

SKRIPSI

**ANALISA ENERGI LISTRIK YANG DIHASILKAN SEL VOLTA Ti-AI
DENGAN PENAMBAHAN $NaCl$ PADA ELEKTROLIT H_2SO_4 DAN $CuSO_4$**

Oleh:

IDHAM RESKI APRIAN PUTRA

D211 16 519



DEPARTEMEN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2020



SKRIPSI

**ANALISA ENERGI LISTRIK YANG DIHASILKAN SEL VOLTA Ti-Al
DENGAN PENAMBAHAN $NaCl$ PADA ELEKTROLIT H_2SO_4 DAN $CuSO_4$**

OLEH :

IDHAM RESKI APRIAN PUTRA

D211 16 519

**Merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik
Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin**

DEPARTEMEN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2020



LEMBAR PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu persyaratan Mengikuti Ujian Akhir guna memperoleh gelar Sejana Teknik pada Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

JUDUL :

**ANALISA ENERGI LISTRIK YANG DIHASILKAN SEL VOLTA Ti-AI
DENGAN PENAMBAHAN $NaCl$ PADA ELEKTROLIT H_2SO_4 DAN $CuSO_4$**

IDHAM RESKILAPRIAN PUTRA

D211 16 519

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



Ir. Machmud Syam, DEA

NIP. 19560101 198603 1 005



Azwar Hayat, ST., M.Sc., Ph.D

NIP. 19840126 201212 1 002

Mengetahui,

Ketua Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin



Dr. Eng. Jalaluddin, ST., MT

NIP. 19720825 200003 1 001



LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda – tangan dibawah ini:

NAMA : IDHAM RESKI APRIAN PUTRA
NIM : D21116519
JUDUL SKRIPSI : ANALISA ENERGI LISTRIK YANG DIHASILKAN SEL VOLTA
Ti-AI DENGAN PENAMBAHAN $NaCl$ PADA ELEKTROLIT H_2SO_4
DAN $CuSO_4$

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi ini merupakan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli saya sendiri. Saya tidak mencantumkan tanpa pengakuan bahan - bahan yang telah dipublikasikan sebelumnya atau ditulis oleh orang lain, atau sebagai bahan yang pernah diajukan untuk gelar atau ijazah pada Universitas Hasanuddin atau perguruan tinggi lainnya.

Apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Hasanuddin

Demikian pernyataan ini saya buat,

Gowa, 01 / 09 / 2020

Yang membuat pernyataan,



IDHAM RESKI



ABSTRAK

IDHAM RESKI APRIAN PUTRA., *Analisa Energi Yang Dihasilkan Sel Volta Ti-Al Dengan Penambahan NaCL Pada Elektrolit H₂SO₄ Dan CuSO₄* (dibimbing oleh Ir. Machmud Syam, DEA dan Azwar Hayat, ST., M.Sc., Ph.D.)

Penelitian ini bertujuan menganalisa energi yang dihasilkan oleh sel volta Ti-Al dengan penambahan *NaCL* pada elektrolit asam sulfat dan tembaga sulfat. Penyusunan sel volta memakai 3 bahan elektrolit (*H₂SO₄*, *CuSO₄* dan *NaCL*) dan divariasikan menjadi 3 jenis variasi elektrolit yaitu elektrolit tanpa campuran, elektrolit asam sulfat yang ditambahkan *NaCL* dan elektrolit tembaga sulfat ditambahkan dengan *NaCL*. Pada elektrolit campuran dilakukan dengan 3 komposisi *NaCL* berbeda yaitu 25%, 50% dan 75%. Bahan elektroda yang digunakan pada penelitian ini yaitu plat titanium pada dan plat aluminium.

Hasil penelitian menunjukkan energi listrik dan suhu yang dihasilkan oleh sel volta dengan elektrolit tanpa campuran cenderung lebih rendah dibawah 2 variasi elektrolit penambahan *NaCL* terhadap asam sulfat dan tembaga sulfat. Daya listrik dan suhu tertinggi yang dihasilkan oleh elektrolit tanpa campuran yaitu pada elektrolit asam sulfat dengan 1,86 mW dan 36,20 °C. Sementara untuk elektrolit asam sulfat yang ditambahkan *NaCL*, menghasilkan suhu terbesar dalam semua pengujian yaitu suhu yang mencapai 104,1 °C pada komposisi *NaCL* 50%. Sementara energi listrik tertinggi yang dihasilkan berada pada komposisi *NaCL* 75% yang dayanya mencapai 18,35 mW. Sementara variasi elektrolit tembaga sulfat yang ditambahkan *NaCL* menghasilkan energi listrik tertinggi dibandingkan 2 variasi elektrolit lainnya. Pada komposisi penambahan *NaCL* 75%, daya yang dihasilkan mencapai 20,46 mW. Tetapi suhu yang dihasilkan tidak terlalu tinggi. Semakin besar komposisi *NaCL* pada campuran elektrolitnya, semakin kecil suhu yang dihasilkan. Suhu tertinggi yang dihasilkan oleh variasi elektrolit ini yaitu pada komposisi *NaCL* 25% dengan besar 75 °C.



Keywords : Sel Volta, *H₂SO₄*, *CuSO₄*, *NaCL*, Campuran Elektrolit.

ABSTRACT

IDHAM RESKI APRIAN PUTRA., Analyzing the Energy Produced by Volta Ti-Al Cells with the Addition of NaCl to H₂SO₄ and CuSO₄ Electrolytes (supervised by Ir. Machmud Syam, DEA and Azwar Hayat, ST., M.Sc., Ph.D.

This study aims to analyze the energy produced by Ti-Al voltaic cells with the addition of NaCl to sulfuric acid and copper sulfate electrolytes. The composition of the voltaic cell used 3 electrolyte materials (H₂SO₄, CuSO₄, and NaCl) and varied into 3 types of electrolyte variations, namely unmixed electrolytes, sulfuric acid electrolytes that have been added with NaCl and copper sulfate electrolytes that have been added with NaCl. The mixed electrolyte was carried out with 3 different NaCl compositions, there are 25%, 50%, and 75%. The electrode materials used in this research are titanium plate and aluminum plate.

The results showed that the electrical energy and temperature produced by voltaic cells with electrolyte without mixture tended to be lower under the 2 electrolyte variations with the addition of NaCl to sulfuric acid and copper sulfate. The highest electrical power and temperature produced by the electrolyte without a mixture was sulfuric acid electrolyte with 1.86 mW and 36.20 ° C. Meanwhile, for sulfuric acid electrolyte added with NaCl, it produced the largest temperature in all tests, namely temperatures reaching 104.1 ° C at 50% NaCl composition. Meanwhile, the highest electrical energy produced is at 75% NaCl composition, which has a power of 18.35 mW. Meanwhile, the copper sulfate electrolyte that has been added with NaCl produced the highest electrical energy compared to the other 2 electrolyte variations. At the composition of 75% NaCl addition, the power produced reached 20.46 mW. But the resulting temperature is not very high. The greater the NaCl composition in the electrolyte mixture, the smaller the temperature produced. The highest temperature produced by this electrolyte variation is at the composition of 25% NaCl with a magnitude of 75 ° C.



s : Volta Cell, H₂SO₄, CuSO₄, NaCl, Electrolyte Mixture.

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji syukur kita panjatkan kehadiran Allah SWT, atas banyaknya Berkah, Rahmat dan Hidayah-Nya sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. Salam dan shalawat kepada Nabi Muhammad SAW sebagai tauladan kami yang menghantarkan kita selalu menuntut ilmu untuk bekal akhirat dan duniawi.

Akhir penyusunan skripsi “**ANALISA ENERGI LISTRIK YANG DIHASILKAN SEL VOLTA Ti-AI DENGAN PENAMBAHAN *NaCl* PADA ELEKTROLIT *H₂SO₄* DAN *CuSO₄***” sudah ada dihadapan pembaca. Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana pada program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Penghargaan dan ucapan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada kedua orang tua dan saudara-saudara saya (penulis) yang selalu memberikan motivasi, support dan kasih sayangnya serta doa restunya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.

Saya menyadari dalam menyelesaikan skripsi dan penelitian ini tidaklah mudah, banyak hambatan dan masalah yang dihadapi hingga sampai ke titik ini. Namun berkat doa dan dukungan dari berbagai pihak akhirnya penelitian dan skripsi ini telah selesai.

Oleh karena ini dengan penuh rasa hormat dan tulus saya selaku penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada Bapak Ir. Machmud Syam., DEA selaku pembimbing pertama dan Bapak Azwar Hayat, ST., M.Sc., Ph.D. selaku pembimbing kedua, yang telah memberikan sangat banyak pelajaran berharga bagi saya, yang tidak bisa ternilai harganya dengan apapun, meluangkan waktu dan tenaganya, dan juga memberikan motivasi dan ide-ide kepada saya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi



Tak lupa pula penulis menyampaikan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada semua pihak yang telah memberikan bimbingan dan petunjuk, terutama kepada :

1. *The One and Only* Mutiara Salsabila yang selalu memberikan waktunya 24/7 untuk menjadi *support dan mood booster* peneliti.
2. Bapak Dr. Eng. Jalaluddin, ST., MT, selaku Ketua Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
3. Bapak dan ibu dosen serta staf Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
4. Seluruh teman-teman mahasiswa Teknik Mesin khususnya Angkatan 2016 COMPREZZOR. Terima kasih atas bantuan dan dukungannya serta semangat.
5. Teman-teman asisten Laboratorium Motor Bakar yang telah banyak membantu dalam penelitian ini.
6. Saudara saya M. Khalid dan Muh. Adhan yang telah membantu pada awal penelitian saya.
7. Seluruh pihak yang tidak sempat disebutkan namanya satu per satu.

Akhir kata, *jazakumullah khairan katsiran* atas semuanya dan penulis berharap, tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua khususnya dalam ilmu konversi energi. Karenanya, masukan dan kritik rekan-rekan sekalian kiranya dapat membantu pengembangan penelitian ini selanjutnya.

Gowa, 19 Juli 2020

Idham Reski Aprian Putra



DAFTAR ISI

HALAM SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
NOMENKLATUR	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	4
1.3. Tujuan.....	4
1.4. Manfaat.....	4
1.5. Batasan Masalah	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Sel Volta	5
2.2. Proses Elektrolisis.....	6
2.3. Proses Reduksi dan Oksidasi	7
2.4. Elektroda.....	7
2.5. Elektrolit	8
2.6. Aluminium (Al).....	8



2.7. Titanium (Ti)	9
2.8. Asam Sulfat (H ₂ SO ₄)	10
2.9. Tembaga Sulfat (CuSO ₄)	11
2.10. Garam Dapur (NaCL)	12
2.11. Daya Listrik	13

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat	14
3.2. Alat dan Bahan	14
3.2.1. Alat	14
3.2.2. Bahan	17
3.3. Diagram Alur Penelitian	19
3.4. Prosedur Penelitian	20
3.4.1. Perancangan	20
3.4.2. Persiapan Alat dan Bahan	20
3.4.3. Tahap Pembuatan	21
3.4.4. Tahap Pengujian	21

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Elektrolit Tanpa Campuran	23
4.1.1. Asam Sulfat (H ₂ SO ₄)	24
4.1.2. Garam Dapur (NaCL)	26
4.1.3. Tembaga Sulfat (CuSO ₄)	28
4.1.4. Pembahasan Elektrolit Tanpa Campuran	30
2. H ₂ SO ₄ + NaCL	32



4.2.1.	H ₂ SO ₄ + NaCL 25%	33
4.2.2.	H ₂ SO ₄ + NaCL 50%	35
4.2.3.	H ₂ SO ₄ + NaCL 75%	37
4.2.4.	Pembahasan Elektrolit H ₂ SO ₄ + NaCL	38
4.3.	CuSO ₄ + NaCL	40
4.3.1.	CuSO ₄ + NaCL 25%	41
4.3.2.	CuSO ₄ + NaCL 50%	43
4.3.3.	CuSO ₄ + NaCL 75%	45
4.3.4.	Pembahasan Elektrolit CuSO ₄ + NaCL	46
4.4.	Pembahasan Elektrolit Secara Keseluruhan	48
BAB V PENUTUP		
5.1.	Kesimpulan	50
5.2.	Saran	51
DAFTAR PUSTAKA		52
LAMPIRAN.....		54



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema Sel Volta	6
Gambar 2.2 Plat Aluminium	9
Gambar 2.3 Plat Titanium	10
Gambar 2.4 Asam Sulfat	10
Gambar 2.5 Tembaga Sulfat	11
Gambar 2.6 Garam Dapur	13
Gambar 3.1 Plat Titanium	14
Gambar 3.2 Plat Aluminium	15
Gambar 3.3 Kabel Tunggal	16
Gambar 3.4 Voltmeter	16
Gambar 3.5 <i>Thermometer</i>	17
Gambar 3.6 Bagan Alir Pelaksanaan	19
Gambar 3.7 <i>Design</i> Sel Volta Ti-Al	20
Gambar 4.1 Proses Pengujian Sel Volta Rancangan	22
Gambar 4.2 Suhu Sel Elektrolit Campuran	23
Gambar 4.3 Grafik Asam Sulfat	24
Gambar 4.4 Grafik Garam Dapur	26
Gambar 4.5 Grafik Tembaga Sulfat	28
Gambar 4.6 <i>History</i> Daya Elektrolit Tanpa Campuran	30



Gambar 4.7 Suhu Sel Elektrolit $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NaCl}$	32
Gambar 4.8 Grafik $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NaCl}$ 25%	33
Gambar 4.9 Grafik $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NaCl}$ 50%	35
Gambar 4.10 Grafik $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NaCl}$ 75%	37
Gambar 4.11 <i>History</i> Daya Penambahan NaCl terhadap H_2SO_4	39
Gambar 4.12 Suhu Sel Elektrolit $\text{CuSO}_4 + \text{NaCl}$	40
Gambar 4.13 Grafik $\text{CuSO}_4 + \text{NaCl}$ 25%	41
Gambar 4.14 Grafik $\text{CuSO}_4 + \text{NaCl}$ 50%	43
Gambar 4.15 Grafik $\text{CuSO}_4 + \text{NaCl}$ 75%	45
Gambar 4.16 <i>History</i> Daya Penambahan NaCl terhadap CuSO_4	37
Gambar 4.17 <i>History</i> Daya Penambahan NaCl terhadap Elektrolit Campuran...	48



DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Perubahan Massa Elektroda Pada Elektrolit Tanpa Campuran	23
Tabel 4.2 Tabel Data Elektrolit Tanpa Campuran	30
Tabel 4.3 Perubahan Massa Elektroda Pada Elektrolit H ₂ SO ₄ + NaCL	32
Tabel 4.4 Tabel Data Elektrolit H ₂ SO ₄ + NaCL	38
Tabel 4.5 Perubahan Massa Elektroda Pada Elektrolit CuSO ₄ + NaCL	40
Tabel 4.6 Tabel Data Elektrolit CuSO ₄ + NaCL.....	47



NOMENKLATUR

NOTASI	KETERANGAN	SATUAN
p	Panjang Elektrofa	Cm
l	Lebar Elektroda	Cm
t	Tebal Elektroda	mm
T	Waktu	menit
V	Volume	mm ³
V	Tegangan Listrik	Volt
I	Arus Listrik	mA
P	Daya Listrik	mW
T	Temperatur	°C
v	Laju Perubahan Suhu Rerata	°C/menit
P	Daya Listrik Kumulatif	mW



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dewasa ini manusia dihadapkan pada masalah yang sangat penting ditinjau dari makin pesatnya perkembangan teknologi di semua bidang, termasuk di antaranya kebutuhan akan energi listrik. Energi listrik merupakan bentuk energi dengan penggunaan terbesar bagi keberlangsungan aktivitas manusia baik bagi individu, kelompok masyarakat maupun dunia industri. Dengan adanya peningkatan kegiatan juga mendorong peningkatan pengoperasian peralatan dengan tenaga listrik.

Konsumsi energi listrik masyarakat Indonesia terus meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk, jumlah investasi dan perkembangan teknologi. Hal ini berbanding terbalik dengan pola konsumsi energi yang terus meningkat dibandingkan dengan bahan untuk menyuplai produksi listrik itu sendiri. Untuk saat ini pembangkitan energi listrik masih menggunakan energi fosil sebagai bahan utamanya, sehingga energi fosil semakin berkurang karena adanya peningkatan penggunaan energi listrik, British Petroleum Global, sebuah perusahaan minyak bumi multinasional, dalam annual report 2013 mengestimasi bahwa cadangan 2 minyak bumi dunia akan habis dalam kurun waktu 53,3 tahun, sedang di asiapasific akan habis dalam 14 tahun

Berdasarkan data dari Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) mencatat realisasi konsumsi listrik nasional meningkat di sepanjang 2018 menjadi 1.064 kWh per kapita. Tingkat konsumsi listrik di 2018 tercatat lebih tinggi dari tahun 2017 dan 2016. Pada 2017, konsumsi listrik nasional berada di 1.012 kWh, sementara pada 2016 berada di 956 kWh. Perkembangan pemakaian listrik terjadi karena peningkatan penggunaan pemakaian daya, sehingga perlu diadakannya

peningkatan daya. Klasifikasi listrik rumah tangga 450 watt seperti nya eser dan beralih meningkat diatasnya, 900 dan 1300 watt.



Berdasarkan masalah tersebut dibutuhkan jalan keluar atas ketergantungan energi fosil yang tinggi sebagai sumber utama penghasil listrik.

Salah satu yang menjadi perbincangan hangat di dunia teknologi saat ini adalah pembangkit listrik menggunakan metode sel volta atau sel *galvani*. Sel volta merupakan sel yang dapat menghasilkan arus listrik dengan melakukan penataan bahan kimia dan penghantar listrik yang memberikan aliran elektron lewat rangkaian luar dari suatu zat kimia yang teroksidasi ke zat kimia yang direduksi. Pada sel volta, anoda berfungsi sebagai elektroda bermuatan negatif dan katoda bermuatan positif. Arus listrik mengalir dari katoda menuju anoda sehingga reaksi kimia yang terjadi pada sel volta berlangsung secara spontan.

Pada rangkaian alat sel volta, tidak terlepas dari penggunaan larutan elektrolit sebagai media penghantar arus listrik. Penggunaan larutan elektrolit yang tepat dapat menghasilkan energi listrik yang baik pula dalam rancang bangun sel volta. Larutan elektrolit yang umumnya digunakan pada rancang bangun sel volta yaitu larutan elektrolit kuat. Larutan elektrolit kuat, yakni larutan yang semua molekulnya terurai menjadi ion-ion (terionisasi sempurna). Oleh karena banyaknya ion-ion penghantar listrik yang terbentuk, maka daya hantarnya juga kuat. Pada beberapa penelitian, sel larutan elektrolit yang paling sering digunakan adalah Asam Sulfat (H_2SO_4). Asam sulfat adalah larutan elektrolit kuat yang sangat baik dalam menghantarkan listrik karena terionisasi sempurna. Tetapi disamping sebagai larutan elektrolit yang baik dalam menghantarkan listrik, asam sulfat merupakan larutan yang berbahaya bagi lingkungan, industri dan bahkan manusia. Sifat asam yang tinggi dimiliki asam sulfat menjadikan senyawa tersebut bersifat korosif yang sangat tidak baik untuk dunia perindustrian ataupun lingkungan,

ngkan bagi manusia Efek yang ditimbulkan akibat sifat asam sulfat ggi senyawa korosif dan penarik air yang kuat dapat mengakibatkan seperti terkena luka bakar. Selain berbahaya untuk kulit atau



jaringan, jenis asam sulfat pekat berasap (oleum) dapat berbahaya untuk saluran pernapasan. Oleum mengeluarkan asap berupa gas SO_2 yang sangat reaktif. Gas ini sangat berpotensi merusak paru-paru bila terhirup. Pada industry 4.0, segala jenis pembuatan dan penerapan alat alat baik dalam bidang *engineering* diusahakan sedemikian rupa agar bisa ramah terhadap lingkungan. Sel volta dengan larutan elektrolit kuat bukan hanya dengan larutan asam tetapi larutan tembaga sulfat dan garam juga merupakan larutan elektrolit yang dapat terionisasi sempurna. Tembaga sulfat atau yang biasa dikenal dengan cupri sulfat. Senyawa ini memiliki rumus kimi $CuSO_4$. Dalam penerapannya sebagai larutak elektrolit, senyawa ini merupakan elektrolit kuat atau terionisasi sempurna. Contoh lainnya yaitu $NaCl$ atau garam dapur adalah salah satu bahan elektrolit yang tidak berbahaya tetapi mampu menghantarkan listrik yang baik pada penerapannya.

Maka dari itu, selaku penulis berinisiatif untuk melakukan penelitian tentang “ANALISA ENERGI LISTRIK YANG DIHASILKAN SEL VOLTA Ti-Al DENGAN PENAMBAHAN $NaCl$ PADA ELEKTROLIT H_2SO_4 DAN $CuSO_4$ ” . Sel volta yang akan dirancang termasuk kedalam sel volta sekunder. Salah satu jenis Sel volta sekunder itu sendiri yaitu sel aki, yaitu yang rancangannya terdiri dari 2 elektroda yang di reaksikan dalam 1 larutan elektrolit. Tetapi pada penelitian ini dilakukan rekayasa elektrolit. Dalam satu sel volta terdapat plat Titanium (Ti) sebagai Katoda, dan plat Aluminium (Al) sebagai Anoda , adapun zat elektrolitnya divariasikan menggunakan Asam Sulfat (H_2SO_4), Tembaga Sulfat ($CuSO_4$) dan Garam Dapur ($NaCl$). Metode Sel Volta ini sangat efesien untuk digunakan. Selain itu, dapat didaur ulang dengan cara mengganti komposisi bahan dari masing masing sel volta beserta

olitnya. Sehingga dengan dibuatnya pembangkit listrik metode sel biasa menjadi salah satu energy alternatif yang terbarukan usnya energi listrik.



1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana merancang sel volta dengan pasangan sel Ti-Al?
2. Bagaimana energi listrik yang dihasilkan oleh sel volta Ti-Al dengan elektrolit H_2SO_4 , $CuSO_4$ dan $NaCl$?
3. Bagaimana energi listrik yang dihasilkan oleh sel volta Ti-Al dengan variasi penambahan *NaCl* dengan H_2SO_4 , dan $CuSO_4$?

1.3 Tujuan

1. Merancang sel volta dengan pasangan sel Ti-Al
2. Menganalisa energi yang dihasilkan oleh sel volta Ti-Al dengan elektrolit H_2SO_4 , $CuSO_4$ dan $NaCl$
3. Menganalisa energi yang dihasilkan oleh sel volta Ti-Al dengan variasi penambahan *NaCl* dengan H_2SO_4 , dan $CuSO_4$

1.4 Manfaat

1. Membantu dalam mengurangi penggunaan bahan bakar minyak (BBM) sebagai sumber energi alternatif.
2. Menjadi sumber energi listrik yang ramah lingkungan.
3. Mengetahui energi listrik yang dihasilkan dari sel volta dengan menurunkan kadar elektrolit berbahaya.

1.5 Batasan Masalah

1. Menggunakan Plat Aluminium pada Anoda dan Plat Titanium pada Katoda
2. Menggunakan Asam Sulfat, Tembaga Sulfat, dan Garam Dapur Sebagai Larutan Elektrolit



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Sel Volta

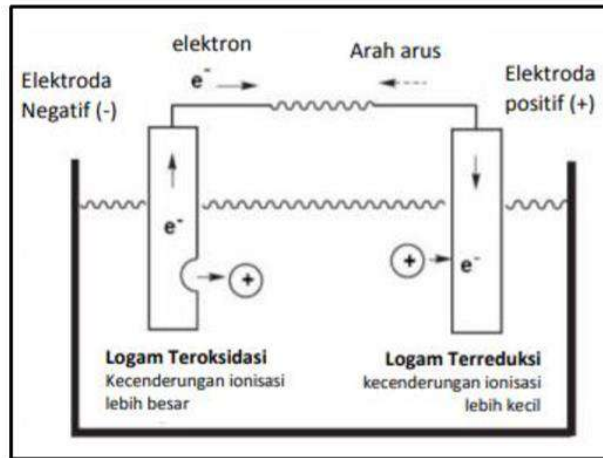
Sel volta merupakan sel yang dapat menghasilkan arus listrik. Pada sel galvani, anoda berfungsi sebagai elektroda bermuatan negative dan katoda bermuatan positif. Arus listrik mengalir dari katoda menuju anoda. Reaksi kimia yang terjadi pada sel galvani berlangsung secara spontan. Sel volta adalah penataan bahan kimia dan penghantar listrik yang memberikan aliran elektron lewat rangkaian luar dari suatu zat kimia yang teroksidasi ke zat kimia yang direduksi. Dalam sel volta, oksidasi berarti dilepaskan elektron oleh atom, molekul dan ion. Sedangkan reduksi berarti diperolehnya elektron oleh partikel- partikel atom, molekul dan ion. (Muh. Ali usman, dkk, 2017)

Bila dua logam dicelupkan dengan kecenderungan ionisasi yang berbeda dalam larutan elektrolit dan menghubungkan kedua elektroda dengan kawat, sebuah sel volta akan tersusun. Pertama, logam dengan kecenderungan ionisasi yang lebih besar akan teroksidasi, menghasilkan kation yang terlarut dalam larutan elektrolit. Kemudian elektron yang dihasilkan akan bermigrasi ke logam dengan kecenderungan ionisasi lebih rendah melalui kawat. Pada logam dengan kecenderungan ionisasi lebih rendah, kation yang terlarut dalam larutan elektrolit akan direduksi dengan adanya elektron yang mengalir ke logam tersebut (Devi, Yulianti, 2016).

Sel Volta dibedakan menjadi tiga jenis yaitu sel Volta primer merupakan sel Volta yang tidak dapat diperbarui (sekali pakai) dan bersifat tidak dapat balik (irreversible) contohnya baterai kering. Sel Volta sekunder merupakan sel Volta yang dapat diperbarui (sekali pakai) dan bersifat dapat balik (reversible) ke keadaan semula

tohnya baterai aki. Sel Volta bahan bakar (full cell) adalah sel Volta yang tidak dapat diperbarui tetapi tidak habis contohnya sel campuran bahan bakar pesawat luar angkasa. (Muhammad Ridwan H, 2016).





Gambar 2.1 Skema Sel Volta

2.2. Proses Elektrolisis

Proses elektrolisis adalah penguraian suatu elektrolit oleh arus listrik. Pada sel elektrolisis. Reaksi kimia akan terjadi jika arus listrik dialirkan melalui larutan elektrolit, yaitu energi listrik (arus listrik) diubah menjadi energi kimia (reaksi redoks). Tiga ciri utama, yaitu :

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

Sel elektrolisis merupakan sel elektrokimia yang menggunakan sumber

energi listrik untuk mengubah reaksi kimia yang terjadi. Pada sel elektrolisis katoda memiliki muatan negatif sedangkan anoda memiliki muatan positif (Harahap, 2019). Apabila dalam suatu elektrolit ditempatkan dua elektroda dan dialiri arus listrik searah maka akan terjadi peristiwa elektrokimia yaitu

gejala dekomposisi elektrolit, dimana ion positif (kation) bergerak ke katoda dan menerima elektron yang direduksi dan ion negative (anion) bergerak ke anoda dan menyerahkan elektron yang dioksidasi (Khurudin et al., 2017).



2.3. Proses Reduksi dan Oksidasi

Istilah redoks berasal dari dua konsep, yaitu reduksi dan oksidasi. Ia dapat dijelaskan dengan mudah sebagai berikut:

- Oksidasi menjelaskan pelepasan elektron oleh sebuah molekul, atom, atau ion.
- Reduksi menjelaskan penambahan elektron oleh sebuah molekul, atom, atau ion.

Walaupun cukup tepat untuk digunakan dalam berbagai tujuan, penjelasan di atas tidaklah persis benar. Oksidasi dan reduksi tepatnya merujuk pada perubahan bilangan oksidasi karena transfer elektron yang sebenarnya tidak akan selalu terjadi. Sehingga oksidasi lebih baik didefinisikan sebagai peningkatan bilangan oksidasi, dan reduksi sebagai penurunan bilangan oksidasi. Dalam praktiknya, transfer elektron akan selalu mengubah bilangan oksidasi, namun terdapat banyak reaksi yang diklasifikasikan sebagai "redoks" walaupun tidak ada transfer elektron dalam reaksi tersebut (misalnya yang melibatkan ikatan kovalen).

2.4. Elektroda

Elektroda adalah konduktor yang digunakan untuk bersentuhan dengan bagian atau media non-logam dari sebuah sirkuit (misal semikonduktor, elektrolit atau vakum). Ungkapan kata ini diciptakan oleh ilmuwan Michael Faraday dari bahasa Yunani elektron (berarti amber, dan hodos sebuah cara). Elektroda berperan sebagai tempat berlangsungnya reaksi. Reaksi reduksi berlangsung di katoda, sedangkan reaksi oksidasi berlangsung di anoda. Kutub negatif sumber arus mengarah pada katoda (sebab memerlukan elektron) dan kutub positif sumber arus tentunya mengarah pada anoda. Akibatnya, katoda bermuatan negatif dan menarik kation-kation yang akan tereduksi menjadi endapan logam. Sebaliknya, anoda bermuatan positif dan menarik anion-anion yang akan teroksidasi menjadi gas. (Mada, 2014).



2.5. Elektrolit

Elektrolit adalah suatu zat yang larut atau terurai ke dalam bentuk ion-ion dan selanjutnya larutan menjadi konduktor elektrik, ion-ion merupakan atom-atom bermuatan elektrik. Elektrolit bisa berupa air, asam, basa atau berupa senyawa kimia lainnya. Elektrolit umumnya berbentuk asam, basa atau garam. Beberapa gas tertentu dapat berfungsi sebagai elektrolit pada kondisi tertentu misalnya pada suhu tinggi atau tekanan rendah. Elektrolit kuat identik dengan asam, basa, dan garam kuat. Elektrolit merupakan senyawa yang berikatan ion dan kovalen polar. Sebagian besar senyawa yang berikatan ion merupakan elektrolit sebagai contoh ikatan ion NaCl yang merupakan salah satu jenis garam yakni garam dapur. NaCl dapat menjadi elektrolit dalam bentuk larutan dan lelehan. atau bentuk liquid dan aqueous. sedangkan dalam bentuk solid atau padatan senyawa ion tidak dapat berfungsi sebagai elektrolit.

2.6. Aluminium (Al)

Aluminium merupakan logam yang biasa dijumpai dalam kerak bumi dan terdapat dalam batuan seperti felspar dan mika. Kandungan yang mudah diperoleh yaitu oksida terhidrat seperti bauksit, $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, dan kryolit, Na_3AlF_6 . Aluminium dibuat dalam skala besar dari bauksit, $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ yang kemudian tahan terhadap proses korosi karena lapisan oksida yang kuat dan liat terbentuk pada permukaannya. Lapisan-lapisan oksida yang tebal seringkali dilapiskan secara elektrolitik pada aluminium yang merupakan proses anodasi (Albert, 1995 pada Khusnul, 2014).

Aluminium merupakan unsur metal yang mempunyai sifat mudah dibentuk, lentur, dan tahan korosi. Aluminium banyak digunakan dalam bidang industri, termasuk dalam industri perkapalan. Akan tetapi untuk Aluminium murni memiliki kekuatan yang rendah. Hal ini bisa ditingkatkan dengan pepaduan Aluminium dengan komposisi lainnya untuk peningkatan sifat dari aluminium murni tersebut. Adanya lapisan oksida pada aluminium ini mengakibatkan Aluminium memiliki keandalan yang baik terhadap korosi sekalipun tanpa tambahan pelapisan perlindungan lagi (Khusnul 2014)





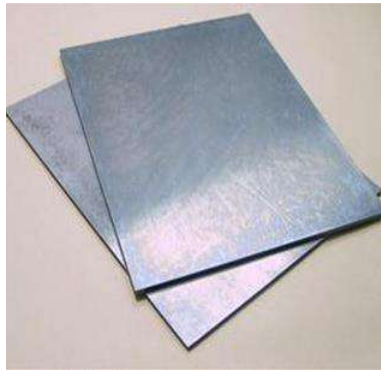
Gambar 2.2 Plat Aluminium

2.7. Titanium (Ti)

Titanium adalah salah satu anggota paling ringan dari deretan elemen transisi deretan pertama, yang terdiri dari Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu dan Zn, dan termasuk dalam grup 4 dari tabel periodik, bersama dengan Zr dan Hf. Unsur ini memiliki nomor atom 22, massa atom 48, tiga keadaan oksidasi utama (+2, +3 dan +4), di mana +4 adalah yang paling umum, dan lima isotop yang terjadi secara alami (^{46}Ti , ^{47}Ti , ^{48}Ti , ^{49}Ti , dan ^{50}Ti), di antaranya ^{48}Ti adalah yang paling berlimpah di 74% dari total massa. Logam Titanium memiliki densitas 4.51 gm/cm^3 , temperature lebur $1668 \text{ }^\circ\text{C}$, kekuatan tarik $79.8 \times 10^3 \text{ psi}$ (550 Mpa) dan kekerasan 210 HVN. Titanium merupakan salah satu dari tiga logam bukan logam mulia yang mempunyai sifat daya tahan korosi yang baik terhadap lingkungan.

Titanium adalah elemen logam lithophile yang membentuk beberapa mineral, termasuk ilmenit FeTiO_3 , rutile, brookite, anatase (semua TiO_2) dan sphene CaTiSiO_5 , tetapi juga terjadi sebagai elemen aksesori dalam piroksen, amphibole, mika, dan garnet. Ini adalah logam yang relatif melimpah dengan kelimpahan kerak 6320 mg kg^{-1} (Mielke 1979, Fyfe 1999).





Gambar 2.3 PlatTitanium

2.8. Asam Sulfat (H_2SO_4)

Asam Sulfat (H_2SO_4) merupakan asam mineral (anorganik) yang kuat. Cairan yang bersifat korosif, tidak berwarna, tidak berbau, sangat reaktif dan mampu melarutkan berbagai logam. Bahan kimia ini dapat larut dengan air dengan segala perbandingan, mempunyai titik lebur $10,31$ o C dan titik didih pada $336,85$ oC tergantung kepekatan serta pada temperatur 300 oC atau lebih terdekomposisi menghasilkan sulfur trioksida. Asam sulfat (H_2SO_4) dapat dibuat dari belerang (S), pyrite (FeS) dan juga beberapa sulfid logam (CuS , ZnS , NiS). Pada umumnya asam sulfat diproduksi dengan kadar 78%-100% serta bermacam-macam konsentrasi oleum. Zat ini larut dalam air pada semua perbandingan dimana merupakan senyawa kimia yang paling banyak diproduksi dibandingkan dengan senyawa kimia lain. Kegunaan utamanya antara lain, pemrosesan bijih mineral, sintesis kimia, pemrosesan air limbah dan pengilangan minyak. Asam sulfat juga biasa dimanfaatkan sebagai bahan dasar pembuatan pupuk, bahan peledak, detergen, zat warna, insektisida, obat-obatan, plastik, baja, dan baterai (Khoirul Abidin, 2015)



Gambar 2.4 Asam Sulfat (H_2SO_4)



2.9. Tembaga Sulfat (CuSO_4)

Tembaga (II) sulfat merupakan padatan kristal biru, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ triklini. Pentahidratnya kehilangan 4 molekul air pada 1100°C dan yang ke lima pada 1500°C membentuk senyawa anhidrat berwarna putih. Pentahidrat ini dibuat dengan mereaksikan tembaga (II) oksida atau tembaga (II) karbonat dengan H_2SO_4 encer, larutannya dipanaskan hingga jenuh dan pentahidrat yang biru mengkristal jika didinginkan. Dalam bentuk pentahidrat, setiap ion tembaga (II) dikelilingi oleh empat molekul air pada setiap sudut segi empat, kedudukan kelima dan keenam dari oktahedral ditempati oleh atom oksigen dari anion sulfat, sedangkan molekul air kelima terikat oleh ikatan hidrogen.

Tembaga (II) sulfat, juga dikenal sebagai sulfat cupric, adalah senyawa kimia dengan rumus kimia CuSO_4 . Garam ini ada sebagai serangkaian senyawa yang berbeda dalam derajat mereka hidrasi. Bentuk anhidrat adalah bubuk hijau atau abu-abu putih pucat, sedangkan pentahidrat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), garam paling sering ditemukan, adalah biru terang. Tembaga sulfat exothermically larut dalam air untuk memberikan kompleks aquo $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$, yang memiliki geometri molekul oktahedral dan paramagnetik. Nama lain untuk tembaga (II) sulfat adalah “vitriol biru” dan “bluestone”. (Ahmad Mantiq, 2016)



Gambar 2.5 Tembaga Sulfat (CuSO_4)



2.10. Garam Dapur (NaCl)

Garam adalah senyawa ionik yang terdiri dari ion positif (kation) dan ion negatif (anion), sehingga membentuk senyawa netral (tanpa bermuatan). Kation garam dapat dianggap berasal dari suatu basa, sedangkan anionnya berasal dari suatu asam oleh karenanya garam terbentuk dari hasil reaksi asam dan basa. Larutan garam dalam air merupakan larutan elektrolit, yaitu larutan yang dapat menghantarkan arus listrik. Salinitas merupakan kadar garam yang terlarut dalam air. Salinitas juga merupakan bagian dari sifat fisik kimia suatu perairan selain suhu, PH, substrat dan lain-lain. (M Adhzerian ., R, 2019)

Penelitian tentang larutan dalam air dari beberapa zat yang dapat menghantarkan listrik disebut elektrolit. Tidak semua zat yang terlarutkan dapat menghantarkan listrik yang disebut dengan non elektrolit. Partikel dalam larutan yang menghantarkan listrik merupakan ion-ion. Ion-ion inilah yang menentukan sifat hantaran listrik serta sifat fisika dan kimia suatu elektrolit. Elektrolit pada umumnya berbentuk asam dan basa atau garam. Ada beberapa gas juga dapat digunakan sebagai elektrolit dengan kondisi tertentu misalnya pada suhu tinggi atau tekanan rendah. Ion dari garam NaCl menghasilkan reaksi anode dan katode, ion negatif dari garam akan mengoksidasi Pb elektrode yang mengakibatkan adanya perbedaan potensial antara elektrode Pb dan menyebabkan arus listrik. (M Adhzerian ., R, 2019)





Gambar 2.6 Garam Dapur (NaCL)

2.11. Daya Listrik

Daya Listrik dalam satuan internasional adalah Watt (W), atau dalam bahasa Inggris disebut dengan Electrical Power adalah jumlah energi yang diserap atau dihasilkan dalam sebuah sirkuit/rangkaian. Sumber Energi seperti tegangan listrik akan menghasilkan daya listrik sedangkan beban yang terhubung dengannya akan menyerap daya listrik tersebut.

Rumus umum yang digunakan untuk menghitung Daya Listrik dalam sebuah Rangkaian Listrik adalah sebagai berikut: (Usman, dkk. 2017)

$$P = V \times I \dots\dots\dots$$

Keterangan :

P = Daya Listrik (Watt)

V = Tegangan Listrik (Volt)

I = Arus Listrik (Ampere)

