

DAMPAK PEMBERIAN IMPULS ARUS TERHADAP KETAHANAN ARRESTER TEGANGAN RENDAH

Diah Suwarti

Sekolah Tinggi Teknologi Nasional Yogyakarta

Jln. Babarsari No 1, Sleman, Yogyakarta

diah.w73@gmail.com

Intisari

Arrester adalah peralatan yang digunakan untuk memproteksi peralatan dan sistem elektrik terhadap tegangan lebih yang salah satu penyebabnya adalah surja petir. Karena petir merupakan proses gejala alam yang terjadinya tidak bisa diprediksikan waktu dan besar impuls arusnya, dan jika arrester diterpa impuls petir dengan nilai puncak arus yang tinggi maka arrester dikhawatirkan tidak dapat beroperasi sebagaimana mestinya. Dalam penelitian ini tiga nilai puncak arus impuls yaitu 533.33A (0.03 pu), 3866.6A (0.3 pu) dan 6858.7A (0.5 pu) diujikan pada arrester tegangan rendah. Hasil pengujian terlihat nilai arus bocor tertinggi arester pada tegangan maksimum operasi (U_c) setelah diterpa impuls arus mempunyai nilai arus bocor masing-masing 0.32 mA, 0.33 mA dan 0.33 mA, masih dibawah 1 mA (sesuai Standar internasional IEC 61643-1 Edition 2.0 03/2005). Artinya bahwa arrester masih dalam kondisi baik dan belum mengalami perubahan karakteristik volt-ampere (arus bocornya masih relatif sama) serta masih mempunyai sifat isolator yang baik walaupun telah diterpa impuls arus.

Kata kunci: arester tegangan rendah, Impuls arus, arus bocor arrester

1. Pendahuluan

Arrester sebagai alat pelindung peralatan sistem tenaga listrik terhadap bahaya tegangan lebih surja mempunyai sifat isolator pada tegangan kerja sistem dan akan terhubung singkat apabila diterpa tegangan lebih surja. Arrester harus mampu membatasi tegangan yang melalui peralatan listrik sesuai dengan batas ketahanan saat terjadi gangguan tegangan lebih. Arrester harus mampu memotong amplitudo tegangan impuls pada batas aman bagi peralatan saat terjadi gangguan tegangan lebih dan tidak boleh ada arus yang mengalir melalui arrester saat kondisi normal. Untuk mengetahui pengaruh cacah impuls arus terhadap ketahanan arrester, dilakukan penelitian besar arus bocor arrester sebelum dan setelah diterpa impuls, dan kembali beroperasi pada tegangan normal

2. Dasar Teori

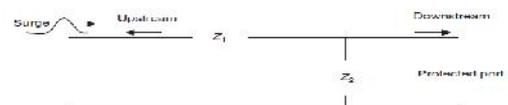
2.1. Arrester

Arrester merupakan peralatan yang didesain untuk melindungi peralatan lain dari tegangan surja (baik surja hubung maupun surja petir) dan pengaruh *follow current*. Sebuah arrester harus mampu bertindak sebagai isolator, mengalirkan beberapa miliampere arus bocor ke tanah pada tegangan sistem dan berubah menjadi konduktor

yang sangat baik, mengalirkan ribuan ampere arus surja ke tanah, memiliki tegangan yang lebih rendah daripada tegangan *withstand* dari peralatan ketika terjadi tegangan lebih, dan menghilangkan arus susulan mengalir dari sistem melalui arrester (*power follow current*) setelah surja petir atau surja hubung berhasil didisipasikan (Petunjuk Operasi & Pemeliharaan Lighling Arester, PLN, 2010).

2.2. Prinsip Kerja Arrester.

Prinsip kerja rangkaian proteksi surja / arrester secara umum ditunjukkan dalam Gambar 1. Sebuah rangkaian proteksi surja tidak boleh mempengaruhi operasi normal dari sistem yang diproteksi. Artinya, impedan seri harus sangat kecil ($Z_1 \ll Z_2$) dan impedan paralel harus sangat besar ($Z_2 \gg Z_L$) untuk tegangan dan frekuensi sinyal normal. Misalkan Z_L adalah impedan beban.



Gambar 1 Rangkaian proteksi surja secara umum (Vernon Cooray, 2010)

Pengalihan surja ke konduktor referensi atau bumi memiliki kelemahan. Ketika arus gelombang surja yang besar menyebar melalui jaringan referensi dengan cara yang tidak terkendali, ini akan menyebabkan gangguan dalam sistem yang sehat lainnya. Oleh karena itu, perlindungan seri tampaknya lebih diinginkan. Namun, sampai saat ini tidak ada perangkat non linier serial yang kuat, cepat dan handal yang dapat menggantikan perlindungan paralel. Dari persyaratan tersebut di atas, piranti-piranti proteksi (proteksi surja) harus *non-linear*. komponen – komponen *non-linear* dapat dikelompokkan menjadi tiga kelompok:

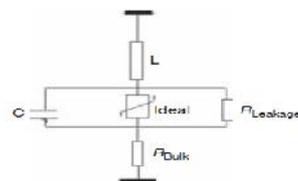
1. Perangkat yang memiliki tegangan *konstan* selama konduksi surja (pemotongan)
2. Perangkat yang mengubah keadaan dari insulator menjadi konduktor yang baik selama konduksi surja.
3. Perangkat yang memiliki impedan seri yang besar untuk tegangan CM (isolator disisipkan dalam seri, misalnya CM filter, trafo isolasi, opto-isolator. Proteksi surja seri yang lain atau piranti pembatas termasuk sekering, pemutus rangkaian, induktor dan *temperature-dependent resistors*).

Spark gap terdapat dalam tabung keramik diisi dengan gas inert (gas tabung *discharge*) dan *varistor* oksida logam adalah piranti yang sangat populer dalam proteksi instalasi tegangan rendah (Vernon Cooray, 2010)

2.3. Arrester tegangan Rendah MOV (Metal Oxide Varistor)

Arrester surja jenis MOV didesain tanpa menggunakan celah (*gapless*). Arrester jenis MOV merupakan arrester yang banyak diterapkan pada sistem tegangan rendah, karena memiliki kemampuan pemotongan tegangan rendah jenis MOV memiliki rating arus pelepasan sebesar 1 kA hingga 15 kA. Biasanya, *varistor* dibuat dalam bentuk piringan dan karenanya memiliki nilai kapasitansi yang besarnya pada kisaran 0,2-10 nF. Termasuk induktan kaki *varistor* akan melengkapi rangkaian setara dari *varistor*, yang ditunjukkan pada Gambar (2). *Varistor* adalah perangkat yang bertindak cepat dengan tanggapan waktu kurang dari 0,5 μ s. Kinerja *varistor* dipengaruhi oleh suhu. Kebocoran arus yang berlebihan dapat menaikkan suhu *varistor* tersebut. Karena *varistor* memiliki koefisien suhu negatif, arus akan meningkat jika *varistor* bertambah panas, yang akan meningkatkan arus lebih jauh, sehingga akhirnya timbul panas

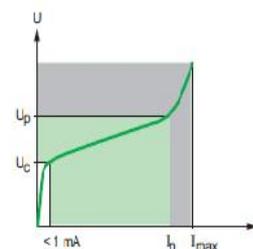
yang berlebihan. *Varistor* biasanya digunakan untuk melindungi sistem elektronik dari tegangan lebih transien yang merambat pada listrik. Ada berbagai jenis model *varistor* yang telah dikembangkan pada masa lalu yang sedang digunakan untuk berbagai aplikasi dan tergantung pada jenis *varistor* yang digunakan. Energi yang diserap dalam keramik pada sebuah *varistor* didistribusikan di seluruh keramik pada butiran-butiran dibandingkan pada sebuah persimpangan tunggal seperti pada bahan semikonduktor. *Varistor* dapat menahan transien pulsa tunggal sampai dengan 150 persen dari arus pengenalnya, tetapi *varistor* mungkin rusak pada *transien multipulse* pada 75 persen dari arus pengenalnya dari puncak arus. Ketika *varistor* dioperasikan pada tegangan operasi sistem, *varistor* hanya bisa menahan 40 persen dari arus pengenal dalam lingkungan *multipulse*.



Gambar 2 Model rangkaian ekuivalen dari varistor (Vernon Cooray, 2010)

2.4. Karakteristik Arus-Tegangan Surge Protection Device (SPD)

Standar internasional IEC 61643-1 Edition 2.0 (03/2005) mendefinisikan karakteristik dan tes untuk Surge Protection Device pada sistem distribusi tegangan rendah seperti diperlihatkan pada Gambar (3).



Gambar 3 Karakteristik arus/waktu dari sebuah SPD dengan varistor. (*Overvoltage protection, Chapter J, Schneider Electric - Electrical installation guide 2010*)

3. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode perbandingan, yaitu membandingkan arus bocor masing-masing arrester sebelum maupun setelah

diterpa impuls dengan nilai yang ada pada Standar Internasional IEC 61643-1 Edition 2.0 (03/2005). Hasil perbandingan tersebut diharapkan dapat menginformasikan tentang ketahanan arrester sebelum maupun setelah diterpa impuls tegangan.

3.1. Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan untuk penelitian ini adalah tiga arrester tegangan rendah yaitu arrester merek Shihlin BHP40. Data spesifikasi arrester terlihat pada tabel 1.

Tabel 1. Data Teknis arrester

No	Data teknis	Shihlin BHP40
1	Maximum Current Discharge. I_{max} (kA)	40
2	Nominal Discharge Current. I_n (kA)	15
3	Voltage Protection Level. U_p (kV)	1,4
4	Rated Voltage Network. U_n (V)	275
5	Maximum Continuous Operating Voltage. U_c (V)	440
6	Operating Frekuensi	50/60 Hz
7	Operating Voltage	275/440V AC
8	Permanent operating Current. I_c	
9	Response time	
10	Operating Temperature	
11	Standard	IEC 61643-1 T2 EN 61643-11 Type 2

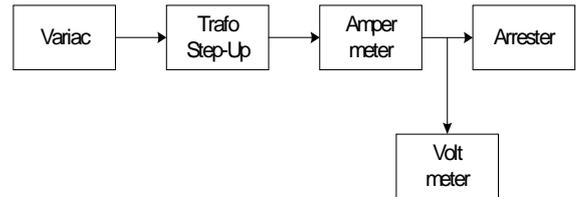
3.2. Alat penelitian

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah Trafo Step Up, Penyearah Gelombang (Rectifier), Pembangkit arus impuls berulang 8/20 μ detik dan Osiloskop penyimpanan dan Compuscope 12400

3.3. Jalannya penelitian

a. Pengujian besar arus bocor arrester sebelum diterpa impuls tegangan dan setelah diterpa impuls tegangan

Dasar dari penelitian ini adalah dengan memberikan tegangan kerja AC mulai dari 180 s.d. 500 volt pada arrester Shihlin sebelum dan sesudah dikenai impuls arus. Tegangan kerja yang diberikan pada arrester diberikan pada nilai dibawah sampai melebihi nilai tegangan operasi maksimum (U_c , 440Volt). Hal ini dimaksudkan untuk mengetahui karakteristik arus bocor terhadap tegangan kerja pada arrester sebelum dan sesudah arrester tersebut diterpa impuls. Hasil pengujian ini akan menunjukkan karakteristik (V-I) arrester sebelum dan sesudah diterpa impuls sehingga akan terlihat pula ketahanan arrester setelah diterpa impuls. Gambar 4 menunjukkan blok diagram pengujian arus bocor arrester.



Gambar 4. Blok diagram pengujian arus bocor arrester

b. Membandingkan antara arus bocor arrester hasil pengujian dengan Standar internasional IEC 61643-1 Edition 2.0 (03/2005)

Standar internasional IEC 61643-1 Edition 2.0 (03/2005) mendefinisikan karakteristik dan tes untuk SPD pada sistem distribusi tegangan rendah, seperti diperlihatkan pada Gambar 3.

4. Hasil Pembahasan

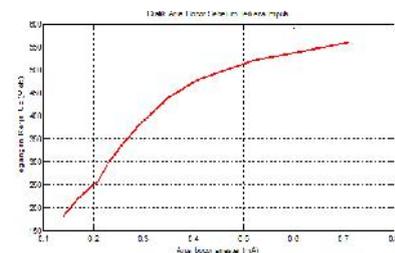
4.1. Hasil Pengujian Arus bocor Arrester Shihlin

Data hasil pengujian arus bocor arrester sebelum diterpa impuls, diperlihatkan pada tabel 2

Tabel 2. Data hasil pengujian arus bocor arrester keadaan baru

No	Shihlin type BHP40	
	Tegangan Kerja (V)	Arus Bocor Arrester (μ A)
1	180	0,138
2	220	0,169
3	260	0,210
4	300	0,230
5	340	0,260
6	380	0,290
7	440	0,350
8	480	0,410
9	520	0,520
10	560	0,710

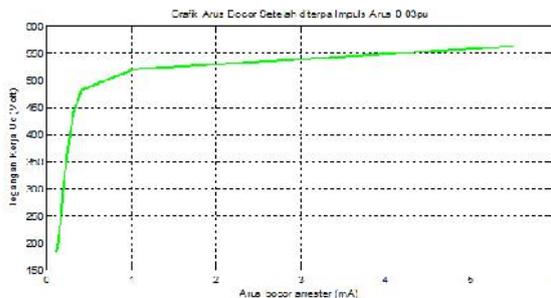
Nilai Arus bocor arrester Shihlin pada tegangan operasi kerja maksimum (U_c ,440 V) dalam kondisi baru lebih kecil dari pada arus bocor baku (< 1 mA), (ABB Application Guidelines, 2010). Artinya bahwa kondisi arrester yang diuji dalam kondisi laik-kerja. Grafik hubungan antara tegangan-kerja dengan arus-bocor untuk arrester sebelum diterpa impuls diperlihatkan pada Gambar 6.



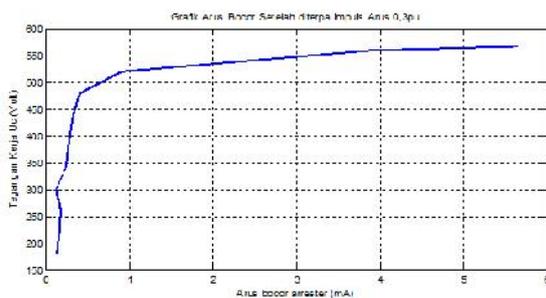
Gambar 6. Arus bocor AC arrester terhadap tegangan kerja sebelum diterpa impuls arus

4.2 Hasil Pengujian arus bocor arester setelah diterpa impuls Tegangan

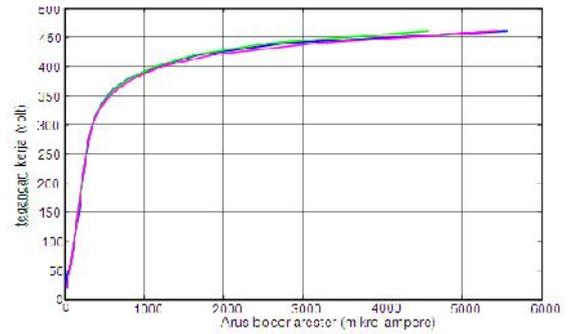
Data yang diperoleh dari hasil pengukuran arus bocor pada sumber AC untuk arrester setelah diterpa impuls arus dengan puncak 533.33A (0.03 pu), 3866.6A (0.3 pu) dan 6858.7A (0.5 pu). Hasil menunjukkan nilai arus bocor tertinggi arester pada tegangan maksimum operasi (U_c) setelah diterpa impuls tegangan masih tergolong kecil masing-masing 0.32 mA, 0.33 mA dan 0.33mA, masih dibawah 1 mA (sesuai Standar internasional IEC 61643-1 Edition 2.0 03/2005)). Dalam hal ini arester masih dikatakan dalam kondisi baik dan belum mengalami belum mengalami perubahan karakteristik volt-ampere (arus bocornya masih relatif sama) serta masih mempunyai sifat isolator yang baik walaupun telah diterpa impuls. Gambar 7, 8 dan 9 memperlihatkan hubungan arus bocor arester Shihlin setelah diterpa impuls arus.



Gambar 7. Hubungan arus bocor AC terhadap tegangan kerja arester (puncak impuls arus 0.03 pu)



Gambar 8. Hubungan arus bocor AC terhadap tegangan kerja arester (puncak impuls arus 0.3 pu)



Gambar 9. Hubungan arus bocor AC terhadap tegangan kerja arester (puncak impuls arus 0.5 pu)

4. Kesimpulan

Berdasarkan landasan teori, hasil pengujian dan pembahasan dari tulisan ini maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Arus Bocor arrester, sebelum diterpa impuls arus, pada tegangan maksimum operasi (U_c) berada di bawah 1 mA, (sesuai Standar internasional IEC 61643-1 Edition 2.0 03/2005)), sehingga bisa dikatakan dalam kondisi baik.
2. Suatu arester masih dikatakan dalam kondisi normal bila memenuhi kriteria sebagai berikut “belum mengalami perubahan karakteristik volt-ampere (arus bocornya masih relatif sama) serta masih mempunyai sifat isolator yang baik walaupun telah diterpa impuls arus”.
3. Nilai arus bocor tertinggi arester pada tegangan maksimum operasi (U_c) setelah diterpa impuls arus masih tergolong kecil yaitu 0.32 mA untuk puncak impuls arus 0.03 pu, 0.33 mA untuk puncak impuls arus 0.3 pu dan 0.33 mA untuk puncak impuls arus 0.5 pu masih dibawah 1 mA (sesuai Standar internasional IEC 61643-1 Edition 2.0 03/2005)). Dalam hal ini arester masih dikatakan dalam kondisi baik dan belum mengalami belum mengalami perubahan karakteristik volt-ampere (arus bocornya masih relatif sama) serta masih mempunyai sifat isolator yang baik walaupun telah diterpa impuls.

Daftar Pustaka

- Hasse P., 2000, "*Overvoltage Protection of low Voltage System*", Institution of Engineering and Technology, London, United Kingdom.
- Tobing L.B., 2003,"*Peralatan Tegangan Tinggi*", PT Gramedia Pustaka Utama.
-,2010, "Overvoltage protection, Chapter J, Schneider Electric - Electrical installation guide 2010
-, 2004,"*Peralatan dan Sistem Telekontrol*" Standart Nasional Indonesia (SNI)
- Cooray V., 2010," *Lightning Protection*", Institution of Engineering and Technology, London, United Kingdom
- Suwarti D., 2011,"Pengaruh Kenaikan Tegangan Impuls Terhadap Tingkat Perlindungan Peralatan Listrik Pada Arrester Tegangan Rendah"Prosiding SENOPUTRO
- Widyanto A., 2009, "Unjuk Kerja Arrester Tegangan Rendah", UGM