

PENERAPAN SENSOR pH PADA AREA *ELEKTROLIZER* DI PT. SULFINDO ADIUSAHA

Desmira¹, Didik Aribowo², Rian Pratama³

Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Serang 42117, Indonesia

Ides_syahidah@yahoo.com¹, aribowo82@yahoo.co.id², rianpratama3097@gmail.com

Abstrak - Fungsi dari sensor pH adalah untuk menentukan derajat keasaman atau kebasaan dari suatu larutan. Peningkatan pencemaran lingkungan di era globalisasi sekarang ini dapat mengakibatkan makin sulitnya mendapatkan air bersih terutama yang dipakai sebagai bahan baku air minum. Salah satu cara untuk mengetahui air tersebut baik atau tidaknya adalah dengan cara mengukur kadar keasamannya. Untuk kebutuhan industri maka diperlukan suatu rancangan alat sistem pengukuran pH. Salah satu rancangan yang dapat digunakan adalah dengan menggunakan Sensor pH yang dapat dibaca dengan monitor. Metodologi yang digunakan yaitu dengan cara mengumpulkan artikel data, menguji keluaran sensor pH ketika dicelupkan pada beberapa sampel cairan, menguji sampel cairan. Dari hasil penelitian ini didapat: (1) Sensor pH ini dapat mengukur derajat keasaman/kebasaan air antara 1-10 pH. (2) Data pH tersebut dapat di uji di laboratorium untuk dicek keakuratannya.

Kata Kunci : Keasaman, Monitor, Sensor pH

I. PENDAHULUAN

Penelitian teknologi sensor sampai saat ini masih merupakan suatu topik yang sangat luas dan bersifat multi disiplin ilmu, dimana perkembangan teknologi sensor mengikuti kemajuan teknologi mikroelektronika. *Trend* penelitian tentang sensor saat ini adalah berupa miniaturisasi sistem sensor, pembuatan sensor *array*, multi-sensor dan pembuatan sistem sensor yang *smart* atau *intelligent* [1-2]. Adapun aplikasi sensor dapat ditemui dalam banyak peralatan konsumen, otomotif, laboratorium, pengelolaan lingkungan, konservasi energi, pabrikasi, industri, kedokteran, pertambangan, pertanian, dan sebagainya. Aplikasi sistem sensor ini masih dan akan terus berkembang sesuai dengan kebutuhan. Namun, sensor yang ada saat ini di pasaran hampir semuanya adalah produksi luar negeri (*import*). Oleh karena itu penguasaan teknologi sensor ini sangat diperlukan mengingat aplikasinya yang terus berkembang dan pemenuhan kebutuhan sensor di dalam negeri masih diimpor.

Sensor pH digunakan untuk menentukan derajat keasaman atau kebasaan dari suatu larutan. Pengukuran dan pengendalian pH adalah sangat penting untuk berbagai studi kimia dan biologi di laboratorium dan berbagai bidang industri [3-4].

Pada umumnya jenis sensor pH yang banyak digunakan terbuat dari bahan gelas yang memiliki ukuran yang relatif besar, memiliki tahanan dalam yang sangat besar dalam orde Mega-Ohm dan mudah pecah bila terjatuh atau terbentur. Berbagai usaha telah dilakukan untuk miniaturisasi sensor pH dengan menggunakan teknologi monolitik dan teknologi film tanpa mengubah fungsinya agar dapat lebih menghemat ruang dan biaya. Seiring dengan perkembangan teknologi mikroelektronika saat ini, teknik

microfabrication dapat digunakan secara efektif untuk pembuatan sensor elektro-kimia seperti sensor pH [5-7].

Pada tulisan ini dibahas tentang bagaimana penerapan sensor pH industri yaitu di PT. Sulfindo Adiusaha pada area *Elektrolizer*.

II. KAJIAN PUSTAKA

Bagian – bagian *transmitter* pH :

1. Elektroda Kaca

Elektroda kaca berfungsi sebagai salah satu kutub di antara dua elektroda pH meter yang tercelup ke dalam larutan.



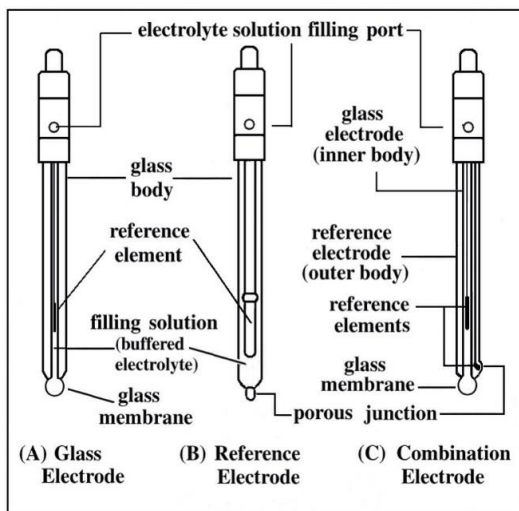
Gambar 1. Elektroda Kaca

Pada ujung elektroda ini terdapat *bulb* yang berfungsi sebagai tempat terjadinya pertukaran ion positif (H^+). Pertukaran ion yang terjadi menyebabkan adanya perbedaan beda potensial di antara dua elektroda, sehingga pembacaan potensiometer akan menghasilkan positif atau negatif. Jika larutan bersifat netral, maka potensiometer tidak membaca adanya perbedaan potensial di antara kedua kutub ($pH=7$). Sedangkan jika larutan bersifat asam, maka potensial elektroda kaca menjadi lebih positif daripada elektroda referensi. Pada kondisi ini, potensiometer membaca negatif yang akan diartikan oleh sistem sebagai $pH<7$. Dan jika larutan bersifat basa, maka elektroda kaca akan memiliki

potensial yang lebih rendah daripada elektroda referensi. Pada kondisi ini pembacaan pH menjadi lebih besar daripada angka 7.

2. Elektroda Referensi

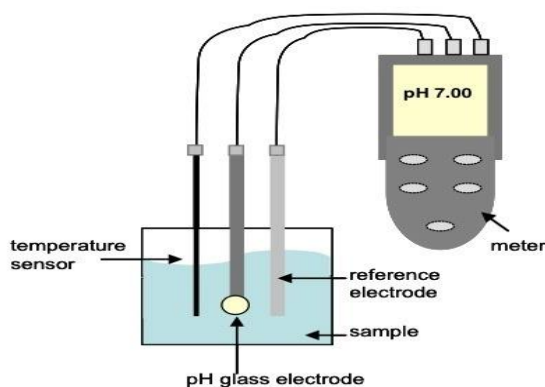
Elektroda referensi berfungsi sebagai kutub lain selain elektroda kaca sehingga diantara keduanya, yang terendam larutan tertentu, terbentuk rangkaian listrik. Elektroda ini didesain memiliki nilai potensial yang tetap pada kondisi larutan apapun. Sehingga arah aliran listrik yang terjadi hanya tergantung dari lebih besar atau lebih kecilnya potensial elektroda kaca terhadap elektroda referensi.



Gambar 2. Elektroda Referensi

3. Thermometer

Sensor temperatur menjadi satu komponen wajib pH meter, karena nilai pH sangat dipengaruhi oleh temperatur larutan. Pada pH larutan 7 (netral), perubahan temperatur tidak berpengaruh terhadap nilai tersebut. Namun jika larutan bersifat asam atau basa, pembentukan ion sangat dipengaruhi oleh temperatur. Karena pembacaan pH distandardisasi pada temperatur ruang 25°C, maka keberadaan sensor temperatur sangat krusial untuk mendapatkan pembacaan pH meter yang akurat.

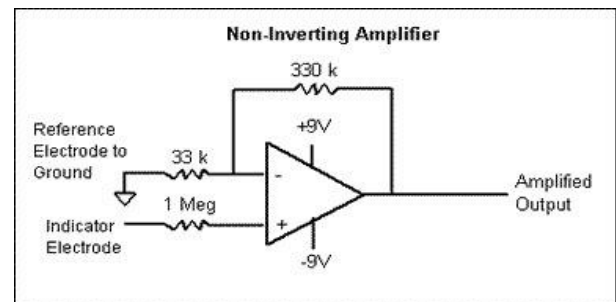


Gambar 3. Thermometer

4. Amplifier

Setiap pH meter selalu membutuhkan penguat voltase atau dikenal dengan *amplifier*. Voltase yang

dihasilkan oleh dua elektroda pH meter terlalu rendah yakni hanya sekitar 60 mV untuk setiap tingkatan nilai pH. Jika pada pH netral (=7) beda potensial antar elektroda kaca dengan referensi sama dengan nol, maka besar voltase yang dihasilkan oleh keduanya pada nilai pH terendah hingga tertinggi ($0 \leq \text{pH} \leq 14$) adalah di antara angka -350 mV hingga +350 mV. Agar voltase ini dapat diproses di mikrokontroler, maka harus diperkuat oleh *amplifier*. Sebagai contoh pada salah satu tipe *amplifier* pH meter, *amplifier* ini akan memperkuat voltase menjadi pada rentangan 0 hingga 14 V. Sehingga jika potensiometer membaca nilai 4,5 V, maka pH larutan yang diukur adalah 4,5.



Gambar 4. Amplifier

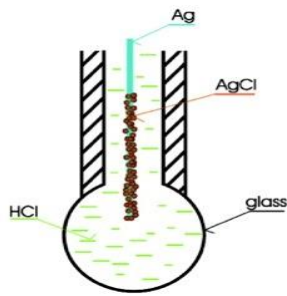
III. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif. Metode deskriptif merupakan salah satu cara pengumpulan data yang dilakukan dengan sumber-sumber yang berkaitan dengan penerapan sensor pH yaitu dari pengujian sampel dari data yang ada di PT. Sulfindo Adiusaha, buku, jurnal, perpustakaan, *ebook*, bahkan internet.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

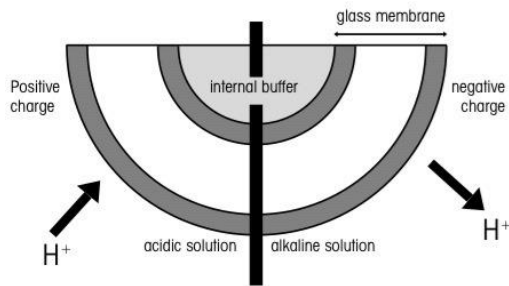
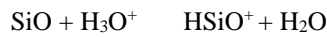
1. Prinsip kerja alat pengukur pH

Prinsip kerja utama pH meter adalah terletak pada sensor *probe* berupa elektroda kaca (*glass elektroda*) dengan jalan mengukur jumlah ion H_3O^+ di dalam larutan. Ujung elektroda kaca adalah lapisan kaca setebal 0,1 mm yang berbentuk bulat (*bulb*). *Bulb* ini dipasangkan dengan silinder kaca non-konduktor atau plastik memanjang, yang selanjutnya diisi dengan larutan HCL ($0,1 \text{ mol/dm}^3$). Di dalam larutan HCL, terendam sebuah kawat elektroda panjang berbahan perak yang pada permukaannya terbentuk senyawa setimbang AgCl. Konstantanya jumlah larutan HCL pada sistem ini membuat elektroda Ag/AgCl memiliki nilai potensial stabil.



Gambar 5. Skema Sistem Elektroda Kaca

Inti sensor pH terdapat pada permukaan *bulb* kaca yang memiliki kemampuan untuk bertukar ion positif (H^+) dengan larutan terukur. Kaca tersusun atas molekul silicon dioksida dengan sejumlah ikatan logam alkali. Pada saat *bulb* kaca ini terekspos air, ikatan SiO akan terprontonasi membentuk membran tipis $HSiO^+$ sesuai dengan reaksi berikut :



Gambar 6. Proses Pertukaran Ion H^+

Seperti pada ilustrasi di atas bahwa pada permukaan *bulb* terbentuk semacam lapisan “gel” sebagai tempat pertukaran ion H^+ . Jika larutan bersifat asam, maka ion H^+ akan terikat ke permukaan *bulb*. Hal ini menimbulkan muatan positif terakumulasi pada lapisan “gel”. Sedangkan jika larutan bersifat basa, maka ion H^+ dari dinding *bulb* terlepas untuk bereaksi dengan larutan tadi. Hal ini menghasilkan muatan negative pada dinding *bulb*.

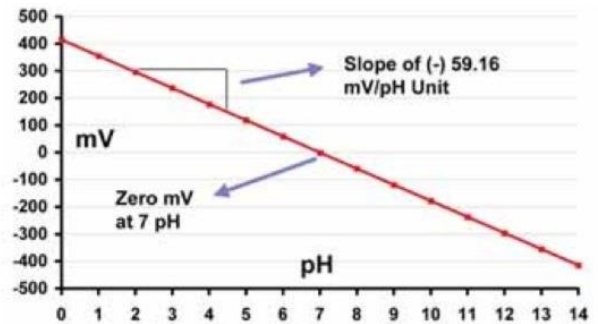
Pertukaran ion hidronium (H^+) yang terjadi antara permukaan *bulb* kaca dengan larutan sekitarnya inilah yang menjadi kunci pengukuran jumlah ion H_3O^+ di dalam larutan. Kesetimbangan pertukaran ion yang terjadi di antara fase dinding kaca *bulb* dengan larutan, menghasilkan beda potensial di antara keduanya.

$$E_{\text{dinding kaca/larutan}} = \frac{RT}{2,303F} \log a(H_3O^+) \dots \dots \dots \text{Eq.1}$$

Dimana R adalah konstanta molar gas (8.314 J/mol K), T untuk temperature (Kelvin), F adalah konstanta Faraday 96485.3 C/mol, 2.303 adalah angka konversi antara logaritma alami dengan umum, dan $a(H_3O^+)$ adalah aktivitas dari hidronium (bernilai rendah jika konsentrasinya rendah). Pada temperatur $25^{\circ}C$ nilai dari $\frac{RT}{2.303F}$ mendekati angka 59.16 mV. Angka 59.16 mV ini menjadi bilangan penting karena pada suhu konstan larutan $25^{\circ}C$, setiap perubahan 1 satuan pH,

terjadi perubahan beda potensial elektroda kaca sebesar 59.16 mV.

Perhitungan nilai aktivitas hidronium ($a(H_3O^+)$) pada persamaan di atas memiliki rentang yang sangat lebar yakni antara 10 hingga 10^{-15} mol/dm³. sehingga untuk meringkas persamaan, maka lahirlah pH dengan persamaan sebagai berikut:

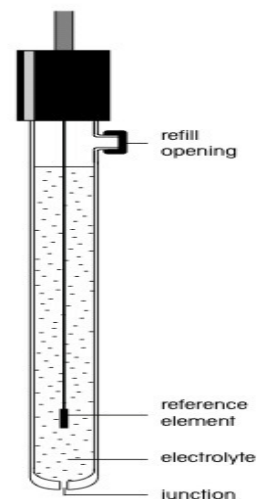


Gambar 7. Kurva Perubahan pH dengan Beda Potensial

Tanda negatif adalah untuk membuat sesuatu nilai pH dari berbagai larutan, kecuali larutan yang bersifat sangat ekstrim asam, menjadi bernilai positif.

Seperti yang telah kita bahas diatas, *bulb* kaca berisi larutan HCL yang merendam sebuah elektroda perak. HCL ini memiliki pH konstan karena ia berada pada system yang terisolasi. Karena pH konstan inilah maka ia menciptakan beda potensial yang konstan pada temperature yang konstan pula. sebut saja potensial tersebut E' , maka persamaan (Eq.1) diatas bersama dengan persamaan (Eq.2) didapatkan persamaan beda potensial total dari elektroda kaca :

$$E_{\text{elektroda kaca}} = E' - \frac{RT}{2.303F} pH \dots \dots \dots \text{Eq.3}$$

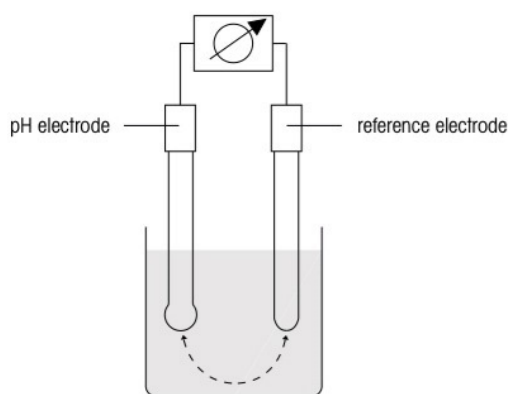


Gambar 8. Sensor PH

Pada sebuah sistem pH meter secara keseluruhan, selain terdapat elektroda kaca juga terdapat elektroda referensi. Kedua elektroda tersebut sama-sama terendam ke dalam media ukur yang sama. Elektroda referensi digunakan untuk menciptakan pH yang valid, elektroda

referensi harus memiliki nilai potensial stabil dan tidak terpengaruh oleh jenis fluida yang diukur.

Seperti halnya elektroda kaca, di dalam elektroda referensi juga digunakan larutan HCl (elektrolit) yang merendam elektroda kecil Ag/AgCl. Pada ujung elektroda referensi terdapat *liquid junction* berupa bahan keramik sebagai tempat pertukaran ion antara elektrolit dengan larutan terukur, pertukaran ion ini dibutuhkan untuk menciptakan aliran listrik sehingga pengukuran potensiometer (pH meter) dapat dilakukan.



Gambar 9. Rangkaian Elektroda Kaca Elektroda Referensi pada pH Meter

2. Hasil

Hasil dari penelitian dan data dari PT. Sulfindo Adiusaha, penerapan sensor pH di area elektrolizer :

pH	Ulangan	Nilai OD							
		1	2	3	4	5	6	7	8
3	1	0.243	0.276	0.296	0.423	0.431	0.435	0.433	0.495
	2	0.171	0.232	0.262	0.312	0.311	0.416	0.438	0.442
	3	0.212	0.253	0.321	0.342	0.341	0.388	0.358	0.476
5	1	0.65	0.516	0.385	0.278	0.298	0.295	0.198	0.085
	2	0.267	0.253	0.232	0.212	0.166	0.163	0.149	0.018
	3	0.975	0.445	0.293	0.296	0.281	0.279	0.126	0.078
7	1	0.854	1,362	1,281	0,716	0.253	0.244	0.215	0.18
	2	0.483	0.336	0.312	0.273	0.256	0.266	0.256	0.138
	3	0.85	1.349	0.633	0.472	0.397	0.327	0.298	0.216
	4	0.761	0.65	0.593	0.318	0.308	0.299	0.252	0.273

V. PENUTUP

Dari hasil pengujian dapat diambil kesimpulan antara lain sebagai berikut:

- (1) Sensor pH ini dapat mengukur derajat keasaman/kebasaaan air antara 1-10 pH.
- (2) Data pH tersebut dapat diuji di laboratorium untuk dicek keakuratannya.

DAFTAR PUSTAKA

Rachmawati S.W., Bambang Iswanto, Winarni, 2009. "Pengaruh Ph Pada Proses Koagulasi Dengan Koagulan Aluminum Sulfat Dan Ferri Klorida", *Jurnal Teknologi Lingkungan*, Vol. 5, No. 2, Desember 2009, pp. 40-45 ISSN: 1829-6572.

Harlow, H. F. (1999). Electrical engineering journal articles. *Sensor pH meter*, 55, 893-896.

Astria, Fani. (2014). Rancang bangun alat ukur pH dan suhu berbasis short message service (SMS) gateway. *MEXTRIX - Jurnal Elektro*, 8(1), 57-65.

Okamura, Kei et al (2016). "Seawater by rapid response glass elektroda and removable Ag/AgCl elektroda with solid reference junction using vycol glass". *IEEE 978-1-5090-2445-2*

Chuan Chouan Chou, Juan et al (2017). "Characterization of Flexible Arrayed pH Sensor Base On Nickel Oxide Films". *IEEE 1558-1748*

Rodrigues, Francio et al (2017). Fabrication and characterization of a pH sensor. *IEEE 978-1-5386-2877-5/17/*

Shidiq, mahfudz. (2008). Pengukur suhu dan pH air tambak terintegrasi dengan data logger. *EECCIS - Jurnal Teknik Elektro*, 8(1), 57-65.

Kustanti, Ika. (2014). Pengendalian kadar keasaman (pH) pada sistem hidroponik stroberry menggunakan kontroller PPID berbasis arduino uno. *PPSSI - Jurnal Teknik Elektro*, 8(1), 57-65.