

PERANCANGAN DAN KONTRUKSI PENGENDALI PH, TEMPERATUR DAN KECEPATAN MOTOR PADA KOAGULATOR

Nugroho Trisanyoto

Sekolah Tinggi Teknologi Nuklir, Teknofisika nuklir, Batan
trisanyotonugroho@yahoo.co.id

Abstrak - Telah dilakukan perancangan dan konstruksi pengendali Ph, temperatur dan kecepatan motor. Untuk sensor pH dengan menggunakan dua buah solenoide sebagai saklar yang dihubungkan dengan asam atau basa, temperatur menggunakan pemanas dengan sensor LM 35 dengan metode *on-off*, sedangkan kecepatan motor dengan cara mengatur lebar pulsa atau *Pulse Width Modulation (PWM)*. Tujuan dari pembuatan alat ini adalah untuk mengoptimalkan kerja alat dan memudahkan operator dalam bekerja. Alat terdiri dari sensor sensor pH, sensor temperatur LM 35, motor DC 12 Volt sebagai pengaduk dan dua buah solenoide. Sebagai pusat kendali digunakan mikrokontrol AT Mega 16, baik sebagai kendali pemanas, kendali pH maupun kecepatan putaran motor. Hasil pengujian pengendalian pH dengan waktu stabil 0,7 jam. Nilai pengendalian Temperatur yang dapat dicapai adalah 30 °C sampai dengan 90 °C dengan toleransi sebesar ± 2 °C dan lebar pulsa 70 % optimum (*PWM*).

Kata kunci : Sensor temperatur LM 35, *selenoide valve*, motor DC, metode *on-off*

Abstract - Has done the design and construction of controllers Ph, temperature and motor speed. For the pH sensor uses two solenoide as a switch that is connected with acid or alkali, using a heater with a temperature sensor LM 35 by the method of *on-off*, while the motor speed by adjusting the pulse width or *Pulse Width Modulation (PWM)*. The purpose of this tool is to optimize the work tools and allows an operator in the work. Tool consists of sensor pH sensor, temperature sensor LM 35, 12 Volt DC motor as the stirrer and two solenoide. As a control center used microcontroll AT Mega 16, both as control of the heating, control of pH and speed of rotation of the motor. The test results pH control 7 dengan time 0,7 hourss. Temperature control value that can be achieved is 30 °C to 90 °C with a tolerance of ± 2 °C and 70% optimum pulse width (*PWM*).

Keywords: temperature sensor LM 35, *selenoide valve*, DC motor, method of *on-off*

PENDAHULUAN

Era modernisasi ikut berimbas terhadap modernisasi alat. Teknologi telah berkembang dengan sangat pesat. Peralatan yang dulunya digerakkan manual oleh manusia kini mulai terotomatisasi, banyak peralatan pada saat ini dibuat dengan menggunakan otomatisasi. Mulai dari alat-alat industri besar hingga sektor lain yang lebih kecil telah menggunakan otomatisasi, karena dengan otomatisasi pekerjaan-pekerjaan yang dilakukan akan menjadi lebih

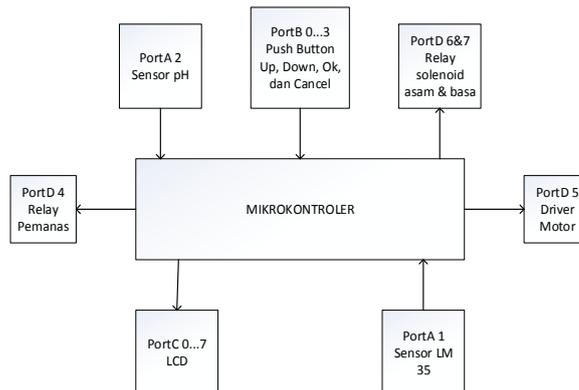
mudah, efisien dan lebih produktif. Proses otomatisasi mesin dikenal dengan istilah sistem kontrol atau ada juga yang menyebut sistem pengendalian. Sistem pengendalian ini erat kaitannya dengan mengefisiensikan dan mengoptimalkan kerja mesin agar mampu diatur sesuai dengan apa yang diharapkan. Pengendalian yang dapat menggantikan kerja manusia dapat menghemat biaya dan tenaga. Peralatan – peralatan seperti pada industri maupun lab kimia yang menggunakan pemanas, pengaduk dan

peralatan yang memerlukan pH yang konstan membutuhkan suatu sistem kontrol yang dapat mengoptimalkan kerjanya dan memudahkan operator dalam bekerja.

Koagulator adalah merupakan alat pemisah yang berfungsi untuk mencampur secara cepat antara partikel koloid tersuspensi dengan partikel lain yang terlarut sehingga tercipta larutan yang homogen, sedangkan pengertian koagulasi merupakan proses dimana terjadi penggumpalan partikel koloid karena penambahan bahan kimia sehingga partikel-partikel tersebut bersifat netral dan membentuk endapan karena adanya gaya gravitasi⁽¹⁾. Koagulasi akan membuat partikel koloid yang semula stabil menjadi tidak stabil karena adanya penambahan bahan kimia dan proses pengadukan, ada tiga faktor yang menentukan keberhasilan proses koagulasi yaitu : jenis bahan kimia yang ditambahkan, dosis pembubuhan bahan kimia, dan pengadukan dari bahan kimia. Bahan kimia yang dipakai pada proses koagulasi ini disebut koagulan, koagulan berfungsi untuk mendestabilisasi partikel koloid tersuspensi dan mempercepat laju pembentukan flok-flok. Koagulasi dibagi menjadi dua yaitu koagulasi secara fisika dan koagulasi secara kimia. Kemudian fungsi dari proses ini antara lain adalah mengurangi kekeruhan, mengurangi warna, rasa dan bau, dan juga mengurangi bakteri-bakteri patogen dalam partikel koloid⁽¹⁾

LANDASAN TEORI

Pada penelitian ini digunakan mikrokontroler ATmega16 yang didukung oleh rangkaian minimum sistem untuk melaksanakan fungsinya sebagai pusat control dari keseluruhan alat yang dibuat. Pada rangkaian ini akan ditanamkan program. Program inilah yang nantinya akan mengerjakan apa yang menjadi tujuan dari penelitian ini. **Error! Reference source not found.** adalah skema minsys ATmega16⁽²⁾



Gambar 1 Blok diagram mikrokontrol

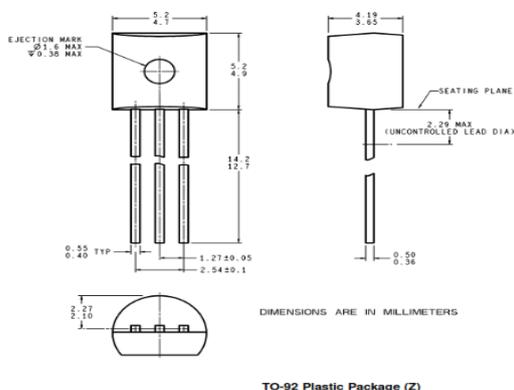
Pengendalian “On-Off”

Pengendalian *on-off* hanya bekerja pada dua posisi, yaitu posisi “on” dan posisi “off”. Pada pengendalian *on-off*, kontrol tidak akan pernah bekerja di daerah 0 sampai 100%. Karena kerjanya yang *on-off*, hasil pengendalian pengendali *on-off* menyebabkan proses variable yang bergelombang, tidak pernah konstan. Perubahan proses variabel akan seiring dengan proses *final control element*. Besarnya fluktuasi *process variable* ditentukan oleh dimana *controller* “on” dan titik dimana “off”⁽³⁾ (Gunterus, 1997)

Sensor temperatur.

Temperatur dikenal sebagai ukuran panas atau dinginnya suatu benda. Secara lebih tepat, temperatur merupakan ukuran energi kinetik molekuler internal rata-rata sebuah benda. Definisi dan penentuan temperatur merupakan suatu hal yang sulit. Sebagai contoh, cukup sulit untuk mendefinisikan temperatur agar termometer yang berbeda akan saling sesuai dalam pengukuran temperatur suatu zat (Tripler, 1998). Sensor LM35 bekerja dengan mengubah besaran suhu menjadi besaran tegangan. Tegangan ideal yang keluar dari LM35 mempunyai perbandingan 100°C setara dengan 1 volt. Sensor ini mempunyai pemanasan diri (*self heating*) kurang dari 0,1°C, dapat dioperasikan dengan menggunakan power supply tunggal.

IC LM 35 sebagai sensor temperatur yang teliti dan terkemas dalam bentuk *Integrated Circuit* (IC), dimana output tegangan keluaran sangat linear terhadap perubahan temperatur. Sensor ini berfungsi sebagai pegubah dari besaran fisis temperatur ke besaran tegangan yang memiliki koefisien sebesar 10 mV /°C yang berarti bahwa kenaikan temperatur 1° C maka akan terjadi kenaikan tegangan sebesar 10 mV⁽⁴⁾ (National Semiconductor, 2000). Gambar 2. adalah bentuk fisik dari LM 35.



Gambar 2. Bentuk Fisik LM 35⁽⁴⁾

Sensor pH

Karena konsentrasi ion H⁺ dan OH⁻ dalam larutan air sangat sulit di ukur, biokimiawan *Denmark Soren Sorensen* pada tahun 1909 mengajukan cara pengukuran yang lebih praktis, yang disebut pH⁽⁵⁾. Karena larutan pH pada dasarnya hanyalah suatu cara untuk menyatakan konsentrasi ion hidrogen, larutan asam dan basa pada 25 °C dapat didefinisikan berdasarkan nilai pH-nya, seperti berikut^[5]

Larutan asam: [H⁺] > 1,0x10⁻⁷ M. pH < 7

Larutan basa: [H⁺] < 1,0x10⁻⁷ M. pH > 7

Larutan netral: [H⁺] = 1,0x10⁻⁷ M. pH = 7

Agar pH dapat diukur maka digunakanlah pH meter. Di dalam alat pH

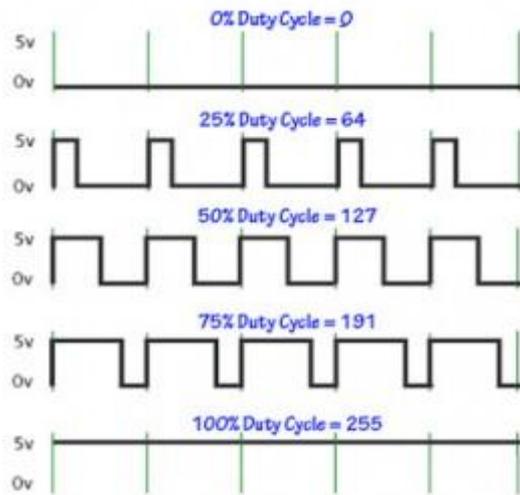
meterseperti pada Gambar 3. terdapat sensor pH. Sensor pH bekerja dengan merubah besaran yang terdeteksi pada cairan kimia menjadi besaran listrik untuk kemudian ditampilkan pada lcd.



Gambar 3. PH meter analog

Pulse Width Modulation (PWM).

Pulse Width Modulation (PWM) secara umum adalah sebuah cara memanipulasi lebar sinyal yang dinyatakan dengan pulsa dalam suatu perioda, untuk mendapatkan tegangan rata-rata yang berbeda. Beberapa contoh aplikasi PWM adalah pemodulasian data untuk telekomunikasi, pengontrolan daya atau tegangan yang masuk ke beban, regulator tegangan, audio effect dan penguatan, serta aplikasi-aplikasi lainnya. Aplikasi PWM berbasis mikrokontroler biasanya berupa pengendalian kecepatan motor DC, pengendalian motor servo, pengaturan nyala terang LED dan lain sebagainya. Sinyal PWM pada umumnya memiliki amplitudo dan frekuensi dasar yang tetap, namun memiliki lebar pulsa yang bervariasi⁽⁶⁾. Lebar Pulsa PWM berbanding lurus dengan amplitudo sinyal asli yang belum termodulasi. Artinya, Sinyal PWM memiliki frekuensi gelombang yang tetap namun *duty cycle* bervariasi (antara 0% hingga 100%). Seperti terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Pulsa PWM

Solenoid valve

Solenoid valve adalah katup yang digerakan oleh energi listrik, mempunyai kumparan sebagai penggeraknya yang berfungsi untuk menggerakkan piston yang dapat digerakan oleh arus AC maupun DC, *solenoid valve* atau katup (*valve*) solenoida mempunyai lubang keluaran, lubang masukan dan lubang *exhaust*, lubang masukan, berfungsi sebagai terminal / tempat cairan masuk atau *supply*, lalu lubang keluaran, berfungsi sebagai terminal atau tempat cairan keluar yang dihubungkan ke beban, sedangkan lubang *exhaust*, berfungsi sebagai saluran untuk mengeluarkan cairan yang terjebak saat piston bergerak atau pindah posisi ketika *solenoid valve* bekerja. **Error! Reference source not found.** adalah gambar dari *solenoid valve*⁽⁷⁾ (Sutopo, 2012).

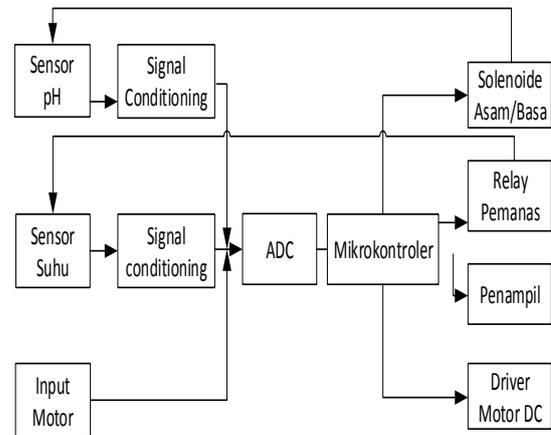


Gambar 5. Solenoide

PERANCANGAN DAN KONSTRUKSI :

Perancangan Perangkat Keras

Tujuan penelitian ini adalah perancangan pengendalian pH, temperatur dan kecepatan putaran motor pada tabung koagulator. *Set point* pH adalah besaran yang ditentukan yang akan diterjemahkan oleh mikrokontrol melalui aktuator serta sensor sebagai umpan balik, untuk mencapai batasan yang telah ditentukan. Adapun blok diagram elektronik seperti pada Gambar 6.

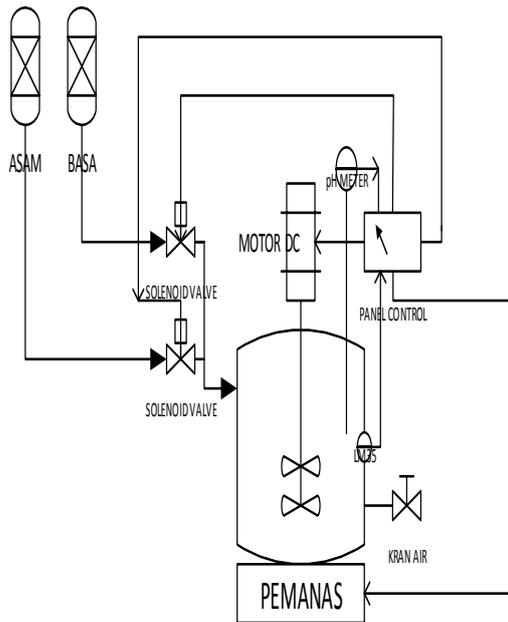


Gambar 6. Blok diagram sistem pengendali pH.

Konstruksi alat

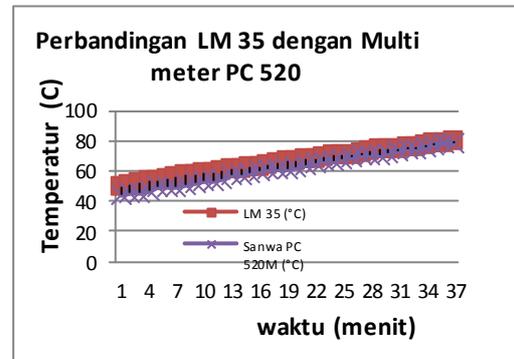
Gambar 7. Adalah merupakan pengaduk kimia atau koagulator, akan mengendalikan temperatur dan pH yang dinginkan, temperatur dapat diatur dari 30⁰C sampai dengan 90⁰ C. Selanjutnya kendali pH cairan dari pH 3 sampai dengan pH 10, serta motor dc sebagai pengaduk cairan. Mikrokontrol sebagai pengendali dari semua perintah alat lewat tombol sebagai perintah. Untuk sensor pH dengan menggunakan dua buah solenoide sebagai saklar yang dihubungkan dengan asam atau basa. Pengendali ini akan digunakan pada tabung koagulator.

Gambar 7. Skema alat koagulator yang dibuat.



Gambar 7. Gambar alat koagulator.

Gambar 8. Grafik perbandingan temperatur pada LM 35, multimeter sanwa PC520M



HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pengujian Sensor temperatur

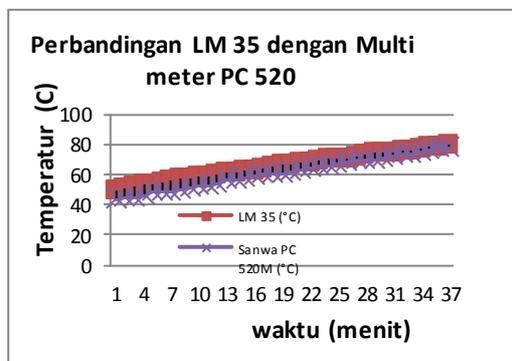
Sebelum pengukuran dimulai maka dilakukan uji banding antara LM 35 sebagai sensor dengan multimeter sanwa PC520M dianggap sebagai kalibrator dengan tampilan digital. Hasil ukur dari masing masing alat tersebut dapat dibaca serta dilihat pada Gambar 8.

Gambar . terlihat keluaran dari sensor temperatur LM35 menunjukkan hasil yang hampir sama dengan thermokopel pada sanwa multimeter. Hal tersebut menunjukkan bahwa pembacaan yang dilakukan oleh sensor LM35 sesuai dengan temperatur yang sebenarnya dengan kesalahan sebesar 5°C.

2. Pengujian Kestabilan Pengendalian temperatur

Pengujian kestabilan ini dilakukan dengan cara mengamati proses pengendalian dengan mencatat suhu yang tertampil pada saat proses pengendalian berlangsung. Langkah pengujian:

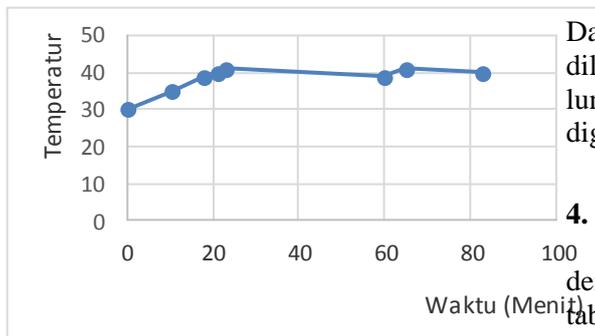
- a. Atur temperatur yang diinginkan dengan mengatur set poin
 - b. Catat waktu perubahan temperatur
- Pengujian dilakukan pada set point 40 °C, Lama pengambilan data setelah mencapai titik point yang diinginkan adalah 20 menit.



Kestabilan pengendalian temperatur dapat dilihat pada Gambar 9. Dari pengujian yang dilakukan didapatkan hasil pengendalian yang stabil dengan toleransi ± 2 °C. Sebagai contoh pada pengendalian suhu 40°C selama 20 menit hasilnya dapat dilihat pada Gambar 9. Dari hasil tersebut kemudian dilakukan

konversi di dalam program sehingga temperatur dapat dibaca secara digital.

500	5,0
560	4,0



Gambar 9. Set temperatur 40⁰ C

3. Pengukuran dengan Sensor pH

Pada pengukuran sensor pH ini dilakukan dengan membaca pH cairan yang terbaca pada pH meter analog kemudian dibandingkan dengan pembacaan *Analog To Digital Converter* (ADC). Selanjutnya data yang didapat diolah sehingga diperoleh suatu pembacaan pH secara digital. pH yang dapat diukur hanya dalam rentang pH 3 sampai dengan pH 10, hal ini dikarenakan karena spesifikasi yang dimiliki oleh sensor pH yang digunakan hanya mampu mengukur pH dengan rentang tersebut.

Langkah pengukuran :

- a. Atur *output* dari *diferensial amplifier* agar tegangan keluaran pada saat pH tertinggi (pH 10) adalah 0, untuk pembacaan tegangan maka output dari *differential amplifier* dihubungkan ke multimeter. Hal ini dilakukan agar mikrokontroler tidak mendapatkan tegangan negatif.
- b. Catat pembacaan pH dan ADC dari pH 3 sampai pH 10.

Tabel 1 Perbandingan pH dengan adc

ADC	pH
330	10
360	9,0
390	8,0
410	7,0
450	6,0

Data dalam Tabel 1 tersebut kemudian dilakukan konversi di dalam perangkat lunak sehingga pH dapat dibaca secara digital.

4. Pengujian pengendalian

Pengendalian pH dari 3 sampai dengan pH10. Hasil yang diperoleh pada tabel 2, nilai pH 3 terdapat nilai yang berbeda yaitu 2,8, yang berarti terdapat toleransi 0,2. Ini merupakan toleransi yang terbesar diantara hasil yang diperoleh sedangkan untuk Ph 10 dengan toleransi 0,1.

Tabel 1 hasil uji pengendalian pH

Set poin pH	pH setelah dikendalikan	Toleransi
3,0	2,8	-0,2
4,0	4,1	0,1
5,0	5,0	0,0
6,0	5,9	-0,1
7,0	7,1	0,1
8,0	8,1	0,1
9,0	9,0	0,0
10	9,9	-0,1

5. Pengujian Kestabilan pengendalian pH

Pengujian dilakukan dengan memperhatikan perubahan pH terhadap waktu dan set point yang diinginkan. Program yang dibuat untuk mengendalikan pH dibuat dengan rentang histerisis +/- 0,1, sehingga jika pH sudah mencapai +/- 0,1 dari pH yang diinginkan maka selenoid pH tidak akan menambahkan cairan asam/basa lagi. Pada saat pengujian pH diatur untuk tetap konstan pada pH 7 yang dimulai dari pH 4.

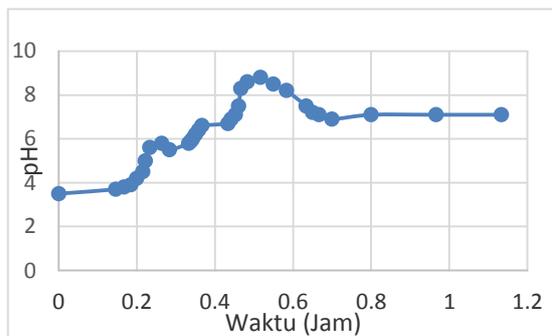
Langkah pengujian:

- a. Atur pH yang diinginkan dengan mengatur *set point* pH (pada saat

pengujian *set point* diatur pada pH 7).

b. Catat waktu dan pembacaan pH.

Pengendalian pH pada *set point* pH 7 yang dimulai dari pH 4. Dilakukan pengambilan data setiap 6 menit serta diperoleh Gambar 6.



Gambar 6. pH 7

Gambar 6. Adalah pengaturan pH 7 selanjutnya adalah set point pada pH 7 yang dimulai dari pH 4 maka selenoide yang bekerja adalah yang berhubungan dengan asam.

6. Pengujian Pengaturan Kecepatan Motor

Dari teori tentang PWM yang telah dipaparkan sebelumnya tentang variasi nilai PWM yaitu “resolusi adalah jumlah variasi perubahan nilai dalam PWM tersebut. Misalkan suatu PWM memiliki resolusi 8 bit berarti PWM ini memiliki variasi perubahan nilai sebanyak $2^8 = 256$ variasi mulai dari 0– 255 perubahan nilai yang mewakili *duty cycle* 0 – 100% dari keluaran PWM tersebut ⁽⁶⁾. Dalam pembuatan alat ini penulis memakai PWM dengan resolusi 10 bit, berarti PWM ini memiliki nilai variasi $2^{10} = 1024$, dengan variasi dari 0 – 1023 yang mewakili *duty cycle* 0–100%. PWM diuji tidak dari range 0% sampai 100% karena dibutuhkan arus yang besar pada saat *duty cycle* PWM dibawah 70% yaitu dapat mencapai lebih dari 5 A. Jika arus lebih dari 5A melewati rangkaian driver motor, maka rangkaian tersebut akan

rusak, karena trafo yang digunakan mempunyai spesifikasi hingga 5A saja. dengan memvariasikan PWM, semakin besar PWM semakin besar pula RPM yang dihasilkan.

KESIMPULAN

Telah berhasil dirancang dan dikonstruksi sistem pengendali pH, Temperatur dengan sensor LM 35 dan pengaturan putaran motor dengan PWM. Dengan metode *on-off* pH dapat dikendalikan dari 3 sampai dengan pH 10. Dari pengukuran pH dengan *set point* pH7 diperoleh waktu stabil 0,7 jam. Sedangkan pengaturan kecepatan motor dengan PWM pada angka 70 % dengan arus 5 A. Untuk pengendalian suhu 30°C mulai stabil dibutuhkan waktu 5 menit.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Nur fajri arifiani *Jurnal PRESIPITASI* Vol. 3 No.2 September 2007, ISSN 1907-187X
- [2] Atmel. (2010). *8 bit AVR Microcontroller with 16k Bytes in-System Programable Flash* (1 ed.). Amerika: Atmel.
- [3] F. Gunterus, *Filsafah Dasar Sistem Pengendalian Proses*, Jakarta: PT. Media Elex Computindo, 1997.
- [4] National Semiconductor, “LM35 Precision Centigrade Temperatur Sensors,” Texas Instruments, 2005.
- [5] R. Chang, *Kimia Dasar : Konsep-konsep Inti*, Jakarta: Penerbit Erlangga, 2005.
- [6] M. Z. Andri, “Pulse Width Modulation (PWM),” 25 November 2013. [Online]. Available: http://andri_mz.staff.ipb.ac.id/pulse-width-modulation-pwm/. [Diakses 5 Juli 2014].
- [7] Sutopo teori tentang Solenoide tahun 2012 ss