

MESIN INHALASI HYDROXY KAPASITAS 24-36 WATT BERBASIS SOLAR CELL

Bekti Yulianti, ST. MT¹, IA. Dr. Yohanes Dewanto, MT², Munnik Haryanti, ST. MT³,
Muryan Awaluddin, S.Kom, M. Kom⁴
^{1,2,3}Jurusan Teknik Elektro, ⁴Jurusan Sistem Informasi, Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma

Abstrak

Alat inhalasi hydroxyl merupakan salah satu alat yang digunakan untuk terapi yang berhubungan dengan keluhan terhadap pernapasan. Prinsip kerja dari alat inhalasi ini adalah menguraikan molekul air menjadi senyawa Oksigen dan senyawa Hidrogen. Gas yang dihasilkan dari penguraian tersebut dinamakan gas HHO. Generator HHO adalah alat yang akan menghasilkan gas HHO dari proses penguraian senyawa air tersebut. Generator yang akan dibuat memiliki kapasitas 24-36 watt dengan sumber tegangan 12 DC dari Solar Cell. Penggunaan solar cell digunakan agar alat dapat digunakan lebih fleksibel ditempat yang belum terdapat aliran listrik.

Berdasarkan hasil percobaan terhadap alat dengan daya maksimal 36 watt dan kadar NaOH 10% sebagai katalis terhadap seluruh volume air yang digunakan, maka rata-rata kenaikan volume gas hidrogen setiap kenaikan arus 0,1 A selama 30 menit adalah 15,21 ml dan gas oksigen adalah 33,6 ml. Sedangkan rata-rata kenaikan volume gas hidrogen berdasarkan kenaikan suhu sebesar 1°K dan kenaikan arus 0,1 A adalah 0,77 ml dan kenaikan oksigen sebesar 1,54 ml.

Kata Kunci : hydroxy , metode inhaler, terapi untuk paru-paru

1. PENDAHULUAN

Berdasarkan *world Air Quality Report* tahun 2020 dari 106 negara, Indonesia berada di posisi 96 dengan nilai AQI 114 dan berdasarkan PM2.5 adalah 40,7 (*Unhealthy for Sensitive Groups*). Berdasarkan penilaian tersebut berdampak pada resiko iritasi dan gangguan pernapasan (ISPA – Inveksi Saluran Pernapasan Akut).

Inhalasi *Hydroxy* (inhalasi hydrogen) merupakan salah satu alat yang digunakan untuk terapi penyakit yang berhubungan dengan pernapasan. Metode terapi ini menggabungkan antara gas oksigen dengan gas hidrogen dengan perbandingan standar yang telah diteliti adalah 66% dan 33%. Gas ini diperoleh melalui proses elektrolisis air murni yang dicampur dengan senyawa katalis untuk mempercepat proses reaksi. Senyawa yang digunakan pada proses inhalasi adalah hasil penguraian air murni menjadi gas oksigen dan gas hidrogen.

Air yang merupakan pelarut yang digunakan pada proses inhalasi merupakan rangkaian/kumpulan molekul H₂O. Rangkaian tersebut terbentuk karena ada sejumlah gaya yang bekerja sehingga memungkinkan molekul H₂O membentuk formasi yang khas. Pada air biasa maupun air beroksigen, lima molekul H₂O berkelompok membentuk formasi pentagonal (segi lima). Kelompok-kelompok formasi tersebut membentuk rangkaian berupa air. Pada air heksagonal, enam molekul H₂O berkelompok membentuk formasi heksagonal (segi enam). Fenomena ini terjadi karena air dipengaruhi oleh magnet dan radiasi elektrik tertentu (gelombang panjang infra merah). Sifat air heksagonal lebih mudah masuk ke dalam sel, mengaktifkan proses metabolisme sel, dan menghasilkan lebih banyak energi, sehingga sangat baik untuk penyembuhan.

Jadi penggabungan gas oksigen dan hidrogen bisa lebih cepat masuk melewati

saluran pernapasan dibandingkan penggunaan gas oksigen saja, karena resistensi yang secara signifikan lebih rendah.

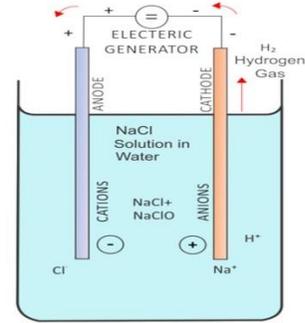
Dengan tren yang sedang berkembang yaitu penggunaan energi terbarukan sebagai pengganti sumber energi konvensional yang menggunakan bahan bakar fosil, maka alat inhalasi ini dibuat dengan menggunakan *solar cell* sebagai sumber penghasil energi listriknya. sehingga dapat digunakan di daerah yang belum terjangkau listrik PLN.

2. LANDASAN TEORI

2.1. Generator Elektrolisis Dry Cell

Generator elektrolisis merupakan perangkat atau sistem yang dapat menghasilkan gas hidrogen atau disebut juga HHO atau H₂O. Gas ini memiliki dua molekul hidrogen dan satu molekul oksigen. Perangkat generator elektrolisis HHO terdiri dari tabung reaktor dengan sepasang elektroda yaitu katoda dan anoda serta elektrolit. Sumber listrik yang digunakan pada generator elektrolisis HHO yaitu sumber listrik arus searah (DC) yang berasal dari baterai ataupun *accumulator*. Generator ini bekerja dengan prinsip elektrolisa air.

Proses elektrolisis ditemukan oleh Faraday tahun 1820. Proses elektrolisis terjadi apabila elektroda direndam dalam larutan elektrolit yang menyebabkan arus mengalir dan terjadi perubahan kimia pada elektroda. Pada sisi katoda akan terjadi proses reduksi yang menghasilkan gas hidrogen dan pada sisi anoda akan terjadi proses oksidasi yang akan menghasilkan gas oksigen.



Gambar 1. Electrolytic Cell

Dry cell merupakan salah satu metode elektrolisis yang digunakan pada saat ini. *Dry cell* adalah pembangkit gas hidrogen yang elektrodanya tidak terendam elektrolit. Pada metode *dry cell*, *water reservoir* dibuat sebagai penampungan air biasa. Sedangkan tempat terjadinya elektrolisis terdiri dari dua buah plat konduktor yang diberi jarak dengan seal. Kemudian air dimasukkan ke dalam tempat terjadinya elektrolisis tersebut dengan melubangi plat yang ada di dalam dan plat tersebut diberikan beda potensial.



Gambar 2. Elektroliser Tipe Kering
(*Dry Cell*)

Elektrolisis *dry cell* tidak menimbulkan ledakan dan proses elektrolisisnya lebih cepat dari yang tipe *wet cell*.

2.2. Energi Dalam Proses Elektrolisis

Sel elektrolisis merupakan sel elektrokimia yang bereaksi secara tidak spontan (E_0 sel (-) atau $\Delta G > 0$), karena energi listrik disuplai dari sumber luar dan dialirkan melalui sebuah sel. Elektrolisis juga sebagai peristiwa penguraian zat elektrolit oleh arus listrik searah, melainkan juga mengalami perubahan-perubahan kimia. Perubahan kimia yang terjadi selama elektrolisis dapat dilihat sekitar elektroda. Elektroda merupakan sistem dua fase yang terdiri dari sebuah penghantar elektrolit (misalnya logam) dan sebuah penghantar ionik (larutan). Elektroda positif (+) disebut anoda sedangkan elektroda negatif (-) adalah katoda. Reaksi kimia yang terjadi pada elektroda selama terjadinya konduksi listrik disebut elektrolisis dan alat yang digunakan untuk reaksi ini disebut sel elektrolisis. Sel elektrolisis memerlukan energi untuk memompa elektron.

$$E = V \times I \times t \dots\dots\dots (1)$$

$$\Delta T = T_f - T_s \dots\dots\dots (2)$$

$$H_{Lost} = \Delta T - V_f \dots\dots\dots (3)$$

Dimana :

E = Energi yang digunakan dalam mesin *drycell* (Watt-hours).

V = Tegangan yang digunakan mesin *drycell* (Volt).

I = Kuat arus yang digunakan mesin *drycell* (Ampere).

t = Waktu yang dibutuhkan untuk proses elektrolisis (hours).

ΔT = Perubahan Temperatur (C).

T_f = Tempertur Akhir (C).

T_s = Temperatur Awal (C).

V_f = Volume air (cm^3).

H_{Lost} = Energi Terbuang (kalori).

$\%Lost$ = Prosentase energi yang terbuang.

Pada proses elektrolisis perlu ditambahkan katalis yang merupakan senyawa untuk mempercepat proses elektrolisa. Senyawa yang digunakan sebagai katalis ini tidak ikut bereaksi tapi akan menurunkan energi aktivasi sehingga meningkatkan laju reaksi. Energi aktivasi merupakan energi minimum yang dibutuhkan sehingga partikel dapat bertumbukan dan menghasilkan reaksi.

Larutan yang ditambahkan dengan katalis akan mengasilkan kombinasi baru larutan antara jenis zat pelarut (*solven*) dan jenis zat terlarut (*solute*). *Solvent* merupakan komponen yang dilihat secara fisik tidak berubah jika larutan terbentuk, sedangkan semua komponen yang ada pada *Solut* akan larut dalam pelarut.

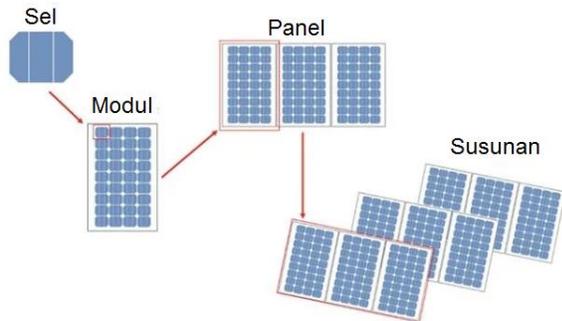
$$\% \text{ Konsentrasi larutan} = \frac{\text{massa (g) katalis} \times 100}{\text{volume (ml) air}} \dots(4)$$

2.3. Solar Cell

Solar cell adalah alat yang digunakan untuk merubah energi cahaya menjadi energi listrik. Melalui proses *photovoltaics*. Efek fotolistrik merupakan peristiwa terlepasnya elektron-elektron dari permukaan logam ketika disinari dengan cahaya dan disebut sebagai elektron foto.

solar cell terdiri dari persambungan bahan semikonduktor bertipe p dan n (p-n junction semiconductor) yang jika tertimpa sinar matahari maka akan terjadi aliran elektron. Aliran elektron inilah yang disebut sebagai aliran arus listrik.

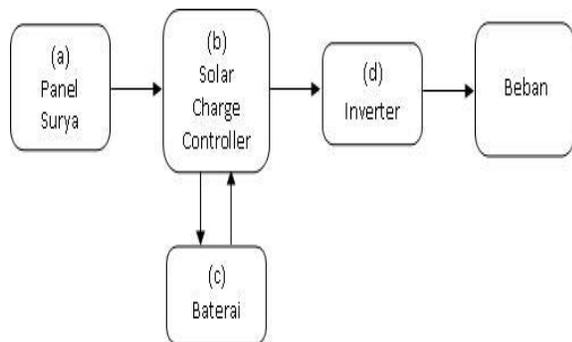
Komponen utama pembangkit energi surya adalah sel fotovoltaik (PV) yang dapat mengubah energi cahaya (foton) menjadi energi listrik.



Gambar 3. Sel Surya

Instalasi panel surya terdiri dari beberapa komponen seperti :

1. Solar panel, mengkonversikan tenaga matahari menjadi listrik.
2. Solar charger controller, untuk mengatur pengaturan pengisian baterai.
3. Inverter, berfungsi mengkonversi tegangan searah (DC - *direct current*) dari baterai menjadi tegangan bolak-balik (AC - *alternating current*).
4. Baterai, berfungsi menyimpan arus listrik yang dihasilkan oleh panel surya sebelum dimanfaatkan untuk menggerakkan beban.



Gambar 4. Komponen Instalasi Panel Surya

Panel surya terdiri dari 2 jenis yaitu :

1. *Monocrystalline*, selnya terbuat dari Kristal tunggal /mono.
2. *Polycrystalline*, selnya terbuat dari multi Kristal atau mengandung banyak silikon.

Untuk menghitung jumlah modul surya yang digunakan dihubungkan dengan daya maksimum beban-beban :

$$\text{Jumlah sel surya} = \frac{\text{Daya Maksimum Pemakaian}}{\frac{\text{Kapasia Maks modul surya}}{\text{maksimum tenaga surya}}} \dots(5)$$

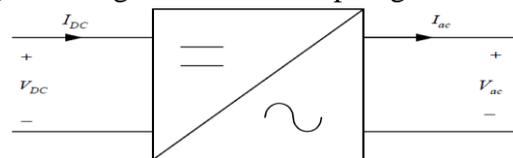
Kebutuhan baterai untuk menyimpan energi listrik yang dihasilkan panel surya :

$$\text{Jumlah Baterai} = \frac{\text{Daya}}{\frac{\text{tegangan batteray}}{\text{kapasitas batteray}}} \dots(6)$$

2.4. Inverter

Inverter merupakan suatu alat yang memiliki sebuah rangkaian yang berfungsi sebagai pengubah tegangan searah (DC) menjadi tegangan bolak-balik (AC) dengan nilai frekuensi tertentu. Sumber yang digunakan inverter merupakan keluaran dari baterai yang merupakan sumber tegangan searah (DC), ataupun suplai tegangan searah (DC) yang lainnya.

klasifikasi pada inverter tersebut dapat ditinjau dari beberapa klasifikasi yang dimiliki oleh inverter tersebut dan dapat dilihat antara lain, yaitu komutasi, sumber yang digunakan, jumlah fasa keluaran, jenis gelombang keluaran dan topologi.



Gambar 5. Lambang inverter

Topologi inverter merupakan metode yang digunakan pada inverter yaitu Inverter *push-pull*, Inverter *half-bridge*, Inverter *full-bridge*, Inverter *multilevel*.

Pada umumnya inverter *push-pull* dan *half-bridge* digunakan pada kapasitas daya yang cenderung rendah yaitu sampai ratusan Watt. Inverter *half-bridge* menggunakan frekuensi tinggi dan *full-bridge* digunakan pada kapasitas daya cenderung tinggi sampai sebesar ribuan Watt. Inverter *multilevel* digunakan pada kapasitas daya yang sangat besar mencapai puluhan kilo watt.

Kinerja inverter sebagai alat konversi pun dapat ditentukan dengan nilai efisiensi atau performa.

$$S = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \dots\dots\dots(6)$$

Berdasarkan fasa keluarannya, inverter dibedakan menjadi :

1. Inverter 1 fasa, memiliki keluaran fasa berjumlah satu pada daya dengan skala rendah .
2. Inverter 3 fasa, memiliki keluaran fasa berjumlah tiga pada daya dengan skala tinggi. .

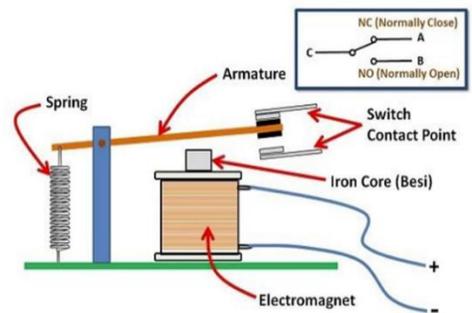
2.5. Relay

Relay adalah saklar elektro-magnetik yang menggunakan tegangan DC rendah untuk menghidupkan dan mematikan suatu alat atau sistem yang terhubung dengan tegangan DC yang tinggi atau tegangan AC. Susunan *relay* yang paling sederhana terdiri atas kumparan kawat penghantar yang digulung pada inti besi.

Relay dibutuhkan dalam rangkaian elektronika sebagai eksekutor sekaligus interface antara beban dan sistem kendali elektronik yang berbeda sistem *power supply* nya. Secara fisik antara saklar atau kontak dengan elektromagnet *relay* terpisah.

Susunan kontak relay secara umum terdiri dari :

- *Normally Open* (NO) : posisi saklar berada pada keadaan terbuka saat *relay* dalam keadaan tidak dialiri arus.
- *Normally Close* (NC) : posisi saklar berada pada keadaan tertutup saat *relay* dalam keadaan tidak dialiri arus.
- *Posisi Change Over* (CO), yaitu kondisi perubahan armatur saklar relay yang berubah dari posisi NC ke NO atau sebaliknya dari NO ke NC. Kondisi ini terjadi saat sumber tegangan diberikan ke elektromagnet atau saat sumber tegangan diputus dari elektromagnet *relay*.

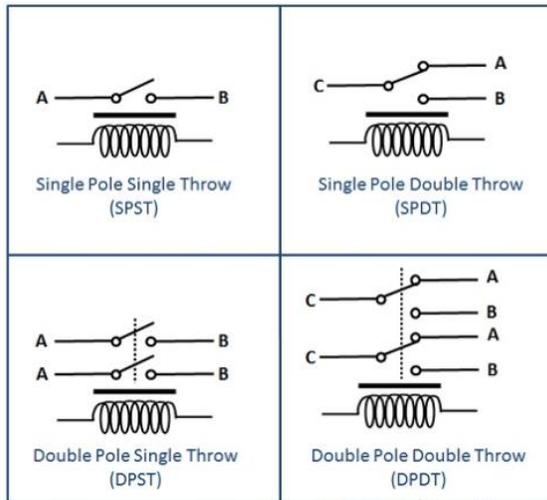


Gambar 6. Kontruksi *Relay*

Berdasarkan desain jumlah saklar maka relay dibedakan menjadi :

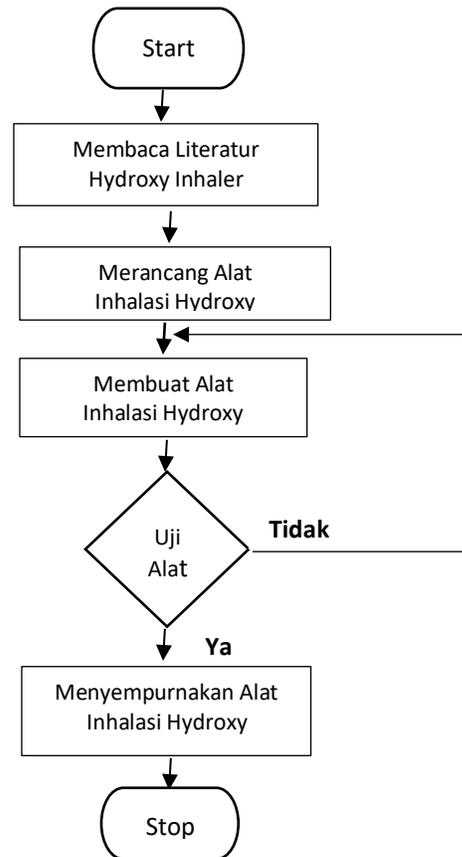
- *Single Pole Single Throw* (SPST), *relay* ini memiliki 4 terminal yaitu 2 terminal untuk input kumparan elektromagnet dan 2 terminal saklar. *Relay* ini hanya memiliki posisi NO (*Normally Open*) saja.

- *Single Pole Double Throw (SPDT)*, relay ini memiliki 5 terminal yaitu terdiri dari 2 terminal untuk input kumparan elektromagnetik dan 3 terminal saklar. relay jenis ini memiliki 2 kondisi NO dan NC.
- *Double Pole Single Throw (DPST)*, relay jenis ini memiliki 6 terminal yaitu terdiri dari 2 terminal untuk input kumparan elektromagnetik dan 4 terminal saklar untuk 2 saklar yang masing-masing saklar hanya memiliki kondisi NO saja.
- *Double Pole Double Throw (DPDT)*, relay jenis ini memiliki 8 terminal yang terdiri dari 2 terminal untuk kumparan elektromagnetik dan 6 terminal untuk 2 saklar dengan 2 kondisi NC dan NO untuk saklarnya.



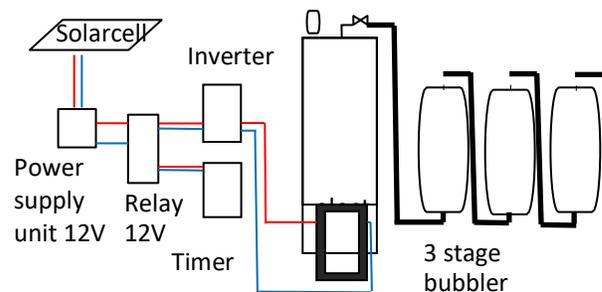
Gambar 7. Relay berdasarkan Pole dan Throw

3. Metodologi Penelitian



Gambar 8. Diagram Alir Pembuatan Alat

4. Perancangan dan Perhitungan



Gambar 9. Skema Rancangan Alat Rancangan inhalasi

4.1. Panel Surya

Penggunaan panel surya pada alat inhalasi ini adalah untuk supply energi listrik alternative PLN sehingga alat lebih fleksibel digunakan, terutama untuk wilayah yang supply energi listriknya masih kurang atau belum ada. Selain itu panel surya ini juga dapat dikembangkan penggunaannya seperti untuk sumber penerangan.

Kapasitas solar cell 150 Wp, dengan asumsi bahwa maksimum tenaga surya adalah 5 jam.

Daya maksimum pemakaian (alat inhalasi) adalah 36 Watt dan diasumsikan digunakan selama 12 jam :

$$\text{Daya maksimum} = 12 \times 36 = 432 \text{ Watt}$$

$$\text{Jumlah sel surya} = \frac{\text{Daya Maksimum Pemakaian}}{\frac{\text{Kapasita Maksimal modul surya}}{\text{maksimum tenaga surya}}}$$

$$X = \frac{432}{\frac{150}{5}} = 0,5 \text{ solar cell} = 1 \text{ solar cell}$$

4.2. Battery

Battery ini digunakan untuk menyimpan energy yang dihasilkan oleh solar cell, sehingga pada saat solar cell pada kondisi yang sangat minimum menghasilkan energi (malam hari), tetap dapat digunakan untuk mensupply energi listrik.

Battery yang digunakan 12 V, 200Ah.

Dengan asumsi bahwa baterai hanya digunakan 50% untuk kebutuhan listrik, maka daya dihitung 2 kali lipat :
432 watt x 2 = 864 watt.

$$\text{Jumlah Battery} = \frac{\text{Daya}}{\frac{\text{tegangan battery}}{\text{kapasitas battery}}}$$

$$\text{Jumlah battery} = \frac{864}{\frac{12}{200}} = 0,36 \text{ baterai} = 1$$

Lama penggunaan baterai sehingga dapat membackup beban (selama pemakaian) :

$$I = \frac{36 \text{ watt}}{12 \text{ V}} = 3 \text{ A}$$

$$\text{Waktu pemakaian baterai} = \frac{200 \text{ Ah}}{3 \text{ A}} = 66,67 \text{ jam}$$

Defisiensi waktu pemakaian baterai :

$$20\% \times \text{waktu pemakaian baterai} =$$

$$20\% \times 66,67 = 13,34 \text{ jam}$$

Maka waktu pemakaian baterai :

$$66,67 - 13,34 = 53,33 \text{ jam} = 2,22 \text{ hari}$$

4.3. Daya alat

Pengukuran terhadap alat inhalasi dilakukan berdasarkan arus yang masuk untuk mengetahui konsumsi daya pada alat. Kapasitas daya alat adalah 24 – 36 watt. Arus input diatur mulai dari 2 Ampere.

Tabel 1. Konsumsi Daya berdasarkan Arus

Arus (A)	Daya (Hitung) watt	Daya (Ukur) watt	Error (%)
2,00	24,0	24,0	0
2,10	25,2	25,5	1,1
2,20	26,4	26,5	0,4
2,30	27,6	27,5	0,36
2,40	28,8	29,0	0,7
2,50	30,0	30,0	0
2,60	31,2	31,5	0,96
2,70	32,4	32,5	0,3
2,80	33,6	33,5	0,3
2,90	34,8	35,0	0,6
3,00	36,0	36,0	0
Total Error			0,43

Arus minimum untuk mencapai daya 24 watt adalah 2A dan arus maksimum dalam mencapai daya 36 watt adalah 3A.

4.4. Volume gas

Percobaan terhadap alat untuk mengetahui volume gas Hidrogen dan Oksigen yang terurai dari campuran antara air murni 1000 ml dengan katalis NaOH 100gr yang dihasilkan apabila dicoba dalam waktu 10 menit, 20 menit, dan 30 menit.

Tabel 2. Volume gas Hidrogen (ml)

Arus	Volume Hidrogen (10 menit)	Volume Hidrogen (20 menit)	Volume Hidrogen (30 menit)
2,00	153,08	306,17	459,25
2,10	160,74	321,48	482,22
2,20	168,39	336,79	505,18
2,30	176,05	352,09	528,14
2,40	183,70	367,40	551,10
2,50	191,36	382,71	574,07
2,60	199,01	398,02	597,03
2,70	206,66	413,33	619,99
2,80	214,32	428,64	642,95
2,90	221,97	443,94	665,92
3,00	229,63	459,25	688,88
Rata-rata Kenaikan	7,65 ml	15 ml	23 ml

Maka rata-rata kenaikan volume gas hidrogen setiap kenaikan arus 0,1 A selama 30 menit adalah 15,21 ml.

Tabel 3. Volume gas Oksigen (ml)

Arus	Volume Oksigen (10 menit)	Volume Oksigen (20 menit)	Volume Oksigen (30 menit)
2,00	306,17	612,34	918,51
2,10	321,48	642,96	964,43
2,20	336,79	673,57	1010,36
2,30	352,10	704,19	1056,29
2,40	367,40	734,81	1102,21
2,50	382,71	765,42	1148,14
2,60	398,02	796,04	1194,06
2,70	413,33	826,66	1239,99
2,80	428,64	857,28	1285,91
2,90	443,95	887,89	1331,84
3,00	459,25	918,51	1377,76
Rata-rata Kenaikan	20 ml	31 ml	50 ml

Maka rata-rata kenaikan volume gas hydrogen setiap kenaikan arus 0,1 A selama 30 menit adalah 33,6 ml.

Volume gas hidrogen yang dihasilkan berdasarkan kenaikan suhu 1°K selama 1 menit atau 60 detik dan kenaikan arus sebesar 0,1A.

Tabel 4. Kenaikan Volume Gas Hidrogen Berdasarkan Kenaikan Suhu dan Arus

Arus	Suhu (°K)				
	301	302	303	304	305
2.0	0,01536	0,01541	0,01546	0,01551	0,01556
2.1	0,01613	0,01618	0,01623	0,01629	0,01634
2.2	0,01690	0,01695	0,01701	0,01706	0,01712
2.3	0,01766	0,01772	0,01778	0,01784	0,01790
2.4	0,01843	0,01849	0,01855	0,01862	0,01868
2.5	0,01920	0,01926	0,01933	0,01939	0,01945
2.6	0,01997	0,02003	0,02010	0,02017	0,02023
2.7	0,02074	0,02080	0,02087	0,02094	0,02101
2.8	0,02150	0,02157	0,02165	0,02172	0,02179
2.9	0,02227	0,02235	0,02242	0,02249	0,02257
3.0	0,02304	0,02312	0,02319	0,02327	0,02335
Naik	0,00077	0,00077	0,00077	0,00077	0,00077

Kenaikan volume gas hidrogen berdasarkan kenaikan suhu sebesar 1°K dan kenaikan arus 0,1 A adalah 0,00077 liter atau 0,77 ml.

Volume gas oksigen yang dihasilkan berdasarkan kenaikan suhu 1°K selama 1 menit atau 60 detik dan kenaikan arus sebesar 0,1A.

Tabel 5. Kenaikan Volume Gas Oksigen Berdasarkan Kenaikan Suhu dan Arus

Arus	Suhu (°K)				
	301	302	303	304	305
2.0	0,03072	0,03082	0,03092	0,03103	0,03113
2.1	0,03225	0,03236	0,03247	0,03258	0,03268
2.2	0,03379	0,03390	0,03402	0,03413	0,03424
2.3	0,03533	0,03544	0,03556	0,03568	0,03580
2.4	0,03686	0,03699	0,03711	0,03723	0,03735
2.5	0,03840	0,03853	0,03865	0,03878	0,03891
2.6	0,03993	0,04007	0,04020	0,04033	0,04047
2.7	0,04147	0,04161	0,04175	0,04188	0,04202
2.8	0,04301	0,04315	0,04329	0,04344	0,04358
2.9	0,04454	0,04469	0,04484	0,04499	0,04513
3.0	0,04608	0,04623	0,04638	0,04654	0,04669
Naik	0,00154	0,00154	0,00154	0,00154	0,00154

Kenaikan volume gas oksigen berdasarkan kenaikan suhu sebesar 1°K dan kenaikan arus 0,1 A adalah 0,00154 liter atau 1,54 ml.

4.5. Konsentrasi Larutan NaOH

Larutan yang digunakan sebagai *solute* adalah 100 gram NaOH yang dilarutkan ke 1000 ml air murni (*solved*).

$$\begin{aligned} \% \text{ Konsentrasi larutan} &= \text{massa (g) NaOH} \times \\ & \quad 100 / \text{volume (ml) air} \\ &= 100 \text{ gram} \times \frac{100}{1000} = 10\% \end{aligned}$$

Jadi kandungan NaOH dalam larutan air sebesar 10%

5. Kesimpulan

1. Berdasarkan rancangan panel solar sell sebagai sumber untuk menyalakan inhalasi hydroxy maka modul solar sell dengan kapasitas 150 Wp yang diperlukan berjumlah 1 buah dan baterai yang digunakan sebagai penyimpan energi yang dihasilkan oleh solar sell juga berjumlah 1.
2. Kapasitas pemakaian baterai 200Ah adalah selama 53,33 jam atau 2,22 hari.
3. Rata-rata kenaikan volume gas hidrogen setiap kenaikan arus 0,1 A selama 30 menit adalah 15,21 ml dan gas oksigen adalah 33,6 ml
4. Kenaikan volume gas hydrogen berdasarkan kenaikan suhu sebesar 1°K dan kenaikan arus 0,1 A adalah 0,77 ml dan kenaikan oksigen sebesar 1,54 ml.

DAFTAR PUSTAKA

1. Ilhamy, M. Ahsan, “*Analisis Pembangkit Gas Hidrogen dengan menggunakan Zero Current Leak Cell (ZCLC)*”, Universitas Nasional, Jakarta, 2010.
2. Nurwijayanti, ST. MT, Bekti Yulianti, ST. MT, Dr. Yohannes Dewanto, MT, “*Rancangan Prototype Sistem Penjejak (seeker system) Solar Cell*” Program Studi Teknik Elektro Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma, Jakarta, 2012
3. Karyadi, “*Pengaruh Penggunaan Pulse Width Modulation (Pwm) Terhadap Unjuk Kerja Generator Elektrolisis Penghasil Gas Hidrogen*”, Program Studi Pendidikan Teknik Elektro, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta, 2016
4. Umri Nahdi Siregar, “*Pengaruh Penambahan Gasket Pada Proses Elektrolisis Dry Cell Terhadap Produktivitas Hidrogen dengan Pengaturan Kuat Arus Dan Larutan KoH*, Departemen Teknik Mesin Universitas Sumatera Utara, 2014.
5. World Air Quality Report Tahun 2020, Region & City Pm2.5 Ranking.
6. www.solana.co.id, Typical Electrical Characteristics Polycrystalline Solar Modul (download, Desember 2021).
7. www.Solana.co.id, Typical Electrical Characteristics Batteray (download Desember 2021)

