

**SKRIPSI**

**PERANCANGAN MESIN KONVERSI ENERGI AIR MENJADI GAS  
UNTUK BAHAN BAKAR KOMPOR HEMAT ENERGI**

Disusun Sebagai Salah Satu Syarat  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Mesin Strata Satu (S1)



Oleh

**RAHMAD WAHYUDI**

**181000221201050**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT  
2022**



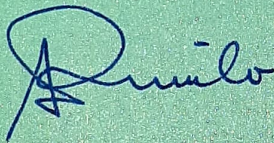
HALAMAN PENGESAHAN

PERANCANGAN MESIN KONVERSI ENERGI AIR MENJADI GAS  
UNTUK BAHAN BAKAR KOMPOR HEMAT ENERGI

Oleh

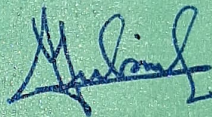
RAHMAD WAHYUDI  
18100221201050

Dosen Pembimbing I,



Armila, S.T., M.T.  
NIDN. 10080174

Dosen Pembimbing II,

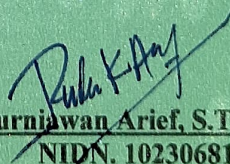


Ir. Yulisman, M.T.  
NIDN. 8808220016

Dekan Fakultas Teknik  
UM Sumatera Barat,



Ketua Program Studi  
Teknik Mesin,



Rudi Kurniawan Arief, S.T., M.T., Ph.D.  
NIDN. 1023068103



## LEMBARAN PERSETUJUAN TIM PENGUJI

Skripsi ini telah dipertahankan dan disempurnakan berdasarkan masukan dan koreksi Tim Penguji pada ujian tertutup tanggal 31 Agustus 2022 di Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat.

Bukittinggi, 30 Agustus 2022

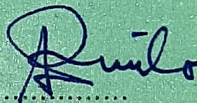
Mahasiswa,



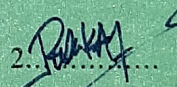
Rahmad Wahyudi  
181000221201050

Disetujui Tim Penguji Skripsi tanggal: 31 Agustus 2022.

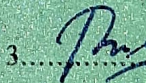
1. Armila, S.T., M.T.

1. 

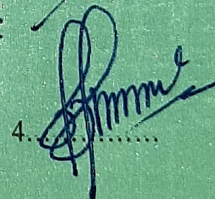
2. Rudi Kurniawan Arief, S.T., M.T., Ph.D.

2. 

3. Riza Muharni, S.T., M.T.

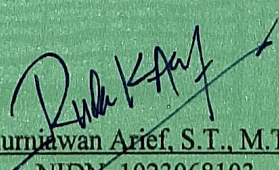
3. 

4. Muchlisinalahuddin, S.T., M.T.

4. 

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Mesin,

  
Rudi Kurniawan Arief, S.T., M.T., Ph.D.  
NIDN. 1023068103



## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa : Rahmad Wahyudi  
Tempat dan Tanggal Lahir : Bukittinggi, 17 Juli 1997  
NIM : 181000221201050  
Judul Skripsi : Perancangan Mesin Konversi Energi Air  
Menjadi Gas Untuk Bahan Bakar Kompor  
Hemat Energi

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa penulisan Skripsi ini berdasarkan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli dari saya sendiri, baik untuk naskah laporan maupun kegiatan yang tercantum sebagai bagian dari Skripsi ini. Jika terdapat karya orang lain, saya akan mencantumkan sumber yang jelas.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidak benaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini dan sanksi lain sesuai dengan peraturan yang berlaku di UM Sumatera Barat.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa paksaan dari pihak manapun.

Bukittinggi, 31 Agustus 2022

Mahasiswa,



Rahmad Wahyudi  
1810002221201050

## ABSTRAK

Permasalahan yang terjadi di masyarakat atas kelangkaan dan mahalnya gas lpg, maka dari itu penulis memanfaatkan gas yang dihasilkan dari air dengan sistim elektrolisis untuk pemakaian kompor memasak pada rumah tangga dan industri rumah tangga yang ramah lingkungan dan murah serta mudah dalam penggunaan sehari-hari. Hal ini jauh lebih praktis dikarenakan pemakaian alat dan bahan dipergunakan proses perancangan mesin konversi energi air menjadi gas antara lain: bor tangan, gerinda tangan, palu, *linesman*, alat ukur, *hand tools*, multimeter, air, NaOH, plat *stainless steel* 316, gasket, akrilik, selang pneumatic 8mm, fitting pneumatic lurus 8mm, fitting pneumatic L 8mm, botol plastik, katup angin, *power supply*, kabel listrik tunggal, baut m6, lem steel. Percobaan dilakukan sebanyak 2 kali dengan kandungan NaOH berbeda, pertama 1gram NaOH dengan air 800ml, kedua 2gram NaOH dengan air 800ml. Hubungan waktu (s) terhadap tegangan (v) dengan waktu (s) 30 menit, 60 menit, 120 menit. Percobaan pertama dan kedua didapat tegangan 12,5V. Hubungan waktu (s) terhadap arus (a) 30menit, 60menit, 120menit percobaan pertama dan kedua didapat arus berbeda, pertama mendapatkan arus 2,18/30menit, 2,27/60menit 2,3/120menit. Hubungan waktu (s) terhadap daya (w) percobaan pertama dan kedua didapat daya (w) 120w. Pembuatan alat ini berhasil menghasilkan gas HHO dari bahan H<sub>2</sub>O dicampur NaOH.

**Kata Kunci:** Gas HHO, Elektrolisi, NaOH, *Stainless steel* 316, Gasket, Akrilik, *Power supply*.





## ABSTRACT

The problem that occurs in the community is due to the scarcity and high cost of LPG gas, therefore the author utilizes gas produced from water with an electrolysis system for the use of cooking stoves in households and household industries that are environmentally friendly and cheap and easy to use daily. This is much more practical because the use of tools and materials used in the design process of water energy conversion machines into gases includes: hand drills, hand grinders, hammers, linesman, measuring instruments, hand tools, multimeters, water, NaOH, 316 stainless steel plates, gaskets, acrylic, 8mm pneumatic hoses, 8mm straight pneumatic fittings, 8mm L pneumatic fittings, plastic bottles, wind valves, power supplies, single electrical cable, m6 bolts, steel glue. The experiment was carried out 2 times with different NaOH content, first 1 gram of NaOH with 800ml water, second 2 gram of NaOH with 800ml water. The relationship of time(s) to voltage (v) with time(s) 30 minutes, 60 minutes, 120 minutes. The first and second experiments obtained a voltage of 12.5V. The relationship of time (s) to current (a) 30min, 60min, 120min of the first and second experiments obtained different currents, first getting a current of 2.18/30min, 2.27/60min 2.3/120min. The relationship of time (s) to power (w) of the first and second experiments obtained a power of (w) 120w. The manufacture of this tool succeeded in producing HHO gas from H<sub>2</sub>O material mixed with NaOH.

**Keywords:** HHO Gas, Electrolysis, NaOH, Stainless steel 316, Gasket, Acrylic, Power supply.



## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT atas segala berkat yang telah diberikan-Nya, sehingga skripsi ini dapat diselesaikan. Skripsi ini merupakan salah satu kewajiban yang harus diselesaikan untuk memenuhi sebagian persyaratan akademik untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Mesin di Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat (UM Sumatera Barat).

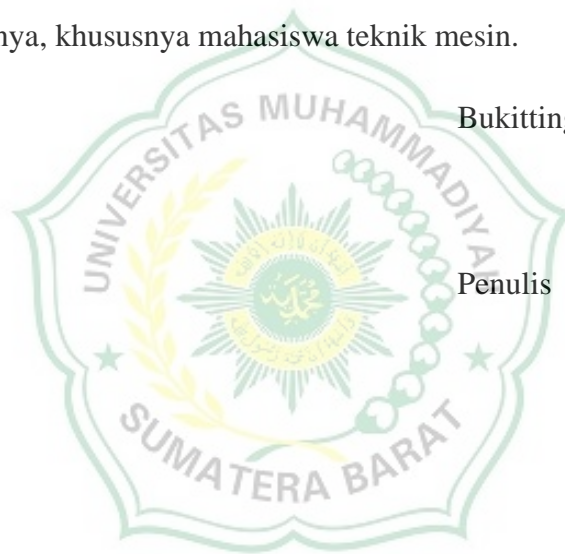
Penulis menyadari bahwa tanpa bimbingan, bantuan, dan doa dari berbagai pihak, skripsi ini tidak akan dapat diselesaikan tepat pada waktunya, oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses pengerjaan skripsi ini, yaitu kepada:

1. Orang tua, kakak, dan adik serta seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan moril, doa, dan kasih sayang.
2. Bapak Masril, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik UM Sumatera Barat.
3. Bapak Hariyadi, S.KOM., M.KOM. selaku Wakil Dekan Fakultas Teknik UM Sumatera Barat.
4. Bapak Rudi Kurniawan Arief, S.T., M.T., Ph.D. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin.
5. Ibu Armila, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik.
6. Ibu Armila, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I skripsi yang telah memberikan bimbingan dan banyak memberikan masukan kepada penulis.
7. Bapak IR. Yulisman, M.T. selaku Dosen Pembimbing II skripsi yang telah memberikan bimbingan dan banyak memberikan masukan kepada penulis.
8. Terima kasih kepada saudara M. Bakti (comeh) selaku mahasiswa teknik mesin UM Sumatera Barat angkatan 2020 yang telah membantu penulis dalam proses pengerjaan alat.
9. Terima kasih kepada saudara Daniel Suryadi (lauik) selaku mahasiswa teknik mesin UM Sumatera Barat angkatan 2020 yang telah membantu penulis dalam proses pengerjaan alat.
10. Terima kasih kepada saudara David Rahmadani P (luka) selaku mahasiswa teknik mesin UM Sumatera Barat angkatan 2019 yang telah membantu penulis dalam proses uji coba alat.

11. Terima kasih kepada saudara M. Rizky (bohlam) selaku mahasiswa teknik mesin UM Sumatera Barat angkatan 2019 yang telah membantu penulis dalam proses uji coba alat.
12. Terima kasih untuk diri sendiri yang telah berjuang semaksimal mungkin sehingga semua bisa dilalui walaupun begitu banyak masalah dari berbagai arah.
13. Terima kasih kepada semua pihak yang namanya tidak dapat disebutkan satu per satu didalam kata pengantar ini.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa mungkin masih terdapat banyak kekurangan dalam skripsi ini, oleh karena itu saran dari pembaca akan sangat bermanfaat bagi penulis. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membacanya, khususnya mahasiswa teknik mesin.

Bukittinggi, 31 Agustus 2022



Penulis



## DAFTAR ISI

Halaman

**HALAMAN JUDUL**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**HALAMAN PERSETUJUAN TIM PENGUJI**

**HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI**

**ABSTRAK**

**KATA PENGANTAR** .....i

**DAFTAR ISI** .....iii

**DAFTAR TABEL**.....vi

**DAFTAR GAMBAR**.....vii

**DAFTAR NOTASI**.....ix

### **BAB I PENDAHULUAN**

1.1. Latar Belakang .....1

1.2. Maksud dan Tujuan.....2

1.2.1. Maksud.....2

1.2.2. Tujuan .....2

1.3. Batasan Masalah.....2

1.4. Sistematika Penulisan.....3

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

2.1. Pengertian Energi .....4

2.1.1. Energi .....4

2.1.2 Sumber-Sumber Energi.....4

2.1.3 Macam-Macam Energi.....5

2.2 Konversi Energi.....7

2.2.1. Sistem Konversi Energi.....7

2.2.2 Mesin Konversi Energi .....8

2.3. Perpindahan Panas.....8

2.4. Elektrolisis.....9

2.4.1. Elektrolisis Air .....	11
2.4.2. Perhitungan Fraksi Massa .....	11
2.4.3. Gas Ideal.....	12
2.5. Material Reaktor.....	13
2.5.1. <i>Stainless Steel 316</i> .....	13
2.5.2. Akrilik Silikon.....	15
2.5.3. Gasket <i>Metal O-Ring</i> .....	15
2.5.4. <i>Power Supply</i> .....	16
2.5.5. Katalis .....	17
2.6. Generator Pembangkit.....	20
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1. Diagram Alur Perancangan .....	21
3.2. Desain.....	22
3.3. Alat dan Bahan.....	23
3.3.1. Alat.....	23
3.3.2. Bahan.....	25
3.4. Proses Pengerjaan Alat.....	29
3.4.1. Pembuatan Lobang pada Akrilik.....	29
3.4.2. Pemotongan <i>Stainless Steel 316</i> .....	30
3.4.3. Pemotongan Gasket.....	31
3.4.4. Rangkaian Akrilik, Plat <i>Stainless Steel 316</i> , Gasket.....	32
3.4.5. Dudukan Alat Generator .....	33
3.5. Perakitan Alat.....	34
3.6. Pengujian Alat.....	35
<b>BAB IV DATA DAN ANALISA</b>	
4.1. Data .....	36
4.2. Data Pengujian .....	37
4.2.1. Larutan NaOH 1 Gram.....	37
4.2.2. Larutan NaOH 2 Gram.....	38
4.3. Analisa.....	39



**BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1. Kesimpulan.....41  
5.2. Saran.....41

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**



## DAFTAR TABEL

No. Tabel	Halaman
Tabel 2.1. Daftar spesifikasi akrilik .....	15
Tabel 2.2. Perbandingan secara umum antara Switching <i>Power supply</i> dengan Linier <i>Power supply</i> .....	16
Tabel 4.1. Percobaan ke 1 (1 gram NaOH dengan air 800 ml) .....	36
Tabel 4.2. Percobaan ke 2 (2 gram NaOH dengan air 800 ml) .....	36





## DAFTAR GAMBAR

No. Gambar	Halaman
Gambar 2.1. Diagram klasifikasi sumber energi.....	4
Gambar 2.2. Elektrolisis air .....	10
Gambar 2.3. Senyawa NaOH.....	18
Gambar 2.4. Senyawa NaCl.....	20
Gambar 2.5. Generator Pembangkit.....	20
Gambar 3.1. Mesin konversi energi air menjadi gas untuk bahan bakar kompor hemat energi 3D tampak depan .....	22
Gambar 3.2. Mesin konversi energi air menjadi gas untuk bahan bakar kompor hemat energi 3D.....	23
Gambar 3.3. a) bor tangan dan b) gerinda tangan.....	24
Gambar 3.4. a) palu, b) <i>linesman</i> (tang kombinasi), dan c) alat ukur ( <i>measuring tool</i> ) .....	24
Gambar 3.5. a) <i>hand tool</i> , dan b) multimeter.....	25
Gambar 3.6. a) air, b) NaOH, c) <i>stainless steel</i> dan d) gasket .....	26
Gambar 3.7. a) akrilik, b) selang Pneumatic, c) <i>fitting Pneumatic</i> lurus dan d) <i>fitting Pneumatic</i> L.....	27
Gambar 3.8. a) botol plastik, b) katup angin, c) <i>power supply</i> dan d) kabel listrik tunggal.....	28
Gambar 3.9. a) baut M6, dan b) lem <i>steel</i> .....	29
Gambar 3.10. Akrilik .....	30
Gambar 3.11. <i>Stainless Steel</i> 316.....	31
Gambar 3.12. Gasket.....	32
Gambar 3.13. Rangkaian akrilik, plat <i>stainless steel</i> , dan gasket.....	33
Gambar 3.14. Dudukan alat generator .....	33
Gambar 3.15. Rangkaian perkabelan .....	34
Gambar 3.16. Pengujian alat .....	35
Gambar 4.1. Kurva hubungan waktu (M) terhadap tegangan (V) .....	37

Gambar 4.2. Kurva hubungan waktu (M) terhadap arus (A) .....37  
Gambar 4.3. Kurva hubungan waktu (M) terhadap daya (W) .....38  
Gambar 4.4. Kurva hubungan waktu (M) terhadap tegangan (V) .....38  
Gambar 4.5. Kurva hubungan waktu (M) terhadap arus (A) .....39  
Gambar 4.6. Kurva hubungan waktu (M) terhadap daya (W) .....39





## DAFTAR NOTASI

$n$	= Jumlah mol (mol)
$P$	= Daya yang dibutuhkan generator HHO (Watt)
$P$	= Tekanan gas (Pa)
$R$	= Tetapan gas ideal ( $8,314 \times 10^3$ J/kmol.K)
$t$	= Waktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan Gas HHO
$T$	= Suhu gas (K)
$V$	= Beda potensial / voltase (Volt)
$V$	= Volume gas ( $m^3$ )
Volume	= Volume Gas HHO (ml)
$V_{\text{gasHHO}}$	= Laju Produksi Gas HHO (ml/s)



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Kebutuhan masyarakat Indonesia terhadap bahan bakar gas masih sangat tinggi untuk rumah tangga dan industri, ketersediaan energi yang bersih dan terjangkau merupakan tujuan pembangunan yang berkelanjutan hingga tahun 2030, dimana keberlanjutan energi yang bersih menjadi berita global serta membutuhkan komitmen dari pemerintah pusat dan daerah untuk serta melaksanakan tujuan tersebut. Indonesia menerapkan kebijakan energi baru dan energi terbarukan tertuang dalam Peraturan Pemerintah No. 79 tahun 2014 tentang kebijakan energi nasional (KEN). Dalam peraturan tersebut, energi baru dan energi terbarukan ditargetkan harus mencapai 23% pada tahun 2025, serta pada tahun 2050 minimal dengan mencapai 31%. Sebaliknya, ketergantungan terhadap minyak bumi dan batu bara ditargetkan akan berkurang, dengan persentase sebesar 20% dan 25%. Untuk mencapai target tersebut, maka diperlukan berbagai program yang penjabaran dan pelaksanaannya dituangkan dalam Rencana Umum Energi Nasional (RUEN) serta Rencana Umum Energi Daerah setingkat Provinsi (RUED-P) [1].

Beberapa sumber energi terbarukan yang telah dikembangkan berupa energi surya, biomassa, angin, dan air. Penggunaan energi alternatif ini akan menghemat pemakaian bahan bakar fosil dan secara bertahap dapat mengurangi ketergantungan terhadap sumber energi fosil, sehingga ketika sumber energi fosil telah sedikit atau habis, masyarakat dapat beralih ke sumber energi alternatif. Salah satu energi alternatif yang menjadi topik dalam penelitian ini adalah energi air.

Dua dari tiga bumi ini terbentuk dari zat cair yang berada dalam senyawa air, namun potensi air untuk dimanfaatkan sebagai sumber energi masih sangat belum optimal. Sebagaimana kita ketahui, aplikasi konversi energi air hanya untuk pembangkit listrik berupa PLTA dan PLTU. Tetapi pernahkah kita berfikir bahwa air biasa dijadikan sebagai bahan bakar? Ternyata dapat dilihat dari rumus molekul senyawa air yaitu  $H_2O$  dan jika dipisahkan antara  $H_2$  dan  $O_2$ -nya melalui proses elektrolisis akan menghasilkan gas yang disebut dengan Brown gas atau gas HHO (Hidrogen Hidrogen Oksigen) yang dapat dijadikan sebagai bahan bakar.



Dengan berbagai permasalahan yang terjadi dimasyarakat atas kelangkaan dan mahalnya LPG, maka dari itu penulis memanfaatkan gas yang dihasilkan dari air dengan sistim elektrolisis yang dapat digunakan untuk menghasilkan gas untuk pemakaian kompor memasak pada rumah tangga dan industri rumah tangga yang ramah lingkungan dan murah, serta dapat dengan mudah dalam penggunaan sehari-hari. Hal ini jauh lebih praktis dikarenakan pada penggunaannya hanya membutuhkan air sebagai sumber energi utama.

Perancangan alat ini merupakan pilihan kedua oleh penulis, karena pada perancangan pertama dengan bahan utama batu gamping tidak menghasilkan gas untuk bahan bakar. Sebab dari itu penulis melakukan perancangan yang kedua ini dengan melakukan inovasi baru dari mahasiswa Teknik Elektro UM-SUMBAR tersebut, dimana inovasi perubahan itu terdiri dari perubahan pemakaian *charging current maxtron* CB-50 dengan input daya listrik 480/960 Watt ke *power supply* dengan tegangan 12 V, arus 10 A, dan daya 120 Watt dan perubahan reaktor menjadi lebih simpel, ringan dan kecil. Inovasi yang dilakukan ini menghasilkan gas HHO yang lebih besar dari sebelumnya.

## **1.2. Maksud dan Tujuan**

### **1.2.1. Maksud**

Mempelajari proses perubahan  $H_2O$  menjadi gas HHO untuk bahan bakar kompor hemat energi sebagai upaya penggunaan energi baru terbarukan.

### **1.2.2. Tujuan**

Mengetahui hasil produksi gas dari  $H_2O$  dan membuat reaktor untuk bahan bakar dasar penghasil bahan bakar gas yang bias dimanfaatkan oleh masyarakat dan industri rumah tangga sebagai pengganti bahan bakar gas dari fosil/gas alam.

## **1.3. Batasan Masalah**

Batasan masalah yang penulis batasi ialah dengan menggunakan *stainless steel* 316 dengan ukuran 7 cm x 7 cm sebanyak 10 buah yang disusun menjadi sebuah reaktor dapat menghasilkan api.

#### **1.4. Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

##### **BAB I : PENDAHULUAN**

Berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, identifikasi masalah, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

##### **BAB II : TINJAUAN PUSTAKA**

Berisi tentang sejarah dan pengertian konversi energi, perpindahan panas, *Stainless steel 316*, Akrilik, Gasket, *Power supply*, Air, dan faktor-faktor yang mempengaruhi pembentukan biogas, digester biogas dan jenis-jenisnya.

##### **BAB III : METODOLOGI PENELITIAN**

Menjelaskan tentang skema penelitian, alat dan bahan yang digunakan, serta rangkaian prosedur kerja.

##### **BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN**

Berisi tentang data yang didapatkan dari hasil penelitian serta pembahasannya.

##### **BAB V : PENUTUP**

Berisi tentang kesimpulan akhir dari penelitian yang dilakukan dan saran yang direkomendasikan untuk penelitian selanjutnya.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

#### **LAMPIRAN**

## BAB II

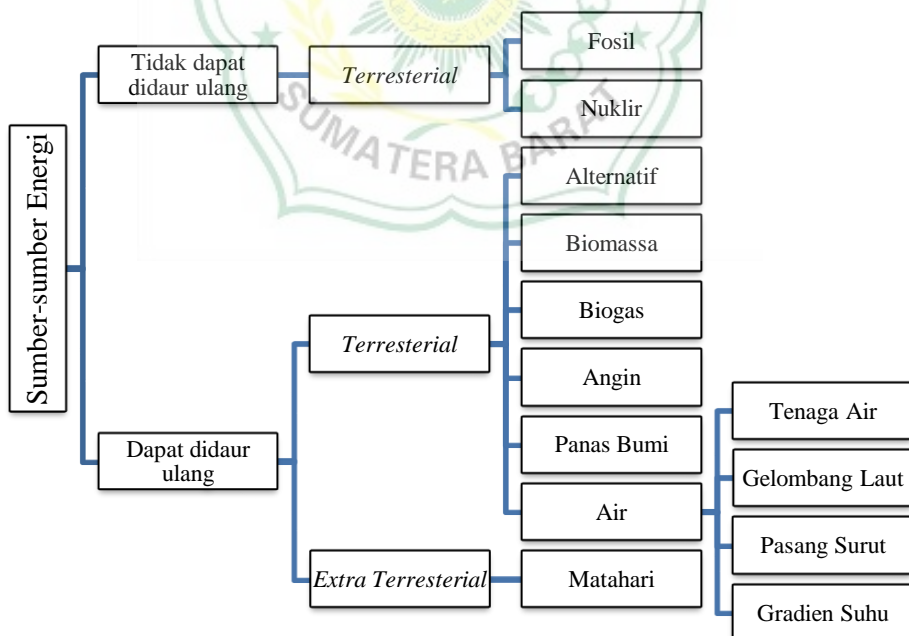
### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Pengertian Energi

##### 2.1.1. Energi

Energi adalah sesuatu yang tidak mudah didefinisikan secara ringkas dan tepat. Sebuah energi abstrak yang sulit dibuktikan, tapi bisa dirasakan. Kita sering mendengar istilah krisis energi yang artinya mengacu pada krisis bahan bakar (terutama gas). Bahan bakar adalah sesuatu yang menyimpan energi, jika dibakar akan mendapatkan energi panas yang berguna untuk alat pemanas atau untuk menggerakkan mesin. Energi dalam kehidupan sehari-hari berarti bergerak, misalnya anak banyak bergerak dan berjalan dikatakan penuh energi. Energi juga berhubungan dengan usaha seseorang yang dapat bekerja keras dikatakan memiliki energi atau kekuatan yang besar. Kesimpulan yang di dapat bahwa energi adalah suatu gaya yang dapat menghasilkan gerak, daya, dan usaha [2].

##### 2.1.2. Sumber-Sumber Energi



Gambar 2.1. Diagram klasifikasi sumber energi



### 2.1.3. Macam-Macam Energi

Energi terdapat beberapa macam menurut [2] yaitu:

#### 1. Energi Mekanik

Energi yang tersimpan dalam energi kinetik atau energi potensial dan dapat ditransisi atau transfer untuk menghasilkan usaha/kerja.

#### 2. Energi Listrik

Energi yang berkaitan dengan akumulasi arus elektron dan bentuk transisi atau transfernya adalah aliran elektron melalui konduktor jenis tertentu. Energi listrik dapat disimpan sebagai energi medan elektrostatis dan merupakan energi yang berkaitan dengan medan listrik akibat terakumulasinya muatan elektron pada pelat-pelat kapasitor. Energi medan listrik ekuivalen dengan energi medan elektromagnetis yang sama dengan energi yang berkaitan dengan medan magnet yang timbul akibat aliran elektron melalui kumparan induksi.

#### 3. Energi Kimia

Energi yang keluar sebagai hasil interaksi elektron di mana dua atau lebih atom/molekul berkombinasi sehingga menghasilkan senyawa kimia yang stabil. Energi kimia hanya dapat terjadi dalam bentuk energi tersimpan. Bila energi dilepas dalam suatu reaksi maka reaksinya disebut reaksi eksotermis yang dinyatakan dalam kJ, BTU, atau kkal. Bila dalam reaksi kimia energinya terserap maka disebut dengan reaksi endotermis. Sumber energi bahan bakar yang sangat penting bagi manusia adalah reaksi kimia eksotermis yang pada umumnya disebut reaksi pembakaran. Reaksi pembakaran melibatkan oksidasi dari bahan bakar fosil.

#### 4. Energi Nuklir

Energi nuklir adalah energi dalam bentuk energi tersimpan yang dapat dilepas akibat interaksi partikel dengan atau di dalam inti atom. Energi ini dilepas sebagai hasil usaha partikel-partikel untuk memperoleh kondisi yang lebih stabil. Satuan yang digunakan adalah juta-an elektron reaksi. Reaksi nuklir dapat terjadi pada peluruhan radioaktif, fisi, dan fusi.

## 5. Energi Termal (Panas)

Merupakan bentuk energi dasar di mana dalam kata lain adalah semua energi yang dapat dikonversikan secara penuh menjadi energi panas. Sebaliknya, pengonversian dari energi termal ke energi lain dibatasi oleh hukum termodinamika II. Bentuk energi transisi dan energi termal adalah energi panas (kalor), dapat pula dalam bentuk energi tersimpan sebagai kalor laten atau kalor sensibel yang berupa entalpi.

## 6. Energi Air (H<sub>2</sub>O)

Air adalah zat yang terdiri dari unsur-unsur kimia hidrogen dan oksigen dan ada dalam bentuk gas, cair, dan padat. Air adalah salah satu senyawa yang paling melimpah dan penting. Cairan tidak berasa dan tidak berbau pada suhu kamar, ia memiliki kemampuan penting untuk melarutkan banyak zat lain.

Air ditemukan dalam tiga bentuk berbeda di bumi, yaitu gas, padat, dan cair. Bentuk air tergantung pada suhu. Air di planet kita mengalir sebagai cairan di sungai, dan lautan ada dalam bentuk padat sebagai es di kutub Utara dan Selatan dan sebagai gas (uap) di atmosfer. Air juga ada di tanah dan di tumbuhan dan hewan. Semua makhluk hidup membutuhkan air dalam beberapa bentuk untuk bertahan hidup di Bumi. Orang dapat bertahan hidup selama berminggu-minggu tanpa makanan, tetapi hanya beberapa hari tanpa air. Sebuah molekul air terdiri dari dua atom hidrogen, masing-masing dihubungkan oleh satu ikatan kimia ke atom oksigen.

Sebagian besar atom hidrogen memiliki inti yang hanya terdiri dari proton. Dua bentuk isotop, deuterium dan tritium, dalam inti atom juga mengandung satu dan dua neutron, ditemukan dalam jumlah kecil dalam air. Meskipun rumus (H<sub>2</sub>O) tampak sederhana, air menunjukkan sifat kimia dan fisik yang sangat kompleks. Misalnya, titik lelehnya, 0°C (32°F), dan titik didihnya, 100°C (212°F), lebih tinggi dari yang diharapkan jika dibandingkan dengan senyawa analog, seperti hidrogen sulfida dan amonia di bumi [3], yaitu gas, padat, dan cair. Bentuk air tergantung pada suhu air di planet kita mengalir sebagai cairan di sungai, dan samudra dalam bentuk

padat seperti es di kutub utara dan Selatan dan merupakan gas (uap) di atmosfer.

## **2.2. Konversi Energi**

Energi dalam pengetahuan teknologi dan fisika dapat didefinisikan sebagai kemampuan untuk melakukan usaha. Energi di alam adalah kuantitas konstan (hukum pertama termodinamika). Energi tidak dapat diciptakan dan tidak dapat dimusnahkan, tetapi dapat diubah dari satu bentuk ke bentuk lainnya, misalnya pada kompor di dapur, energi yang tersimpan dalam minyak tanah diubah menjadi api. Selanjutnya, jika api digunakan untuk memanaskan air di dalam panci, energi tersebut diubah kembali menjadi pergerakan molekul air. Perubahan bentuk energi ini disebut konversi, dan perpindahan energi karena perbedaan suhu disebut kalor. Energi juga dapat ditransfer dari satu sistem ke sistem lain melalui gaya yang menyebabkan perubahan posisi suatu benda.

Perpindahan energi ini merupakan kemampuan sistem untuk menghasilkan kerja yang berdampak positif bagi kebutuhan manusia. Energi adalah kuantitas yang tersimpan, dapat berubah bentuk, dan dapat berpindah dari satu sistem ke sistem lainnya, tetapi jumlah totalnya tetap sama [2]

### **2.2.1. Sistem Konversi Energi**

Energi dalam suatu sistem tertentu dapat dirubah menjadi usaha, artinya kalau energi itu dimasukkan ke dalam sistem dan dapat mengembang untuk menghasilkan usaha. Sebagai contoh sistem konversi energi, apabila bahan bakar bensin (premium) yang dimasukkan ke dalam silinder mesin konversi energi jenis motor pembakaran dalam, misalnya sepeda motor. Energi ( $C_8H_{18}$ /iso-oktan atau nilai kalor) yang tersimpan sebagai ikatan atom dalam molekul bensin/premium dilepas pada waktu terjadi pembakaran dalam silinder, hasil pembakaran ini ditransfer menjadi energi panas/kalor. Energi panas yang dihasilkan ini akan mendorong torak/piston yang ada dalam silinder, akibatnya torak/piston akan bergerak. Bergeraknya torak/piston terjadi transformasi energi, yaitu dari energi panas menjadi energi kinetik. Selanjutnya energi kinetik ditransfer menjadi energi mekanik yang menghasilkan usaha (kerja). Kerja yang merupakan hasil



kemampuan dari sistem yang berguna bagi kepentingan manusia, yaitu dapat berpindah dari satu tempat ke tempat lain yang jauh jaraknya [2]

### 2.2.2. Mesin Konversi Energi

Mesin konversi energi adalah mesin-mesin yang dapat mentranfer suatu energi ke dalam bentuk energi lain. Mesin konversi energi dapat dibagi menjadi tiga kelompok [2], yaitu:

1. Mesin Konversi Energi Konvensional

Mesin konversi energi konvensional umumnya menggunakan sumber energi konvensional yang tidak terbaru, kecuali untuk turbin hidropower. Mesin konversi energi konvensional dapat diklasifikasi menjadi motor pembakaran, mesin-mesin fluida, dan mesin pendingin.

2. Mesin Konversi Energi Non-konvensional

Mesin-mesin yang memanfaatkan sumber energi *Terrestrial* dan *Extra Terrestrial* yang berasal dari alam. Ada beberapa jenis mesin konversi energi non-konvensional berupa:

- Sistem pembangkit tenaga panas bumi.
- Sistem pembangkit energi surya.
- Pesawat pengkonversi tenaga angin (*wind power*).
- Pesawat pengkonversi energi termal samudra (OTEC).
- Pesawat pengkonversi energi pasang-surut
- Sistem pembangkit energi gelombang laut
- Pembangkit uap energi nuklir
- Pesawat magneto *hydro dynamics* (MHD)

### 2.3. Perpindahan Panas

Kalor adalah suatu bentuk energi yang dapat berpindah dari satu tempat ke tempat lain, tetapi tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan sama sekali. Dalam suatu proses, kalor dapat menyebabkan kenaikan suhu suatu zat atau perubahan tekanan, reaksi kimia dan listrik.

Proses perpindahan panas dapat dilakukan secara langsung yaitu cairan panas akan bercampur langsung dengan cairan dingin tanpa separator dan secara tidak langsung yaitu jika cairan panas dan cairan dingin tidak bersentuhan langsung tetapi dipisahkan oleh separator [4]. Berikut macam-macam perpindahan panas:

### **1. Perpindahan Panas Konduksi**

Perpindahan panas antara molekul yang berdekatan dan tidak diikuti oleh gerakan fisik molekul. Molekul benda panas bergetar lebih cepat daripada molekul benda dingin. Getaran cepat ini, energi ditransfer ke molekul sekitarnya, menyebabkan getaran lebih cepat melepaskan panas.

### **2. Perpindahan Panas Konveksi**

Perpindahan panas dari satu zat ke zat lain disertai dengan gerakan fisik partikel atau zat.

### **3. Perpindahan Panas Radiasi**

Perpindahan panas tanpa melalui suatu medium (tanpa melalui molekul). Suatu energi dapat dikirim dari suatu tempat ke tempat lain (dari benda panas ke benda dingin) dengan memancarkan gelombang elektromagnetik dimana energi elektromagnetik ini akan menjadi panas jika diserap oleh benda lain.

### **4. Perpindahan Panas Adveksi**

Perpindahan energi dari satu lokasi ke lokasi lain adalah efek samping dari memindahkan benda berenergi.

## **2.4. Elektrolisis**

Elektrolisis adalah proses penguraian elektrolit dengan arus listrik, dimana energi listrik (arus listrik) akan diubah menjadi energi kimia (reaksi reduksi-oksidasi) melalui elektroda [5] yang digunakan dalam proses elektrolisis dapat diklasifikasikan menjadi dua, yaitu:

1. Elektroda inert, seperti kalsium (Ca), potasium, grafit (C), Platina (Pt), dan emas (Au).
2. Elektroda aktif, seperti seng (Zn), tembaga (Cu), dan perak (Ag).

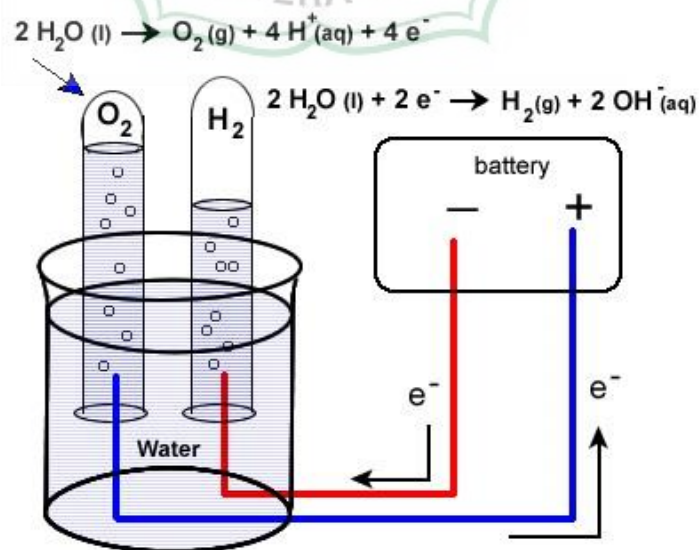
Elektrolitnya mampu berupa larutan berupa asam, basa, atau garam, mampu pula leburan garam halida atau leburan oksida. Kombinasi selang larutan elektrolit dan elektrode menghasilkan tiga kategori penting elektrolisis, yaitu:

1. Elektrolisis larutan dengan elektrode inert.
2. Elektrolisis larutan dengan elektrode giat.
3. Elektrolisis leburan dengan elektrode inert.

Sel elektrolisis memiliki 3 ciri utama, yaitu:

1. Ada larutan elektrolit yang mengandung ion bebas. Ion-ion ini dapat memberikan atau menerima elektron sehingga elektron dapat mengalir melalui larutan.
2. Ada 2 elektroda dalam sel elektrolisis.
3. Ada sumber arus listrik dari luar, seperti baterai yang mengalirkan arus listrik searah (DC).

Dalam elektrolisis, elektroda yang menerima elektron dari sumber arus listrik luar disebut katoda dan bertindak sebagai kutub negatif, sedangkan elektroda yang membawa elektron kembali ke sumber arus listrik luar disebut anoda dan bertindak sebagai kutub positif. Reaksi reduksi akan terjadi di katoda dan reaksi oksidasi akan terjadi di anoda. Katoda adalah elektroda negatif karena memperoleh elektron sedangkan anoda adalah elektroda positif karena kehilangan elektron [5].



Gambar 2.2. Elektrolisis air.



#### 2.4.1. Elektrolisis Air

Elektrolisis air adalah penguraian senyawa air ( $H_2O$ ) menjadi oksigen ( $O_2$ ) dan gas hidrogen ( $H_2$ ) dengan menerapkan arus listrik melalui air. Di katoda, dua molekul air bereaksi dengan mengambil dua elektron, mereduksinya menjadi gas  $H_2$  dan ion hidroksida ( $OH^-$ ). Di anoda, dua molekul air lagi terurai menjadi gas oksigen ( $O_2$ ), melepaskan 4 ion  $H^+$  dan mengirimkan elektron ke katoda. Ion  $H^+$  dan  $OH^-$  mengalami netralisasi sehingga beberapa molekul air terbentuk kembali. Reaksi kesetimbangan keseluruhan dari elektrolisis air dapat ditulis sebagai [6]:



Gas hidrogen dan oksigen yang dihasilkan dari reaksi ini membentuk gelembung di elektroda dan dapat dikumpulkan. Prinsip ini kemudian digunakan untuk menghasilkan hidrogen dan hidrogen peroksida ( $H_2O_2$ ) yang dapat digunakan sebagai bahan bakar gas [6].

#### 2.4.2. Perhitungan Fraksi Massa

Massa adalah perbandingan massa zat terlarut dengan massa total zat terlarut dalam larutan (massa pelarut ditambah massa zat terlarut). Dalam penelitian ini, zat terlarutnya adalah NaOH dan pelarutnya adalah air. Rumus untuk menghitung fraksi massa, laju alir dan efisiensi diambil dari jurnal yang berjudul Pengaruh fraksi massa NaOH (natrium hidroksida) sebagai katalis dalam proses elektrolisis menggunakan elektrolisis tipe sel kering [6], perhitungan fraksi massa dapat dilihat pada Press 2.1.

$$Fraksi\ Massa = \frac{Massa\ Katalis}{Massa\ Total} \times 100\% \quad (2.1)$$

Elektroliser adalah tempat berlangsungnya reaksi elektrolisis, memisahkan ikatan hidrogen dan oksigen dari cairan dasar berupa air. Tempat elektrolisis adalah generator HHO. Proses elektrolisis pembangkit air adalah tabung elektrolisis yang berfungsi sebagai penampung larutan elektrolit, sekaligus sebagai tempat proses elektrolisis untuk menghasilkan *brown* gas atau gas HHO. Parameter yang perlu diperhatikan dalam mengoperasikan generator HHO meliputi beberapa hal, seperti

seberapa besar daya atau energi yang dibutuhkan generator HHO dalam proses dekomposisi air (H<sub>2</sub>O), laju produksi gas HHO (laju aliran), dan efisiensi pembangkit HHO [6].

1. Besarnya daya yang dibutuhkan generator HHO ditentukan oleh besarnya tegangan dan arus listrik yang digunakan dalam proses elektrolisis Pers 2.2.

$$P = V.I \quad (2.2)$$

Dimana:

P = Daya yang dibutuhkan generator HHO (Watt)

V = Beda potensial / voltase (Volt)

2. Laju Produksi / flow rate gas HHO.

Laju produksi gas HHO ditentukan dengan perss 2.3.

$$V_{gasHHO} = \frac{Volume}{t} \quad (ml / s) \quad (2.3)$$

Dimana:

V<sub>gasHHO</sub> = Laju Produksi Gas HHO (ml/s)

Volume = Volume Gas HHO (ml)

t = Waktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan Gas HHO

### 2.4.3. Gas Ideal

Gas ideal adalah gas teoritis yang digunakan untuk mempelajari perilaku gas. Karena gas nyata itu kompleks, sulit bagi kita untuk mempelajari perilakunya, sehingga gas nyata direduksi menjadi gas ideal. Gas ideal memiliki sifat dan interaksi yang lebih sederhana dari pada gas nyata, secara sederhana gas ideal ini adalah model untuk menghitung perilaku gas nyata atau gas nyata.

Salah satu sifat pada gas ideal adalah partikel-partikelnya tidak memiliki volume dan gaya antar partikelnya diabaikan, kecuali tumbukan. Gas-gas nyata seperti gas O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, dan gas lainnya, dapat mendekati sifat gas ideal ketika berada pada temperatur tinggi dan bertekanan rendah.

Sifat lain yang dimiliki gas ideal yakni jarak antarmolekulnya sangat jauh jika dibandingkan dengan ukuran molekulnya sendiri. Selain itu, partikel gas ideal

bergerak dengan acak dan bertumbukan lenting sempurna, baik dengan dinding wadah gas atau dengan partikel gas lainnya [7]. Perhitungan gas ideal dapat dilihat pada perss 2.4

$$PV = nRT \quad (2.4)$$

Dimana:

$P$  = tekanan gas (Pa)

$V$  = volume gas ( $m^3$ )

$n$  = jumlah mol (mol)

$R$  = tetapan gas ideal ( $8,314 \times 10^3$  J/kmol.K)

$T$  = suhu gas (K)

## 2.5. Material Reaktor

### 2.5.1. *Stainless Steel 316*

Merupakan *stainless steel* yang memiliki kandungan *kromium* dan *nikel* tinggi. Selain itu, 316 juga mengandung *silikon*, *mangan*, dan *karbon*. Ketiga logam tersebut merupakan komposisi penyusun besi.

*Stainless steel* 316 mempunyai komposisi *nikel* sebesar 10%, *kromium* 16%, dan 20% *molybdenum*. *Molybdenum* adalah elemen kimia yang digunakan untuk menguatkan dan mengeraskan baja. Kandungan zat tersebut menjadikan *stainless steel* jenis ini lebih tahan terhadap korosi dari pada tipe terdekatnya yaitu *stainless steel* 304.

*Stainless steel* 316 biasanya digunakan pada industri kelautan karena sifatnya yang tahan karat yang disebabkan oleh air garam, disamping itu, *stainless steel* 316 juga diaplikasikan pada pemrosesan bahan kimia, alat-alat penyulingan, alat penyimpanan, dan alat kesehatan.

Selain itu, *stainless steel* 316 umumnya digunakan pada instalasi operasi kilang minyak dan gas di lepas pantai dalam bentuk pipa injeksi. Hal ini karena sifatnya yang tahan karat, kuat, dan dapat digunakan dalam waktu yang lama. *stainless steel* 316 merupakan jenis *stainless steel* yang termasuk ke dalam *food grade* di samping SS 304, SS 304L, dan SS316L, berikut ini sifat-sifat khusus lain pada *stainless steel* 316 [8].



## 1. Sifat-sifat *Stainless Steel* 316

### ➤ **Ketahanan tinggi terhadap karat**

*Stainless steel* 316 tahan terhadap korosi yang disebabkan oleh lingkungan dan media lainnya. Itu sebabnya *stainless steel* juga disebut kelas laut. Namun, itu tidak tahan terhadap air laut suhu tinggi. Klorida hangat dapat menyebabkan korosi. *Stainless steel* 316 aman dari korosi pitting atau korosi lokal yang menyebabkan lubang-lubang kecil pada permukaannya. Selain tahan karat, *stainless steel* mudah dibersihkan dan membutuhkan perawatan minimal.

### ➤ **Memerlukan pemrosesan spesial**

Pabrikasi pada semua *stainless steel* harus dilakukan dengan material yang tepat. Tempat kerja dan peralatan harus bersih sebelum digunakan. Hal ini harus dilakukan untuk menghindari kontaminasi *stainless steel* dari logam lain yang dapat memicu korosi.

### ➤ **Tahan terhadap suhu tinggi**

*Stainless steel* 316 memiliki sifat non-magnetik sehingga lebih tahan terhadap korosi dan dapat dirawat pada suhu tinggi. Semua pekerjaan pada suhu tinggi dapat dilakukan pada baja tahan karat 316. Pemanasan dapat dilakukan pada kisaran ideal 1149-1260°C. Finishing setelah pemesinan harus dilakukan untuk meningkatkan ketahanan terhadap korosi. *Annealing* dapat dilakukan setelah pemanasan dengan suhu antara 1010-1120°C.

### ➤ **Pemotongan harus menggunakan cara khusus**

*Stainless steel* 316 dapat dikerjakan dengan peraturan bahwa sudut pemotongan harus tajam. Sudut tumpul akan menghasilkan pekerjaan yang lebih sulit. Selain itu, potongannya harus ringan tetapi dalam untuk mencegah pengerasan material.

### ➤ ***Stainless steel* 316 dapat dilas tanpa filler**

Pengelasan dapat dilakukan dengan atau tanpa menggunakan bahan pengisi. Pengisi yang direkomendasikan sama dengan logam dasar. Spesifikasi yang baik untuk berbagai industri, maka harga *stainless steel* 316 juga lebih mahal dibandingkan *stainless steel* jenis lainnya.

### **2.5.2. Akrilik Silikon**

Akrilik secara visual mirip dengan kaca, tetapi memiliki beberapa sifat yang membuatnya terlihat lebih baik daripada kaca dan yang paling penting fleksibilitasnya dibandingkan dengan kaca dapat dilihat pada **Tabel 2.1.** (terlampir). Akrilik juga tidak mudah rusak, ringan, mudah dipotong, dikikir, dibor, halus atau dicat. Akrilik juga dapat dibentuk menjadi berbagai bentuk yang cukup kompleks dan salah satu metode yang paling umum digunakan adalah pembentukan termal. Sifat akrilik yang tahan pecah menjadikannya bahan yang ideal untuk tempat-tempat di mana bahan dapat rusak, tetapi di sisi lain tetap menginginkan akses visual seperti di jendela bawah laut [9].

### **2.5.3. Gasket *Metal O-Ring***

Gasket adalah lapisan yang sering digunakan untuk menghubungkan sambungan antar flensa. Biasanya gasket digunakan dalam proses penyambungan pipa atau peralatan yang berhubungan dengan mesin. Salah satu komponen penting dalam rangkaian mesin, yang berguna sebagai isolator pada blok mesin yang dirangkai menjadi satu. Tujuan penggunaan komponen ini adalah untuk mencegah kebocoran, kompresi, gas pembakaran minyak, dan air pendingin[10].

#### **1. Fungsi Gasket**

##### **➤ Mencegah kebocoran & mempertahankan kerapatan**

Gasket berfungsi sebagai penyekat antara blok silinder dengan kepala silinder yang tujuannya untuk mencegah kebocoran oli agar oli tidak masuk ke saluran radiator atau sebaliknya. Selain itu, juga berguna untuk menghindari rembesan ke dalam ruang bakar. Komponen ini juga berfungsi untuk menjaga kerapatan dan mencegah kebocoran pada saat proses kompresi. Tujuannya agar ruang bakar benar-benar tertutup dan kompresi maksimum terjadi di ruang bakar.

➤ **Menahan tekanan**

Fungsi gasket selanjutnya adalah untuk menahan tekanan agar tidak menyebar dari kepala silinder ke celah blok. Umumnya, Motor memiliki kepala silinder dan blok mesin yang dirancang di bagian atas.

#### **2.5.4. Power Supply**

*Power supply* atau catu daya adalah suatu perangkat atau perangkat elektronik yang fungsinya untuk mengubah arus AC menjadi arus DC untuk memberi daya pada perangkat keras lainnya dapat dilihat pada **Tabel 2.2.** (terlampir). Sumber tegangan AC merupakan sumber tegangan bolak-balik, sedangkan sumber tegangan DC merupakan sumber tegangan searah. Unit sumber daya/catu daya harus secara efektif mengisolasi sirkuit internal dari jaringan utama, dan biasanya harus dilengkapi dengan pembatas atau pemutus arus otomatis jika terjadi kelebihan beban atau korsleting, gangguan catu daya, dan tegangan keluaran DC naik di atas nilai aman maksimum untuk sirkuit internal, daya harus diputuskan secara otomatis [11].

##### **1. Klasifikasi Power supply**

➤ **Power supply berdasarkan fungsi (*functional*)**

Berdasarkan fungsinya *power supply* dapat dibedakan menjadi *Regulated power supply*, *Unregulated power supply* dan *Adjustable power supply*.

- 1) *Regulated Power Supply* adalah *power supply* yang dapat menjaga kestabilan tegangan dan arus listrik meskipun terdapat perubahan atau variasi pada beban atau sumber listrik (Tegangan dan Arus Input).
- 2) *Unregulated Power Supply* adalah *power supply* tegangan ataupun arus listriknya dapat berubah ketika beban berubah atau sumber listriknya mengalami perubahan.
- 3) *Adjustable Power Supply* adalah *power supply* yang tegangan atau Arusnya dapat diatur sesuai kebutuhan dengan menggunakan Knob Mekanik.

➤ **Power supply berdasarkan metode konversi**

Berdasarkan Metode Konversi dari *power supply* dapat dibedakan menjadi *power supply linier* yang mengkonversi tegangan listrik secara langsung dari Inputnya dan *power supply switching* yang harus mengkonversi tegangan input ke pulsa AC atau DC terlebih dahulu.

**2. Jenis Power supply yang digunakan**

➤ **DC Power supply**

DC *Power Supply* merupakan pencatu daya dengan tegangan maupun arus listrik dalam bentuk DC (*Direct Current*) dan memiliki Polaritas yang tetap yaitu Positif dan Negatif untuk bebannya. Terdapat 2 jenis DC power supply yaitu:

- AC to DC *Power supply*.
- *Linear Regulator*.

**2.5.5. Katalis**

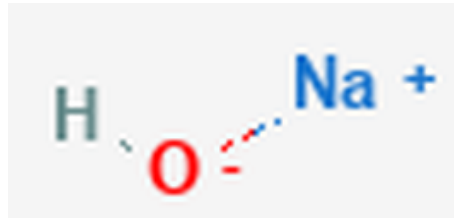
Katalis adalah zat yang mempercepat laju reaksi kimia pada suhu tertentu, tanpa diubah atau digunakan oleh reaksi. Katalis berperan dalam reaksi tetapi tidak sebagai reaktan atau produk. Katalis memungkinkan reaksi terjadi lebih cepat atau memungkinkan reaksi terjadi pada suhu yang lebih rendah karena perubahan reaktan. Katalis menyediakan jalur yang disukai dengan energi aktivasi yang lebih rendah. Katalis mengurangi energi yang dibutuhkan untuk reaksi. Katalis dapat dibagi menjadi dua kelompok utama: katalis homogen dan katalis heterogen. Katalis heterogen adalah katalis yang berada dalam fase yang berbeda dari reaktan dalam reaksi yang dikatalisisnya, sedangkan katalis homogen berada dalam fase yang sama. Contoh sederhana dari katalisis heterogen adalah bahwa katalis menyediakan permukaan di mana reaktan teradsorpsi sementara. Ikatan dalam substrat menjadi cukup lemah untuk memungkinkan pembentukan produk baru.

➤ **Katalis NaOH**

NaOH merupakan singkatan dari *natrium hidroksida* atau dikenal sebagai soda kaustik dalam industri. Katalis NaOH pada suhu kamar adalah kristal putih, tidak berbau, dan sangat higroskopis (menyerap air). Menurut



*National Library of Medicine*, natrium hidroksida ketika dilarutkan dalam air atau dinetralkan dengan cairan asam akan menghasilkan panas yang cukup untuk menyalakan bahan yang mudah terbakar. Kemudian NaOH akan membentuk cairan bening yang lebih kental dari air [12].



Gambar 2.3. Senyawa NaOH.

Berikut ciri-ciri dari senyawa NaOH, yaitu:

1. Bereaksi dengan asam.
2. Bersifat hidroskopis.
3. Bersifat korosif.
4. Bersifat basa (pH=14).
5. Larut dalam etanol dan methanol.
6. Larut dalam air (reaksi eksotermis menghasilkan panas).

- Manfaat NaOH

NaOH merupakan salah satu senyawa kimia yang memiliki banyak manfaat sehingga sering digunakan dalam bidang industri. Berikut adalah manfaat NaOH dalam kehidupan manusia:

- Pembuatan bahan peledak.
- Pembuatan detergen dan sabun.
- Pembuatan pemutih bersama dengan senyawa klorin.
- Pembuatan kertas (menghilangkan zat lignin pada kayu bahan baku kertas).
- Pembuatan rayon dan kapas.
- Pengolahan limbah dan pemurnian air (menghilangkan logam berat).
- Pemurnian aluminium, seng, dan timah.
- Digunakan untuk menghancurkan kutil dan tumor kecil.

- Pembuatan obat pereda nyeri seperti aspirin, obat penggumpalan darah seperti antikoagulan, dan obat penurun kolesterol.

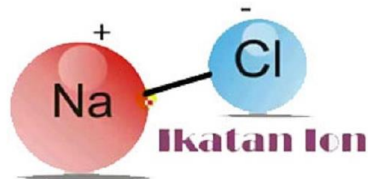
- Bahaya NaOH

NaOH bersifat korosif sehingga dapat merusak jaringan kulit yang dikenainya secara kimiawi. Namun NaOH juga merupakan agen kaustik. Dilansir dari *National Library of Medicine*, sebagai agen kaustik NaOH menghancurkan jaringan tubuh lunak yang mengakibatkan luka bakar yang dalam dan menembus. Penghirupan NaOH dapat menyebabkan mual, muntah, sesak napas, sakit tenggorokan, hingga gejala iritasi berat seperti pneumonia dan edema. Dilansir dari *Vedantu*, NaOH yang terkena mata dapat menyebabkan luka bakar menyeluruh yang mengakibatkan gangguan mata hingga kebutaan permanen dan jika terjadi kontak NaOH dengan mata atau bagian tubuh lainnya harus disirami air mengalir terus-menerus sembari menunggu datangnya bantuan medis.

- Katalis NaCl

NaCl berasal dari bagian mineral bumi yang paling melimpah dan mudah ditemukan di berbagai daerah. NaCl merupakan senyawa yang memiliki komposisi gabungan Na (Sodium) dan Cl (Chloride) dan membentuk serbuk kristal berwarna putih atau dapat diformulasikan menjadi cairan. Dalam dunia medis, NaCl tentu sudah tidak asing lagi. NaCl merupakan komponen utama yang sering digunakan untuk pengobatan di beberapa bagian tubuh. NaCl berasal dari bagian mineral bumi yang paling melimpah dan mudah ditemukan di berbagai daerah. NaCl merupakan senyawa yang memiliki komposisi gabungan Na (Sodium) dan Cl (Chloride) dan membentuk serbuk kristal berwarna putih atau dapat diformulasikan menjadi cairan. Dalam dunia medis, NaCl tentu sudah tidak asing lagi. Katalis NaCl merupakan komponen utama yang sering digunakan untuk pengobatan di beberapa bagian tubuh [13].

# Ikatan Ion

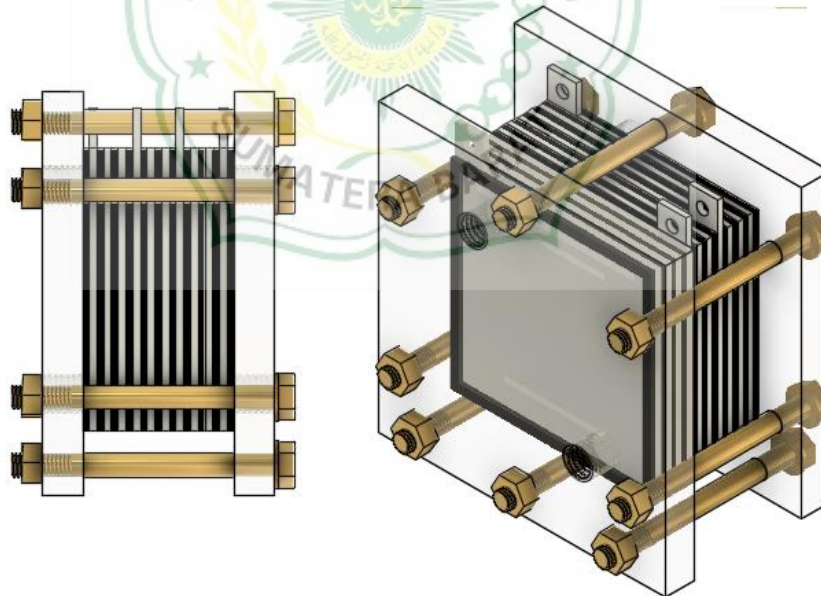


**Gambar 2.4.** Senyawa NaCl

NaCl (Natrium klorida) memiliki banyak kegunaan dan telah dinikmati oleh banyak orang. Secara umum, salah satu kegunaan utama NaCl adalah untuk menjaga keseimbangan cairan elektrolit dalam tubuh, sehingga tekanan darah tetap stabil dan otot-otot dalam tubuh akan mudah rileks.

## 2.6. Generator Pembangkit

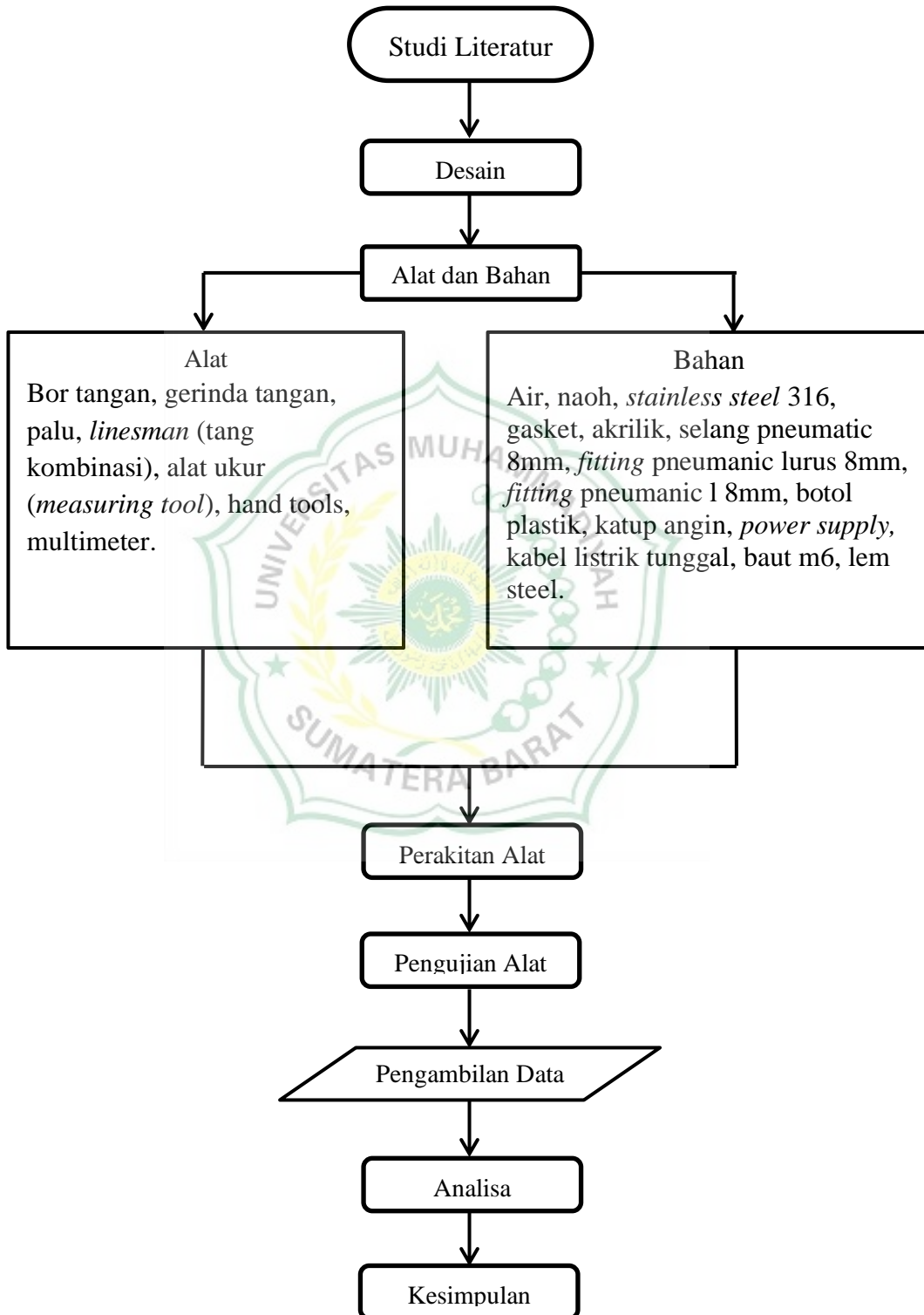
Generator HHO merupakan alat dengan prinsip kerja elektrolisis air dan digunakan untuk menghasilkan gas hidrogen. Alat ini mengubah air ( $H_2O$ ) yang dicampur dengan katalis menjadi gas HHO/*brown* gas [14]. Gas HHO ini adalah gas untuk pengganti pemakaian bahan bakar LPG.



**Gambar 2.5.** Generator pembangkit.

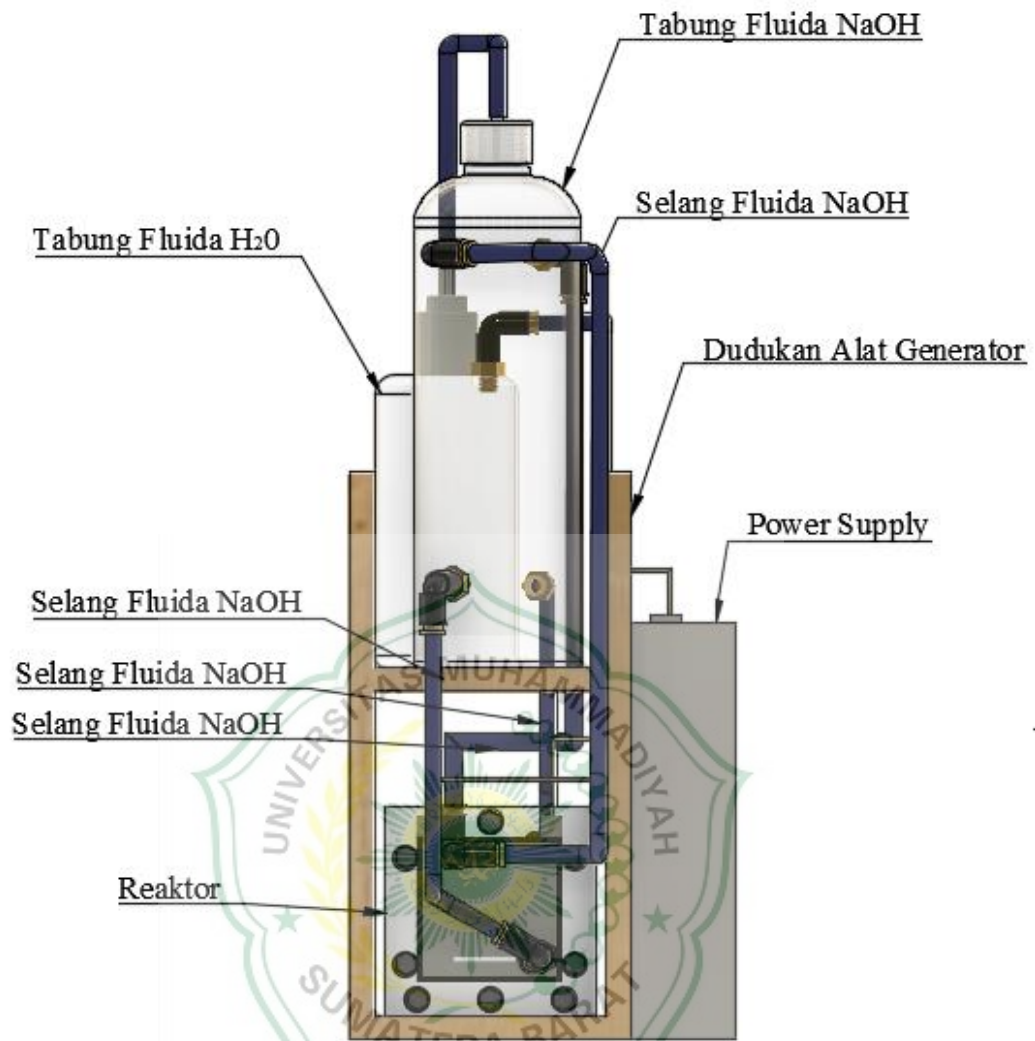
### BAB III METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1. Diagram Alur Perancangan





### 3.2. Desain



**Gambar 3.1.** Mesin konversi energi air menjadi gas untuk bahan bakar kompor hemat energi 3D tampak depan.



**Gambar 3.2.** Mesin konversi energi air menjadi gas untuk bahan bakar kompor hemat energi 3D.

### 3.3. Alat dan Bahan

#### 3.3.1. Alat

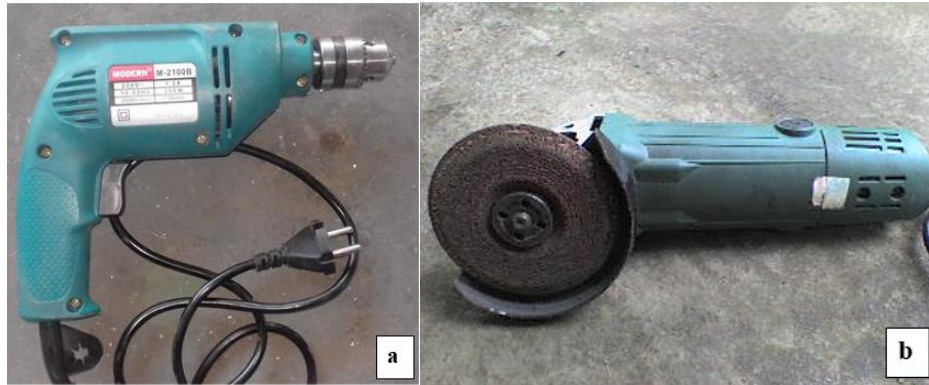
Alat yang dipergunakan saat proses Perancangan Mesin Konversi Energi Air Menjadi Gas Untuk Bahan Bakar Kompor Hemat Energi antara lain sebagai berikut:

1. Bor Tangan

Mesin bor tangan digunakan untuk membuat lobang pada plat *Stainless Steel 316* dan akrilik.

2. Gerinda Tangan

Mesin gerinda digunakan untuk membuat lobang pada plat *Stainless Steel 316*.



**Gambar 3.3.** a) bor tangan dan b) gerinda tangan

3. Palu

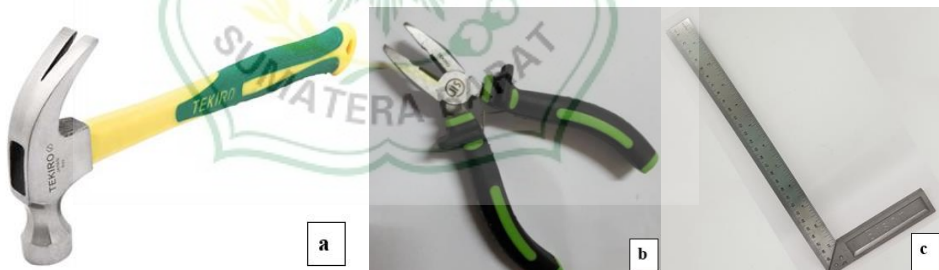
Palu digunakan untuk membuat pedoman lobang pada plat *Stainless Steel* 316.

4. *Linesman* (Tang Kombinasi)

*Linesman* (Tang Kombinasi) digunakan untuk memegang plat *Stainless Steel* 316 pada saat pekerjaan.

5. Alat Ukur (*Measuring Tool*)

alat yang digunakan untuk mengetahui dan mengukur benda yang akan dikerjakan.



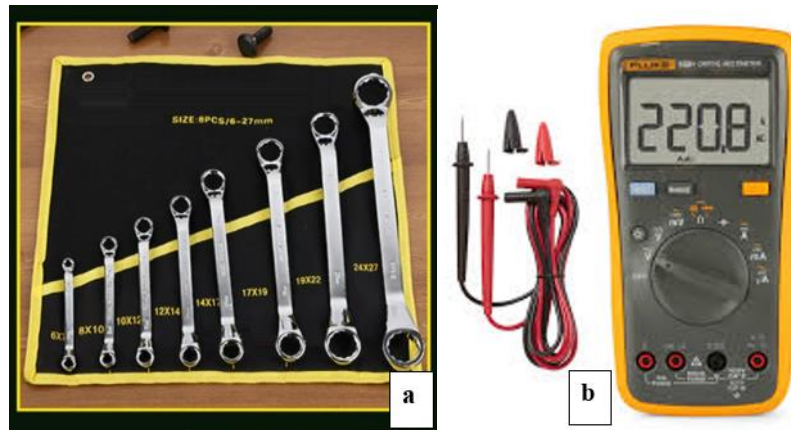
**Gambar 3.4.** a) palu, b) *linesman* (tang kombinasi), dan c) alat ukur (*measuring tool*)

6. *Hand Tools*

*Hand tool* digunakan untuk mengunci baut untuk generator.

7. Multimeter

Multimeter digunakan sebagai alat ukur yang digunakan untuk mengukur lebih dari 1 besaran listrik seperti arus listrik, tegangan, dan hambatan pada suatu komponen/rangkaian listrik.



Gambar 3.5. a) *hand tool*, dan b) multimeter

### 3.3.2. Bahan

Alat yang dipergunakan saat proses Perancangan Mesin Konversi Energi Air Menjadi Gas Untuk Bahan Bakar Kompor Hemat Energi antara lain sebagai berikut:

1. Air

Air digunakan untuk melarutkan NaOH dan untuk mengetahui hasil dari reaktor.

2. NaOH

NaOH digunakan untuk bahan campuran untuk air yang masuk kedalam reaktor. NaOH ketika dilarutkan dalam air atau dinetralkan dengan cairan asam akan menghasilkan panas yang cukup untuk menyalakan bahan yang mudah terbakar. Kemudian NaOH akan membentuk cairan bening yang lebih kental dari air

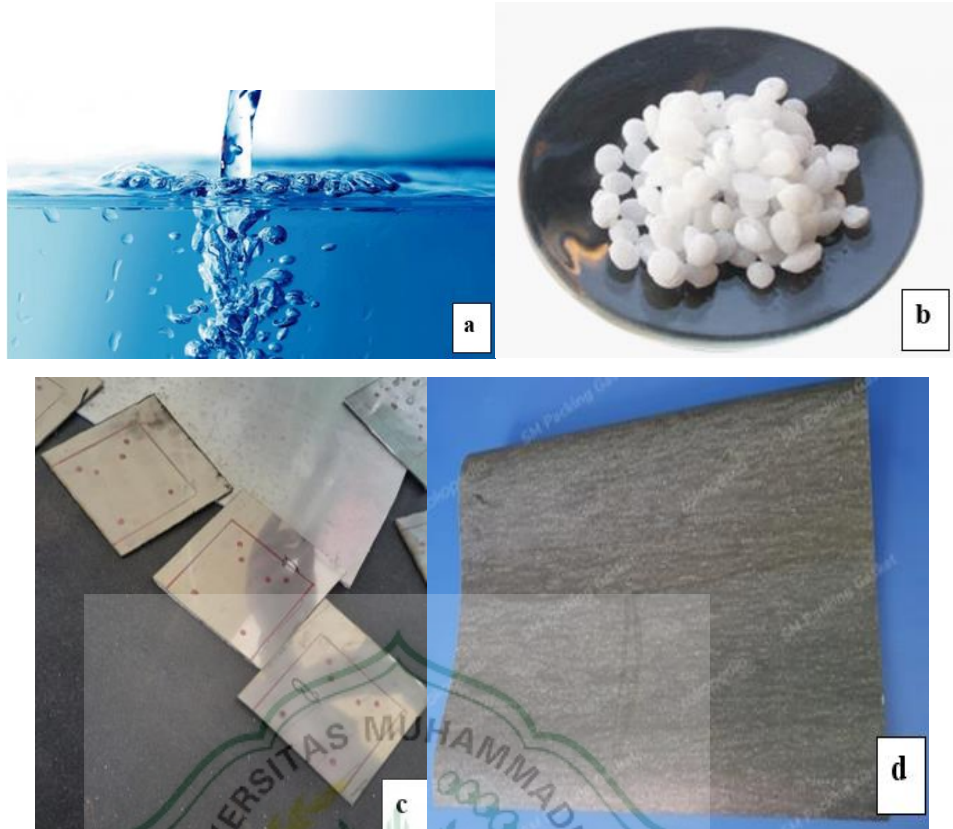
3. *Stainless Steel 316*

*Stainless steel* digunakan sebagai pengantar arus dari *power supply* sehingga terjadi reaksi terhadap air yang telah dilarutkan dengan NaOH.

4. Gasket

Gasket digunakan sebagai pembatas antara plat *Stainless steel* dengan plat *Stainless steel* yang lain, supaya ada terdapat ruang antara plat-plat *Stainless steel* yang lain.





**Gambar 3.6.** a) air, b) NaOH, c) *stainless steel* dan d) gasket

5. **Akrilik**

Akrilik digunakan sebagai penutup dan dudukan baut untuk memegang antara plat dan gasket.

6. **Selang *Pneumatic* 8 mm**

*Pneumatic Hose* (selang pneumatik) dipergunakan untuk mengalirkan air dari tabung ke reaktor dan dari reaktor ke tabung air biasa.

7. ***Fitting Pneumatic* Lurus 8 mm**

*Fitting* merupakan komponen pendukung dalam sistem pneumatik yang berfungsi sebagai penghubung antara komponen pneumatik dengan selang atau sebagai sambungan antar selang.

8. ***Fitting Pneumatic* L 8 mm**

*Fitting* merupakan komponen pendukung dalam sistem pneumatik yang berfungsi sebagai penghubung antara komponen pneumatik dengan selang atau sebagai sambungan antar selang.



**Gambar 3.7.** a) akrilik, b) selang Pneumatic, c) *fitting Pneumatic* lurus dan d) *fitting Pneumatic L*

9. Botol Plastik

Botol plastik dipakai untuk wadah cairan air yang telah dilarutkan dengan NaOH dan wadah air untuk air biasa.

10. Katup Angin

Berfungsi untuk mengatur keluarnya tekanan udara yang terdapat didalam botol plastik. Terdapat bola berlubang di tengah katup angin yang dapat berputar dengan menggunakan tuas yang biasanya terletak di atas bagian luar.

11. *Power Supply*

*Power Supply* digunakan untuk mengganti arus dari arus listrik (AC) ke arus searah (DC).

12. Kabel Listrik Tunggal

Kabel yang terdiri dari inti logam atau kawat tunggal dengan bentuk yang padat sebagai media transmisi energi listrik. Kabel tunggal umumnya digunakan pada aplikasi transmisi energi listrik yang besar dan dapat digunakan untuk penggunaan luar ruangan.



**Gambar 3.8.** a) botol plastik, b) katup angin, c) *power supply* dan d) kabel listrik tunggal.

### 13. Baut M6

Baut merupakan besi atau batangan yang berulir untuk menyambung atau mengikat kedua benda atau beberapa komponen sehingga tergabung menjadi satu bagian yang memiliki sifat tidak permanen. Maka dari itu komponen yang menggunakan sambungan ini dapat dengan mudah dilepas dan dipasang kembali tanpa merusak benda yang disambung.

### 14. Lem Steel

Lem steel digunakan untuk melekatkan *fitting* lurus dan *fitting* L di botol plastic yang telah di dibuat lobang.



Gambar 3.9. a) baut M6, dan b) lem steel.

### 3.4. Proses Pengerjaan Alat

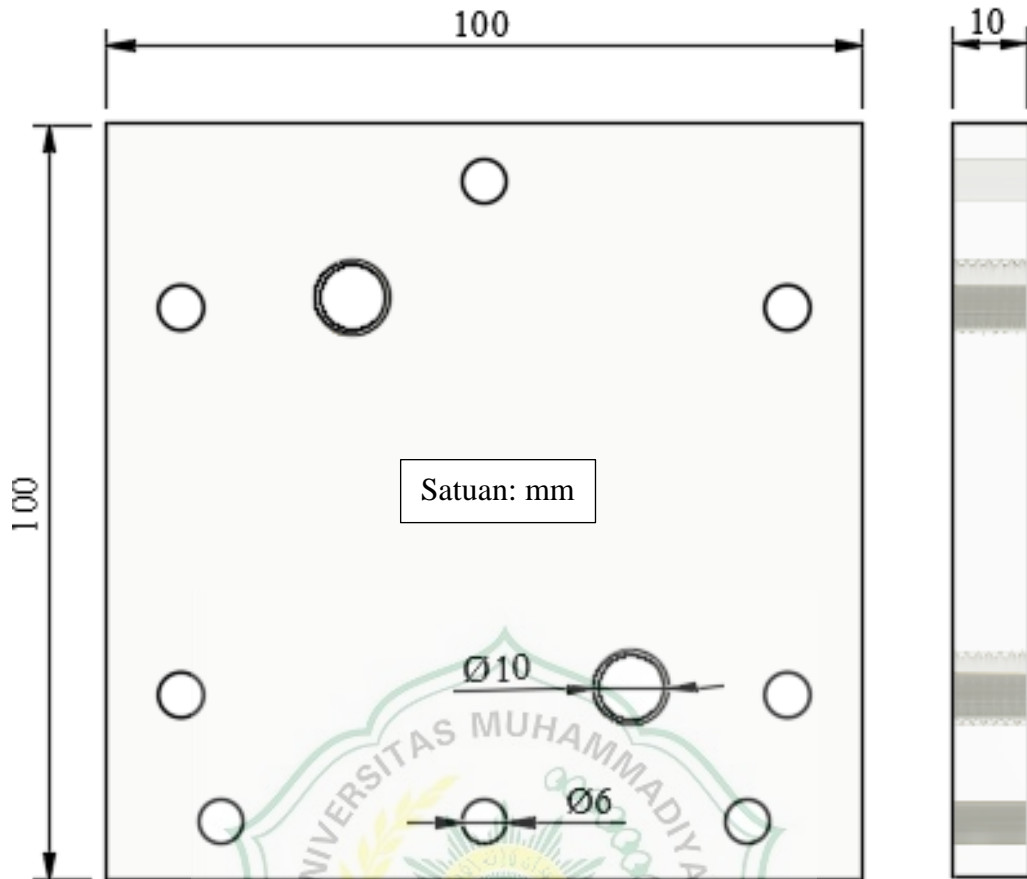
Proses pengerjaan alat ini merupakan langkah-langkah untuk menghasilkan komponen-komponen yang siap untuk dirakit pada tahap selanjutnya.

#### 3.4.1. Pembuatan Lubang pada Akrilik

Pembuatan lubang di sisi pinggir akrilik bertujuan untuk kedudukan baut yang berfungsi untuk mengikat/menekan benda yang ada di antara akrilik depan dan belakang supaya menjadi sebuah generator. Akrilik ini difungsikan supaya air (*fluida*) yang ada pada dalam ruang dapat dilihat dari luar.

Langkah selanjutnya pembuatan 2 buah lubang pada bagian tengah yang bertujuan untuk lubang aliran fluida dari botol mana botol tersebut berisikan air (*fluida*) yang telah di isi air (*fluida*).

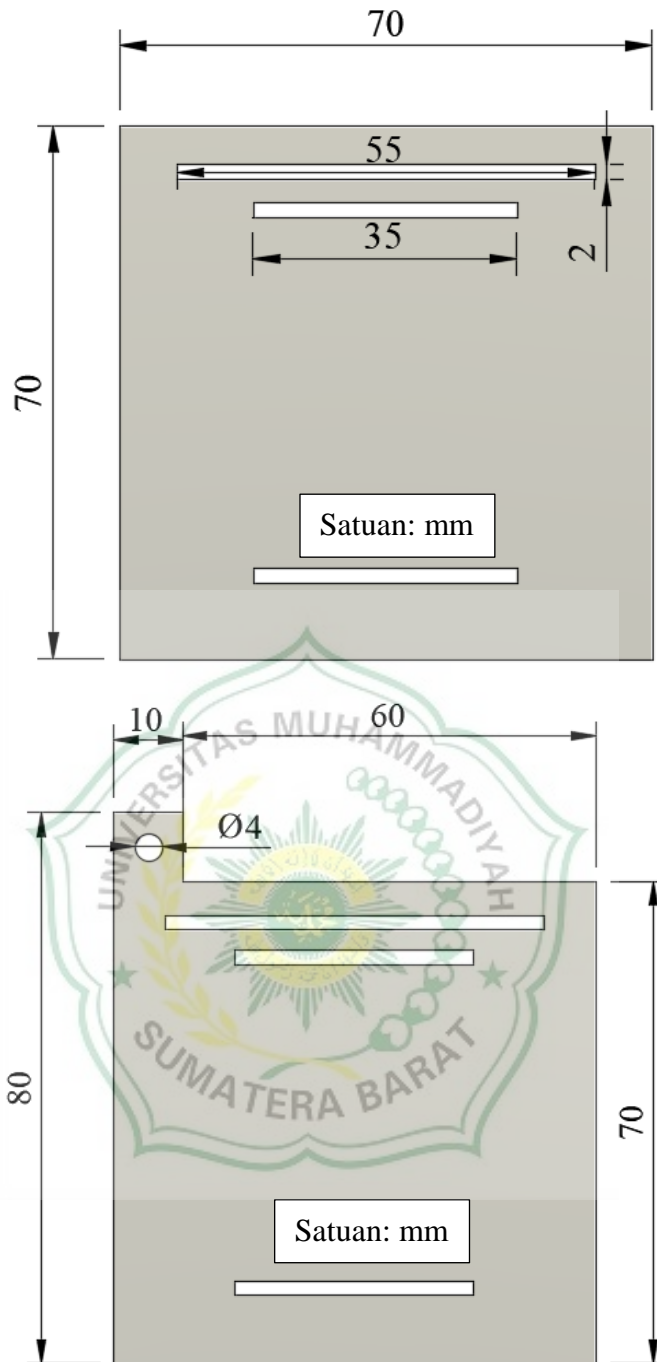




Gambar 3.10. Akrilik.

#### 3.4.2. Pemotongan *Stainless Steel 316*

Pemotongan ini dilakukan supaya *Stainless Steel 316* tidak melebihi besar akrilik, dengan ukuran awal dari *Stainless Steel 316* ini 10cm x 10cm dipotong menjadi 7cm x 7cm dengan ketebalan yang masih sama dari awal dengan tebal 2mm. Langkah selanjutnya pembuatan lubang memanjang pada permukaan *Stainless Steel 316* yang berfungsi sebagai lubang tempat lajunya air (*fluida*).

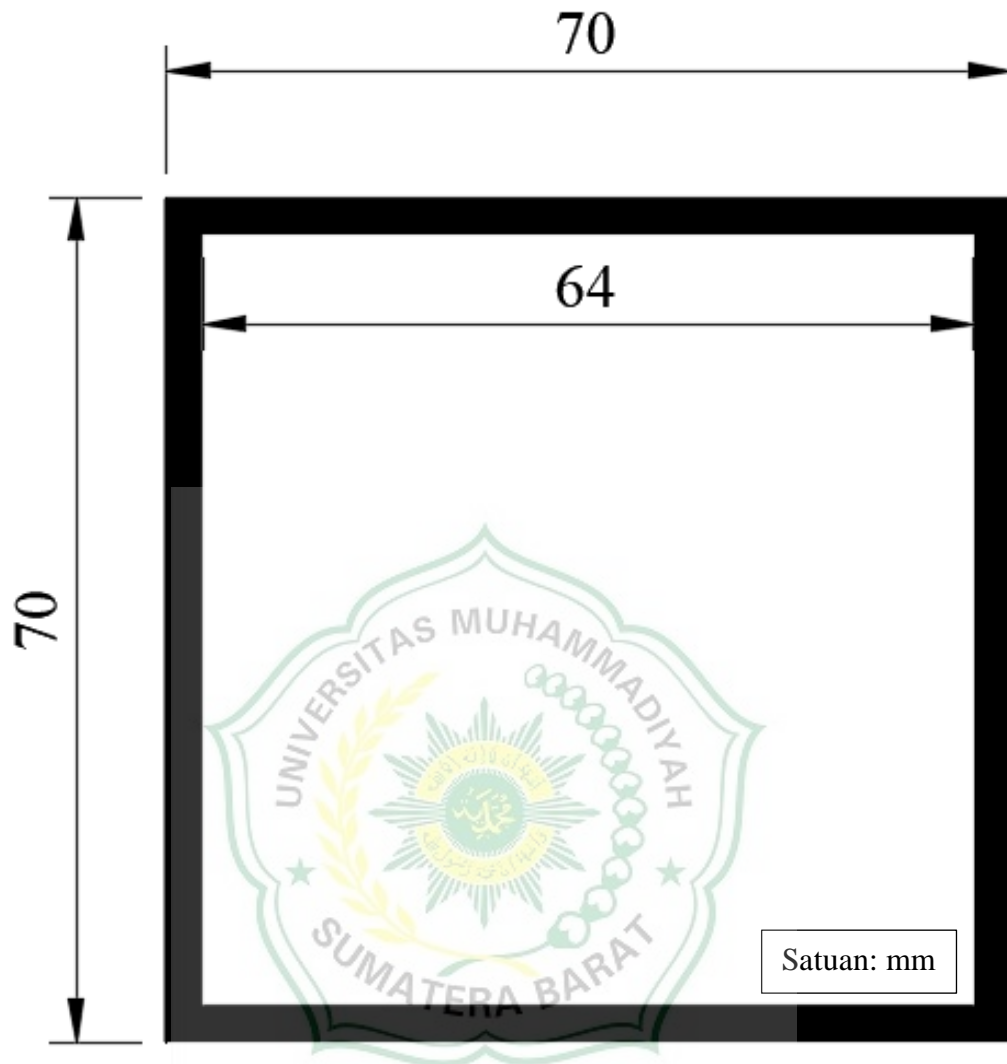


**Gambar 3.11.** *Stainless Steel 316.*

### 3.4.3. Pemotongan Gasket

Pemotongan ini dilakukan guna untuk pembatas antara plat *Stainless Steel 316* tidak bergesekan dengan plat *Stainless Steel 316* lainnya dan memberi ruang untuk laju air untuk proses elektrolisis. Gasket ini digunakan 2 buah untuk memberi jarak antara plat *Stainless Steel 316* sehingga memberi ruang dengan jarak 4mm

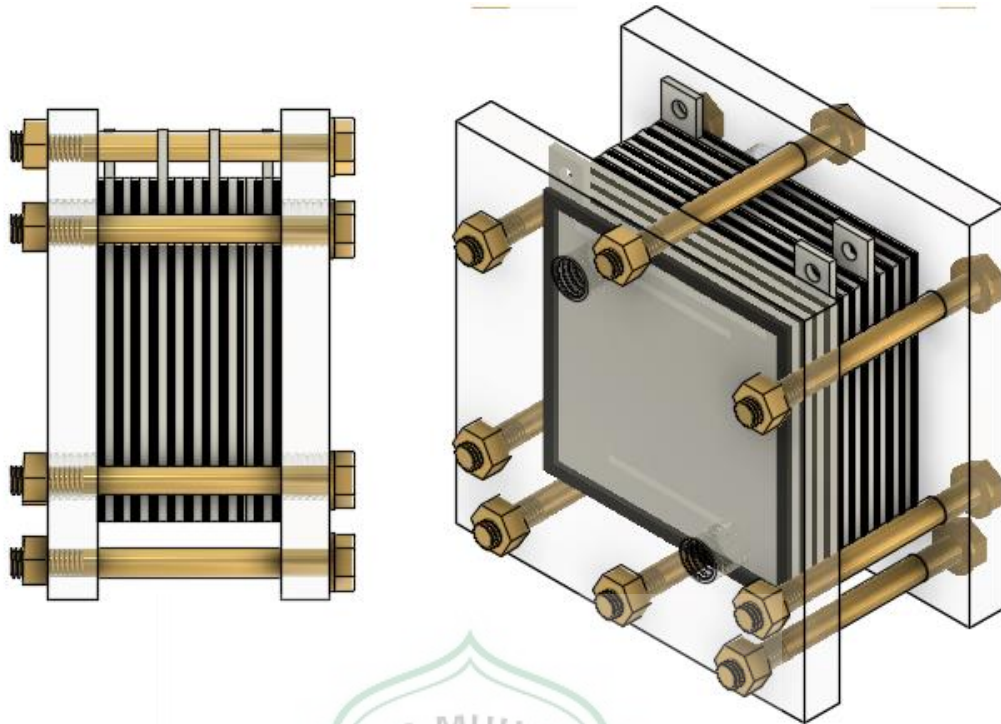
setiap plat *Stainless Steel 316*. Ukuran gasket ini dipotong dengan besar seperti gambar dibawah.



Gambar 3.12. Gasket.

#### 3.4.4. Rangkaian Akrilik, Plat *Stainless Steel 316*, Gasket

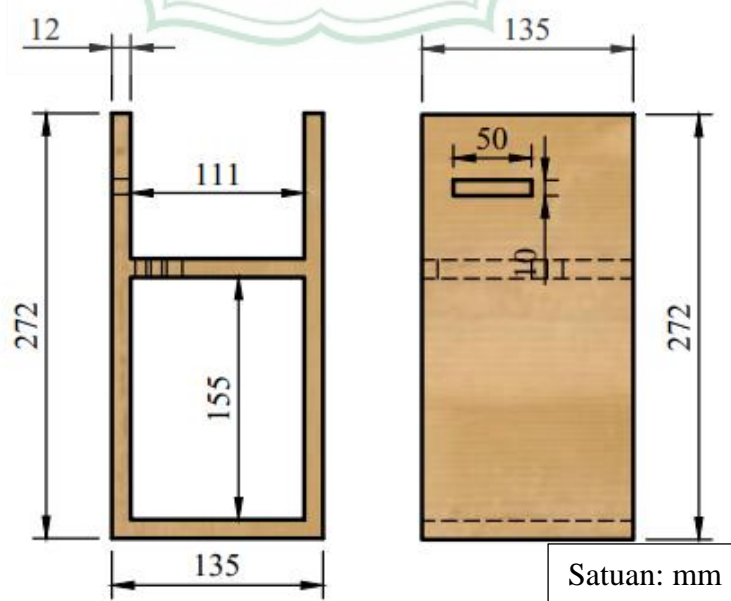
Perangkaian akrilik, plat stainless steel, dan gasket bertujuan untuk menghasilkan satu komponen yang disebut dengan generator elektrolisis. Perangkaian alat ini juga menggunakan baut dengan ukuran M6 x 1,25 untuk mengunci atau mengapit semua komponen menjadi satu seperti pada gambar dibawah ini.



Gambar 3.13. Rangkaian akrilik, plat *stainless steel*, dan gasket.

### 3.4.5. Dudukan Alat Generator

Dudukan alat generator HHO ini berfungsi untuk kedudukan/tempat generator elektrolisis, tabung air NaOH, tabung air biasa, dan tempat power supply. Tempat ini dibuat dari bahan triplek dengan ketebalan 12mm dan ukuran sesuai dengan gambar dibawah ini.



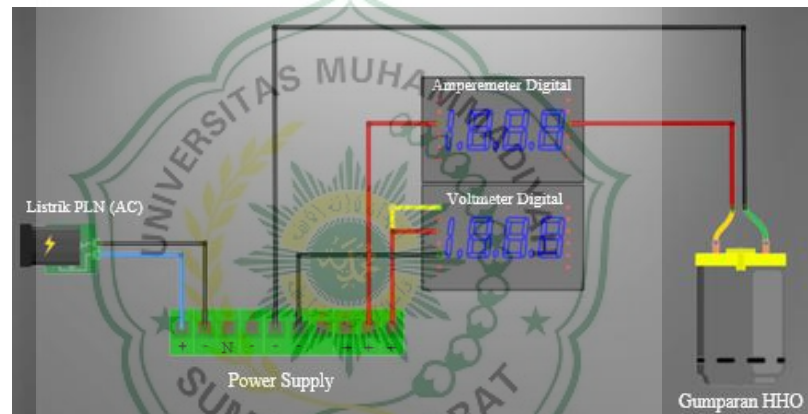
Gambar 3.14. Dudukan alat generator.



### 3.5. Perakitan Alat

Perakitan alat adalah menyatukan seluruh komponen-komponen yang sudah disiapkan dan diukur sesuai perhitungan hingga menjadi satu-kesatuan alat yang bisa dioperasikan.

1. Merangkai generator yang terdiri dari *stainless steel*, akrilik, gasket menjadi seperti pada gambar 3.6.
2. Merangkai dudukan alat generator dari bahan triplek dengan ketebalan 1,2 mm seperti gambar 3.7.
3. Memasang *power supply* di dinding luar dudukan alat generator.
4. Merangkai dan memasang perkabelan dari listrik PLN (AC) ke *power supply*.
5. Merangkai dan memasang perkabelan dari *power supply* ke amperemeter dan voltmeter digital dan diteruskan ke reaktor.



Gambar 3.15. Rangkaian arus listrik.

6. Melakukan pemasangan 4 buah selang antara generator dengan tabung fluida yang berada di atas generator.
7. Melakukan pemasangan 1 buah selang dari tabung fluida NaOH ke tabung fluida H<sub>2</sub>O.
8. Melakukan pemasangan selang *output* dari tabung fluida H<sub>2</sub>O untuk ke kompor.
9. Melakukan pengujian terhadap reaksi generator dengan fluida NaOH dengan menyambungkan *power supply* ke listrik PLN.
10. Tahap selanjutnya pemasangan selang hasil dari tabung fluida H<sub>2</sub>O ke kompor.

### 3.6. Pengujian Alat

Pengujian alat dilakukan untuk mengetahui apakah alat berfungsi dengan semestinya atau tidak dan menguji berapa lama untuk menghasilkan gas HHO.



Gambar 3.16. Pengujian alat.

## BAB IV DATA DAN ANALISA

### 4.1. DATA

Perancangan ini dibuat bertujuan untuk mengatasi permasalahan yang terjadi di masyarakat/industri rumahan karena kelangkaan dan mahalnnya harga gas LPG dan untuk pengganti pemakaian bahan bakar gas alam yang mulai menipis. Proses utama pada alat ialah merubah air menjadi gas HHO (Hidrogen Hidrogen Oksigen) yang dihasilkan melalui elektrolisis pada gumparan dengan menggunakan perbandingan yang pertama memakai air sebanyak 800 ml dengan campuran 1 gram NaOH dan perbandingan kedua memakai air sebanyak 800 ml dengan campuran 2 gram NaOH yang bertujuan untuk mempercepat proses elektrolisis pada reaktor yang dirancang dan dibuat oleh penulis.

Proses ini penulis mengambil data dengan Voltmeter dan Amperemeter digital untuk mengetahui perbandingan tegangan (V), dan arus (A), daya (W), terhadap waktu (s).

Data yang diperoleh untuk dasar perbandingan ialah arus (A) dengan angka 2,1 A, tegangan (V) dengan angka 12,3 V, dan daya (W) dengan angka 120 W. Data tersebut di dapat saat pertama *power supply* diberi arus dari listrik.

**Tabel 4.1.** Percobaan ke 1 (1 gram NaOH dengan air 800ml).

Waktu (M)	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)
30 Menit	12,5	2,18	120
60 Menit	12,5	2,27	120
120 Menit	12,5	2,30	120

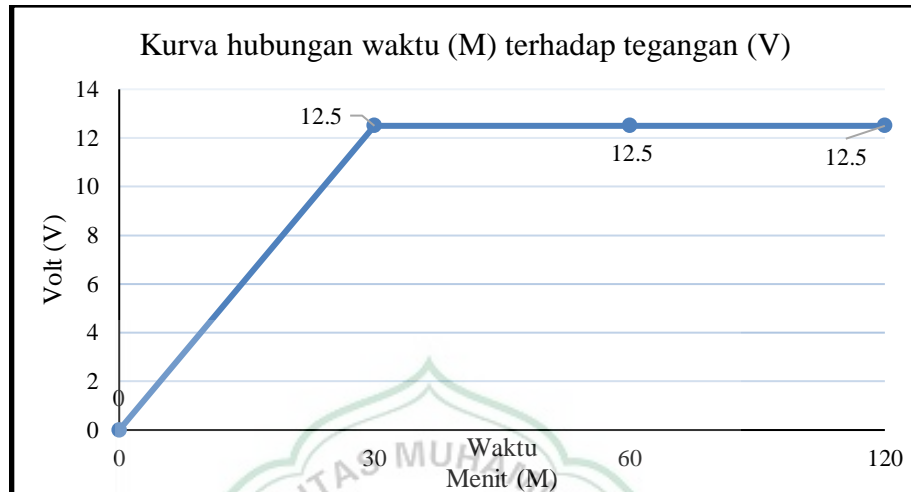
**TABEL 4.2.** Percobaan ke 2 (2 gram NaOH dengan air 800ml).

Waktu (M)	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)
30 Menit	12,5	4,88	120
60 Menit	12,5	5,15	120
120 Menit	12,5	5.31	120

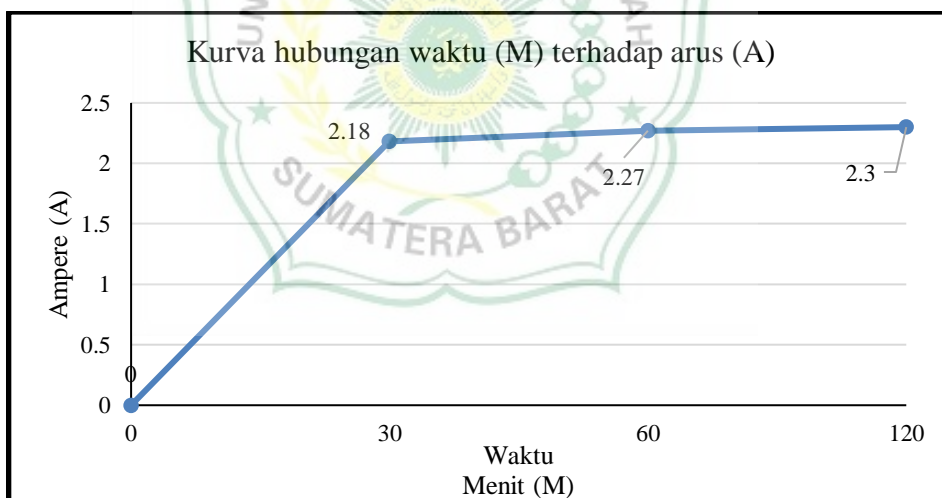
## 4.2. Data Pengujian

### 4.2.1. Larutan NaOH 1 gram

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui perbandingan tegangan (V), arus (A), daya (W), dan waktu (M) yang disajikan pada grafik dibawah ini:

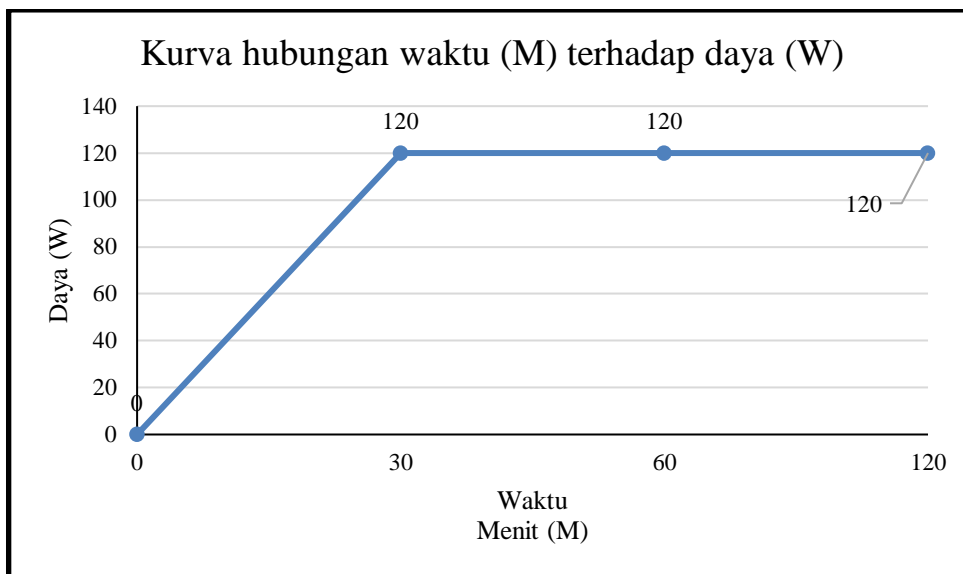


Gambar 4.1. Kurva hubungan waktu (M) terhadap tegangan (V).



Gambar 4.2. Kurva hubungan waktu (M) terhadap arus (A).

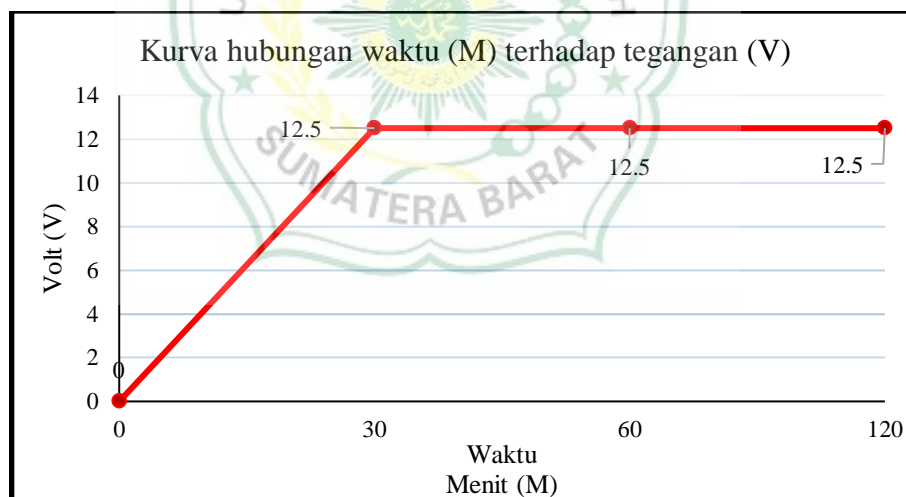




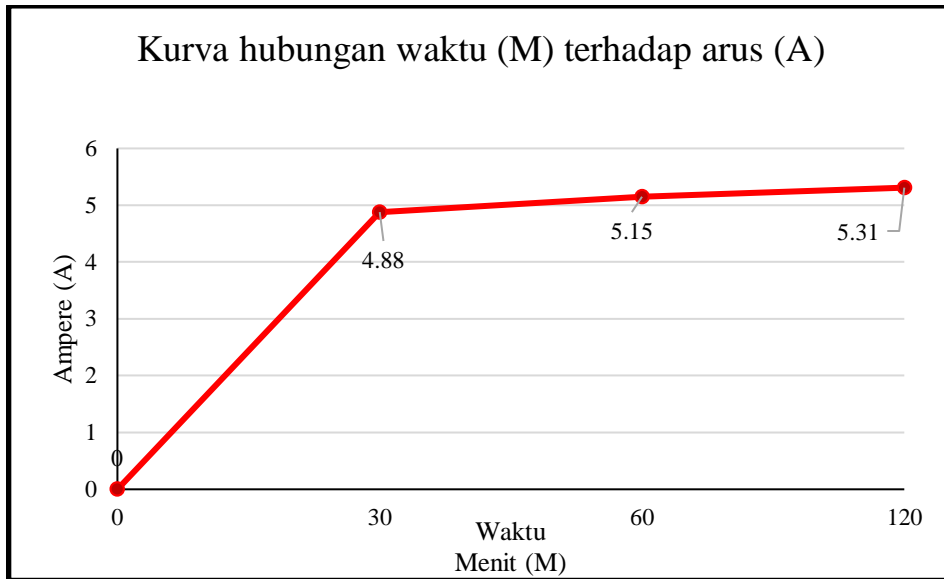
Gambar 4.3. Kurva hubungan waktu (M) terhadap daya (W).

#### 4.2.2. Larutan NaOH 2 gram

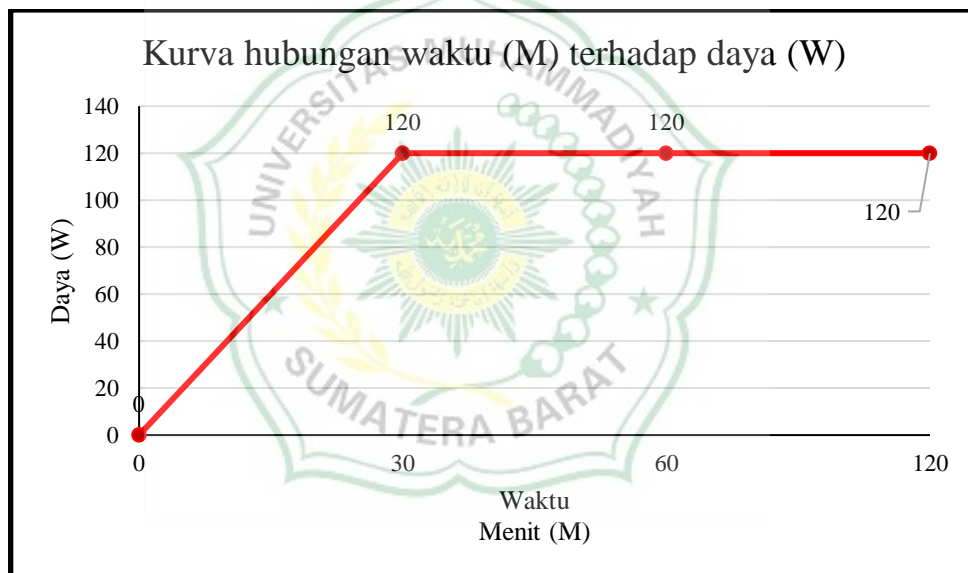
Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui perbandingan tegangan (V), arus (A), daya (W), dan waktu (s) yang disajikan pada grafik dibawah ini:



Gambar 4.4. Kurva hubungan waktu (M) terhadap tegangan (V).



Gambar 4.5. Kurva hubungan waktu (M) terhadap arus (A).



Gambar 4.6. Kurva hubungan waktu (M) terhadap daya (W).

### 4.3. Analisa

Percobaan ini dilakukan pengujian sebanyak dua kali dengan kandungan NaOH yang berbeda, dengan percobaan pertama mengandung 1 gram NaOH dengan air 800ml dan percobaan kedua mengandung 2 gram NaOH dengan air 800ml.

Hasil yang didapat pada percobaan pertama didapat perbandingan waktu terhadap tegangan, waktu terhadap arus, dan waktu terhadap daya. Hasil perbandingan waktu terhadap tegangan dengan waktu 30 menit, 60 menit, dan 120

menit didapat tegangan sebesar 12,5 V. Hasil perbandingan waktu terhadap arus dengan waktu 30 menit menghasilkan arus 2,18 A, waktu 60 menit menghasilkan arus 2,27 A, dan waktu 120 menit menghasilkan arus 2,3 A. Hasil perbandingan waktu terhadap daya dengan waktu 30 menit, 60 menit, dan 120 menit didapat daya sebesar 120 W.

Hasil yang didapat pada percobaan kedua didapat perbandingan waktu terhadap tegangan, waktu terhadap arus, dan waktu terhadap daya. Hasil perbandingan waktu terhadap tegangan dengan waktu 30 menit, 60 menit, dan 120 menit didapat tegangan sebesar 12,5 V. Hasil perbandingan waktu terhadap arus dengan waktu 30 menit menghasilkan arus 4,88 A, waktu 60 menit menghasilkan arus 5,15 A, dan waktu 120 menit menghasilkan arus 5,31 A. Hasil perbandingan waktu terhadap daya dengan waktu 30 menit, 60 menit, dan 120 menit didapat daya sebesar 120 W.



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

Pembuatan alat ini berhasil menghasilkan gas HHO dari bahan dasar H<sub>2</sub>O yang dicampur NaOH dengan ukuran plat *stainless steel* 7 cm x 7 cm dengan banyak 10 plat *stainless steel* yang disusun menjadi reaktor dengan rongga dalam pada setiap plat memiliki jarak 1,6 mm yang diberi pembatas dengan gasket, untuk menggabungkan semua komponen ini diberi akrilik dengan lobang baut sebanyak 7 buah dengan ukuran diameter lobang baut 5,5 mm, dan membuat lobang untuk saluran fluida di bagian tengah akrilik sebanyak 2 buah dengan ukuran 8 mm.

Setelah melakukan pengujian/percobaan terhadap mesin konversi energi air menjadi bahan bakar gas untuk bahan bakar kompor hemat energi dapat disimpulkan bahwa kandungan NaOH sangat berpengaruh terhadap proses elektrolisis pada reaktor. Hasil gas HHO tersebut dapat dibuktikan dengan menyala api di ujung keluaran pada rangkaian mesin konversi tersebut.

#### 5.2. Saran

Alat ini masih merupakan prototipe dari mesin konversi H<sub>2</sub>O menjadi gas HHO, dikarenakan kompor yang digunakan harus menghasilkan keluaran gas HHO yang besar, sehingga untuk memenuhi kapasitas kompor yang besar diperlukan pengembangan reaktor untuk menghasilkan gas HHO yang besar.



## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Setyono, J. S., Mardiansjah, F. H., Astuti, M. febrina K., & S. (2019). Potensi Pengembangan Energi Baru dan Energi Terbarukan di Kota Semarang. *Riptek*, 13(2), 177–186.
- [2] Y. Shenderovich et al., 'Patel et al., 2019', *J Child Fam Stud*, vol. 28, no. 4, 2019
- [3] Wahyono, W., & Rochani, I. (2019). Pembuatan Alat Uji Perpindahan Panas Secara Radiasi. *Eksergi*  
<https://doi.org/10.32497/eksergi.v15i2.1506>
- [4] Jasmine, S., & Rustana, C. E. (2020). Produksi Gas Hidrogen Dengan Proses Elektrolisis Air. *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal) SNF2020*.
- [5] -, P., Rahmanto, R. H., & Diningrum, J. P. (2020). ANALISIS PENGGUNAAN VARIASI KATALIS NaOH, NaCl, DAN KOH TERHADAP LAJU ALIRAN GAS HHO. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 7(2), 64–71. <https://doi.org/10.33558/jitm.v7i2.1916>
- [6] Shi, Z. Y., Gao, C., & Zhai, H. (2021). Ideal-Gas Approach to Hydrodynamics. *Physical Review X*.  
<https://doi.org/10.1103/PhysRevX.11.041031>
- [7] Thirumalai Kumaran, S., Baranidharan, K., Uthayakumar, M., & Parameswaran, P. (2021). Corrosion studies on stainless steel 316 and their prevention – A review. In *INCAS Bulletin*.  
<https://doi.org/10.13111/2066-8201.2021.13.3.21>
- [8] Munadziroh, E. (2004). Sitotoksisitas resin akrilik jenis heat-cured terhadap sel fibroblast (cytotoxicity of heat-cured acrylic resin to fibroblast cell). *Maj Ked Gigi*.
- [9] Hidayatulloh, P. (2015). DISKURSUS BAHAN BAKAR AIR. *SINERGI*.  
<https://doi.org/10.22441/sinergi.2015.2.007>
- [10] Sitorus Z, D. E. (2013). Perbaikan Sifat Fisis Dan Mekanis Resin Akrilik Polimerisasi Panas Dengan Penambahan Serat Kaca. *Dentika Dental Journal*.
- [11] Dargusch, M., Liu, W. Di, & Chen, Z. G. (2020). Thermoelectric Generators: Alternative Power Supply for Wearable Electrocardiographic Systems. In *Advanced Science*.  
<https://doi.org/10.1002/advs.202001362>
- [12] Y. Tavan and S. H. Hosseini, "A novel rate of the reaction between NaOH with CO<sub>2</sub> at low temperature in spray dryer," *Petroleum*, vol. 3, no. 1, 2017, doi: 10.1016/j.petlm.2016.11.006.

- [13] Du, J., Liu, Z., Sun, J., Li, G., Wu, X., Li, G., Lv, Y., & Wang, K. (2022). Enhancing concrete sulfate resistance by adding NaCl. *Construction and Building Materials*.  
<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.126370>
- [14] Abdul, B. (2017). Karakterisasi Unjuk Kerja Generator Gas HHO Tipe Dry Cell dengan Elektroda Titanium dan Penambahan PWM. *Jurusan Teknik Mesin*.



**Lampiran 1. Tabel**

Tabel 2.1 Daftar Spesifikasi Akrilik.

Temperatur bending akrilik	140 – 180 °C
Temperatur didih akrilik	232 °C
Kalor jenis	$1465 \frac{J}{kg.k}$
Kepadatan akrilik	$1170 \frac{kg}{m^3}$
Konduktivitas termal akrilik suhu ruang	$0,19 \frac{w}{m.k}$
Konduktivitas termal akrilik suhu 150 °C	$2,5 \frac{w}{m.k}$

Tabel 2.2 Perbandingan secara umum antara *Switching Power supply* dengan *Linier Power supply*.

<b>HAL</b>	<b>Switching Power supply</b>	<b>Linier Power supply</b>
Efisiensi Kenaikan Temperatur	Umumnya antara 65% sampai 85%, suhu 200°C sampai 400°C masih diterima	Umumnya 25% sampai 50%, 500oC sampai 1000oC tidak umum, tergantung pada teknik pembuangan.
Regulasi keseluruhan	Spesifikasi umum adalah 0,3%. Sulit untuk memperoleh regulasi yang lebih baik.	Umumnya 0,1%, dan untuk regulasi yang lebih baik masih dapat diperoleh dengan harga yang lebih tinggi
Volume	1 inchi kubik per watt	2–3 inchi kubik per watt, tergantung dari metoda pembuangan panasnya
Isolasi daritransien jala-jala	Sangat baik, seringkali lebih besar dari 60 Db	Sangat kurang dibanding dengan jenis switching. Jala-jala yang bersifat noise dapat mengganggu beban.
Berat	60 watt/Kg	20 – 30 watt/ Kg

RFI dan EMI	Dapat mengganggu, memerlukan perhitungan, penekanan dan penapisan	Sedikitnya dapat merupakan faktor yang merugikan
Magnetis	Beberapa rancangan dapat menyalurkan magnetis 60 Hz yang besar.	Perlu magnetis 60 Hz yang mahal dan besar dalam tingkat daya yang lebih tinggi.
Keandalan	Rancangan dipusatkan agar lebih handal dengan temperatur kerja yang lebih dingin.	Semakin tinggi temperatur kerja semakin berkurang kehandalan.
Harga	Melihat pesatnya teknologi semikonduktor ada kemungkinan pembuatannya bisa lebih murah dibanding dengan linier	Umumnya lebih murah, tapi dengan faktor-faktor yang ada dalam sistem, faktor harga dapat menjadi lebih tinggi.



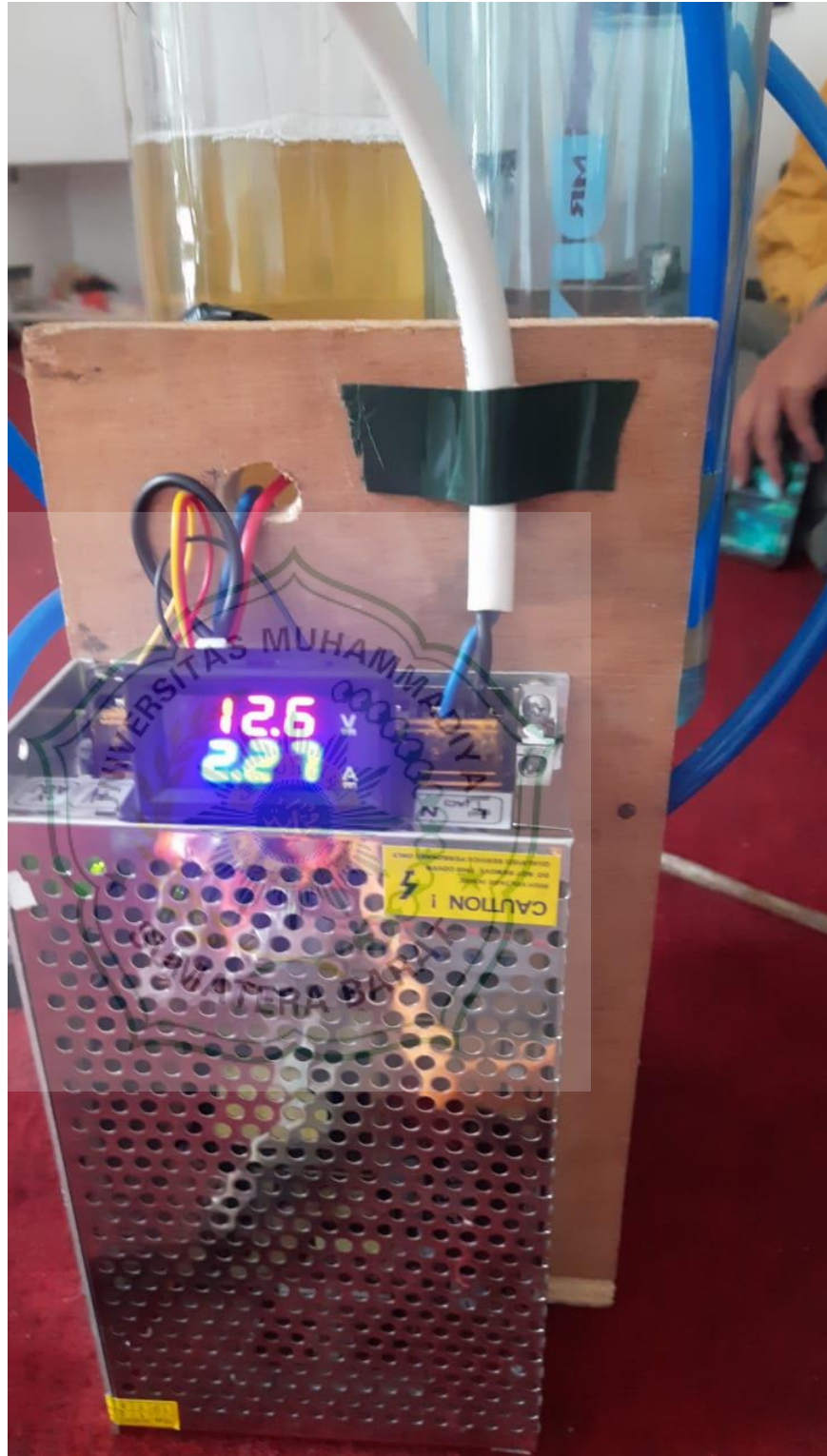


## Lampiran 2. Data Pengujian

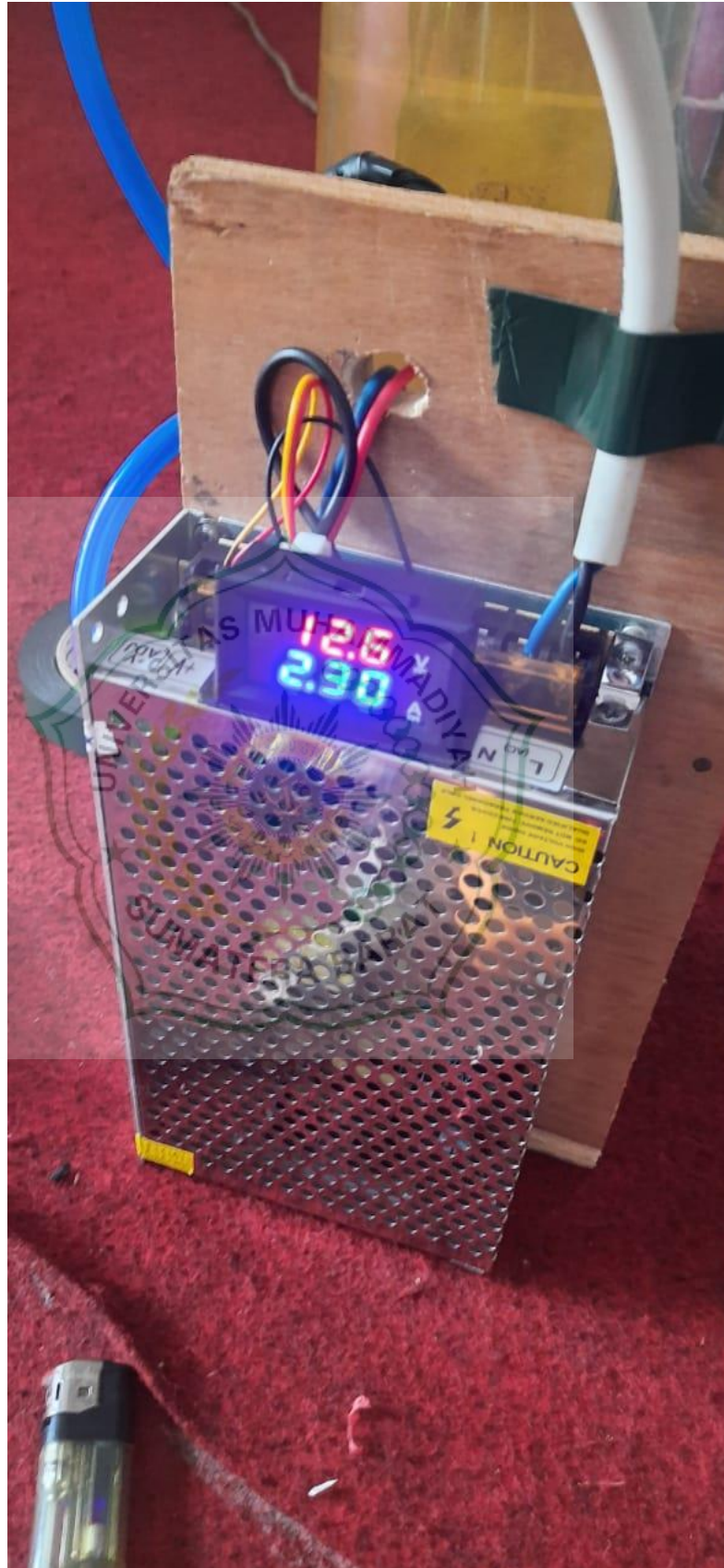
- Data Percobaan Ke 1 (NaOH 1 Gram)
  - 30 Menit



- 60 Menit



- 120 Menit





- Data Percobaan Ke 2 (NaOH 2 Gram)
  - 30 Menit





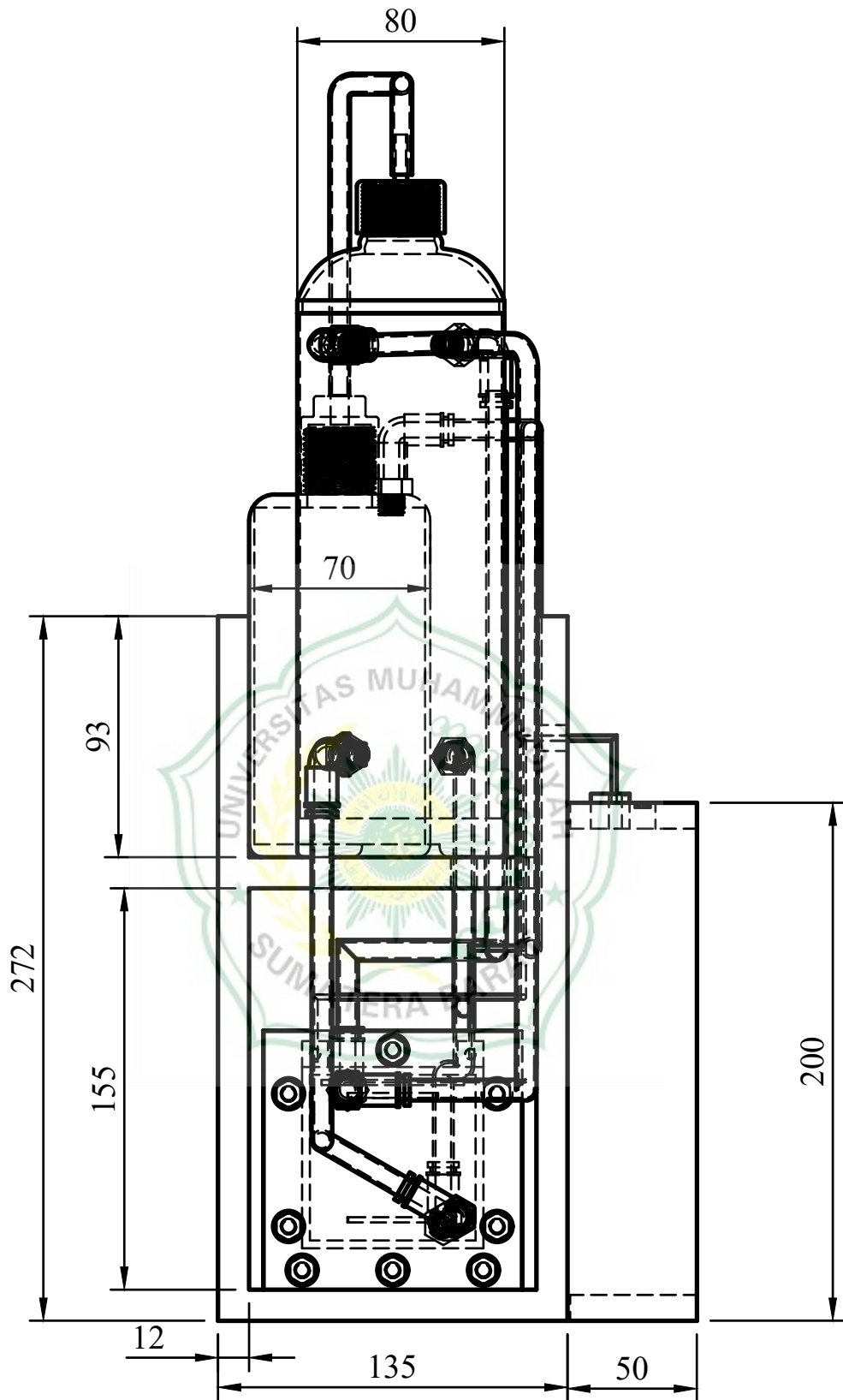
- 60 Menit



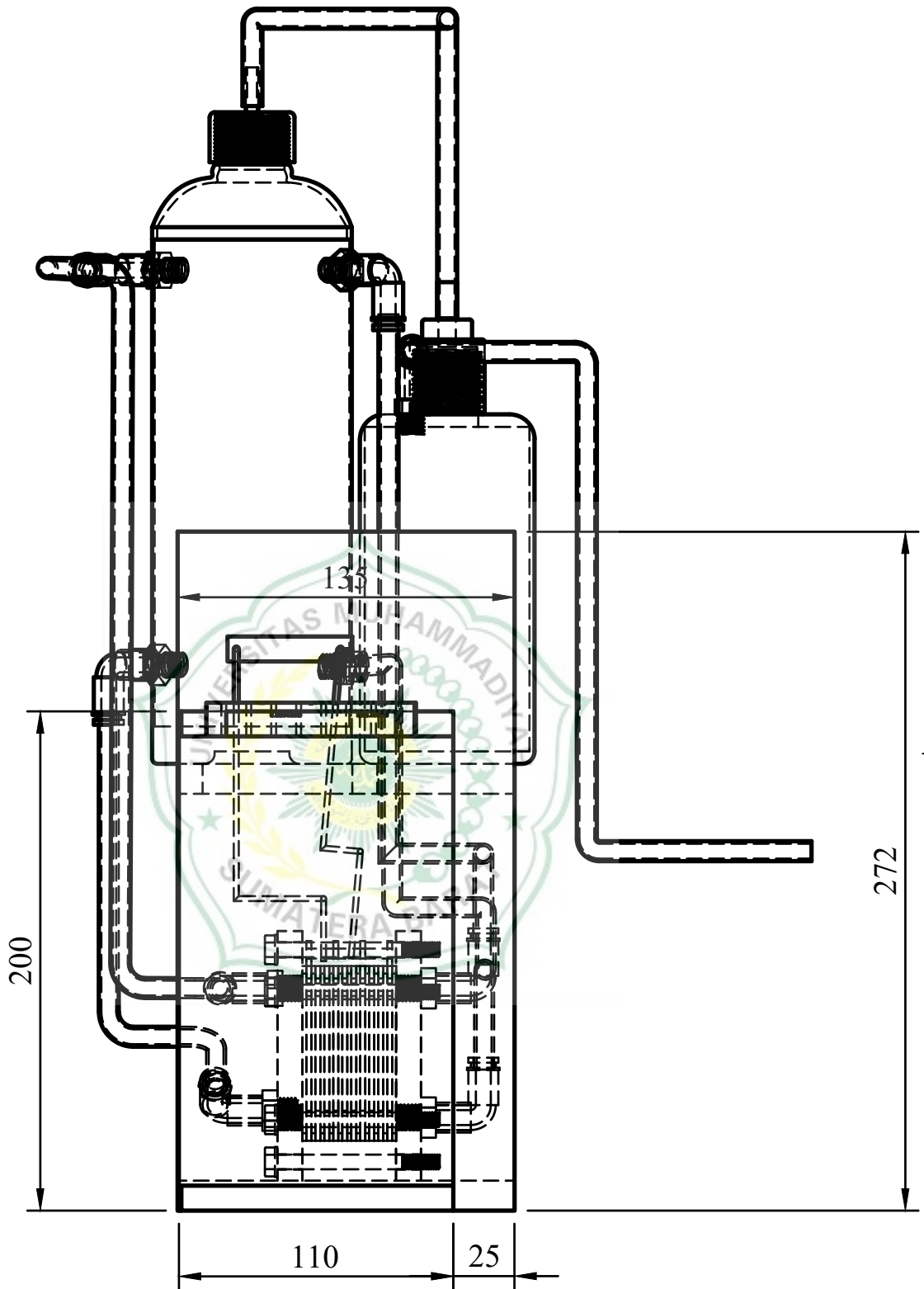
- 120 Menit



### Lampiran 3 Desain Generator 2D



No	1	Diperiksa : .....	Digambar : Rahmad Wahyudi 18.10.0022.1201.050	UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT	
		Tanggal : 31 Juli 2022		TEKNIK MESIN	
		MESIN KONVERSI ENERGI AIR MENJADI GAS UNTUK BAHAN BAKAR KOMPOR HEMAT ENERGI		Ket: Tampak Depan	
		Skala: 1:2,5		Satuan : mm	



No	2	Diperiksa : .....	Digambar : Rahmad Wahyudi 18.10.0022.1201.050	UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT
		Tanggal : 31 Juli 2022		TEKNIK MESIN
		MESIN KONVERSI ENERGI AIR MENJADI GAS UNTUK BAHAN BAKAR KOMPOR HEMAT ENERGI		Ket: Tampak Samping
		Skala: 1:2,5	Satuan : mm	

Lampiran 4 Desain Generator 3D

