

Karakteristik Tegangan Tembus Gas Karbondioksida (CO₂) dan Nitrogen (N₂) Dibawah Tegangan Tinggi AC

Rio Abraham Ginting, Fri Murdiya

Laboratorium Teknik Tegangan Tinggi

Teknik Elektro Universitas Riau, Jurusan Teknik Elektro Universitas Riau

Kampus Binawidya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293

Jurusan Teknik Elektro Universitas Riau

Email: abramginting76@yahoo.co.id

ABSTRACT

In the power system, there are many aspects that must be considered to operate the system such as conductor, insulator, and the electric power apparatuses. In this research, we investigated the carbon dioxide and nitrogen gases as gas insulation candidate in the circuit breaker. It is shown that the breakdown voltage of CO₂ and N₂ is proportional with the gap of sphere electrodes. In order to comparison between CO₂, N₂ gases and SF₆ gas, the breakdown voltage of CO₂ and N₂ is lower than the SF₆. However, if CO₂ and N₂ gas pressure is 4 bar, the breakdown voltage of CO₂ and N₂ will be similar or above SF₆ at pressure 1 bar.

Keywords: carbon dioxide, nitrogen, electrode, breakdown voltage, circuit breaker.

1. PENDAHULUAN

Pada sistem tenaga listrik ada banyak aspek yang harus diperhatikan dalam pengoperasiannya agar tenaga listrik yang dihasilkan dapat digunakan oleh konsumen dengan baik dan efektif. Aspek-aspek tersebut mencakup keandalan, keamanan, ekonomis, dan sebagainya. Pada judul tugas akhir ini, yaitu Karakteristik Tegangan Tembus Gas Karbondioksida (CO₂) dan Gas Nitrogen (N₂) dibawah Tegangan Tinggi AC dapat digunakan sebagai referensi dalam pemilihan gas isolasi pada komponen sistem tenaga listrik, dalam hal ini Pemutus daya (PMT). Tentu hal ini juga akan mendukung keamaan dari suatu sistem tenaga listrik. Maka dilakukan penelitian dan pengujian untuk sebagai referensi pengganti dari SF₆ sebagai alternatif isolasi gas, yaitu menggunakan gas karbondioksida dan gas nitrogen (N₂) yang lebih ramah lingkungan.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Jenis-jenis gas isolasi

Ada beberapa macam gas isolasi yang biasa digunakan pada sistem tenaga listrik berdasarkan kekuatan dielektrik, rugi-rugi dielektrik, stabilitas kimia, korosi, dan lain-lain, isolator gas dapat diklasifikasikan menjadi: (Prihatnolo, 2011)

1. Gas sederhana, contohnya: Udara, Nitrogen, Helium, Hidrogen.
2. Gas Oksida, contohnya: Gas karbondioksida, Gas Sulphur dioksida.
3. Gas Hidrokarbon, contohnya: Methana, Ethana, Propana.
4. Gas elektronegatif, contohnya: Gas sulphur hexaflorida, CH₂Cl₂.

Pada tugas akhir ini penulis akan membahas karakteristik dari gas karbondioksida dan gas nitrogen sebagai bahan isolasi.

2.2 Proses Dasar Ionisasi

Ion adalah kumpulan dari atom atau gabungan atom yang bermuatan

listrik. Ionisasi adalah proses terbentuknya ion dari muatan atom yang melepaskan atau menangkap elektron. Dalam proses pelepasan elektron pada atom ada beberapa mekanisme pembangkitan atau kehilangan ion baik dalam bentuk tunggal maupun dalam kombinasi. Proses dasar pelepasan elektron dalam gas meliputi:

- a. Pembangkitan ion dengan cara benturan elektron, fotoionisasi, ionisasi oleh benturan ion positif, ionisasi termal, pelepasan elektron (*detachment*), ionisasi kumulatif dan efek γ sekunder.
- b. Kehilangan ion dengan cara penggabungan (*attachment*) elektron, rekombinasi dan difusi.

2.3 Ionisasi karena Benturan Elektron

Besarnya Gradien tegangan berbanding lurus dengan jumlah elektron yang mengalami proses ionisasi, semakin besar gradien tegangan maka elektron yang mengalami pelepasan akan semakin banyak jumlahnya. Pada proses ini elektron yang mengalami ionisasi akan berpindah secara berkelanjutan menuju anoda dan saling membentur satu sama lain sehingga menghasilkan banyak elektron-elektron baru. Pada proses ini akan terjadi banyak banjir elektron (*avalanche*) pada satu elektron tunggal, elektron akan saling melepaskan diri secara cepat dan elektron hasil pelepasan tersebut akan saling bertubrukan, maka terjadilah banjir elektron. Ada dua jenis pelepasan elektron (*discharge*) yaitu pelepasan bertahansendiri secara berkelanjutan (*self sustaining discharge*) dan pelepasan secara tidak berkelanjutan tak bertahan sendiri (*non sustaining discharge*). Proses kegagalan gas dan udara sebagai bahan isolasi adalah suatu bentuk transisi dari keadaan pelepasan tidak bertahan menuju pelepasan bertahansendiri.

2.4 Proses-Proses Dasar dalam Kegagalan Gas

Kegagalan gas sebagai bahan isolasi disebut percikan (*spark breakdown*) adalah proses peralihan peluahan tak bertahan sendiri ke berbagai jenis peluahan yang bertahan sendiri. Karakteristik dari kegagalan percikan ini adalah tegangan pada sela elektroda akan menurun karena terjadi proses yang membentuk konduktifitas tinggi antara anoda dan katoda. Ada dua jenis mekanisme dasar yaitu:

1. Mekanisme primer, dimana terjadinya banjir elektron (*avalanche*).
2. Mekanisme sekunder, yang memungkinkan terjadinya peningkatan banjir elektron (*avalanche*).

Pada mekanisme primer, hal yang perlu diperhatikan adalah katoda. Katoda akan mengalami *discharge* dan akan memulai terjadinya suatu percikan (*spark breakdown*). Sehingga dalam hal ini elektroda yang mempunyai potensial yang lebih rendah, yaitu katoda akan menjadi elektroda yang melepaskan elektron. Adapun fungsi katoda selaku elektroda pelepas elektron adalah:

1. Menyediakan elektron awal yang harus dilepaskan
2. Mempertahankan pelepasan (*discharge*)
3. Menyelesaikan pelepasan (*discharge*)

2.5 Mekanisme Townsend

Pada proses pelepasan, medan listrik menyebabkan elektron bebas bergerak cepat sehingga memungkinkan terjadinya banjir elektron. Jumlah elektron (n_e) yang membentuk banjir elektron pada lintasan sejauh dx akan bertambah dengan dn_e elektron, sehingga elektron bebas yang ada pada lapisan dx adalah:

$$dn_e = \alpha \cdot n_e \cdot dx \dots \dots \dots (1)$$

Proses ionisasi mengakibatkan bertambahnya jumlah elektron bebas dn_e sehingga jumlah elektron bebas dn_e sama besarnya dengan jumlah ion positif

dn_+ baru yang dihasilkan, sehingga didapat:

$$dn_+ = \alpha \cdot n_e \cdot dx \dots\dots\dots (2)$$

$$dn_e = \alpha \cdot n_e \cdot (t) \cdot v_d \cdot dt \dots\dots\dots (3)$$

dn_+ = jumlah ion positif baru yang dihasilkan.

n_e = jumlah total elektron.

v_d = kecepatan perpindahan elektron.

Pada medan seragam ditunjukkan dengan: $n_e = n_0$, $x = 0$ maka, $n_e = n_0 \cdot e^{\alpha x}$ (dengan catatan α konstan). Jumlah elektron yang bertubrukan dengan anoda dalam setiap satu detik sejauh d dari katoda sama dengan jumlah ion positif dapat dihitung dengan persamaan:

$$n^+ = n_0 \cdot e^{\alpha x} \dots\dots\dots (4)$$

Persamaan untuk mencari jumlah elektron yang meninggalkan katoda dan mencapai anoda:

$$n^e = \frac{n_0 \cdot e^{\alpha d}}{1 - (e^{\alpha d} - 1)} \dots\dots\dots (5)$$

2.5 Mekanisme Kegagalan Streamer

Mekanisme strimer (*streamer*) menjelaskan bahwa proses terjadinya strimer plasma yang disebabkan oleh bertambah banyaknya pelepasan percikan langsung dari banjiran tunggal dan muatan ruang (*space charge*) yang terjadi karena banjiran itu sendiri. Sesudah itu kehantaran naik dengan cepat dan kegagalan terjadi dalam alur (*channel*) banjiran ini. selain proses ionisasi benturan (α) Townsend, ciri utama teori kegagalan strimer adalah postulasi sejumlah besar fotoionisasi dari molekul gas dalam ruang didepan strimer dan pembesaran medan listrik oleh muatan ruang ion pada ujung strimer, dimana ruangan ini menimbulkan distorsi medan di antara anoda dan katoda. Ion-ion positif dapat dianggap stasioner dibandingkan dengan elektron-elektron lain yang bergerak lebih cepat, dan banjiran terjadi diantara elektroda dalam bentuk awan elektron yang membelakangi muatan ruang ion positif.

Ada dua jenis mekanisme kegagalan streamer: (Prihatnolo, 2011)

1. Streamer Positif (elektron hasil pelepasan yang bergerak menuju katoda).
2. Streamer Negatif (elektron hasil pelepasan yang bergerak menuju ke anoda).

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu Dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan September 2017 – April 2018 di Laboratorium Teknik Tegangan Tinggi Universitas Riau.

3.2 Peralatan dan Prosedur Penelitian

Pengujian dilakukan dengan tahap berikut, menyiapkan peralatan pengujian, mengatur jarak elektroda pada tabung uji, mengisi gas isolasi kedalam tabung uji dan mengatur tekanan gas isolasi, merangkai rangkaian pengujian, melakukan pengujian tegangan tembus gas isolasi. Data penelitian yang diperoleh kemudian dianalisa menggunakan metode linier dan grafik perbandingan diolah dengan menggunakan *Microsoft Excel*.

3.3 Menyediakan Peralatan Pengujian

Berikut merupakan beberapa peralatan dalam proses pengujian tegangan tembus gas bahan isolasi:

1. *HV Test Transformator*.
2. *Control Desk*.
3. *Measuring Resistor*.
4. *Insulating Rod*.
5. *Connecting Cup*.
6. *Floor Pedestal*.
7. *Connecting Rod*.
8. Elektroda Bola-bola.
9. Elektroda Jarum-jarum.
10. *Earth Switching*.
11. Tabung Uji.

3.4 Mengatur Jarak Elektroda Pada Tabung Uji

Elektroda yang digunakan adalah elektroda jarum-jarum dan bola-bola.

Setiap satu pasang elektroda diatur dengan jarak 2.0cm, 1.5cm, 1.0cm, 0.5cm pada masing-masing pengujian gas isolasi.

3.5 Melakukan Pengujian Tegangan Tembus Gas isolasi

Untuk menguji tegangan tembus gas isolasi ada beberapa hal yang harus diperhatikan, yaitu tekanan udara ruangan dan suhu ruangan. Maka dari itu setiap memulai pengujian tekanan udara ruangan dan suhu ruangan di catat terlebih dahulu.

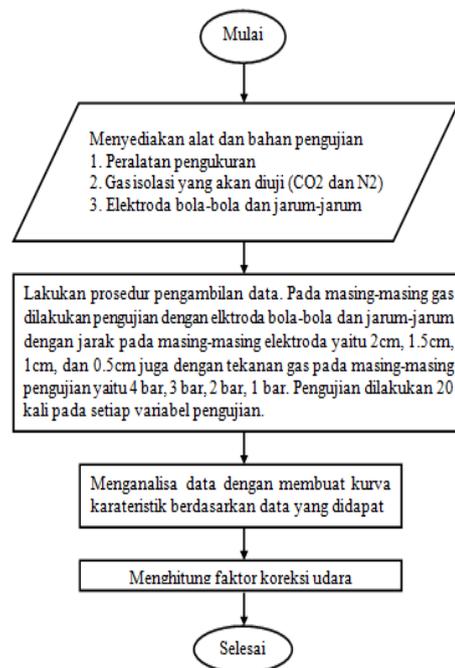
Adapun prosedur pengambilan data adalah sebagai berikut:

1. Siapkan peralatan pengujian.
2. Atur jarak sela elektroda (bola-bola atau jarum-jarum).
3. Isi gas isolasi (CO₂ atau N₂) kedalam tabung pengujian dan sesuaikan tekanannya.
4. Pastikan sampel yang ada di tabung uji sudah benar (tekanan gas isolasi, jarak elektroda).
5. Pastikan rangkaian pengujian sudah benar dan *earth switching* sudah terpasang, serta memastikan keadaan aman (tidak ada orang didalam *cage* pengujian dan pintu *cage* sudah terkunci).
6. Catat tekanan udara ruangan dan suhu ruangan.
7. Aktifkan *control desk*.
8. Aktifkan belitan primer dan sekunder transformator.
9. Naikkan regulator tegangan secara perlahan sampai terjadi *flashover* pada sampel yang diuji.
10. Catat tegangan tembus yang ada pada layar pengukuran yang ada di *control desk*.
11. Turunkan tegangan menggunakan regulator tegangan secara perlahan.
12. Saat layar pengukuran menunjukkan angka nol, nonaktifkan sekunder trafo terlebih dahulu kemudian primer trafo. *Earth switching* akan bekerja secara otomatis. Lakukan prosedur diatas sebanyak 20 kali pada masing-masing gas dan elektroda (jarak masing-masing elektroda dan tekanan setiap gas

isolasi sebagai variabel pengujian) untuk mendapatkan karakteristik gas isolasi.

3.6 Flowchart Pengujian Gas Isolasi

Pengukuran tegangan tembus bertujuan untuk mengamati karakteristik tegangan tembus dielektrik gas isolasi pada variasi tekanan gas pengujian (1 bar, 2 bar, 3 bar, 4 bar) dan variasi jarak antara elektroda (0.5 cm, 1 cm, 1.5 cm, 2 cm), dengan menggunakan elektroda bola-bola dan elektroda jarum-jarum secara bergantian. Pengukuran dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:



Gambar 1 Diagram alir prosedur pengambilan data pengujian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengujian Beserta Faktor Koreksi Udara

Dari hasil pengujian tegangan tembus gas isolasi diambil rata-rata tegangan tembus dari 20 kali pengujian yang dilakukan. Dari setiap hasil pengujian dihitung faktor koreksi udara dengan rumus sebagai berikut:

$$V_s = \frac{V_h}{d} \dots\dots\dots (6)$$

Dimana:

V_s = Tegangan tembus pada keadaan standar

V_h = Tegangan tembus yang diukur pada keadaan sebenarnya

d = Kepadatan udara relatif

Tabel 1 Tegangan tembus gas CO₂ dengan elektroda jarum-jarum jarak sela 1 cm

Pengujian gas CO ₂ - Elektroda Jarum-jarum				
Jarak sela elektroda: 1.0cm				
Tekanan Udara: 752.5mmHg				
Temperatur keliling: 29.4C				
No	Tekanan Gas			
	4 BAR (volt)	3 BAR (volt)	2 BAR (volt)	1 BAR (volt)
1	39600	35550	31500	26550
2	39600	35550	30600	26100
3	40500	36450	30150	26100
4	40050	36900	31500	26550
5	40050	36900	31500	26550
6	40500	37350	31500	26550
7	40500	36900	31500	26100
8	39600	36900	31950	27000
9	40500	36450	31950	26550
10	40050	36900	31500	27000
11	40500	36450	31500	27450
12	40500	36000	31950	27450
13	40950	36450	30150	27000
14	40950	36000	30600	27450
15	41400	36900	31050	27450
16	41400	36900	31950	27000
17	41850	36900	31500	27000
18	41850	36450	31050	26550
19	41850	36900	31500	27000
20	41850	36900	31500	27450
Rata-rata	40702.5	36585	31320	26842.5

Faktor koreksi udara:

$$d = \frac{0,386 \cdot b_B}{273 + t_B}$$

$$b_B = 752,5mmHg$$

$$t_B = 29,4^{\circ}C$$

$$d = \frac{0,386 \cdot 752,5}{273 + 29,4} = 0,96$$

$$V_s(4 \text{ bar}) = \frac{V_h}{d} = \frac{40702,5}{0,96} = 42398,4 \text{ V}$$

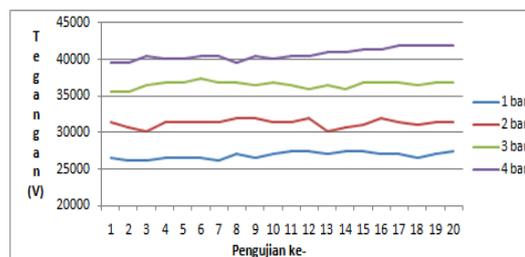
$$V_s(3 \text{ bar}) = \frac{V_h}{d} = \frac{36585}{0,96} = 38109,3 \text{ V}$$

$$V_s(2 \text{ bar}) = \frac{V_h}{d} = \frac{31320}{0,96} = 32625 \text{ V}$$

$$V_s(1 \text{ bar}) = \frac{V_h}{d} = \frac{26842}{0,96} = 27960,4V$$

Pada tabel 1 menunjukkan hasil pengujian tegangan tembus gas CO₂ menggunakan elektroda jarum-jarum dengan jarak 1 cm. Dapat dilihat rata-rata tegangan tembus pada tekanan gas 1 bar 26842.5 V, pada tekanan 2 bar 31320 V, tekanan 3 bar 36585 V, dan pada tekanan 4 bar 40702,5 V.

Gambar 2 merupakan kurva yang didapat dari hasil pengujian gas CO₂ dengan menggunakan elektroda jarum-jarum dengan jarak sela 1 cm. dapat dilihat tegangan tembus gas meningkat pada pengujian ke-1 sampai pengujian ke-20.



Gambar 2 Kurva karakteristik pengujian gas karbondioksida dengan elektroda jarum-jarum jarak sela 1 cm

Pada tabel 2 menunjukkan hasil pengujian tegangan tembus gas CO₂ menggunakan elektroda bola-bola dengan jarak 1 cm. Dapat dilihat rata-rata tegangan tembus pada tekanan gas 1 bar 36000V, pada tekanan 2 bar 49275V, tekanan 3 bar 58185V, dan pada tekanan 4 bar hasil pengukuran lebih dari 140, maka diasumsikan tegangan tembus pada tekanan 4 bar diatas 63000V.

Tabel 2 Tegangan tembus gas karbondioksida elektroda bola-bola jarak sela 1 cm

Pengujian Gas CO ₂ - Elektroda Bola-bola				
Jarak sela elektroda: 1.0cm				
Tekanan Udara: 753mmHg				
Temperatur keliling: 27,5C				
No	Tekanan Gas			
	4 BAR (volt)	3 BAR (volt)	2 BAR (volt)	1 BAR (volt)
1	>140	58050	49050	36450
2	>140	58050	49050	35550
3	>140	58500	48600	36000
4	>140	57600	49500	35550
5	>140	58050	49050	35550
6	>140	57600	49050	35550
7	>140	57600	49050	36000
8	>140	57600	49500	35550
9	>140	58050	49500	36450
10	>140	58050	49050	35550
11	>140	58500	48600	36000
12	>140	58500	49500	36000
13	>140	58500	49950	36000
14	>140	58500	49050	36000
15	>140	58050	49050	36450
16	>140	58050	49500	36000
17	>140	58500	49950	36450
18	>140	58950	49500	36450
19	>140	58500	49500	36000
20	>140	58500	49500	36450
Rata-rata		58185	49275	36000

Faktor koreksi udara:

$$d = \frac{0,386 \cdot b_B}{273 + t_B}$$

$$b_B = 753\text{mmHg}$$

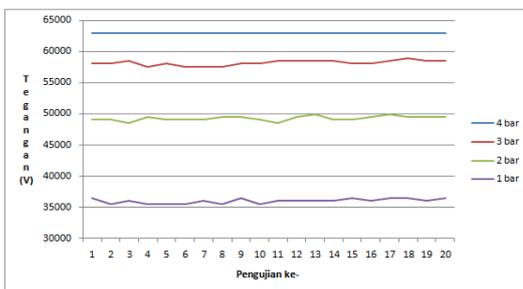
$$t_B = 27,5^\circ\text{C}$$

$$d = \frac{0,386 \cdot 753}{273 + 27,5} = 0,967$$

$$V_s(3 \text{ bar}) = \frac{V_h}{d} = \frac{58185}{0,967} = 60170,6 \text{ V}$$

$$V_s(2 \text{ bar}) = \frac{V_h}{d} = \frac{49275}{0,967} = 50956,5 \text{ V}$$

$$V_s(1 \text{ bar}) = \frac{V_h}{d} = \frac{36000}{0,967} = 37228,5 \text{ V}$$



Gambar 3 Kurva karakteristik pengujian gas karbondioksida dengan elektroda bola-bola jarak sela 1 cm

Gambar 3 menunjukkan karakteristik gas CO₂. Semakin banyak dilakukan pengujian maka tegangan tembus semakin naik. Hal ini merupakan

pengaruh dari reaksi molekul gas saat diterpa tegangan tinggi AC.

Tabel 3 Tegangan tembus gas nitrogen elektroda jarum-jarum jarak sela 1cm

Pengujian Gas N ₂ - Elektroda Jarum-jarum				
Jarak sela elektroda: 1.0cm				
Tekanan Udara: 755mmHg				
Temperatur keliling: 29,7C				
No	Tekanan Gas			
	4 BAR (volt)	3 BAR (volt)	2 BAR (volt)	1 BAR (volt)
1	47250	40500	34650	25650
2	47700	38250	35100	24750
3	47250	40500	35550	24300
4	47250	39150	35100	24300
5	46350	41400	35100	24750
6	46800	41400	35550	23850
7	45900	40500	35550	24300
8	47250	40050	35550	25200
9	47700	40500	36000	24750
10	47700	40950	36450	25200
11	48150	40050	34200	25200
12	48600	40500	34200	25650
13	48600	40500	34650	25650
14	48600	40500	35100	25200
15	48150	40950	34200	25200
16	48150	41400	34650	25650
17	47700	41400	34650	25200
18	48150	41400	34650	24750
19	48600	40950	35100	25650
20	48600	41400	35100	25650
Rata-rata	47722,5	40612,5	35055	25042,5

Faktor koreksi udara:

$$d = \frac{0,386 \cdot b_B}{273 + t_B}$$

$$b_B = 755\text{mmHg}$$

$$t_B = 29,7^\circ\text{C}$$

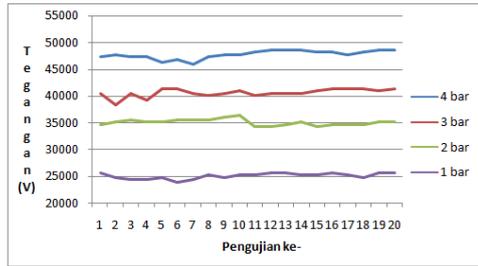
$$d = \frac{0,386 \cdot 755}{273 + 29,7} = 0,96$$

$$V_s(4 \text{ bar}) = \frac{V_h}{d} = \frac{47722,5}{0,96} = 49710,9 \text{ V}$$

$$V_s(3 \text{ bar}) = \frac{V_h}{d} = \frac{40612,5}{0,96} = 42304,7 \text{ V}$$

$$V_s(2 \text{ bar}) = \frac{V_h}{d} = \frac{35055}{0,96} = 36515,6 \text{ V}$$

$$V_s(1 \text{ bar}) = \frac{V_h}{d} = \frac{25042,5}{0,96} = 26085,9 \text{ V}$$



Gambar 4 Kurva karakteristik pengujian gas nitrogen dengan elektroda jarum-jarum jarak sela 1 cm

Pada tabel 3 menunjukkan hasil pengujian tegangan tembus gas N₂ menggunakan elektroda jarum-jarum dengan jarak 1 cm. Dapat dilihat rata-rata tegangan tembus pada tekanan gas 1 bar 25042.5V, pada tekanan 2 bar 35055V, tekanan 3 bar 40612.5V, dan pada tekanan 4 bar 47722,5 V.

Gambar 4 menunjukkan karakteristik gas N₂ dengan menggunakan elektroda jarum-jarum jarak sela 1 cm. Semakin banyak dilakukan pengujian maka tegangan tembus semakin naik. Hal ini merupakan pengaruh dari reaksi molekul gas saat diterpa tegangan tinggi AC.

Tabel 4 Tegangan tembus gas nitrogen elektroda bola-bola jarak sela 1cm

Pengujian Gas N ₂ - Elektroda Bola-bola				
Jarak sela elektroda: 1.0cm				
Tekanan Udara: 751mmHg				
Temperatur keliling: 32C				
No	Tekanan Gas			
	4 BAR	3 BAR	2 BAR	1 BAR
1	>140	>140	53350	44100
2	>140	>140	53350	43200
3	>140	>140	53350	42750
4	>140	>140	54450	44550
5	>140	>140	54000	44100
6	>140	>140	54450	44100
7	>140	>140	54450	44550
8	>140	>140	54900	45000
9	>140	>140	54900	45000
10	>140	>140	53350	44550
11	>140	>140	53350	45450
12	>140	>140	53350	45450
13	>140	>140	55800	45900
14	>140	>140	55800	45000
15	>140	>140	53350	45450
16	>140	>140	55800	45450
17	>140	>140	55800	45000
18	>140	>140	55800	45900
19	>140	>140	55800	45900
20	>140	>140	55800	45900
Rata-rata			55260	44865

Faktor koreksi udara:

$$d = \frac{0,386 \cdot b_B}{273 + t_B}$$

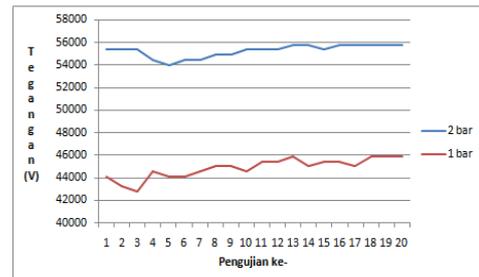
$$b_B = 751 \text{ mmHg}$$

$$t_B = 32^\circ C$$

$$d = \frac{0,386 \cdot 751}{273 + 32} = 0,95$$

$$V_s(2 \text{ bar}) = \frac{V_h}{d} = \frac{55260}{0,95} = 58168,4 \text{ V}$$

$$V_s(1 \text{ bar}) = \frac{V_h}{d} = \frac{44865}{0,95} = 47226,3 \text{ V}$$



Gambar 5 Kurva karakteristik pengujian gas nitrogen dengan elektroda bola-bola jarak sela 1 cm

Pada tabel 4 menunjukkan hasil pengujian tegangan tembus gas N₂ menggunakan elektroda bola-bola dengan jarak 1 cm. Dapat dilihat rata-rata tegangan tembus pada tekanan gas 1 bar 44865V, pada tekanan 2 bar 55620V, pada tekanan 3 bar dan 4 bar hasil pengukuran lebih dari 140, maka diasumsikan tegangan tembus pada tekanan 3 bar dan 4 bar diatas 63000V.

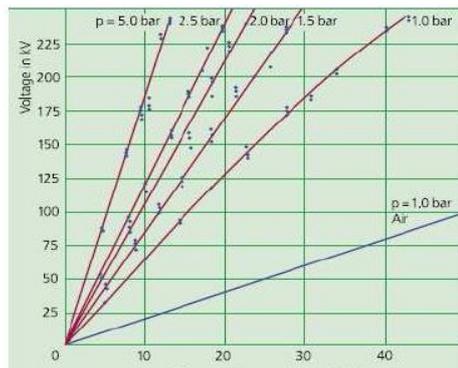
4.2 Perbandingan Karakteristik Tegangan Tembus Gas Karbondioksida dan Gas Nitrogen Terhadap Tegangan Tembus Gas SF₆

Gas SF₆ merupakan gas yang sering digunakan sebagai bahan isolasi gas pada sistem tenaga listrik. Hal ini dikarenakan gas SF₆ memiliki sifat-sifat sebagai berikut: (PT. PLN, 2014)

1. Memiliki sifat dielektrik yang baik sebagai bahan isolasi.
2. Memiliki sifat kimia tidak mudah terbakar.
3. Tidak beracun.
4. Viskositas (gaya gesekan pada molekul-molekul penyusun zat) tergolong rendah. Sehingga tidak

mudah bereaksi dengan zat atau material lain.

Dalam hal ini gas SF₆ dianggap sebagai gas ideal sebagai gas bahan isolasi karena paling banyak digunakan, untuk itu hasil pengujian tegangan tembus gas CO₂ dan N₂ dibandingkan dengan tegangan tembus gas SF₆.



Gambar 6 Karakteristik Tegangan Tembus Gas SF₆ (PT. PLN, 2014)

Pada gambar 6 dapat dilihat bahwa pada tekanan 1 bar dan jarak elektroda 10mm maka tegangan tembus gas SF₆ ≥ 60 kV. Untuk perbandingan diambil sampel pengujian gas CO₂ menggunakan elektroda bola-bola dengan jarak sela 1cm (gambar 3). Pada kondisi ini tegangan tembus gas CO₂ dengan tekanan 4 bar akan bernilai diatas 60 kV. Dengan kata lain apabila tekanan gas CO₂ dinaikkan, maka tegangan tembusnya juga naik.

5. KESIMPULAN

1. Jika jarak sela elektroda semakin jauh maka tegangan tembus gas isolasi semakin tinggi, jarak sela elektroda berbanding lurus dengan nilai tegangan tembus gas isolasi.
2. Jika tekanan gas dinaikkan maka tegangan tembus gas isolasi juga akan meningkat, dengan kata lain jumlah tekanan gas berbanding lurus dengan nilai tegangan tembus gas isolasi.

3. Ketahanan isolasi gas CO₂ dan N₂ pada tekanan 4 bar dan jarak sela elektroda 1cm mencapai 63 kV, dapat menyamai tegangan tembus gas SF₆ pada kondisi yang sama.

SARAN

Disarankan agar fasilitas laboratorium dilengkapi agar dapat melakukan pengujian pada tekanan gas yang lebih besar dan jarak elektroda lebih besar.

DAFTAR PUSTAKA

- I.S. Hwang, H.K. Kang, Y.H. Kim, B.Y. Seok, K.S. Park, J.H. Woo. 2008. Analysis On Dielectric Strength Of SF₆ Gas For Gas Insulated Transformer. Korea. Hyundai Heavy Industries Co., LTD.
- L. Bonggas. 2012. Dasar-Dasar Teknik Pengujian Tegangan Tinggi Edisi Kedua. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- PT. PLN. 2014. Buku Petunjuk O&M GIS PT. PLN (Persero) P3B Jawa Bali.
- Sasmito Teguh Prihatnolo, Abdul Syakur, St, Mt, Mochammad Facta, St, Mt. 2011. Pengukuran Tegangan Tembus Dielektrik Udara Pada Berbagai Sela Dan Bentuk Elektroda Dengan Variasi Temperatur Sekitar. Semarang. Teknik Elektro Universitas Diponegoro.
- Tumpal Pardede, Fri Murdya. 2017. Studi Karakteristik Tegangan Tembus DC Polaritas Positif Pada Gas Nitrogen (N₂). Pekanbaru. Jurusan Teknik Elektro Universitas Riau.