PEMBUATAN AIR SEBAGAI ISOLATOR (PENYULINGAN MENGGUNAKAN METODE ELEKTROLISIS)

Fatkur Rohman N.A[1], Arman Jaya ST.MT[2], Drs. Irianto MT[3]
Mahasiswa Elektro Industri, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia[1]*
Ftkr_rohman89@yahoo.com
Dosen Pembimbing 1 , Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia[2]
Dosen Pembimbing 2 , Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia[3]

ABSTRAK

Indonesia merupakan negara yang beriklim tropis dengan curah hujan rata-rata 1.600mm per tahunnya. Selain memberikan manfaat di sektor PLTA, air juga bisa menjadi salah satu penyebab isolasi pada trafo di gardu PLN cepat berkarat dan rusak, dan akhirnya akan berakibat *short circuit* pada jaringan saat hujan turun. Hal tersebut diakibatkan air yang masih mengandung berbagai macam mineral dan logam yang membuatnya dapat menghantarkan arus listrik dan bersifat *korosif* pada logam. Untuk mengurangi daya hantar air terhadap arus listrik, maka dibuatlah air yang memiliki sifat mendekati sebuah isolator melalui penguapan air dengan menggunakan metode *elektrolisis*. Elektrolisis yang dimaksud adalah dengan memberikan tegangan DC pada 2 elektroda yang dimasukkan ke dalam air. Sistem boiler elektrolisis yang digunakan disini menggunakan rangkaian Full Wave Rectifier dengan tegangan keluaran 283 V_{dc} untuk tegangan masukan 220 V_{ac}.

Pada pengujian boiler elektrolisis, digunakan air dengan kadar polutan sebesar 210 ppm *(part per million)* dengan sumber tegangan masukan untuk *rectifier* 220 V_{ac} diperoleh tegangan keluaran rata-rata 283 V_{dc} yang selanjutnya digunakan sebagai input tegangan pada proses elektrolisisnya. Pada pengujian respon sensor suhu, didapatkan respon kenaikan suhu saat proses elektrolisis. Berdasarkan respon dari sensor suhu tersebut, kemudian ditentukan titik ambang didih air 90°C sebagai acuan kontrol untuk menentukan kapan steam valve akan dibuka untuk menyalurkan uap air ke pendingin elektrik. Dari hasil pendingin elektrik, diperoleh hasil air dengan kadar polutan 15 ppm.

Kata Kunci: *Boiler Elektrolisis, air,isolator.*

ABSTRACT

Indonesia is a tropical country with a rainfall average of 1.600mm every year. In addition to providing benefits in the hydropower sector, the water could also be one cause of insulation on the transformer at the substation PLN quickly rusted and broken, and will ultimately result in short circuit on the network when it rains. It is caused by water that still contains various minerals and metals that make it can conduct electricity and are corrosive to metals. To reduce the conductivity of water to electrical current, then be made of water which has properties close to an insulator through the evaporation of water using electrolysis. Electrolysis is meant is to provide DC voltage to two electrodes inserted into the water. Electrolysis boiler system used here using Full Wave Rectifier circuit with output voltage 283 V_{dc} to 220 V_{ac} input voltage.

In the electrolysis of boiler testing, use water with pollutant levels of 210 ppm (parts per million) with the source voltage 220 V_{ac} input to the rectifier output voltage obtained an average of 283 V_{dc} for use as the input voltage at electrolysis process. In testing the temperature sensor response, the response obtained when the temperature rise in the electrolysis process. Based on the response of temperature sensors, and then determined the threshold of the boiling point of 90°C water as a reference to determine when the steam control valve will be opened to supply steam to electric cooling. From the results of electric refrigeration, the results obtained with a water pollutant levels 15 ppm.

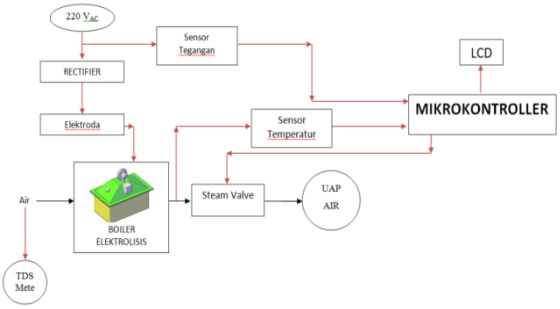
Keywords: *Boiler electrolysis, water, an insulator.*

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang beriklim tropis dengan curah hujan rata-rata 1.600mm per tahunnya. Dengan curah hujan rata-rata setinggi itu, penggunaan air di masa yang akan datang sudah seharusnya dapat memberikan manfaat yang lebih besar di dalam dunia kelistrikan. Karena selain bermanfaat di sector PLTA, air juga bisa menjadi salah satu penyebab isolasi pada trafo di gardu PLN cepat berkarat dan rusak, yang akhirnya akan berakibat

short circuit pada jaringan saat hujan turun. Hal tersebut dikarenakan dari air yang melimpah ini masih mengandung berbagai macam zat maupun mineral yang dapat menjadi salah satu faktor penyebab rangkaian short dan kerusakan pada sistem. Kerusakan tersebut disebabkan air yang masih mengandung berbagai macam mineral dan logam yang dapat menghantarkan arus listrik. Dari dasar tersebut, proyek akhir tentang pembuatan air yang bersifat isolator ini disusun. Pada proyek akhir ini akan didesain sebuah miniature boiler untuk simulasi proses penguapan dengan metode elektrolisis yang akan diatur suhunya agar tetap konstan di atas 90°C. Uap air yang dihasilkan kemudian diembunkan agar didapat kualitas air dengan konsentrasi polutan yang jauh lebih kecil dari sebelum proses elektrolisis.

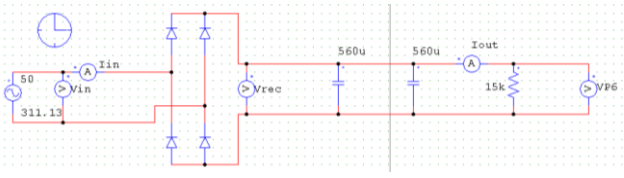
2. PERENCANAAN SISTEM



Gambar 2.1 Blok diagram sistem

2.1 Rangkaian Penyearah Gelombang Penuh 1 Phase

Rangkaian Penyearah gelombang penuh 1 Phase ini digunakan untuk menyearahkan sumber tegangan AC menjadi sumber tegangan DC yang kemudian digunakan sebagai sumber tegangan masukan untuk elektroda pada proses elektrolisis. Pada rangkaian penyearah gelombang penuh 1 phase ini terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu diode bridge, kapasitor dan resistor. Gambar rangkaian penyearah gelombang penuh 1 phase terlihat seperti Gambar 3.2.



Gambar 2.2. Rangkaian Penyearah Gelombang Penuh 1 Phase

Untuk mendesain rangkaian penyearah gelombang penuh 1 phase yang baik diperlukan perhitungan nilai komponen-komponen yang tepat. Karena nilai komponen yang tidak tepat, dapat menyebabkan hasil output yang kurang baik, seperti keluarnya ripple tegangan dan arus yang terlalu besar. Untuk mendesain rangkaian ini, perlu ditetapkan beberapa variable, yaitu:

- Tegangan input : 220 V
- Resistansi Air Boiler : 15 k Ω
- Kapasitor : 1120 uF 250 V

2.2 Plat Elektroda

Untuk proses elektrolisis diperlukan minimal 2 buah plat sebagai elektrodanya. Dan pada sistem ini yang dipakai adalah plat dari bahan stainless steel dan aluminium. Pemilihan bahan stainless steel disini karena bahan ini merupakan logam yang tahan karat meskipun terkena air dan suhu yang tinggi berulang-ulang. Sehingga apabila dijadikan sebagai anoda, plat ini akan sangat efektif bila dibandingkan dengan besi. Sedangkan pemilihan aluminium sebagai katoda dikarenakan unsur ini mudah tereduksi dan membentuk $Al(OH)_3$ yang akan mudah bereaksi dan berikatan dengan partikel-partikel polutan yang terlarut dalam air. Misalnya bereaksi dengan Fe (Besi) dan Mn (Mangan) kemudian membentuk senyawa $Fe(OH)_3$ dan $Mn(OH)_2$ lalu senyawa tersebut mengendap.

Pada boiler elektrolisis ini masing-masing plat disusun bergantian dengan susunan:

Stainless steel – Aluminium – Stainless steel – Aluminium

atau

Aluminium – Stainless steel – Aluminium – Stainless steel

Pengaturan jarak antar plat juga akan sangat mempengaruhi nilai resistansi air dan besarnya arus listrik yang melewatinya. Karena semakin dekat jarak antar plat juga akan membuat arus listrik yang melewatinya semakin besar.

3. PENGUJIAN ALAT

3.1 Pengujian Rangkaian Penyearah Gelombang Penuh Jembatan 1 Phase

Pengujian rangkaian penyearah gelombang penuh jembatan 1 phase ini dilakukan dengan melakukan pengukuran tegangan keluaran rangkaian menggunakan voltmeter dan melihat bentuk gelombang tegangan keluaran melalui osiloskop. Setelah melakukan pengukuran dilakukan analisa dengan menghitung prosentase kesalahan dengan teori yang ada. Berikut gambar rangkaian rangkaian penyerah jembatan penuh 1 phase :

Gambar 3.1 Rangkaian penyearah gelombang penuh 1 phase

Tabel 3.1 Data pengukuran rangkaian penyearah jembatan penuh 1 phase

Tagangan masukan (Volt)	Tegangan Keluaran Teori (Volt)	Tegangan Keluaran Pengukuran (Volt)	% Error (%)
50	70. 689	69.6	1.50
100	141.377	140	0.97
150	212.067	209	1.44
200	282.756	279	1.33
220	311.04	306	2.42

Berikut gambar hasil pengujian rangkaian penyearah gelombang penuh jembatan 1 phase :

Gambar 3.2 Tegangan keluaran ketika Tegangan Masukan 50 Vac

Gambar 3.3 Tegangan keluaran ketika Tegangan Masukan 100 Vac

3.2 Pengujian Rangkaian Sensor Suhu Menggunakan RTD (Resistnce Temperature Detector)

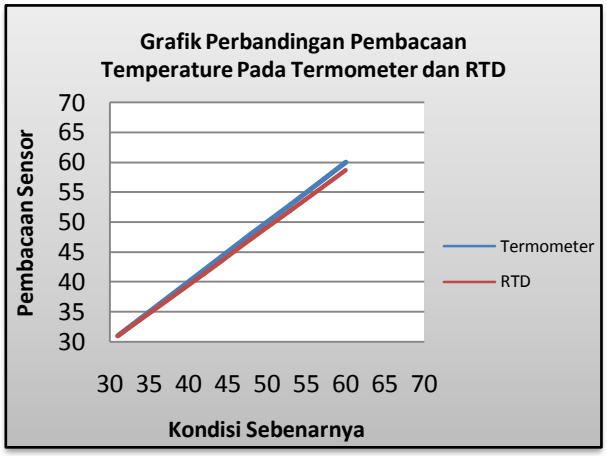
Pengujian rangkaian sensor suhu ini dilakukan dengan memberikan arus pada RTD sebesar 1mA yang diperoleh dari pembangkitan arus pada LM317T. Dengan perubahan nilai resistansi sebesar 0,385 ohm setiap kenaikan 1°C, tentunya nilai tegangan yang diperoleh jika dialiri arus sebesar 1mA hanya akan menghasilkan 0,385 mV. Nilai yang dapat terbaca tersebut akan sangat sulit dibaca oleh mikrokontroller sehingga butuh penguatan minimal 10 kali menggunakan op amp non inverting sehingga nilai yang terbaca akan lebih mudah diproses oleh adc mikrokontroller. Berikut adalah hasil pengujian sensor suhu yang dilakukan bersamaan dengan sebuah termometer untuk range suhu antara 30°C hingga 60°C.

Gambar 3.4 Rangkaian Pembacaan Sensor RTD

Tabel 3.2 Hasil Pengujian Sensor RTD

NO	Suhu (dengan Termometer) ^{o}C	Pembacaan RTD		Tegangan Keluaran Sensor (Volt)
		Ω (ohm)	^{o}C	
1	31	111.8	30.91	1.215
2	42	115.9	41.29	1.258
3	48	118.2	47.2	1.283
4	53	120.0	51.9	1.304
5	60	122.6	58.7	1.329

Dari data yang diperoleh tersebut, dapat diketahui bahwa saat suhu semakin naik nilai suhu yang ditunjukkan oleh RTD semakin besar nilai errornya dari kondisi sebenarnya. Hal tersebut bisa dikarenakan kondisi RTD yang nilai kepresisiannya sudah mulai berkurang ataupun efek dari kualitas komponen elektronika yang digunakan pada rangkaian. Berikut adalah grafik hasil pengujian sensor suhu (RTD) dibandingkan dengan termometer.



Gambar 3.5 Grafik Perbandingan Pembacaan Temperature Pada Termometer dan RTD

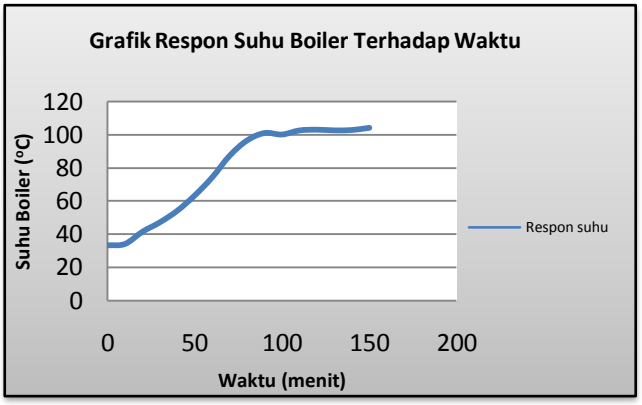
3.3 Pengujian Integrasi antara Perangkat Keras dengan Perangkat Lunak

Pada pengujian integrasi ini dilakukan dengan menyatukan antara perangkat keras sistem dan perangkat lunak sistem. Pada sistem perangkat lunak, digunakan kontrol jenis kontak yang digunakan untuk merespon pembacaan dari sensor temperatur (RTD). Pada pemrograman disetting bahwa kondisi steam valve harus tetap tertutup selama suhu di dalam boiler belum mencapai 90°C. Mula-mula, air yang akan dielektrolisis diukur nilai konsentrasi polutannya sehingga nanti akan terlihat perbedaannya antara air sebelum dan setelah proses elektrolisis. Pada pengukuran nilai kontaminan air menggunakan TDS Meter (Total Dissolve Solid Meter) sebelum proses elektrolisis, didapati kadar yang terukur adalah 200 ppm.

Sistem kontrol pada boiler dilakukan dengan merespon data pembacaan dari sensor temperatur. Sehingga hanya pada saat suhu dalam boiler mencapai 90°C, steam valve akan membuka. Dengan demikian uap hasil elektrolisis akan disalurkan ke pendingin elektrik untuk diembunkan. Berikut adalah respon peningkatan suhu pada proses elektrolisis berdasarkan pembacaan pada sesnsor suhu RTD yang dilakukan mulai pukul 08.00 WIB.

Tabel 3.3 Hasil Pengujian Integrasi Alat

Waktu (menit)	Vin (Volt)	Vout (Volt)	Iin (A)	Iout (A)	Pembacaan RTD (°C)
0	-	-	-	-	33.46
10	220	285	7.2	3.26	34.25
20	220	284	7.5	3.56	41.62
30	220	286	8.1	3.82	47.31
40	218	283	8.3	3.83	54.32
50	219	282	8.7	3.89	63.55
60	219	283	9.2	3.86	74.45
70	220	281	9.0	3.83	87.52
80	219	284	9.1	3.67	96.74
90	219	283	9.5	3.54	101.2
100	218	283	9.4	3.46	100.3
110	219	284	9.5	3.22	102.76
120	218	283	9.3	3.37	103.21
130	219	282	9.5	3.23	102.8
140	220	284	9.6	3.45	103.0
150	220	283	9.4	3.34	104.34



Gambar 3.6.Grafik Suhu Boiler terhadap waktu

Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa dibutuhkan waktu sekitar 90 menit agar boiler mencapai suhu 100°C dengan volume air dalam boiler elektrolisis sebanyak 17 liter. Lamanya proses penguapan ini dipengaruhi oleh banyaknya air yang dimasukkan pada boiler, kestabilan tegangan yang diberikan saat elektrolisis dan banyaknya polutan pada air. Karena semakin besar polutan dalam air, maka air akan lebih cepat mengalami kenaikan suhu saat proses elektrolisis.

4. KESIMPULAN

Dari pengerjakan Proyek Akhir ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Air pada dasarnya memiliki tahanan atau nilai resistansi internal dengan besaran tertentu tergantung dari banyaknya polutan yang terkandung.
2. Proses elektrolisis air dapat mereduksi jumlah polutan pada air hingga 90%
3. Banyaknya polutan dalam air sangat berpengaruh pada respon kenaikan suhu saat proses elektrolisis.
4. Pada pengujian sistem dengan polutan air sebesar 200 ppm, dibutuhkan waktu minimal 90 menit agar suhu pemanasan mencapai titik didih air 100°C.
5. Penggunaan plat elektrode aluminium hanya bisa digunakan maksimum 3 kali proses.
6. Dari sisa elektrolisis, diketahui bahwa pada air tedapat kandungan calcium, cuprum terosida dan klorin.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Nugroho, Febrianto Adi. 2008. *"Pengembangan Model Pengolahan Air Baku dengan Metoda Elektrokoagulasi".* Teknik Kimia. Jurnal.

[2] Kurniawan, Taufik Alif. 2008. *"Optimasi Rangkaian Detektor Fasa Frekuensi Rendah Sebagai Rangkaian Pembaca Keluaran Sensor Kelembaban dan Konduktivitas".* Elektrik. Skripsi.

[3] Joke Pratilastiarso, "*Elektronika Daya II*", PENS - ITS, Surabaya,1994

[4] Metoda *Electrical Conductivity*. Diakses 20 Desember 2010 dari Forum Sains Indonesia. http://www.forumsains.com/index.php

[5] Assomadi, Abdu Fadli., Lathif, Fajrin Nil, 2009, "*Model Alat Desalinasi Dengan Evaporasi Dan Kondensasi Menjadi Satu Sistem Ruangan",* Environmental Engineering of Civil Engineering and Planning, Institute of Technology Sepuluh Nopember Surabaya, Surabaya.