

# Pengaruh Kerja Recloser Pada Distribusi Tegangan Transien Rumah Tangga

**Andik Bintoro**

Teknik Elektro Universitas Malikussaleh Lhokseumawe  
Jl. Medan Banda Aceh, Cot Tengku Nie, Releut, Aceh Utara  
email : andik.bintoro@gmail.com

## **ABSTRAK**

*Tegangan lebih transien merupakan salah satu penyebab terjadinya kegagalan isolasi pada sistem tenaga listrik jika magnitude tegangan melebihi BIL (Basic Insulation Level) peralatan isolasi serta komponen tenaga listrik yang dipakai. Surja hubung akibat pensakelaran merupakan salah satu faktor dalam menimbulkan tegangan lebih transien. Analisa menggunakan program EMTP (Electro Magnetic Transient Program) sebagai alat bantu untuk mensimulasikan proses terjadinya surja hubung pada jaringan distribusi 20 kV. Sistem jaringan yang dimodelkan menggunakan sistem lump. Data menggunakan saluran udara 20 kV penyulang Lhoksukon GH (Gardu Hubung) Pantan labu GI Bayu Lhokseumawe. Tegangan transien yang terjadi disepanjang jaringan distribusi akan mengalami kenaikan. Jeda buka dan tutup kontak recloser yang singkat mengakibatkan kenaikan tegangan transien menjadi dua kali tegangan nominal. Recloser diperasikan pada sudut 90° nilai tegangan lebih tinggi dibandingkan pada sudut 0° bila diatur penutupan kontak pada salah satu fasanya. Pengaturan pensakelaran recloser dapat digunakan sebagai pertimbangan dalam menentukan proteksi peralatan pada sisi tegangan 20 kV dan tegangan rendah.*

**Kata Kunci:** *Transien, pensakelaran, recloser.*

## **1. Pendahuluan**

Jaringan distribusi 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 distribusi 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 sistem 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

## **2. Tinjauan Pustaka**

Tegangan tinggi yang dialami oleh sistem tenaga listrik dapat berupa tegangan tinggi normal dan tegangan tinggi lebih. Tegangan tinggi normal adalah tegangan yang dapat ditahan oleh sistem dalam jangka waktu yang tak terhingga. Sedangkan tegangan lebih (*over voltage*) adalah tegangan tinggi yang tidak normal hanya dapat ditahan untuk waktu yang terbatas.

Berdasarkan bentuknya, tegangan lebih digolongkan menjadi dua yaitu tegangan lebih dari luar dan tegangan lebih dari dalam. Tegangan lebih dari luar (external overvoltage) berasal dari gangguan yang terjadi di atmosfer. Penyebab utama tegangan lebih dari luar adalah

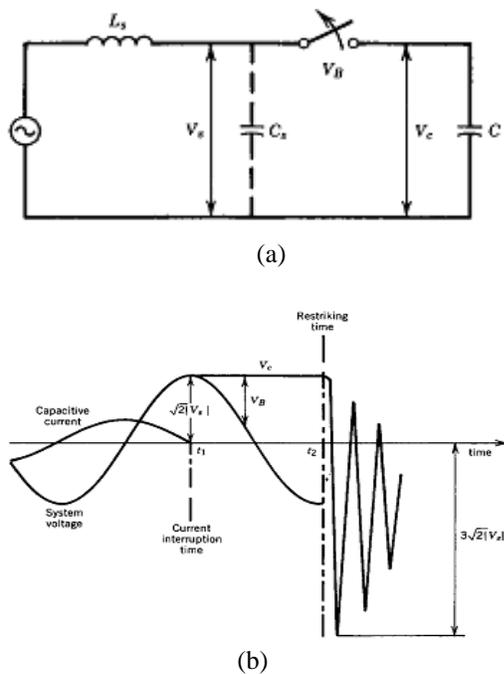
sambaran petir. Tegangan lebih dari luar disebut juga natural overvoltage. Karena petir adalah peristiwa alamiah yang tidak dapat dikendalikan oleh manusia. Tegangan lebih dari dalam (internal overvoltage) meliputi operasi on / off switching dan gangguan tak simetris terutama sistem yang netralnya tidak ditanahkan. Tegangan lebih dari dalam disebut juga man made overvoltage, karena proses pensakelaran merupakan perbuatan manusia.

2.1. Gelombang berjalan

Gangguan tegangan lebih pada saluran distribusi dapat menimbulkan gelombang berjalan di sepanjang saluran distribusi tersebut. Adanya perubahan impedansi surja pada saluran distribusi, misalnya adanya saluran distribusi atau penyambungan kawat konduktor yang kurang baik akan memperkuat amplitudo gelombang tegangan lebih yang sampai pada peralatan utama sistem kelistrikan di gardu hubung, misalnya transformator.

2.2. Tegangan lebih karena pensakelaran

Surja hubung adalah salah satu jenis gangguan tegangan lebih yang sangat mempengaruhi sistem transmisi dan distribusi. Surja hubung terjadi karena membuka dan menutupnya peralatan pemutus gangguan atau CB.

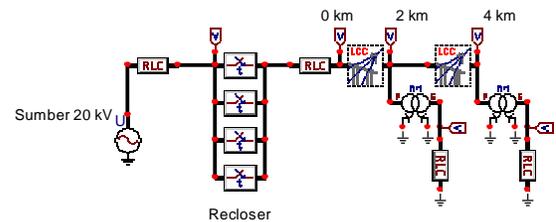


Gambar 1. Tegangan transien akibat pukulan ulang yang disebabkan oleh terbukanya kontak

3. Metodologi

Penelitian ini untuk melihat pengaruh pensakelaran yang dilakukan recloser terhadap tegangan yang terdistribusi pada sisi terganggan rendah. Metode yang digunakan yaitu dengan melakukan pengumpulan data

yang sistem distribusi 20 kV, membuat rangkaian pembanding menggunakan software ATP-EMTP, kemudian membuat simulasi rangkaian pemodelan sistem distribusi dengan lump. Pengaturan pensakelaran dimaksudkan untuk melihat pengaruh pensakelaran pada recloser. Hasil plot gelombang pensakelaran direkam dan dianalisa.



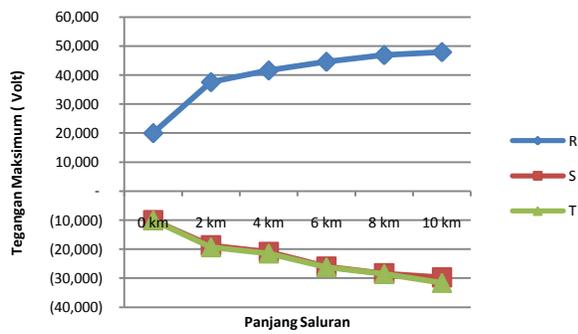
Gambar 2. Tegangan transien akibat pukulan ulang yang disebabkan oleh terbukanya kontak

4. Hasil Dan Pembahasan

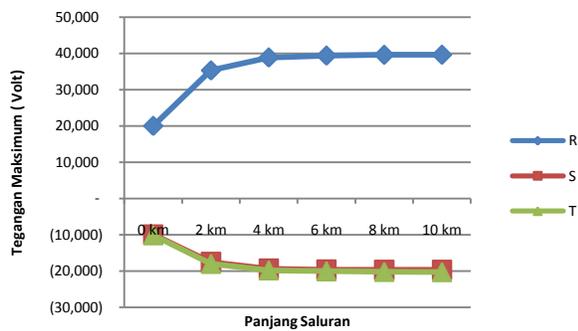
Dengan melakukan simulasi pensakelaran recloser sisi tegangan menengah 20 kV pada titik 0 km, 2 km, 4km, 6 km, 8 km dan 10 km hasil pengukuran tegangan maksimum pada saat pesakelaran diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 3.1 Pengujian pada jaringan tegangan 20 kV pada titik gelombang 90°

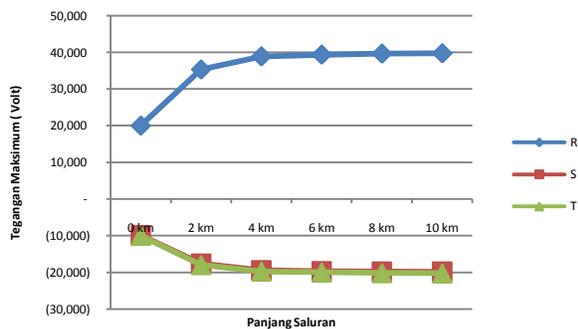
Jarak	Operasi	Tegangan Maksimum (Volt)		
		R	S	T
0 km	Pensakelaran I	20.000	-10.000	-10.000
2 km		37.579	-18.733	-19.317
4 km		41.610	-20.955	-21.491
6 km		44.595	-25.990	-26.243
8 km		46.905	-28.381	-28.565
10 km		47.934	-29.719	-31.638
0 km	Pensakelaran II	20.000	-9.913	-10.087
2 km		35.290	-17.534	-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 3. Grafik Operasi penutupan I recloser di fasa R, S dan T sisi 20 kV pada 90°



Gambar 4. Grafik Operasi penutupan II recloser di fasa R, S dan T sisi 20 kV pada 90°

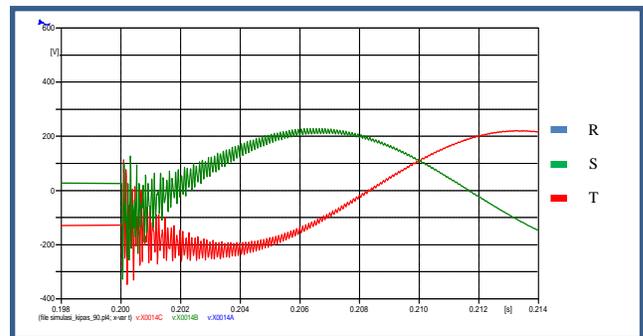


Gambar 5. Grafik Operasi penutupan III recloser di fasa R, S dan T sisi 20 kV pada 90°

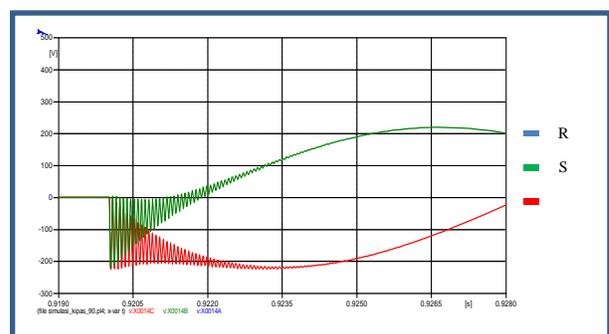
Pengujian yang dilakukan pada sisi tegangan menengah 20 kV, recloser ketika bekerja menghasilkan tegangan yang lebih tinggi dari pada tegangan sistem pada jarak yang jauh dari titik pensakelaran. Seperti yang terlihat pada grafik operasi penutupan recloser. Penutupan dilakukan dengan pengaturan jarak penutupan recloser.

Tabel 3.2 Pengujian pada jaringan tegangan 220 V pada titik gelombang 90°

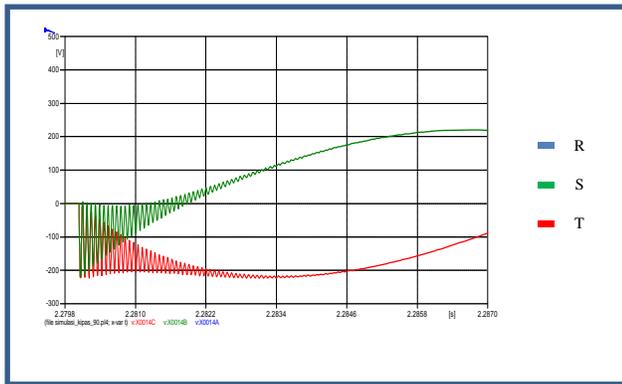
Jarak	Operasi	Tegangan Maksimum (Volt)		
		R	S	T
2 km	Pensakelaran I	413	-206	-212
		458	-230	-236
		490	-286	-288
		515	-312	-314
		527	-325	-384
2 km	Pensakelaran II	388	-193	-198
		428	-213	-218
		433	-216	-221
		436	-217	-223
		437	-217	-223
2 km	Pensakelaran III	388	-193	-198
		428	-214	-217
		433	-217	-220
		436	-218	-222
		437	-218	-223



Gambar 6. Plot pensakelaran I recloser pada titik 10 km gelombang sudut fasa R = 90° sisi tegangan 220 V



Gambar 7. Plot pensakelaran II recloser pada titik 10 km gelombang sudut fasa R = 90° sisi tegangan 220



Gambar 8. Plot pensakelaran III recloser pada titik 10 km gelombang sudut fasa R = 90° sisi tegangan 220

Dari pengujian pada sisi tegangan rendah juga merasakan kenaikan tegangan ketika terjadi pensakelaran. Kenaikan tegangan yang terjadi sekitar 2 kali tegangan normalnya. Pengaturan penutupan pensakelaran dilakukan pada salah satu fasanya tepat ketika berada posisi puncak tegangan fasanya. Tegangan lebih yang timbul dibandingkan dengan standar atau PUIL yang mengatur mengenai tingkat ketahanan perlengkapan terhadap tegangan impuls.

## 5. Kesimpulan

Dari penelitian yang dilakukan dapat ditarik beberapa kesimpulan diantaranya adalah:

1. Semakin jauh saluran udara tegangan pada saat pensakelaran recloser akan naik secara bertahap melebihi tegangan sumbernya, hal ini disebabkan adanya kapasitansi yang dimiliki saluran udara.
2. Nilai tegangan maksimum terjadi ketika pensakelaran dilakukan pada posisi gelombang 90° di titik terjauh 10 km dengan waktu penutupan sakelar seketika setelah mengalami gangguan, fasa R nilai tegangan maksimum transien sebesar 47.934 Volt (47,934 kV) sedangkan pada sisi tegangan rendah tegangan maksimum transiennya mencapai 527 Volt. Menurut standar SNI 04-0225-2000 peralatan yang berkerja pada tegangan 220/380 V masih aman bekerja pada tegangan lebih impuls transien sebesar 1,5 kV. Untuk peralatan saluran udara 20 kV tegangan lebih transien yang timbul masih dalam batas aman BIL, sesuai standar nilai BIL peralatan 20 kV adalah 150 kV.

## REFERENSI

- [1] Darmanto, Nugroho Agus, Satyo Handoko, *Analisa Koordinasi OCR-Recloser Penyulang Kaliwungu 03*, Transmisi Vol. 11, No.1, P 15-21, 2006.
- [2] Dewi, Arfita Yuana, *Analisis Arus Transien Pada Sisi Primer Transformator Terhadap Pelepasan Beban Menggunakan Simulasi EMTP*, TEKNOIN Vol 11, No.3 P 159-170, 2006
- [3] Greenwood. Allan, *Electrical Transient in Power System*, Second Edition, 1991, John Wiley & Son, Inc Canada
- [4] Keokhoungning, S, S. Premrudeeprechacharn, K. Ngamsamroj, *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
- [5] Ngamsamroj, K, S. Premrudeeprechacharn, *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
- [6] Sabdullah, Mursid, T. Haryono, Sasongko Pramono Hadi, *Analisis Distribusi Tegangan Lebih Akibat Sambaran Petir untuk Pertimbangan Proteksi Peralatan pada Jaringan Tegangan Menengah 20 kV di Jogjakarta*, 2005, Seminar Nasional Teknik Ketenaga Listrik C-24 – C-28