

RANCANG BANGUN PEMBANGKIT TEGANGAN TINGGI DC SEBAGAI PERALATAN PENGUJIAN TAHANAN ISOLASI PADA KABEL TEGANGAN RENDAH

Agil Maulana¹⁾, Ony Asrarul Qudsi²⁾, Dimas Okky Anggriawan³⁾

¹⁾Teknik Elektro Industri, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Surabaya, 6011

²⁾Teknik Elektro Industri, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Surabaya, 6011

³⁾Teknik Elektro Industri, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Surabaya, 6011

E-mail: agillana27@gmail.com

E-mail: ony@pens.ac.id

E-mail: dimas@pens.ac.id

Abstract

The life around us is inseparable from the need for electricity, electricity can be used as lighting (lights) and other sources of electricity. As time goes by, the need for electricity is also increasing along with technological advances. However, this huge demand for electricity is not in line with the maintenance or renewal of the components of the electrical installation. From statistical data on fires in the Jakarta area in 2019 (January – October), the highest number of fires was caused by electrical shorts, which was 74%. Therefore, testing the insulation resistance of cables based on DC high voltage injection to determine the feasibility of an insulation on the cable. In this research, the design of DC high voltage generation is made as a voltage injection equipment in the cable. The voltage generator module is capable of generating voltages of up to 1000V more with an average error of 22%. For the sensors used, namely using AMC 1200 and 1100, the results of calibration of voltage sensors 1 and 2 get error values of 2.65% and 1.37%, but on the current sensor the error is quite large, worth 8.91% due to poor sensitivity values. the current sensor, the insulation resistance value that is read has a considerable difference compared to using an insulation tester, but in normal cable conditions the reading value on the insulation meter and the tool made is appropriate and meets the minimum standard of insulation resistance.

Keywords: *Cable, High Voltage Test, Secondary winding villard cascade, Insulation resistant*

Abstrak

Kehidupan sekitar kita tidak terlepas dari kebutuhan listrik, listrik dapat digunakan sebagai penerangan (lampu) dan sumber listrik lainnya. Seiring berjalannya waktu kebutuhan listrik juga semakin meningkat seiring dengan kemajuan teknologi. Namun, kebutuhan listrik yang sangat banyak ini tidak sejalan dengan perawatan maupun pembaruan dari komponen komponen instalasi listrik. Dari data statistik kebakaran yang ada di wilayah Jakarta Tahun 2019 (Januari – Oktober) jumlah kebakaran terbanyak disebabkan oleh konsleting listrik yaitu sebesar 74%. Maka dari itu pengujian tahanan isolasi kabel berbasis injeksi tegangan tinggi DC untuk mengetahui kelayakan dari sebuah isolasi pada kabel. Pada penelitian ini dibuat rancang bangun pembangkitan tegangan tinggi DC sebagai peralatan injeksi tegangan pada kabel. Modul pembangkit tegangan mampu membangkitkan tegangan hingga 1000V lebih dengan rata rata error sebesar 22%. Untuk sensor yang digunakan yaitu menggunakan AMC 1200 dan 1100, hasil kalibrasi sensor tegangan 1 dan 2 mendapatkan nilai error sebesar 2,65% dan 1,37 %, namun pada sensor arus didapat error cukup besar senilai 8,91% akibat dari buruknya nilai sensitifitas sensor arus, nilai tahanan isolasi yang terbaca memiliki perbedaan yang cukup jauh dibanding menggunakan insulation tester, namun dalam kondisi kabel normal nilai pembacaan pada insulation meter maupun alat yang dibuat sudah sesuai dan memenuhi standart minimal tahanan isolasi.

Kata Kunci: Kabel, Pengujian Tegangan Tinggi, Secondary winding villard cascade, Tahanan Isolasi

PENDAHULUAN

Dikehidupan sekitar kita tidak terlepas dari kebutuhan listrik, listrik dapat digunakan sebagai penerangan (lampu) dan sumber listrik lainnya. Seiring berjalannya waktu kebutuhan listrik juga semakin meningkat seiring dengan kemajuan teknologi. Namun, kebutuhan listrik yang sangat banyak ini tidak sejalan dengan perawatan maupun pembaruan dari komponen komponen instalasi listrik.

Dalam penyalurkan energi listrik diperlukan media konduktor penghantar listrik yaitu kabel. Kabel mempunyai beberapa bagian yaitu inti konduktor, isolasi, bahan pengisi, bahan pengikat, bahan pelindung dan selubung luar. Pada kabel yang sudah lama digunakan maka seiring berjalannya waktu akan mengalami penurunan kualitas isolasi. Penurunan kualitas isolasi ini menyebabkan terjadinya arus bocor pada penghantar kabel. Hal ini disebabkan karena efek panas dalam jangka waktu tertentu. Apabila ukuran luas penampang kabel terlalu kecil sedangkan arus yang mengalir melebihi dari batas KHA kabel maka kabel akan terbakar dan dapat menyebabkan hubung singkat.

Dari data statistik kebakaran yang ada di wilayah Jakarta Tahun 2019 (Januari – Oktober) jumlah kebakaran terbanyak disebabkan oleh konsleting listrik yaitu sebesar 74% . kejadian kebakaran tersebut menimbulkan kerugian berupa material maupun ekonomi. Selain itu, korban yang terdampak oleh kebakaran juga harus menanggung resiko mengungsi.

Isolasi adalah satu sarana penting dalam sistem tenaga listrik yang berguna untuk memisahkan kawat penghantar listrik sehingga tidak terjadi lompatan listrik. Kegagalan yang terjadi ketika peralatan sedang berjalan dapat menimbulkan terjadinya kerusakan peralatan listrik sehingga kontinuitas daya yang tersalurkan tidak bekerja dengan maksimal. Maka dari itu peran isolasi harus mampu untuk menahan tegangan tembus dari tegangan tinggi yang mengenainya.

Pada proyek akhir ini dibuat rancang bangun pembangkitan tegangan tinggi DC menggunakan rangkain secondary winding villard cascade sebagai input untuk tegangan injek pengujian tahanan isolasi kabel tegangan rendah, tegangan injek yang digunakan yaitu sebesar 500V, 1000V. spesimen uji berupa kabel NYA dan NYM dengan ukuran

diameter 1,5 mm². Dengan memanfaatkan hukum Ohm dimana besarnya tahanan sebanding dengan tegangan pengujian dibagi dengan arus bocor yang mengalir pada isolasi

METODE PENELITIAN

Agar tujuan dari pengerjaan Proyek Akhir ini dapat tercapai, maka diperlukan suatu perencanaan atau metode pengerjaan. Dari keseluruhan metode yang telah dirancang diharapkan dapat memaksimalkan pengerjaan Proyek Akhir ini, berikut adalah tahapan yang dilakukan :

1. Studi Literature
2. Perancangan Sistem
3. Desain dan Pembuatan Hardware
4. Desain Pembuatan Software
5. Integrasi dan Pengujian sistem
6. Pembuatan Laporan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Pembangkit Tegangan Tinggi DC

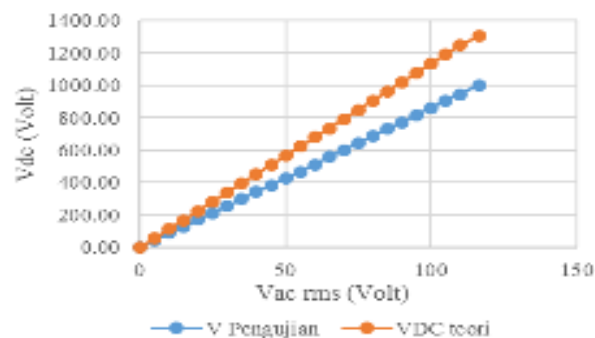
Pengujian tegangan DC ini menggunakan seperangkat alat yaitu variabel autotrafo dengan tegangan input 220 V dan tegangan output 0 V sampai 220 V dan sebuah rangkaian *single secondary winding villard cascade*.

Tabel 1
Hasil Perhitungan dan Pengujian Pembangkit Tegangan Tinggi DC

Vrms(V)	DATA TEORI TEGANGAN HVDC		DATA PENGUJIAN TEGANGAN HVDC		Error (%)
	Vpeak(V)	Vdc(V)	Vpeak(V)	Vdc(V)	
0	0	0	0	0	0
5	7,071	56,57	7,071	45,5	19,57
10	14,142	113,14	14,142	87,8	22,4
15	21,213	169,71	21,213	129,8	23,51
20	28,284	226,27	28,284	171,6	24,16
25	35,355	282,84	35,355	214	24,34
30	42,426	339,41	42,426	257	24,28
35	49,497	395,98	49,497	298	24,74
40	56,569	452,55	56,569	342	24,43
45	63,64	509,12	63,781	385	24,38

50	70,711	565,69	70,711	425	24,87
55	77,782	622,25	77,782	467	24,95
60	84,853	678,82	85,136	512	24,58
65	91,924	735,39	91,924	558,1	24,11
70	98,995	791,96	98,995	600,8	24,14
75	106,066	848,53	106,066	642	24,34
80	113,137	905,1	113,137	686	24,21
85	120,208	961,67	120,208	731	23,99
90	127,279	1018,23	127,279	771	24,28
95	134,35	1074,8	134,35	816	24,08
100	141,421	1131,37	141,421	858	24,16
105	148,492	1187,94	148,492	902	24,07
110	155,563	1244,51	155,563	944	24,15
115	162,635	1301,08	164,756	1000	23,14
RATA RATA					22,953

Karena keterbatasan range tegangan alat ukur dan juga rating komponen dioda yang dipakai hanya senilai 1,2 kV maka tegangan pengujian hanya bisa mencapai 1000 V. Meskipun demikian dari hasil data pengujian terlihat grafik kenaikan output tegangan uji cenderung linier.



Gambar 1. Grafik Hasil Pengujian Tegangan DC

Pengujian Tahanan Isolasi Kabel Menggunakan Insulation Tester

Pengujian pertama kabel diuji menggunakan alat berupa insulation tester untuk memperoleh nilai tahanan isolasi kabel pada kondisi yang berbeda. Ada 4 buah kondisi pada setiap jenis kabel. Dimana perolehan hasil dari pengujian menggunakan isolasi tester digunakan sebagai pembandingan terhadap pengujian pada sistem. Jenis kabel yang diuji pada proyek akhir ini yaitu NYA dan NYM dengan masing masing 8 kondisi pengujian yaitu pengujian dengan kondisi kabel normal, terbakar, diberi tekanan mekanis, direndam 7 hari.



Gambar 1. Pengujian Kabel NYA Kondisi Normal dengan Insulation Tester

Pada pengujian kondisi awal sistem dikondisikan dalam keadaan *standby* dimana tegangan dibangkitkan senilai kurang lebih 1000V DC. Dimana hasil dari pembangkitan nantinya digunakan sebagai tegangan injek untuk pengukuran tahanan isolasi.



Gambar 2. Pengujian Kondisi Awal

Tabel 2
Data Hasil Pengujian dengan Insulation Tester

Kabel	Nilasi Tahanan Isolasi (MΩ)			
	Normal	Terbakar	Diberi Beban Mekanis	Direndam 7 Hari
NYA	1728	1057	1136	880
NYM	1854	1060	1419	1650

Dalam PUIL 2000 disebutkan bahwa penentuan nilai minimum isolasi pada peralatan listrik dan instalasinya yaitu 1000 x tegangan kerja. Maksudnya adalah apabila instalasi menggunakan tegangan 220 V maka tegangan isolasi minimal sebesar 220 V x 1000 ohm = 0,22 MOhm. Untuk memperoleh nilai tahanan isolasi pada alat yang dibuat ditentukan dengan menggunakan rumus :

$$R = \frac{V_{injek}}{I}$$

Dimana :

R = Tahanan Isolasi

Vinjek = Tegangan Kerja Injek

I = Arus terbaca

Pengujian Tahanan Isolasi Kabel Menggunakan Alat

Pada tahap ini kabel diuji dengan menggunakan alat yang sudah dibuat. Pada pengujian kali ini hanya digunakan 1 tegangan injek yaitu senilai 1000V saja, dikarenakan rating dioda pada pembangkit hanya memiliki rating tegangan 1,2kV saja.

Tabel 3
Data Hasil Pengujian dengan Insulation Tester

Kabel	Nilasi Tahanan Isolasi (M Ω)			
	Normal	Terbakar	Diberi Beban Mekanis	Direndam 7 Hari
NYA	0,7	0,05	0,2	0,6
NYM	0,1	0,05	0,05	0,06

Perbedaan nilai tahanan isolasi pada alat pengujian dikarenakan oleh sensor arus yang tidak mampu melakukan pembacaan pada arus yang kecil dengan skala mikro ampere dan miliampere. Serta pembacaan yang dilakukan sensor terjadi *floating* atau naik turunnya nilai arus pembacaan, hal ini dapat terjadi karena pengaruh noise pada mikrokontroler dan juga kemampuan sensor arus sendiri. Sehingga nilai pembacaan terlampau besar.

Tabel 4
Hasil Perbandingan Pengujian

Jenis Kabel	Standart Tahanan Isolasi Minimal (PUIL 2000)	Kondisi Kabel	Dengan Insulation Tester	
			Dengan Insulation Tester	Dengan Alat
NYA	1.000.000 Ω	Normal	1728 M Ω	0,1 M Ω
		Terbakar	1057 M Ω	0,05 M Ω
		Direndam 7 Hari	880 M Ω	0,6 M Ω
		Diberi Tekanan Mekanis	1136 M Ω	0,2 M Ω
NYM	1.000.000 Ω	Normal	1854 M Ω	0,7 M Ω
		Terbakar	1060 M Ω	0,05 M Ω
		Direndam 7 Hari	1650 M Ω	0,06 M Ω
		Diberi Tekanan Mekanis	1419 M Ω	0,05 M Ω

Berdasarkan data tabel 4 dapat diketahui bahwa untuk standart tahanan isolasi minimal yang digunakan sebagai parameter ambang batas pengujian tahanan isolasi yaitu pada kabel NYA senilai 0,1 M Ω dan pada kabel NYM senilai 0,5 M Ω . dari hasil

pengujian yang dilakukan dapat dikatakan nilai tahanan isolasi yang didapat pada kondisi normal masih memenuhi batas normal dari standart yang ada.

Tabel 5
Hasil Pengukuran Baru Dengan Mengganti Sensor Arus Dengan Avo Meter

Tegangan Injek (Volt)	Tipe Kabel	Standart PUIL 2000	Kondisi Kabel	Arus (μ A)	Tahanan Isolasi ($M\Omega$)	Dengan Insulation Tester ($M\Omega$)
1000	NYA	1 ($M\Omega$)	Normal	0,2	5000	1728
			Terbakar	0,5	2000	1057
			Direndam 7 hari	0,3	3333	880
			Diberi tekanan Mekanis	0,3	3333	1136
1000	NYM	1 ($M\Omega$)	Normal	0,2	5000	1854
			Terbakar	0,6	1666	1060
			Direndam 7 hari	5,3	188,679	1650
			Diberi tekanan Mekanis	0,6	1666	1419

Dari data yang diperoleh pada Tabel 5 setelah pengujian ulang dilakukan didapatkan nilai tahanan isolasi baru yang semuanya telah memenuhi standart yang ditetapkan. Pada kabel dengan kondisi normal nilai tahanan isolasi yang didapat 5000 ($M\Omega$), dimana nilai tersebut merupakan nilai terbesar diantara kondisi lainnya. Sedangkan kondisi dengan tahanan paling rendah berada pada kondisi kabel dengan kondisi selesai direndam 7 hari dan juga kabel dengan kondisi diberi tekanan mekanis, sedangkan pada kabel NYM berada pada kondisi selesai diirendam 7 hari dengan nilai tahanan isolasi sebesar 188,679 ($M\Omega$) , namun secara keseluruhan nilai tahanan isolasi yang terukur masih mencapai batas standart yang ditentukan.

SIMPULAN

Dari perencanaan dan pembuatan sistem yang telah dibuat kemudian dilakukan pengujian parsial dan pengujian integrasi maka diperoleh kesimpulan berikut :

1. Berdasarkan hasil perencanaan dengan pendekatan rumus diperoleh nilai tahanan minimal ketika dilakukan pengujian tahanan isolasi yaitu kabel jenis NYA dan NYM sebesar $1M\Omega$

2. Push botton seagai pemicu injek tegangan pada saat pengujian sudah berjalan sesuai dengan fungsinya yaitu saat ditekan maka sistem melakukan pengujian dan diperoleh data tahanan isolasi
3. Secara keseluruhan sistem yang dibuat belum dapat berjalan sesuai fungsinya dikarenakan hasil yang didapat pada saat pengujian masih dibawah angka standart jika dibandingkan dengan hasil pengukuran ulang menggunakan AVO meter sebagai pengukur arus

DAFTAR PUSTAKA

- [1] W. B. Pramono, D. E. Saputro, dan H. S. Utama (2016). Rancang Bangun Pembangkit Tegangan Tinggi Dc 15 Kv Dengan Metode Cockroft-Walton. *hal. 179–187*.
- [2] Y. Abraham (2017). Pengujian Tegangan Tembus Pada Kabel Tegangan Rendah.
- [3] B. Cakra, F. Teknik, dan D. Elektro (2009). Analisis Degradasi Tahanan Isolasi Pvc Pada Kabel Dengan Tegangan Pengenal 300 / 500 Volt. *Universitas Indonesia*.
- [4] Agustini Rodiah Machdi (2016). Analisa Kelayakan Sistem Instalasi Listrik Melalui Pengujian Nilai Tahanan Isolasi dan Tahanan Bumi. *J. Teknol., vol. 1, no. 27, hal. 1–8*.
- [5] A. Makkulau, N. Pasra, dan R. R. Siswanto (2018). Pengujian Tahanan Isolasi Dan Rasio Pada Trafo Ps T15 Pt Indonesia Power Up Mrica. *vol. 10, no. 1, hal. 21*.
- [6] A. Mulia (2018). Pengujian Tahanan Isolasi Kabel Tegangan Rendah Berdasarkan Spln 42-2:1992 Dan Sni 04-6629:2011. *Fak. Tek. Univ. Negeri Jakarta*.
- [7] G. Firmansyah dan T. Haryono (2014). Karakteristik Berbagai Jenis Bahan Isolasi Kabel Instalasi Tegangan Rendah. *J. Penelit. Tek. Elektro Dan Teknol. Inf., vol. 1, no. 3, hal. 1–3*.
- [8] T. Pardede dan F. Murdiya (2017). Studi Karakteristik Tegangan Tembus DC Polaritas Positif Pada Gas Nitrogen (N2). *Jom FTEKNIK, vol. 4, no. 1, hal. 1–9*.
- [9] A. Rasyid dan F. Murdiya (2017). Karakteristik Tegangan Tembus Ac Pada Material Isolasi Padat Campuran Resin Dengan Alumina (Al₂O₃). *J. Chem. Inf. Model., vol. 4, no. 2, hal. 1–6*.
- [10] O. S. Warjono, A. Wisaksono, A. Misbahur, D. Amalia, dan M. H. Mubarak (2017). Alat Ukur Elektronik Pemakaian Air. *vol. 13, no. 2, hal. 86–89*.
- [11] SPLN 42-2 (1992). Kabel Berisolasi dan Berselubung PVC Tegangan Pengenal 300/500 Volt (NYM). *no. 135, hal. 2*.
- [12] W. J. Nugroho (2015). Desain Peralatan Penguji Isolasi Belitan Motor Induksi Menggunakan Gelombang Surja Dan Metode Error Area Ratio. *Fak. Tek. Ind. ITS*.