

PENGHITUNGAN DAYA *HIGH FREQUENCY GENERATOR* TIPE HPS-101 UNTUK SISTEM *CORONA TREATMENT* PADA MESIN *INFLATION* DI PERUSAHAAN MANUFACTURE ALAT KESEHATAN BATAM

Muhammad Irsyam¹, Afsya Lesmana²

^{1,2,3}Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Riau Kepulauan
Jl. Pahlawan No.99, Bukit Tempayan, Kec. Batu Aji, Kota Batam, Kepulauan Riau 29425
Email : irsyam@ft.unrika.ac.id¹, afsyalsm@gmail.com²

ABSTRAK

Teknologi penempelan tinta pada plastik kemasan telah dikembangkan sejak tahun 1980-an, dengan memanfaatkan corona sebagai media untuk mengacak susunan ion dan partikel pada bahan yang mempunyai sifat kimia inert maka Corona treatment telah dikembangkan menjadi teknologi yang mutakhir di bidangnya. Sistem tersebut menggunakan inverter sebagai pengubah tegangan DC (Direct Current) menjadi tegangan AC (*Alternating Current*) yang dapat diubah frekuensinya menjadi 2000 - 3000 ribuan Hertz sesuai dengan kebutuhan. Guna memunculkan corona digunakan transformator penaik tegangan dan dua buah elektroda. Daya pada High Frekuensi generator sebagai pembangkit frekuensi menjadi alat acuan untuk mendapatkan treatment yang baik. Untuk itu penghitungan daya pada high frequency generator perlu dilakukan guna memastikan sistem tersebut berjalan sesuai dengan standarnya. Dalam beberapa tahun terakhir industri konversi plastik banyak mengalami rintangan yang dihadapi, Salah satu solusi adalah dengan menggunakan Sistem Corona Treatment. Dalam kaitannya dengan sistem corona treatment, perusahaan manufacture alat kesehatan Batam menggunakan sistem tersebut pada plastik kemasan untuk mengemas hasil produksi alat – alat kesehatan sekali pakai yang disebut dengan Medical Pack Roll. Daya yang dikeluarkan High Frekuensi Generator menjadi acuan untuk mendapatkan hasil treatment yang baik. Sehingga terjadinya keluaran daya yang kurang dari generator menyebabkan corona treatment tidak menghasilkan output yang baik untuk di printing.

Kata kunci : Corona Treatment, Inverter, High Frequency Generator

ABSTRACT

The technology of ink adhesion on plastic packaging has been developed since the 1980s, utilizing corona as a medium to rearrange the ions and particles in materials with inert chemical properties. Corona treatment has since evolved into a cutting-edge technology in its field. The system uses an inverter to convert DC (Direct Current) voltage into AC (Alternating Current) voltage, with the frequency adjustable to 2000-3000 thousands of Hertz as needed. A step-up transformer and two electrodes are used to generate corona. The power in the High-Frequency generator, which generates the frequency, serves as a reference tool to achieve optimal treatment. Therefore, the high-frequency generator's power calculation must be performed to ensure the system operates according to its standards. In recent years, the plastic conversion industry has faced many challenges. One solution has been using the Corona Treatment System about the Corona Treatment System. Medical device manufacturing company Batam employs this system on plastic packaging to wrap the production of single-use medical devices, known as medical pack roll. The power output from the high-frequency generator serves as a reference for achieving optimal treatment results. Consequently, insufficient power output from the generator causes the corona treatment to fail in producing a proper output for printing.

Keywords : Corona Treatment, Inverter, High Frequency Generator

1. PENDAHULUAN

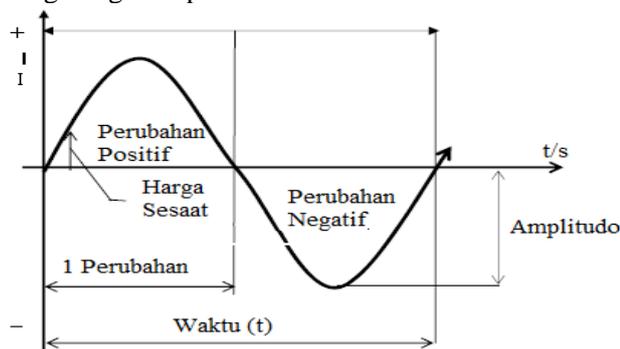
Dalam beberapa tahun terakhir industri konversi plastik banyak mengalami rintangan yang dihadapi, Salah satu solusi adalah dengan menggunakan *Sistem Corona Treatment*. Dalam kaitannya dengan sistem *corona treatment*, pada mesin *inflation* di Perusahaan *Manufacture* alat Kesehatan Batam menggunakan sistem tersebut pada plastik kemasan untuk mengemas hasil produksi alat – alat kesehatan sekali pakai yang disebut dengan *Pack Roll*.

Daya yang dikeluarkan *High Frekuensi Generator* menjadi acuan untuk mendapatkan hasil *treatment* yang baik, sehingga terjadinya keluaran daya yang kurang dari generator menyebabkan *corona treatment* tidak menghasilkan *output* yang baik untuk di *printing*.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Frekuensi arus bolak – balik dapat dinyatakan sebagai berikut :

- Waktu yang diperlukan oleh arus bolak – balik untuk kembali pada harga dan arah yang sama (1 *cycle*) disebut *periode*, dengan simbol T (detik/*cycle*).
- Amplitudo* adalah harga *maximum* arus yang ditunjukkan garis grafik.
- Harga sesaat adalah harga yang ditunjukkan garis grafik pada suatu saat.



Gambar 1. Ilustrasi frekuensi arus bolak – balik

2.1 Induktansi

Induktansi adalah konstanta ke-sebandingan yang menghubungkan-besaran tegangan dan besaran perubahan arus. Induktansi di simbolkan sebagai L, tegangan dan arus merupakan fungsi waktu sehingga :

$$v = L \frac{di}{dt} \dots\dots\dots(1)$$

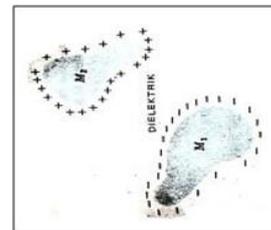
Besaran induktansi dapat diukur dalam satuan *Henry* (H) dan sesuai persamaan diatas bahwa satuan *Henry* adalah kependekan dari *volt-detik per ampere*.



Gambar 2. Simbol rangkaian dan konvensi arah tegangan – arus induktor

2.2 Kapasitansi

Dua bidang konduktor yang ditempatkan berdekatan dalam bahan dielektrik yang serba sama seperti diperlihatkan pada gambar 3 dijelaskan bahwa Konduktor M_2 berisi muatan positif (Q_+) dan M_1 berisi muatan negatif (Q_-) dimana kedua konduktor ini V_0 dan dari sini kita dapat mendefinisikan kapasitansi dari suatu kapasitor (simbol kapasitansi = C).

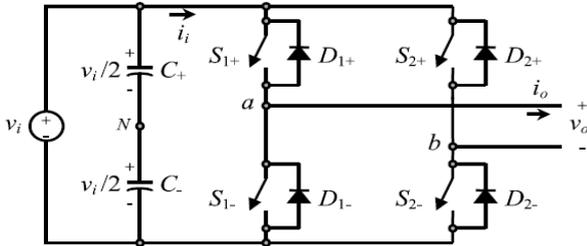


Gambar 3. Ilustrasi kapasitansi konduktor

2.3 Single Phase Voltage Inverter

Inverter sumber tegangan atau *Voltage Source Inverter* (VSI) mempunyai dua topologi yaitu *Half Bridge* dan *Full Bridge*. *Inverter* pada umumnya digunakan pada rangkaian *Uninterrupted Power Supply* (UPS),rangkaiian pengontrol kecepatan motor, dan rangkaian *high power high static*. Pada gambar 4 menunjukkan rangkaian ekuivalen dari *inverter full bridge* dan memperlihatkan rangkaian di dalam *inverter* pada *High Frekuensi Genenrator*. Dimana dua buah kapasitor berfungsi menyalurkan tegangan konstan ke titik N, dan menyalurkann titik netral ke beban. Seperti yang diharapkan, baik *switch* S_{1+} dan S_{1-} (atau S_{2+} dan S_{2-}) tidak dapat bekerja secara bersamaan karena akan menyebabkan *short circuit* pada sumber DC V_i . Ada lima tipe pensaklaran pada *inverter full bridge* sada kondisi ke – 5 harus dihindari, karena tegangan terhambat oleh dioda. Untuk menghindari hubungan arus pendek (*short circuit*) pada sumber DC dan

untuk menghindari terjadinya kondisi ke – 5, maka dibutuhkan teknik modulasi untuk pengaturan keempat saklar tersebut (saklar atas dan saklar bawah). Beberapa teknik modulasi telah dikembangkan untuk pengaturan VSI *full bridge* seperti teknik *Pulse With Modulation* (PWM).

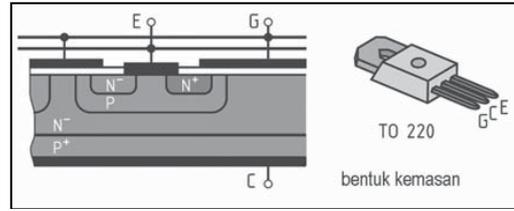


Gambar 4. Rangkaian *voltage source inverter*

Tabel 1. Tipe pensaklaran pada *voltage source inverter full bridge*

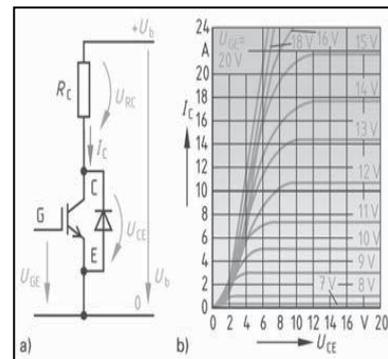
Kondisi	Posisi Saklar	V_a	V_b	V	Keterangan
1	1+, 2- on 1-, 2+ off	$v/2$	$-v/2$	v	1+, 2- jika > 0 1+, 2- jika < 0
2	1-, 2+ on 1+, 2- off	$-v/2$	$v/2$	$-v$	1-, 2+ jika > 0 1-, 2+ jika < 0
3	1+, 2+ on 1-, 2- off	$v/2$	$v/2$	0	1+, 2+ jika > 0 1+, 2+ jika < 0
4	1-, 2- on 1+, 2+ off	$-v/2$	$-v/2$	0	1-, 2- jika > 0 1-, 2- jika < 0
5	1-, 2- off 1+, 2+ off	$-v/2$	$v/2$	$-v$	1-, 2+ jika > 0 1+, 2- jika < 0

Insulated Gate Bipolar Transistor (IGBT) merupakan komponen elektronika yang banyak dipakai dalam elektronika daya, aplikasinya sangat luas dipakai untuk mengatur putaran motor DC dan AC, *inverter* dipakai untuk mengubah tegangan DC menjadi AC, dan juga komponen utama *Variable Voltage Variable Frequency (VVVF)* dipergunakan dalam kontrol pembangkit tenaga angin dan tenaga panas matahari.

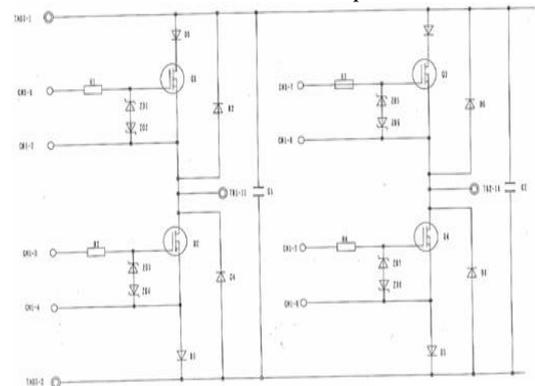


Gambar 5. Ilustrasi struktur fisik IGBT

IGBT memiliki kesamaan dengan transistor *bipolar*, perbedaan pada transistor *bipolar* arus basis IB yang diatur sedangkan pada IGBT yang diatur adalah tegangan *gate* ke *emiter* UGE. Dari gambar 6 karakteristik IGBT, pada tegangan UCE = 20V dan tegangan *gate* diatur dari minimum 8Volt, 9Volt dan maksimal 16Volt, arus kolektor IC dari 2 Ampere sampai 24 Ampere.



Gambar 6. Karakteristik output IGBT

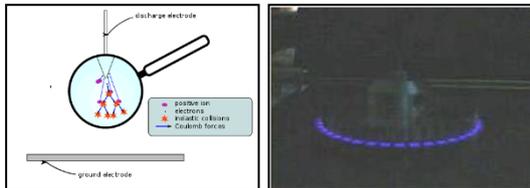


Gambar 7. Rangkaian IGBT di dalam *inverter* pada HFG

2.4 Ionisasi

Ionisasi adalah proses munculnya ion disekitar elektroda karena meningkatnya tegangan yang diterapkan. Tegangan yang menyebabkan elektron keluar untuk pertama kalinya disebut tegangan *insepsi*. Kegagalan listrik yang terjadi di udara tergantung dari jumlah elektron bebas yang ada di udara.

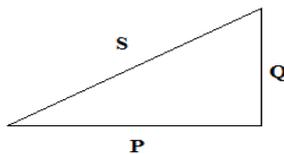
Jika medan listrik seragam, tegangan meningkat secara bertahap seiring kenaikan celah menghasilkan kegagalan (*breakdown*) dalam bentuk percikan (*spark*) tanpa *discharge*. Pada sisi lain, jika medan listrik tak seragam, peningkatan tegangan pertama akan menyebabkan *discharge* dalam gas yang muncul pada titik-titik dengan intensitas medan listrik tertinggi. Bentuk *discharge* ini disebut *corona discharge*.



Gambar 8. Mekanisme lucutan corona

2.5 Segitiga Daya

Dalam listrik AC ada tiga jenis daya, yaitu daya semu dengan simbol S dengan satuan VA (*Volt Ampere*), daya aktif dengan simbol P dengan satuan Watt, dan daya reaktif dengan simbol Q dengan satuan VAR (*Volt-Ampere Reaktif*), khususnya untuk beban yang memiliki impedansi (Z).



Gambar 9. Segitiga Daya

2.5.1 Daya Aktif

Daya sesaat yang diberikan ke sebuah perangkat atau elemen rangkaian didefinisikan sebagai hasil kali tegangan sesaat di perangkat tersebut dengan arus sesaat yang mengalir melewatinya.

Untuk rangkaian listrik AC, bentuk gelombang tegangan dan arus *sinusoidal*, besarnya daya setiap saat tidak sama. Maka daya merupakan daya rata – rata diukur dengan satuan *Watt* dan diukur dengan alat ukur *Wattmeter*. Sehingga besarnya daya sesaat adalah :

$$P = u \times i \dots \dots \dots (2)$$

Dimana :

- P = Daya sesaat (VA)
- u = Tegangan sesaat (Volt)
- i = Arus sesaat (Ampere)

2.5.2 Daya Semu

Daya semu (*apparent power*) adalah daya yang diproduksi oleh perusahaan sumber listrik untuk didistribusikan ke konsumen, yaitu hasil perkalian antara harga rms (*root mean square*) dari tegangan dan arus dalam suatu jaringan. Nilai rms merupakan nilai efektif dalam suatu pengukuran. Daya semu (S) dinyatakan melalui persamaan :

$$S = I^2 \times Z \dots \dots \dots (3)$$

Dimana :

- S = Daya Semu (VA)
- I = Arus Fundamental (*Ampere*)
- Z = Impedansi

Harga rms atau nilai efektif dari tegangan dan arus ditentukan dengan :

$$V_{rms} = \sqrt{2}V_1 \dots \dots \dots (4)$$

$$I_{rms} = \sqrt{2}I_1 \dots \dots \dots (5)$$

Dimana :

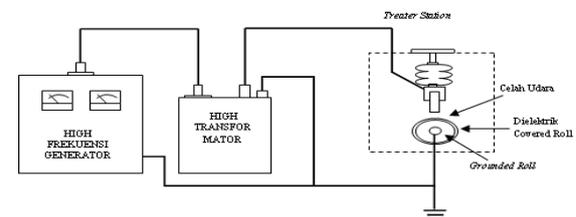
- V_{rms} = Tegangan rms (*volt*)
- I_{rms} = Arus rms (*ampere*)
- V_1 = Tegangan fundamental (*volt*)
- I_1 = Arus fundamental (*ampere*)

2.5.3 Daya Reaktif

Daya reaktif adalah suatu daya yang biasanya digunakan elemen reaktif seperti induktor dan kapasitor. Daya ini merupakan daya yang dibutuhkan untuk pembentukan medan magnet.

2.6 Sistem Corona treatment

Secara garis besar *sistem corona treatment* terdiri dari *High Frequency Generator (HFG)*, *Transformator* dan *Treating Station*.



Gambar 10. Konfigurasi sistem corona treatment

Sistem *corona treatment* yaitu serangkaian sistem yang menggunakan potensial tinggi bersama frekuensi tinggi untuk menghasilkan *corona* sebagai perusak susunan ion pada permukaan *polyethylene* yang memiliki sifat kimia yang lembam (*inert*). Sehingga dengan bertambahnya ion ke permukaan bahan tersebut maka susunannya menjadi tidak teratur, sehingga *polyethylene* tersebut dapat menerima bahan kimia yaitu tinta *printing*.

2.7 High Frequency Generator (HFG)

High Frequency Generator seperti pada gambar 11 berfungsi mengkonversi daya dari sumber utama menjadi frekuensi tinggi arus bolak-balik untuk memproduksi corona. HFG mempunyai catu daya utama 220/240 V dan frekuensi 50 Hz berfungsi membangkitkan frekuensi menjadi 10~25 KHz. Dengan bantuan IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) sebagai in-verter untuk mengubah tegangan, maka HFG dapat mengkonversi frekuensi daya listrik ke frekuensi daya listrik yang lebih tinggi sesuai kebutuhan.



Gambar 11. High Frequency Generator

Transformator adalah suatu alat listrik yang dapat memindahkan dan mengubah energi listrik dari satu atau lebih rangkaian listrik ke rangkaian listrik yang lain dengan frekuensi yang sama, melalui suatu gandengan magnet dan berdasarkan prinsip induksi elektromagnet. Penggunaan transformator dalam sistem tenaga memungkinkan terpilihnya tegangan yang se-suai dan ekonomis untuk tiap – tiap ke-perluannya.

2.8 Treating station

Treating station merupakan sebuah sistem yang menyerupai kapasitor dengan yang terdiri dari elektroda aluminium dan dielektrik covered roll.



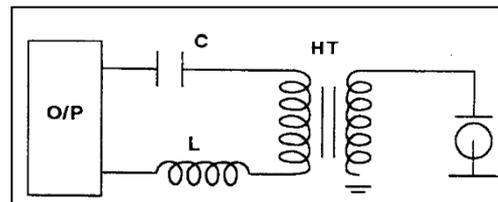
a) Elektroda Plat b) Elektroda Silinder

Gambar 12. Elektroda pada treating station

2.9 Impedansi Sistem Corona-treatment

Pada sistem corona treatment memerlukan reaktansi induktif (X_L) dan reaktansi kapasitif

(X_C) agar dapat membangkitkan corona. Pada sistem ini cara mengirimkan daya maksimum ke discharge electrode yaitu dengan cara pengaturan (tuning) pada induktansi dan kapasitansi rangkaian L, C, pada high frequency generator ditunjukkan pada gambar di bawah.



Gambar13. Rangkaian sistem corona treatment

$$Z = \sqrt{X_L^2 + X_C^2} \dots \dots \dots (6)$$

$$X_C = \frac{1}{2\pi fC} \dots \dots \dots (7)$$

$$X_L = 2\pi fL \dots \dots \dots (8)$$

Dimana :

Z = Impedansi (VA)

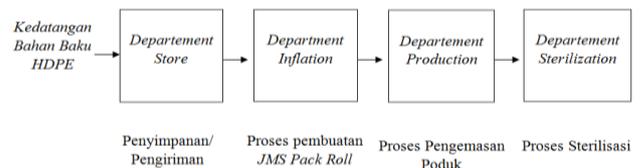
X_C = Reaktansi Kapasitansi (Ohm)

X_L = Reaktansi Induktansi (Ohm)

3. METODE PENELITIAN

Pada Perusahaan Manufacture alat kesehatan Batam merupakan perusahaan yang memproduksi alat – alat kesehatan sekali pakai. Pack Roll adalah salah satu bagian dari sebuah hasil produksi yang berfungsi untuk mengemas tiap – tiap produk. Bahan baku pack roll yaitu bijih plastik dengan nama kimianya yaitu High Density Polyethylene. Setelah melalui tahap pencetakan menjadi plastik gulungan (roll), proses selanjutnya yaitu di lakukannya printing menggunakan tinta berbasis solvent. Fungsi dari printing pada pack roll itu untuk mengindikasikan produk yang ada di dalam kemasan Pack tersebut.

Departement yang memproduksi pack roll tersebut adalah departement inflation. Proses pembuatan pack roll tersebut dari awal hingga di pakai production untuk mengemas hasil produksi yaitu :



Gambar 14. Proses pembuatan pack roll

3.1 PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Dari Hasil Pengamatan didapat data pengukuran rangkaian-rangkaian ekuivalen yaitu diantaranya :

Tabel 2. Pada Kondisi HFG Tanpa Beban

No	Pengukuran	Hasil Pengukuran				Satuan
		Ke-1	Ke-2	Ke-3	Ave	
1	Tegangan Input (V_{in})	209,8	209,8	210,6	147,06	Volt
2	Arus Input (I_{in})	6,05	6,08	6,86	6,33	Ampere
3	Tegangan Output (V_{out})	0	0	0	0	Volt
4	Arus Output (I_{out})	0	0	0	0	Ampere

Tabel 3. Pada Kondisi HFG beban nol

No	Pengukuran	Hasil Pengukuran				Satuan
		Ke-1	Ke-2	Ke-3	Ave	
1	Tegangan Input (V_{in})	209,8	210,7	212,3	219,3	Volt
2	Arus Input (I_{in})	6,54	6,93	6,68	6,71	Ampere
3	Tegangan Output (V_{out})	0	0	0	0	Volt
4	Arus Output (I_{out})	0	0	0	0	Ampere

Tabel 4. Pada kondisi HFG beban awal

No	Pengukuran	Hasil Pengukuran				Satuan
		Ke-1	Ke-2	Ke-3	Ave	
1	Tegangan Input (V_{in})	209,5	209,5	209,8	209,6	Volt
2	Arus Input (I_{in})	3,23	3,03	3,44	3,23	Ampere
3	Tegangan Output (V_{out})	362,7	338,7	369,9	363,76	Volt
4	Arus Output (I_{out})	3,14	3,70	3,38	3,47	Ampere

Tabel 5. Pada kondisi HFG beban normal

No	Pengukuran	Hasil Pengukuran				Satuan
		Ke-1	Ke-2	Ke-3	Ave	
1	Tegangan Input (V_{in})	209,90	209,52	209,58	209,53	Volt
2	Arus Input (I_{in})	6,12	6,45	6,11	6,23	Ampere
3	Tegangan Output (V_{out})	452,03	455,34	452,21	453,19	Volt
4	Arus Output (I_{out})	3,23	3,23	3,24	3,23	Ampere

3.2 Pengolahan Data

Setelah di dapat hasil pengukuran maka dapat diolah impedansi output High Frekuensi Generator yaitu :

1. Pada Kondisi tanpa beban

$$V_{rms} = \sqrt{2} V_{max}$$

$$I_{rms} = \sqrt{2} I_{max}$$

$$V_{rms} = \sqrt{2} 0 = 0 \quad I_{rms} = \sqrt{2} 0 = 0$$

$$Z = \frac{V_{rms}}{I_{rms}} = \frac{0}{0} = 0$$

2. Pada kondisi beban nol

$$V_{rms} = \sqrt{2} V_{max} \quad I_{rms} = \sqrt{2} I_{max}$$

$$V_{rms} = \sqrt{2} 0 = 0 \quad I_{rms} = \sqrt{2} 0 = 0$$

$$Z = \frac{V_{rms}}{I_{rms}} = \frac{0}{0} = 0$$

3. Pada Kondisi Awal Muncul Corona

$$V_{rms} = \sqrt{2} V_{max} \quad I_{rms} = \sqrt{2} I_{max}$$

$$V_{rms} = \sqrt{2} 363,76 = 514,43 \text{ V}$$

$$I_{rms} = \sqrt{2} 3,47 = 4,91 \text{ A}$$

$$Z = \frac{V_{rms}}{I_{rms}} = \frac{514,43}{4,91} = 104,77 \Omega$$

4. Pada Kondisi beban Normal Corona

$$V_{rms} = \sqrt{2} V_{max} \quad I_{rms} = \sqrt{2} I_{max}$$

$$V_{rms} = \sqrt{2} 453,19 = 640,91 \text{ V}$$

$$I_{rms} = \sqrt{2} 3,23 = 4,57 \text{ A}$$

$$Z = \frac{V_{rms}}{I_{rms}} = \frac{640,91}{4,57} = 140,24 \Omega$$

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil pengumpulan dan pengolahan data maka didapatkan beberapa penguraian dan pembahasan yang meliputi yaitu :

Didapatkan besarnya daya HFG (High Frekuensi Generator) tipe HPS 101 untuk sistem corona treatment pada mesin inflation tersebut adalah :

1. Pada Kondisi Tanpa Beban.

Arus = 0, Impedansi = 0 maka :

$$S = I^2 \times Z$$

$$S = 0^2 \times 0 = 0$$

Maka pada kondisi tanpa beban, HFG untuk sistem *corona treatment* tidak bekerja sehingga tidak ada daya yang dipakai.

2. Pada Kondisi Beban Nol

Arus = 0, Impedansi = 0 maka :

$$S = I^2 \times Z$$

$$S = 0^2 \times 0 = 0$$

Maka pada kondisi beban nol, HFG untuk sistem *corona treatment* belum bekerja, tetapi dalam keadaan stanby sehingga belum ada daya yang terpakai.

3. Pada Kondisi Beban awal *Corona*

Arus = 3,23 Ampere

Impedansi = 104,77 Ohm

maka :

$$S = I^2 \times Z$$

$$S = 3,23^2 \times 104,77$$

$$S = 10,432 \times 104,77$$

$$S = 1092,9 \text{ VA} = 1,093 \text{ kVA}$$

Maka pada kondisi beban awal, yaitu pada saat awal munculnya corona, daya HFG untuk sistem *corona treatment* adalah 1,093 kVA.

4. Pada Kondisi Beban Normal.

Arus = 3,23 Ampere

Impedansi = 140,24 Ohm

maka :

$$S = I^2 \times Z$$

$$S = 3,23^2 \times 140,24$$

$$S = 10,432 \times 140,24$$

$$S = 1462,98 \text{ VA} = 1,463 \text{ kVA}$$

Jadi pada kondisi beban normal, yaitu pada saat Corona berjalan normal, daya HFG untuk sistem *corona treatment* adalah 1,463 kVA.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian tentang perhitungan daya *high frequency* generator tipe HPS-101 untuk sistem *corona treatment* pada mesin *inflation* di Perusahaan *manufacture* alat kesehatan Batam maka penulis mengambil Kesimpulan yaitu :

Daya yang dikeluarkan High Frekuensi Generator tipe HPS101 pada sistem *corona treatment* adalah 1,093 kVA pada kondisi awal munculnya Corona dan 1,463 kVA pada keadaan normal. Dengan spesifikasi High Frekuensi

Generator tipe HPS101 2 kVA berarti Corona masih berjalan dengan baik.

5.2 Saran

Pada penelitian ini Penulis memberikan saran antara lain:

Untuk melakukan pengukuran secara berkala pada daya *output* dari *high* frekuensi Generator tipe HPS101 pada sistem *corona treatment*, melakukan perawatan pada keseluruhan pada mesin rutin dilakukan untuk menghindari gangguan sistem kelistrikan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Hayt. William H., *Rangkaian Listrik, Edisi Keenam, Jilid 1* : Erlangga, Jakarta 2005.
2. Rashid. Muhammad H., *Power Electronics, 2th edition* : Prentice-Hall International, Inc, New York 2007.
3. Reitz. John R, Frederick J. Milford, Robert W. Christy., *Dasar Teori Listrik-Magnet, Edisi Ketiga* : ITB, Bandung 2000.
4. Tobing. Bonggas L., *Peralatan Tegangan Tinggi* : PT. Gramedia Pustaka Utama Jakarta 2003.