



B.11. 24.

REPUBLIK INDONESIA
KEMENTERIAN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA

SURAT PENDAFTARAN CIPTAAN

Menteri Hukum dan Hak Asasi Manusia Republik Indonesia, berdasarkan Undang-Undang Nomor 19 Tahun 2002 tentang Hak Cipta yaitu Undang-Undang tentang perlindungan ciptaan di bidang ilmu pengetahuan, seni dan sastra (tidak melindungi hak kekayaan intelektual lainnya), dengan ini menerangkan bahwa hal-hal tersebut di bawah ini telah terdaftar dalam Daftar Umum Ciptaan:

- I. Nomor dan tanggal permohonan : C00201202564, 25 Mei 2012
- II. Pencipta
Nama : **1. Dr. AGUS SETIABUDI, M.Si.;**
2. RIFAN HARDIAN, M.Sc.;
3. DEWI TYA AIHANINGSIH, S.Si.
Alamat : Jalan Dayang Sumbi Dalam Rt.002 Rw.005
Kel. Cipageran, Kec. Cimahi Utara, Kota Cimahi
Jawa Barat.
Kewarganegaraan : Indonesia
- III. Pemegang Hak Cipta
Nama : **1. Dr. AGUS SETIABUDI, M.Si.;**
2. RIFAN HARDIAN, M.Sc.;
3. DEWI TYA AIHANINGSIH, S.Si.
Alamat : Jalan Dayang Sumbi Dalam Rt.002 Rw.005
Kel. Cipageran, Kec. Cimahi Utara, Kota Cimahi
Jawa Barat.
Kewarganegaraan : Indonesia
- IV. Jenis Ciptaan : Alat Peraga Pendidikan
- V. Judul Ciptaan : **SENSOR GAS O2 MENGGUNAKAN SEL
ELEKTROKIMIA DENGAN ELEKTROLIT
KOH-BENTONIT**
- VI. Tanggal dan tempat diumumkan : 03 Oktober 2011, di Bandung
untuk pertama kali di wilayah
Indonesia atau di luar wilayah
Indonesia
- VII. Jangka waktu perlindungan : Berlaku selama hidup Pencipta dan terus berlangsung
hingga 50 (lima puluh) tahun setelah Pencipta
meninggal dunia.
- VIII. Nomor pendaftaran : 060291

Jakarta, 07 September 2012

a.n. MENTERI HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA
REPUBLIK INDONESIA
DIREKTUR JENDERAL HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL
u.b.

DIREKTUR HAK CIPTA, DESAIN INDUSTRI,
DESAIN TATA LETAK SIRKUIT TERPADU, DAN RAHASIA DAGANG


Yuslisar Ningsih, S.H., M.H.

Kepada Yth:
Direktur Jenderal HKI
Melalui Direktur Hak Cipta,
Desain Industri, Desain Tata Letak
Sirkuit Terpadu dan Rahasia Dagang
Di

Jakarta

PERMOHONAN PENDAFTARAN CIPTAAN

I. Pencipta

1. Nama : Dr. Agus Setiabudi, M.Si.; Rifan Hardian, M.Sc.;
Dewi Tya Alhaningsih, S.Si.
2. Kewarganegaraan : Indonesia
3. Alamat : Jl. Dayang Sumbi Dalam RT/RW 002/005
Kelurahan Cipageran, Kecamatan Cimahi
Utara, Kota Cimahi.

II. Pemegang Hak Cipta

1. Nama : Dr. Agus Setiabudi, M.Si.; Rifan Hardian, M.Sc.;
Dewi Tya Alhaningsih, S.Si.
2. Kewarganegaraan : Indonesia
3. Alamat : Jl. Dayang Sumbi Dalam RT/RW 002/005
Kelurahan Cipageran, Kecamatan Cimahi
Utara, Kota Cimahi, Jawa Barat, Indonesia.

III. Kuasa

1. Nama : Ir. Emil Miraj, M.T. (No. 70-2006)
2. Kewarganegaraan : Indonesia
3. Alamat : Jl. Trunojoyo No.31, Bandung 40115, Indonesia.

- IV. Jenis dan judul ciptaan yang dimohonkan : **"ALAT PERAGA PENDIDIKAN SENSOR GAS O₂ MENGGUNAKAN SEL ELEKTROKIMIA DENGAN ELEKTROLIT KOH-BENTONIT"** berupa alat peraga pendidikan.

- V. Tanggal dan tempat diumumkan untuk pertama kali di wilayah Indonesia atau di luar wilayah Indonesia : 03 Oktober 2011 di Kota Bandung

- VI. Uraian ciptaan : Alat peraga yang dapat digunakan dalam menjelaskan materi tentang prinsip elektrokimia baik pada tingkat SMA maupun perguruan tinggi. Dalam ciptaan ini dirancang suatu alat peraga sederhana pendeteksi oksigen dengan menggunakan bahan-bahan yang mudah diperoleh. (uraian detail ciptaan terlampir)

25 MAY 2012



Bandung, 14 Mei 2012

Tanda Tangan

Nama Lengkap: Ir. Emil Miraj, M.T.

Deskripsi

ALAT PERAGA PENDIDIKAN SENSOR GAS O₂

MENGGUNAKAN SEL ELEKTROKIMIA DENGAN ELEKTROLIT KOH-BENTONIT

5

Bidang Teknik Invensi

Invensi ini berhubungan dengan suatu alat peraga pendidikan untuk menjelaskan cara kerja sensor gas oksigen (O₂) sederhana yang menerapkan prinsip-prinsip elektrokimia. Desain sel sensor sederhana ini dirakit dengan menggunakan material berbasis pasta bentonit-KOH sebagai elektrolit.

10

Latar Belakang Invensi

Elektrokimia merupakan salah satu cabang ilmu kimia yang berkaitan dengan reaksi kimia yang melibatkan transfer elektron diantara spesi yang bereaksi. Dalam suatu proses elektrokimia berlangsung reaksi reduksi dan oksidasi, atau biasa disingkat reaksi redoks. Konsentrasi pereaksi yang terlibat dalam reaksi elektrokimia menjadi variabel yang mempengaruhi nilai beda potensial, jika reaksi berlangsung dalam sel elektrokimia.

20

Materi pelajaran elektrokimia sudah diajarkan dari mulai tingkat SMA sampai tingkat Universitas. Memahami materi pelajaran elektrokimia tentunya harus diawali dengan pemahaman dasar; diantaranya tentang reaksi oksidasi dan reduksi, katoda dan anoda, serta materi-materi pendahuluan lainnya. Upaya pemahaman materi-materi tersebut akan lebih dapat dipahami seandainya disertai dengan visualisasi yang dicontohkan oleh pengajar, mengingat kemampuan siswa dalam membayangkan peristiwa kimia yang terjadi berbeda-beda dan bisa saja salah menginterpretasikan konsep dari materi yang diajarkan. Dengan demikian, alat peraga sangat diperlukan untuk membantu siswa dalam memahami konsep pelajaran khususnya tentang materi elektrokimia. Selain itu, dengan dilakukannya percobaan sederhana, maka siswa cenderung dapat memiliki ingatan yang lebih lama tentang materi yang telah diterimanya, dibandingkan

35

El

hanya dengan mendengar penjelasan guru atau membaca dari buku. Namun demikian, perlu juga diperhatikan agar percobaan yang dilakukan dapat dipahami dengan mudah oleh siswa. Salah satu caranya adalah menjelaskan materi elektrokimia dengan memanfaatkan peristiwa-peristiwa yang biasa terjadi sehari-hari.

Sel elektrokimia merupakan suatu rangkaian yang memungkinkan proses perubahan energi kimia menjadi energi listrik (ataupun sebaliknya) dapat terjadi. Terdapat dua jenis sel elektrokimia, diantaranya adalah sel Galvani (sel Volta) dan sel elektrolisis. Pada sel Galvani, terjadi perubahan energi kimia menjadi energi listrik. Pada sel ini, reaksi kimia terjadi dengan sendirinya (spontan) ketika dua elektroda yang berbeda dihubungkan dengan suatu penghantar sedangkan ujung masing-masing elektroda yang lainnya dicelupkan pada suatu media yang memungkinkan terjadinya perpindahan materi kimia bermuatan (ion-ion). Sementara itu, pada sel elektrolisis, energi listrik digunakan untuk melangsungkan reaksi kimia, dalam hal ini redoks.

Beberapa teknik yang biasa digunakan dalam percobaan tentang elektrokimia, diantaranya adalah sel Daniel, yakni salah satu contoh sel Galvani (sel Volta) yang menggunakan batang Zn yang dicelupkan ke dalam larutan $ZnSO_4$ dan batang Cu yang dicelupkan ke dalam larutan $CuSO_4$. Ujung masing-masing batang logam digabungkan dengan sebuah kawat penghantar dan masing-masing larutan dihubungkan dengan sebuah jembatan garam. Kelemahan teknik ini, diantaranya adalah digunakannya elektrolit berupa larutan sehingga kurang praktis. Contoh lain yang juga biasa digunakan adalah baterai, yang merupakan contoh sel Galvani yang kering. Pada baterai, elektroda yang digunakan adalah seng dan juga batang karbon yang dilapisi MnO_2 sedangkan elektrolitnya adalah pasta campuran NH_4Cl dan $ZnCl_2$. Pada sel ini, elektrolit yang digunakan berbentuk pasta sehingga menjadi lebih praktis. Namun demikian, jika ditinjau dari segi keilmuan, reaksi yang terjadi pada sel baterai ini berlangsung dengan sederhana dan praktik ini sudah berlangsung selama bertahun-tahun. Dengan kata lain, pengetahuan siswa tentang aplikasi

reaksi elektrokimia juga perlu diperbanyak dengan informasi-informasi terbaru tentang inovasi yang berkembang.

Untuk memperkaya pemahaman siswa (pada khususnya), perlu juga diperkenalkan aplikasi sederhana lain dari pemanfaatan prinsip elektrokimia yang lebih *up to date*. Salah satu contohnya adalah pemanfaatan prinsip elektrokimia untuk mendeteksi gas oksigen atau dengan kata lain, sensor gas oksigen berbasis prinsip elektrokimia.

Terdapat dua jenis sensor elektrokimia, yakni sensor potensiometri dan sensor amperometri. Sensor potensiometri merupakan jenis sensor elektrokimia yang tidak memerlukan input energi dari luar sistem (*external driving force*) agar reaksi elektrokimia dapat berlangsung dan elektron yang dihasilkan dari reaksi elektrokimia dapat mengalir dari anoda menuju katoda. Berbeda dengan sensor amperometri yang memerlukan *external driving force* untuk melangsungkan reaksi elektrokimia. Perbedaan prinsip kerja tersebut disebabkan oleh jenis elektroda yang digunakan pada sel elektrokimianya. Pada sel potensiometri, elektroda yang digunakan pada anoda berbeda dengan yang digunakan pada katoda, sehingga dengan sendirinya perbedaan jenis elektroda tersebut dapat menghasilkan beda potensial yang dapat digunakan sebagai *driving force*. Sementara itu, pada sel amperometri digunakan jenis elektroda yang sama baik untuk anoda maupun untuk katoda, sehingga tidak menghasilkan perbedaan potensial yang dapat digunakan sebagai *driving force*. Oleh karena itu, pada sel amperometrik diperlukan tambahan energi dari luar sistem sehingga menyebabkan perubahan potensial pada salah satu elektroda. Tambahan energi eksternal tersebut dapat diperoleh dengan menghubungkan rangkaian sel elektrokimia dengan *power supply*.

Rangkaian sensor gas oksigen sederhana telah dibuat oleh tim peneliti *Custom Sensor Solution, Inc* yang kemudian penemuan ini menginspirasi untuk dilakukan pengembangan sebagaimana yang diajukan pada paten ini. Pada penelitian terdahulu, sel sensor dibuat dengan memanfaatkan baterai kecil yang digunakan pada alat bantu pendengaran. Pada sel tersebut, elektrolit yang

ll

digunakan adalah larutan alkali, sedangkan katoda yang digunakan adalah logam seng serta anodanya adalah kawat nikel yang dilapisi karbon dan Mangan Oksida. Alat pelengkap lainnya adalah plastik vakum dan *hand warmer* (pemanas tangan) yang digunakan sebagai bahan penyerap oksigen. Namun demikian, pada desain alat ini terdapat beberapa kelemahan, sebagaimana yang diakui oleh tim peneliti dari *Custom Sensor Solution, Inc.*, diantaranya adalah:

1. Baterai pada alat bantu pendengaran ini berbentuk seperti koin dengan ukurannya yang cukup khas, oleh karenanya sulit untuk menemukan penyangga baterai ini (*battery holder*). Salah satu *battery holder* yang pas untuk digunakan adalah model 675 *battery* dan *Keystone Type 501*. Namun demikian, untuk memperoleh bahan ini sangat sulit, karena walaupun hanya berharga sekitar \$2.00 dari perusahaan *Newark Electronics* namun hanya diproduksi dalam jumlah terbatas serta biaya kirim yang jauh lebih mahal. Beberapa upaya yang dilakukan untuk mengatasi kelemahan ini namun belum dapat menyelesaikan permasalahannya, diantaranya adalah:
 - a) Teknik penyolderan, namun teknik ini tidak efektif karena baterai ini tidak dapat menempel pada permukaan yang disolder.
 - b) Menempelkan kabel pada permukaan depan dan belakang baterai juga tidak menyelesaikan masalah karena selalu lepas.
 - c) Teknik penyemenan dapat berhasil, namun tidak efisien secara ekonomi. Dengan demikian, alat peraga ini hanya memungkinkan untuk diproduksi dalam jumlah yang banyak.
2. Kawat nikel yang digunakan sebagai salah satu elektroda harganya relatif lebih mahal dibandingkan dengan bahan elektroda lainnya, seperti seng dan karbon.
3. *Hand warmer* yang biasanya digunakan pada musim salju, ketersediaan bahan ini tidak lazim di Indonesia karena di Indonesia tidak memiliki musim dingin (salju).
4. Penelitian terdahulu ini juga tidak melakukan uji kuantitatif alat untuk mengetahui berapa konsentrasi oksigen yang dapat terukur dengan alat sensor sederhana, melainkan hanya

82

melakukan uji kualitatif untuk melihat adanya kecenderungan pengurangan konsentrasi oksigen karena terserap oleh *hand warmer* yang dapat terdeteksi dari tampilan pada voltmeter.

5 Berdasarkan berbagai kelemahan dari alat peraga sederhana pendeteksi oksigen yang telah ada, maka diperlukan suatu inovasi baru yang dapat lebih memudahkan dalam penyediaannya serta lebih praktis serta dapat menyediakan data uji kuantitatif sebagai acuan untuk membuat kurva kalibrasi. Pada paten yang diajukan

10 ini, dirancang suatu alat peraga sederhana pendeteksi oksigen dengan menggunakan bahan-bahan yang mudah diperoleh. Elektroda yang digunakan pada sel sensor oksigen sederhana ini adalah batang karbon yang dapat diperoleh dari baterai bekas dan logam seng. Sedangkan elektrolitnya digunakan pasta campuran bentonit

15 dan KOH yang tidak sulit untuk diperoleh. Sel elektrokimia tersebut dirakit pada sebuah kotak berbahan dasar mika sehingga dapat dibentuk sesuai dengan ukuran yang diinginkan. Bahan mika yang lebih besar dipersiapkan sebagai wadah sel sensor agar terpisah dari udara luar. Sementara itu, konsentrasi oksigen

20 dapat divariasikan dengan berbagai cara yang sederhana, diantaranya adalah dengan menaburkan serbuk Na_2SO_3 disekitar sel sensor, atau dapat pula dengan memasukan jenis tanaman tertentu sehingga oksigen dapat diproduksi/dikonsumsi oleh tanaman tergantung dari waktu percobaan (dilakukan pada siang hari, maka

25 tanaman akan memproduksi oksigen, begitu pula sebaliknya jika dilakukan pada malam hari). Untuk mendeteksi konsentrasi oksigen, sel sensor dihubungkan dengan voltmeter yang kemudian nilai beda potensial yang terbaca dikonversikan ke dalam satuan konsentrasi (% atau ppm) dengan menggunakan teknik kurva

30 kalibrasi. Untuk dapat membuat kurva kalibrasi, sebelumnya analisa kuantitatif dapat dilakukan dengan mengalirkan gas oksigen dengan variasi konsentrasi yang terkontrol. Dengan demikian dapat diketahui nilai beda potensial pada konsentrasi gas oksigen tertentu, sehingga akan dapat diperoleh persamaan

35 grafiknya dan kurva kalibrasi dapat dibuat dan digunakan untuk mendeteksi oksigen dengan konsentrasi yang tidak diketahui.

Alat peraga ini dapat digunakan dalam menjelaskan materi tentang prinsip elektrokimia baik pada tingkat SMA maupun perguruan tinggi. Desain alat peraga ini dibuat dengan sederhana serta dilengkapi dengan contoh aplikasi yang biasa terjadi pada kehidupan sehari-hari, yakni proses pernafasan tumbuhan yang menghirup dan mengeluarkan oksigen, sehingga dapat dipahami dengan lebih mudah.

Uraian Singkat Invensi

Obyek yang dihasilkan invensi ini adalah alat peraga yang dapat digunakan dalam menunjukkan penerapan prinsip elektrokimia yang digunakan sebagai sensor sederhana untuk mendeteksi keberadaan gas oksigen (O_2). Prinsip elektrokimia yang dapat dijelaskan dengan menggunakan alat peraga ini adalah reaksi elektrokimia :



Metode perakitan alat peraga ini meliputi dua tahap, yakni pembuatan pasta elektrolit campuran bentonit-KOH dan pembuatan rangkaian sel elektrokimia dari bahan mika untuk aplikasi sensor gas O_2 sederhana.

Alat ini dapat digunakan untuk memperagakan kemampuan suatu sel elektrokimia dalam mendeteksi keberadaan gas oksigen. Perubahan konsentrasi gas oksigen oleh alat peraga ini ditunjukkan dengan adanya perubahan beda potensial.

Uraian Singkat Gambar

Untuk lebih memperjelas inti invensi ini, maka gambar-gambar yang menyertakan diharapkan dapat lebih mempermudah untuk memahaminya.

Gambar 1a adalah merupakan suatu sketsa pandangan depan dari rangkaian alat peraga sensor gas O_2 menurut invensi ini;

Gambar 1b adalah merupakan suatu sketsa pandangan samping rangkaian alat peraga sensor gas O_2 menurut gambar 1a;

Gambar 2a adalah merupakan suatu pandangan perspektif depan dari rangkaian alat peraga sensor gas O_2 menurut invensi ini;

Gambar 2b adalah merupakan suatu pandangan perspektif samping dari rangkaian alat peraga sensor gas O_2 menurut gambar 2a;

Gambar 3a adalah merupakan suatu pandangan perspektif atas dari rangkaian alat peraga sensor gas O_2 menurut invensi ini;

Gambar 4a adalah gambar rangkaian teknik alat peraga sensor oksigen sederhana menurut invensi ini;

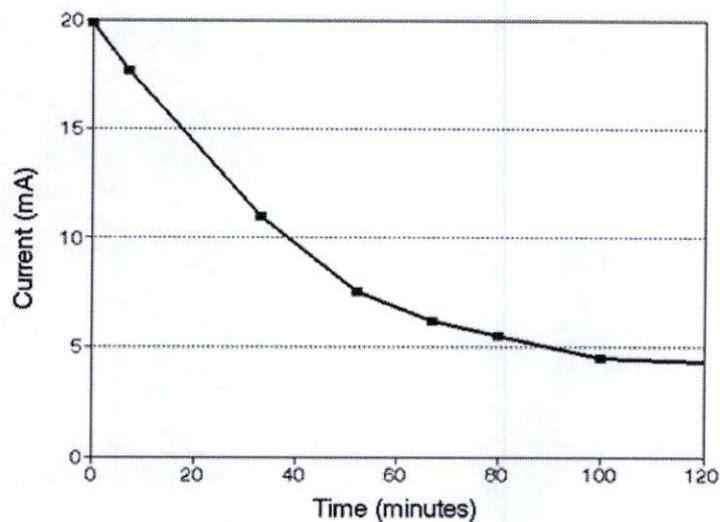
Adapun gambar dari penemuan sebelumnya mengenai alat peraga sensor oksigen sederhana oleh tim *Custom Sensor Solution, Inc.* Sebagaimana terlampir pada Gambar 5a.

Uraian Lengkap Invensi

Pada dasarnya prinsip kerja sensor oksigen ini sama dengan reaksi elektrokimia biasa, yaitu terjadi oksidasi pada anoda dan reduksi pada katoda. Reaksi oksidasi terjadi pada elektroda seng sedangkan reaksi reduksi terjadi pada elektroda karbon. Keuntungan menggunakan bentonit sebagai pasta elektrolit diantaranya karena memiliki struktur berongga dan memiliki kemampuan *swelling* (mengembang). Struktur montmorilonit yang berongga memungkinkan ion OH^- dapat bergerak melalui rongga-rongga tersebut. Pergerakan ion OH^- yang disertai dengan pergerakan elektron menyebabkan terjadinya arus.

Data berikut merupakan data penelitian yang terekam pada multimeter pada saat eksperimen dilakukan dengan menggunakan Na_2SO_3 sebagai penyerap oksigen, sehingga yang dapat terlihat hanyalah penurunan respon arus seiring bertambahnya waktu eksperimen yang mengindikasikan bahwa pengurangan konsentrasi oksigen dapat termonitor dengan rangkaian sel sensor ini. Namun demikian, analisis kuantitatif mengenai nilai konsentrasi oksigen belum dapat ditampilkan hasilnya karena analisis kurva kalibrasi yang dapat dibuat hanya dengan mengalirkan oksigen dengan konsentrasi yang diketahui belum sepenuhnya dilakukan.

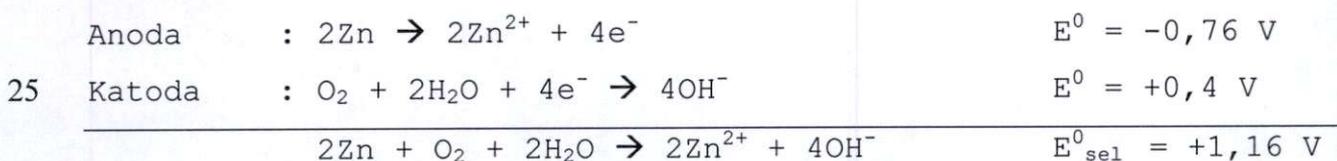
Data yang diperoleh dari penelitian sebelumnya (tim *Custom Sensor Solution, Inc.*).



5 Kurva perubahan arus selama selang waktu tertentu berdasarkan percobaan pada alat peraga sensor yang terdahulu.

Berbeda dengan penemuan sebelumnya, pada penemuan ini elektroda yang digunakan terbuat dari plat seng dan batang karbon dari baterai bekas, sedangkan elektrolit yang digunakan adalah pasta bentonit-KOH. Cara kerja serta fungsi setiap komponen dapat dijelaskan sebagai berikut;

10 Logam seng berfungsi sebagai elektroda yang mengalami oksidasi. Pasta bentonit-KOH berfungsi sebagai elektrolit yang dapat mengalirkan materi kimia bermuatan, dalam hal ini ion-ion OH⁻ dan Zn²⁺. Ketika salah satu ujung logam seng pada sel sensor dihubungkan dengan salah satu ujung batang karbon yang keduanya berada pada suatu pasta elektrolit campuran bentonit-KOH, maka ujung lain masing-masing elektroda tersebut yang dihubungkan dengan multimeter akan menunjukkan nilai voltase tertentu. Nilai 15 voltase yang terbaca pada multimeter merupakan nilai perbedaan potensial antara reaksi yang terjadi pada katoda dengan reaksi yang terjadi pada anoda, sebagaimana dituliskan pada persamaan reaksi berikut:



Mengacu pada persamaan Nerst, maka potensial sel pada reaksi yang terjadi pada sel sensor dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$E_{sel} = E_{sel}^0 - (RT/nF) \log \frac{[a_{Zn^{2+}}] \cdot [a_{OH^-}]}{[O_2]}$$

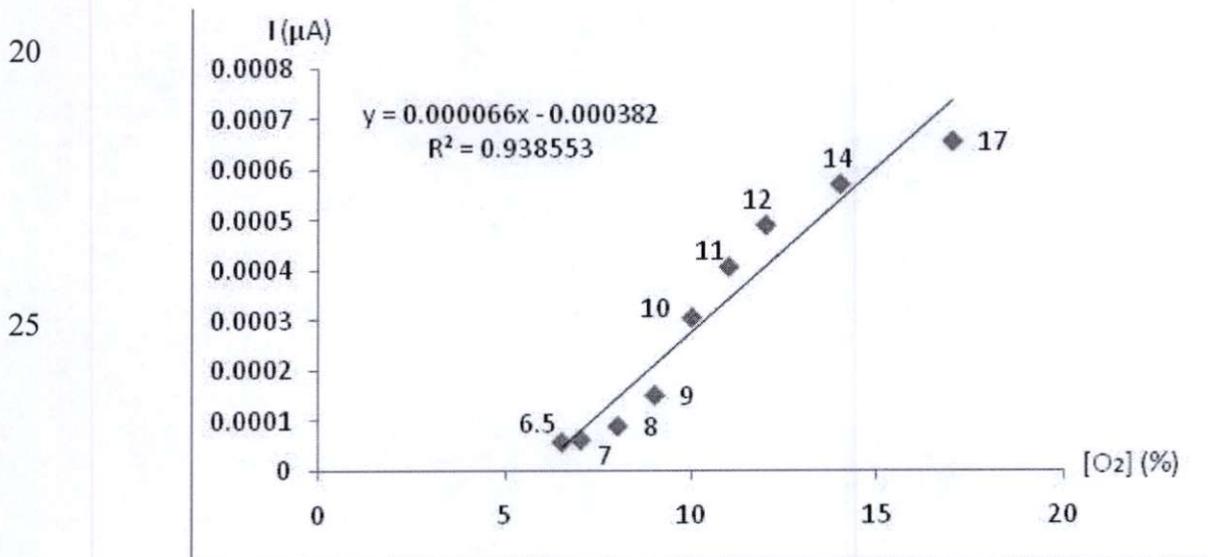
Pada persamaan Nerst tersebut dapat terlihat bahwa perubahan konsentrasi O_2 akan mengakibatkan perubahan nilai beda potensial sel yang semula berada pada kondisi setimbang. Dengan adanya tambahan oksigen dari udara luar, maka akan menyebabkan nilai E_{sel} menjadi lebih besar. Dengan demikian, maka secara teoritis akan dapat dihasilkan kurva linier antara plot potensial sel (sumbu y) dengan plot konsentrasi oksigen (sumbu x). Mengingat nilai potensial akan sebanding dengan nilai arus untuk nilai hambatan yang tetap (sebagaimana pada rumus di bawah ini), maka kurva linier juga akan terbentuk antara plot arus (sumbu y) dengan plot konsentrasi oksigen (sumbu x).

$$V = I \cdot R$$

15 V = beda potensial

I = Arus

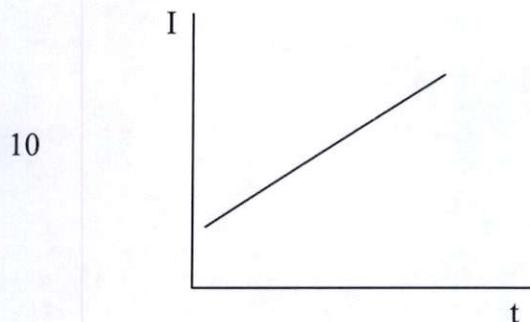
R = Hambatan



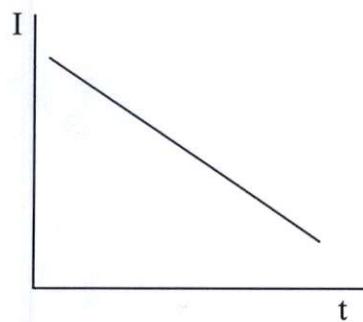
30 Kurva kalibrasi sensor oksigen sederhana menurut invensi ini.

Untuk analisa kualitatif, plot antara arus (atau bisa juga beda potensial) dengan waktu juga dapat digambarkan dengan persamaan linieritas tertentu. Perubahan nilai arus (atau beda

potensial) akan sebanding dengan perubahan konsentrasi oksigen. Jika terjadi penambahan oksigen selama selang waktu tertentu, maka kurva yang terbentuk akan memiliki nilai gradien yang positif (gambar a). Begitu pula sebaliknya, jika oksigen terkonsumsi selama selang waktu tertentu, maka kurva akan memiliki nilai gradien yang negatif (gambar b).



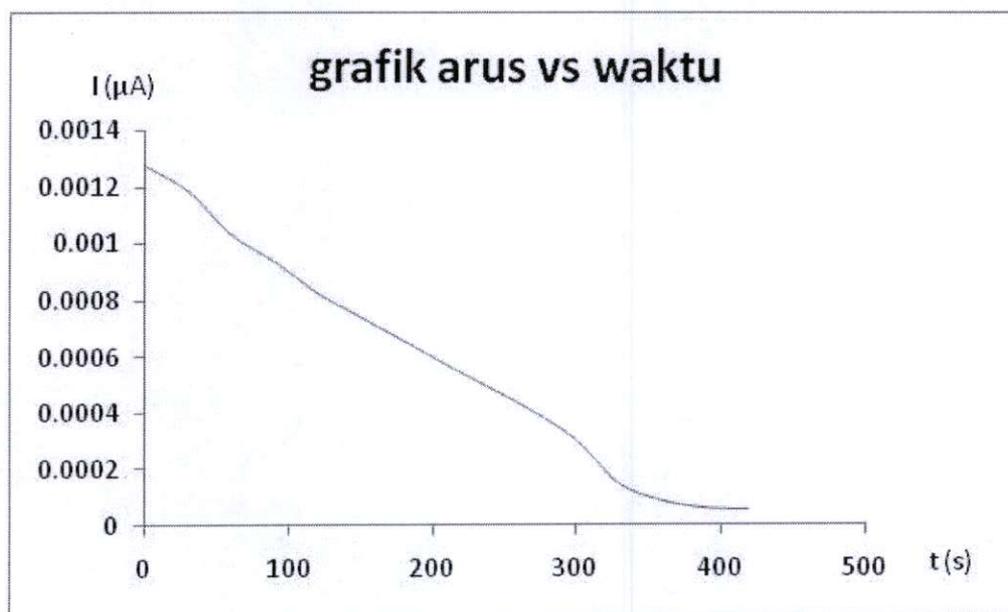
(a)



(b)

15 Grafik berikut merupakan hasil uji coba kualitatif sel sensor oksigen rakitan untuk mendeteksi pengurangan konsentrasi oksigen selama rentang waktu 420 detik. Pengurangan konsentrasi oksigen dilakukan dengan cara mengencerkan gas oksigen dengan menggunakan gas nitrogen.

20



35 Kurva perubahan arus selama selang waktu tertentu berdasarkan percobaan pada alat peraga sensor menurut invensi ini.

82

Klaim-Klaim

1. Suatu rangkaian alat peraga sensor gas oksigen sederhana berbasis elektrokimia menurut invensi ini, terdiri atas:

- Batang karbon bekas baterai,
- 5 - Logam seng berbentuk plat tipis dengan ukuran,
- Pasta campuran bentonit-KOH,
- Resistor 49 ohm,
- Wadah rangkaian sel sensor yang terbuat dari mika berbentuk balok tanpa tutup.
- 10 - Multimeter

2. Alat peraga sensor gas O_2 sebagaimana yang dijelaskan pada klaim 1, dibuat dengan langkah-langkah berikut:

a) Membuat pasta bentonit-KOH sebagai elektrolit, dengan cara:

- Mencampurkan bentonit dengan padatan KOH kemudian
15 ditambahkan cairan terpenent. Pencampuran dilakukan di dalam wadah/lumpang alu dengan cara mengaduk-aduk dengan batang pengaduk sampai homogen dan membentuk pasta berwarna coklat. Ciri-ciri pasta sudah terbentuk adalah ketika pengadukan sudah membentuk campuran dengan kadar cairan yang rendah (berbentuk seperti pasta gigi).

b) Membuat rangkaian sel sensor sederhana pendeteksi gas oksigen, dengan cara:

- Plastik mika transparan dengan tebal 0,5 cm dibentuk balok tanpa tutup dengan ukuran panjang 5 cm, lebar 5 cm, dan
25 tinggi 7 cm.
- Pada kedua buah dinding samping yang saling berhadapan dibuatkan lubang masing-masing sebanyak dua buah sedemikian rupa sehingga dapat diletakan batang karbon pada lubang bagian bawah serta plat logam seng pada lubang bagian atas. Setelah elektroda terpasang, lubang penyangga elektroda ditutup dengan lem agar elektrolit tidak keluar.
- Pasta elektrolit yang sudah dipreparasi pada klaim 1.a kemudian dimasukkan ke dalam kotak mika yang sudah
30 dihubungkan dengan elektroda sedemikian rupa sehingga kedua elektroda tertutupi oleh pasta elektrolit.

- Ujung masing-masing elektroda dihubungkan dengan voltmeter/multimeter menggunakan penjepit buaya.
- Antara kedua kawat yang dihubungkan elektroda dengan voltmeter dipasang tahanan sebesar 49 ohm yang ditujukan untuk membuat hubungan pendek dan menurunkan beda potensial dari sel.
- Balok mika yang lebih besar, dengan ukuran panjang 20 cm, lebar 10 cm, dan tinggi 15 cm digunakan untuk menutupi rangkaian sel sensor yang sudah dibuat. Antara bagian bawah balok mika dengan bagian atasnya dilengkapi dengan karet untuk mencegah terjadinya aliran udara dari dan ke dalam rangkaian sel sensor.
- Pada balok mika yang lebih besar tersebut dibuatkan tiga buah lubang dengan diameter 1 cm yang disertai dengan tutup karet sebagai saluran keluar/masuk udara maupun sampel oksigen.

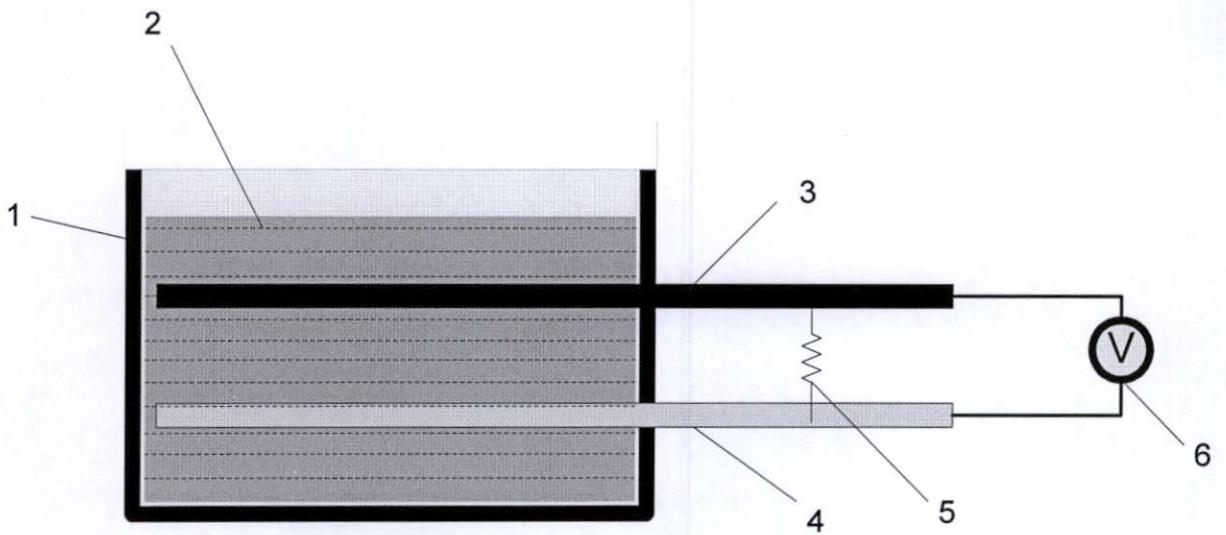
2. Metode untuk memperagakan terjadinya perubahan beda potensial sel elektrokimia karena pengaruh perubahan konsentrasi gas oksigen di udara dilakukan langkah-langkah pilihan berikut:

- a. Dalam keadaan sel ditutup oleh balok mika II (yang lebih besar), dialirkan gas N_2 .
- b. Dalam keadaan sel ditutup oleh balok mika II (yang lebih besar), dialirkan gas O_2 dan N_2 secara bersamaan dengan variasi laju alir yang dikontrol dengan flowmeter sehingga konsentrasi oksigen dapat dibuat bervariasi.
- c. Dalam keadaan sel ditutup oleh balok mika II (yang lebih besar), ditaburkan Na_2SO_3 di sekitar sel sensor. Na_2SO_3 berfungsi untuk menyerap oksigen sehingga pengurangan konsentrasi oksigen dapat terdeteksi pada multimeter.
- d. Dimasukkan tanaman ke dalam balok mika II bersamaan dengan adanya sel sensor sehingga konsumsi ataupun produksi oksigen oleh tanaman dapat terdeteksi sebagai respon beda potensial.

rl

Abstrak**ALAT PERAGA SENSOR GAS O₂ BERBASIS ELEKTROKIMA**

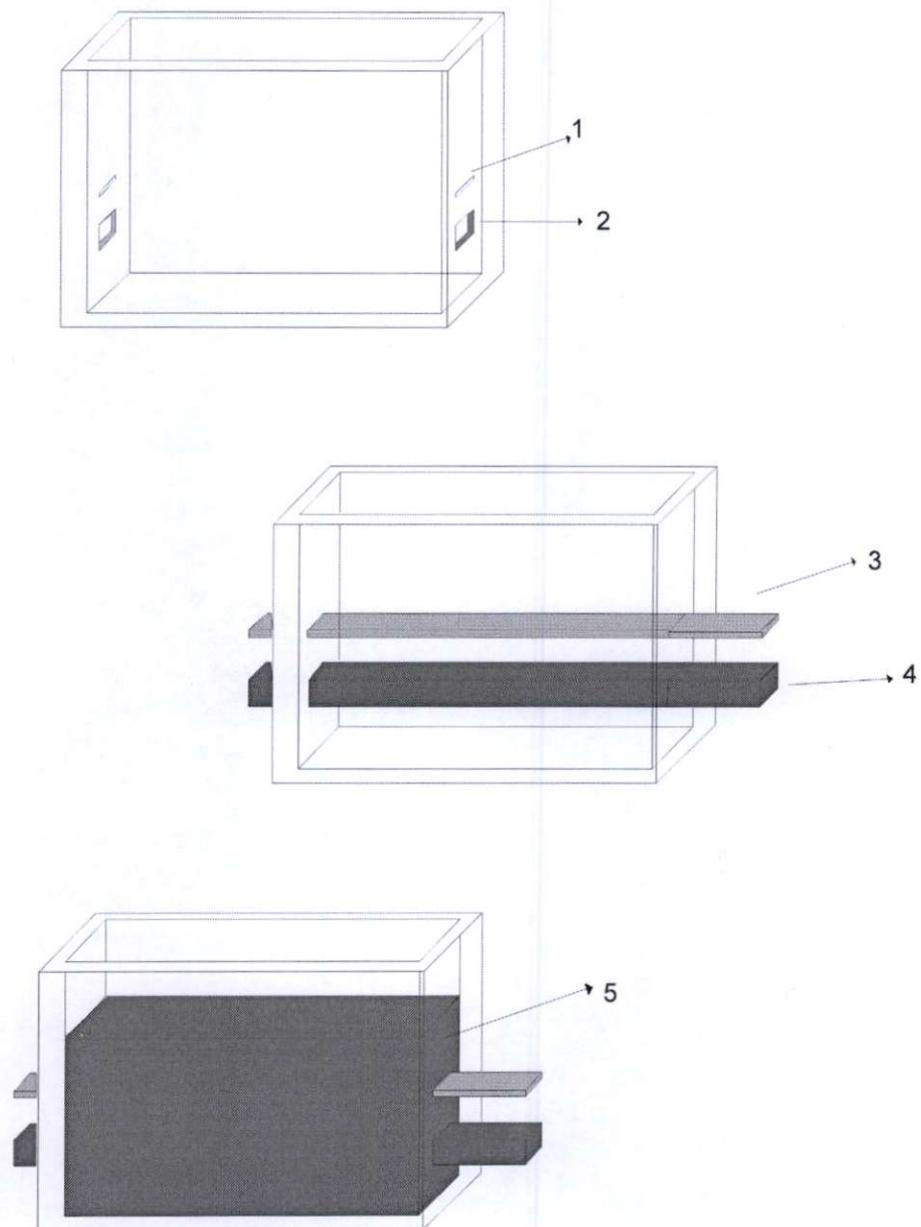
5 Invensi ini berhubungan dengan suatu alat peraga pendidikan
berupa sensor gas oksigen sederhana yang menerapkan prinsip
elektrokimia. Desain sel sensor sederhana ini merupakan
pengembangan dari desain sel sensor oksigen sederhana sebelumnya
yang dibuat oleh tim Custom Sensor Solution, Inc. Pada desain
10 terdahulu, sel sensor dibuat dengan memanfaatkan baterai kecil
fabrikan yang digunakan pada alat bantu pendengaran. Pada sel
tersebut, elektrolit pada baterai fabrikan yang digunakan adalah
larutan alkali, sedangkan katoda yang digunakan adalah logam
seng serta anodanya adalah kawat nikel yang dilapisi karbon dan
15 Mangan Oksida Sementara itu, pada sel sensor yang dikembangkan
ini, sel elektrokimia merupakan rakitan sendiri menggunakan
material berbasis pasta bentonit-KOH sebagai elektrolit. Pada
katoda digunakan logam seng, sedangkan pada anoda digunakan
batang karbon. Kelebihan penggunaan pasta bentonit-KOH sebagai
20 elektrolit adalah lebih memudahkan penggunaan sel sensor karena
wujud pasta yang bukan fluida namun masih tetap memiliki daya
konduktifitas sehingga lebih praktis dalam penggunaan. Alat ini
dapat memperagakan terjadinya perubahan beda potensial maupun
arus yang dihasilkan karena adanya perubahan konsentrasi gas
25 oksigen. Pengujian kuantitatif dilakukan dengan mengalirkan
oksigen dengan variasi konsentrasi yang terkontrol ke dalam sel
sensor. Respon sel sensor dideteksi dalam bentuk perubahan nilai
beda potensial menggunakan voltmeter. Dengan menerapkan metode
kalibrasi, nilai beda potensial dikonversi menjadi konsentrasi
30 gas O₂ dalam %. Sementara itu, analisa kualitatif dilakukan
dengan berbagai teknik, diantaranya dengan menaburkan serbuk
Na₂SO₃ di sekitar sensor yang terdapat pada kotak tertutup.
Pengurangan oksigen yang bereaksi dengan Na₂SO₃ dimonitor sebagai
pengurangan nilai beda potensial ataupun pengurangan nilai arus.



Keterangan Gambar:

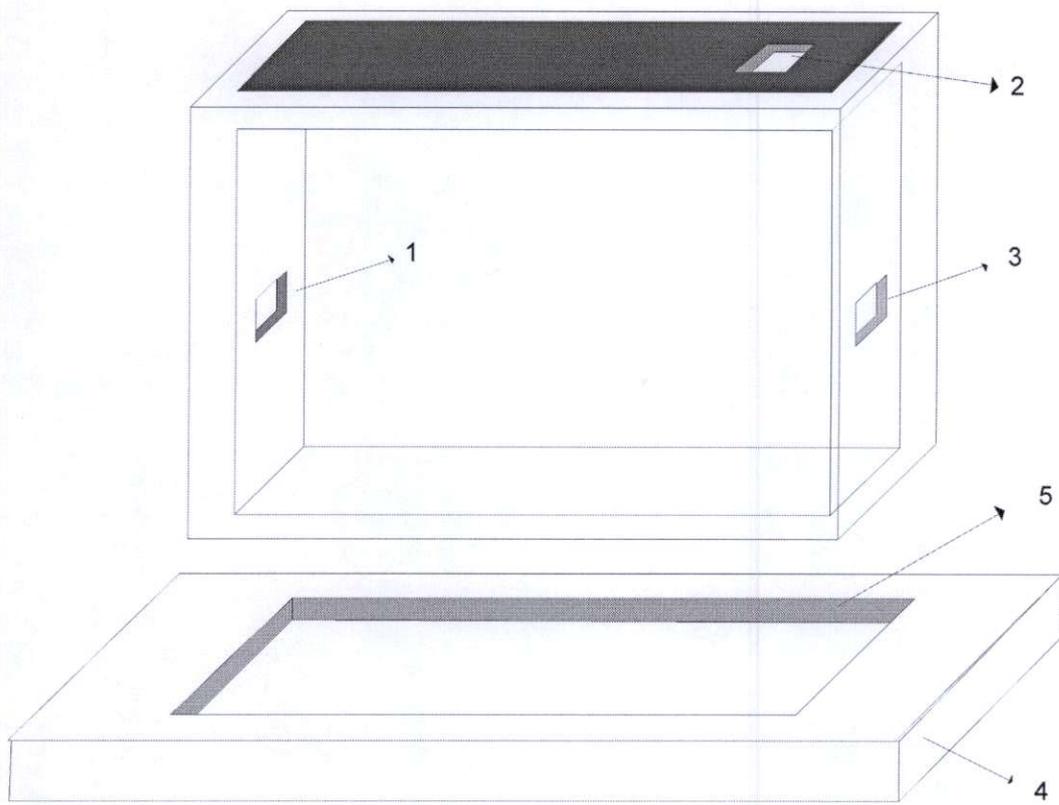
1. Bak Mika
2. Pasta Bentonit-KOH sebagai elektrolit
3. Elektroda Karbon
4. Elektroda Zn
5. Resistor 49 Ohm
6. Voltmeter 0-200 μ A

Gambar 1. Sketsa pandangan depan dari rangkaian alat peraga sensor gas O₂ menurut invensi ini.

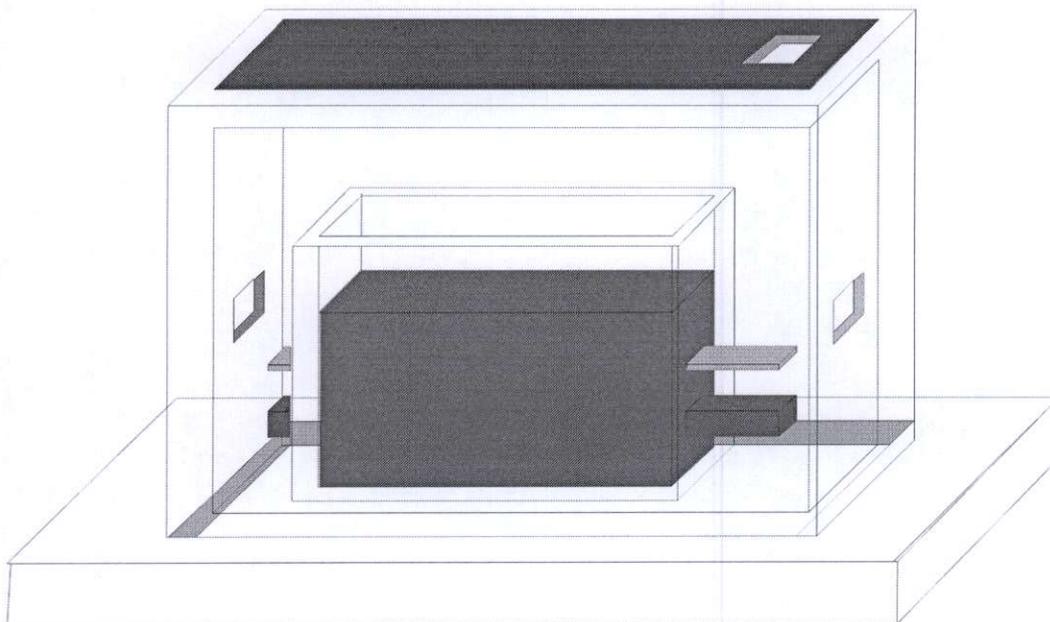


1. Lubang untuk elektroda Zn
2. Lubang untuk elektroda karbon
3. Elektroda Zn
4. Elektroda karbon
5. Pasta bentonit-KOH

Gambar 2. Bagian-bagian alat peraga sensor gas O_2 .

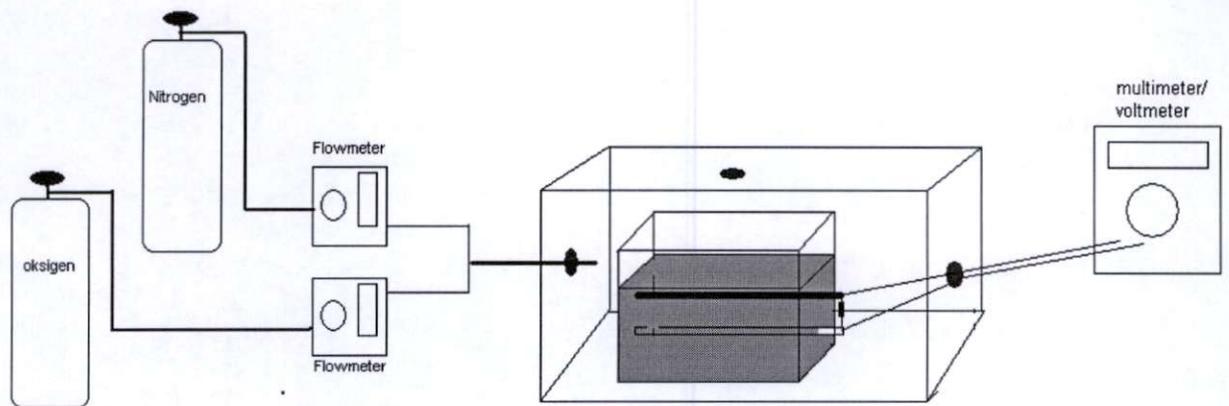


1. Saluran masuk gas / inlet
2. Saluran keluar gas / outlet
3. Lubang kabel penghubung
4. Alas alat peraga
5. Karet pelapis



Gambar 3. Pandangan perspektif depan dari rangkaian alat peraga sensor gas O_2 menurut invensi ini.

Sl

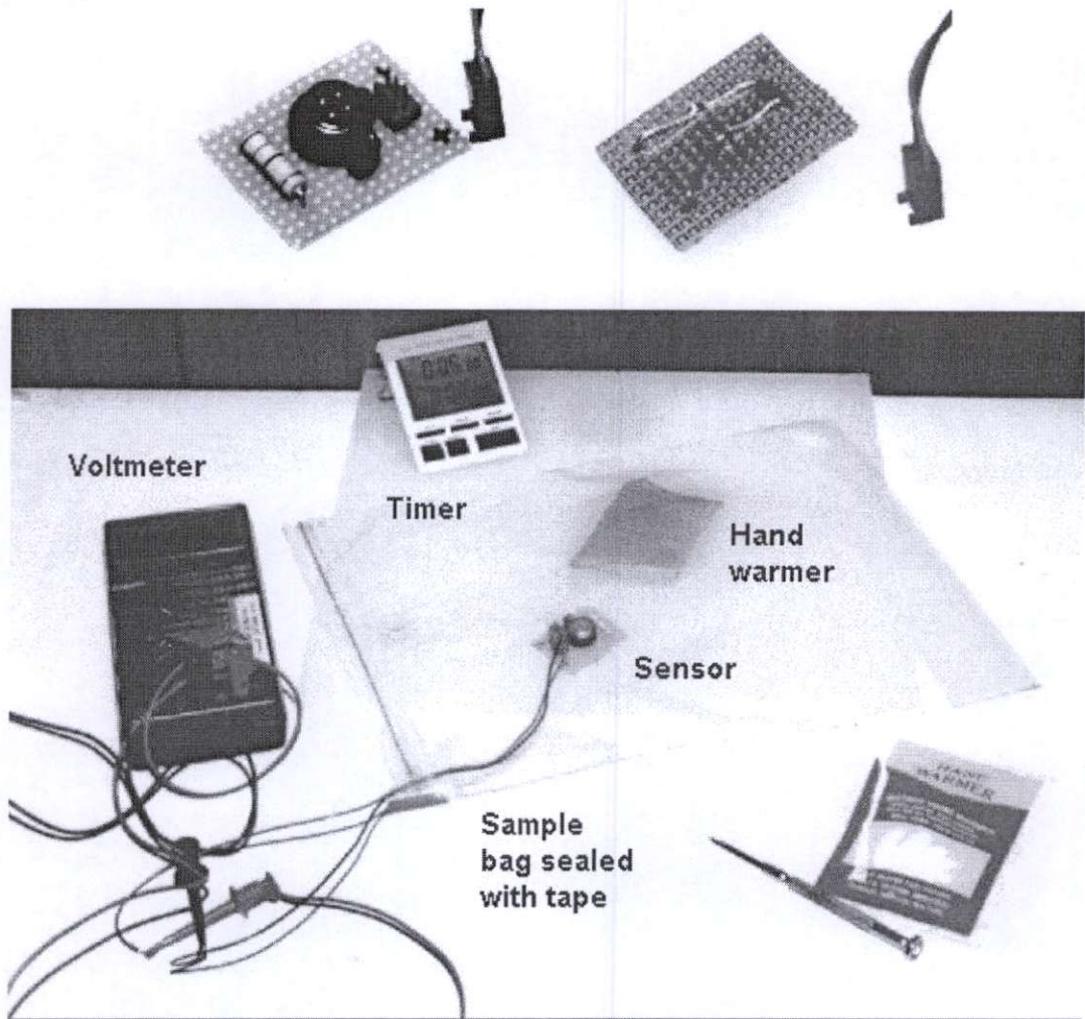


Gambar 4. Skema pengujian sel sensor oksigen.

Komponen-komponen utama yang terdapat pada alat peraga ini, diantaranya adalah:

1. Batang karbon bekas baterai,
2. Logam seng berbentuk plat tipis dengan ukuran,
3. Pasta campuran bentonit-KOH,
4. Resistor 49 ohm,
5. Wadah rangkaian sel sensor yang terbuat dari mika berbentuk balok tanpa tutup.
6. Multimeter
7. Flowmeter 100 mL/menit
8. Serbuk Na_2SO_3
9. Tabung gas oksigen
10. Tabung Nitrogen

Handwritten signature or initials.



Gambar 5. Penemuan sebelumnya mengenai alat peraga sensor oksigen sederhana oleh tim *Custom Sensor Solution, Inc.*

Pada penemuan terdahulu, bahan-bahan yang digunakan diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Baterai alat pendengaran type 675 (Radio shack)
2. Keystone type 501 *battery holder* untuk ukuran tebal 5 mm, diameter 12 mm (Newark Electronics P/N 95F3285)
3. Resistor, 18 - 25 ohm, $\frac{1}{2}$ watt.
4. Papan rangkaian elektronika/Printed Circuit Board (PCB)
5. Voltmeter yang mampu mengukur sampai satuan 10 milivolt
6. Stopwatch
7. Plastik vakum
8. *Hand warmer*
9. Solder
10. Selotip transparan

Draf patent ini telah diterima Sdr. Emil Miraj untuk kepentingan penelusuran patent sesuai perjanjian tgl ...17 Januari 2012.

EM