

# PERENCANAAN JARINGAN LISTRIK BAWAH TANAH PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO DESA MOOLO KECAMATAN BATUKARA KABUPATEN MUNA

Baharuddin, LD Muh Kamaluddin K<sup>1</sup>), Andareas Pangkung, Abdul Rahman<sup>2</sup>)

**Abstrak:** Perencanaan jaringan listrik bawah tanah dilakukan dengan kapasitas generator sebesar 25 kW, jarak antara pusat pembangkit dengan pusat beban sejauh 2100 meter, jumlah kepala keluarga 150 kk sebagai pemanfaat energi listrik PLTMH sebesar 18480 Watt. Analisis berdasarkan reaktansi induktif konduktor tembaga dengan asumsi  $\Delta V=11,40$  Volt, maka dibutuhkan  $q=114,346$  mm<sup>2</sup>,  $\Delta P=1.381,754$  Watt, dan apabila diasumsikana  $\Delta V=19$  Volt, maka dibutuhkan  $q=185,958$  mm<sup>2</sup>  $\Delta P=849,644$  Watt. Dianalisis berdasarkan tahanan konduktor tembaga dengan asumsi  $\Delta V=11,40$  Volt, maka dibutuhkan  $q=78,777$  mm<sup>2</sup>,  $\Delta P=1.798,125$  Watt, dan apabila diasumsikan  $\Delta V=19$  Volt, maka dibutuhkan  $q=110,288$  mm<sup>2</sup>  $\Delta P=1.284,375$  Watt, dengan arus kirim generator 85% atau 40,38Ampere.

**Kata Kunci:** drop tegangan rendah, penampang konduktor, tembaga

## I. PENDAHULUAN

Perkembangan dan kemajuan zaman energi listrik merupakan sumber energi utama untuk memenuhi kebutuhan disektor industri, pemerintah maupun dalam memenuhi kebutuhan rumah tangga.

Pemanfaatan energi terbarukan menjadi pilihan strategis dan salah satu metode penyelesaian masalah kemasyarakatan dalam menangani persoalan krisis energi dan ketersediaan energi listrik oleh karena itu pemerintah pusat dan daerah. Kabupaten Muna memanfaatkan energi terbarukan dengan membangun PLTMH namun yang menjadi kendala adalah PLTMH tersebut berada di lokasi hutan lindung dan listrik yang dibangkitkan belum bisa dimanfaatkan oleh masyarakat setempat.

Dengan perencanaan ini berdasarkan data PLTMH, data beban dan jarak pembangkit ke pusat beban dapat kita ketahui luas penampang penghantar yang akan digunakan, jatuh tegangan dan rugi daya pada jaringan listrik bawah tanah pembangkit listrik tenaga mikro hidro Desa Moolo Kecamatan Batukara Kabupaten Muna.

### A. Pembangkit Listrik Tenaga Air

Pembangkit listrik tenaga air merupakan suatu bentuk perubahan tenaga dari tenaga air dengan ketinggian dan debit tertentu menjadi tenaga listrik dengan menggunakan turbin air dan generator.

<sup>1</sup> Alumni Program D4 Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang

<sup>2</sup> Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang



- Atau jatuh tegangan dapat juga dihitung dengan mengacu pada buku terbitan Grundfos yang dinyatakan sebagai berikut:

$$\Delta U = \frac{I \cdot 1,73 \cdot 100 \cdot l \cdot (\rho \cdot \cos\varphi + q \cdot X_L \cdot \sin\varphi)}{U \cdot q} \dots\dots\dots(4)$$

#### F. Jaringan Listrik Bawah Tanah (*Underground Lines*)

Jaringan listrik bawah tanah ialah satu atau beberapa bagian hantaran yang berisolasi, berpelindung mekanis dan berselubung luar yang dalam penggunaannya ditanam / dipasang di dalam tanah, Kabel Tanah adalah salah satu / beberapa kawat yang diisolasikan, sehingga tahan terhadap tegangan tertentu antara penghantar yang satu dengan penghantar yang lain ataupun penghantar dengan tanah serta dibungkus dengan pelindung, sehingga terhindar dari pengaruh-pengaruh kimia lain yang ada dalam tanah. Oleh karena itu kabel tanah tersebut beroperasi dalam tanah, maka komponen termasuk kabel harus mampu beroperasi secara terus menerus karena memiliki persyaratan isolasi yang khusus untuk melindunginya dari segala bentuk kelembaban serta pengaruh pengaruh lain yang terdapat didalam tanah. Instalasi (pemasangan) kabel dalam tanah dapat dilakukan dengan penanaman langsung atau melalui saluran pelindung. Instalasi kabel tanah dengan penanaman langsung, yaitu kabel secara langsung, tanpa menggunakan saluran pelindung (*duct* atau pipa), ditanam di dalam tanah.

## II. METODE PENELITIAN

### Waktu dan tempat penelitian

Pelaksanaan perencanaan jaringan listrik bawah tanah Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro Desa Moolo Kecamatan Batukara Kabupaten Muna dilakukan Sejak bulan Januari 2012 sampai Agustus 2012, perencanaan dan pengambilan data dilakukan dengan melakukan peninjauan langsung ke lokasi pembangkit listrik tenaga mikro hidro, dan melihat langsung jalur mana yang terbaik dan terdekat untuk dilalui kabel listrik bawah tanah, lokasi pusat beban serta berdasarkan data dari instansi terkait.

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Analisis Perencanaan Kabel Bawah Tanah

Perencanaan jaringan listrik bawah tanah pembangkit listrik tenaga mikro hidro merupakan suatu rangkaian perencanaan yang signifikan terumatama dalam hal untuk Penentuan luas penampang kawat penghantar yang menyangkut dengan kemampuan hantar arus (KHA) suatu penghantar. Dalam pemilihan kabel penghantar perencanaan ini mengacu pada standar yang telah dibakukan atau telah memenuhi persyaratan dari Standar Nasional (SNI) dan SPLN.



**B. Hasil Analisis Kabel Penghantar Bawah Tanah**

Tabel 1. hasil Analisis penghantar tembaga dengan memperhitungkan reaktansi induktif dengan arus kirim 85%

No	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Le	Lu	Lu	Lu	Lu	Lu	Lu	Lu	Lu	Lu	Lu	Lu	Lu	Lu	Lu	Lu	Lu	Lu	Lu
1	475	85	40,8	1,12	2,08	13	0,01938	38	0,00071	15	3,2	1468,23	0,0253	0,00048	25465,28	1,38	68,04	43,54	49,55
2	475	85	40,8	1,12	2,08	13	0,01938	38	0,00071	15	3,5	1468,23	0,0253	0,00048	25465,28	1,16	68,04	40,54	50,55
3	475	85	40,8	1,12	2,08	13	0,01938	38	0,00071	15	4,0	1468,23	0,0253	0,00048	25465,28	1,53	68,04	33,54	51,55
4	475	85	40,8	1,12	2,08	13	0,01938	38	0,00071	15	4,5	1468,23	0,0253	0,00048	25465,28	1,70	68,04	30,54	52,55
5	475	85	40,8	1,12	2,08	13	0,01938	38	0,00071	15	5,0	1468,23	0,0253	0,00048	25465,28	1,83	68,04	28,54	53,55
6	475	85	40,8	1,12	2,08	13	0,01938	38	0,00071	15	5,5	1468,23	0,0253	0,00048	25465,28	1,96	68,04	26,54	54,55
7	475	85	40,8	1,12	2,08	13	0,01938	38	0,00071	15	6,0	1468,23	0,0253	0,00048	25465,28	2,08	68,04	24,54	55,55
8	475	85	40,8	1,12	2,08	13	0,01938	38	0,00071	15	6,5	1468,23	0,0253	0,00048	25465,28	2,18	68,04	23,54	56,55
9	475	85	40,8	1,12	2,08	13	0,01938	38	0,00071	15	7,0	1468,23	0,0253	0,00048	25465,28	2,28	68,04	22,54	57,55

Tabel 2. Hasil analisis konduktor Tembaga

No	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Lu	Lu	Lu	Lu	Lu	Lu	Lu	Lu	Lu	Lu	Lu	Lu	Lu	Lu	Lu	Lu	Lu	Lu	Lu
1	475	85	40,8	1,12	2,08	13	0,01938	38	0,00071	15	3,2	1468,23	0,0253	0,00048	25465,28	1,38	68,04	43,54	49,55
2	475	85	40,8	1,12	2,08	13	0,01938	38	0,00071	15	3,5	1468,23	0,0253	0,00048	25465,28	1,16	68,04	40,54	50,55
3	475	85	40,8	1,12	2,08	13	0,01938	38	0,00071	15	4,0	1468,23	0,0253	0,00048	25465,28	1,53	68,04	33,54	51,55
4	475	85	40,8	1,12	2,08	13	0,01938	38	0,00071	15	4,5	1468,23	0,0253	0,00048	25465,28	1,70	68,04	30,54	52,55
5	475	85	40,8	1,12	2,08	13	0,01938	38	0,00071	15	5,0	1468,23	0,0253	0,00048	25465,28	1,83	68,04	28,54	53,55
6	475	85	40,8	1,12	2,08	13	0,01938	38	0,00071	15	5,5	1468,23	0,0253	0,00048	25465,28	1,96	68,04	26,54	54,55
7	475	85	40,8	1,12	2,08	13	0,01938	38	0,00071	15	6,0	1468,23	0,0253	0,00048	25465,28	2,08	68,04	24,54	55,55
8	475	85	40,8	1,12	2,08	13	0,01938	38	0,00071	15	6,5	1468,23	0,0253	0,00048	25465,28	2,18	68,04	23,54	56,55
9	475	85	40,8	1,12	2,08	13	0,01938	38	0,00071	15	7,0	1468,23	0,0253	0,00048	25465,28	2,28	68,04	22,54	57,55

Tabel 3. hasil Analisis penghantar aluminium dengan memperhitungkan reaktansi induktif dengan arus kirim 85%



No	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Arus (A)	Luas (mm <sup>2</sup> )	Luas (mm <sup>2</sup> )	Jarak meter	Daya Generator (Watt)	cosφ	α	Tegangan (V)	ΔU (%)	V <sub>1</sub> (V)	V <sub>2</sub> (V)	V <sub>3</sub> (V)	V <sub>4</sub> (V)	V <sub>5</sub> (V)	V <sub>6</sub> (V)	V <sub>7</sub> (V)	V <sub>8</sub> (V)	V <sub>9</sub> (V)	V <sub>10</sub> (V)
1	47,5	85%	40,38	2,100	25.000	0,8	56	380	3,0	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60
2	47,5	85%	40,38	2,100	25.000	0,8	56	380	3,5	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60
3	47,5	85%	40,38	2,100	25.000	0,8	56	380	4,0	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60
4	47,5	85%	40,38	2,100	25.000	0,8	56	380	4,5	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60
5	47,5	85%	40,38	2,100	25.000	0,8	56	380	5,0	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60
6	47,5	85%	40,38	2,100	25.000	0,8	56	380	5,5	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60
7	47,5	85%	40,38	2,100	25.000	0,8	56	380	6,0	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60
8	47,5	85%	40,38	2,100	25.000	0,8	56	380	6,5	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60
9	47,5	85%	40,38	2,100	25.000	0,8	56	380	7,0	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60

Tabel 4. Hasil analisis konduktor Aluminium

No	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Arus (A)	Luas (mm <sup>2</sup> )	Luas (mm <sup>2</sup> )	Jarak meter	Daya Generator (Watt)	cosφ	α	Tegangan (V)	ΔU (%)	V <sub>1</sub> (V)	V <sub>2</sub> (V)	V <sub>3</sub> (V)	V <sub>4</sub> (V)	V <sub>5</sub> (V)	V <sub>6</sub> (V)	V <sub>7</sub> (V)	V <sub>8</sub> (V)	V <sub>9</sub> (V)	V <sub>10</sub> (V)
1	47,5	85%	40,38	2,100	25.000	0,8	56	380	3,0	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60
2	47,5	85%	40,38	2,100	25.000	0,8	56	380	3,5	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60
3	47,5	85%	40,38	2,100	25.000	0,8	56	380	4,0	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60
4	47,5	85%	40,38	2,100	25.000	0,8	56	380	4,5	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60
5	47,5	85%	40,38	2,100	25.000	0,8	56	380	5,0	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60
6	47,5	85%	40,38	2,100	25.000	0,8	56	380	5,5	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60
7	47,5	85%	40,38	2,100	25.000	0,8	56	380	6,0	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60
8	47,5	85%	40,38	2,100	25.000	0,8	56	380	6,5	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60
9	47,5	85%	40,38	2,100	25.000	0,8	56	380	7,0	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60	342,60

Tabel 5. hasil Analisis penghantar tembaga dengan menghitung tahanan konduktor dengan arus kirim 85%

No.	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12(11*7)	13(11*10)	14
	Arus (A)	Luas (mm <sup>2</sup> )	Luas (mm <sup>2</sup> )	Jarak meter	Daya Generator (Watt)	cosφ	α	Tegangan (Volt)	ΔU (%)	V <sub>1</sub> (V)	V <sub>2</sub> (V)	V <sub>3</sub> (V)	q (mm <sup>2</sup> )
1.	47,5	85%	40,38	2,100	25.000	0,8	56	380	3,0	342,60	342,60	342,60	181,813
2.	47,5	85%	40,38	2,100	25.000	0,8	56	380	3,5	342,60	342,60	342,60	157,554
3.	47,5	85%	40,38	2,100	25.000	0,8	56	380	4,0	342,60	342,60	342,60	137,859
4.	47,5	85%	40,38	2,100	25.000	0,8	56	380	4,5	342,60	342,60	342,60	122,542
5.	47,5	85%	40,38	2,100	25.000	0,8	56	380	5,0	342,60	342,60	342,60	110,288
6.	47,5	85%	40,38	2,100	25.000	0,8	56	380	5,5	342,60	342,60	342,60	100,261
7.	47,5	85%	40,38	2,100	25.000	0,8	56	380	6,0	342,60	342,60	342,60	91,906
8.	47,5	85%	40,38	2,100	25.000	0,8	56	380	6,5	342,60	342,60	342,60	84,837
9.	47,5	85%	40,38	2,100	25.000	0,8	56	380	7,0	342,60	342,60	342,60	78,777

Tabel 6. Hasil Analisis Kabel Penghantar Tembaga

No	r (mm)	P (2mm/m)	f <sub>1</sub> (10 <sup>3</sup> Hz)	f <sub>2</sub> (10 <sup>3</sup> Hz)	f <sub>3</sub> (10 <sup>3</sup> Hz)	f <sub>4</sub> (10 <sup>3</sup> Hz)	f <sub>5</sub> (10 <sup>3</sup> Hz)	f <sub>6</sub> (%)	f <sub>7</sub> (%)	Jarak Tegangan (M)	f <sub>8</sub> (10 <sup>3</sup> Hz)	Losses-P (Watt)	Daya tenaga beban (VA)	Tegangan tenaga beban (Volt)	Tegangan UK (Volt)
1	11,813	0,0200	34,502	0,8	11,346,91	11,784,99	11,781,98	1,901,370,000	11,80	30,408,481	79,625	30,724,175	39,818	112,811	
2	11,594	0,0200	34,502	0,8	11,346,91	11,784,99	1,901,370,000	11,80	30,408,481	19,902	74,128,128	39,78	111,734		
3	11,459	0,0200	34,502	0,8	11,346,91	11,784,99	1,901,370,000	11,80	30,408,481	14,919	29,070,340	39,80	110,817		
4	11,342	0,0200	34,502	0,8	11,346,91	11,784,99	1,901,370,000	11,80	30,408,481	11,935	23,004,185	39,79	109,529		
5	11,238	0,0200	34,502	0,8	11,346,91	11,784,99	1,901,370,000	11,80	30,408,481	10,950	21,711,125	39,78	108,423		
6	11,141	0,0200	34,502	0,8	11,346,91	11,784,99	1,901,370,000	11,80	30,408,481	10,000	20,000,000	39,78	107,526		
7	11,050	0,0200	34,502	0,8	11,346,91	11,784,99	1,901,370,000	11,80	30,408,481	9,100	18,820,700	39,78	106,720		
8	10,965	0,0200	34,502	0,8	11,346,91	11,784,99	1,901,370,000	11,80	30,408,481	8,250	18,000,000	39,78	106,018		
9	10,887	0,0200	34,502	0,8	11,346,91	11,784,99	1,901,370,000	11,80	30,408,481	7,450	17,300,000	39,78	105,406		

Tabel 7. hasil Analisis penghantar Aluminium dengan menghitung tahanan konduktor dengan arus kirim 85%

No	I <sub>tenaga</sub> (A)	I <sub>max</sub> (A)	Jarak (meter)	Daya Generator (Watt)	cosφ	1	Tegangan (Volt)	ΔI (%)	f <sub>1</sub> (10 <sup>3</sup> Hz)	f <sub>2</sub> (10 <sup>3</sup> Hz)	f <sub>3</sub> (10 <sup>3</sup> Hz)	f <sub>4</sub> (10 <sup>3</sup> Hz)	q (mm <sup>2</sup> )
1.	47,5	85%	40,38	2.300	25,00%	0,8	32,7	380	3,0	14,688,238	11,734,190	37,228	314,784
2.	47,5	85%	40,38	2.300	25,00%	0,8	32,7	380	3,5	14,688,238	11,734,190	43,491	289,817
3.	47,5	85%	40,38	2.300	25,00%	0,8	32,7	380	4,0	14,688,238	11,734,190	49,704	236,081
4.	47,5	85%	40,38	2.300	25,00%	0,8	32,7	380	4,5	14,688,238	11,734,190	55,917	209,457
5.	47,5	85%	40,38	2.300	25,00%	0,8	32,7	380	5,0	14,688,238	11,734,190	62,130	188,672
6.	47,5	85%	40,38	2.300	25,00%	0,8	32,7	380	5,5	14,688,238	11,734,190	68,343	171,701
7.	47,5	85%	40,38	2.300	25,00%	0,8	32,7	380	6,0	14,688,238	11,734,190	74,556	157,293
8.	47,5	85%	40,38	2.300	25,00%	0,8	32,7	380	6,5	14,688,238	11,734,190	80,769	145,286
9.	47,5	85%	40,38	2.300	25,00%	0,8	32,7	380	7,0	14,688,238	11,734,190	86,982	134,908

Tabel 8. Hasil analisis konduktor aluminium

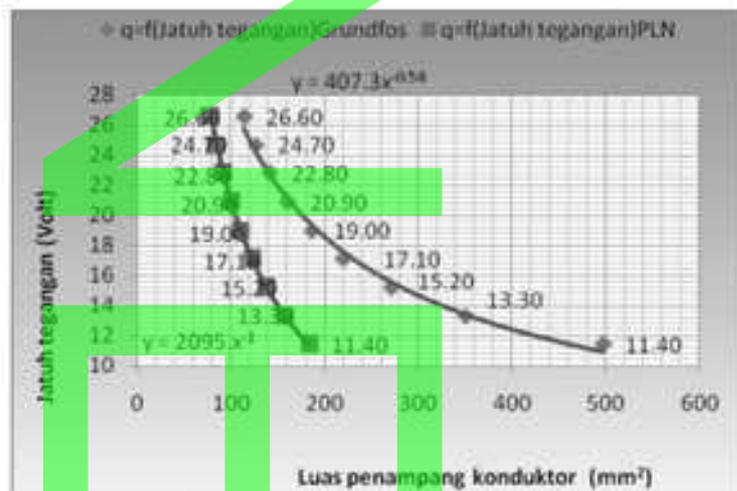
No	q (mm <sup>2</sup> )	P (2mm/m)	f <sub>1</sub> (10 <sup>3</sup> Hz)	f <sub>2</sub> (10 <sup>3</sup> Hz)	f <sub>3</sub> (10 <sup>3</sup> Hz)	f <sub>4</sub> (10 <sup>3</sup> Hz)	f <sub>5</sub> (%)	f <sub>6</sub> (%)	Jarak Tegangan (M)	f <sub>7</sub> (10 <sup>3</sup> Hz)	Losses-P (Watt)	Daya tenaga beban (VA)	Tegangan tenaga beban (Volt)	Tegangan UK (Volt)
1.	314,786	0,0200	34,502	0,8	11,346,91	11,784,99	1,901,370,000	11,80	30,408,481	79,625	30,724,175	39,818	112,811	
1.	289,817	0,0200	34,502	0,8	11,346,91	11,784,99	1,901,370,000	11,80	30,408,481	74,128	29,000,000	39,78	111,734	
1.	264,848	0,0200	34,502	0,8	11,346,91	11,784,99	1,901,370,000	11,80	30,408,481	68,631	27,270,000	39,78	110,657	
4.	239,879	0,0200	34,502	0,8	11,346,91	11,784,99	1,901,370,000	11,80	30,408,481	63,134	25,540,000	39,78	109,580	
1.	214,910	0,0200	34,502	0,8	11,346,91	11,784,99	1,901,370,000	11,80	30,408,481	57,637	23,810,000	39,78	108,503	
6.	189,941	0,0200	34,502	0,8	11,346,91	11,784,99	1,901,370,000	11,80	30,408,481	52,140	22,080,000	39,78	107,426	
7.	164,972	0,0200	34,502	0,8	11,346,91	11,784,99	1,901,370,000	11,80	30,408,481	46,643	20,350,000	39,78	106,349	
1.	139,993	0,0200	34,502	0,8	11,346,91	11,784,99	1,901,370,000	11,80	30,408,481	41,146	18,620,000	39,78	105,272	
1.	114,994	0,0200	34,502	0,8	11,346,91	11,784,99	1,901,370,000	11,80	30,408,481	35,649	16,890,000	39,78	104,195	

### C. Pembahasan

#### 1. Perbandingan Konduktor arus kirim generator 85%

##### a. Luas penampang konduktor dengan reaktansi induktif dan dengan besarnya tahanan untuk Tembaga

Grafik dibawah ini memperlihatkan hubungan antara unjuk kerja dari metode menghitung luas penampang konduktor dengan memperhitungkan reaktansi induktif mengacu pada buku terbitan grundfos dan metode menghitung luas penampang konduktor dengan memperhitungkan tahanannya saja mengacu pada buku 1 tahun 2010 terbitan PT PLN dengan asumsi analisis arus kirim generator 85% sebagaimana diperlihatkan pada grafik 4.3 berikut.



Grafik 1. Luas penampang konduktor terhadap jatuh tegangan

Grafik 1 merupakan gambaran dari karakteristik antara luas penampang kawat penghantar terhadap jatuh tegangan, dari kedua grafik yang merupakan hasil analisis dari penggunaan tipe persamaan yang berbeda. Dimana kedua karakteristik dari kedua persamaan menunjukkan kecenderungan menurun seiring dengan semakin besarnya konduktor untuk menghasilkan jatuh tegangan yang rendah.

Grafik hasil analisis persamaan dengan menghitung reaktansi induktif dari garafik 1, untuk menghasilkan jatuh tegangan 26,60 Volt dibutuhkan konduktor dengan luas penampang 114,346 mm<sup>2</sup>, untuk menghasilkan jatuh tegangan 19 Volt dibutuhkan konduktor dengan luas penampang 185,958 mm<sup>2</sup> dan untuk menghasilkan jatuh tegangan 11,40 Volt dibutuhkan konduktor 497,579 mm<sup>2</sup>.

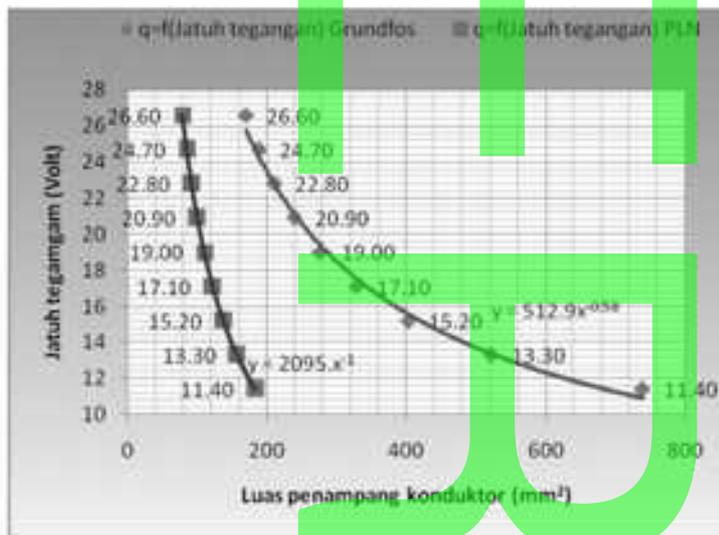
Grafik yang dihasilkan oleh persamaan praktis dengan menghitung besarnya tahanan, untuk menghasilkan jatuh tegangan 26,60 Volt atau maka dibutuhkan konduktor 78,777 mm<sup>2</sup>, untuk menghasilkan jatuh tegangan 19 Volt dibutuhkan konduktor dengan luas penampang 110,288 mm<sup>2</sup>, dan untuk menghasilkan jatuh

tegangan 11,40 Volt dibutuhkan kabel penghantar dengan luas penampang 183,579 mm<sup>2</sup>.

Dari kedua grafik menghitung dengan reaktansi induktif dan menghitung besarnya tahanan, jatuh tegangan yang sama sebagai contoh 11,40 Volt hitungan dengan reaktansi induktif menggunakan konduktor dengan luas penampang 497,579 mm<sup>2</sup> dan dengan menghitung besarnya tahanan menggunakan konduktor dengan luas penampang 183,813 mm<sup>2</sup>. Dalam hal ini ditinjau dari segi ekonomis dan analisis teknis, maka pemilihan kabel penghantar tembaga dengan menghitung besarnya tahanan lebih menguntungkan dibanding dengan menghitung besarnya reaktansi induktif. Grafik diatas merupakan grafik hubungan antara jatuh tegangan dengan luas penampang penghantar sehingga dengan menggunakan regresi power, maka terbentuk persamaan  $y=2069,x^{-1}$  dihitung dengan besarnya tahanan ( acuan buku 1 PT PLN) dan  $y=407,3x^{-0,58}$  dihitung dengan reaktansi induktif (acuan buku terbitan Grundfos) dimana x adalah luas penampang kawat penghantar dan y adalah jatuh tegangan (catatan: apabila nilai x dimasukkan ke dalam persamaan maka nilai y akan diperoleh)

**b. Luas penampang konduktor dengan reaktansi induktif dan denagn besarnya tahanan untuk Aluminium**

Grafik dibawah ini memperlihatkan hubungan antara unjuk kerja dari metode menghitung luas penampang konduktor dengan memperhitungkan reaktansi induktif mengacu pada buku terbitan grundfos dan metode menghitung luas penampang konduktor dengan memperhitungkan tahanannya saja mengacu pada buku 1 tahun 2010 terbitan PT PLN dengan asumsi analisis arus kirim generator 85% sebagaimana diperlihatkan pada grafik 2 berikut.



Grafik 2. Luas penampang konduktor terhadap jatuh tegangan

Grafik 2. merupakan gambaran dari karakteristik antara luas penampang kawat penghantar terhadap jatuh tegangan, dari kedua grafik yang merupakan hasil analisis memperlihatkan tipe karakteristik yang berbeda. Dimana kedua karakteristik dari kedua persamaan menunjukkan kecenderungan menurun seiring dengan semakin besarnya konduktor untuk menghasilkan jatuh tegangan yang rendah.

Grafik hasil analisis persamaan dengan menghitung reaktansi induktif dari garafik 2, untuk menghasilkan jatuh tegangan 26,60 Volt dibutuhkan konduktor dengan luas penampang 169,886 mm<sup>2</sup>, untuk menghasilkan jatuh tegangan 19 Volt dibutuhkan konduktor dengan luas penampang 276,281 mm<sup>2</sup> dan untuk menghasilkan jatuh tegangan 11,40 Volt dibutuhkan konduktor 379,260 mm<sup>2</sup>.

Grafik yang dihasilkan oleh persamaan praktis dengan menghitung besarnya tahanan, untuk menghasilkan jatuh tegangan 26,60 Volt atau maka dibutuhkan konduktor 134,908 mm<sup>2</sup>, untuk menghasilkan jatuh tegangan 19 Volt dibutuhkan konduktor dengan luas penampang 188,872 mm<sup>2</sup>, dan untuk menghasilkan jatuh tegangan 11,40 Volt dibutuhkan kabel penghantar dengan luas penampang 314,786 mm<sup>2</sup>.

Dari kedua grafik menghitung dengan reaktansi induktif dan menghitung besarnya tahanan, jatuh tegangan yang sama sebagai contoh 11,40 Volt hitungan dengan resistansi induktif menggunakan konduktor dengan luas penampang 739,260 mm<sup>2</sup> dan dengan menghitung besarnya tahanan menggunakan konduktor dengan luas penampang 314,786 mm<sup>2</sup>. Dalam hal ini ditinjau dari segi ekonomis dan analisis teknis, maka pemilihan kabel penghantar tembaga dengan menghitung besarnya tahanan lebih menguntungkan dibanding dengan menghitung besarnya resistansi induktif. Grafik diatas merupakan grafik hubungan antara jatuh tengangan dengan luas penampang penghantar sehingga dengan menggunakan regresi power, maka terbentuk persamaan  $y=2095,x^{-1}$  dihitung dengan besarnya tahanan ( acuan buku 1 PT PLN) dan  $y=512,9x^{-0,58}$  dihitung dengan reaktansi induktif (acuan buku terbitan Grundfos) dimana x adalah luas penampang kawat penghantar dan y adalah jatuh tegangan (catatan: apabila nilai x dimasukkan ke dalam persamaan maka nilai y akan diperoleh) .

Dari hasil analisis grafik 1 dan 2 mebukitkan bahwa kabel penghantar tembaga mempunyai kempuan hantar arus lebih baik dibanding dengan penghantar aluminium sebagai perbandingan hasil analisis luas penampang penghantar persamaan dengan menghitung reaktansi induktif untuk memperoleh jatuh tegangan 11,30 Volt maka digunakan kabel penghantar dengan luas penampang 114,36 mm<sup>2</sup> untuk tembaga 739,260 mm<sup>2</sup> untuk aluminium dan persamaan dengan menghitung besarnya tahanannya saja untuk memperoleh jatuh tegangan 11,30 Volt maka digunakan kabel penghantar dengan luas penampang 78,777 mm<sup>2</sup> untuk tembaga 134,908 mm<sup>2</sup> untuk aluminium. Perbandingan dari kedua kabel penghantar ini menandakan kabel penghantar tembaga lebih baik di banding dengan kabel penghantar aluminium di tinjau dari sisi teknis.

#### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

### A. Kesimpulan

Jatuh tegangan sebesar 11,40 Volt dibutuhkan luas penampang konduktor tembaga 114,346 mm<sup>2</sup> dengan losses daya 1.381,754 Watt untuk analisis berdasarkan reaktansi induktif dan luas penampang konduktor tembaga 78,777 mm<sup>2</sup> dengan losses daya 1.798,125 Watt untuk dianalisis berdasarkan besarnya tahanan. Jika Jatuh tegangan sebesar 19 Volt membutuhkan luas penampang konduktor tembaga 185,958 mm<sup>2</sup> dengan losses daya 849,644 Watt untuk analisis grafik berdasarkan reaktansi induktif dan luas penampang kabel penghantar tembaga 110,288 mm<sup>2</sup> dengan losses daya 1.284,375 untuk analisis berdasarkan besarnya tahanan dengan asumsi arus kirim generator sebesar 40,38 Ampere.

### B. Saran

Sehubungan dengan hasil analisis dari perencanaan kami, maka kami sarankan untuk menggunakan konduktor tembaga karena jatuh tegangan konduktor tembaga jauh lebih kecil disbanding konduktor aluminium.

### V. DAFTAR PUSTAKA

- Apolo, ST. M.Eng, 2011, Sistem Pembangkit Energi III Program studi D.IV Teknik Pembangkit Energi Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri ujung Pandang.
- Arismunandar, A. Dr & Kuwahara. S. Dr, 1993, Teknik Tenaga Listrik Jilid II.
- Arismunandar, 2004, *Teknik Tenaga Listrik Jilid I Pembangkitan dengan Tenaga Air*, Cetakan Kedelapan.
- Grundfos, Submersible pumps SP A, SP.
- Hutauruk. T. S. Ir. M. Sc, 1990, *Transmisi Daya Listrik*, Penerbit Erlangga
- Japan Internasional Cooperation Agency (JICA), Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia, 2003, *Panduan Pembangunan PLTMH*, Tokyo Electric Power Services Co, LTD Nippon Koei, LTD.
- Kadir, Abdul, Jakarta 1987, *Transformator*, Penerbit PT. Elex Media Komputindo Kelompok Gramedia., 1998, *Transmisi Tenaga Listrik*, Penerbit Universitas Indonesia
- Marsudi, Djiteng, 2005, *Pembangkitan Energi Listrik*, Penerbit Erlangga, Dicitak PT. Gelora Aksara Pratama.

201 Baharuddin, LD Muh Kamaluddin K, Andareas Pangkung, Abdul Rahman, *Perencanaan Jaringan Listrik Bawah Tanah Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Desa Moolo Kecamatan Batukara Kabupaten Muna*  
Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) 2000

PLN Udiklat Ujung Pandang, Pedoman Teknis penggelaran kabel bawah tanah

PT. PLN (Persero) Buku 1: Kriteria Desain Enjiniring Konstruksi Jaringan Distribusi Tenaga Listrik, Tahun 2010

Rijono Yon. Drs, 1997, *Dasar Teknik Tenaga Listrik*, Penerbit Andi Yogyakarta.

Suryatmo, F, *Dasar-dasar Teknik Listrik*, Penerbit PT. Asdi Mastya Jakarta.

SPLN 1:1978, SPLN 56: 1984, SPLN 72:1987,, SPLN 1: 1995

SPLN 56 -1: 1993 tentang kabel bawah tanah

Tse Kong Chi, 2002, *Analisis Ragkaian Linear*, Penerbit Erlangga, Dicitak oleh PT. Gelora Aksara Pratama.

Zuhal, Jakarta 1993, *Dasar Teknik Tenaga Listrik dan Elektronika Daya*, Penerbit PT. Gramedia Pustaka Utama.