

Karakteristik Saluran (DL 7901TT) Terhadap Perubahan Beban

Zainal Abidin¹⁾

¹⁾ Politeknik Negeri Bengkalis, Bengkalis, Indonesia

E-mail: zainal@polbeng.ac.id, zainalabidin5863@gmail.com

Abstract: Parameters of resistance, inductance and capacitance on the lines of the electric power system will affect the reliability of the electric power system. The resistance (R) and inductance (L) parameters form a series impedance that is evenly distributed along the power line, while the capacitance (C) parameter occurs between the single-phase and neutral lines of the three-phase power line system. An increase in the value of the capacitor parameter (2uF, 4uF) on the line causes a voltage gain at the Overhead end of the line ($U_2 > U_1$), and an increase in the inductor parameter value (1,2H, 0,9H) on the line causes a weakening of the voltage at the Overhead end of the line ($U_2 < U_1$) with constant resistance parameter values (100%, 80%, 60%, 40%). Current attenuation occurs when the end of the line is loaded with RC ($U_2 < U_1$) and current gain occurs when it is loaded with RL ($I_2 > I_1$). Changes in voltage and current affect PQ ($PQ_2 > PQ_1$). Significant gain occurs when the end of the channel is loaded with RC.

Keywords: Capacitance, inductance, resistance

Abstrak: Parameter resistansi, induktansi dan kapasitansi pada saluran sistem tenaga listrik akan mempengaruhi keandalan sistem tenaga listrik. Parameter resistansi (R) dan induktansi (L) membentuk impedansi seri yang merata di sepanjang saluran listrik, sedangkan parameter kapasitansi (C) terjadi antara saluran satu fasa dan netral dari sistem saluran listrik tiga fasa. Peningkatan nilai parameter kapasitor (2uF, 4uF) pada saluran menyebabkan penguatan tegangan pada ujung saluran *Overhead* ($U_2 > U_1$), dan peningkatan nilai parameter induktor (1,2H, 0,9H) pada saluran menyebabkan melemahnya tegangan pada ujung saluran *Overhead* ($U_2 < U_1$) dengan nilai parameter resistansi konstan (100%, 80%, 60%, 40%). Pelemahan arus terjadi saat ujung saluran dibebani RC ($U_2 < U_1$) dan penguatan arus terjadi saat dibebani RL ($I_2 > I_1$). Perubahan tegangan dan arus mempengaruhi PQ ($PQ_2 > PQ_1$). Penguatan yang signifikan terjadi ketika ujung saluran dibebani dengan RC.

Kata kunci: Induktansi, kapasitansi, resistansi

1. Pendahuluan

Tegangan kirim relative konstan dan tegangan terima naik seiring dengan jenis beban pada ujung saluran. Tegangan sisi terima dipengaruhi oleh besar beban dan jenis beban, semakin besar beban maka semakin besar tegangan sisi terima, $\cos \phi$ pada beban RC mengalami penguatan seiring dengan meningkatnya nilai kapasitor atau bertambahnya parameter kapasitansi pada saluran. Penguatan $\cos \phi$ pada beban RC mengakibatkan daya reaktif (Q) dan daya nyata (P) sisi terima meningkat, kondisi ini yang diharapkan dalam sistem tenaga listrik untuk tercapainya kestabilan tegangan pada penyaluran. Daya reaktif (Q) dan daya nyata (P) akan mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya induktansi, yaitu akibat adanya penambahan panjang saluran. Kondisi ini mengakibatkan $\cos \phi$ sisi terima semakin tinggi (naik), kondisi yang tidak dikehendaki dalam sistem tenaga listrik. [1-5]. Resistansi saluran menjadi faktor yang akan menentukan karakteristik dari saluran. Resistansi penyebab utama terjadinya jatuh tegangan dan rugi-rugi daya pada saluran. [1-5]. Impedansi seri menyebabkan terjadinya jatuh tegangan dan rugi-rugi daya saat penyaluran energi listrik. Besarnya induktansi yang terjadi pada penghantar saluran tergantung dari jenis penghantar yang dipakai dan banyaknya pilinan pada penghantar. penghantar saluran umumnya memiliki jumlah pilinan yang sama, sehingga Induktansi dan reaktansi induktif yang terjadi pada penghantar diabaikan karena faktor efek kulit dan efek sekitar. [1-5]. Nilai reaktansi kapasitif tergantung dari model saluran. Saluran pendek, nilai antara fasa saluran dengan netral (F-N) sedangkan saluran menengah, antara fasa-fasa saluran (F-F) dan untuk saluran panjang, nilai antara saluran pendek dan saluran menengah (F-N dan F-F). Nilai Reaktansi kapasitif saluran panjang sangat diperhitungkan. [1-5].

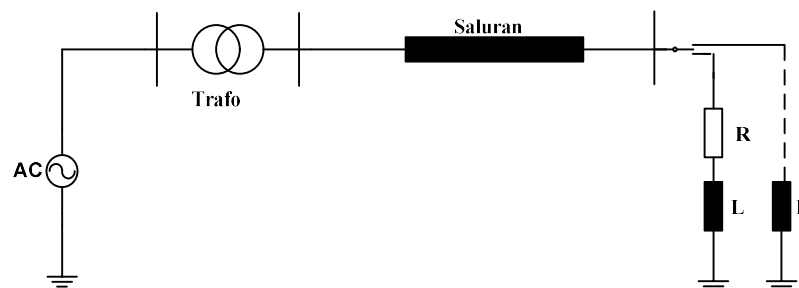
2. Metode

Penelitian berupa pengujian jenis *Overhead line* (DL 7901TT) skala laboratorium. Tegangan pada ujung *Overhead line* (sisi kirim) dipertahankan konstan dan ujung saluran lainnya *Overhead line* (sisi terima) diberi beban RC dan RL dengan nilai yang bervariasi dan hasil pengujian dianalisa. Penelitian seluruhnya dilakukan di Laboratorium Sistem Tenaga Listrik Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bengkalis.

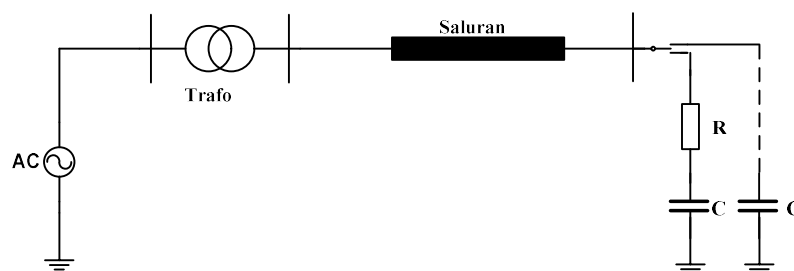
Perangkat yang digunakan:

- DL 2108TAL : Unit supply tiga-fase
- DL 2108T02 : Power circuit breaker
- DL 1080TT : Transformer tiga-fase
- DL 7901TT : Overhead line
- DL 2108T03 : Kapasitor line
- DL 1017R : Load resistansi
- DL 1017L : Load Induktor
- DL 1017C : Load Kapasitor
- DL 2109T26 : Power meter
- DL 2109T27 : Power factor meter
- DL 2109T2A5 : Moving-iron ammeter (2,5 A)
- DL 2109T1PV : Moving-iron voltmeter (600 V)

Model Single line penelitian.



Gambar 1. Single line pengamatan beban ohm-induktif dan induktif murni [7]



Gambar 2. Single line pengamatan beban ohm-kapasitif dan kapasitif murni [7]

3. Hasil Dan Pembahasan

Data Hasil Pengujian

Performa Karakteristik Beban Ohm-Induktif dan Induktif Murni

$L = 1,2H$

R(%)	U1(V)	I1(A)	P1(W)	Q1(VAR)	U2(V)	I2(A)	Cos ϕ 2
100	410	0,3	50	35	360	0,5	0,25
80	410	0,35	60	40	350	0,53	0,2
60	410	0,4	80	50	350	0,58	0,08
40	400	0,5	105	70	340	0,7	0,1

$L = 0,8H$

R(%)	U1(V)	I1(A)	P1(W)	Q1(VAR)	U2(V)	I2(A)	Cosφ2
100	400	0,25	50	70	320	0,65	0,4
80	400	0,3	60	75	320	0,65	0,35
60	400	0,45	70	80	315	0,7	0,25
40	400	0,55	95	95	300	0,8	0,05

Performan Karakteristik Beban Ohm-Kapasitif dan Kapasitif Murni

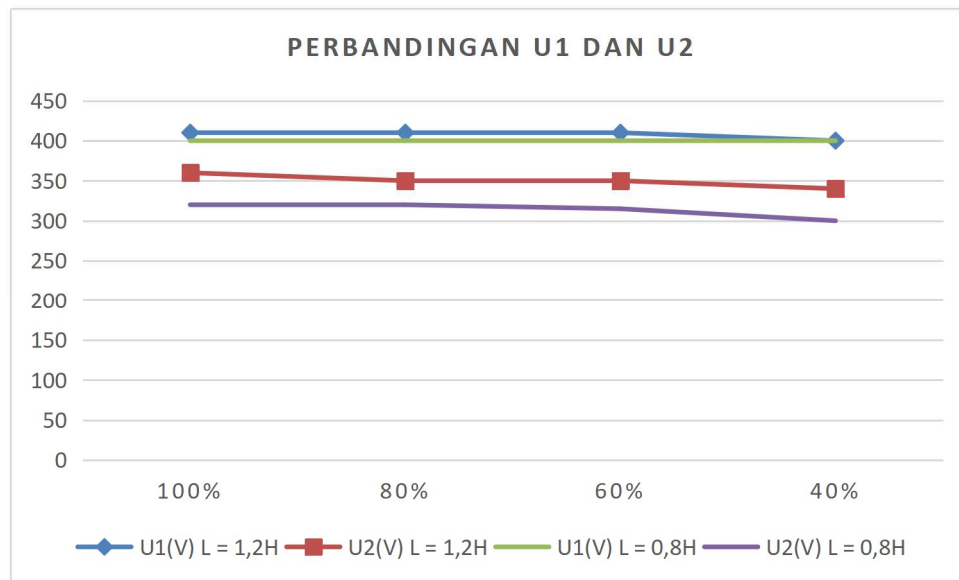
$C = 2\mu F$

R(%)	U1(V)	I1(A)	P1(W)	Q1(VAR)	U2(V)	I2(A)	Cosφ2
100	350	0,5	55	60	400	0,3	-0,9
80	350	0,54	66	50	400	0,3	-0,92
60	345	0,55	85	40	390	0,4	-0,95
40	340	0,65	115	10	360	0,6	-0,97

$C = 4\mu F$

R(%)	U1(V)	I1(A)	P1(W)	Q1(VAR)	U2(V)	I2(A)	Cosφ2
100	355	0,66	65	86	450	0,4	-0,65
80	350	0,7	80	76	440	0,4	-0,75
60	350	0,72	100	60	420	0,55	-0,85
40	340	0,8	135	20	400	0,65	-0,92

Pembahasan

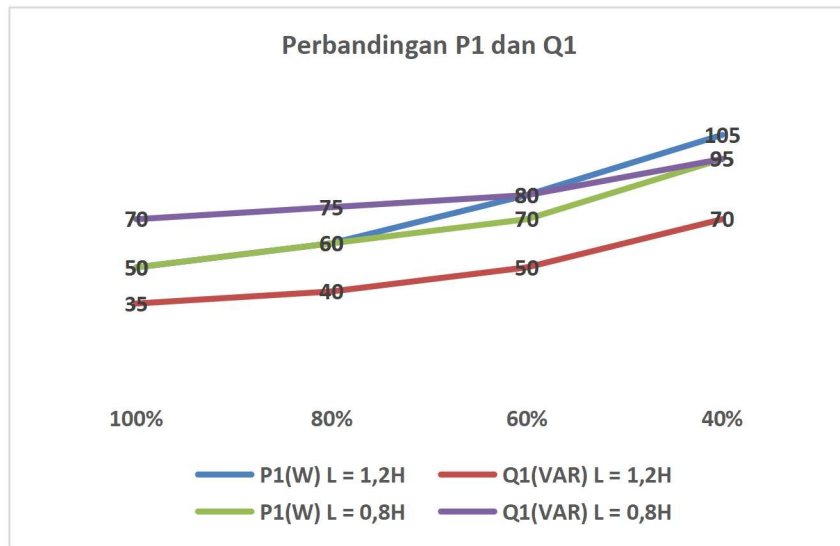


Gambar 3. Perbandingan tegangan kirim (U_1) terhadap tegangan terima (U_2)

Tegangan sisi kirim (U_1) relatif konstan (dipertahankan konstan) dan tidak terpengaruh oleh jenis beban diujung saluran. Tegangan sisi terima (U_2), yaitu :

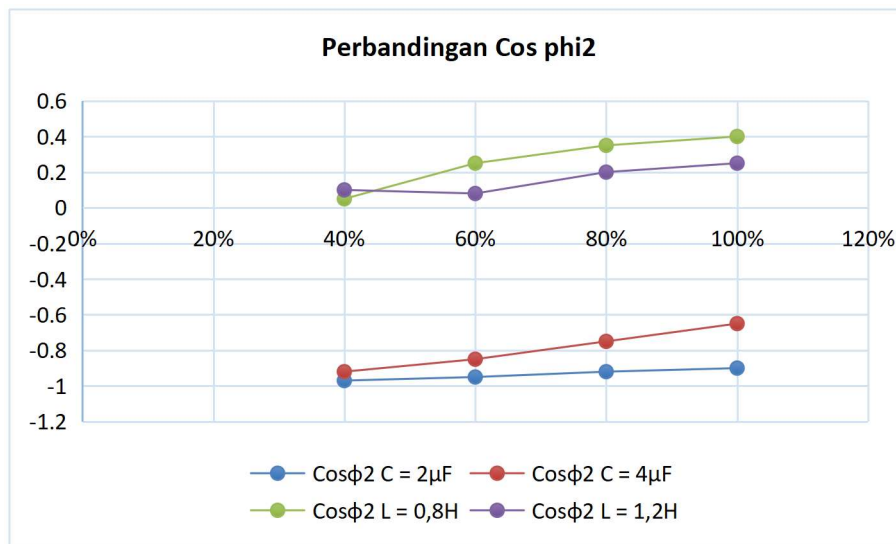
1. Terjadi pengutangan tegangan pada ujung saluran DL 7901TT saat jenis beban RC ($U_2 > U_1$). Yaitu dengan menaikkan nilai parameter kapasitor (2uF, 4uF) dengan nilai parameter resistansi konstan (100%, 80%, 60%, 40%).

2. Terjadi pelemahan tegangan pada ujung saluran DL 7901TT saat jenis beban RL ($U_2 < U_1$). pelemahan tegangan hingga dibawah tegangan kirim. Pelemahan tegangan dapat dinaikkan dengan menaikkan nilai parameter induktor (1,2H, 0,9H) dengan nilai parameter resistansi konstan (100%, 80%, 60%, 40%).



Gambar 4. Perbandingan daya P₁ terhadap daya Q₁

Tegangan (V) dan Arus (I) akan mempengaruhi nilai daya P (Watt) dan Q (Var) pada ujung terima. Beban RC dan RL sama-sama akan menguatkan daya PQ pada sisi terima (PQ terima > PQ kirim). Penguatan yang signifikan terjadi saat beban RC pada daya P dan daya Q jika dibandingkan dengan beban RL.



Gambar 5. Perbandingan Cos φ₂

Cos φ pada beban menunjukkan jenis beban, Beban RL, Cos φ bertanda positif (+), Beban RC, Cos φ bertanda negatif (-). Cos φ pada beban RC mengalami penguatan seiring dengan meningkatnya nilai kapasitor atau bertambahnya parameter kapasitansi pada saluran dengan nilai parameter resistansi saluran (R) konstan, penguatan Cos φ pada beban RC mengakibatkan daya reaktif (Q) dan daya nyata (P) sisi terima meningkat, kondisi ini yang diharapkan dalam sistem tenaga listrik untuk tercapainya kestabilan tegangan pada penyaluran. daya reaktif (Q) dan daya nyata (P) akan mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya induktansi, yaitu akibat adanya penambahan panjang saluran. Kondisi ini mengakibatkan Cos φ sisi terima semakin tinggi (naik), kondisi yang tidak dikehendaki dalam sistem tenaga listrik.

4. Kesimpulan

1. Tegangan sisi terima (V terima) dan Arus sisi kirim (I kirim) dan arus sisi terima (I terima) dipengaruhi oleh besar dan jenis beban diujung saluran
2. Pengutan tegangan pada ujung saluran *Overhead line* (DL 7901TT) saat jenis beban RC (V terima $>$ V kirim) dan pelemahan tegangan pada ujung saluran *Overhead line* (DL 7901TT) saat jenis beban RL (V terima $<$ V kirim).
3. Arus sisi kirim (I kirim) dan arus sisi terima (I terima) dipengaruhi oleh jenis beban pada ujung saluran. Beban RC, Arus terima (I terima) mengalami pelemahan (I terima $<$ I kirim) dan beban RL, Arus terima (I terima) mengalami pengutan (I terima $>$ I kirim).
4. Tegangan (V) dan Arus (I) akan mempengaruhi nilai daya P (Watt) dan Q (Var) pada ujung terima. Beban RC dan RL sama-sama akan menguatkan daya PQ pada sisi terima (PQ terima $>$ PQ kirim). Penguatan signifikan terjadi saat beban RC jika dibandingkan dengan beban RL.
5. $\cos \phi$ menunjukkan jenis beban, Beban RL, $\cos \phi$ bertanda positif (+) dan beban RC, $\cos \phi$ bertanda negatif (-).
6. $\cos \phi$ pada beban RC mengalami penguatan seiring dengan meningkatnya nilai kapasitor atau bertambahnya parameter kapasitansi pada saluran
7. Pengutan $\cos \phi$ pada beban RC mengakibatkan daya reaktif (Q) dan daya nyata (P) sisi terima meningkat, kondisi ini yang diharapkan dalam sistem tenaga listrik untuk tercapainya kestabilan tegangan pada penyaluran.
8. Daya reaktif (Q) dan daya nyata (P) akan mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya induktansi, yaitu akibat adanya penambahan panjang saluran. Kondisi ini mengakibatkan $\cos \phi$ sisi terima semakin tinggi (naik), kondisi yang tidak dikehendaki dalam sistem tenaga listrik.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih penulis sampai kepada semua pihak yang telah membantu penelitian ini hingga makalah ini di muat di ABEC2022.

Rujukan

- [1]. Das, JC. 2002. *Power System Analysis, Short Circuit Load Flow and Harmonics*. New York, Marcel Dekker.
- [2]. Charles .A. Gross, 2013, "*Power System Analysis*, 2nd Edition ", Publisher: Wiley,
- [3]. Manual Book De Lorenzo Group. 2006 "*Electrical Power Engineering*" Publisher ;,
- [4]. Mohamed E. El-Hawary, 1995. "*Electrical Power Systems: Design and Analysis*" 1st Edition, Publisher : Wiley,
- [5]. Stevenson, W.D. 1982 "*Elements of Power System Analysis*", 4th Edition, Publisher : McGraw-Hill, New York,
- [6]. Dasar tenaga Listrik, Zuhail, 1991
- [7]. Manual Book De Lorenzo Group. 2006
- [8]. Marsudi, Djiteng. 1990. *Operasi Sistem Tenaga Listrik*. Jakarta: Graha Ilmu.
- [9]. Moch. Dhofir, 2009, "Pengaruh Penyisipan Induktor dan Kapasitor pada Sambungan Saluran Udara dan Kabel Distribusi 20 kV terhadap Perambatan Gelombang Tegangan Surja". *Jurnal EECCIS* Vol. III, No. 1.