

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Jenis Air

2.2.1 Air Tanah

Air tanah merupakan air yang tersimpan di bawah permukaan bumi dalam lapisan tanah atau batuan yang dapat menyimpan air (*akuifer*). Air ini sering dijumpai sebagai sumber air minum setelah dipompa dari sumur. Kandungan air tanah dapat bervariasi tergantung pada lokasi, kedalaman, dan jenis tanah atau batuan yang mengandung air. Air tanah memiliki karakteristik yang berbeda dengan air permukaan (Nugraha et al., 2023).

Biasanya air tanah bersifat jernih, tetapi sering mengandung mineral atau garam yang tinggi karena pengaruh batuan di bawah tanah. Unsur-unsur yang terkandung atau *Total Dissolved Solids* (TDS) pada air tanah biasanya lebih rendah jika dibandingkan daerah atas, perbedaan nilai TDS antara suatu daerah dengan daerah lain cukup tinggi namun biasanya nilai TDS pada air tanah berkisar antara 50-2000 ppm. Unsur dominan yang terkandung yaitu; Na, Ca, Mg, HCO₃, CO₃ dan SO₄ dan Cl (Robert J. Kodoatie, 2021)

2.2.2 Air Demineralisasi

Air demineralisasi merupakan air yang terbuat dari proses pemurnian air sehingga terbebas dari mineral-mineral yang terlarut dalam air. Air demineral tidak dapat diperoleh secara alami pada alam. Air demineralisasi dihasilkan melalui proses deionisasi atau pertukaran ion. Air ini biasanya digunakan dalam aplikasi industri dan laboratorium yang memerlukan air dengan kandungan mineral yang rendah. Air yang mengandung mineral biasanya akan di hilangkan dulu mineralnya sebelum masuk dalam kegiatan proses industri karena air yang mengandung mineral dapat merusak alat yang ada di industri tersebut (Nugraha et al., 2023).

2.2.3 Air Kondensasi

Air kondensasi merupakan air yang terbentuk dari proses kondensasi, di mana uap air mengalami transformasi fasa menjadi cairan. Termasuk pada air yang terkumpul dari proses kondensasi AC atau sistem pendingin lainnya. Air ini memiliki kandungan mineral yang rendah karena berasal dari uap air yang

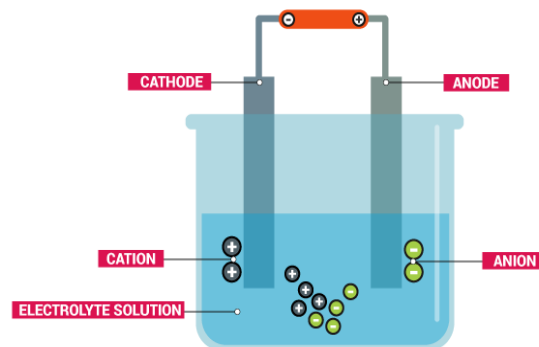
mengembun, tetapi tetap perlu diuji atau diolah jika akan digunakan untuk keperluan tertentu. Kondensasi merupakan proses transformasi fisik, dari fasa gas menjadi fasa cair, ini terjadi ketika uap didinginkan akan berubah menjadi cair, kondensasi uap dimulai dengan pembentukan kelompok atom atau molekul yang lembab dalam volume udara antara fasa gas dan permukaan cairan atau padatan(Rohma Dhani et al., 2022).

2.2 Metode Pemisahan Molekul Air

Metode polarisasi sejajar dan metode elektrolisis adalah dua konsep berbeda yang digunakan dalam memanipulasi materi pada tingkat molekular. Berikut adalah penjelasannya:

2.3.1 Elektrolisis

Elektrolisis merupakan proses pemisahan molekul menjadi senyawa dengan menggunakan arus listrik. Proses ini memerlukan dua elektroda sebagai anoda dan katoda yang ditempatkan dalam larutan elektrolit. Pada anoda, terjadi reaksi oksidasi dimana ion atau molekul kehilangan elektron. Pada katoda, terjadi reaksi reduksi dimana ion atau molekul menerima elektron (Kurnia Ilahi et al., 2022), seperti gambar berikut:



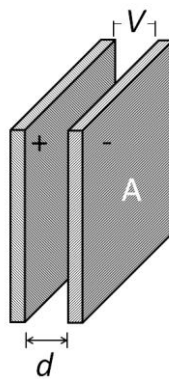
Gambar 2.1 Proses Elektrolisis

Pada metode elektrolisis umumnya menggunakan larutan elektrolit, seperti larutan asam, basa, atau garam yang meningkatkan konduktivitas listrik. Sumber daya listrik yang digunakan adalah arus konstan (DC) yang memberikan arus searah pada reaksi elektrolisis. Selain itu pada proses ini harus memperhatikan deret volta, dimana deret ini menunjukkan kecenderungan relatif dari logam-logam untuk

mengalami oksidasi atau reduksi. Aplikasi elektrolisis biasanya digunakan untuk menghasilkan gas hidrogen dan oksigen dari air, digunakan untuk memurnikan logam seperti tembaga dan aluminium dan digunakan dalam produksi bahan kimia seperti klorin, natrium hidroksida, dan berbagai senyawa organik (Kurnia Ilahi et al., 2022).

2.3.2 Polarisasi Plat Sejajar

Penggunaan pelat sejajar untuk memutus ikatan senyawa air dianggap lebih efektif. Ketika kedua pelat sejajar tersebut diberikan beda potensial, medan listrik terbentuk di antara mereka, menghasilkan kutub positif dan negatif. Medan listrik menghasilkan gaya pada muatan dalam molekul, menyebabkan molekul sejajar dengan medan listrik. Ujung senyawa yang bermuatan positif mengarah ke medan listrik negatif dan sebaliknya, (Notonegoro, 2008) seperti gambar dibawah;



Gambar 2.2 Polarisasi Plat Sejajar

Medan listrik tersebut akan menghasilkan gaya tarik dan gaya dorong terhadap muatan yang dimiliki atom H dan atom O secara simultan. Sehingga diharapkan produksi gas H₂ bisa lebih banyak. Dalam penelitian ini kami ingin melihat pengaruh kenaikan medan listrik terhadap pemutusan ikatan senyawa H₂O menjadi molekul gas H₂ dan O₂ (Halliday & Resnick, 2010).

Diantara kedua pelat sejajar didalam H₂/O₂ generator, masing-masing unsur pada senyawa air akan mengalami gaya tarik dan gaya tolak akibat adanya medan listrik yang tercipta, sesuai dengan persamaan berikut:

$$F_{H^+} = E \cdot 2q_{H^+} \text{ (repulsive)} \quad (2.1)$$

$$F_{O^-} = E \cdot q_{O^-} \text{ (attractive force)} \quad (2.2)$$

Dengan adanya gaya keseimbangan di antara mereka, terbentuklah ikatan antara satu molekul oksigen dan dua molekul hidrogen. Sudut ikatan H-O-H bisa mencapai $104,5^\circ$, yang menyebabkan terjadinya polarisasi. Di bawah pengaruh medan listrik, orientasi polarisasi air akan mengikuti arah medan listrik tersebut. Seperti yang ditunjukkan oleh persamaan berikut ini:

$$F_{H_2O} = k \frac{q_{H^+} \cdot q_{O^-}}{r_{O-H}^2} \quad (2.3)$$

Ketika gaya tarik menarik antar atom hidrogen dan atom oksigen lebih lemah dibandingkan dengan gaya tarik atom oksigen terhadap medan listrik yang menarik oksigen, akan terjadi proses pemisahan ikatan H_2O . Seperti pada persamaan berikut ini:

$$F_O \rightarrow F_{H_2O} \quad (2.4)$$

Kenaikan medan listrik yang dilakukan di antara pelat yang disusun secara sejajar akan meningkatkan medan listrik yang terbentuk di antara pelat sejajar tersebut. Akibatnya gaya tarik terhadap molekul oksigen di dalam senyawa air akan mengalami penambahan. Terjadinya aliran listrik disebabkan terputusnya ikatan H_2O yang bergerakanya ion O^- menuju katoda dan ion H^+ menuju anoda

2.3 Interaksi Mekanik Antara Molekul Polar dan Medan Listrik

Pada metode polarisasi plat sejajar melibatkan momen dipol yang membuat medan listrik mempengaruhi distribusi muatan dalam molekul polar. Medan listrik adalah medan yang mengelilingi muatan listrik dan mempengaruhi muatan lain yang berada dalam medan tersebut. Medan listrik menggambarkan gaya yang akan dialami oleh muatan lain ketika berada dalam medan tersebut (Rahmat & Dewi, 2020). Besarnya medan listrik yang terbentuk ini secara matematis dirumuskan:

$$E = k \frac{q}{r^2} \quad (2.5)$$

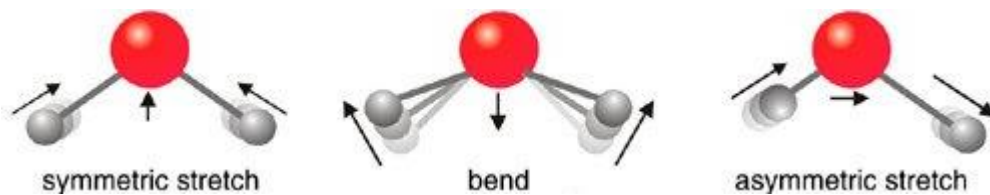
Dimana: E = kuat medan listrik (N/C)

k = tetapan Coulomb yang nilainya $9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$

Q = nilai muatan sumber (C)

r = jarak antara muatan sumber dan muatan uji (m)

Ketika molekul polar ditempatkan dalam medan listrik, medan listrik eksternal mempengaruhi distribusi muatan dalam molekul. Medan listrik cenderung mengarahkan molekul polar sehingga mereka sejajar dengan arah medan listrik. Ujung positif dari dipol molekul akan mengarah ke arah medan listrik yang negatif, dan ujung negatif akan mengarah ke arah medan listrik yang positif. Contoh molekul polar adalah air (H_2O), di mana senyawa oksigen lebih elektronegatif dari pada senyawa hidrogen, sehingga menarik elektron lebih kuat dan menghasilkan kutub negatif di dekat oksigen dan kutub positif di dekat hidrogen. Sehingga molekul air (H_2O) mengalami vibrasi antar senyawa (Yu et al., 2020), seperti pada gambar berikut (Stomp et al., 2007):



Gambar 2.3 Vibrasi Molekul Air Akibat Medan Listrik

2.4 Transformasi Fasa Liquid Menjadi Gas Pada Air

Transformasi fasa merupakan proses suatu material berubah dari satu fasa ke fasa lain sebagai respons terhadap pengaruh lingkungan. Fasa adalah bentuk atau struktur fisik tertentu dari materi, dan setiap fasa memiliki sifat fisik dan kimia yang berbeda (Djayanti, 2019). Transformasi fasa dari H_2O liquid menjadi gas adalah proses yang melibatkan pemecahan molekul air menjadi gas hidrogen (H_2) dan gas oksigen (O_2). Proses mengubah air (H_2O) menjadi gas hidrogen (H_2) adalah reaksi yang memerlukan input energi untuk memecah ikatan kimia dalam molekul air. Salah satu metode yang digunakan pada penelitian ini adalah melalui polarisasi plat sejajar. proses ini memanfaatkan medan listrik untuk memisahkan molekul air

(H₂O) menjadi gas hidrogen (H₂) dan gas oksigen (O₂)(Kusumaningsih et al., 2022). Sehingga menghasilkan persamaan reaksi sebagai berikut:



Pada katoda (elektroda negatif), ion hidrogen (H⁺) dari air atau larutan elektrolit menerima elektron (e⁻) dan membentuk fasa gas hidrogen (H₂).

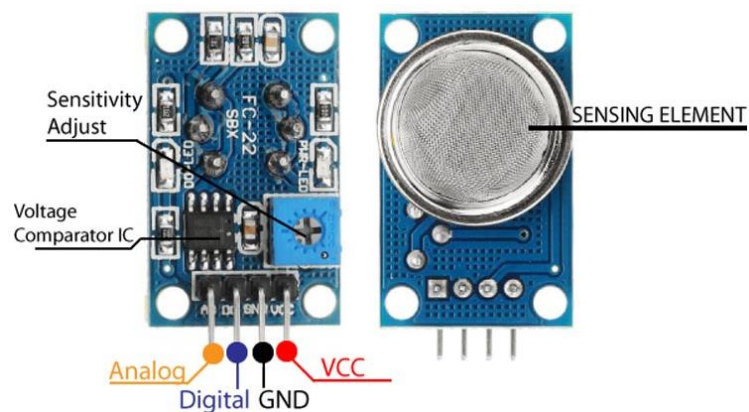


Pada anoda (elektroda positif), molekul air kehilangan elektron dan menghasilkan fasa gas oksigen (O₂) serta ion hidrogen (H⁺).



2.5 Sensor MQ-8

Sensor gas MQ-8 merupakan jenis sensor yang mampu mendeteksi keluaran terhadap jenis gas hidrogen. Sensor ini merupakan sensor semikonduktor yang peka terhadap gas hidrogen dengan cepat (Ade Setiawan, 2018). Berikut ini merupakan bagian-bagian sensor MQ-8 menurut (Beni Satria et al., 2023) yaitu sebagai berikut:



Gambar 2.4 Gambar Bagian-bagian Sensor MQ-8

(Sumber : Beni Satria et al., 2023)

Dimana:

Pin 1 = Analog Out

Pin 2 = Digital Out

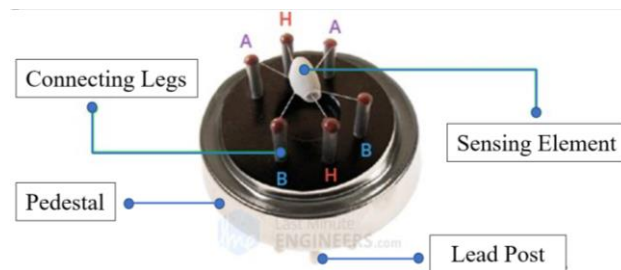
Pin 3 = GND

Pin 4 = VCC (+5 Volt)

Sensitivity Adjust = pengatur sensitif digital pin untuk mendeteksi gas H₂

Sensing element = komponen sensor yang berfungsi untuk mendeteksi gas H₂

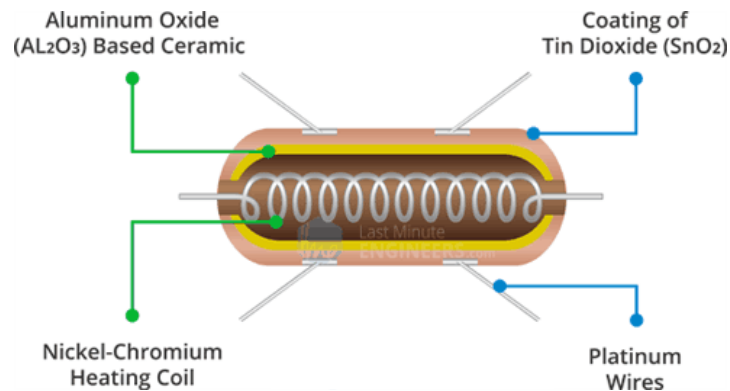
Voltage Comparator IC = untuk membandingkan dua sinyal analog pada masukan dan menghasilkan keluaran tinggi atau rendah.



Gambar 2.5 Bagian Komponen Sensor MQ-8

(Sumber : Sun et al., 2021)

Bagian dalam sensor MQ-8 terdapat elemen penginderaan dan enam kaki penghubung. Dari enam *Leads*, dua *Leads* (H) untuk memanaskan elemen penginderaan dan dihubungkan melalui kumparan Nikel-Kromium. Empat *lead* yang tersisa (A & B) untuk sinyal keluaran dihubungkan menggunakan kabel platinum. Kabel ini terhubung ke badan elemen penginderaan dan menyampaikan perubahan kecil pada arus yang melewati elemen penginderaan. Elemen tabung atau elemen sensor berbentuk tabung terbuat dari keramik berbahan dasar Aluminium Oksida (AL₂O₃) dan memiliki lapisan Timah Dioksida (SnO₂). Timah Dioksida adalah bahan terpenting yang sensitif terhadap gas yang mudah terbakar. Namun, substrat keramik hanya meningkatkan efisiensi pemanasan dan memastikan area sensor dipanaskan hingga suhu kerja secara konstan. Jadi, kumparan nikel-kromium dan keramik berbasis aluminium oksida (AL₂O₃) membentuk sistem pemanas, sedangkan kabel platinum dan lapisan Timah Dioksida (SnO₂) membentuk sistem penginderaan (Suryana, 2021).



Gambar 2.6 Sensor Utama MQ-8

(Sumber : Sun et al., 2021)

Ketika timah dioksida (SnO_2) dalam kondisi suhu kerja maka akan mudah bereaksi dengan hidrogen (H_2), Dari reaksi tersebut menghasilkan perbedaan potensial dengan menghasilkan perbedaan potensial dengan mengubah resistansi elemen penginderaan, yang kemudian dapat diukur sebagai tegangan keluaran. Data yang dihasilkan sensor MQ-8 dapat berupa tegangan dengan jangkauan 0 -5 V yang keluar pada pin analog (Savitri Puspaningrum et al., 2020).

2.6 Total Dissolved Solids (TDS)

Total Dissolved Solids (TDS) merupakan parameter penting dalam menentukan kandungan air, mengacu pada jumlah total zat padat terlarut dalam air, yang meliputi mineral, garam, dan ion organik yang terdisosiasi dalam larutan. Metode yang paling cepat dan mudah yaitu dengan mengukur konduktivitas listrik dan mengkonversinya menjadi nilai TDS. Metode ini menggunakan prinsip bahwa ion-ion terlarut meningkatkan konduktivitas listrik air. Tingkat TDS yang tinggi dapat menyebabkan pembentukan skala pada pipa dan peralatan serta meningkatkan korosi, yang merusak infrastruktur. Dalam industri seperti pembangkit listrik dan manufaktur, air dengan TDS rendah sering diperlukan untuk mencegah kerusakan peralatan dan memastikan proses yang efisien (Ahiaba & Igomu, 2019).