

PENGARUH KERJA RECLOSER PADA DISTRIBUSI TEGANGAN TRANSIEN RUMAH TANGGA

*Andik Bintoro, Hamzah Berahim, T, Haryono
Jurusan Teknik Elektro Universitas Gadjah Mada
E-mail: andik.bintoro@gmail.com*

Abstrak

Transient over voltage is one of cause insulation failure on the electrical power system if magnitude voltage is higher than BIL (Basic Insulation Level) isolation tool and electrical power component that is used. Circuited surge because of switching is one of factor on causing transient overvoltage. Circuited surge happens due to the operation of recloser to cut the power because the disturbance that is temporary or permanent.

This research studies about transient voltage that happens on the salura nudura 20 kV to the load which is connected on the side of low voltage. Analysis uses EMTP (Electro Magnetic Transient Program) program as a tool to stimulate the happening of the circuited surge process on the distribution network 20 kV. The material of study retrieved data from the airways of 20 kV Lhoksun GH (Gardu HUbung) Pantan Labu GT Bayu Lhokseumawe feeders.

The result of simulation showed that transient voltage that happens along the distribution network will increase. The brief open and close breaks the recloser contact cause increasing of the transient voltage twice the nominal voltage on the angle 900 is higher than on the angle 00 when set the contact closure on the one phase.

Recloser switching arrangement can be used to

considerate in determining the protection tool on the side of voltage 20 kV and low voltage.

Kata kunci: Transien, pensakelaran, recloser, EMTP

A. PENDAHULUAN

Jaringandistribusi 20 kV sering mengalami gangguan baik secara eksternal maupun internal. Gangguan secara eksternal berupa surja yang diakibatkan oleh petir, sedangkan gangguan internal disebabkan oleh surja hubung yang disebabkan karena buka dan tutup CB (circuit breaker). Gangguan bersifat temporer maupun permanen. Gangguan temporer akan hilang dengan sendirinya sedangkan permanen membutuhkan operator untuk menetralkan gangguan. Gangguan yang terjadi mengakibatkan naiknya arus dan tegangan sehingga dapat merusak peralatan yang terhubung pada jaringan listrik.

Pengaman jaringan distribusi 20 kV yang sering digunakan diantaranya adalah rele, fuse, recloser, dan peralatan lainnya. Recloser merupakan pengaman jaringan ditribusi yang dipakai untuk melokalisir gangguan pada jaringan distribusi 20 kV. Pengaman ini bekerja dengan pengaturan otomatis, pengaturan umumnya mengatur buka dan tutup kontak sebanyak 3 (tiga) kali dan pada operasi pembukaan yang ke 4 (empat) akan membuka selamanya (lock out). Pensakelaran (switching) recloser pada system dalam waktu yang cepat mengakibatkan terjadinya perubahan dari suatu keadaan menuju kepada keadaan yang tetap (steady state), kondisi ini sering dinamakan transien. Ketika pada keadaan transien terjadi perubahan tegangan, arus dan frekwensi dari keadaan normal.

Perubahan yang terjadi diperkirakan dapat mengganggu peralatan yang terhubung dengan jala-jala listrik terutama peralatan rumah tangga yang memiliki sensitifitas terhadap perubahan tegangan, arus dan frekwensi. Untuk melihat pengaruh yang timbul akibat dari operasi buka dan tutup recloser ini menggunakan alat bantu yaitu software ATP-EMTP (*Analysis Transient Program* –

Electromagnetic Transient Program) versi 4.2p1. Dengan menggunakan alat bantu ini dapat dianalisis pengaruh yang terjadi ketika terjadi pensakelaran recloser terhadap peralatan rumah tangga.

B. KONSEP DASAR PENSAKELARAN (SWITCHING)

Tegangan sinusoidal dihubungkan seri dengan induktan dan resistan seperti pada gambar di bawah. Buka dan tutup sakelar satu fasa ini menggambarkan representasi satu fasa dari penutupan *circuit breaker* (CB) pada jaringan bertegangan tinggi.

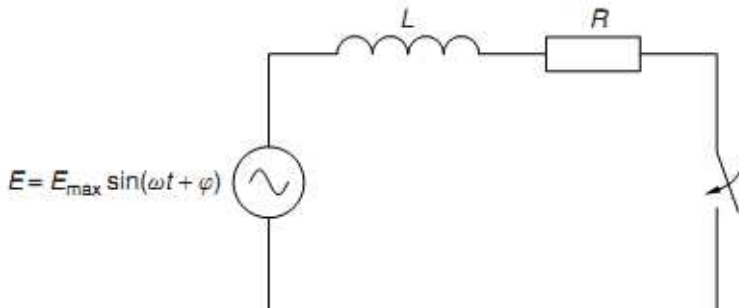
$$E_{max} \sin \omega t + \varphi = Ri + L \frac{di}{dt} \quad (1)$$

Ketika sakelar dihubungkan dengan rangkaian dengan waktu yang instan dan sudut fasa memiliki nilai antara 0 sampai 2π rad. Karakteristik penjumlahan dari penjumlahan diferensial yang homogen.

$$Ri + L\lambda i = 0 \quad (2)$$

Rumus lengkap untuk arus adalah :

$$i t = e^{-\frac{R}{L} t} \frac{E_{max}}{R^2 + \omega^2 L^2} \sin \varphi - \tan^{-1} \frac{\omega L}{R} + \frac{E_{max}}{R^2 + \omega^2 L^2} \sin \omega t + \varphi - \tan^{-1} \frac{\omega L}{R} \quad (3)$$



Gambar 1. Sumber tegangan sinus dihubungkan dengan rangkaian RL seri

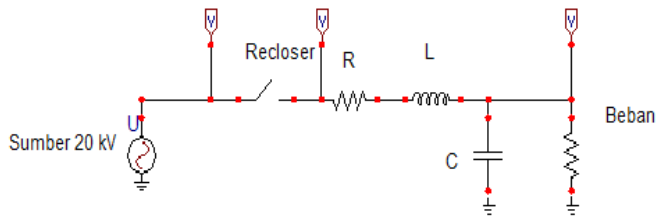
Pada bagian penjumlahan pertama terdiri dari $\exp [-(R/L)t]$ dan redaman luar. Ini disebut juga dengan komponen DC. Ekspresi antara buka kurung adalah konstanta dan nilai tersebut ditentukan dengan instan penutupan rangkaian. Untuk $[\varphi - \tan^{-1} \frac{\omega L}{R}] = 0$ atau bilangan waktu π , komponen dc adalah nol, dan arus dengan seketika menjadi steady state. Dengan kata lain, tidak terjadi osilasi transien. Ketika sakelar ditutup pada sudut 90° cepat atau lambat, arus transien akan mencapai amplitude maksimum.

C. JALAN PENELITIAN

Penelitian mengenai pengaruh pensakelaran *recloser* terhadap tegangan distribusi rumah tangga. Tegangan yang timbul karena pensakelaran dapat mencapai 2 atau 3 kali tegangan normal, oleh karena itu dikhawatirkan tegangan karena pensakelaran dapat membahayakan peralatan rumah tangga khususnya yang terhubung pada jaringan listrik 220 V.

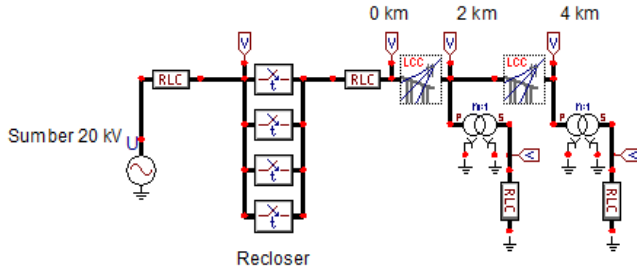
Pengujian dilihat bila *recloser* bekerja pada beberapa titik gelombang tegangan listrik, untuk mengetahui pengaruh ini menggunakan alat bantu *software* (perangkat lunak) EMTP (*Electro Magnetic Transient Program*) yang membantu untuk mensimulasikan *recloser* pada jaringan distribusi 20 kV.

EMTP dapat digunakan untuk menganalisis transien pada rangkaian yang mengandung R, L dan C. Rangkaian transmisi dan distribusi dapat disimulasikan dengan menggunakan EMTP, *software* ini juga memiliki fasilitas untuk pengujian surja dan pensakelaran. Gambaran simulasi dengan menggunakan EMTP adalah sebagai berikut.



Gambar 2. Rangkaian pembanding dengan perhitungan nilai R , L dan C saluran

Simulasi dengan menggunakan kabel penghantar LCC menggunakan software EMTP :



Gambar 3. Rangkaian pengujian 3 fase operasi recloser saluran distribusi 20 kV

Lokasi kajian kasus pensakelaran *recloser* pada jaringan distribusi 20 kV PT. PLN (Persero) cabang Lhokseuawe pada penyulang GH (Gardu Hubung) Lhoksukon.

Data yang dibutuhkan:

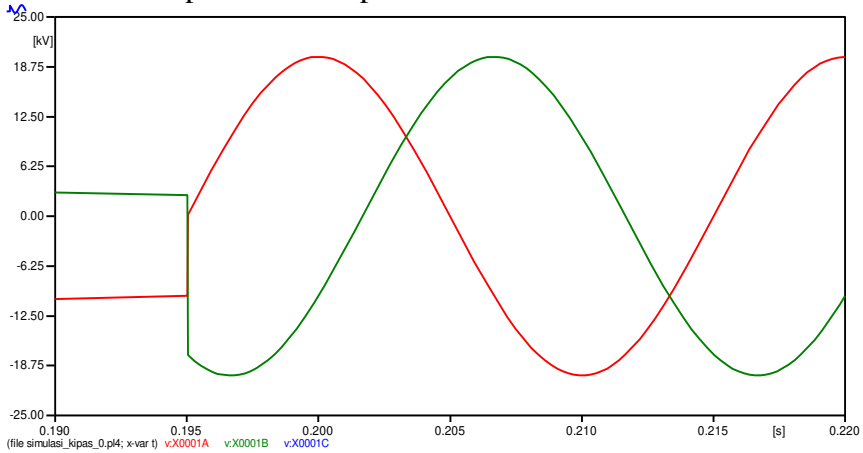
1. Diagram satugaris jaringan menengah 20 kV
2. Data penghantar AAC dan konfigurasi penghantar 20 kV
3. Nilai RLC dari bebantegangan rendah

D. HASIL DAN PEMBAHASAN

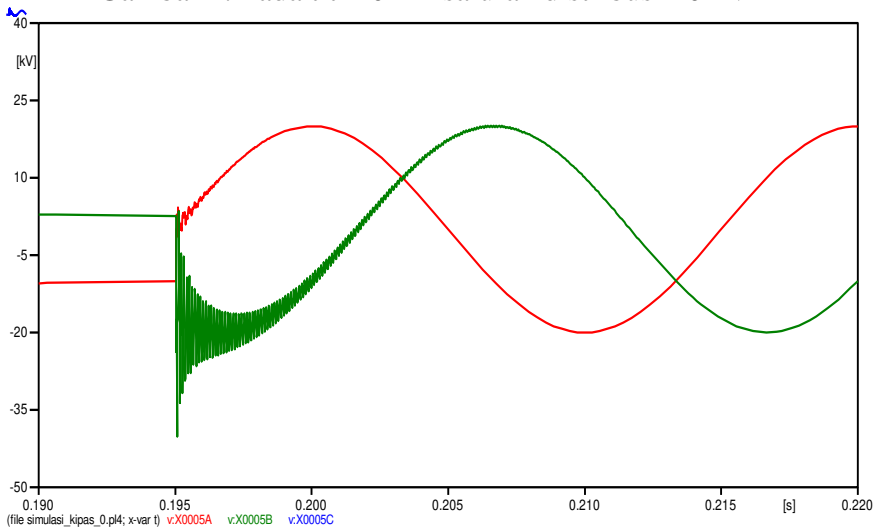
Dengan melakukan simulasi pensakelaran *recloser* sisi tegangan menengah 20 kV pada titik 0 km, 2 km, 4 km, 6 km, 8 km dan 10

km hasil pengukuran tegangan maksimum pada saat pesakelaran diperoleh data sebagai berikut:

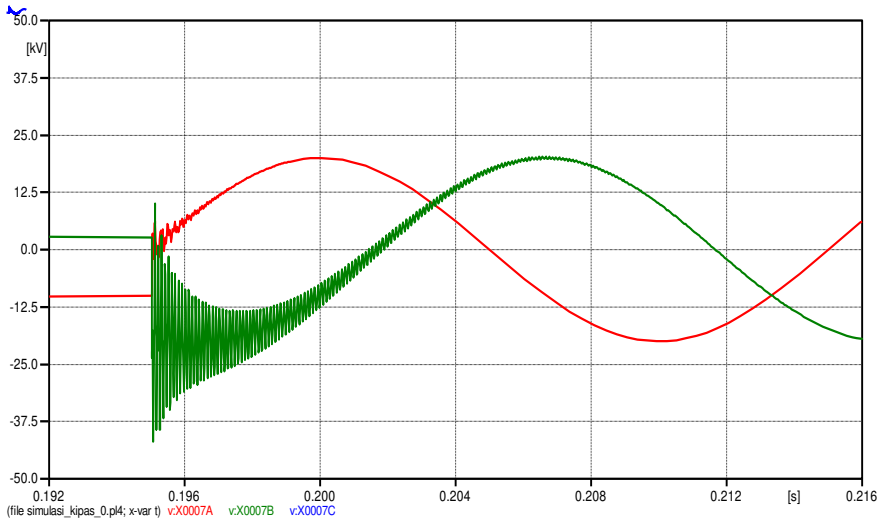
a. Untuk pensakelaran pada titik fasa A = 0



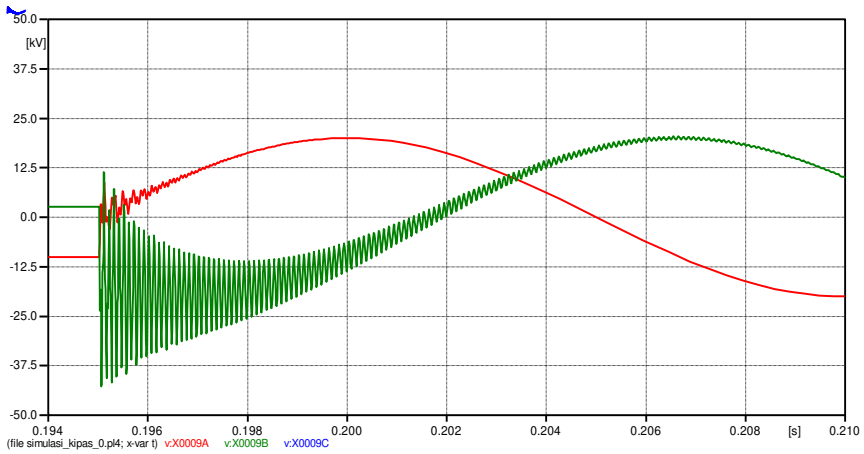
Gambar 4. Pada titik 0 km saluran distribusi 20 kV



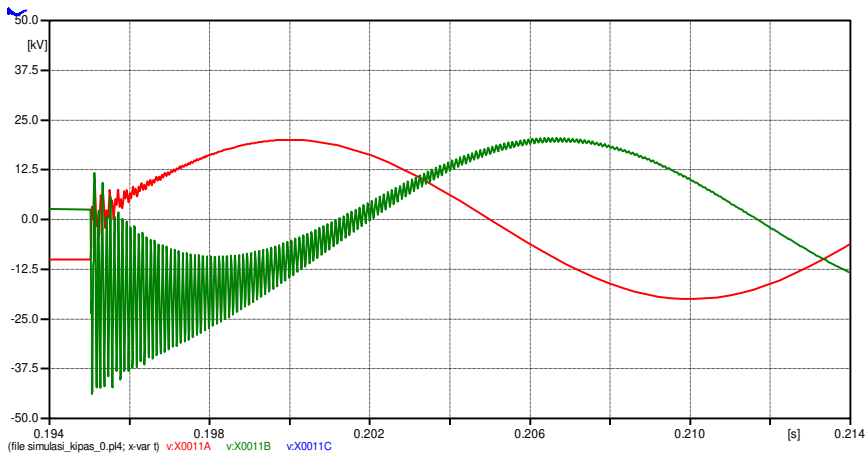
Gambar 5. Pada titik 2 km saluran distribusi 20 kV



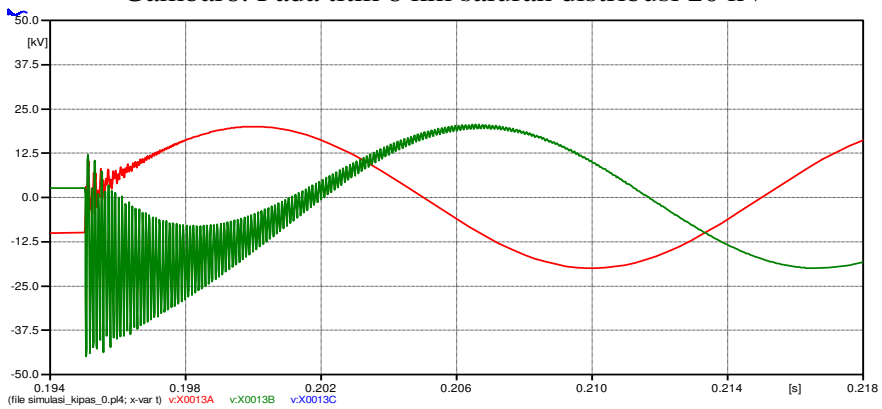
Gambar6. Pada titik 4 km saluran distribusi 20 kV



Gambar7. Pada titik 6 km saluran distribusi 20 kV



Gambar8. Pada titik 8 km saluran distribusi 20 kV

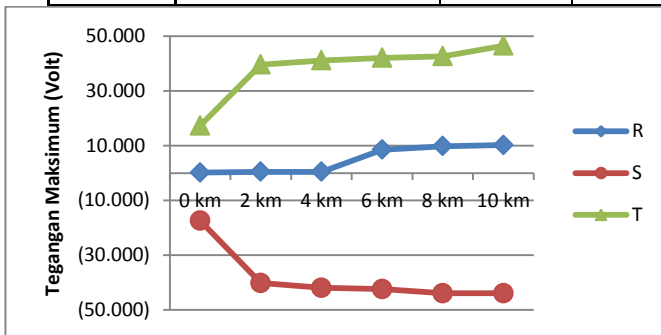


Gambar 9. Pada titik 10 km saluran distribusi 20 kV

Tabel 1. Nilai tegangan maksimum pada saat pensakelaran *recloser* pada 0° dengan operasi 3 kali buka dan tutup

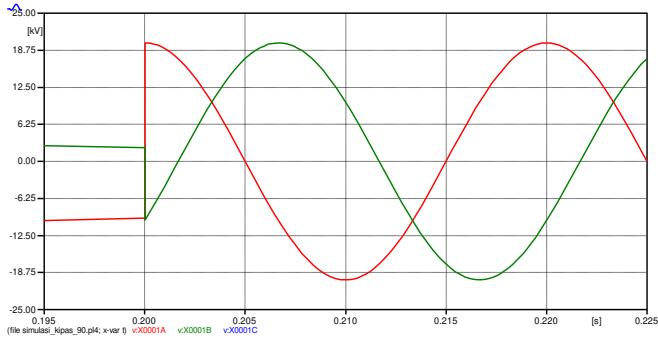
Jarak	Operasi	R	S	T
0 km	Pensakelaran I	132	-17.386	17.254
2 km		451	-40.158	39.563
4 km		458	-41.907	41.124
6 km		8.537	-42.385	42.063
8 km		9.806	-43.884	42.636

10 km		10.197	-43.922	46.488
0 km	Pensakelaran II	69	61	32
2 km		209	-33.020	32.812
4 km		223	-34.458	34.235
6 km		251	-34.641	34.391
8 km		287	-34.726	34.441
10 km		382	-34.835	34.367
0 km	Pensakelaran III	19	-17.330	17.311
2 km		342	-33.073	32.730
4 km		358	-34.511	34.151
6 km		386	-34.695	34.305
8 km		433	-34.782	34.345
10 km		449	-34.815	34.362

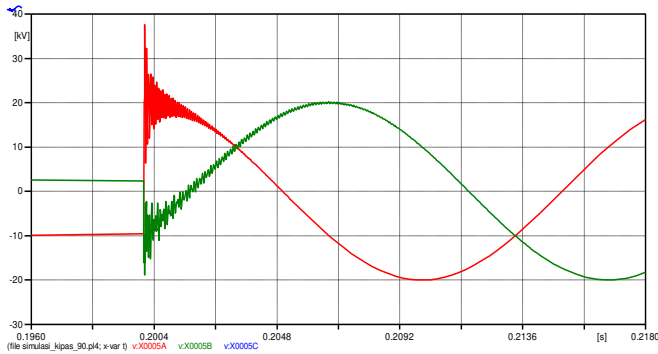


Gambar 10. Grafik perbandingan pensakelaran I

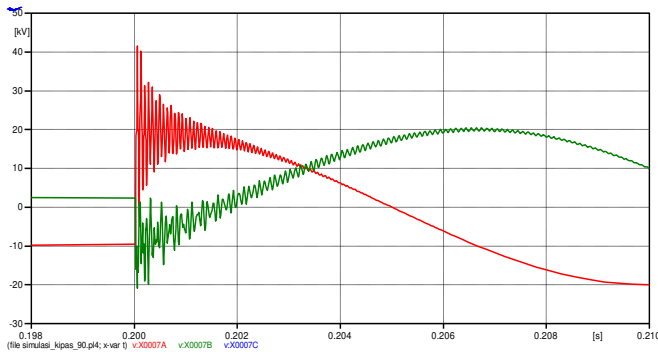
b. Untuk pensakelaran pada titik 90°



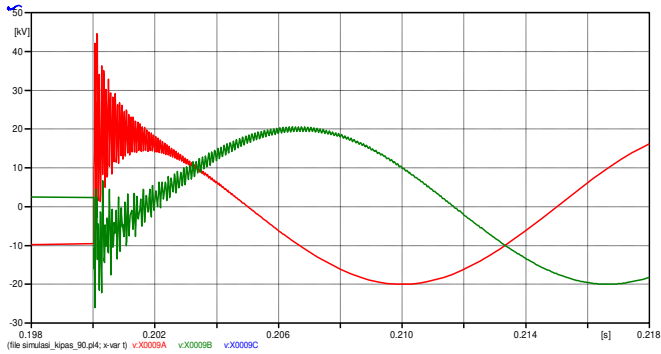
Gambar 11. Pada titik 0 km saluran distribusi 20 kV



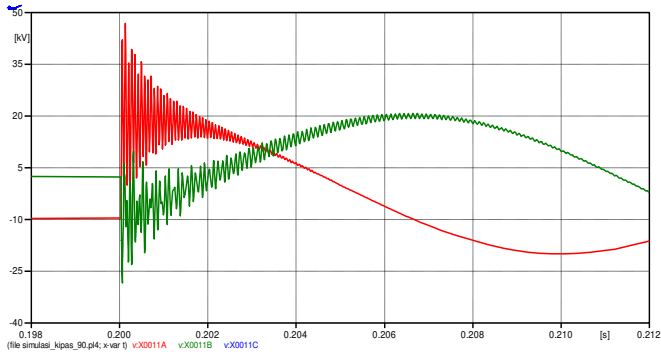
Gambar 12. Pada titik 2 km saluran distribusi 20 kV



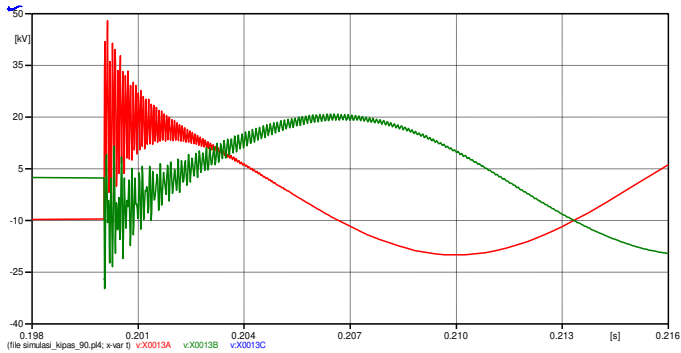
Gambar 13. Pada titik 4 km saluran distribusi 20 kV



Gambar 14. Pada titik 6 km saluran distribusi 20 kV



Gambar 15. Pada titik 8 km saluran distribusi 20 kV

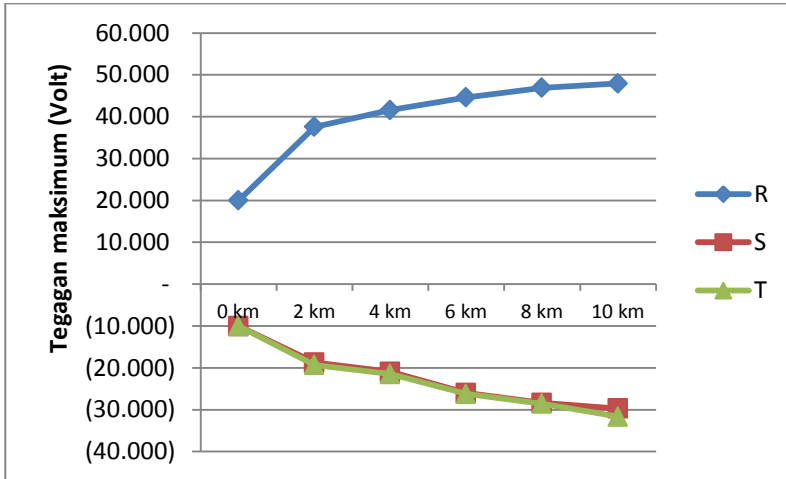


Gambar 16. Pada titik 10 km saluran distribusi 20 kV

Tabel 2. Nilai tegangan maksimum pada saat pensakelaran *recloser*

pada 90° dengan operasi 3 kali buka dan tutup

Jarak	Operasi	R	S	T
0 km	Pensakelaran I	20.000	-10.000	-10.000
2 km		37.579	-18.733	-19.317
4 km		41.610	-20.955	-21.491
6 km		44.595	-25.990	-26.243
8 km		46.905	-28.381	-28.565
10 km		47.934	-29.719	-31.638
0 km	Pensakelaran II	20.000	-9.913	-10.087
2 km		35.290	-17.534	-18.007
4 km		38.866	-19.372	-19.806
6 km		39.382	-19.643	-20.063
8 km		39.591	-19.694	-20.230
10 km		39.615	-19.678	-20.279
0 km	Pensakelaran III	20.000	-9.900	-10.000
2 km		35.300	-17.589	-17.963
4 km		38.877	-19.429	-19.746
6 km		39.343	-19.689	-19.986
8 km		39.619	-19.810	-20.156
10 km		39.708	-19.831	-20.242



Gambar 17. Grafik perbandingan pensakelaran I pada 90°

E. Kesimpulan

Dari hasil penelitian tegangan lebih transien yang timbul akibat dari kerjanya *recloser* pada saluran distribusi 20 kV penyulang Lhoksukon GH Panton Labu dengan panjang 10 km, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Bekerjanya *recloser* mempengaruhi tegangan lebih transien pada distribusi rumah tangga, tegangan mengalami kenaikan dari tegangan normal dalam waktu yang tidak lama dan berpengaruh terhadap panjang saluran.
2. Tegangan lebih transien yang tinggi terjadi pada pensakelaran I dengan jarak interval buka dan tutup *recloser* 0,14 detik (seketika).
3. Tegangan transien yang terjadi masih berada pada ambang batas toleransi sesuai dengan SNI 04-0225-2000, tegangan transien pada 20 kV masih dalam batasan BIL dan pada sisi tegangan rendah masih dalam batasan yang diperbolehkan besarnya tegangan transien pada sisi tegangan rendah sebesar 1.500 Volt.

DAFTARPUSTAKA

- Darmanto, Nugroho Agus, Satyo Handoko, 2006, "*Analisa Koordinasi OCR-Recloser Penyulang Kaliwungu 03*", Transmisi Vol. 11, No.1, P 15-21.
- Dewi, Arfita Yuana, 2006, "*Analisis Arus Transien Pada Sisi Primer Transformator Terhadap Pelepasan Beban Menggunakan Simulasi EMTP*", TEKNOIN Vol 11, No.3 P 159-170
- Greenwood. Allan, 1991, "*Electrical Transient in Power System*", Second Edition, John Wiley & Son, Inc Canada,.
- Keokhoungning, S, S. Premrudeeprechacharn, K. Ngamsanroj, 2009, "*Switching over voltage Analysis of 500 kV Transmission Line Between Nam Theun 2 and Roi Et 2*", International Conference on Power System Transients (IPST2009), Kyoto Japan.
- Martinez. Juan A – Velasco, 2010, "*Transient Parameter Determination*", CRC Press, United State of America.
- Ngamsamroj, K,S.Premrudeeprechacharm, 2009, "*Transient Study for Single Phase Reclosing Using Arc Model on the Thailand 500 kV Transmission Lines from Mae Moh to Tha Ta Ko*", International Conference on Power System Transients (IPST2009), Kyoto Japan
- Shenkman.Arieh L, 2005, "*Transient Analysis of Electric Power Circuit Handbook*", Springer, The Netherland.
- Sabdullah,Mursid, T. Haryono, Sasongko Pramono Hadi, 2005, "*Analisis Distribusi Tegangan Lebih Akibat Sambaran Petir untuk Pertimbangan Proteksi Peralatan pada Jaringan Tegangan Menengah 20 kV di Jogjakarta*", Seminar Nasional Teknik Ketenaga Listrikan C-24 – C-28.
- Souis, Lou van der, 2001, "*Transient in Power System*", John Wiley & Sons, England.