

LAPORAN TUGAS AKHIR

ANALISIS PENGARUH KONSENTRASI LARUTAN KOH TERHADAP OVER VOLTAGE ELECTROLYZER PADA HYDROGEN PLANT SYSTEM PLTU LABUAN

Diajukan guna melengkapi sebagai syarat dalam mencapai
gelar Sarjana Strata Satu (S1)



Disusun Oleh :

Nama : Nopandri

N.I.M. : 41420110114

Pembimbing : Eko Supriyatno, ST., MT.

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2021**

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Nopandri
NIM : 41420110114
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir : Analisis Pengaruh Konsentrasi Larutan KOH Terhadap *Over Voltage Electrolyzer* Pada *Hydrogen Plant System PLTU* Labuan

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya saya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia bertanggung jawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.

Jakarta, 31 Januari 2022



(Nopandri)

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS PENGARUH KONSENTRASI LARUTAN KOH TERHADAP OVER VOLTAGE ELECTROLYZER PADA HYDROGEN PLANT SYSTEM PLTU LABUAN



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Disusun Oleh:

Nama : Nopandri
N.I.M. : 41420110114
Program Studi : Teknik Elektro

Mengetahui,
Pembimbing Tugas Akhir

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

(Eko Supriatno, ST.MT)

Kaprodi Teknik Elektro

Koordinator Tugas Akhir

(Dr. Ir. Eko Ihsanto, M.Eng)

(Muhammad Hafizd Ibnu Hajar, ST. M.Sc.)

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah SWT yang maha pengasih lagi maha penyayang. Segala puji dan syukur hanya bagi Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat, karunia, ilmu, dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul “Analisis Pengaruh Konsentrasi Larutan KOH Terhadap *Over Voltage Electrolyzer* Pada *Hydrogen Plant System* PLTU Labuan”, yang tanpa rahmat, karunia, ilmu dan hidayah-Nya, penulis tidak akan mampu untuk menyelesaikannya. Tugas Akhir ini diajukan guna melengkapi salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana Teknik Elektro Universitas Mercu Buana Jakarta.

Dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dan memberi dukungannya selama pembuatan Tugas Akhir, karena bantuan dan dukungan dari banyak pihak penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada Yth:

1. Bapak & Ibu, yang selalu mendoakan dan memberikan dorongan tiada henti.
2. Dr. Eko Ihsanto, M. Eng selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Mercu Buana Jakarta.
3. Eko Supriyatno, ST., MT. selaku Pembimbing Laporan Tugas Akhir yang telah memberikan waktu untuk membimbing dan berdiskusi dengan penulis.
4. Muhammad Hafizd Ibnu Hajar, ST., M.Sc. selaku Sekprodi Teknik Elektro sekaligus Koordinator Tugas Akhir.
5. Dosen-Dosen Program Studi Teknik Elektro Universitas Mercu Buana Jakarta.
6. Teman-teman Mahasiswa Reguler Teknik Elektro Tahun 2020.
7. Rekan-rekan kerja PLTU Labuan yang telah banyak memberikan support dan dukungannya sehingga dapat diselesaikannya laporan Tugas Akhir ini.

8. Semua pihak yang membantu dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa Laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna dan banyak kekurangan dalam penulisan dan penyusunannya, oleh karena itu penulis dengan senang hati menerima kritik dan saran yang bersifat membangun demi menyempurnakan Laporan Tugas Akhir ini. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak, bagi rekan-rekan mahasiswa Mercu Buana, rekan mahasiswa universitas lainnya.



Jakarta, 31 Januari 2022

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Nopandri', is written over a light blue circular background.

(Nopandri)

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

ABSTRAK

Hydrogen Plant merupakan unit yang digunakan untuk memproduksi Hidrogen dan Oksigen dengan melakukan elektrolisa air murni (H₂O) untuk dilakukan pemisahan gas sehingga dihasilkan gas Hidrogen dan Oksigen. Kemurnian gas Hidrogen dan Oksigen yang dihasilkan adalah diatas 99%. Gas Hidrogen sebagai produk utama dari hidrogen plant digunakan sebagai pendingin pada generator, sedangkan Oksigen yang merupakan produk sampingan di lepas ke udara.

Elektrolisa adalah peristiwa perubahan energi listrik menjadi energi kimia. Proses elektrolisa tersebut terjadi di *electrolyzer*, tempat terjadinya elektrolisa air murni menjadi gas H₂ dan O₂ dengan bantuan larutan KOH dan diinjeksi arus listrik searah (DC). KOH merupakan senyawa basa, jika dilarutkan ke dalam air maka akan membentuk larutan KOH, KOH tersebut akan menjadi katalisator yang berfungsi mempermudah pemutusan ikatan gas Hidrogen dan Oksigen dalam air (H₂O).

Pada penelitian ini diperoleh titik optimal konsentrasi larutan KOH yaitu pada konsentrasi 26% - 32%. Tegangan *electrolyzer* cenderung normal pada temperatur kerja *electrolyzer* 85°C – 90°C. Hasil penelitian diketahui bahwa terdapat pengaruh nilai konsentrasi larutan KOH dan Temperatur kerja *electrolyzer* terhadap *over voltage* pada *electrolyzer*. Semakin tinggi konsentrasi larutan KOH maka semakin rendah tegangan di *electrolyzer* begitu pula sebaliknya semakin rendah konsentrasi larutan KOH maka dapat menyebabkan kenaikan tegangan di *electrolyzer*. Pada temperatur kerja *electrolyzer* yang rendah tegangan cenderung naik, sedangkan pada temperatur kerja *electrolyzer* tertinggi tegangan cenderung turun. Sehingga hubungan antara nilai konsentrasi larutan KOH dan temperatur kerja *electrolyzer* berbanding terbalik dengan tegangan *electrolyzer*.

Kata Kunci : Hidrogen, *Hydrogen Plant*, Konsentrasi, Larutan KOH, *Over Voltage*, *Electrolyzer*, Elektrolisa

ABSTRACT

Hydrogen Plant is a unit used to produce Hydrogen and Oxygen by electrolysis of pure water (H₂O) for gas separation to produce Hydrogen and Oxygen gas. The purity of the hydrogen and oxygen gas produced is above 99%. Hydrogen gas as the main product of the hydrogen plant is used as a coolant in the generator, while oxygen, which is a by-product, is released into the air.

Electrolysis is the process of converting electrical energy into chemical energy. The electrolysis process occurs in the electrolyzer, where the electrolysis of pure water occurs into H₂ and O₂ gas with the help of a KOH solution and direct electric current (DC) is injected. KOH is a basic compound, if it is dissolved in water it will form a KOH solution, the KOH will be a catalyst that functions to facilitate the breaking of hydrogen and oxygen gas bonds in water (H₂O).

In this study, the optimal point for the concentration of KOH solution was at a concentration of 26% - 32%. The electrolyzer voltage tends to be normal at the electrolyzer working temperature of 85°C – 90°C. The results showed that there was an effect of the concentration value of the KOH solution and the working temperature of the electrolyzer on the over voltage of the electrolyzer. The higher the concentration of the KOH solution, the lower the voltage in the electrolyzer and vice versa, the lower the concentration of the KOH solution, the higher the voltage in the electrolyzer. At the low working temperature of the electrolyzer, the voltage tends to increase, while at the highest working temperature of the electrolyzer, the voltage tends to decrease. So the relationship between the concentration value of the KOH solution and the working temperature of the electrolyzer is inversely proportional to the electrolyzer voltage.

Keywords: *Hydrogen, Hydrogen Plant, Concentration, KOH Solution, Over Voltage, Electrolyzer, Electrolysis*

DAFTAR ISI

Hal

LEMBAR PERNYATAAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Batasan Masalah.....	5
1.5 Metodologi Penelitian	5
1.6 Sistematika Penulisan.....	6
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1 Tinjauan Pustaka	8
2.2 Proses Kerja PLTU Labuan	13
2.3 Peralatan Penunjang PLTU.....	15
2.4 Hidrogen	17
2.5 <i>Hydrogen Plant</i>	19
2.5.1 Prinsip Dasar <i>Hydrogen Plant</i>	19
2.5.2 Komponen-Komponen <i>Hydrogen Plant</i>	21
2.6 Elektrolisis Air (H ₂ O)	30
2.7 <i>Electrolyzer</i>	31

2.8 Larutan Elektrolit	32
2.9 Kalium Hidroksida (KOH)	32
2.10 <i>Over Voltage Electrolyzer Hydrogen Plant</i>	35

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Waktu Dan Tempat Penelitian	36
3.2 Langkah-Langkah Metode Penelitian	36
3.2.1 Metode Observasi Lapangan Dan Studi Literatur <i>Hydrogen Plant</i>	38
3.2.2 Metode Pengambilan Data	38
3.2.3 Pengumpulan Data	39
3.2.4 Analisis Data	40
3.3 Perangkat Yang Digunakan	40
3.3.1 Alat-Alat	40
3.3.2 Bahan	41
3.4 Kesimpulan Dan Saran	43

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Teknis <i>Hydrogen Plant</i>	44
4.1.1 Data Spesifikasi Peralatan	44
4.1.2 Pengukuran Konsentrasi Larutan KOH	45
4.2 Pengaruh Konsentrasi Larutan KOH Terhadap <i>Over Voltage Electrolyzer</i>	46
4.3 Pengaruh Temperatur Cell Electrolyzer Terhadap <i>Over Voltage Electrolyzer</i>	48
4.4 Pengaruh Aliran Sirkulasi Larutan KOH Terhadap <i>Over Voltage Electrolyzer</i>	49
4.5 Titik Optimal Konsentrasi Larutan KOH dan Temperatur Cell Electrolyzer Terhadap <i>Voltage Electrolyzer</i>	51

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	53
5.2 Saran	54

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Flow Diagram</i> PLTU	13
Gambar 2.2 Proses Konversi Energi Pada PLTU	14
Gambar 2.3 <i>Hydrogen Plant</i> PLTU Labuan	19
Gambar 2.4 Diagram Alir Proses Pembuatan Hidrogen	20
Gambar 2.5 <i>Electrolyzer</i>	21
Gambar 2.6 Alkali <i>Tank</i>	22
Gambar 2.7 <i>Water Tank</i>	22
Gambar 2.8 <i>Feed Water Pump</i>	23
Gambar 2.9 H ₂ Launder	23
Gambar 2.10 H ₂ Separator dan O ₂ Separator	24
Gambar 2.11 Alkali Filter	24
Gambar 2.12 H ₂ <i>Cooler</i>	25
Gambar 2.13 <i>Lye Pump</i>	25
Gambar 2.14 H ₂ Filter	26
Gambar 2.15 <i>Cooling Water Pump</i>	26
Gambar 2.16 <i>Heat Exchanger</i>	27
Gambar 2.17 <i>H₂ Storage Tank</i>	27
Gambar 2.18 Rectifier	28
Gambar 2.19 <i>Deoxygenate Tower</i>	28
Gambar 2.20 Dryer	29
Gambar 2.21 <i>Demin Water Tank</i>	29
Gambar 2.22 Proses Elektrolisa H ₂ O	30
Gambar 2.23 Kalium Hidroksida (KOH)	33
Gambar 2.24 <i>Alarm High Limit of DC Voltage Hydrogen Plant</i>	35
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	37
Gambar 3.2 Gelas Sampel	40
Gambar 3.3 Alat Ukur 14 Set Pengukuran Kepadatan	40
Gambar 3.4 <i>Temperature Meter</i>	41

Gambar 3.5 Kalium Hidroksida (KOH)	41
Gambar 3.6 Larutan KOH	41
Gambar 3.7 Air Demin	42
Gambar 4.1 Pengukuran Konsentrasi Larutan KOH	45
Gambar 4.2 Grafik Konsentrasi Larutan KOH vs Tegangan	48
Gambar 4.3 Grafik Temperatur Cell vs Tegangan	49
Gambar 4.4 Grafik Aliran Sirkulasi Larutan KOH vs Tegangan	50
Gambar 4.5 Grafik Konsentrasi Larutan KOH dan Temperatur Kerja Electrolyzer Terhadap Tegangan di Electrolyzer	52



DAFTAR TABEL

Table 2.1 Tinjauan Pustaka Penelitian Terdahulu	11
Table 3.1 <i>Spesific Density Tabel of KOH Solution</i>	42
Table 4.1 Tabel Pengukuran Konsentrasi Larutan KOH	46
Table 4.2 Tabel Konsentrasi Larutan KOH vs Tegangan	47
Table 4.3 Tabel Temperatur <i>Cell Electrolyzer</i> vs Tegangan	48
Table 4.4 Tabel Aliran Sirkulasi Larutan KOH vs Tegangan	49
Table 4.5 Tabel Konsentrasi Larutan KOH dan Temperatur Kerja Electrolyzer Terhadap Tegangan	51

