

ANALISIS TEGANGAN SALURAN TRANSMISI 70 KV PADA SISTEM TIMOR DENGAN PARAMETER ABCD

Wellem F. Galla¹, Agusthinus S. Sampeallo², Adrianus Lenjo³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana

Email: wfridzg@staf.undana.ac.id

Email: agusthinus.sampeallo@staf.undana.ac.id

Email: adrianuslenjo@gmail.com

Info Artikel

Histori Artikel:

Diterima Feb 15, 2020

Direvisi Mar 13, 2020

Disetujui Mar 25, 2020

ABSTRACT

Generally in the electric power system, the location between the power plant and the load center is far apart. Electric power usually need transmission line that has long enough line to deliver electrical power to the load centers. This research was using the ABCD Parameters to determine the voltage, current, power factor and power sent from the Bolok Substation to the Maulafa Substation, Naibonat Substation and Nonohonis Substation. The ABCD Parameter is a series of four poles that can describe the transmission line since it has two input ports and two output ports. The distance of the transmission line from Bolok Substation to Maulafa Substation is 14.5 kms using ACSR HAWK type 240 mm², distance from Maulafa Substation to Naibonat Substation 35.97 kms using ACSR OSTRICH 152 mm², distance from Naibonat Substation to Nonohonis Substation 62.29 kms using ACSR OSTRICH 152 mm².

The results of this study are Bolok – Maulafa line VS 69.76 kV with VR 68.69 kV, IS and IR 259 A, P_{fS} and P_{fR} 0.9, PS 31.27 MW with PR 30.07 MW. Maulafa – Naibonat line VS

68.98 kV with VR 67.52 kV, IS and IR 121 A, P_{fS} and P_{fR} 0.9, PS 14.44 MW with PR 14.10 MW. Naibonat – Nonohonis line VS 67.27 kV with VR 65.10 kV, IS and IR 104 A, P_{fS} and P_{fR} 0.9, PS 12.09 MW with PR 11.70 MW. Bolok – Maulafa line the power losses in each line are

1.11 MW, voltage regulation is 1.27%, with line efficiency is 98.14%. Maulafa - Naibonat line, the power losses of 0.59 MW, voltage regulation is 2.16%, with line efficiency of 97.45%. Naibonat - Nonohonis line, the power losses of 0.69 MW, voltage regulation is 3.34%, with line efficiency is 96.38%. The above calculation results show that the drop voltage is in a stable state based on the rule SPLN 1 1978.

Keywords: Transmission Line, Voltage, ABCD Parameters

ABSTRAK

Umumnya pada sistem tenaga listrik letak antara pusat pembangkit dengan pusat beban berjauhan. Tenaga listrik biasanya di butuhkan saluran transmisi yang cukup panjang untuk menyalurkan daya listrik ke pusat-pusat beban tersebut. Penelitian ini di lakukan dengan menggunakan Parameter ABCD saluran transmisi untuk menentukan tegangan, arus, faktor daya serta daya yang di kirim dari GI Bolok sampai ke GI Maulafa, GI Naibonat dan GI Nonohonis. Parameter ABCD adalah suatu rangkaian kutub empat yang dapat menggambarkan saluran transmisi karena memiliki dua terminal input dan dua terminal output. Jarak saluran transmisi dari GI Bolok ke GI Maulafa 14.5 kms menggunakan penghantar jenis ACSR HAWK 240 mm², jarak dari GI Maulafa ke GI Naibonat 35.97

kms menggunakan penghantar ACSR OSTRICH 152 mm², jarak dari GINaibonat ke GI Nonohonis 62.29 kms menggunakan penghantar ACSR OSTRICH 152 mm².

Hasil dari penelitian ini, untuk Saluran Bolok –Maulafa VS 69.76 kV dengan VR 68.69 kV, IS dan IR 259 A, P_{fS} dan P_{fR} 0.9, PS 31.27 MW dengan PR 30.07 MW. Saluran Maulafa – Naibonat VS 68.98 kV dengan VR 67.52 kV, IS dan IR 121 A, P_{fS} dan P_{fR} 0.9, PS 14.44 MW dengan PR 14.10 MW. Saluran Naibonat – Nonohonis VS 67.27 kV dengan VR 65.10 kV, IS dan IR 104 A P_{fS} dan P_{fR} 0.9, PS 12.09 MW dengan PR 11.70 MW. Saluran Bolok – Maulafa rugi-rugi daya tiap saluran sebesar 1.11 MW, regulasi tegangan 1.27 % dengan efisiensi saluran 98.14 %. Saluran Maulafa – Naibonat rugi-rugi daya sebesar 0.59 MW, regulasi tegangan 2.16 % dan efisiensi saluran 97.45 %. Saluran Naibonat – Nonohonis rugi-rugi daya sebesar 0.69 MW, regulasi tegangan 3.34 %, dan efisiensi saluran 96.38 %. Dari hasil perhitungan diatas menunjukkan bahwa jatuh tegangan berada pada kondisi yang stabil berdasarkan aturan SPLN 1 1978.

Kata Kunci: Saluran Transmisi, Tegangan, Parameter ABCD

Penulis Korespondensi:

Wellem F. Galla,

Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknik,

Universitas Nusa Cendana,

Jl. Adisucipto Penfui - Kupang.

Email: wfridzg@staf.undana.ac.id

1. PENDAHULUAN

Umumnya sistem tenaga listrik terpisah jauh antar pusat pembangkit dengan pusat beban. Tenaga listrik biasanya di butuhkan saluran transmisi yang cukup panjang untuk menyalurkan daya listrik ke pusat-pusat beban tersebut. Sistem transmisi sebagai bagian dari sistem tenaga listrik memegang peranan penting dalam penyaluran tenaga listrik dari pusat-pusat pembangkit tenaga listrik ke Gardu Induk distribusi. Dalam penyaluran tenaga listrik selalu terjadi jatuh tegangan yang di sebabkan oleh jarak antara pusat pembangkit dengan pusat beban yang sangat jauh, impedansi saluran, dan juga karena pembebanan yang tinggi [1, 2]. Pihak yang bertindak sebagai pengelola tenaga listrik tegangan tinggi

pada Sistem Timor di Nusa Tenggara Timur adalah PT. PLN (Persero). Sistem saluran transmisi yang dipakai oleh PT. PLN (Persero) ialah sistem saluran udara (*overhead transmission line*) 70 kV. Dalam menyalurkan tenaga listrik, PT PLN (Persero) sebagai pihak penyedia harus menjaga kualitas tegangan, karena kualitas tegangan menjadi salah satu faktor yang harus dipertimbangkan dalam perencanaan dan operasi sistem tenaga listrik.

Menurut [3] jatuh tegangan pada saluran transmisi adalah selisish antara tegangan pada sisi pengiriman dan tegangan pada sisi penerimaan tenaga listrik pada saluran bolak-balik, yang besarnya tergantung pada impedansi dan admitansi saluran serta pada pembebanan dan faktor daya. Sedangkan menurut [4], dalam

transmisi sistem tenaga listrik seringkali terjadi jatuh tegangan di sisi penerima. Jatuh tegangan tersebut erat kaitannya dengan karakteristik antara beban, aliran daya, serta rugi-rugi sepanjang saluran transmisi.

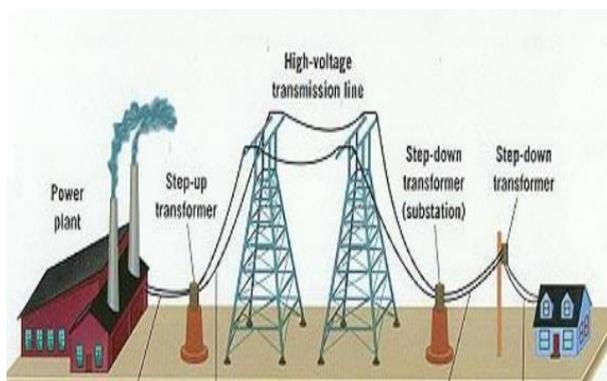
Untuk mengetahui kualitas tegangan dalam saluran transmisi digunakan suatu parameter salah satunya yaitu parameter ABCD. Adapun parameter ABCD dapat menghitung bagaimana suatu saluran transmisi memberikan arus dan tegangan dari sumber sampai ke beban. Parameter ABCD dapat menghitung variabel-variabel pada sisi kirim dengan melihat variabel-variabel pada sisi terima.

Oleh karena kualitas tegangan menjadi salah satu faktor yang sangat penting dalam saluran transmisi, maka dalam penelitian ini akan dilakukan analisis tegangan yang dikirim dari Gardu Induk Bolok sampai ke Gardu Induk Maulafa, Gardu Induk Naibonat dan Gardu Induk Nonohonis dengan parameter ABCD.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Sistem Tenaga Listrik

Suatu sistem tenaga listrik pada umumnya terdiri atas empat unsur, yaitu untuk membangkitkan, mentransmisikan, serta mendistribusikan tenaga listrik sampai ke pusat beban. Secara garis besar sistem tenaga listrik dapat digambarkan dengan skema gambar di bawah ini [5].



Gambar 1. Rangkaian Sistem Tenaga Listrik [6]

2.2 Transmisi Tenaga Listrik

Saluran transmisi pada dasarnya merupakan rangkaian listrik yang memiliki konstanta yang terbagi sepanjang saluran, terdiri atas: resistansi, induktansi, dan kapasitansi. Konstanta-konstanta atau parameter itu tidak terletak secara terpusat pada satu tempat melainkan terbagi rata sepanjang saluran [7, 8].

Transmisi merupakan komponen yang berfungsi untuk menyalurkan daya atau energi dari pusat pembangkitan ke pusat beban. Ada dua kategori saluran transmisi, yaitu saluran udara (*overhead line*) dan saluran bawah tanah (*underground line*). Saluran transmisi dalam suatu sistem tenaga listrik merupakan saluran pemindah / transfer daya listrik dari suatu tempat ke daerah lain dengan jarak yang cukup jauh dan dengan tegangan tertentu [9]. Peralatan-peralatan pokok yang termasuk didalam sistem saluran transmisi adalah : Konduktor (kawat penghantar), Menara transmisi (tower), Isolator gantung, Kawat tanah atas, Peralatan-peralatan pendukung (tanduk api, damper, dsb) [6].

2.3 Klasifikasi saluran transmisi

1. Berdasarkan Pemasangannya

Berdasarkan pemasangannya, saluran transmisi dibagi menjadi dua kategori, yaitu: Saluran Udara (*Overhead Lines*) dan Saluran Kabel Bawah Tanah (*Underground Cable*)

2. Berdasarkan Tegangan

Ditinjau dari klasifikasi tegangannya, transmisi listrik dibagi menjadi : Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi (SUTET) 200kV-500kV, Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) 70kV-150kV, Saluran Kabel Tegangan Tinggi (SKTT) 70kV-150kV [10].

3. Berdasarkan Panjang

Berdasarkan panjangnya saluran transmisi dapat di bagi menjadi tiga, yaitu :

1. Saluran transmisi pendek (<80 km)
2. Salran transmisi menengah (80 sampai 240 km)
3. Saluran transmisi panjang(>240 km)

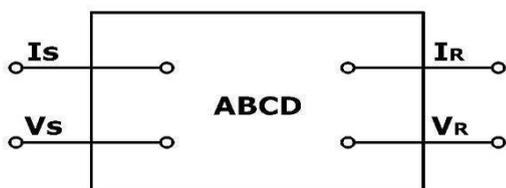
2.4 Rangkaian Kutub Empat Parameter ABCD

Dalam banyak keperluan di dalam teknik transmisi daya listrik, misalnya diagram-diagram lingkaran, perencanaan saluran transmisi dan lain-lain, perlu menyatakan konstanta-konstanta saluran transmisi ke dalam konstanta-konstanta umum saluran.

Karena saluran transmisi tersebut selalu dapat digambarkan sebagai kotak dengan dua terminal masuk dan dua terminal keluar, dan karena memenuhi persyaratan dari kutub empat, maka saluran transmisi dapat dilayani sebagai kutub empat dengan parameter ABCD.

Pada hakekatnya saluran transmisi itu tidak linear karena bagaimanapun juga impedansinya tergantung dari temperatur, jadi tergantung dari arus. Tetapi karena di dalam perhitungan kita selalu menentukan temperatur kerja tertentu, maka pada temperatur itu konstanta kawat adalah konstan.

Jadi karena saluran transmisi memenuhi syarat-syarat di atas, maka saluran transmisi dapat di presentasikan sebagai kutub empat dengan parameter ABCD, seperti pada gambar 2.1 di bawah ini [11].



Gambar 2 Kutub Empat Parameter ABCD

Pada gambar 2 diketahui A, B, C dan D adalah konstanta-konstanta umum dari rangkaian kutub empat. Hubungan tegangan dan arus untuk suatu kutub empat dengan parameter ABCD adalah:

$$\begin{bmatrix} V_S \\ I_S \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A & B \\ C & D \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_R \\ I_R \end{bmatrix}$$

$$V_S = A V_R + B I_R \quad (2.11)$$

$$I_S = C V_R + D I_R \quad (2.12)$$

dan

$$V_R = D V_S - B I_S \quad (2.13)$$

$$I_R = -C V_S + A I_S \quad (2.14)$$

2.5. Sifat-Sifat Kutub Empat Parameter ABCD

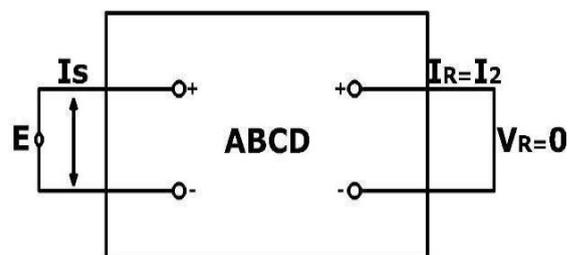
a) Kutub empat simetris

Suatu kutub empat simetris ialah dimana rangkaian itu sama di lihat dari ke dua ujungnya. Untuk kutub empat yang simetris diperoleh: $A = D$

b) Pada kutub empat berlaku relasi : $AD - BC = 1$

Pembuktian :

Dimasukan tegangan yang diketahui, E, pada sumber Vs dan hubung singkatpada beban VR.



Gambar 3 Kutub Empat Parameter ABCD, ujung beban dihubung singkat

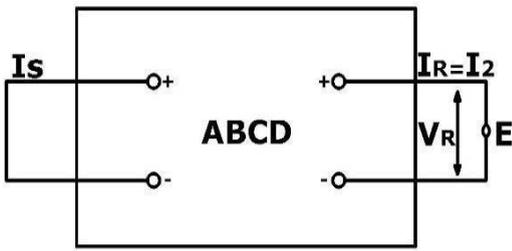
Dari gambar 3 diketahui:

$$V_S = E = A V_R + B I_R$$

$$= 0 + B I_2$$

$$I_2 = B/E$$

Sekarang pada sumber V_s dihubung singkat dan pada ujung beban di masukan tegangan E .



Gambar 2.8 Kutub Empat Parameter ABCD, ujung kirim dihubung singkat [11]

Dari gambar diperoleh:

$$\begin{aligned} V_R &= E \\ I_S &= -I_2 \\ V_S &= A V_R + B I_R \\ 0 &= A E + B I_R \\ I_R &= -AE/B \\ I_S &= C V_R + D I_R \\ -I_2 &= C E + D(-AE/B) \end{aligned}$$

atau

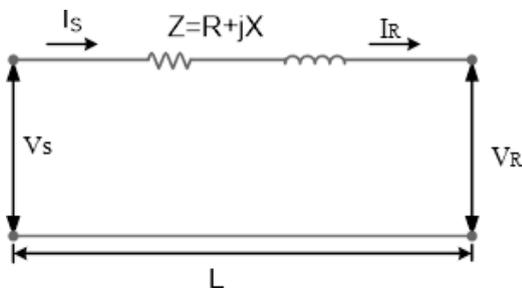
$$-\frac{E}{B} = C E - \frac{AD}{B} E$$

$$-\frac{1}{B} = C - \frac{AD}{B} \quad \text{atau}$$

$$AD - BC = 1$$

c) Saluran Transmisi Sebagai Kutub Empat Parameter ABCD

1) Saluran Pendek



Gambar 2.9 Saluran Transmisi Pendek sebagai Kutub Empat

Dari gambar 2.9 diatas di dapat hubungan antara tegangan dan arus:

$$V_S = V_R + Z I_R \quad (2.15)$$

$$I_S = I_R \quad (2.16)$$

Dengan membandingkan persamaan (2.11) dengan persamaan (2.12) maka:

$$A = 1; B = Z; C = 0; D = 1$$

Pengecekan memberikan :

$$A D - B C = 1$$

$$1 \times 1 - Z \times 0 = 1$$

Konstanta-konstanta saluran A, B, C, dan D dapat dipakai guna menghitung regulasi. Biasanya besaran-besaran daya, arus dan faktor daya pada sisi terima diketahui dan demikian pula konstanta-konstanta ABCD. Penentuan tegangan dan arus sisi kirim dapat dihitung dengan mempergunakan persamaan [7]:

$$V_S = A V_R + B I_R \quad (2.17)$$

$$I_S = C V_R + D I_R \quad (2.18)$$

Guna menentukan tegangan tanpa beban pada sisi terima dipergunakan persamaan

$$V_R = V_S/A \text{ bila } I_R=0$$

Dengan demikian di peroleh:

$$(P_f_s) = \cos < V_s - I_s \quad (2.19)$$

$$(p_s) = \sqrt{3} V_s \times I_s \times P_f_s \quad (2.20)$$

$$\text{Rugi - rugi daya (P)} = P_L - P_S - P_R \quad (2.21)$$

$$\text{Regulasi tegangan (\%)} = \frac{V_S - V_R}{V_R} \times 100\% \quad (2.22)$$

Untuk menentukan efisiensi (%) transmisi, dipakai hubungan:

$$\text{Efisiensi (\%)} = \frac{\text{daya sisi terima}}{\text{daya sisi Kirim}} \times 100\% \quad (2.23)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data hasil pencatatan tiap gardu induk pada tanggal 1 maret 2019 jam 12.00 dan 19.30. data yang diambil berupa: data saluran, data tegangan, data arus, serta data cos phi pada sisi terima.

Setelah mendapatkan data diatas terlebih dahulu menentukan Impedansi saluraan, kemudian menghitung nilai ABCD dengan rumus $A = 1$; $B = Z$; $C = 0$; $D = 1$. Kemudian menentukan V_s dan I_s degan rumus:

$$V_s = A V_R + B I_R \text{ dan}$$

$$I_s = C V_R + D I_R.$$

Setelah V_s dan I_s di dapat selanjutnya dapat menghitung rugi-rugi tegangan, rugi-rugi daya, efisiensi dan presentase regulasi pada saluran dengan menggunakan rumus:

$$\text{Cos phi yang dikirim (Pfs)} = \cos < V_s - I_s$$

$$\text{Daya yang dikirim (ps)} = \sqrt{3} \times V_s \times I_s \times Pfs$$

$$\text{Rugi - rugi daya (PL)} = P_s - P_R$$

$$\text{Regualsi tegangan (\%)} = \frac{V - V_R}{V_R} \times 100\%$$

$$\text{Efisiensi (\%)} = \frac{\text{daya sisi terima}}{\text{daya sisi kirim}} \times 100\%$$

1. Data Penghantar Jaringan Transmisi Bolok - Nonohonis

Tabel 3.1 data penghantar jaringan transmisi Bolok - Nonohonis

No	Bay Penghantar	Line	jenis penghantar	panajng saluran (kms)	R (Ω)	L (H/km)	C(F/km)
2	Bolok - Maulafa	Bolok 1 Bolok 2	HAWK ₂₄₀ mm ²	14.5	0.1224	0.001073	0.005257
	Maulafa - Naibonat	Maulafa 1 Maulafa 2	OSTRICH 152 mm ²	35.97	0.1938	0.001111937	0.004169
3	Naibonat - Nenohonis	Naibonat 1 Naibonat 2	OSTRICH 152 mm ²	62.29	0.1938	0.001111937	0.004169

Sumber : [12]

2. Data Hasil Pencatatan Di Gardu Induk Maulafa

Tabel 3.2 Hasil Pencatatan Di Gardu Induk Maulafa

Parameter	Jam	Saluran	
		1	2
Tegangan /V _R (kV)	12.00	68.57	68.59
	19.30	68.89	68.49
Arus /I _R (A)	12.00	180	180
	19.30	259	256.66
Daya nyata /P _R (MW)	12.00	21.1	21.1
	19.30	30.7	30.4
Daya Reaktif /Q _R (MVA _r)	12.00	3.6	3.6
	19.30	2.8	2.9
Faktor daya /P _{f_R}	12.00	0.9	0.9

3. Data Hasil Pencatatan Di Gardu Induk Naibonat

Tabel 3.3 Hasil Pencatatan Di Gardu Induk Naibonat

Parameter	Jam	Saluran	
		1	2
Tegangan /V _R (kV)	12.00	68.32	68.37
	19.30	67.52	67.57
Arus /I _R (A)	12.00	66	65.66
	19.30	121	121
Daya nyata /P _R (MW)	12.00	7.84	7.74
	19.30	14.10	14.20
Daya Reaktif /Q _R (MVA _r)	12.00	0.74	0.81
	19.30	0.57	0.58
Faktor daya /P _{f_R}	12.00	0.9	0.9
	19.30	0.9	0.9

19.30 0.9 0.9

Sumber : [12]

Sumber : [12]

4. Data Hasil Pencatatan Di Gardu Induk Nonohonis

Tabel 3.4 Data Hasil Pencatatan Di Gardu Induk Nonohonis

Parameter	Jam	Saluran	
		1	2
Tegangan /V _R (kV)	12.00	67.34	67.06
	19.30	65.10	64.82
Arus /I _R (A)	12.00	53	53
	19.30	104	103.66
Daya nyata /P _R (MW)	12.00	6.14	6.10
	19.30	11.70	11.70
Daya Reaktif /Q _R (MVA _r)	12.00	0.50	0.37
	19.30	0.76	0.76
Faktor daya /Pf _R	12.00	0.9	0.9
	19.30	0.9	0.9

Sumber : [12]

3.2. Hasil Perhitungan Saluran

1. Hasil Perhitungan Pukul 12.00 Wita

a) Saluran 1

Tabel 4.1 Hasil perhitungan pada saluran 1 pukul 12.00 Wita

Saluran	Z	Parameter				V _s (kV)	I _s (A)	Pf _s	P _s (MW)	P _L (MW)	Reg (%)	Eff (%)
		A	B	C	D							
Bolok – Maulafa	1.7748 + 4.8878i	1	1.7748 + 4.8878i	0	1	69.12	180	0.9	21.55	0.45	0.8	97.88
Maulafa – Naibonat	6.9710 + 12.649i	1	6.9710 + 12.649i	0	1	69.12	66	0.9	7.89	0.059	1.16	99.2
Naibonat - Nonohonis	12.0718 + 21.9049i	1	12.0718 + 21.9049i	0	1	68.44	53	0.9	6.28	0.14	1.64	97.67

b) Saluran 2

Tabel 4.2 Hasil perhitungan pada saluran 2 pukul 12.00 wita

Saluran	Z	Parameter				V _s (kV)	I _s (A)	Pf _s	P _s (MW)	P _L (MW)	Reg (%)	Eff (%)
		A	B	C	D							
Bolok - Maulafa	1.7748 + 4.8878i	1	1.7748 + 4.8878i	0	1	69.14	180	0.9	21.56	0.45	0.81	97.86
Maulafa - Naibonat	6.9710 + 12.649i	1	6.9710 + 12.649i	0	1	69.16	66	0.9	7.905	0.165	1.16	97.86
Naibonat - Nonohonis	12.0718 + 21.9049i	1	12.0718 + 21.9049i	0	1	68.16	53	0.9	6.25	0.15	1.65	97.43

2. Pukul 19.30 Wita

a) Saluran 1

Tabel 4.3 Hasil perhitungan pada saluran 1 pukul 19.30 wita

Saluran	Z	Parameter				Vs (kV)	Is (A)	Pfs	Ps (MW)	PL (MW)	Reg (%)	Eff (%)
		A	B	C	D							
Bolok - Maulafa	1.7748 + 4.8878i	1	1.7748 + 4.8878i	0	1	69.69	259	0.9	31.25	0.55	1.16	98.16
Maulafa - Naibonat	6.9710 + 12.649i	1	6.9710 + 12.649i	0	1	68.98	121	0.9	14.44	0.346	2.16	97.45
Naibonat - Nonohonis	12.0718 + 21.9049i	1	12.0718 + 21.9049i	0	1	67.27	104	0.9	12.09	0.39	3.34	96.38

b) Saluran 2

Tabel 4.4 Hasil perhitungan pada saluran 2 pukul 19.30 Wita

Saluran	Z	Parameter				Vs (kV)	Is (A)	Pfs	Ps (MW)	PL (MW)	Reg (%)	Eff (%)
		A	B	C	D							
Bolok - Maulafa	1.7748 + 4.8878i	1	1.7748 + 4.8878i	0	1	69.48	257	0.9	30.91	0.51	1.15	98.24
Maulafa - Naibonat	6.9710 + 12.649i	1	6.9710 + 12.649i	0	1	69.03	121	0.9	14.45	0.256	2.16	98.08
Naibonat - Nonohonis	12.0718 + 21.9049i	1	12.0718 + 21.9049i	0	1	66.98	103	0.9	12	0.30	3.34	97.11

3.3. Pembahasan

1. Pukul 12.00 Wita

Berdasarkan perhitungan data hasil pada Tabel 4.5 menunjukkan bahwa un tuk saluran 1 pada pukul 12.00 Wita tegangan yang dikirim dari gardu induk Bolok ke gardu induk Maulafa 69.12 kV, arus 180 A, cos phi 0.9 serta daya sebesar 21.55 MW. Sepanjang saluran terjadi jatuh tegangan sebesar 0.80 % atau sebesar 0.55 kV dimana tegangan yang diterima sebesar 68.57 kV. Akibatnya sepanjang saluran terjadi kehilangan daya sebesar 0.45 MW atau sebesar 2.08 % dari daya yang dikirim. Dengan demikian efisiensi saluran sebesar 97.88 %.

Saluran Maulafa – Naibonat tegangan yang dikirim sebesar 69.12 kV, arus 66 A, cos phi 0.9 serta daya yang dikirim 7.89 MW. Sepanjang

saluran terjadi jatuh tegangan sebesar 1.16 % atau sebesar 0.8 kV dimana tegangan yang diterima sebesar 68.32 kV. Akibatnya sepanjang saluran terjadi kehilangan daya sebesar 0.059 MW atau sebesar 0.747 % dari daya yang dikirim. Dengan demikian efisiensi saluran sebesar 99.20 %.

Saluran Naibonat Nonohonis tegangan yang dikirim sebesar 68.44 kV, arus 53 A, cos phi 0.9 serta daya yang dikirim 6.28 MW. Sepanjang saluran terjadi jatuh tegangan sebesar 1.64 % atau sebesar 1.1 kV. Akibatnya sepanjang saluran terjadi kehilangan daya sebesar 0.14 MW atau sebesar 2.23 % dari daya yang dikirim. Dengan demikian efisiensi saluran sebesar 97.67 %.

Dapat dilihat bahwa jatuh tegangan paling besar terjadi pada saluran Naibonat – Nonohonis yaitu sebesar 1.64 % dari tegangan kirim.

Hal ini terjadi karena saluran Naibonat – Nonohonis lebih panjang yaitu 62.29 kms dari pada saluran Bolok – Maulafa yaitu 14.5 kms dan saluran Maulafa – Naibonat sepanjang 35.97 kms. Dan juga dilihat dari luas penampang penghantar untuk saluran Naibonat – Nonohonis luas penampang sangat kecil jika dibandingkan dengan saluran Bolok – Maulafa. Dimana untuk saluran Naibonat – Nonohonis menggunakan ACSR OSTRICH 152 mm², sedangkan untuk saluran Bolok – Maulafa menggunakan ACSR HAWK 240 mm². Besarnya jatuh tegangan untuk saluran Naibonat – Nonohonis menyebabkan rugi-rugi daya juga semakin besar. Demikian juga untuk saluran 2 jatuh tegangan paling besar ada pada saluran Naibonat – Nonohonis.

2. Pukul 19.30 Wita

Berdasarkan data hasil perhitungan pada Tabel 4.7 menunjukkan bahwa untuk saluran 1 pikul 19.30 Wita tegangan yang dikirim dari gardu induk Bolok ke gardu induk Maulafa 69.69 kV, arus 259 A, cos phi 0.9 serta daya yang dikirim sebesar 31.25 MW. Sepanjang saluran terjadi jatuh tegangan sebesar 1.16 % atau sebesar 0.8 kV dimana tegangan yang diterima sebesar 68.89 kV. Akibatnya sepanjang saluran terjadi kehilangan daya sebesar 0.55 MW atau sebesar 1.76 % dari daya yang dikirim. Dengan demikian efisiensi saluran sebesar 98.16 %.

Saluran Maulafa – Naibonat tegangan yang dikirim sebesar 68.98 kV, arus 121 A, cos phi 0.9 serta daya yang dikirim 14.44 MW. Sepanjang saluran terjadi jatuh tegangan sebesar 2.16 % atau sebesar 1.37 kV dimana tegangan yang diterima sebesar 67.52 kV. Akibatnya sepanjang saluran terjadi kehilangan daya sebesar 0.346 MW atau sebesar 2.39 % dari daya yang dikirim. Dengan demikian efisiensi saluran sebesar 7.45 %.

Saluran Naibonat – Nonohonis tegangan yang dikirim sebesar 67.27 kV, arus 104 A, cos phi 0.9 serta daya yang dikirim 12.09 MW. Sepanjang saluran terjadi jatuh tegangan sebesar 3.34 % atau sebesar 2.17 kV. Akibatnya sepanjang saluran terjadi kehilangan daya sebesar 0.39 MW atau sebesar 3.22 % dari daya yang dikirim. Dengan demikian efisiensi saluran sebesar

96.38 %.

Dapat dilihat bahwa jatuh tegangan paling besar terjadi pada saluran Naibonat – Nonohonis yaitu sebesar 3.34 % dari tegangan kirim. Hal ini terjadi karena saluran Naibonat – Nonohonis lebih panjang yaitu 62.29 kms dari pada saluran Bolok – Maulafa yaitu 14.5 kms dan saluran Maulafa – Naibonat sepanjang 35.97 kms. Dan juga dilihat dari luas penampang penghantar untuk saluran Naibonat – Nonohonis luas penampang sangat kecil jika dibandingkan dengan saluran Bolok – Maulafa. Dimana untuk saluran Naibonat – Nonohonis menggunakan ACSR OSTRICH 152 mm², sedangkan untuk saluran Bolok – Maulafa menggunakan ACSR HAWK 240 mm². Besarnya jatuh tegangan untuk saluran Naibonat – Nonohonis menyebabkan rugi-rugi daya juga semakin besar. Demikian juga untuk saluran 2 jatuh tegangan paling besar ada pada saluran Naibonat – Nonohonis.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan perhitungan diatas mengenai analisis tegangan saluran transmisi 70 kV pada sistem timor dengan parameter ABCD dapat disimpulkan bahwa:

1. Tegangan yang dikirim dari GI Bolok ke GI Maulafa 69.76 kV dengan tegangan terima 68.69 kV, Arus kirim dan terima 259 A, faktor daya 0.9, dan Daya kirim sebesar 31.27 MW dengan daya terimanya sebesar 30.07 MW. Tegangan kirim dari GI Maulafa ke GI Naibonat 68.98 kV dengan tegangan terima 67.52 kV, Arus kirim dan terima 121 A, faktor daya 0.9, dan Daya kirim 14.44 MW dengan daya terima 14.10 MW. Tegangan kirim dari GI Naibonat ke GI Nonohonis 67.27 kV dengan Tegangan terima 65.10 kV, Arus kirim dan terima 104 A, faktor daya 0.9 dan Daya kirim 12.09 MW dengan Daya terima 11.70 MW.

2. Saluran Bolok – Maulafa rugi-rugi daya tiap saluran sebesar 1.11 MW, regulasi tegangan 1.27 %, efisiensi saluran 98.14 %. Saluran Maulafa – Naibonat rugi-rugi daya sebesar 0.59 MW, regulasi tegangan 2.16 %, efisiensi saluran 97.45 %. Saluran Naibonat – Nonohonis rugi-rugi daya sebesar 0.69 MW, regulasi tegangan 3.34%, dan efisiensi saluran 96.38 %. Persentase rugi – rugi daya paling besar terjadi pada saluran Naibonat – Nonohonis yaitu sebesar 3.23 %. Dari hasil perhitungan diatas menunjukkan bahwa jatuh tegangan berada pada kondisi yang stabil berdasarkan aturan [13]

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Afandi, "Sistem Tenaga Listrik: Operasi Sistem dan Pengendalian," *Malang: Universitas Negeri Malang*, 2005.
- [2] C. Cekdin, "Transmisi Daya Listrik," 2013.
- [3] A. Arismunandar and S. Kuwahara, "Teknik Tenaga Listrik, Jilid II: Saluran Transmisi: Buku Pegangan," 1973.
- [4] A. B. Sumadiyana, "Simulasi Aliran Daya Sistem 150 kV Region Jakarta-Banten dengan Perbandingan Sistem Grid Dan IBT," *Fakultas Teknik Program Studi Teknik Elektro, Universitas Indonesia, Depok*, 2009.
- [5] Sugiyanto, "Studi Analisa Kestabilan Tegangan Pada Saluran Transmisi Sistem Jawa Timur Subsistem Paiton – Grati dengan Menggunakan Line Collapse Proximity Index," *Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya*, 2017.
- [6] H. Purnomo, *Buku Analisis Sistem Daya (Bagian : Saluran Transmisi Daya Elektrik)*. Malang: Universitas Brawijaya, 2016.
- [7] A. Kadir, "Transmisi Tenaga Listrik," *Universitas Indonesia, Jakarta*, 1998.
- [8] G. P. Y. A. Nasution, "Simulasi Sistem Jaringan Transmisi Tenaga Listrik Menggunakan Program Matlab," 2016.
- [9] H. Saadat, *Power system analysis*. McGraw-hill, 1999.
- [10] J.Pramono, "Makalah Teknik Tenaga Listrik, Transmission of Electrical Energy (Transmisi Tenaga Listrik)," *Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, Depok*. Diambil dari http://staff.ui.ac.id/system/files/users/chairul_hudaya/material/papertransmissionofelectricalenergy.pdf, 2010.
- [11] T. S. Hutauruk, *Transmisi Daya Listrik*. Jakarta. Jakarta: Erlangga, 1993.
- [12] P. P. (Persero), "Data PLN ULTG Kupang," 2020.
- [13] SPLN 1 1978: *Tegangan - Tegangan Standar*, 1978.