

**PENGARUH VARIASI KONSENTRASI KOH (KALIUM HIDROKSIDA) PADA
PROSES ELEKTROLISIS AIR (H₂O) TERHADAP PRODUKSI HIDROGEN**

SKRIPSI

KONSENTRASI KONVERSI ENERGI

**Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik**



Disusun oleh:

INDRA BAYU ADI

NIM. 0410620051-62

DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS TEKNIK

MALANG

2010

**PENGARUH VARIASI KONSENTRASI KOH (KALIUM HIDROKSIDA) PADA
PROSES ELEKTROLISIS AIR (H₂O) TERHADAP PRODUKSI HIDROGEN**

SKRIPSI

KONSENTRASI KONVERSI ENERGI

**Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik**



Disusun oleh:

INDRA BAYU ADI

NIM. 0410620051-62

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen Pembimbing

Prof.Ir.I.N.G.Wardana,M.Eng.,Ph.D.

NIP. 19590703 198303 1 002

LEMBAR PENGESAHAN

**PENGARUH VARIASI KONSENTRASI KOH (KALIUM HIDROKSIDA) PADA
PROSES ELEKTROLISIS AIR (H₂O) TERHADAP PRODUKSI GAS
HIDROGEN**

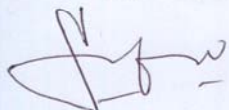
Disusun oleh:

INDRA BAYU ADI
NIM. 0410620051-62

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada
tanggal 23 Desember 2009

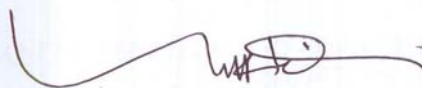
Dosen Penguji

Penguji Skripsi 1



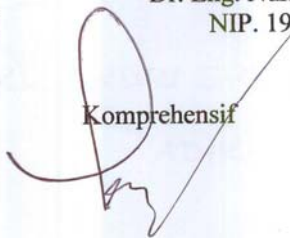
Ir. Saifuddin Baedowie
NIP. 19460703 197009 1 001

Penguji Skripsi 2



Dr. Eng. Nurkholis Hamidi, ST, M. Eng.
NIP. 19740121 199903 1 001

Komprehensif



Ir. Abdul Hadi Djaelani
NIP. 19450728 197412 1 001

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Slamet Wahyudi, ST., MT.
NIP. 19720903 199702 1 001

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

**KUPERSEMBAHKAN SKRIPSI INI
TERIRING UCAPAN TERIMAKASIH YANG
TIADA TERKIRA
UNTUK ORANG TUAKU
”BAPAK EKO HENDRY SUYONO DAN IBU
NUNUK UNTARI SUBROTOWATI
SERTA
KAKAKKU ANDRI SURYA PERMANA DAN
ADIKKU FITRIANA MEGA”**

PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala limpahan nikmat, rahmat dan karunia yang telah diberikan, juga sholawat dan salam penulis yang ditujukan kepada Nabi Besar Muhammad SAW sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “*Pengaruh Variasi Konsentrasi Kalium Hidroksida pada Proses Elektrolisa Air terhadap Produksi Gas Hidrogen*”.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang secara langsung atau tidak langsung membantu menyelesaikan skripsi ini dengan baik :

1. Bapak dan Ibu yang tercinta yang telah memberikan dukungan baik moril maupun materiil serta doa yang tak henti – hentinya kepada saya selama mengikuti proses perkuliahan hingga penyusunan skripsi ini selesai.
2. Bapak Dr. H. Slamet Wahyudi, ST., MT. selaku Ketua Jurusan Mesin.
3. Bapak Dr.Eng. Anindito Purnowidodo,ST,M.Eng. selaku Sekretaris Jurusan Mesin.
4. Bapak Prof.Ir.I.N.G.Wardana.M.Eng.,Ph.D. selaku Dosen Pembimbing Pertama yang telah banyak memberikan bimbingan, masukan, dan pengetahuan pada penulis selama menjadi mahasiswa serta selama penyusunan skripsi ini.
5. Bapak I Made Gunadiarta, MT selaku Ketua Kelompok Dosen Konsentrasi Konversi Energi Jurusan Mesin.
6. Seluruh Dosen pengajar Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya.
7. Seluruh karyawan Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya.
8. Teman-teman angkatan 2004 yang secara langsung maupun tidak langsung membantu dalam penyusunan skripsi ini.
9. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari bahwa ilmu yang dimiliki masih jauh dari kesempurnaan, begitu pula dengan skripsi ini. Oleh sebab itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun guna penyusunan karya ilmiah yang lebih baik lagi.

Malang, 3 September 2009

Penulis

DAFTAR ISI

PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vii
RINGKASAN	viii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Balakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Penelitian Sebelumnya	4
2.2 Hidrogen dan Oksigen	5
2.3 Kalium Hidroksida (KOH)	6
2.4 Elektrolisis	8
2.5 Metode Produksi Hidrogen	11
2.6 Elektroda	15
2.7 Proses Pembakaran	19
2.8 Kerangka Pemikiran Teoritis	20
2.9 Hipotesis	21
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	21
3.1 Metode Penelitian	22
3.2 Variabel Penelitian	22
3.3 Pengujian Elektrolisis	23
3.3.1 Peralatan yang digunakan	23
3.4 Prosedur Penelitian	25
3.5 Instalasi Penelitian	28
3.6 Diagram Alir Penelitian	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	30
4.1 Hasil Penelitian	31

4.2	Pembahasan	
4.2.1	Grafik Hubungan antara Prosentase KOH terhadap Volume Alir Gas Hidrogen pada Variasi Jarak Elektroda (tinggi air 12cm).....	34
4.2.2	Grafik Hubungan antara Prosentase KOH terhadap Volume Alir Gas Hidrogen pada Variasi Jarak Elektroda (tinggi air 10cm).....	35
4.2.3	Grafik Hubungan antara Prosentase KOH terhadap Volume Alir Gas Hidrogen pada Variasi Jarak Elektroda (tinggi air 8cm).....	36
4.2.4	Grafik Hubungan antara Prosentase KOH terhadap Volume Alir Gas Hidrogen pada Variasi Tinggi Air (jarak elektroda 1.5cm)	37
4.2.5	Grafik Hubungan antara Prosentase KOH terhadap Waktu Nyala Hidrogen pada Variasi Tinggi Air (jarak elektroda 1.5cm)	38
4.2.6	Grafik Hubungan antara Prosentase KOH terhadap Waktu Nyala Hidrogen pada Variasi Tinggi Air (jarak elektroda 2.5cm)	39
4.2.7	Grafik Hubungan antara Prosentase KOH terhadap Waktu Nyala Hidrogen pada Variasi Tinggi Air (jarak elektroda 3.5cm)	40

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

42	
5.1	Kesimpulan
42	



5.2 Saran 42

42

DAFTAR PUSTAKA

43

LAMPIRAN

44



RINGKASAN

Indra Bayu, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Oktober 2009. **Pengaruh Variasi Konsentrasi Kalium Hidroksida pada Proses Elektrolisa Air terhadap Produksi Gas Hidrogen**. Dosen Pembimbing: Prof.Ir.I.N.G.Wardana,M.Eng.,Ph.D.

Dengan meningkatnya pertumbuhan penduduk dan industri, maka permintaan minyak bumi akan semakin meningkat. Sedangkan sumber dayanya terbatas di bumi. Oleh karena itu diperlukan upaya kearah penyediaan bahan bakar alternatif selain bahan bakar fosil dan penghematan bahan bakar, terutama pada kendaraan bermotor.

Dalam penelitian ini dilakukan proses elektrolisa air dengan mengalirkan arus DC 12 Volt dan penambahan katalis KOH. Molekul air dapat diuraikan menjadi unsur-unsur asalnya dengan cara mengalir arus listrik, proses ini disebut elektrolisa air. Prinsip ini kemudian dimanfaatkan untuk menghasilkan Hidrogen dan Oksigen, gas inilah yang diukur volume alirnya. Tujuan dari Penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi konsentrasi KOH, jarak antar elektroda dan juga tinggi air terhadap produksi gas Hidrogen. Variabel yang diteliti adalah prosentase KOH (2, 4, 5, 6, 8, 10)%, jarak antar elektroda (1.5, 2.5, 3.5) cm, dan tinggi kolom air (12, 10, 8)cm.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa produksi gas tertinggi terjadi pada prosentase KOH sebesar 10%, jarak antar elektroda 1.5cm, dan tinggi kolom air 12cm, yakni sebesar $240 \text{ cm}^3/\text{sec}$, sedangkan produksi gas terendah terjadi pada prosentase KOH sebesar 2%, jarak antar elektroda 3.5cm, dan tinggi kolom air 8cm, yakni sebesar $39,98 \text{ cm}^3/\text{sec}$.

Kata kunci: Variasi konsentrasi KOH, Jarak elektroda, Tinggi kolom air, Produksi gas.

DAFTAR GAMBAR

No	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Contoh Alkali	9
Gambar 2.2	Skema Prinsip Produksi Hidrogen dengan Elektrolisa	13
Gambar 3.1	Tabung Plastik	23
Gambar 3.2	Alat Ukur Volume alir Gas	25
Gambar 3.3	Instalasi Penelitian	25
Gambar 3.4	Diagram Alir Penelitian	26
Gambar 4.1	Grafik Hubungan antara Prosentase KOH terhadap Volume Alir Gas Hidrogen pada Variasi Jarak Elektroda (tinggi air 12cm)	28
Gambar 4.2	Grafik Hubungan antara Prosentase KOH terhadap Volume Alir Gas Hidrogen pada Variasi Jarak elektroda (tinggi air 10cm)	29
Gambar 4.3	Grafik Hubungan antara Prosentase KOH terhadap Volume Alir Gas Hidrogen pada Variasi Jarak Elektroda (tinggi air 8cm)	30
Gambar 4.4	Grafik Hubungan antara Prosentase KOH terhadap Volume Alir Gas Hidrogen pada Variasi Tinggi Air (jarak elektroda 1.5cm)	31
Gambar 4.5	Grafik Hubungan antara Prosentase KOH terhadap Waktu Nyala Hidrogen pada Variasi Tinggi Air (jarak elektroda 1.5cm)	

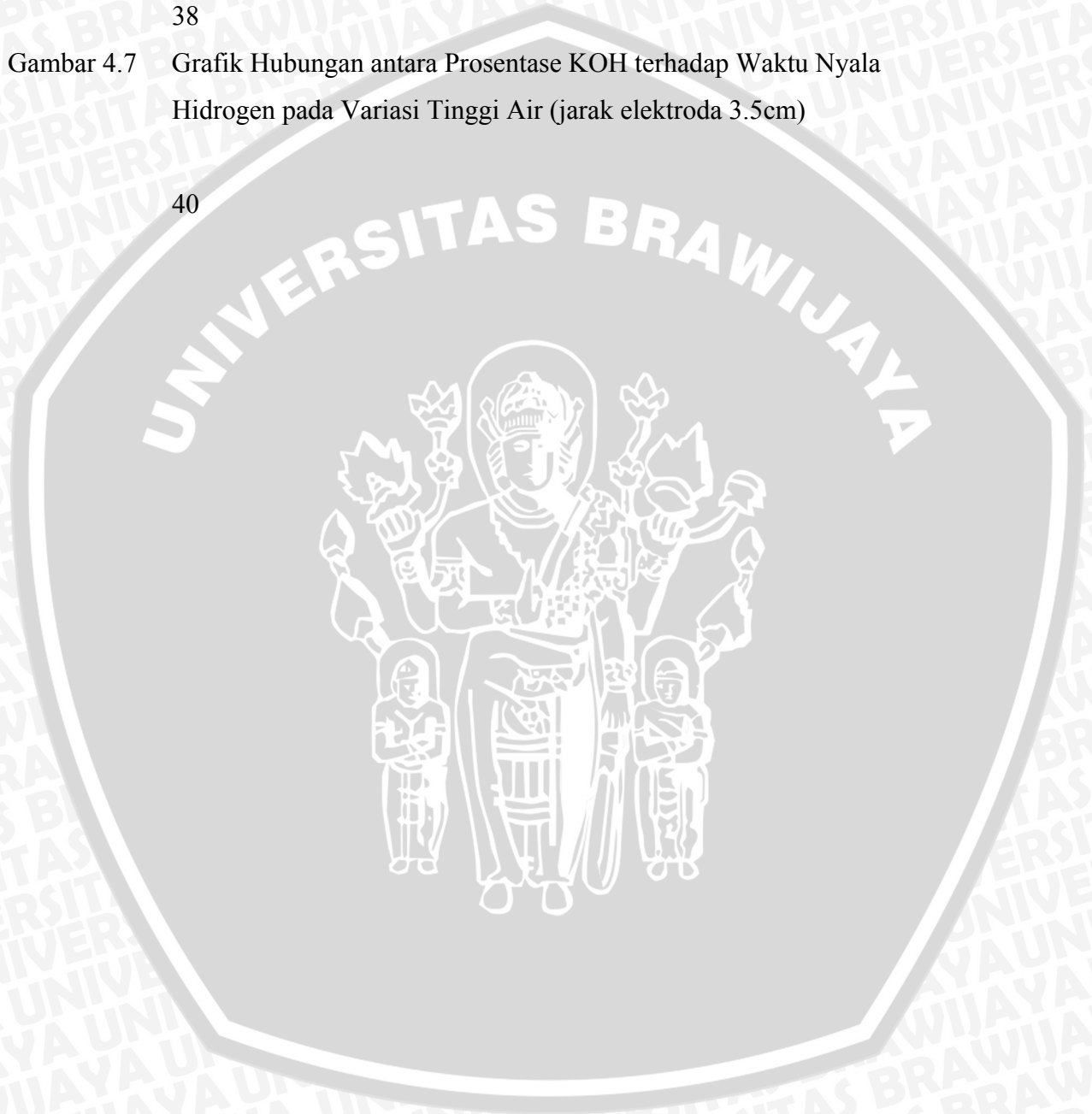
37

Gambar 4.6 Grafik Hubungan antara Prosentase KOH terhadap Waktu Nyala Hidrogen pada Variasi Tinggi Air (jarak elektroda 2.5cm)

38

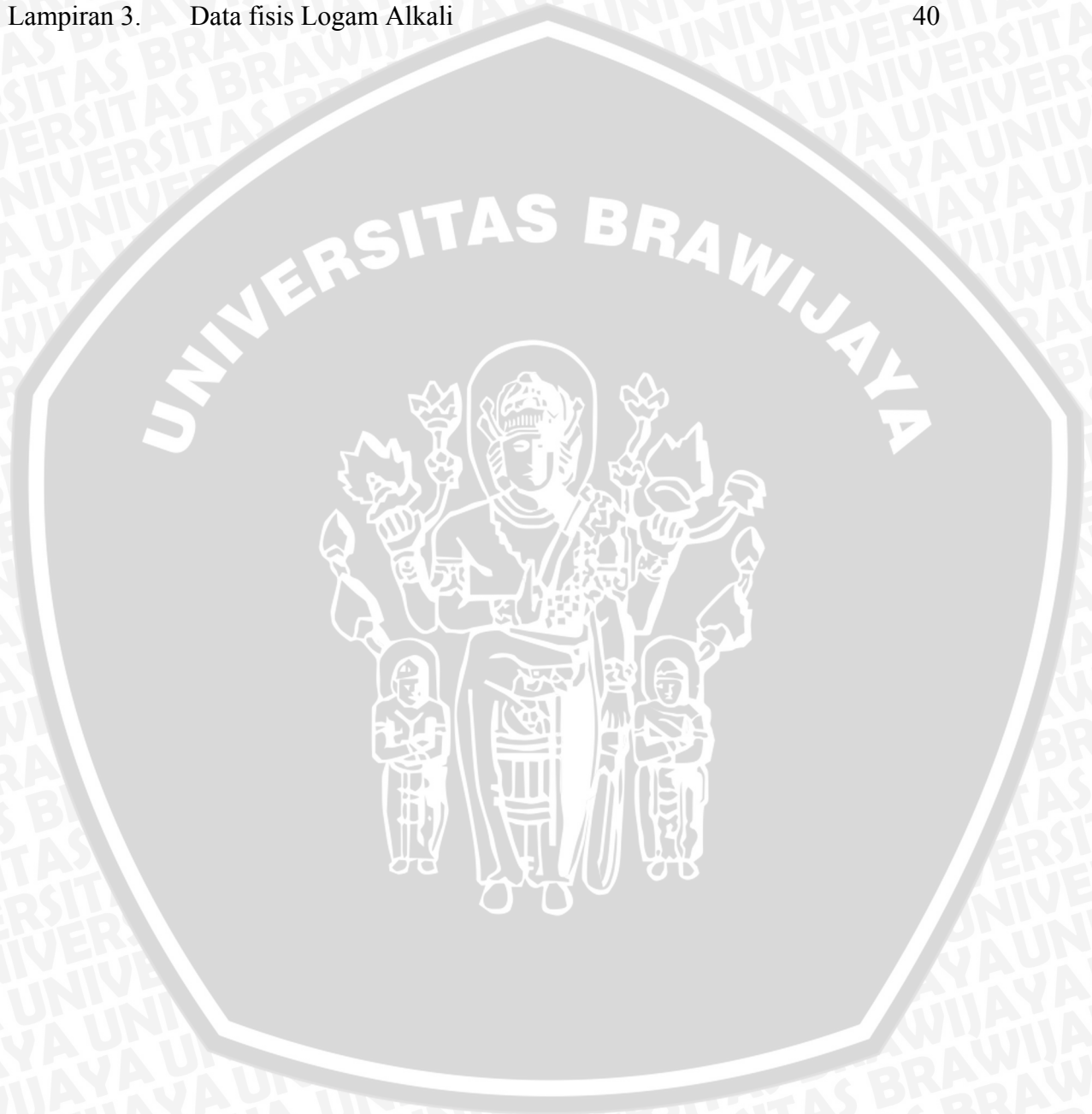
Gambar 4.7 Grafik Hubungan antara Prosentase KOH terhadap Waktu Nyala Hidrogen pada Variasi Tinggi Air (jarak elektroda 3.5cm)

40



DAFTAR LAMPIRAN

No	Judul	Halaman
Lampiran 1.	Sifat Fisis Macam-Macam Bahan Bakar	37
Lampiran 2.	Sifat Fisis Hidrogen	39
Lampiran 3.	Data fisis Logam Alkali	40



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dengan meningkatnya pertumbuhan penduduk dan industri maka permintaan minyak bumi akan semakin meningkat. Sedangkan sumber dayanya terbatas di bumi. Maka diperlukan upaya kearah penyediaan bahan bakar alternatif selain bahan bakar fosil. Penelitian tentang alternatif pengganti bahan bakar fosil telah lama diupayakan. Penelitian terutama diarahkan kepada sumber energi yang dapat diperbaharui dengan bahan baku yang melimpah, tetapi belum termanfaatkan secara optimal. Misalkan air, air adalah substansi kimia dengan rumus H_2O . Satu molekul air tersusun atas dua atom Hidrogen yang terikat secara kovalen pada satu atom oksigen. Molekul air dapat diuraikan menjadi unsur-unsur asalnya dengan cara mengalir arus listrik, proses ini disebut elektrolisis air. Prinsip ini kemudian dimanfaatkan untuk menghasilkan Hidrogen dan Oksigen yang dapat digunakan sebagai campuran bahan bakar kendaraan bermotor.

Salah satu metode untuk menghasilkan Hidrogen adalah melalui proses elektrolisa air dengan bantuan energi listrik. Sebuah reaktor diisi dengan air, dengan penambahan KOH (*Kalium Hidroksida*), sehingga air dapat bertindak sebagai konduktor untuk menghantarkan arus listrik. Campuran antara air dan KOH disebut dengan larutan elektrolit. Dalam larutan elektrolit tersebut dipasang dua buah elektroda masing-masing adalah elektroda positif atau anoda dan elektroda negatif atau katoda. Bagian anoda dihubungkan dengan kutub positif listrik arus searah dan katoda pada kutub negatifnya. Jika arus searah mengalir, terjadilah peristiwa elektrolisa sehingga atom-atom Hidrogen dari air akan kehilangan elektronnya, sedangkan atom-atom Oksigen mendapat tambahan elektron. Dengan demikian atom Oksigen menjadi sebuah ion bermuatan negative (O^-) dan atom Hidrogen menjadi sebuah ion yang bermuatan positif (H^+). Karena bermuatan positif, ion-ion H^+ akan tertarik ke katoda yang bermuatan negatif. Ion-ion ini akan berkumpul di sekitar katoda. Pada saat menyentuh katoda, ion H^+ akan menerima sebuah elektron dan kembali menjadi sebuah atom H biasa tanpa bermuatan.

Atom-atom Hidrogen ini bergabung menjadi gas H_2 dalam bentuk gelembung-gelembung dan melalui katoda akan naik ke atas keluar dari reaktor. Kemudian bagaimana pengaruh variasi konsentrasi KOH dan juga jarak antar elektroda terhadap produksi gas Hidrogen.

KOH termasuk kelompok logam alkali kuat dan digolongkan kedalam elektrolit kuat. Dengan penambahan KOH intensitas arus listrik yang mengalir dapat diperbesar. Semakin besar intensitas arus listrik maka semakin besar tumbukan antar elektron dalam molekul air. Dengan demikian semakin banyak gas H_2 dan O_2 yang terurai. Pada akhirnya jumlah gas dihasilkan akan meningkat.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah: Bagaimana Pengaruh Variasi Konsentrasi KOH (*Kalium Hidroksida*) pada Proses Elektrolisa Air (H_2O) terhadap Produksi Hidrogen.

1.3 Batasan Masalah

Agar permasalahan tidak terlalu luas, maka perlu adanya batasan masalah sebagai berikut:

- 1) Pada proses elektrolisa air yang diamati adalah volume alir Hidrogen pada variasi konsentrasi KOH dan juga variasi jarak dari elektroda.
- 2) Pengambilan data dilakukan pada kondisi lingkungan yang dianggap tetap (steady state).

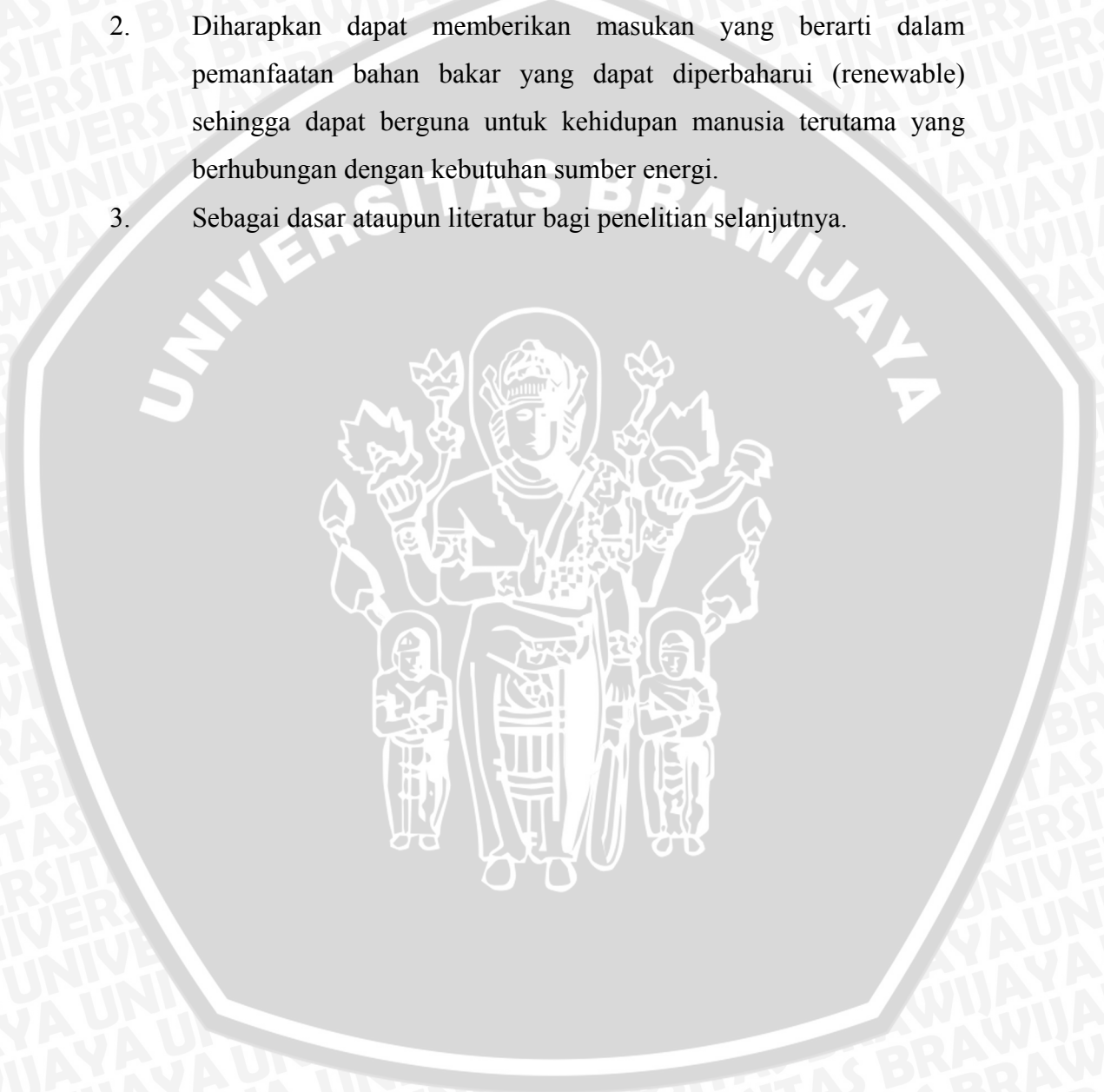
1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh variasi konsentrasi KOH (*Kalium hidroksida*) pada proses elektrolisa air (H_2O) terhadap produksi gas Hidrogen.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi kepada masyarakat untuk mengetahui pengaruh penambahan KOH (*Kalium hidroksida*), serta perlakuan variasi konsentrasi KOH pada proses elektrolisa air terhadap produksi Hidrogen.
2. Diharapkan dapat memberikan masukan yang berarti dalam pemanfaatan bahan bakar yang dapat diperbaharui (*renewable*) sehingga dapat berguna untuk kehidupan manusia terutama yang berhubungan dengan kebutuhan sumber energi.
3. Sebagai dasar ataupun literatur bagi penelitian selanjutnya.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian sebelumnya

1. Chandra Himawan (2008)

Chandra Himawan (2008) meneliti tentang *Pengaruh Variasi Arus Listrik DC pada Elektroliser Terhadap Karakteristik Kinerja Motor Bensin 4 Langkah*. Hasilnya adalah bahwa penggunaan elektroliser sebagai alat untuk menghasilkan gas hidrogen secara umum meningkatkan karakteristik kinerja motor bakar. Dan penggunaan arus DC yang secara umum meningkatkan performa adalah sebesar 5 ampere.

2. Poempida Hidayatullah (2008)

Poempida Hidayatullah (2008) melakukan rekayasa sistem dan mengembangkan sejak empat tahun lalu, dengan melakukan elektrolisa larutan KOH. Uji coba dilakukan dengan 30 kendaraan bermotor roda empat dari berbagai jenis, baik yang berbahan bakar bensin maupun solar, pada kendaraan tersebut dipasang alat elektrolisa. Hasil proses elektrolisa dimasukkan ke ruang pembakaran, hasilnya BBM dapat mencapai rasio jarak tempuh rata-rata 1 : 25 atau 25 km untuk setiap 1 Liter bahan bakar, dengan cara ini bahan bakar dapat dihemat hingga 59 persen. Salah satu uji coba yang dilakukan dengan menggunakan Toyota Avanza, menunjukkan hasil penghematan bahan bakar hingga 40 persen atau 1 liter untuk 18km. ([http://www.bbmair.blogspot.com/bahan bakar air.html](http://www.bbmair.blogspot.com/bahan_bakar_air.html))

2.2. Hidrogen dan Oksigen

Melalui proses elektrolisis air maka kita bisa mendapatkan unsur gas yaitu H_2 dan O_2 yang dapat digunakan sebagai campuran bahan bakar kendaraan bermotor. Sifat atom Oksigen dan Hidrogen sangat berlainan dengan sifat molekul air maupun air. Hidrogen dan Oksigen adalah gas yang apabila dicampur dan dinyalakan dapat meledak disertai pengeluaran panas yang tinggi. Hidrogen bersifat eksplosif dan Oksigen mendukung pembakaran. Pada proses pembakaran Hidrogen dan Oksigen akan membalikkan produk hasil dari proses elektrolisa menjadi air.

Sehingga apabila digunakan sebagai campuran bahan bakar akan dihasilkan gas buang yang lebih bersih dan ramah terhadap lingkungan.

Berikut adalah reaksi kimianya:



Oleh karena itu diperlukan upaya meningkatkan hasil atau produk dari proses elektrolisis. Menurut hukum Faraday hubungan kuantitatif antara massa zat yang dibebaskan pada proses elektrolisis berbanding lurus dengan jumlah listrik yang digunakan. Berdasarkan hukum Faraday, maka intensitas arus listrik yang mengalir perlu diperbesar untuk meningkatkan produksi Hidrogen. Untuk memperbesar intensitas arus listrik yang mengalir, maka diperlukan katalis kimia yang dapat sepenuhnya bereaksi di dalam air. Pada penelitian ini digunakan katalis KOH karena termasuk kedalam alkali kuat dan juga digolongkan kedalam elektrolit kuat. Dengan demikian pada penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi konsentrasinya pada proses elektrolisa air terhadap produksi Hidrogen.

Tabel 2.1. Sifat Fisik Hidrogen

Specification	Standard specification of Hidrogen
Atomic Mass Average	1.00794
Boiling point	20.418 °K, 252.732°C, 422.981°F
Conductivity thermal	0.001815 W/cmK
Density	0.0899g/L @273 & 1 atm
Description	Tasteless, colorless, odorless and extremely flammable gas
Enthalpy of Atomization	217.6 KJ/mole @25°C
Enthalpy of vaporation	0.449 Kj/mole
Flammability Class:	Auto Ignition point: 773°K, 500°C, 932 °F
Highly flammable gas	Flash Point: 20 °K, 253 °C, 423°F
Melting point	14.175°K, 258.975°C, 434°F
Physical State (at 20°C & 1 atm)	Gas
Specific Heat	14.304J/gK

Sumber : www.Wikipedia.com/hidrogen.htm

2.3 Kalium Hidroksida

2.3.1. Kalium

Kalium atau **potassium** adalah unsur kimia dalam tabel periodik yang memiliki simbol K dan nomor atom 19.

Kalium memiliki ciri-ciri diantaranya, logam lunak berwarna putih keperakan, logam reaktif yang lunak. Kalium termasuk golongan logam alkali, secara alami kalium ditemukan sebagai senyawa dengan unsur lain dalam air laut ataupun mineral lainnya. Kalium teroksidasi dengan sangat cepat dengan udara, sangat reaktif terutama dalam air, dan secara kimiawi memiliki sifat yang mirip dengan natrium. Karena sangat reaktif Kalium tidak ditemukan dalam keadaan bebas melainkan berupa senyawa.

Kalium mengapung pada permukaan pada saat dimasukkan kedalam Reaktor. Kalium bergerak-gerak pada permukaan karena ditekan dari segala arah oleh Hidrogen yang terlepas selama reaksi. Panas yang dilepaskan selama reaksi meleburkan Kalium, membentuk sebuah bulatan perak kecil yang tersebar diatas permukaan. Ada bekas putih dari Kalium Hidroksida yang terlihat dalam reaktor dibawah bulatan-bulatan kecil, tetapi bekas-bekas itu segera terlarut menghasilkan larutan Kalium Hidroksida yang tidak berwarna.

Kegunaan lain dari kalium diantaranya :

- Digunakan dalam industri baja.
- Digunakan dalam pembuatan kaca.
- Bahan kimia dalam pembuatan bes.

2.3.2. Hidroksida

Hidroksida adalah suatu ion poliatomik yang terdiri dari Oksigen dan Hidrogen (OH⁻). Ion ini bermuatan -1 dan merupakan salah satu ion poliatomik yang paling sederhana. Sebagian besar hidroksida tidak larut dalam air.

Suatu kelompok basa yang mengandung hidroksida disebut basa hidroksida. Basa ini akan teroksidasi didalam air menjadi satu kation dan satu atau lebih ion Hidroksida sehingga menjadikan larutan tersebut bersifat basa. Proses ini membentuk alkali Hidroksida, yang dapat menjalani reaksi netralisasi dengan asam.

Secara umum hidroksida-hidroksida dan ion-ion Hidroksida banyak didapati. Banyak bahan dan proses kimia melibatkan hidroksida atau ion hidroksida, contohnya Natrium Hidroksida (NaOH) yang digunakan dalam industri besi yang kuat, dan Kalium Hidroksida yang digunakan untuk pertanian.

2.3.3. Kalium Hidroksida

Kalium Hidroksida merupakan suatu oksida golongan I dan juga senyawa ion. Oleh karena itu Kalium Hidroksida dapat larut didalam air. Apabila dimasukkan sekeping kertas lakmus merah didapati kertas itu berwarna biru. Ini menunjukkan bahwa larutan bersifat alkali.



Sumber: Jurnal kimia, SPM 11, 2003

Kalium Hidroksida bereaksi menghasilkan ion-ion hidroksida dan ion Kalium yang bebas apabila dilarutkan dalam air. Dengan kehadiran ion hidroksida ini maka sifat kealkalian dari suatu larutan alkali dapat ditunjukkan. Maka alkali dapat ditafsirkan sebagai bahan kimia yang menghasilkan ion Hidroksida dalam air.

KOH memiliki ciri diantaranya berat molekul 56.11g/mol. Bentuknya padat kristalin, butiran, batangan. Senyawa ini bersifat korosif, tidak stabil bila berada di udara terbuka dan cenderung membentuk karbonat, selain itu tidak berwarna serta menimbulkan panas apabila direaksikan dengan asam, dan mampu mengasorpsi dengan cepat CO₂ dan H₂O. KOH banyak digunakan sebagai bahan baku laboratorium, industri dan farmasi. Selain beberapa hal diatas pada dasarnya KOH memiliki fungsi utama sebagai aktivator kimia.

Kegunaan Kalium Hidroksida secara umum, diantaranya:

- Pencucian atau pengupasan kimia buah-buahan dan sayur-sayuran.
- Digunakan untuk pengilangan kertas.
- Minyak-minyak penyabunan untuk sabun cair.
- Katalisator (mempercepat reaksi).
- Pemrosesan tekstil.
- Pemrosesan minuman ringan.

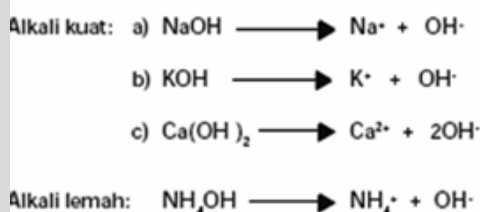
2.4. Elektrolisis

Logam alkali adalah kelompok unsur kimia pada Golongan 1 tabel periodik, kecuali hidrogen. Kelompok ini terdiri dari: litium (Li), natrium (Na), kalium (K), rubidium (Rb), sesium (Cs), dan francium (Fr). Semua unsur pada kelompok ini sangat reaktif sehingga secara alami tak pernah ditemukan dalam bentuk tunggal. Untuk menghambat reaktivitasnya, unsur-unsur logam alkali harus disimpan dalam medium minyak.

Alkali juga dapat dikategorikan sebagai alkali kuat dan alkali lemah bergantung kepada kemampuan bahan kimia tersebut berceraai dalam air.

- Alkali kuat: Bahan kimia bereaksi sepenuhnya dalam air untuk menghasilkan ion hidroksida. Daerah bereaksi dan kepekatan ion hidroksida tinggi, begitu pula pH.
- Alkali lemah: Bahan kimia bereaksi secara sebagian dalam air untuk menghasilkan ion hidroksida. Daerah bereaksi dan kepekatan ion hidroksida rendah, begitu pula pH.

Contoh:



Gambar 2.1 Contoh alkali

Sumber : Ralph H, Petrucci. 1996. *Kimia Dasar*

Larutan dikatakan bersifat alkali jika terdapat ion-ion hidroksida, mOH^- yang bebas bergerak hadir dalam larutan itu.

Alkali mempunyai beberapa sifat diantaranya. Rasa pahit dan licin, nilai pH melebihi 7, warna dalam penunjuk semesta ungu, bereaksi dengan acid menghasilkan garam dan air. Bergantung kepada kepekatan ion hidroksida dalam larutan alkali itu. semakin tinggi kepekatan ion hidroksida, semakin kuat alkali itu dan sebaliknya. Alkali bereaksi secara sempurna di dalam air untuk menghasilkan

kepekatan ion hidroksida yang tinggi. Alkali kuat mempunyai daerah reaksi yang tinggi (100%) dalam air.

Asam dan basa kuat, seperti HNO_3 , HCl (untuk asam), NaOH , $\text{Mg}(\text{OH})_2$ (untuk basa), akan terionisasi sempurna, maka daya hantar listrikpun semakin besar.

Elektrolisis ialah proses penguraian elektrolit kepada unsur senyawanya apabila arus elektrik mengalir melaluinya. Arus elektrik boleh dialirkan melalui elektrolit dengan menggunakan dua elektroda.

- Larutan elektrolit kuat** adalah larutan yang dapat menghantarkan arus listrik dengan baik. Hal ini disebabkan karena zat terlarut akan terurai sempurna (derajat ionisasi = 1) menjadi ion-ion sehingga dalam larutan tersebut banyak mengandung ion-ion.
- Larutan elektrolit lemah** adalah larutan yang dapat menghantarkan arus listrik dengan lemah. Hal ini disebabkan karena zat terlarut akan terurai sebagian (derajat ionisasi $\ll 1$) menjadi ion-ion sehingga dalam larutan tersebut sedikit mengandung ion. Tabel 2.2 menggambarkan larutan-larutan yang termasuk elektrolit kuat, elektrolit lemah dan non elektrolit.
- Larutan non-elektrolit** adalah larutan yang tidak dapat menghantarkan arus listrik. Hal ini karena zat terlarut tersebut tidak akan terurai menjadi ion-ion (derajat ionisasi = 0), sehingga tidak dapat berfungsi sebagai penghantar listrik.

Tabel 2.2

Klasifikasi larutan

Elektrolit Kuat	Elektrolit Lemah	Non Elektrolit
HCl	CH_3COOH	$(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ (urea)
HNO_2	HF	CH_2OH (metanol)
HClO_4	HNO_2	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ (etanol)
H_2SO_4	NH_3	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ (glukosa)
NaOH	H_2O	$\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$
$\text{Ba}(\text{OH})_2$		(sakharosa)

Sumber : Dra. Utiya Azizah, M. Pd, Larutan Asam Basa, jurnal, 2004.

Dalam elektrolisis, elektroda yang bermuatan positif disebut anoda dan elektroda yang bermuatan negatif disebut katoda. Selama proses elektrolisis

berlangsung, terjadi reaksi reduksi pada katoda dan oksidasi pada anoda. Ion – ion bermuatan negatif atau anion mengalir dari katoda ke anoda untuk dioksidasi, sedangkan ion – ion yang bermuatan positif atau kation mengalir dari anoda ke elektroda katoda untuk di reduksi.

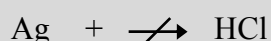
Alesandro Giuseppe Volta (1745-1827) dari Italia menemukan bahwa setiap logam mempunyai sifat reduktor (sifat cenderung melepaskan elektron). Ada yang kuat (mudah teroksidasi) seperti logam – logam alkali, namun ada yang lemah (sulit teroksidasi) seperti logam mulia. Pada tahun 1825, Alesandro Giuseppe Volta menyusun urutan logam – logam yang dikenal saat itu, yang baru berjumlah 20 jenis, dari reduktor terkuat hingga reduktor terlemah berdasarkan eksperimen. Urutan logam – logam tersebut kini disebut dengan deret volta. Susunan deret Volta dapat dilihat di bawah ini :

K-Ba-Ca-Na-Mg-Al-Mn-Zn-Cr-Fe-Cd-Co-Ni-Sn-Pb-H-Cu-Hg-Ag-Pt-

Au

Makin kekiri letak suatu logam dalam deret volta, sifat reduktornya semakin kuat. Oleh karena itu, suatu logam dalam deret volta mampu mereduksi ion-ion di sebelah kanannya tetapi tidak mampu mereduksi ion – ion di sebelah kirinya.

Contoh:



Dengan melihat sifat-sifat daripada Kalium, dan Kalium Hidroksida yang diantaranya reaktif, termasuk golongan alkali kuat, aktivator kimiawi, maka KOH dapat dengan mudah menghantarkan arus listrik. Dengan meningkatnya konsentrasi KOH maka semakin besar intensitas arus listrik dalam elektrolit. Dengan peningkatan intensitas arus listrik, maka semakin besar tumbukan elektron dalam molekul air. Sehingga semakin banyak gas H_2 dan gas O_2 yang terurai. Pada akhirnya jumlah gas Hidrogen yang diproduksi dalam reaktor akan semakin meningkat.

2.5 Metode Produksi Hidrogen

Hydrogen tidak pernah ditemukan dalam keadaan tunggal dalam bentuk gas, untuk itu kita harus memisahkan Hidrogen dari senyawa lainnya. Hydrogen didapatkan dari pemisahan air, biomassa, natural gas molekul. Dua metode yang paling umum digunakan untuk memproduksi hydrogen adalah steam reforming dan elektrolisis

a. Steam reforming

Metode untuk menghasilkan Hidrogen dengan cara memisahkan atom Hidrogen dari atom Carbon pada senyawa Methane(CH_4). Metode steam reforming mempunyai beberapa kerugian selain prosesnya yang mahal, CH_4 (Methane) merupakan bahan bakar fosil, karena dampak yang ditimbulkan akibat dibebaskannya hidrokarbon ke udara atmosfer pada saat proses steam reforming berlangsung maka metode ini mulai ditinggalkan.

b. Elektrolisis

Metode untuk menghasilkan Hidrogen dengan cara memisahkan atom Hidrogen dari atom Oksigen pada air (H_2O) dengan bantuan energi listrik. Reaksi elektrolisis tergolong reaksi redoks tidak spontan. Reaksi ini dapat berlangsung karena pengaruh energi listrik. Jadi, pada elektrolisis terjadi perubahan energi listrik menjadi kimia.

Keunggulan dari metode elektrolisis air :

- a. Bahan bakunya yang berlimpah, bumi terdiri dari 71% air sehingga air adalah sumber daya alam yang berlimpah yang dapat dimanfaatkan.
- b. Metode elektrolisis menghasilkan produk gas tidak berbahaya terhadap lingkungan.

2.5.1. Produksi Hidrogen

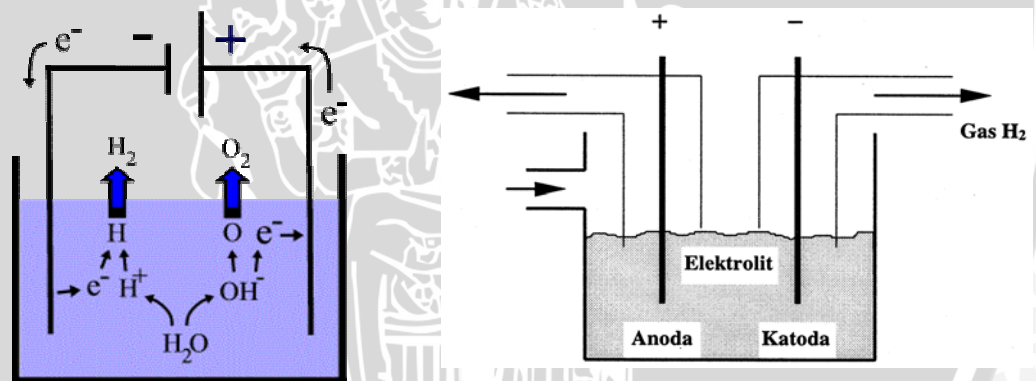
Salah satu cara untuk menghasilkan Hidrogen adalah melalui proses elektrolisis dengan bantuan energi listrik. Sebuah reaktor diisi dengan air yang dicampur dengan KOH, sehingga air tersebut dapat bertindak sebagai konduktor untuk menghantarkan arus listrik. Campuran air dan KOH disebut dengan larutan, dalam larutan tersebut dipasang dua buah elektroda masing-masing adalah elektroda positif atau anoda dan elektroda negatif atau katoda. Bagian anoda

dihubungkan dengan kutub positif listrik arus searah dan katoda pada kutub negatifnya.

Jika arus searah mengalir, maka terjadilah peristiwa elektrolisis, sehingga atom-atom Hidrogen dari air akan kehilangan elektronnya, sedangkan atom-atom oksigen mendapat tambahan elektron. Dengan demikian atom Oksigen menjadi sebuah ion bermuatan negatif dan atom Hidrogen menjadi sebuah ion bermuatan positif. Karena bermuatan positif, ion-ion H^+ akan tertarik ke katoda yang bermuatan negative. Ion-ion H^+ ini akan berkumpul disekitar katoda. Pada saat menyentuh katoda ion H^+ akan menerima sebuah elektron dan kembali menjadi sebuah atom H biasa tanpa bermuatan. Atom-atom Hidrogen ini bergabung menjadi gas H_2 dalam bentuk gelembung-gelembung dan melalui katoda akan naik keatas keluar dari reaktor.

Skema dari prinsip elektrolisis ditunjukkan pada gambar 2.2 :

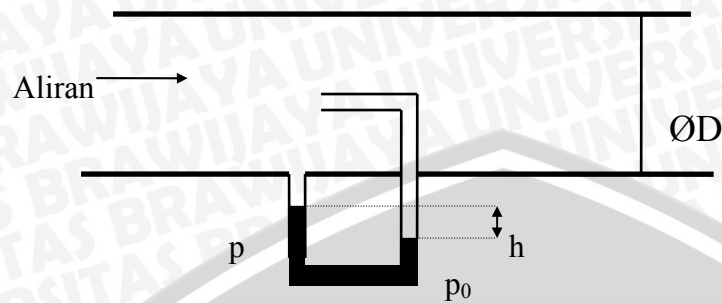
Electrolysis: Splitting water with electricity to produce hydrogen and oxygen:



Gambar 2.2. Skema Prinsip produksi Hidrogen dengan elektrolisa

Sumber : <http://puslit.petra.ac.id/journals/mechanical/>.

2.5.2 Cara mengukur kapasitas aliran fluida cair yang mengalir pada suatu pipa



p : tekanan statik (Pa)

p_0 : tekanan stagnasi fluida (Pa)

V : kecepatan fluida (m/dt²)

ρ : massa jenis (kg/m³)

g : percepatan gravitasi (9,8 m / dt²)

Analisa kapasitas : $Q = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot V \cdot m^3 / \text{sec}$

Persamaan dasar : $\frac{p_0}{\rho} + \frac{V_0^2}{2} + z_0 = \frac{p}{\rho} + \frac{V^2}{2} + z$

$$\frac{p_0}{\rho} = \frac{p}{\rho} + \frac{V^2}{2}$$

$$V = \sqrt{\frac{2(p_0 - p)}{\rho_{air}}}$$

Sedangkan menurut persamaan fluida statis pada air raksa maka:

$$p_0 - p = \rho_{HG} g h = (SG_{HG}) \rho_{H2O} g h$$

$$V = \sqrt{\frac{2(SG_{HG}) \rho_{H2O} g h}{\rho_{air}}}$$

Proses produksi zat pada proses elektrolisis secara teoritis didasarkan pada:

1. Hukum Faraday 1

“Massa zat yang terbentuk pada masing-masing elektroda sebanding dengan kuat arus/ arus listrik yang mengalir pada elektrolis tersebut.”

$$\text{Rumus: } V(\text{teoritis}) = \frac{(R.I.T.t)}{F.P.Z} \quad (\text{Michael, 1994:74}) \quad (2-1)$$

Dengan:

R = 8.314 Joule/(mol Kelvin)

I = kuat arus (ampere)

T = temperature (Kelvin)

t = waktu (secon)

F = konstanta Faraday (96485 coulombs per mol)

P = ambient temperature

Z = number “excess” elelctrons

2 (untuk H₂)

4 (untuk H₂+O₂)

2. Hukum Faraday II

Massa dari macam-macam zat yang diendapkan pada masing-masing elektroda (terbentuk pada masing-masing elektroda) oleh sejumlah arus listrik yang sama banyaknya akan sebanding dengan berat ekivalen masing-masing zat tersebut.

Rumus :

$$M_1 : M_2 = e_1 : e_2 \quad (\text{Michael, 1994:74}) \quad (2-2)$$

Dengan:

M= massa zat (gram)

$$E = \text{berat ekivalen} = \frac{Ar}{\text{Valensi}} = \frac{Mr}{\text{Valensi}}$$

3. Efisiensi

Menghitung efisiensi dengan membandingkan volume produksi Hidrogen aktual dengan volume teoritis.

$$\text{Efisiensi (\%)} = \frac{V_{\text{produksi}}}{V_{\text{teoritis}}} \times 100\% \quad (\text{Michael, 1994:75}) \quad (2-3)$$

2.6. Elektroda

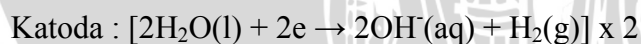
Pada proses elektrolisa diperlukan elektroda masing-masing adalah elektroda positif atau anoda dan elektroda negative atau katoda. Fungsi dari elektroda pada proses elektrolisis adalah sebagai:

- Memberikan tempat atau permukaan agar proses ionisasi dari larutan elektrolit dapat berlangsung.
- Merupakan tempat untuk mengalirkan listrik pada larutan elektrolit agar proses elektrolisa dapat berlangsung, maka elektroda harus dibuat dari bahan yang memiliki konduktivitas elektrik yang baik., dan
- Untuk menyediakan suatu penghalang phisik yang memisahkan tahap cairan dan gas.

a) Reaksi-reaksi di katode(reduksi)

Reaksi di katoda bergantung pada jenis kation dalam larutan. Jika kation berasal dari logam-logam aktif (logam golongan IA, IIA, Al atau Mn), yaitu logam-logam yang potensial elektrodanya lebih kecil, maka air yang tereduksi. Kation selain yang disebutkan diatas akan tereduksi. Selama proses elektrolisis berlangsung terjadi reaksi reduksi pada katoda. Ion-ion bermuatan positif atau kation bergerak dari anoda ke katoda untuk reduksi. Sehingga pada katode terjadi reaksi reduksi.

Reaksi pada katoda:

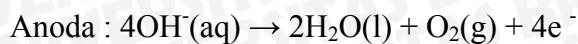


Pada elektrolisis air (H_2O), pada katoda dua molekul air bereaksi dengan menangkap dua elektron, tereduksi menjadi gas H_2 dan ion Hidroksida dan (OH^-).

b) Reaksi-reaksi di anode(Oksidasi)

Selama proses elektrolisis berlangsung terjadi reaksi oksidasi pada anoda. Ion- ion bermuatan negatif atau anion bergerak dari katoda ke anoda untuk untuk dioksidasi. Pada anoda dua molekul air lain terurai menjadi gas oksigen (O_2), melepaskan 4 ion H^+ .

Reaksi pada Anoda:



Pada penelitian ini selain memvariasikan konsentrasi KOH juga divariasikan jarak antar elektroda. Dari uraian diatas dapat dilihat bahwa pada proses elektrolisis terjadi reaksi redoks pada masing-masing elektroda. Elektron (listrik) memasuki larutan melalui kutub negatif (katoda). Spesi tertentu dalam larutan menyerap elektron dari katoda dan mengalami reduksi. Sementara itu, spesi tertentu yang lain melepas electron di anoda dan mengalami oksidasi. Jarak elektroda mempengaruhi produksi Hidrogen karena elektroda menyediakan permukaan agar proses reaksi redoks dan juga proses ionisasi dari larutan elektrolit dapat berlangsung. Pergerakan ion-ion untuk menjalani reaksi redoks dipengaruhi oleh jarak antar elektroda semakin dekat jarak antar elektroda maka pergerakan dari ion-ion untuk menjalani reaksi redoks akan semakin singkat. Dengan demikian intensitas arus listrik yang mengalir menjadi lebih besar sehingga meningkatkan produksi Hidrogen.

2.6.1 Reaksi Redoks

Larutan elektrolit dapat menghantarkan listrik. Hantaran listrik melalui larutan disertai suatu reaksi yang disebut elektrolisis, reaksi elektrolisis tergolong reaksi redoks tidak spontan. Reaksi itu dapat berlangsung karena pengaruh energi listrik. Jadi, pada elektrolisis terjadi perubahan energi listrik menjadi energi kimia. Reaksi redoks atau reaksi reduksi dan oksidasi dapat didefinisikan berdasarkan transfer electron dan perubahan bilangan oksidasi. Berdasarkan transfer electron, reaksi reduksi adalah reaksi penerimaan electron dan reaksi oksidasi adalah reaksi pelepasan electron. Berdasarkan bilangan oksidasi, reaksi reduksi adalah reaksi penurunan bilangan oksidasi dan reaksi oksidasi adalah reaksi kenaikan bilangan oksidasi.

1. Oksidator

Senyawa-senyawa yang memiliki kemampuan untuk mengoksidasi dikatakan sebagai oksidatif dan dikenal sebagai oksidator atau agen oksidasi. Oksidator melepaskan electron dari senyawa lain, sehingga dirinya sendiri tereduksi. Oleh karena ia menerima electron ia disebut juga sebagai penerima electron, oksidator biasanya adalah senyawa-senyawa yang memiliki unsur-unsur

bilangan oksidasi tinggi atau senyawa-senyawa yang sangat elektronegatif, sehingga dapat mendapatkan satu atau dua elektron yang lebih dengan mengoksidasi sebuah senyawa. (misalnya: Oksigen, Fluorin, Bromin).

2. Reduktor

Senyawa-senyawa yang memiliki kemampuan untuk mereduksi senyawa lain dikatakan sebagai reduktif dan dikenal sebagai reduktor atau agen reduksi. Reduktor melepaskan elektronnya ke senyawa lain, sehingga ia sendiri teroksidasi. Oleh karena ia mentransfer elektronnya. Ia juga disebut sebagai pendonor electron. Senyawa-senyawa yang berupa reduktor sangat bervariasi. Unsur-unsur logam seperti Li, Na, Mg, Fe, Zn dan Al .dapat digunakan sebagai reduktor karena logam-logam ini memberikan elektronnya dengan mudah.

Cara mudah untuk melihat proses redoks adalah, reduktor mentransfer elektronnya ke oksidator. Sehingga dalam reaksi, reduktor melepaskan electron dan teroksidasi dan oksidator mendapatkan electron dan tereduksi. Pasangan oksidator dan reduktor terlibat dalam sebuah reaksi disebut sebagai pasangan redoks.

2.6.2 Sifat Fisis Logam Alkali

Logam alkali adalah unsur-unsur kimia golongan IA pada tabel periodic, yang termasuk kedalam kelompok ini yaitu Lithium, Kalium, Natrium, Rubidium, Cesium, dan Fransium. Kata alkali berasal dari bahasa Arab yang berarti abu, air abu bersifat basa. Oleh karena logam-logam golongan IA membentuk basa-basa kuat, maka disebut logam alkali.

Tabel 2.3 beberapa data fisis logam alkali

Sifat	Litium	Natrium	Kalium	Rubidium	Sesium
Nomor atom	3	11	19	37	55
Konfigurasi electron	(He) $2s^1$	(Ne) $3s^1$	(Ar) $4s^1$	(Kr) $5s^1$	(Xe) $6s^1$
Jari-jari atom, Å	1,52	1,86	2,31	2,44	2,62
Jari-jari ion (M^+), Å	0,60	0,95	1,33	1,48	1,69
Titik cair, $^{\circ}C$	181	97,8	63,6	38,9	28,4

Titik didih, $^{\circ}\text{C}$	1347	883	774	688	678
Rapatan, g/cm^3	0,53	0,97	0,86	1,53	1,88
Energi pengionan(Kj/mol)	520	496	419	403	376
Keelektronegatifan (skala Pauling)	1,0	0,9	0,8	0,8	0,7
Potensial reduksi standar (Volt)	3,04	2,71	2,92	2,92	2,92

Sumber : Purba.,Michael,Ilmu Kimia,Erlangga.1994.

Kereaktifan logam alkali berkaitan dengan electron valensi yang hanya berjumlah satu serta jari-jari atom yang relative besar. Akibatnya, logam alkali mudah melepas electron valensinya membentuk kation bermuatan +1. Senyawa logam alkali bersifat ionic dan mudah larut dalam air. Kereaktifan logam alkali bertambah besar sesuai dengan penambahan jari-jari atomnya.

Seperti dapat dilihat pada tabel 2.3, kecenderungan sifat logam alkali sangat beraturan. Dari atas kebawah, jari-jari atom, titik didih, dan massa jenis (rapatan) bertambah secara bertahap. Sementara itu, energi pengionan, titik cair dan keelektronegatifan berkurang. Potensial elektroda (besaran yang menggambarkan daya reduksi dalam larutan), dari atas ke bawah cenderung bertambah, kecuali Lithium.

Pada penelitian ini menggunakan katalis kimia KOH karena didasarkan pada tabel sifat fisis logam-logam alkali dimana Kalium memiliki electron valensi 1 dan jari-jari atom yang relatif besar sehingga Kalium mudah melepas electron

valensinya. Kalium mudah larut dalam air dan sangat reaktif karena memiliki jari-jari atom yang relative besar. Selain itu kalium mudah didapatkan dipasaran dengan harga yang murah.

Tabel 2.4 Gross and Net heating value of simple fuel

Fuel	Symbol	Gross heating value		Net heating value	
		Btu/cu ft	Btu/lb	Btu/cu ft	Btu/lb
Carbon	C		14,093		14,093
Hydrogen	H ₂	325.0	61,100	275.0	51,623
Carbon monoxide	CO	321.8	4,347	321.8	4,347
Sulfur	S		3,982		3,982
Methane	CH ₄	1013.2	23.879	913.1	21,520
Ethane	C ₂ H ₆	1792.0	22,320	1641	20,432
Propane ²	C ₃ H ₈	2590.0	21,661	2385	19,944
Normal butane ²	N-C ₄ H ₁₀	3370.0	21,308	3113	19,680
Acetylene ²	C ₂ H ₂	1488.0	21,344	1438	20,617
Hydrogen sulfide ²	H ₂ S	647.0	7,100	596	6,545

² Heating values may be somewhat less for commercial forms of these compounds

Sumber : L., Shaidman, American Gas Association, New York, 1948

Tabel 2.5 combustion characteristics of fuel

Fuel	Minimum ignition temp °F	Theoretical flame temperature °F (dissociation considered)		Flammability limits % by volume gas in mixture		Maximum flame velocity ft per sec	% theoretical air for max flame velocity
		in air	in oxygen	Lower limit	Upper limit		
Hydrogen (H ₂)	1056	3887	5385	4.00	74.2	9.2 ^c	57
Carbon Mono-xide (CO)	1128	3850	...	12.50	74.2	1.7	57
Acetylene (C ₂ H ₂)	804	...	5630	2.50	80.0	4.9 ^f	91
Methane (CH ₄)	1170	3484	...	5.00	15.0	1.5 ^c	90
Ethane (C ₂ H ₆)	882	3540	...	3.10	12.45	1.4 ^f	94
Propane (C ₃ H ₈)	898	3573	...	2.10	10.10	1.4 ^e	96
Normal Butane (n-C ₄ H ₁₀)	826	3583	...	1.86	8.41	1.3 ^c	97
Hydrogen Sulfide (H ₂ S)	558	...	...	4.3	45.5	...	...
Natural Gas	...	3525 ^d	4790 ^d	4.9	15.0	0.99	100
Producer Gas	...	3010	...	20.7	73.7	0.87	69
Carbureted Water Gas	...	3700	5050	6.4	37.7	2.15	90
Blast Furnace Gas	...	2650	...	35.0	73.5	...	...
Coke Oven Gas	...	3610	...	5.1	30.0	2.2	93
Commercial Propane ^b	920-1020	3595	...	2.4	9.6	...	...
Commercial Butane ^b	900-1000	3615	...	1.9	8.6	...	...
Gasoline	536-804	...	...	1.4-1.5	7.4-7.6	...	...

Sumber : L., Shaidman, American Gas Association, New York, 1948.

2.7 Proses Pembakaran

Pembakaran diawali dengan loncatan bunga api busi pada akhir langkah pemampatan. Pada keadaan biasa kita mendapatkan pembakaran teratur dimana selalu terdapat dua tahapan ialah bagian yang tidak terbakar dan bagian yang terbakar, keduanya dibatasi oleh api pembakaran. Bila disebabkan oleh suatu hal suhu dari gas yang belum terbakar menjadi terlalu tinggi, maka dapat terjadi pembakaran sendiri. Disebabkan singkatnya pembakaran, tekanan dalam seluruh ruang pembakaran tidaklah sama sehingga terjadi gangguan keseimbangan yang mengakibatkan pembebanan berat dari mekanismenya. Hidrogen bekerja dengan cara menurunkan suhu ruang bakar yang tinggi tersebut, yaitu akibat udara yang dihisap mesin menjadi dingin karena bercampur dengan kabut air, dengan demikian dapat memperlambat terbakarnya bensin, secara teori butir halus air akan terpecah menjadi uap pada suhu panas ruang bakar, ini menghasilkan tenaga tambahan ekstra bagi mesin.

2.8 Propertis bahan bakar:

a. *Flash Point*

Flash Point atau titik nyala merupakan temperatur terendah dari uap campuran bahan bakar dan udara untuk menyala dan terbakar sesaat ketika disinggungkan dengan suatu sumber nyala api.

b. *Densitas*

Densitas didefinisikan sebagai perbandingan massa bahan bakar terhadap volum bahan bakar pada suhu acuan. Densitas diukur dengan alat yang disebut hydrometer. Pengetahuan mengenai densitas ini berguna untuk perhitungan kuantitatif dan pengkajian kualitas penyalaan. Satuan densitas adalah kg/m^3 .

c. *Heating value*

Heating value atau nilai kalor atau kalor pembakaran adalah kalor yang dihasilkan oleh pembakaran sempurna 1 kilogram atau satu satuan berat bahan bakar padat atau cair atau 1 meter kubik atau satu satuan volume bahan bakar gas pada keadaan baku. Nilay kalor atas atau Gross Heatinng Value atau Higher Heating

Value adalah kalor yang dihasilkan oleh pembakaran sempurna satu-satuan berat bahan bakar padat atau cair, atau satu satuan volume bahan bakar gas, pada tekanan tetap, suhu 25°C , apabila semua air yang mula-mula berwujud cair setelah pembakaran mengembun menjadi cair kembali.

d. Enthalpi

Enthalpi adalah jumlah kalor yang dikandung oleh setiap kg zat pada tekanan dan temperatur tertentu dan untuk melakukan kerja dari zat tersebut.

e. Kalor spesifik

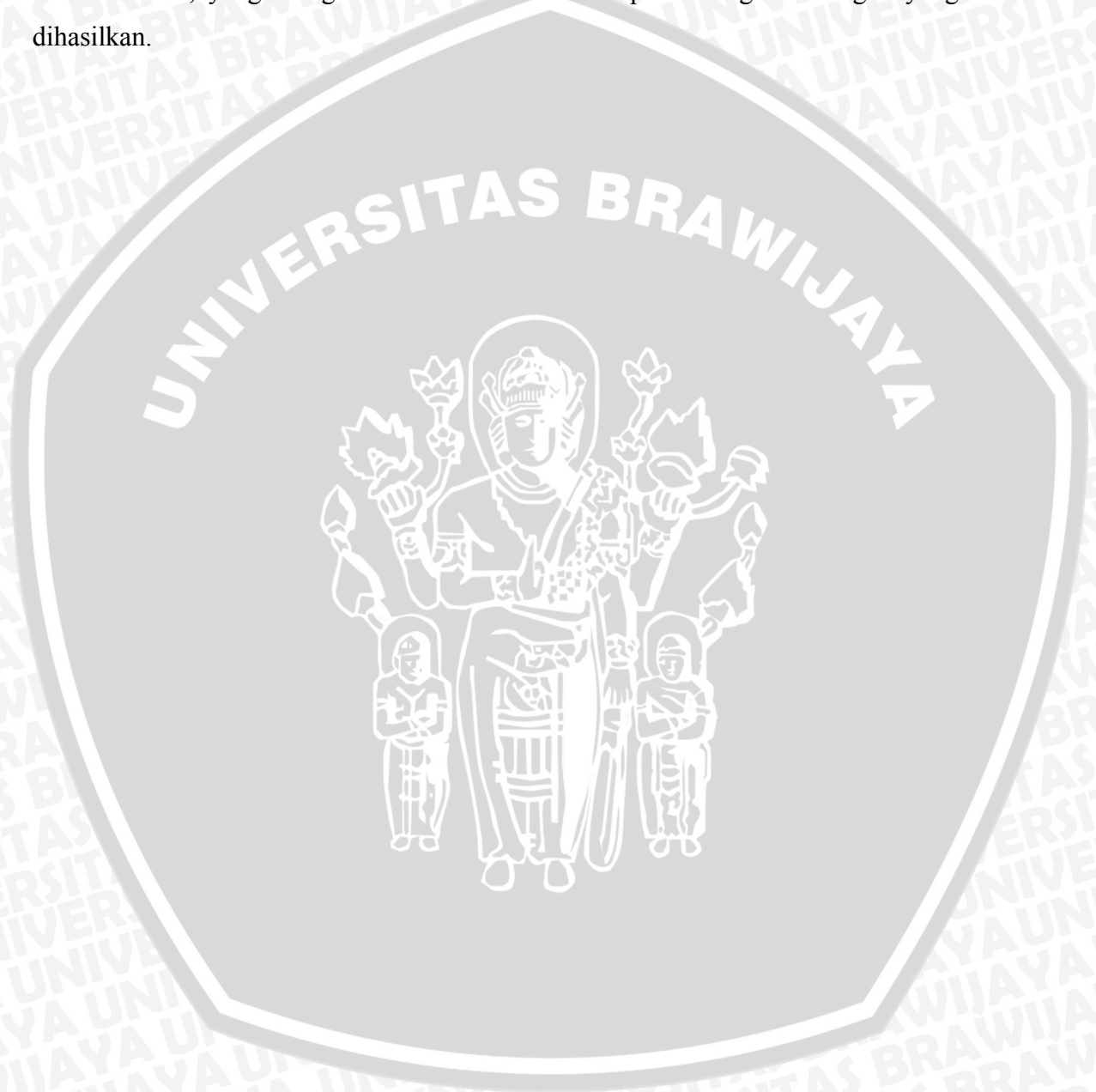
Kalor spesifik yaitu jumlah panas atau kalor yang diperlukan setiap kg massa zat untuk menaikkan temperatur sebesar 1°C .

2.8. Kerangka Pemikiran Teoritis

Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan produksi gas Hidrogen pada proses elektrolisis air. Berdasarkan hukum Faraday hubungan kuantitatif antara massa zat yang dibebaskan pada elektrolisis berbanding lurus dengan jumlah listrik yang digunakan. Berdasarkan hukum Faraday maka intensitas arus listrik yang mengalir perlu diperbesar untuk meningkatkan produksi Hidrogen. Oleh karenanya diperlukan KOH. KOH digolongkan kedalam elektrolit kuat, sehingga larutan KOH dapat menghantarkan arus listrik dengan baik. Dengan meningkatnya konsentrasi KOH, maka intensitas arus listrik yang mengalir akan semakin besar. Sehingga semakin banyak gas H_2 dan O_2 yang terurai. Pada akhirnya jumlah gas H_2 yang diproduksi akan semakin meningkat. Kemudian variasi jarak dari elektroda, jarak elektroda mempengaruhi produksi Hidrogen karena elektroda menyediakan permukaan agar proses reaksi redoks dan juga proses ionisasi dari larutan elektrolit dapat berlangsung. Pergerakan ion-ion untuk menjalani reaksi redoks dipengaruhi oleh jarak antar elektroda, semakin dekat jarak antar elektroda maka pergerakan ion-ion untuk menjalani reaksi redoks akan semakin singkat. Dengan demikian intensitas arus listrik yang mengalir meningkat, sehingga gas yang diproduksi semakin besar.

2.9 Hipotesis

Dengan meningkatnya konsentrasi Kalium Hidroksida di dalam air maka intensitas arus listrik yang mengalir semakin besar dan pergerakan ion-ion untuk menjalani reaksi reduksi pada katoda dan oksidasi pada anoda juga semakin singkat, sehingga penambahan KOH akan menyebabkan semakin meningkatnya reaksi kimia proses elektrolisa air, yang mengakibatkan semakin besar produksi gas Hidrogen yang dihasilkan.



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Metode Penelitian

Metode penelitian yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian eksperimental (*true experimental research*). Jenis penelitian ini dapat dipakai untuk menguji suatu perlakuan atau desain baru dengan membandingkan satu atau lebih kelompok pengujian dengan perlakuan dan tanpa perlakuan.

3.2 Variabel Penelitian

Dalam penelitian ini ada tiga macam variabel yang digunakan, yaitu :

a) Variabel bebas

Variabel bebas ialah variabel yang besarnya kita tentukan dan tidak dipengaruhi oleh variabel lain, berfungsi sebagai sebab dalam penelitian. Adapun yang merupakan variabel bebas dalam penelitian ini adalah konsentrasi KOH yaitu (10 ; 8 ; 6 ; 5 ; 4 ; 2) %.

b) Variabel terikat

Variabel terikat adalah variabel yang besarnya tergantung dari variabel bebas dan besarnya dapat diketahui setelah penelitian dilakukan. Adapun variabel terikat dalam pengujian ini, yaitu volume alir hidrogen.

c) Variabel terkontrol

Variabel terkontrol adalah variabel yang besarnya telah ditentukan selama penelitian dan bersifat konstan. Adapun yang termasuk dalam variabel terkontrol dalam penelitian ini, yaitu:

- 1) Jarak antar elektroda yaitu (1,5, 2,5, 3,5) cm, dengan bahan stainless steel.

3.3 Pengujian elektrolisis

3.3.1 Peralatan yang digunakan

Peralatan-peralatan yang digunakan digunakan dalam penelitian ini, spesifikasi dan cara kerjanya adalah sebagai berikut:

- 1) Tabung plastik dengan diameter 5 cm dan tinggi 15cm
Digunakan sebagai wadah cairan elektrolit.
- 2) Avometer digital
Avometer atau disebut juga multitester alat ini digunakan antara lain sebagai;
 - a. Mengukur tegangan arus DC
 - b. Mengukur kuat arus listrik
 - c. Mengetes komponen-komponen
- 3) Sumber tegangan
Sumber tegangan yang digunakan, accu; DC 12 volt
- 4) Elektrode
Elektroda digunakan untuk mengalirkan arus listrik pada campuran air dan KOH
- 5) Selang polos
Berfungsi untuk mengalirkan hydrogen
- 6) Pipa kapiler (pipa T)
- 7) Karet pipet
- 8) Gelembung detergent
- 9) Timbangan digital
Berfungsi untuk mengukur katalis yang digunakan.

10) Stop watch berfungsi untuk menghitung waktu produksi hidrogen



Gambar 3.2 Alat ukur volume alir Hidrogen

3.4. Prosedur penelitian

1. Tahap pertama, sebuah reaktor diisi dengan air yang dicampur dengan KOH dengan variasi konsentrasi yang telah ditentukan, yakni (10, 8, 6, 5, 4, 2) % dalam larutan elektrolit tersebut dipasang dua buah elektroda dengan berbagai variasi jarak elektroda yakni (1,5, 2,5, 3,5)cm masing-masing adalah elektroda positif dan elektroda negative. Bagian anoda dihubungkan dengan kutub positif accu dan katoda pada kutub negatifnya. Sehingga proses elektrolisa berlangsung.

2. Tahap kedua, yaitu pengambilan data

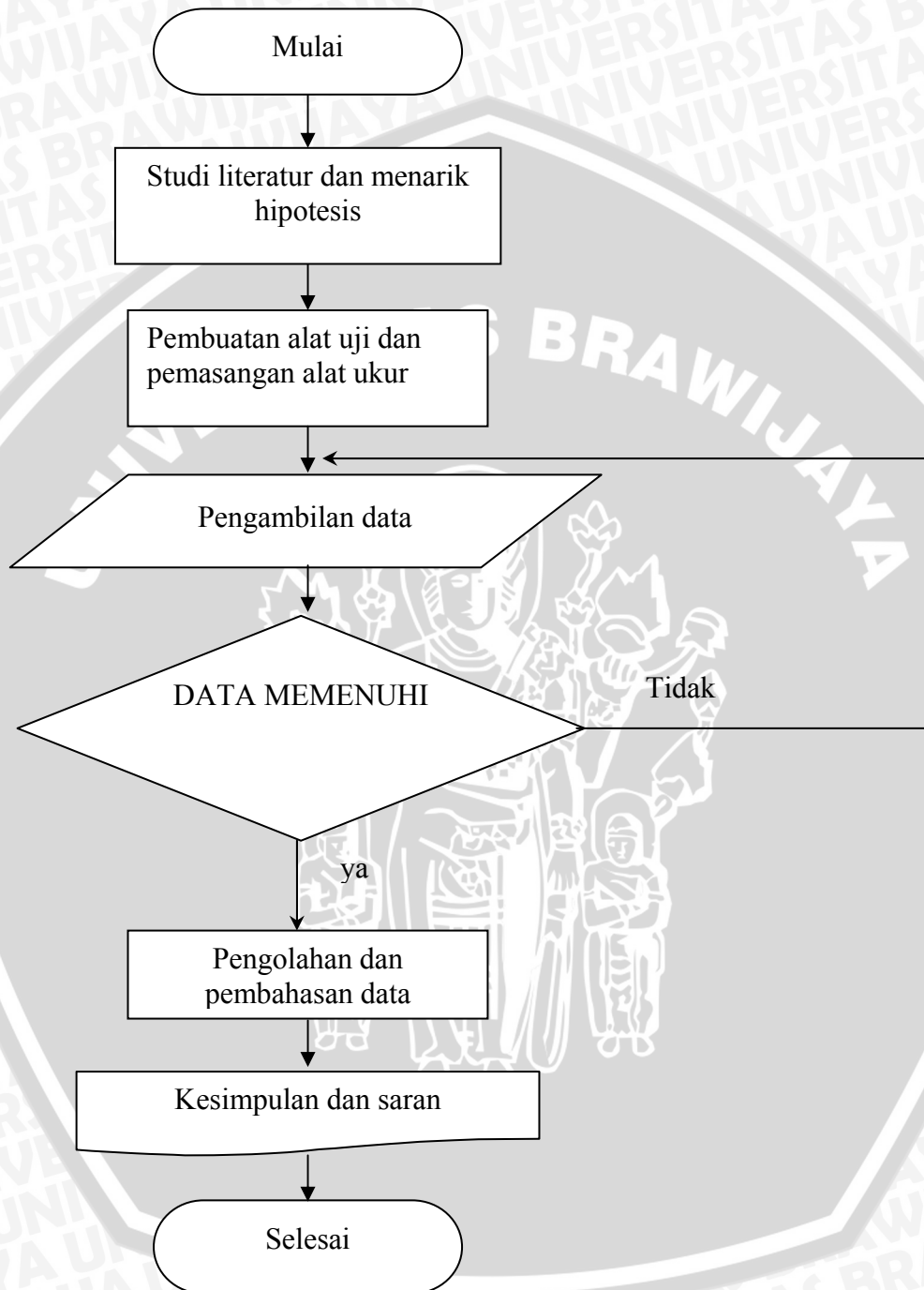
Setting semua peralatan penelitian sesuai dengan prosedur penelitian yang dilakukan seperti tahap pertama.

Peristiwa elektrolisis terjadi, produk hasil elektrolis dialirkan melalui selang polos dengan diameter 0,5cm. Data yang diperlukan dicatat.

Prosedur ini diulang untuk tiap-tiap variasi pengujian.

3.5 Diagram Alir Penelitian

Gambar 3.1 dibawah ini menunjukkan diagram alir penelitian dalam penelitian ini



Gambar 3.3 Diagram alir penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Penelitian

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, diperoleh data – data berupa grafik hubungan antara variasi konsentrasi KOH terhadap volume alir Hidrogen pada berbagai variasi jarak elektroda. Grafik hubungan antara presentase KOH terhadap volume alir Hidrogen pada berbagai variasi tinggi air. Dengan perlakuan sebagai berikut:

- Dengan diberi arus listrik DC 12 V, dengan jarak antar elektroda dan ketinggian air masing-masing adalah:
 - a. Jarak antar elektroda : 1,5cm, 2,5cm, dan 3,5cm.
 - b. Tinggi air : 12cm, 10cm, 8cm.
- Variasi dari konsentrasi KOH adalah :
 - a. Konsentrasi KOH (*Kalium hidroksida*) 2 %
 - b. Konsentrasi KOH (*Kalium hidroksida*) 4 %
 - c. Konsentrasi KOH (*Kalium hidroksida*) 5 %
 - d. Konsentrasi KOH (*Kalium hidroksida*) 6 %
 - e. Konsentrasi KOH (*Kalium hidroksida*) 8 %
 - f. Konsentrasi KOH (*Kalium hidroksida*) 10 %

4.2. Pembahasan

Pembahasan ini dilakukan untuk menganalisa data hasil penelitian. Dimana penelitian ini, menggunakan katalis KOH (*Kalium Hidroksida*), dengan tujuan mengetahui pengaruh variasi konsentrasi KOH, jarak antar elektroda dan tinggi kolom air pada proses elektrolisa air terhadap produksi gas Hidrogen.

Tabel 4.1 Tabel Data Volume Alir Gas Hidrogen pada Jarak elektroda 1.5cm

%KOH	Tinggi Kolom Air h(cm)	t(sec)	$\frac{0}{V}$ (cm ³ /sec)
10	12	12.18	0.021
8		15.233	0.0172
6		16	0.0164
5		18.678	0.014
4		20.833	0.0126
2		22.447	0.0117
10	10	26.321	0.00994
8		27.632	0.00947
6		30.083	0.00870
5		31.135	0.00840
4		32.284	0.00811
2		39.296	0.00810
12	8	32,683	0.008
10		33,89	0.00772
8		35.45	0.00738
6		39,595	0.00661
4		47,464	0.00551

Tabel 4.2 Tabel Data Volume Alir Gas Hidrogen pada Jarak elektroda 2.5cm

%KOH	Tinggi Kolom Air h(cm)	t(sec)	$\frac{0}{V}$ (cm ³ /sec)
10	12	17.667	0.0148
8		18.281	0.0143
6		19.361	0.0135
5		22.126	0.0118
4		23.63	0.0111
2		27.263	0.00960
10	10	26.044	0.010
8		29.658	0.0088
6		31.32	0.00835
5		35.003	0.00748
4		38.15	0.00686
2		42.23	0.00620
10	8	44,907	0.00583
8		51	0.00513
6		49,412	0.00530
5		61,2	0.00428
4		53,773	0.00487
2		67,8	0.00386

Tabel 4.3 Tabel Data Volume Alir Gas Hidrogen pada Jarak elektroda 3.5cm

%KOH	Tinggi Kolom Air h(cm)	t(sec)	V^0 (cm ³ /sec)
10	12	19.361	0.0135
8		24.429	0.00107
6		28.163	0.00929
5		29.183	0.00896
4		34.8	0.00752
2		40.324	0.00649
10	10	32.64	0.00802
8		37.32	0.00701
6		45.12	0.00580
5		42.106	0.00621
4		43.693	0.00599
2		59.574	0.00439
10	8	51,669	0.00506
8		53,524	0.00489
6		56,418	0.00464
5		51,004	0.00513
4		73,2	0.00357
2		75,2	0.00348

Tabel 4.4 Tabel Waktu Nyala Gas Hidrogen pada Jarak elektroda 1.5cm

%KOH	Tinggi Kolom Air h(cm)	Waktu nyala Hidrogen t (sec)
2	12	27,263
4		24,429
5		20,833
6		18,678
8		18,281
10		5
2	10	39,296
4		32,284
5		31,135
6		30,083
8		27,632
10		16
2	8	61,8
4		47,464
5		39,595
6		33,89
8		32,683
10		26,321

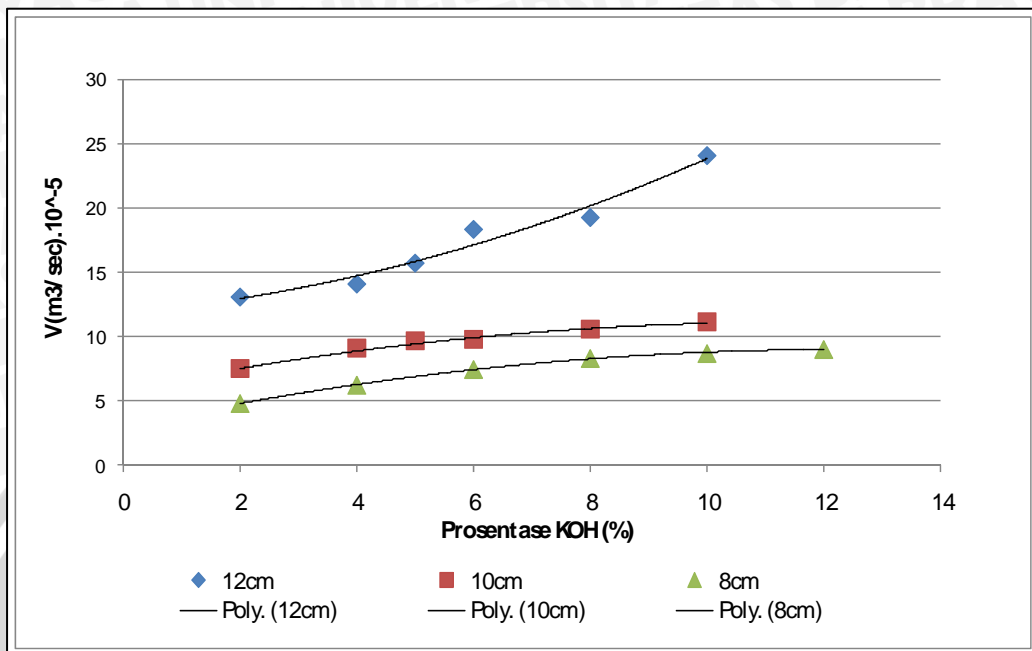
Tabel 4.5 Tabel Data Volume Alir Gas Hidrogen pada Jarak elektroda 2.5cm

%KOH	Tinggi Kolom Air h(cm)	Waktu nyala Hidrogen t (sec)
2	12	29,183
4		28,163
5		26,183
6		19,361
8		17,667
10		5,727
2	10	42,23
4		38,15
5		35,003
6		31,32
8		29,658
10		26,044
2	8	67,8
4		61,2
5		51,669
6		51,004
8		51
10		49,412

Tabel 4.6 Tabel Data Volume Alir Gas Hidrogen pada Jarak elektroda 3.5cm

%KOH	Tinggi Kolom Air h(cm)	Waktu nyala Hidrogen t (sec)
2	12	40,324
4		34,8
5		22,447
6		22,126
8		20,316
10		12,18
2	10	59,574
4		45,12
5		43,693
6		42,106
8		37,32
10		32,64
2	8	73,2
4		56,418
5		53,773
6		53,524
8		44,907
10		37,2

4.2.1. Grafik hubungan antara prosentase KOH terhadap volume alir Hidrogen pada variasi jarak elektroda (tinggi air 12cm).

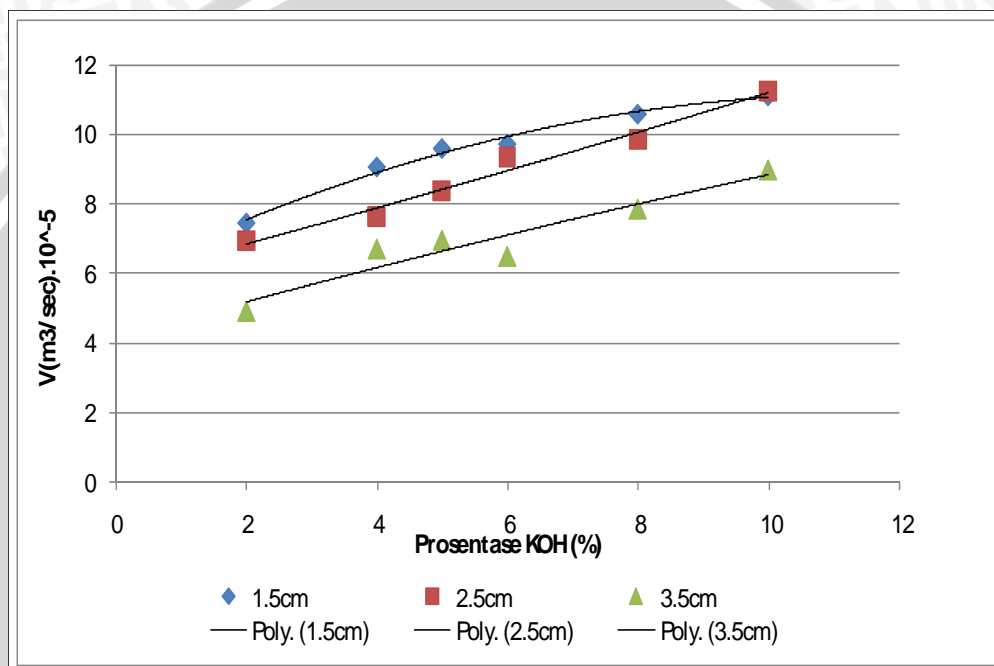


Gambar 4.1 Grafik hubungan antara prosentase KOH terhadap volume alir Hidrogen pada variasi jarak antar elektroda (tinggi air 12cm).

Gambar 4.1 menunjukkan hubungan antara prosentase KOH terhadap volume alir Hidrogen pada variasi jarak antar elektroda, dengan tinggi air 12cm. Grafik menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi KOH dan semakin pendek jarak antar elektroda maka volume alir gas semakin meningkat. Hal ini disebabkan karena tingginya konsentrasi KOH dalam air, yang menyebabkan semakin banyak ion-ion yang bergerak bebas hadir di dalam larutan, sehingga intensitas arus listrik yang mengalir akan semakin tinggi. Dan semakin pendek jarak antar elektroda, maka waktu yang dibutuhkan ion-ion untuk menjalani reaksi reduksi pada katoda dan oksidasi anoda akan semakin singkat. Hal ini menyebabkan gas yang terurai akan semakin banyak. Sebaliknya prosentase KOH yang semakin rendah dan peningkatan jarak elektroda justru menyebabkan produksi gas semakin rendah. Hal ini disebabkan karena waktu yang dibutuhkan ion-ion untuk menjalani reaksi reduksi pada katoda dan reaksi oksidasi pada anoda akan semakin panjang dan ion-ion yang bergerak bebas di dalam larutan untuk menghantarkan arus listrikpun akan semakin sedikit.

dikarenakan semakin rendahnya konsentrasi KOH dalam air. Ini membuktikan bahwa variasi prosentase KOH dan jarak antar elektroda berpengaruh terhadap produksi gas. Semakin besar prosentase KOH dan semakin pendek jarak antar elektroda produksi gas akan semakin meningkat.

4.2.2. Grafik hubungan antara prosentase KOH terhadap volume alir Hidrogen pada variasi jarak antar elektroda (tinggi air=10cm)

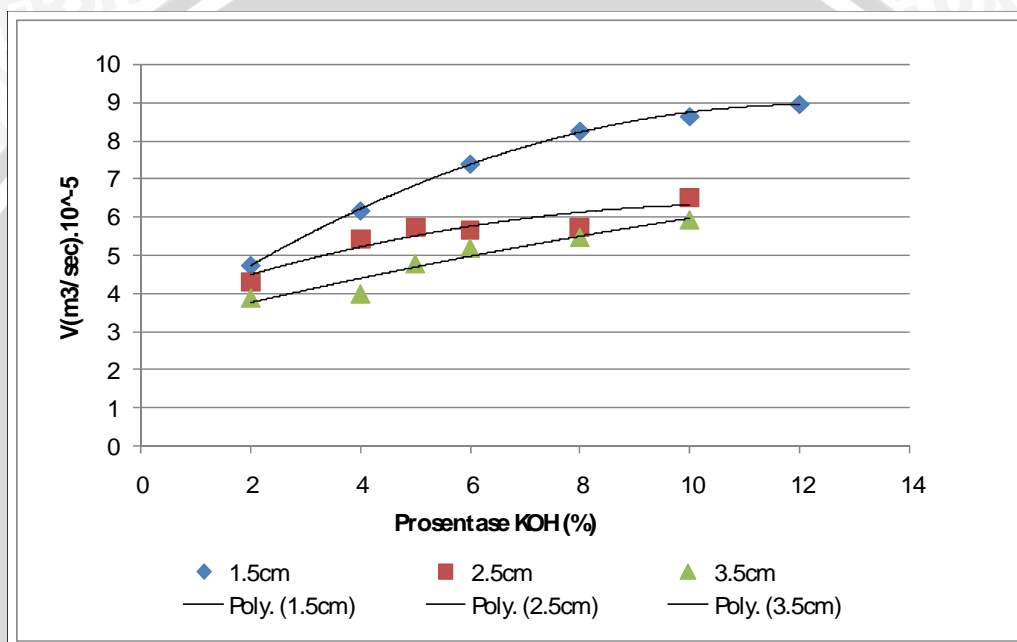


Gambar 4.2 Grafik hubungan antara prosentase KOH terhadap volume alir Hidrogen pada variasi jarak antar elektroda (tinggi air 10cm)

Gambar 4.2 menunjukkan hubungan antara prosentase KOH terhadap volume alir gas pada variasi jarak antar elektroda, dengan tinggi air 10cm. Grafik menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi KOH dan semakin pendek jarak elektroda maka volume alir gas semakin meningkat. Hal ini disebabkan karena tingginya konsentrasi KOH dalam air, yang menyebabkan semakin banyak ion-ion yang bergerak bebas hadir di dalam larutan, sehingga intensitas arus listrik yang mengalir akan semakin tinggi. Dan semakin pendek jarak antar elektroda, maka waktu yang dibutuhkan ion-ion untuk menjalani reaksi reduksi pada katoda dan oksidasi pada anoda akan semakin singkat. Hal ini menyebabkan gas yang terurai akan semakin banyak Hasil ini serupa dengan

kurva 4.1, tetapi, dengan menurunnya tinggi kolom air dalam reaktor maka jumlah produksi gas juga semakin menurun. Hal ini disebabkan karena gas yang diproduksi akan semakin jauh dari ujung selang, yang berfungsi untuk mengalirkan gas. Sehingga tinggi kolom air juga memberikan pengaruh terhadap produksi gas.

Gambar 4.2.3 Grafik hubungan antara prosentase KOH terhadap volume alir Hidrogen pada variasi jarak antar elektroda (tinggi air 8cm)

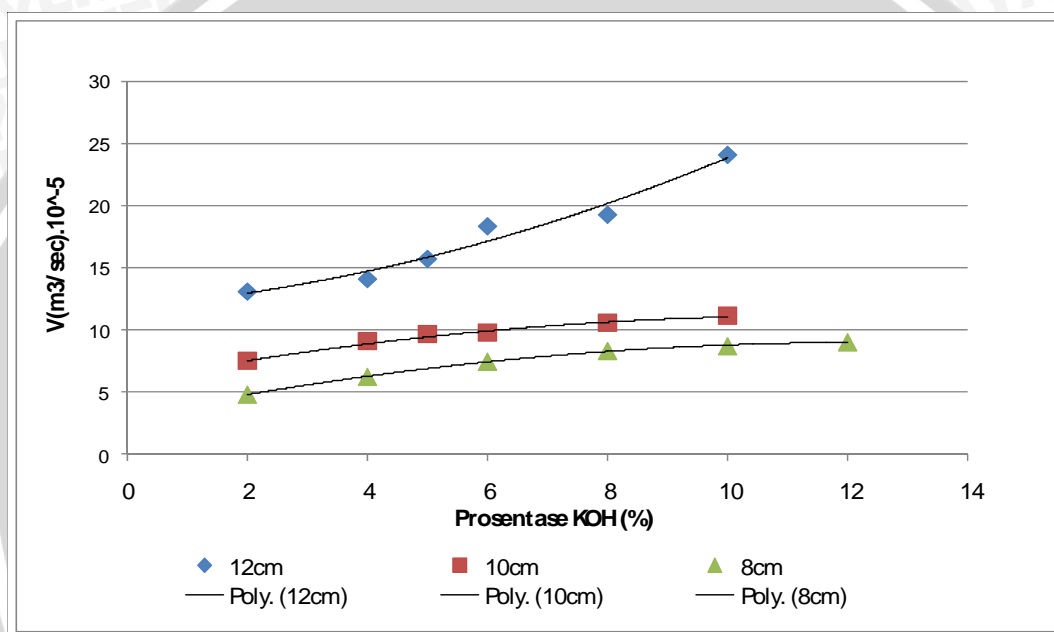


Gambar 4.3 Grafik hubungan antara prosentase KOH terhadap volume alir Hidrogen pada variasi jarak antar elektroda, (tinggi air 8cm).

Gambar 4.3 menunjukkan hubungan antara prosentase KOH terhadap volume alir Hidrogen pada variasi jarak antar elektroda, dengan tinggi air 8cm. Hasil menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi KOH dan semakin pendek jarak elektroda maka volume alir gas semakin meningkat. Hal ini disebabkan karena tingginya konsentrasi KOH dalam air, yang menyebabkan semakin banyak ion-ion yang bergerak bebas hadir di dalam larutan, sehingga intensitas arus listrik yang mengalir akan semakin tinggi. Dan semakin pendek jarak antar elektroda, maka waktu yang dibutuhkan ion-ion untuk menjalani reaksi reduksi pada katoda dan oksidasi pada anoda akan semakin singkat. Hal ini menyebabkan gas yang terurai akan semakin banyak Hasil ini serupa dengan

kurva 4.1 dan 4.2. Tetapi, dengan menurunnya tinggi kolom air dalam reaktor maka jumlah produksi gas juga semakin menurun. Hal ini disebabkan karena gas yang diproduksi akan semakin jauh dari ujung selang, yang berfungsi untuk mengalirkan gas. Sehingga tinggi kolom air juga memberikan pengaruh terhadap produksi gas Hidrogen.

Gambar 4.2.4 Grafik hubungan antara prosentase KOH terhadap volume alir Hidrogen pada variasi tinggi air (jarak elektroda = 1.5cm).

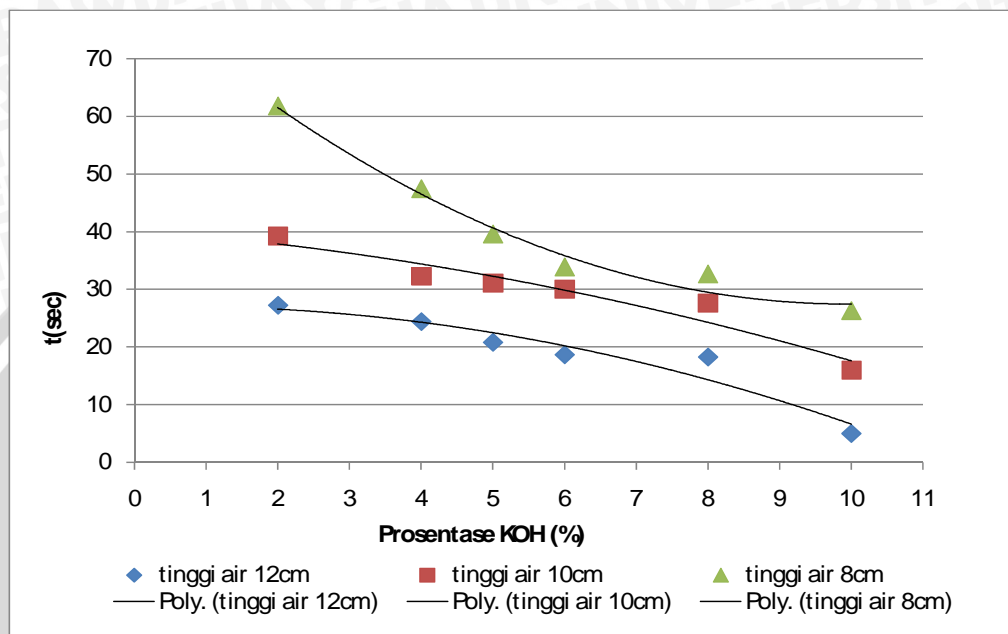


Gambar 4.4 Grafik hubungan antara prosentase KOH terhadap volume alir Hidrogen pada variasi jarak antar elektroda, (tinggi air 8cm).

Gambar 4.4 menunjukkan hubungan antara prosentase KOH terhadap volume alir gas pada berbagai variasi tinggi air dengan jarak elektroda 1.5cm (produksi gas tertinggi). Dari seluruh kurva dapat dilihat bahwa semakin besar konsentrasi KOH dan semakin tinggi air maka semakin besar volume alir gas yang dihasilkan. Hal ini disebabkan karena tingginya konsentrasi KOH dalam air, menyebabkan semakin banyak ion-ion yang bergerak bebas hadir di dalam larutan, sehingga intensitas arus listrik yang mengalir akan semakin meningkat. Dan semakin tinggi kolom air dalam reaktor maka gas yang diproduksi akan

semakin dekat dengan selang, yang berfungsi untuk mengalirkan gas. Sehingga volume alir gas akan semakin tinggi.

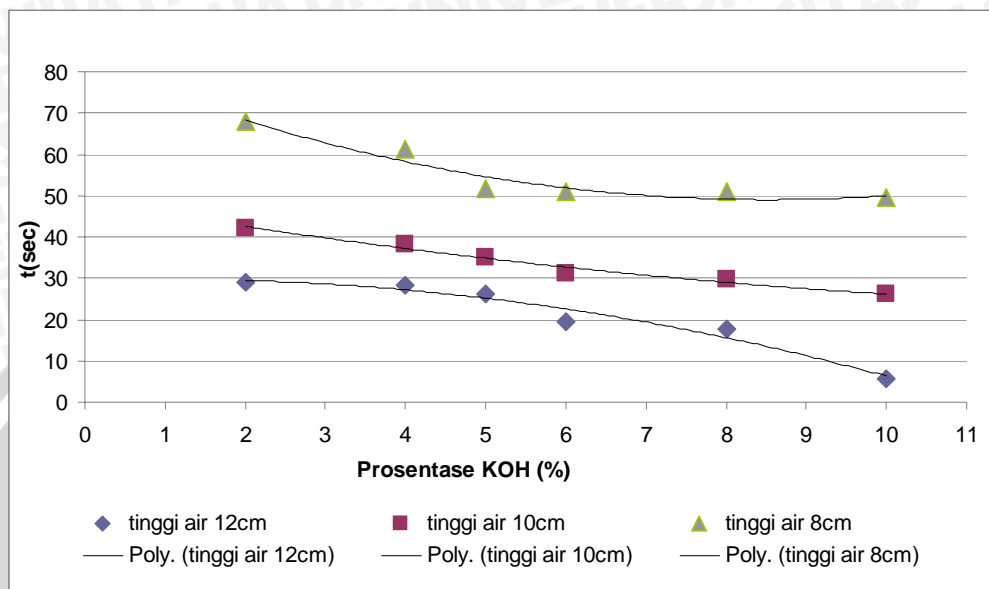
Gambar 4.2.5 Grafik hubungan antara prosentase KOH terhadap waktu nyala Hidrogen pada variasi tinggi air (jarak elektroda = 1.5cm).



Gambar 4.5 Grafik hubungan antara prosentase KOH terhadap waktu nyala Hidrogen pada variasi tinggi air (jarak elektroda = 1.5cm).

Gambar 4.5 menunjukkan hubungan antara prosentase KOH terhadap waktu nyala Hidrogen pada berbagai variasi tinggi air dengan jarak elektroda 1.5cm. Dari seluruh kurva dapat dilihat bahwa semakin besar konsentrasi KOH dan semakin tinggi kolom air maka waktu nyala Hidrogen akan semakin singkat. Hal ini disebabkan semakin tinggi kolom air dalam reaktor maka gas yang diproduksi akan semakin dekat dengan selang dan semakin besar prosentase KOH, maka semakin banyak ion-ion yang bergerak bebas hadir di dalam larutan, sehingga intensitas arus listrik yang mengalir akan semakin tinggi yang menyebabkan volume alir Hidrogen akan semakin meningkat. Dengan peningkatan volume alir Hidrogen maka kecepatan aliran gas untuk menyinggung sumber api pada ujung selang akan semakin tinggi, waktu nyala Hidrogen pun akan semakin singkat.

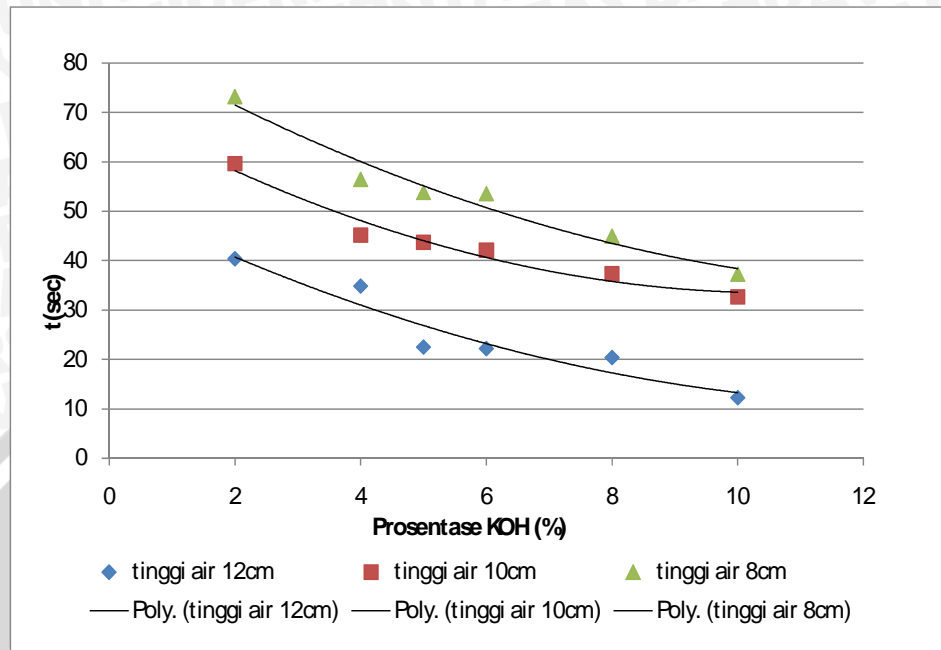
Gambar 4.2.6 Grafik hubungan antara prosentase KOH terhadap waktu nyala Hidrogen pada variasi tinggi air (jarak elektroda = 2.5cm).



Gambar 4.6 Grafik hubungan antara prosentase KOH terhadap waktu nyala Hidrogen pada variasi tinggi air (jarak elektroda = 2.5cm).

Gambar 4.6 menunjukkan hubungan antara prosentase KOH terhadap waktu nyala Hidrogen pada berbagai variasi tinggi air dengan jarak elektroda 2.5cm. Kurva menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi KOH dan semakin tinggi air maka waktu nyala Hidrogen akan semakin singkat. Hal ini disebabkan semakin tinggi kolom air dalam reaktor maka gas yang diproduksi akan semakin dekat dengan selang dan semakin besar prosentase KOH, maka semakin banyak ion-ion yang bergerak bebas hadir di dalam larutan, sehingga intensitas arus listrik yang mengalir akan semakin tinggi yang menyebabkan volume alir Hidrogen akan semakin meningkat. Dengan peningkatan volume alir Hidrogen maka kecepatan aliran gas untuk menyinggung sumber api pada ujung selang akan semakin tinggi, waktu nyala hidrogen pun akan semakin singkat. Hasil ini serupa dengan kurva 4.5, tetapi dengan semakin besar jarak antar elektroda maka waktu nyala Hidrogen akan semakin panjang, hal ini disebabkan pergerakan ion-ion untuk menjalani reaksi redoks pada masing-masing elektroda akan semakin lama, hal ini menyebabkan gas Hidrogen yang terurai akan semakin sedikit.

Gambar 4.7 Grafik hubungan antara prosentase KOH terhadap waktu nyala Hidrogen pada variasi tinggi air (jarak elektroda = 3.5cm).



Gambar 4.7 Grafik hubungan antara prosentase KOH terhadap waktu nyala Hidrogen pada variasi tinggi air (jarak elektroda = 3.5cm).

Gambar 4.7 menunjukkan hubungan antara prosentase KOH terhadap waktu nyala Hidrogen pada berbagai variasi tinggi air dengan jarak elektroda 3.5cm. Kurva menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi KOH dan semakin tinggi air maka waktu nyala Hidrogen akan semakin singkat. Hal ini disebabkan semakin tinggi kolom air dalam reaktor maka gas yang diproduksi akan semakin dekat dengan selang dan semakin besar prosentase KOH, maka semakin banyak ion-ion yang bergerak bebas hadir di dalam larutan, sehingga intensitas arus listrik yang mengalir akan semakin tinggi yang menyebabkan volume alir Hidrogen akan semakin meningkat. Dengan peningkatan volume alir Hidrogen maka kecepatan aliran gas untuk menyinggung sumber api pada ujung selang akan semakin tinggi, waktu nyala hidrogen pun akan semakin singkat. Hasil ini serupa dengan kurva 4.5 dan 4.6, tetapi dengan semakin besar jarak antar elektroda maka waktu nyala Hidrogen akan semakin panjang, hal ini disebabkan

pergerak ion-ion untuk menjalani reaksi redoks pada masing-masing elektroda akan semakin lama, hal ini menyebabkan gas Hidrogen yang terurai akan semakin sedikit.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari analisis data dan pembahasan pengaruh variasi konsentrasi KOH terhadap produksi gas Hidrogen, pada berbagai variasi jarak antar elektroda dan tinggi air, maka dapat diambil suatu kesimpulan bahwa semakin besar prosentase KOH (10%), semakin pendek jarak antar elektroda (1.5cm) dan semakin tinggi kolom air (12cm) maka gas Hidrogen yang diproduksi akan semakin meningkat, sehingga jika alat elektrolisa diaplikasikan ke kendaraan bermotor, gas Hidrogen yang masuk kedalam ruang bakar adalah gas hasil proses elektrolisa yang optimal.

5.2 Saran

1. Dapat dilakukan pengembangan penelitian dengan katalis yang berbeda untuk mengetahui pengaruhnya terhadap produksi gas Hidrogen.
2. Perlunya penelitian lebih lanjut dengan penambahan jumlah elektroda, dengan desain alat elektrolisa yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

Azizah, Utiya, M. Pd; 2004: *Larutan Asam Basa*, Jurnal Kimia.

Bueche, Frederick; 1996: *Fisika Edisi Kedelapan*; Erlangga: Jakarta.

Halliday, David & Resnick, Robert; 1988: *Fisika Jilid I dan II*; Erlangga: Jakarta.

Kristanto, Philips; 1999: *Sistem Injeksi Hidrogen untuk Mengurangi Emisi Hidrokarbon*, Jurnal Teknik Mesin Vol 1: 122-126.

Pertrucci, Ralph; 1992: *Kimia Dasar, Prinsip, dan Terapan Modern*; Terjemahan Suminar, Erlangga: Jakarta.

Purba, Michael; 1994: *Ilmu Kimia*; Erlangga: Jakarta.

Shaidman, L; 1948: *American Gas Association*; McGraw-Hill, Inc: New York.

Himawan, Candra, 2008. *Pengaruh Variasi Arus Listrik DC pada Elektroliser terhadap Karakteristik Kinerja Motor Bensin 4 Langkah*, Skripsi tidak dipublikasikan; Universitas Brawijaya, Malang.

[http://www.bbmair.blogspot.com/bahan bakar air.html](http://www.bbmair.blogspot.com/bahan_bakar_air.html)

[http:// www.wikipedia.com/hidrogen.html](http://www.wikipedia.com/hidrogen.html)

<http://puslit.petra.ac.id/journals/mechanical/>

Lampiran 1 Tabel Fisis Macam-macam Bahan Bakar

Bahan bakar	Kalori / gram
Kayu	3.990 – 4.420
Arang kayu	7.260
Batu bara muda / lignit	3.328 – 3.339
Batu bara subbitumina	5.289 – 5.862
Batu bara bitumina	5.650 – 8.200
Lemak hewan	9.500
Minyak nabati	9.300 – 9.500
Alkohol	6.456
Aspal	5.295
Minyak mentah	10.419 – 10.839
Minyak bunker	10.283 – 10.764
Solar	10.667
Minyak tanah	11.006
Bensin	11.528

Sumber: Nilai kalor macam-macam bahan bakar (RP. Koesoemadinata : 1980)

Gross and Net heating value of simple fuel

Fuel	Symbol	Gross heating value		Net heating value	
		Btu/cu ft	Btu/lb	Btu/cu ft	Btu/lb
Carbon	C		14,093		14,093
Hydrogen	H ₂	325.0	61,100	275.0	51,623
Carbon monoxide	CO	321.8	4,347	321.8	4,347
Sulfur	S		3,982		3,982
Methane	CH ₄	1013.2	23,879	913.1	21,520
Ethane	C ₂ H ₆	1792.0	22,320	1641	20,432
Propane ²	C ₃ H ₈	2590.0	21,661	2385	19,944
Normal butane ²	N-C ₄ H ₁₀	3370.0	21,308	3113	19,680
Acetylene ²	C ₂ H ₂	1488.0	21,344	1438	20,617
Hydrogen sulfide ²	H ₂ S	647.0	7,100	596	6,545

² Heating values may be somewhat less for commercial forms of these compounds

Sumber : L., Shaidman, American Gas Association, New York, 1948

Combustion Characteristics of Fuel

Fuel	Minimum ignition temp °F	Theoretical flame temperature °F (dissociation considered)		Flammability limits % by volume gas in mixture		Maximum flame velocity ft per sec	% theoretical air for max flame velocity
		in air	in oxygen	Lower limit	Upper limit		
Hydrogen (H ₂)	1056	3887	5385	4.00	74.2	9.2 ^c	57
Carbon Mono-xide (CO)	1128	3850	...	12.50	74.2	1.7	57
Acetylene (C ₂ H ₂)	804	...	5630	2.50	80.0	4.9 ^f	91
Methane (CH ₄)	1170	3484	...	5.00	15.0	1.5 ^e	90
Ethane (C ₂ H ₆)	882	3540	...	3.10	12.45	1.4 ^f	94
Propane (C ₃ H ₈)	898	3573	...	2.10	10.10	1.4 ^e	96
Normal Butane (n-C ₄ H ₁₀)	826	3583	...	1.86	8.41	1.3 ^e	97
Hydrogen Sulfide (H ₂ S)	558	...	...	4.3	45.5	...	...
Natural Gas	...	3525 ^d	4790 ^d	4.9	15.0	0.99	100
Producer Gas	...	3010	...	20.7	73.7	0.87	69
Carbureted Water Gas	...	3700	5050	6.4	37.7	2.15	90
Blast Furnace Gas	...	2650	...	35.0	73.5	...	...
Coke Oven Gas	...	3610	...	5.1	30.0	2.2	93
Commercial Propane ^b	920-1020	3595	...	2.4	9.6	...	...
Commercial Butane ^b	900-1000	3615	...	1.9	8.6	...	...
Gasoline	536-804	...	...	1.4-1.5	7.4-7.6	...	...

Sumber : L., Shaidman, American Gas Association, New York, 1948

Lampiran 2 Sifat Fisik Hidrogen

Specification	Standard specification of Hidrogen
Atomic Mass Average	1.00794
Boiling point	20.418 °K, 252.732°C, 422.981°F
Conductivity thermal	0.001815 W/cmK
Density	0.0899g/L @273 &1 atm
Description	Tasteless, colorless, odorless and extremely flammable gas
Enthalpy of Atomization	217.6 KJ/mole @25°C
Enthalpy of Fusion	0.059 KJ/mole
Enthalpy of vaporation	0.449 KJ/mole
Flammability Class: Highly flammable gas	Auto Ignition point: 773°K, 500°C, 932 °F Flash Point: 20 °K, 253 °C, 423°F
Heat of Vaporization	0.44936kJ/mol
Melting point	14.175°K, 258.975°C, 434°F
Molar volume	14.1 cm ³ /mole
Physical State (at 20°C & 1atm)	Gas
Specific Heat	14.304J/gK

Sumber: www.wikipedia.com/hidrogen.html

Lampiran 3 Beberapa Data Fisis Logam Alkali

Sifat	Litium	Natrium	Kalium	Rubidium	Sesium
Nomor atom	3	11	19	37	55
Konfigurasi electron	(He) 2s ¹	(Ne) 3s ¹	(Ar) 4s ¹	(Kr) 5s ¹	(Xe) 6s ¹
Jari-jari atom, Å	1,52	1,86	2,31	2,44	2,62
Jari-jari ion (M ⁺), Å	0,60	0,95	1,33	1,48	1,69
Titik cair, °C	181	97,8	63,6	38,9	28,4
Titik didih, °C	1347	883	774	688	678
Rapatan, g/cm ³	0,53	0,97	0,86	1,53	1,88
Energi pengionan(Kj/mol)	520	496	419	403	376
Keelektronegatifan (skala Pauling)	1,0	0,9	0,8	0,8	0,7
Potensial reduksi standar (Volt)	3,04	2,71	2,92	2,92	2,92

Sumber : Purba.,Michael,Ilmu Kimia,Erlangga.1994.

