,760	0,054
15	O	41,49	6,92	14,52 / 48,770	0,073
16	P	28,31	4,72	25,51 / 48,790	0,128
17	Q	15,23	2,54	10,30 / 48,820	0,052
18	R	8,27	0,88	5,20 / 55,100	0,026

5. Kesimpulan

1. Pengoperasian jaringan Magelang dengan beban terpakai nilai arus terbesar yang terjadi untuk tinjauan per fase adalah sebesar 82,27 A atau 13,73 % dari kemampuan hantar arus (KHA) penghantar yang digunakan (penghantar yang digunakan AAAC 240 mm² mempunyai KHA 600A). Sedangkan untuk hasil perhitungan dan analisis total nilai rugi tegangan serta persentase nilai rugi tegangan dengan beban yang terpasang di jaringan untuk tinjauan per fase adalah sebesar 1,926 % atau sebesar 385,12 Volt.
2. Pengoprerasian jaringan Magelang dengan beban terpakai nilai arus terbesar yang terjadi di jaringan untuk tinjauan 3 fase adalah sebesar 143,35 atau 23,89 % dari kemampuan hantar arus penghantar yang digunakan (penghantar AAAC 240 mm² mempunyai KHA 600A). Sedangkan untuk hasil perhitungan dan analisis total nilai rugi tegangan serta persentase nilai rugi tegangan

dengan beban yang terpasang di jaringan adalah sebesar 2,984% atau sebesar 597,8 Volt.

3. Berdasarkan hasil perhitungan dan analisis nilai arus dan persentase nilai arus terhadap KHA penghantar dapat dikatakan bahwa kemampuan jaringan Magelang khususnya kemampuan penghantar yang terpasang di jaringan masih sangat layak bahkan untuk beberapa tahun ke depan mengingat nilai persentase arus terhadap KHA masih sangat kecil yaitu 13,73% untuk per fase dan 23,89 % per 3 fase dari kemampuan hantar arus penghantar yang digunakan (penghantar AAAC 240 mm² mempunyai KHA 600A). Selanjutnya untuk nilai rugi tegangan serta persentasenya dapat dikatakan bahwa nilai rugi tegangan dan persentasenya masih sangat kecil dimana total persentasenya rugi tegangan yang terjadi 1,926 % untuk tinjauan per fase dan 2,984 % untuk tinjauan 3 fase (pemasangan kompensasi diperlukan saat rugi tegangan $\geq 5\%$) maka masih belum perlu pemasangan kompensasi untuk menaikkan level tegangan di jaringan atau kemampuan jaringan masih layak berdasarkan tinjauan level tegangan yang terjadi di jaringan.
4. Pengoprerasian jaringan Magelang dengan beban terpakai nilai rugi daya terbesar yang terjadi di jaringan untuk tinjauan 1 fase adalah sebesar 4504,82 / 22,20 pada cabang E-F dan terendah adalah sebesar 16,28 / 22,69 pada cabang H-I. Sedangkan untuk hasil perhitungan nilai rugi daya terbesar yang terjadi di jaringan untuk tinjauan 3 fase adalah sebesar 77,83 / 48,267 pada cabang E-F dan terendah adalah sebesar 10,72 / 48,76 pada cabang H-I

DAFTAR PUSTAKA

- Djiteng M, 1991, Operasi Sistem Tenaga Listrik, Penerbit ISTN Jakarta
- John J.G. and Stevenson, D. William, 1994, *Power System Analysis*, Mc Graw-Hill Book Company : Singapore
- Mehta V.K. and Mehta R, 2003, *Principles of Power System*, S. Chand & Company LTD : New Delhi.
- Pabla A.S. 1986, Distribusi Sistem Tenaga Listrik, Penerbit Erlangga
- Stevenson, D. William, Alih bahasa oleh : Idris Kamal, 1987, Analisis Sistem Tenaga Listrik, tahun : Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Turan Gonen, 1986, *Electric Power Distribution System Engineering*, Mc Graw-Hill Book Company : Singapore
-,2000, Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000 (PUIL 2000), Yayasan PUIL : Kuningan Jakarta

