

Rancang Bangun *Smart* pH Meter Sebagai Alat Ukur Pemantau Larutan Nutrisi

FEBRIAN HADIATNA, RATNA SUSANA

Program Studi Teknik Elektro Institut Teknologi Nasional Bandung
Email : Febrian_Hadiatna@yahoo.com

Received 24 Desember 2018 | *Revised* 11 Februari 2019 | *Accepted* 20 Mei 2019

ABSTRAK

Potential of Hydrogen (pH) adalah salah satu parameter penting yang terdapat pada nutrisi tanaman hidroponik. Setiap tanaman memerlukan nutrisi dengan pH sesuai kebutuhannya, agar dapat tumbuh dengan baik. pH nutrisi akan berubah setiap saat, sehingga perlu sering dipantau. Terdapat kendala pada pH meter yang digunakan saat ini, misalnya perlu kalibrasi ulang jika digunakan lebih dari 24 Jam karena elektroda sensor pH rentan terhadap larutan yang diukurnya. Pada penelitian ini dirancang sebuah pH meter cerdas yang akan digunakan untuk mengukur nutrisi tanaman. Alat ukur ini mampu digunakan secara terus menerus selama lebih dari 24 jam. Sensor pH yang digunakan adalah FIT0348 dan ATmega8 sebagai unit kontrolernya. Proses pengujian terdiri dari 4 tahap. Berdasarkan hasil pengujian, disimpulkan bahwa koefisien determinasi pada rangkaian pengkondisi sinyal yang dirancang telah linier yaitu 0,9999 dengan persamaan regresi $y=0,0065x+6,189$. ΔpH dari pH meter yang dirancang adalah $\pm 0,01$ dengan menggunakan PH/EC-9853 sebagai alat ukur pembandingnya.

Kata kunci: *potensial of hydrogen, pH meter, hidroponik, nutrisi tanaman*

ABSTRACT

Potential of Hydrogen (pH) is one of the important parameters found in hydroponic plant nutrition. Every plant needs nutrients with pH according to their needs, so they can grow well. The pH of nutrients will change at any time, so it needs to be monitored frequently. There is a problem with the pH meter used today, for example, it needs recalibration if it is used more than 24 hours because the pH sensor electrode is susceptible to the solution it measures. In this study, a smart pH meter was designed to be used to measure plant nutrient. This measuring instrument can be used continuously for more than 24 hours. The pH sensor used is FIT0348 and ATmega8 as the controller unit. The testing process consists of 4 steps. Based on tests, it was concluded that the coefficient of determination in the signal conditioning circuit designed was equal to 0.9999 with the regression equation $y = 0.0065x + 6.189$. ΔpH from the pH meter designed is ± 0.01 by using PH/EC-9853 as a comparison measuring instrument.

Keywords: *potensial of hydrogen, pH meter, hydroponic, plant nutrition*

1. PENDAHULUAN

Hidroponik merupakan salah satu metoda bercocok tanam dengan menggunakan air yang mengandung nutrisi serta oksigen terlarut sebagai media tanamnya **(Roidah, 2014)**. Pada sistem hidroponik, nutrisi tanaman memiliki peranan penting, yang menunjang terhadap pertumbuhan tanaman. Nutrisi tanaman yang digunakan, terdiri dari berbagai kandungan unsur didalamnya, diantaranya nitrogen, kalium, fosfor, kalsium, magnesium, boron, besi, chlore, cobalt, *potential of Hydrogen*, dsb. Beberapa kandungan penting di nutrisi tanaman, pada umumnya akan selalu mengalami perubahan nilai setiap waktunya. Hal ini terjadi, dikarenakan adanya beberapa faktor yang mempengaruhi, diantaranya kemampuan tanaman dalam menyerap kandungan nutrisi, serta faktor lingkungan seperti temperature udara.

Pada beberapa kandungan nutrisi, saat ini telah mampu dilakukan proses pemantauan. Semakin banyak kandungan penting pada nutrisi tanaman yang dapat dipantau nilai besarnya, akan berdampak pada kualitas nutrisi tanaman yang dihasilkannya menjadi semakin baik. Salah satu kandungan pada nutrisi tanaman yang saat ini telah memungkinkan untuk dilakukan proses pengukuran adalah kandungan pH(*potential of hydrogen*). Pertumbuhan tanaman akan subur jika nilai pH nutrisinya berada pada nilai rentan yang diperlukannya. Setiap jenis tanaman, memerlukan nutrisi tanaman dengan nilai pH yang berbeda-beda.

Derajat keasaman atau pH adalah konsentrasi ion hidrogen yang sangat kecil, dimana pH didefinisikan sebagai logaritma basis -10 dari konsentrasi ion hydrogen **(Shahrulakram, 2016)**. Pada beberapa aplikasi, diantaranya bidang kimia analis, kendali pada bidang biologi dan lain-lain biasanya diperlukan sebuah sistem pemantauan terhadap kandungan pH **(Canals, 2000)**. Pada bidang biologi misalnya tanaman, kandungan pH dengan nilai tertentu pada nutrisi tanaman diperlukan, untuk menghasilkan pertumbuhan tanaman yang optimal. Kandungan pH yang berlebih atau kurang, mengakibatkan terhambatnya pertumbuhan tanaman. Derajat keasaman ini memiliki perubahan nilai dalam kurun waktu tertentu. *Potential of Hydrogen* akan berubah tidak menentu bergantung kepada faktor-faktor yang mempengaruhinya. Faktor tersebut diantaranya suhu, proses dekomposisi bahan organik, fotosintesi ataupun adanya unsur lain yang terendam kedalam air **(Taufiqullah, 2017)**.

pH meter adalah alat ukur yang dapat memberikan informasi mengenai derajat keasaman suatu larutan. Alat ukur ini menggunakan sebuah probe yang terbuat dari silinder kaca non-konduktor yang berfungsi sebagai sensornya. Dengan memanfaatkan senyawa HCl yang merendam kawat elektroda, alat ini mampu mengukur derajat keasaman yang terkandung dalam air **(ONNY, 2017)**. pH meter yang ada saat ini memiliki dua tipe, berdasarkan lamanya waktu proses pencelupan terhadap larutan yang diukurinya. Tipe pertama tidak mampu digunakan selama lebih dari 24 jam dan perlu dilakukan proses kalibrasi ulang. Pada tipe kedua, telah mampu digunakan lebih dari 24 jam, namun ketepatannya akan berkurang setiap harinya.

Pengetahuan mengenai parameter pH sangat penting dalam membantu pemahaman pada proses, hal ini karena memiliki pengaruh yang besar pada banyak reaksi biologis dan kimia **(Jun Li, 2015)**. Berdasarkan beberapa permasalahan yang terdapat pada proses penggunaan alat ukur pH meter, diantaranya proses kalibrasi, *lifetime* alat ukur, tingkat akurasi hasil pengukuran dan sebagainya. Beberapa faktor lain juga mempengaruhi terhadap hasil pengukuran pH meter, diantaranya adanya pengaruh lingkungan misalnya suhu mempengaruhi nilai pH, operator yang menggunakannya, serta metode pengukuran yang

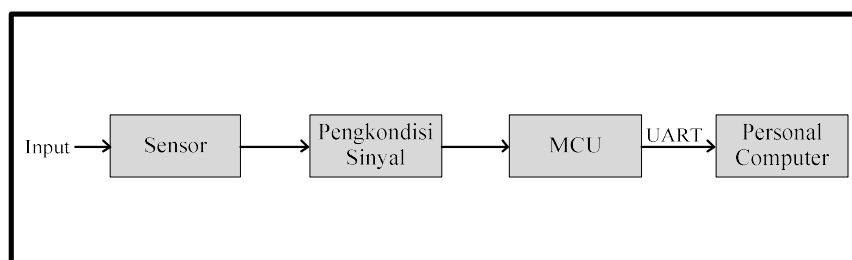
dilakukannya (**Sabat, 2017**). Oleh karena itu, pada penelitian ini bermaksud untuk mengembangkan sebuah alat ukur pH meter yang bersifat cerdas. Kecerdasan yang akan di tanamkan pada alat ukur tersebut yaitu pada proses kalibrasi alat ukur, yaitu berupa mengurangi waktu kalibrasi ulang.

Adapun beberapa rumusan masalah yang terdapat pada penelitian ini, diantaranya: bagaimanakah cara perangkat mikrokontroler melakukan proses akuisisi data dari sensor pH? serta berapakah penurunan nilai pH pada sensor pH yang terjadi setiap penggunaan 24 jam? Dalam penelitian ini, terdapat beberapa batasan yang dilakukan, diantaranya: tidak meneliti *life time* dari sensor pH yang digunakan, proses pengujian dilakukan dengan membandingkan sensor pH yang digunakan dengan alat ukur PH/EC-9853, larutan nutrisi yang digunakan pada proses pengujian diatur nilai pH-nya dengan menambahkan larutan pH up dan pH down, jangkauan nilai pH yang di uji berkisar 2 sampai dengan 13 derajat keasaman, serta temperatur pada larutan yang digunakan di set stabil pada suhu kamar

2. PERANCANGAN SISTEM

2.1 Perangkat Keras

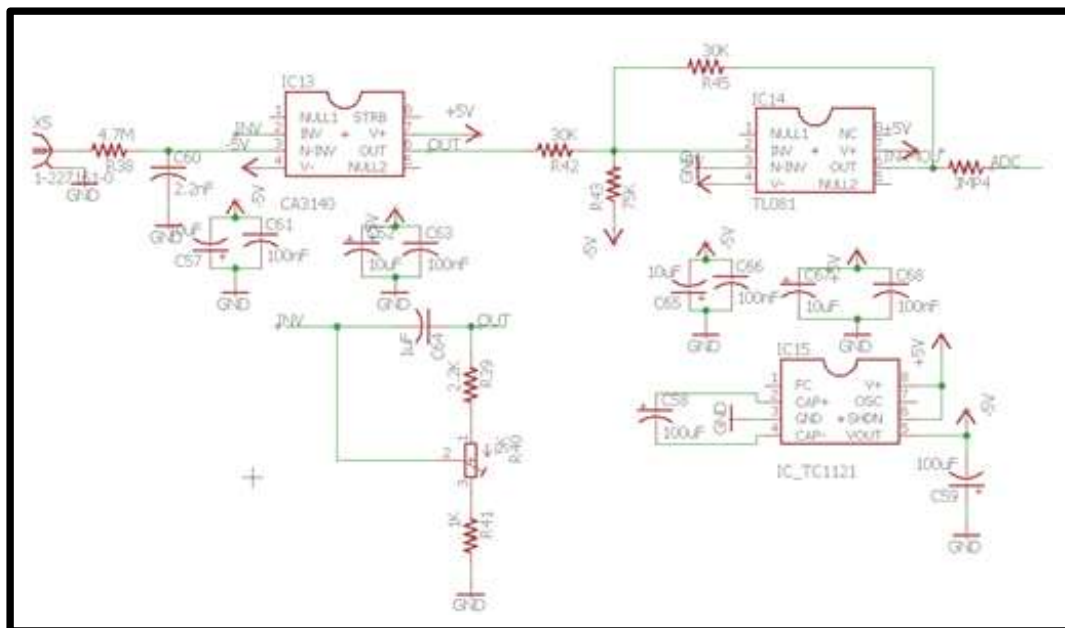
Pada penelitian ini, proses perancangan pada bagian perangkat keras pH meter adalah merancang sebuah rangkaian pengkondisi sinyal yang ditambah dengan unit kontroler. Berikut ini Gambar 1 yang menggambarkan blok diagram dari pH meter yang dirancang.



Gambar 1. Blok Diagram pH Meter (Banu,2017)

Berdasarkan Gambar 1, tampak bahwa pada sistem tersebut, terdapat unit sensor pH yang berfungsi untuk mengolah *input* yang berupa pH larutan air. *Output* data yang dihasilkan sensor tersebut berupa data analog yang nilainya relatif rendah, sehingga diperlukan sebuah rangkaian pengkondisi sinyal untuk memperbesar nilainya. Setelah data analog yang dihasilkan unit sensor tersebut telah cukup besar nilainya dari hasil penguatan yang dilakukan pada pengkondisi sinyal, selanjutnya akan diolah data tersebut oleh unit mikrokontroler. Mikrokontroler akan mengolah data tersebut, hingga menghasilkan informasi nilai pH dalam format data UART. Diperlukan sebuah *personal computer* (PC) untuk menampilkan informasi nilai pH tersebut dengan melalui aplikasi serial monitor.

Gambar 2 menunjukkan skematik dari rangkaian pengkondisi sinyal sensor pH yang digunakan. Berdasarkan Gambar 2, tampak bahwa pada rangkaian terdapat beberapa IC yang digunakan, diantaranya IC Voltage Converter TC1121 serta IC pengkondisi sinyal yang terdiri dari rangkaian amplifier CA3140AMZ dan TL081BCD64.



Gambar 2. Skema Rangkaian Pengkondisi Sinyal Sensor pH (Dfrobot, 2017)

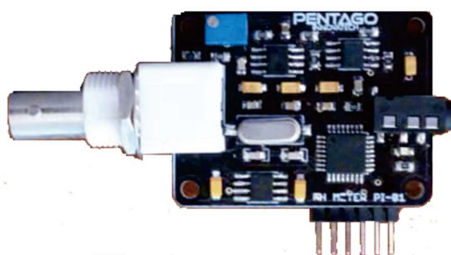
Rangkaian pengkondisi sinyal yang di rancang berdasarkan pada referensi IC TC1121 digunakan untuk menghasilkan *output* berupa catu daya -5Volt. Catu daya negatif tersebut digunakan sebagai catu daya pada rangkaian pengkondisi sinyal yang memerlukan adanya catu daya negatif.

IC CA3140AMZ digunakan untuk proses penguatan sinyal yang dihasilkan sensor pH. *Output* yang dihasilkan oleh sensor pH memiliki sinyal yang relatif kecil serta rentan terhadap *noise*. IC CA3140AMZ memiliki karakteristik *very high input impedance* dan *very low input current*. *Output* sinyal yang dihasilkan oleh IC CA3140AMZ masih cukup kecil, serta memungkinkan untuk menghasilkan *output* sinyal negatif yang tidak memungkinkan diolah oleh perangkat mikrokontroler.

Output sinyal yang dihasilkan IC CA314AMZ, selanjutnya menjadi *input* bagi IC TL081BCD64. IC ini digunakan sebagai penguatan sinyal, dengan menggunakan rangkaian *summing amplifier* (Dfrobot, 2017). Berikut ini Persamaan (1) yang digunakan pada rangkaian *summing* tersebut.

$$V_{out} = (V_{out\ CA314AMZ} - 2) \quad (1)$$

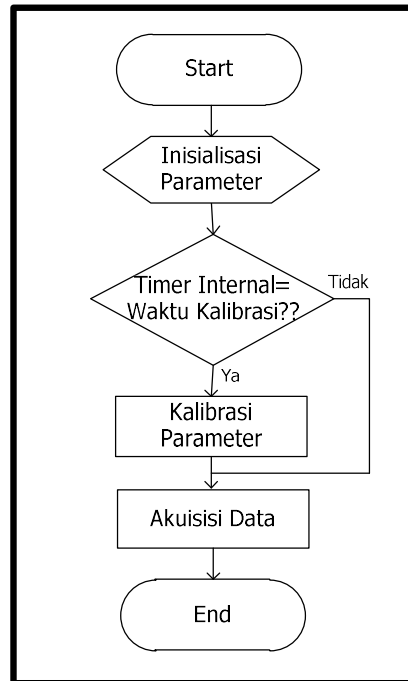
Berikut ini Gambar 3, realisasi dari prototipe rangkaian pengkondisi sinyal yang telah dirancang.



Gambar 3. Realisasi Prototipe *Smart* pH meter

2.2 Perangkat Lunak

Pada perancangan perangkat lunak, algoritma program yang digunakan secara umum adalah terdiri dari proses kalibrasi serta akuisisi data. Berikut ini Gambar 4 yang memperlihatkan algoritma yang digunakan dalam bentuk *flowchart* program secara umum.



Gambar 4. Flowchart Program Umum

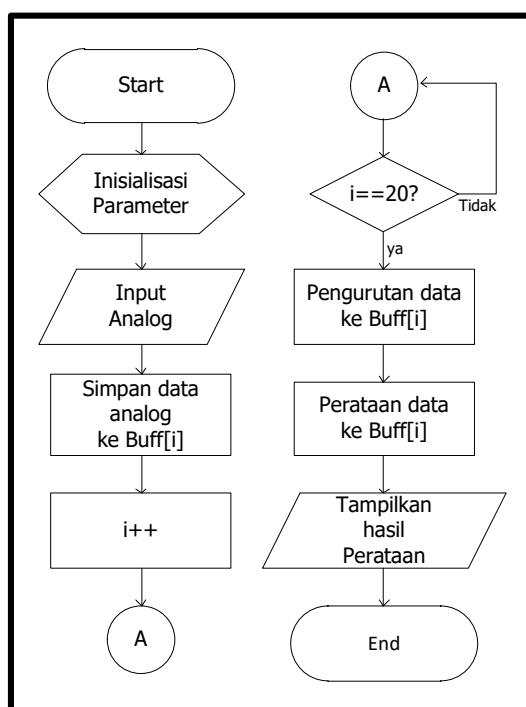
Berdasarkan *flowchart* pada Gambar 4, tampak bahwa *smart* pH meter yang dirancang pada dasarnya terintegrasi dengan pewaktu yakni dengan memanfaatkan *internal timer* pada perangkat mikrokontroler. Adapun penjelasan dari *flowchart* tersebut adalah sebagai berikut.

- Inisialisasi Parameter.** Pada proses ini dilakukan inisialisasi nilai variabel dan konstanta yang akan digunakan.
- Timer Internal=Waktu Kalibrasi?.** Unit mikrokontroler akan melakukan pengecekan waktu, jika waktu yang terbaca menunjukkan waktu kalibrasi, maka selanjutnya akan dilakukan proses kalibrasi.
- Kalibrasi Parameter.** Nilai yang terdapat pada variabel kalibrasi mengalami perubahan pada proses ini, sehingga pH meter memungkinkan untuk menghasilkan pengukuran yang tetap presisi dan akurat pada waktu yang lama.
- Akuisisi Data.** Pada proses ini diterapkan sebuah algoritma yang berfungsi untuk menghasilkan pengukuran yang presisi dan akurat.

Pada proses kalibrasi parameter, terdapat sebuah nilai konstanta yang digunakan sebagai parameter pada proses kalibrasi yang akan mengalami perubahan nilainya berdasarkan waktu pemakaian sensor. Adapun besarnya nilai perubahan tersebut diperoleh berdasarkan hasil pengujian pada tahap ketiga. *output* yang dihasilkan pada rangkaian pengkondisi sinyal perlu diolah kembali agar menghasilkan pH meter yang presisi dan akurat, sehingga diperlukan unit mikrokontroler.

Pada proses akuisisi data, diperlukan sebuah algoritma yang dirancang untuk menghasilkan sebuah data hasil pengukuran yang mendekati nilai sebenarnya. Berikut ini Gambar 5 adalah

algoritma yang digunakan pada proses akusisi data, yang telah diterapkan pada penelitian di tahun 2017.



Gambar 5. Diagram Alir pH Meter (Banu, 2017)

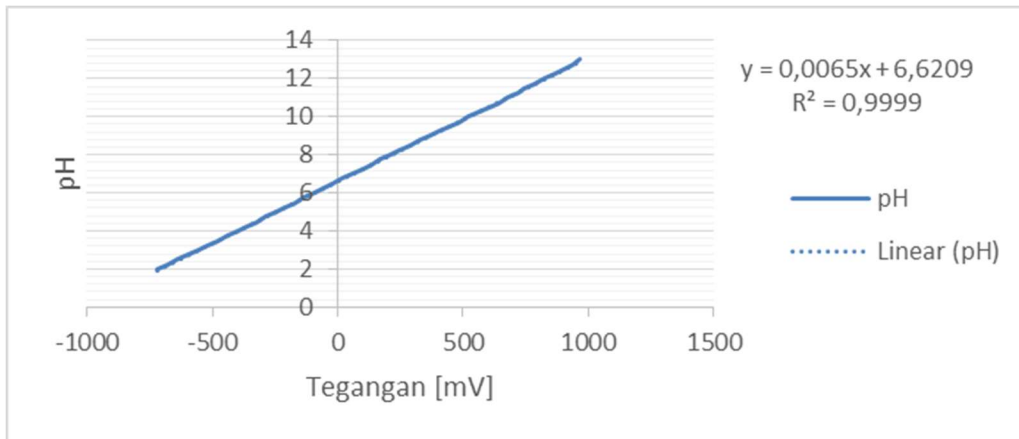
Berdasarkan Gambar 5, diagram alir yang digunakan dalam perancangan sistem ini diantaranya sebagai berikut:

- Inisialisasi Parameter.** Pada proses ini dilakukan inisialisasi nilai variabel dan konstanta yang akan digunakan
- Input Analog.** Data keluaran yang dihasilkan sensor pH berupa sinyal analog, menjadi data masukan pada mikrokontroler.
- Simpan data analog ke Buff[i].** Simpan data analog pada buffer 'buff'.
- i == 20?,** jika i telah mencapai 20, lakukan proses berikutnya, tetapi jika kurang dari 20, lakukan kembali proses sebelumnya.
- Pengurutan data Buff[i].** Data yang tersimpan pada setiap elemen array 'buff' selanjutnya diurutkan mulai dari nilai terkecil hingga terbesar.
- Perataan data Buff[i].** Data yang telah diurutkan selanjutnya diratakan dengan mengambil nilai ke-6 sampai dengan ke-15 kemudian dibagi 10.
- Menampilkan data buff.** Data yang telah diratakan, selanjutnya ditampilkan dalam format UART (*Universal Asynchronous Receiver Transmitter*).

3. DATA PENGAMATAN DAN ANALISIS

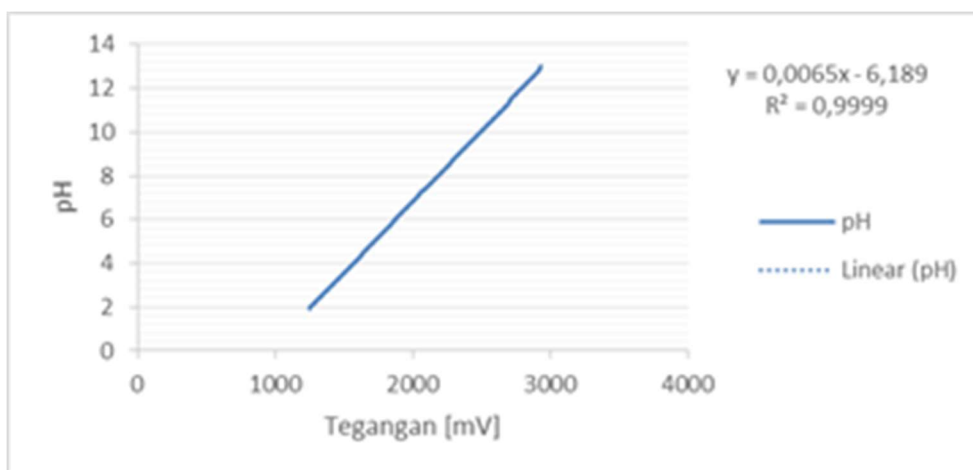
Proses pengujian yang dilakukan pada penelitian ini terdiri dari beberapa tahap. Pengujian pertama dilakukan pada rangkaian pengkondisi sinyal yang telah diimplementasikan. Pada proses ini, rangkaian pengkondisi sinyal yang terdiri dari IC CA3140AMZ dan IC TL081BCD64 diuji nilai tegangan yang dihasilkannya saat mengukur pH sebuah larutan. Proses pengukuran tegangan menggunakan AVOMeter Heles UX-866TR, sedangkan pada

pengukuran pH dengan menggunakan PH/EC-9853. Larutan nutrisi yang diuji adalah campuran 10 liter air mineral yang ditambah larutan AB Mix hingga menghasilkan larutan nutrisi tanaman dengan nilai EC sebesar 2 mS/cm. Parameter pH pada larutan nutrisi diatur nilainya dengan menambahkan larutan pH *up* ataupun pH *down*. Proses pengujian dilakukan secara berulang sebanyak lima kali. Satu kali proses pengujian yang dilakukan berupa proses pengukuran pH larutan nutrisi mulai dari 2 derajat keasaman sampai dengan 13 derajat keasaman dengan kenaikannya setiap 0,25 derajat keasaman. Berikut ini Gambar 6 yang memperlihatkan grafik hasil pengukuran berulang hubungan antara nilai pH dan tegangan *output* yang dihasilkan pada IC CA3140AMZ.



Gambar 6. Grafik Hubungan pH terhadap Tegangan pada IC CA3140AMZ

Grafik pada Gambar 6 merupakan nilai rata-rata dari hasil pengukuran berulang yang telah dilakukan sebanyak lima kali. Pada grafik tersebut, tampak bahwa koefisien determinasi yang dihasilkan adalah sebesar 0,9999 dengan persamaan regresi $y=0,0065x-6,6209$ sehingga telah linier. *Output* yang dihasilkan oleh IC CA3140AMZ, selanjutnya menjadi *input* untuk IC TL081BCD64. Berikut ini Gambar 7, yang memperlihatkan hasil pengujian pada IC TL081BCD64 yang digunakan dengan banyaknya pengujian berulang yang dilakukan sebanyak lima kali.

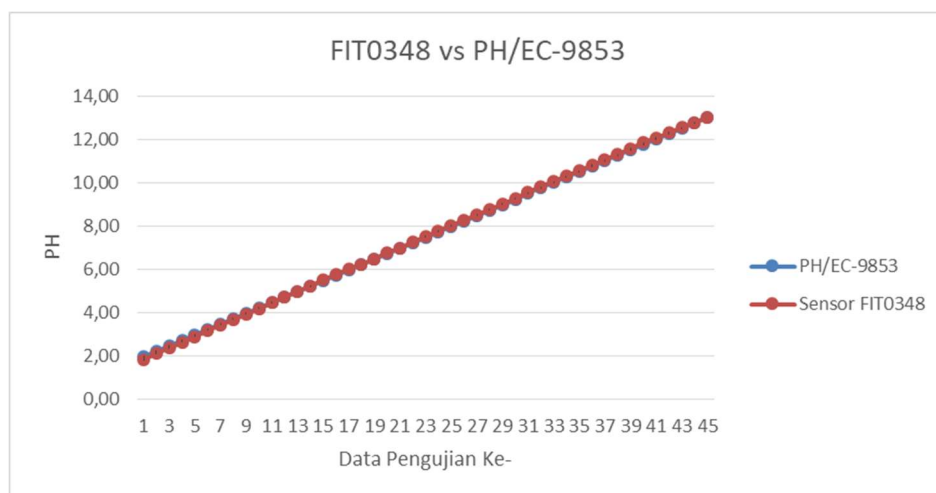


Gambar 7. Grafik Hubungan pH terhadap Tegangan pada IC TL081BCD64

Berdasarkan hasil pengujian tahap kedua pada Gambar 7, IC TL081BCD64 yang digunakan adalah berupa rangkaian *amplifier* yang berfungsi sebagai rangkaian *summing*. Penambahan

nilai tegangan rata-rata yang diberikan pada *output* IC CA3140AMZ adalah sebesar 1970mV dengan menggunakan IC TL081BCD64 tersebut. Hal ini berfungsi untuk menghilangkan nilai tegangan negatif yang dihasilkan oleh IC CA3140AMZ, sehingga memungkinkan perangkat mikrokontroler untuk mengolah data tersebut. Koefisien determinasi yang dihasilkan oleh IC TL081BCD64 adalah sebesar 0,9999 dengan persamaan regresi $y=0,0065x+6,189$, sehingga telah linier.

Pada proses pengujian yang kedua, adalah membandingkan hasil pengukuran pH sebuah larutan, antara perangkat pH meter yang telah dirancang dengan pH meter tipe PH/EC-9853. Persamaan regresi yang telah diperoleh pada gambar 7, digunakan pada realisasi perangkat lunak pH meter yang telah dirancang. Proses pengujian dimulai dari nilai pH larutan sebesar 2 derajat keasaman sampai dengan 13 derajat keasaman, dengan kenaikan nilai pH 0,25 derajat keasaman setiap proses pengukurannya. Lama waktu pengujian kurang dari 24 jam, dengan banyaknya pengujian berulang yang dilakukan sebanyak lima kali. Berikut ini Gambar 8, yang menampilkan data hasil pengujian berulang pada tahap dua yang dinyatakan dalam bentuk grafik perbandingan antara sensor pH meter yang dirancang (FIT0348) dengan alat ukur pH/EC-9853.



Gambar 8. Grafik Perbandingan Hasil Pengukuran pH antara pH Meter PH/EC-9853 dan FIT0348

Berdasarkan data hasil pengujian tahap 2, yang terdapat pada Gambar 8, menunjukkan bahwa nilai rata-rata kesalahan pengukuran yang dihasilkan oleh sensor FIT0348 yang diuji, terhadap pH meter PH/EC-9853 (yang diasumsikan sebagai nilai sebenarnya) adalah sebesar ± 0.05 pH.

Pengujian selanjutnya yaitu tahap ketiga dilakukan selama 7 hari dengan proses pencatatan hasil pengujiannya dilakukan setiap rentan waktu ± 24 jam. Pencatatan hasil pengukuran dilakukan secara berulang sebanyak lima kali dan diratakan hasilnya. Pengujian tahap ini dilakukan dengan tujuan menguji perubahan ketepatan sensor saat digunakan secara terus-menerus dalam waktu lebih dari 24 jam. Pada proses pengujian ini, perubahan nilai pH yang terjadi tidak diakibatkan oleh penambahan larutan pH *up* maupun pH *down*. Hal ini dikarenakan tujuan dari pengujian tersebut, adalah untuk mengetahui simpangan pengukuran yang terjadi setelah digunakan lebih dari 24 jam. Berikut ini Tabel 1, yang menunjukkan hasil pengujian ketiga yang telah dilakukan.

Tabel 1. Hasil Pengukuran pH Selama 7 Hari

No	Tanggal	Waktu	Δt	pH/EC-9853	FIT0348	ΔpH
1	24/09/2018	20;44		8,62	8,43	-0,19
2	25/09/2018	13;51	17;07	8,99	8,78	-0,21
3	26/09/2018	14;13	24;22	8,97	8,73	-0,24
4	26/09/2018	16;43	26;30	8,97	8,73	-0,24
5	27/09/2018	14;42	21;59	8,98	8,73	-0,25
6	28/09/2018	20;18	29;36	8,98	8,72	-0,26
7	04/10/2018	17;28	21;10	9,1	8,81	-0,29

Berdasarkan data hasil pengujian tahap ketiga pada Tabel 1, menunjukkan bahwa proses pencatatan data dilakukan secara berkala dengan rentan waktu antara 17 jam 07 menit s/d 29 jam 36 menit. Nilai pH yang ditampilkan pada Tabel 1, merupakan nilai rata-rata dari hasil pengukuran berulang alat ukur pH/EC-9853 dan FIT0348. ΔpH merupakan simpangan pengukuran yang dihasilkan antara alat ukur pH/EC-9853 dan FIT0348. Berdasarkan hasil pengujian memperlihatkan semakin lama waktu pengujian yang dilakukan, simpangannya pun semakin besar. Terjadinya perubahan simpangan hasil pengukuran yang semakin besar setiap rentan waktunya diakibatkan oleh menurunnya ketepatan dari sensor pH yang digunakan. Nilai rata-rata penurunan ketepatan setiap harinya, yang dihasilkan berdasarkan total waktu pengukuran yang dilakukan selama 5 hari 20 jam 44 menit adalah sebesar 0,02pH/24jam.

Nilai rata-rata penurunan ketepatan yang telah dihasilkan pada pengujian ketiga tersebut digunakan untuk menentukan nilai konstanta kalibrasi yang digunakan pada pH meter FIT0348. Melalui proses perhitungan waktu internal yang dilakukan oleh perangkat mikrokontroler melalui fitur *internal timer*-nya, ketepatan pada sensor FIT0348 dirancang untuk bertambah sebesar 0,02 pH setiap 24 jam. Selanjutnya dari hasil penambahan konstanta ketepatan tersebut, dilakukan pengujian keempat untuk mengetahui ketepatan akhir yang dihasilkan dari prototipe *smart* pH meter yang telah dirancang. Berikut ini tabel 2 yang menampilkan data hasil pengujian pH meter dengan rentan waktu pengujian selama 7 hari, yang telah ditambahkan nilai konstanta ketepatan.

Tabel 2. Hasil Pengukuran pH dengan Penambahan Kontanta Ketepatan

No	Tanggal	Waktu	pH meter	sensor pH	ΔpH
1	05/10/2018	12;10	8,55	8,53	-0,02
2	06/10/2018	12;15	8,85	8,84	-0,01
3	07/10/2018	12;05	8,98	8,97	-0,01
4	08/10/2018	12;08	8,97	8,96	-0,01
5	09/10/2018	12;02	8,98	8,96	-0,02
6	10/10/2018	12;06	8,96	8,94	-0,02
7	11/10/2018	12;05	9,10	9,09	-0,01

Berdasarkan data hasil pengujian pada Tabel 2, hasil pengukuran yang ditampilkan pada tabel tersebut merupakan nilai rata-rata dari pengukuran berulang yang telah dilakukan. *smart* pH meter yang dirancang telah sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan untuk pengukuran pH pada rentan nilai 8 sampai dengan 9 derajat keasaman. Hal ini dapat terlihat dari simpangan nilai pH yang dihasilkan menjadi lebih kecil dan tidak bertambah nilainya setiap lebih dari 24 jam. Meskipun telah cukup baik, namun tetap perlu dilakukan proses

pengujian kembali secara berulang dengan pengukuran nilai pH yang lebih bervariasi, untuk menghasilkan nilai yang lebih tepat kembali.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian tahap pertama pada rangkaian pengkondisi sinyal yang digunakan, rangkaian yang telah dirancang memiliki koefisien determinasi sebesar 0,9999 dengan persamaan regresi $y=0,0065x+6,189$. Rangkaian *amplifier* yang digunakan sebagai pengkondisi sinyal tersebut memiliki kelinieran yang baik sehingga mempermudah perangkat mikrokontroler dalam mengolah data hasil pengukuran untuk menghasilkan *output* yang lebih akurat. Penambahan algoritma pengkondisi sinyal pada perangkat mikrokontroler yang digunakan di pH meter, mengakibatkan besarnya penurunan ketepatan derajat keasaman dari sensor FIT0348 berubah dari 0,02pH/24jam menjadi tidak terjadi penurunan derajat keasaman setiap pemakaian lebih dari 24 jam. Tidak terjadinya penurunan ketepatan derajat keasaman tersebut telah baik untuk proses pengukuran pada rentang nilai pH antara 8 sampai dengan 9 derajat keasaman, dengan lama waktu pemakaian selama 1 minggu. Hal tersebut disebabkan lama waktu proses pengujian prototipe alat ukur yang telah dilakukan hanya dalam waktu 1 minggu. Kesalahan pengukuran yang dihasilkan oleh prototipe pH meter yang telah dirancang adalah sebesar $\pm 0,01$ derajat keasaman, terhadap alat ukur PH/EC-9853 yang digunakan sebagai pembandingnya.

DAFTAR RUJUKAN

- Roidah, & I., Syamsu. (2014). Pemanfaatan Lahan Dengan Menggunakan Hidroponik. *Jurnal Universitas Tulungagung BONOWORO*, 1.
- Shahrulakram, M., A., I. & Johari, J. (2016). Water Storage Monitoring System with pH Sensor for Pharmaceutical Plants. *IEEE 6th International Conference on System Engineering and Technology (ICSET)*.
- Canals, I., Portal, J., A., Bosch, E., & Roses, M. (2000). Retention of ionizable compounds on HPLC. 4. Mobile-phase pH measurement in methanol/water. *Anal. Chem.* 72(8), 1802–1809.
- Taufiqullah. (2017). *Faktor Yang Menentukan Nilai pH Air*. Retrieved from www.tneutron.net/blog/faktor-yang-menentukan-nilai-ph-air/.
- ONNY. (2017). *Prinsip Kerja pH Meter*. Retrieved from artikel-teknologi.com/prinsip-kerja-ph-meter/.
- Jun, Li, Frank, Albri, Robert, R., J., Maier, Wenmiao, Shu, Jining, Sun, Duncan, P., Hand, & William, N., MacPherson. (2015). A Micro-Machined Optical Fiber Cantilever as a Miniaturized pH Sensor. *IEEE Sensors Journal*, 15(12), 7221-7227.
- Dfrobot. (2017). Industrial pH electrode (SKU:FIT0348). Retrieved from [www.dfrobot.com/wiki/index.php/Industrial_pH_electrode\(SKU:FIT0348\)](http://www.dfrobot.com/wiki/index.php/Industrial_pH_electrode(SKU:FIT0348)).

Anwari, S. (2017). Kalibrasi Sistem Pengukuran. *Seminar Nasional Energi Telekomunikasi dan Otomasi (SNETO)*, (pp. 1-7).

Sudewa, B. & Hadiatna, F. (2017). Evaluasi Sensor FIT0348 Sebagai Alat Ukur *Potensial of Hydrogen* (pH) Larutan. *Jurnal Elektro dan Telekomunikasi Terapan (JETT)*, 4(2).