

PENERAPAN RANCANG BANGUN pH METER BERBASIS ARDUINO PADA MESIN PENCUCI FILM RADIOGRAFI SINAR-X

APPLICATION DESIGN OF pH-METER BASED ON ARDUINO TO WASHING MACHINE OF X-RAY RADIOGRAPH FILM

Muchamad Ngafifuddin*, Susilo dan Sunarno

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang

*email: afiffeifa@gmail.com

Diterima 10 April 2017, disetujui 20 April 2017

Abstrak

Perancangan pH meter berbasis Arduino dilakukan untuk membuat alat ukur pH yang kompatibel dengan alat mesin pencuci film otomatis. Pengukuran pH pada larutan fixer sangat diperlukan karena tingkat pH sangat berpengaruh terhadap hasil citra radiografi. Pada penelitian ini telah dilakukan rancang bangun pH meter berbasis Arduino Uno. Rancang bangun alat ini menggunakan sensor E-201C, Arduino Uno, dan tampilan PC. Pengambilan data dilakukan menggunakan variasi larutan buffer. Hasil dari karakterisasi sensor menunjukkan sensor memiliki nilai sensitivitas 46,2mV/pH pada suhu 28oC. Pengukuran pada larutan asam menghasilkan tegangan sensor bernilai positif, larutan netral menghasilkan tegangan sensor mendekati nol, dan larutan basa menghasilkan tegangan sensor bernilai negatif. Berdasarkan hasil pengujian, pH meter yang dibuat mampu mengukur rentang nilai pH 1,6 sampai dengan 11 dengan ketelitian 99% dan layak digunakan sebagai alat ukur pH pada mesin pencuci film radiografi.

Kata Kunci : Larutan fixer, sensor E-201C, Arduino Uno, pH meter

Abstract

Design of pH meter based on Arduino had been done to create pH measurement instrument that compatible with automatic washing machine of x-ray radiograph film. The pH measurement on buffer solution is important because acidic level extremely affect the result of radiograph image. In this research, the design of pH meter based on Arduino Uno had been performed. E-201C sensor, Arduino Uno and display PC were used to design the pH meter. Buffer solution was variated to get a data result. The result of sensor characterization shows that the sensitivity of the sensor is about 46.2mV/pH in the temperature of 28C. Measurement of acidic solution give result to positive voltage, netral solution give voltage to zero, and base solution to negative voltage. According to the examination result, pH meter which had been made can measure pH with ranges of 1,6 to 11 within 99% accuracy and proper to be used as a pH measuring instrument in washing film radiography equipment.

Keywords : Buffer Solution, Sensor of E-201C, Arduino Uno, pH meter

Pendahuluan

pH adalah jumlah konsentrasi ion Hidrogen (H^+) pada larutan yang menyatakan tingkat keasaman dan kebasaan yang dimiliki. pH merupakan besaran fisis dan diukur pada skala 0 sampai 14 [1]. Bila $pH < 7$ larutan bersifat asam, $pH > 7$ larutan bersifat basa dan $pH = 7$ larutan bersifat netral [2]. Pengukuran pH biasanya dilakukan dengan menggunakan pH meter. Salah satu pengukuran dengan memanfaatkan pH meter adalah pengukuran pH pada larutan mesin pencuci film radiografi.

Proses pencucian film merupakan langkah untuk menghasilkan gambar tampak yang berasal dari gambar laten hasil foto sinar-X. Pemanfaatan sinar-X dengan energi rendah di bidang kedokteran terutama untuk radio diagnostik, seperti pembuatan citra radiografi konvensional [3]. Salah satu faktor yang mempengaruhi hasil citra radiografi adalah konsentrasi ion H^+ (pH) larutan *fixer* mesin pencuci film. Nilai pH berpengaruh terhadap densitas dari hasil citra radiografi [4]. Konsentrasi larutan *fixer* rendah dapat digunakan untuk pencucian perak pada fotografi [5]. Larutan *fixer* untuk bekerja secara

optimum memiliki konsentrasi pH 4,0 - 5,0 [6]. Kemampuan larutan *fixer* untuk menetapkan gambar semakin lama akan semakin berkurang setelah digunakan berulang - ulang untuk proses fiksasi gambar [7].

pH meter merupakan alat yang dapat mengukur tingkat pH larutan. Sistem pengukuran dalam pH meter menggunakan sistem pengukuran secara potensimetri. pH meter berisi elektroda kerja dan elektroda referensi. Perbedaan potensial antara dua elektroda tersebut sebagai fungsi dari pH dalam larutan yang diukur [8]. Sinyal tegangan yang dihasilkan pada pengukuran dengan elektrode pH berada pada kisaran mV, sehingga perlu diperkuat dengan penguat operasional [9].

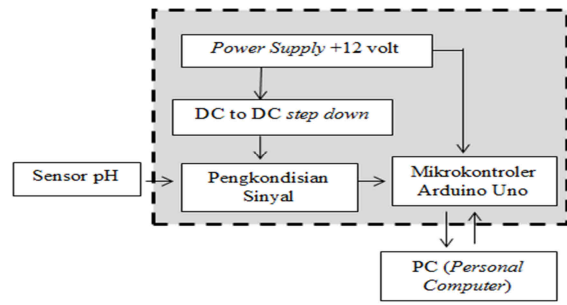
Rangkaian penguat operasional adalah suatu perangkat yang dapat memperkuat sinyal input ac maupun dc. Penguat operasional dapat digunakan untuk menambah, mengintegrasikan, dan membandingkan sinyal tegangan [10]. Biasanya *output* dari op-amp dikendalikan baik dengan cara umpan balik negatif yang sangat menentukan besarnya *gain* tegangan *output*, atau dengan umpan balik positif yang memfasilitasi *gain* pembeding dan osilasi [11]. Sinyal keluaran penguat operasional menghasilkan tegangan dalam orde volt dan diolah mikrokontroler Arduino Uno. Arduino *board* dapat menerima *input* data dari sensor analog maupun digital dan mengatur *output* komponen elektronika [12].

Di laboratorium fisika medik UNNES pengukuran pH pada mesin pencuci film masih dilakukan dengan cara manual. Pengukuran secara manual ini tidak kompatibel dengan mesin pencuci film radiografi otomatis. Perancangan pH meter berbasis Arduino digunakan untuk membuat alat pH meter yang

kompatibel dengan mesin pencuci film otomatis.

Metode Penelitian

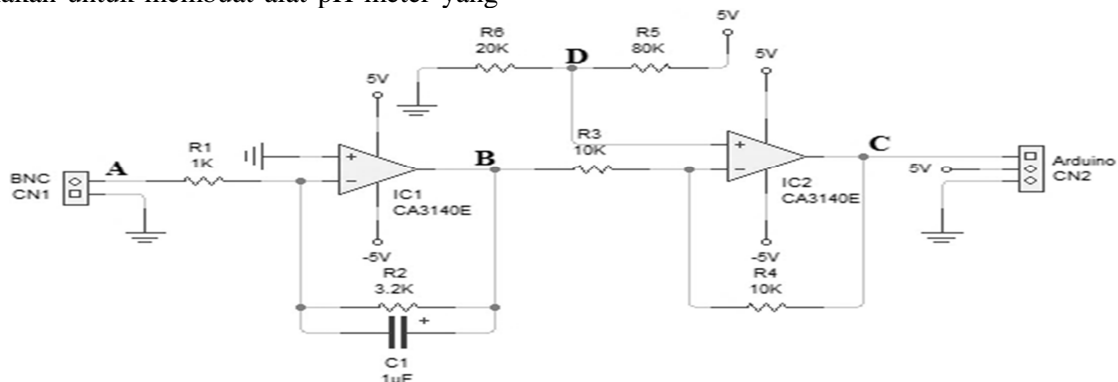
Perancangan sistem meliputi pembuatan rancangan perangkat keras dan perangkat lunak. Skema perancangan perangkat keras dapat dilihat pada Gambar 1 sebagai berikut :



Gambar 1. Skema Rancang Bangun pH Meter

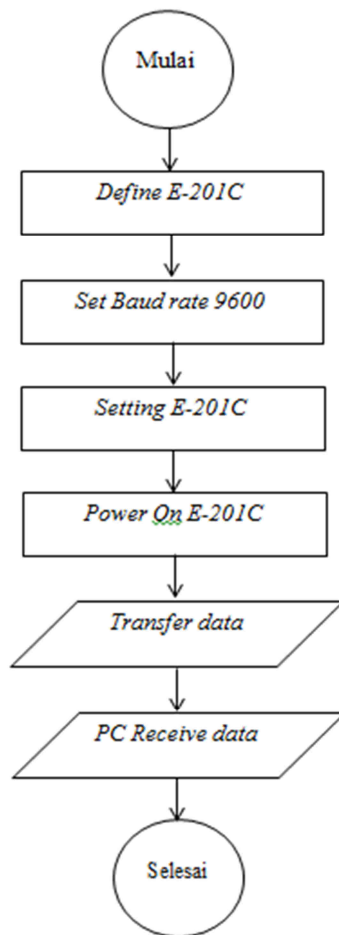
Dari skema rancang bangun pH meter ini dapat dijelaskan sistem kerja perangkat secara menyeluruh. Sensor pH akan membaca nilai pH larutan dan mengubahnya menjadi besaran listrik. Sinyal keluaran dari sensor pH memiliki nilai tegangan yang sangat kecil sehingga perlu diperkuat dengan rangkaian pengkondisian sinyal. Hasil keluaran dari rangkaian pengkondisian sinyal yang masuk ke mikrokontroler Arduino Uno diolah dan selanjutnya ditampilkan pada PC.

Rangkaian pengkondisian sinyal dibangun menggunakan rangkaian tapis aktif lolos rendah orde pertama dan rangkaian differensial. Adapun skema rangkaian pengkondisian sinyal dapat dilihat pada Gambar 2



Gambar 2. Skema Rangkaian Pengkondisian Sinyal

Pada penelitian ini, perancangan perangkat lunak menggunakan *software* Arduino 1.6.7. Diagram alir program dapat dilihat pada Gambar 3.



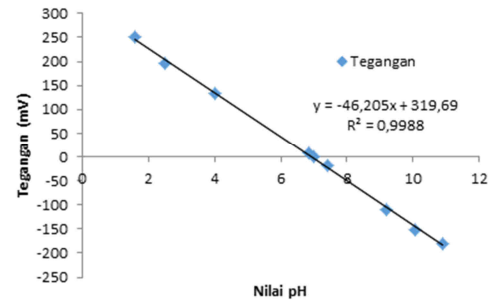
Gambar 3. Diagram Alir Program

Hasil dan Pembahasan

Pengujian pada penelitian ini meliputi pengujian sensor, pengujian rangkaian pengkondisian sinyal, dan kalibrasi alat. Pengujian dilakukan untuk mengetahui kesesuaian sistem dengan data atau kondisi yang diinginkan.

A. Pengujian Sensor

Pengujian sensor bertujuan untuk mengetahui karakteristik sensor E-201C. Pengujian dilakukan dengan mengukur larutan buffer yang divariasikan. Hasil pengujian sensor ditunjukkan pada Gambar 4.

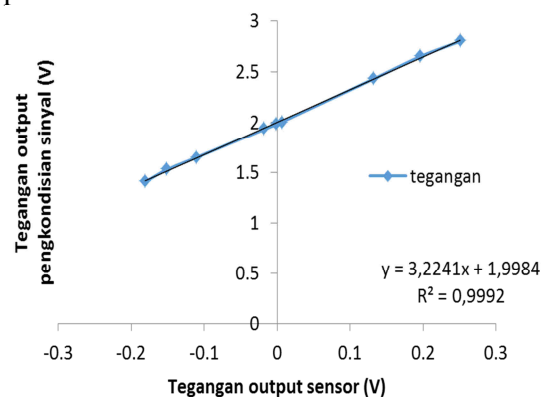


Gambar 4. Hasil Pengujian Sensor

Pada pengujian sensor terjadi penurunan tegangan yang dihasilkan seiring dengan bertambahnya nilai pH, seperti yang ditunjukkan dengan **Gambar 4**. Tegangan keluaran yang didapat memiliki rentang -180 sampai dengan +251 milivolt untuk rentang pH 1,6 – 10,9. Hasil pengujian sensor menunjukkan bahwa nilai tegangan keluaran sensor pada pengukuran larutan asam menghasilkan tegangan bernilai positif, sedangkan pengukuran larutan basa menghasilkan tegangan bernilai negatif dan pada pengukuran larutan netral menghasilkan nilai yang mendekati nol [13]. **Gambar 4** menunjukkan nilai sensitivitas dari sensor probe E-201C berada pada nilai 46,2 milivolt per pH pada suhu 28⁰C.

B. Pengujian Rangkaian Pengkondisian Sinyal

Pengujian rangkaian pengkondisian sinyal bertujuan untuk memperoleh penguatan tegangan yang diinginkan agar keluaran sensor dapat ditanggapi oleh ADC mikrokontroler pada kisaran 0 - 5 volt.

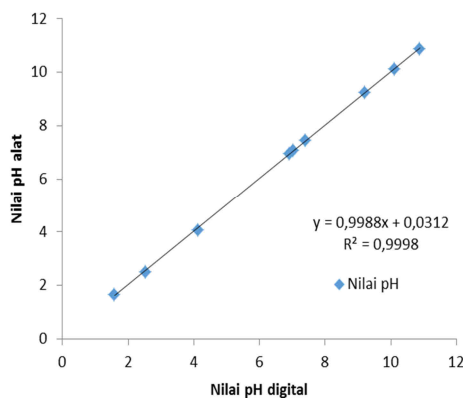


Gambar 5. Hasil Pengujian Rangkaian Pengkondisian Sinyal

Dari Gambar 5 diperoleh nilai regresi 0,9992. Hal ini berarti bahwa grafik hubungan antara tegangan *output* sensor dan tegangan *output* rangkaian pengkondisian sinyal menunjukkan grafik yang linier. Rangkaian pengkondisian sinyal ini menghasilkan penguatan sebesar 3,2 kali.

C. Kalibrasi Alat

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui ketepatan dari alat ukur yang telah dibuat. Pengujian dilakukan dengan cara mengukur nilai pH *buffer* yang sama menggunakan dua alat tersebut dan memvariasikan pH *buffer* yang digunakan. Sebelum pengujian dilakukan, kedua alat tersebut dikalibrasi dengan menggunakan larutan *buffer* pH 4 dan pH 7. Larutan *buffer* pH 4 dan pH 7 dapat menentukan ketepatan hasil pengukuran nilai pH [14].



Gambar 6. Hasil Kalibrasi Alat

Gambar 6 didapatkan persamaan $y = 0,9999x + 0,0321$ dan nilai R^2 sebesar 0,9998. Persamaan $y = 0,9999x + 0,0321$ menyatakan bahwa nilai variabel y dipengaruhi oleh variabel x . Nilai 0,9999 x menyatakan bahwa nilai keterbacaan dari grafik 99% sama. Hal ini dapat dikatakan pH meter digital yang telah dibuat memiliki karakteristik pembacaan nilai pH yang hampir sama dengan pH meter digital 107.

Simpulan

Telah dibuat alat pH meter digital dengan menggunakan sensor E-201C berbasis Arduino Uno. Sensor E-201C dapat digunakan sebagai sensor pH dengan tingkat sensitivitas 46,2

milivolt per pH pada suhu 28°C. Pengukuran pada larutan asam menghasilkan tegangan sensor bernilai positif, sedangkan larutan netral menghasilkan tegangan sensor mendekati nol, dan untuk larutan basa menghasilkan tegangan sensor bernilai negatif.

Perangkat ini mampu mengukur rentang nilai pH 1,6 sampai dengan 11 dengan resolusi 0,01 dan ketelitian 99% sehingga layak digunakan sebagai alat ukur pH pada mesin pencuci film radiografi.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang membantu kami dalam pembuatan artikel ini.

Pustaka

- [1] Astria F., M. Subito, D.W. Nugraha. (2014), Rancang Bangun Alat Ukur pH dan Suhu Berbasis Short Message Service (SMS) Gateway, Jurnal Mektrik, 1(1) : 47-55.
- [2] Ihsanto E, S. Hidayat. (2014), Rancang Bangun Sistem Pengukuran Ph Meter dengan Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno, Jurnal Teknik Elektro, 3(5) : 139-146.
- [3] Susilo, Maesadji T.N., Kusminarto Wahyu S.B. (2011), Uji Diagnostik Pemeriksaan Osteosklerotik Tulang Dengan Sistem Radiografi Digital, M Med Indones.
- [4] Zusagka E., H. Sutanto, Z. Arifin. (2014), Pengaruh Peningkatan pH cairan Developer dengan Penambahan Antara NaOH dan Na₂CO₃ Terhadap Densitas Citra, Youngster Physics Journal. 3(3) : 203-208.
- [5] Orubite O. K, I.R. Jack. (2012), Estimation of silver content in some photographic wastes, American Journal Of Scientific and Industrial Reseach. 3(6): 390-394.
- [6] Kajul. (2014), Larutan Fixer Radiografi, Online, Tersedia di <http://extraradiation.blogspot.co.id> / [diakses 29- 2- 2016].
- [7] Kesumayadi D., H. Susanto. (2015),

- Studi Pengendapan Perak pada Limbah Fixer yang Telah Jenuh dengan Metode Pembakaran dan Pengendapan NaOH dan Na₂S, *Youngster Physics Journal*, 4(1) : 111-116.
- [8] Rifky A., Faiqoturrifda, A.N. Shochib. (2014), Pengukuran Sensor pH Larutan Disimpan pada Kartu SD, Semarang : Politeknik Negeri Semarang.
- [9] Ramya V., B. Palaniappan. (2012), Embeddeb pH Data Acquisition and Logging, *Advanced Computing: An International Journal (ACIJ)*, 1 (3) : 45-63.
- [10] Poonam, M. Duhan, H. Saini. (2013), Design of Two Stage Op-Amp, *International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering*, 2 (3) : 50-53.
- [11] Tapashetti P., A. Gupta., C. Mithlesh, A.S Umesh. (2012), Design and Simulation of Op Amp Integrator and Its Applications, *International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT)*, 1(3) : 12-19.
- [12] Isnaini V.A. (2013), Pemanfaatan Modul Mikrokontroler Arduino untuk Rancang Bangun Alat Ukur Fisika, *Edu-physic* (1) : 116-125.
- [13] Ghodki V.M., S. Rajagopalan, S.J. Sharma. (2012), Design of Virtual Instrumentation for pH Measurements, Prosiding International Conference on Benchmarks in Engineering Science and Technology (ICBEST). *International Journal of Computer Applications (IJCA)*.
- [14] Pambudi P.E., E. Utanta, Mujiman. (2014), Identifikasi Daging Segar dan Busuk Menggunakan Sensor Warna RGB dan pH Meter Digital, *Jurnal Teknologi Technoscientia*, 7(1) : 46-53.