

Rancang Bangun Model Mekanik Alat untuk Mengukur Kadar Keasaman Susu Cair, Sari Buah dan Soft Drink

Bayu Noorulil A¹⁾ Ratna Adil²⁾

¹⁾ Jurusan Teknik Elektronika, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya
Kampus PENS – ITS, Surabaya

ITS Surabaya Indonesia 60111, ¹⁾email: amrimaniar@student.eepis.its-edu

Abstrak— Deteksi suatu pH sangat dibutuhkan dalam upaya mengetahui layak tidaknya suatu cairan untuk dikonsumsi. Selama ini masyarakat tidak mengetahui bahkan tidak peduli apakah minuman yang dikonsumsi masih layak atau sudah kadaluarsa. Kebanyakan masyarakat masih menggunakan cara manual dalam mengukur pH suatu cairan, seperti menggunakan kertas lakmus. Karena tidak semua orang mengetahui cara mengukur kadar keasaman, maka diperlukan alat model mekanik yang dapat membantu mempermudah seseorang yang ingin mengetahui kadar keasaman suatu cairan. Model mekanik alat dibuat agar mampu mendeteksi kadar keasaman suatu cairan, dalam hal ini cairan yang diuji adalah susu cair, sari buah dan soft drink dengan memanfaatkan sensor pH. Sensor pH mendeteksi kadar keasaman yang terdapat pada suatu larutan dan menghasilkan resistansi. Resistansi inilah yang kemudian diolah menjadi tegangan sehingga didapatkan data digital yang diolah melewati port ADC mikro AVR. Secara umum desain yang dibuat terdiri dari elektroda keasaman air (pH), differensial, penguat sinyal dan model mekanik. Metode persamaan garis parsial yang diimplementasikan secara software pada mikrokontroler mampu mereduksi error pembacaan keasaman air (pH) hingga 3,63 %. Sedangkan untuk sistem otomasi mekanik, setelah melakukan pengujian integrasi sistem maka diperoleh persentase keberhasilan mekanik dapat beroperasi secara otomatis sebesar 70%.

Kata kunci— : kadar keasaman, mekanik sensor pH.

I. PENDAHULUAN

Dewasa ini masalah makanan dan minuman yang tidak layak untuk dikonsumsi semakin muncul di permukaan. Banyak masyarakat yang belum mengetahui masalah kandungan kadar keasaman pada makanan yang mereka konsumsi, padahal unsur kadar keasaman pada makanan dapat menjadi parameter apakah makanan tertentu masih layak dikonsumsi atau tidak[1]. Minuman merupakan suatu cairan yang bisa dikonsumsi. Minuman ringan berkarbonasi atau di Indonesia dikenal dengan nama soft drink sejak seabad yang lalu telah menjadi minuman ringan paling populer di Amerika Serikat mengungguli minuman lainnya seperti kopi, teh dan jus. Demikian juga di Indonesia, popularitas minuman yang notabene “made in America” ini terus meningkat. Di setiap restoran, depot, warung bahkan pedagang kaki lima selalu menyediakan minuman berkarbonasi ini. Minuman ini banyak disukai karena rasanya yang nikmat, siap saji dan sangat memenuhi selera bagi mereka yang sedang dahaga, terutama setelah berolahraga dan bekerja berat. Sedangkan susu cair banyak sekali dikonsumsi oleh masyarakat umum, hal ini dikarenakan susu cair lebih bersifat praktis untuk dikonsumsi dan mengandung banyak nutrisi. Untuk umur produktif, susu membantu pertumbuhan mereka, untuk orang lanjut usia, susu membantu menopang tulang agar tidak keropos. Susu mengandung banyak vitamin dan protein.

II. TINJAUAN PUSTAKA

SENSOR pH [2]

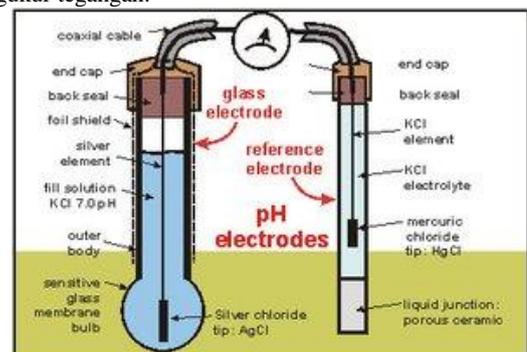
pH adalah suatu satuan ukur yang menguraikan derajat tingkat kadar keasaman atau kadar alkali dari suatu larutan. Unit pH diukur pada skala 0 sampai 14. Istilah pH berasal dari “p” lambang matematika dari negatif logaritma, dan “H” lambang kimia untuk unsur Hidrogen. Definisi yang formal tentang pH adalah negatif logaritma dari aktivitas ion Hidrogen. Yang dapat dinyatakan dengan persamaan:

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+] \quad 1)$$

pH dibentuk dari informasi kuantitatif yang dinyatakan oleh tingkat keasaman atau basa yang berkaitan dengan aktivitas ion Hidrogen. Jika konsentrasi $[\text{H}^+]$ lebih besar daripada $[\text{OH}^-]$, maka material tersebut bersifat asam, yaitu nilai pH kurang dari 7. Jika konsentrasi $[\text{OH}^-]$ lebih besar daripada $[\text{H}^+]$, maka material tersebut bersifat basa, yaitu dengan nilai pH lebih dari 7. Pengukuran pH secara kasar dapat menggunakan kertas indikator pH dengan mengamati perubahan warna pada level pH yang bervariasi. Indikator ini mempunyai keterbatasan pada tingkat akurasi pengukuran dan dapat terjadi kesalahan pembacaan warna yang disebabkan larutan sampel yang berwarna ataupun keruh.

Pengukuran pH yang lebih akurat biasa dilakukan dengan menggunakan pH meter. Sistem pengukuran pH mempunyai tiga bagian yaitu elektroda pengukuran pH, elektroda referensi, dan alat pengukur impedansi tinggi.

Pada prinsipnya pengukuran suatu pH adalah didasarkan pada potensial elektro kimia yang terjadi antara larutan yang terdapat didalam elektroda gelas (membrane gelas) yang telah diketahui dengan larutan yang terdapat diluar elektroda gelas yang tidak diketahui. Hal ini dikarenakan lapisan tipis dari gelembung kaca akan berinteraksi dengan ion hidrogen yang ukurannya relatif kecil dan aktif, elektroda gelas tersebut akan mengukur potensial elektrokimia dari ion hidrogen atau diistilahkan dengan potential of hidrogen. Untuk melengkapi sirkuit elektrik dibutuhkan suatu elektroda pembanding. Sebagai catatan, alat tersebut tidak mengukur arus tetapi hanya mengukur tegangan.



Gambar 1. Skema Elektrode pH meter [2]

pH meter akan mengukur potensial listrik (pada gambar alirannya searah jarum jam) antara merkuri Chloride (HgCl) pada elektroda pembanding dan potassium chloride (KCl) yang merupakan larutan didalam gelas electrode serta potensial antara larutan dan elektroda perak [3]. Tetapi potensial antara sampel yang tidak diketahui dengan elektroda gelas dapat berubah tergantung sampelnya, oleh karena itu perlu dilakukan kalibrasi dengan menggunakan larutan yang equivalen yang lainya untuk menetapkan nilai dari pH.

Elektroda pembanding calomel terdiri dari tabung gelas yang berisi potassium klorida (KCl) yang merupakan elektrolit yang mana terjadi kontak dengan merkuri chlorida (HgCl) diujung larutan KCl . Tabung gelas ini mudah pecah sehingga untuk menghubungkannya digunakan keramik berpori atau bahan sejenisnya. Elektroda semacam ini tidak mudah terkontaminasi oleh logam dan unsur natrium.

Elektroda gelas terdiri dari tabung kaca yang kokoh yang tersambung dengan gelembung kaca tipis yang. Didalamnya terdapat larutan KCl sebagai buffer pH 7. Elektroda perak yang ujungnya merupakan perak klorida (AgCl_2) dihubungkan kedalam larutan tersebut. Untuk meminimalisir pengaruh electric yang gak diinginkan, alat tersebut dilindungi oleh suatu lapisan kertas pelindung yang biasanya terdapat dibagian dalam elektroda gelas.

Pada kebanyakan pH meter modern sudah dilengkapi dengan thermistor temperature yaitu suatu alat untuk mengkoreksi pengaruh temperature. Antara elektroda pembanding dengan elektroda gelas sudah disusun dalam satu kesatuan.

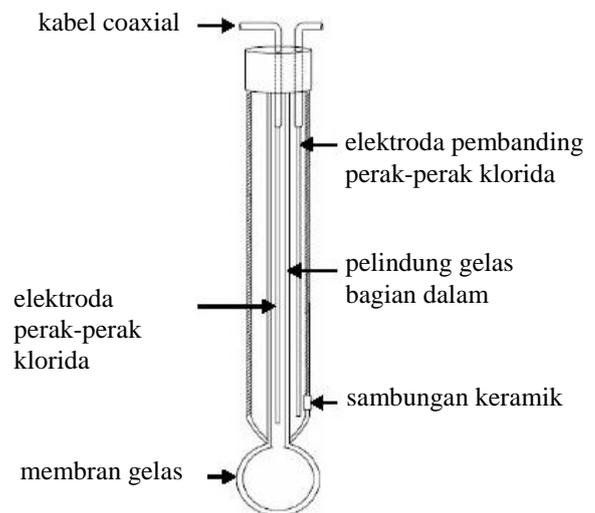
Sedangkan standar pH untuk suatu minuman adalah [4]:

Tabel 1. Daftar pH Standar Minuman

MINUMAN	pH
SUSU	6,5 - 6,7
AIR DESTILASI	5,8
BIR	4,0 - 5,0
KOPI	2,5 - 3,5
JUS JERUK	3,5
SOFT DRINK	2,0 - 4,0
COLA	2,5
MINUMAN ANGGUR	2,3 - 3,8
JUS LEMON	2,4
SARI BUAH APEL	3,35 - 4

Sensor yang biasa digunakan untuk mengukur pH adalah elektroda yang sensitif terhadap ion atau disebut juga elektroda gelas. Elektroda ini tersusun dari batang elektroda (terbuat dari gelas yang terisolasi dengan baik) dan membran gelas (yang ber dinding tipis dan sensitif terhadap ion H^+). Sebuah acuan terdapat pula elektroda acuan. Kedua elektroda ini ada yang berdiri sendiri-sendiri dan ada juga yang tergabung menjadi satu kesatuan, biasa disebut elektroda kombinasi. Elemen sensor pengukur pH terdapat di tengah-tengah, dilindungi oleh larutan perak-perak klorida (Ag-AgCl). Bagian bawah dari elemen sensor ini berhubungan dengan membran gelas dan berisi larutan perak-perak klorida. Kontak ionik dari larutan perak-perak klorida terhadap sampel terjadi melalui penghubung keramik. Penghubung ini bertindak sebagai suatu membran selektif yang hanya meloloskan arus-arus ionik tertentu, Secara alami, impedansi keluaran elektroda gelas sangat besar (karena proses kimia yang terjadi pada permukaan elektroda), besarnya antara 50-500 $\text{M}\Omega$ sehingga pada alat pengukur diperlukan impedansi masukan yang sangat besar.

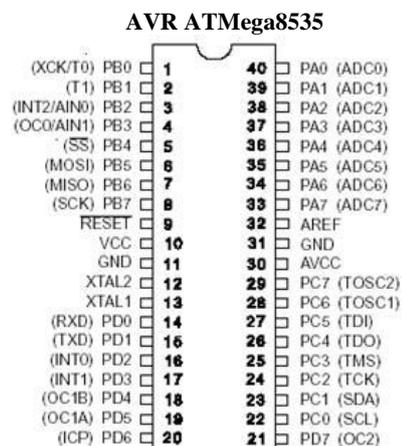
Elektroda kombinasi terlihat seperti pada gambar 2.



Gambar 2. Elektroda pH kombinasi [4]

Microcontroller

Mikrokontroler adalah suatu alat elektronika digital yang mempunyai masukan dan keluaran serta kendali dengan program yang bisa ditulis dan dihapus dengan cara khusus, cara kerja mikrokontroler sebenarnya membaca dan menulis data. Mikrokontroler adalah sebuah komputer didalam chip yang digunakan untuk mengontrol peralatan elektronik. Mikrokontroler itu sejenis mikroprosesor yang menekankan efisiensi dan efektifitas biaya. Secara harfiahnya adalah "pengendali kecil" dimana sebuah sistem elektronik yang sebelumnya banyak memerlukan komponen-komponen pendukung seperti IC TTL dan CMOS dapat direduksi / diperkecil dan akhirnya terpusat serta dikendalikan oleh mikrokontroler ini. Mikrokontroler pertama kali dikenalkan oleh Texas Instrument dengan seri TMS 1000 pada tahun 1974 yang merupakan mikrokontroler 4 bit pertama. Mikrokontroler ini mulai dibuat sejak 1971. Merupakan mikrokomputer dalam sebuah chip, lengkap dengan RAM dan ROM. Kemudian, pada tahun 1976 Intel mengeluarkan mikrokontroler yang kelak menjadi populer dengan nama 8748 yang merupakan mikrokontroler 8 bit, yang merupakan mikrokontroler dari keluarga MCS 48. Sekarang di pasaran banyak sekali ditemui mikrokontroler mulai dari 8 bit sampai dengan 64 bit, sehingga perbedaan antara mikrokontroler dan mikroprosesor sangat tipis. Masing vendor mengeluarkan mikrokontroler dengan dilengkapi fasilitas yang cenderung memudahkan user untuk merancang sebuah sistem.[5]



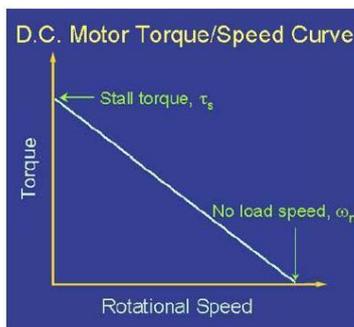
Gambar 3. Konfigurasi PIN ATmega8535. [5]

AVR merupakan seri mikrokontroler CMOS 8-bit buatan Atmel, berbasis arsitektur RISC (Reduced Instruction Set Computer). Hampir semua instruksi dieksekusi dalam satu siklus clock. AVR mempunyai 32 register general-purpose, timer/counter fleksibel dengan mode compare, interrupt internal dan eksternal, serial UART, programmable Watchdog Timer, dan mode power saving. Mempunyai ADC dan PWM internal. AVR juga mempunyai In-System Programmable Flash on-chip yang memungkinkan memori program untuk diprogram ulang dalam system menggunakan hubungan serial SPI. [5]

Motor DC

Motor DC atau motor arus searah adalah suatu mesin yang berfungsi untuk mengubah tenaga listrik arus searah menjadi tenaga gerak atau tenaga mekanik, yang tenaga gerak tersebut berupa putaran dari rotor [7].

Prinsip kerja dari motor DC hampir sama dengan generator AC, perbedaannya hanya terletak dalam konversi daya. Prinsip dasarnya adalah apabila suatu kawat berarus diletakkan diantara kutub – kutub magnet (U- S), maka pada kawat itu akan bekerja suatu gaya yang menggerakkan kawat tersebut.



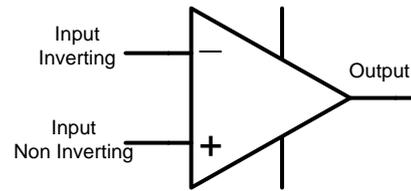
Gambar 4. Grafik Hubungan Torsi dan Kecepatan [7]

Dari grafik diatas terlihat hubungan antara torsi dan kecepatan untuk suatu motor dc tertentu. dari grafik terlihat bahwa torsi berbanding terbalik dengan kecepatan putaran, dengan kata lain terdapat tradeoff antara besar torsi yang dihasilkan motor dengan kecepatan putaran motor [7].

Operational Amplifier

Penguat operasional atau Op-Amp adalah rangkaian elektronika yang dirancang dan dikemas secara khusus sehingga dengan menambahkan komponen luar sedikit saja dapat dipakai untuk berbagai keperluan. Hingga kini Op-Amp yang dirakit dari komponen-komponen diskrit dan dikemas dalam rangkaian tersegel masih dirasakan begitu mahal oleh insinyur dan teknisi yang pernah menggunakannya. Namun, kini dengan teknologi rangkaian terpadu (IC) yang telah ditingkatkan, Op-Amp dalam bentuk kemasan IC menjadi jauh lebih murah dan amat luas pemakaiannya.

Pada mulanya *Op-Amp* digunakan untuk rangkaian perhitungan analog rangkaian pengaturan dan rangkaian instrumentasi. Fungsi utamanya adalah untuk melakukan operasi matematika linier (tegangan dan arus), integrasi dan penguatan. Kini *Op-Amp* dapat dijumpai dimana saja, dalam berbagai bidang : reproduksi suara, sistem komunikasi, sistem pengolahan digital, elektronik komersial, dan aneka macam perangkat *hobby*.

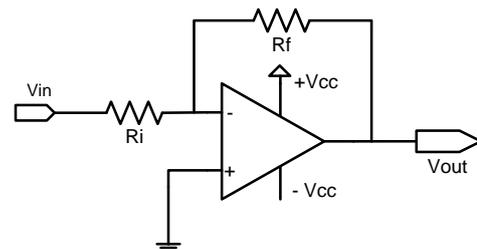


Gambar 5. Simbol Op-Amp [9]

Dalam konfigurasi kita akan menemukan Op-Amp dengan masukan dan keluaran tunggal, masukan dan keluaran differensial atau masukan differensial dan keluaran tunggal. Konfigurasi terakhir ini banyak digunakan dalam industri elektronika. Konfigurasi ini juga akan dipakai sebagai kerangka landasan. Setiap orang yang terlibat dalam elektronika mau tak mau harus memahami kegunaan Op-Amp, mengetahui karakteristiknya, mampu mengenali konfigurasi dasar rangkaian Op-Amp dan mampu bekerja sama dengannya [9].

Rangkaian Penguat Membalik (Inverting Amplifier)

Sebuah penguat menerima arus atau tegangan kecil pada input dan menjadikan arus atau tegangan lebih besar pada outputnya. Penguat Op-Amp memiliki penguatan yang relatif linier outputnya dikendalikan sebagai fungsi input.



Gambar 6. Rangkaian penguat inverting [9]

Penyusunan loop seperti gambar 6 disebut umpan balik negatif (*degenaratif*). Tegangan dengan fasa yang berlawanan pada output dibalikkan kembali pada masukan membalik sehingga cenderung melawan tegangan input aslinya sehingga output merupakan tegangan membalik tegangan input, dimana:

$$V_{out} = -\left(\frac{R_f}{R_i}\right) * V_{in} \quad 2)$$

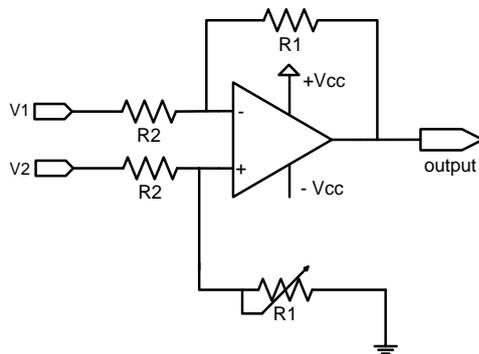
$$A_v = -\left(\frac{R_f}{R_i}\right) \quad 3)$$

Tanda minus diabaikan dalam hitungan dan hanya menunjukkan bahwa output berlawanan fasa terhadap input. Impedansi input rangkaian sama dengan R_i , sedangkan lebar pita (bandwidth) dibagi satu ditambah penguatan loop tertutup.

Rangkaian Pengkondisi Sinyal

Rangkaian pengkondisian sinyal ini digunakan untuk mengubah sebuah sinyal menjadi sinyal yang lain sesuai dengan kebutuhannya. Ada bermacam-macam rangkaian yang digunakan sebagai komponen utamanya seperti memakai transistor, Op-Amp, Rangkaian RC dan lainnya. Salah satu jenis yang banyak digunakan adalah menggunakan Op-Amp karena mudah dalam proses pembuatannya.

Agar Op-Amp dapat difungsikan sebagai pengkondisian sinyal maka diperlukan komponen pendukung seperti resistor atau kapasitor sesuai kebutuhan. Konfigurasi Op-Amp sebagai penguat inverting maupun non inverting dapat digunakan untuk sebagai pengkondisian sinyal. Berikut salah satu bentuk rangkaian pengkondisian sinyal [9].



Gambar 7. Rangkaian penguat diferensial [9]

Rangkaian diatas lebih dikenal dengan nama penguat diferensial yaitu kedua input dari Op-Amp digunakan, keluaran dari rangkaian ini merupakan selisih dari kedua input pada Op-Amp yaitu input Inverting (-) dan input non Inverting (+).

Persamaan rangkaian diatas dapat dirumuskan sebagai berikut:

Persamaan untuk input inverting:

$$\frac{V_{out}}{V_1} = -\frac{R_1}{R_2} \quad 4)$$

Persamaan untuk input non inverting:

$$\frac{V_{out}}{V_2} = \left(\frac{R_1}{R_1 + R_2}\right) * \left(\frac{R_1}{R_2} + 1\right) \quad 5)$$

Disederhanakan menjadi:

$$\frac{V_{out}}{V_2} = \frac{R_1}{R_2} \quad 6)$$

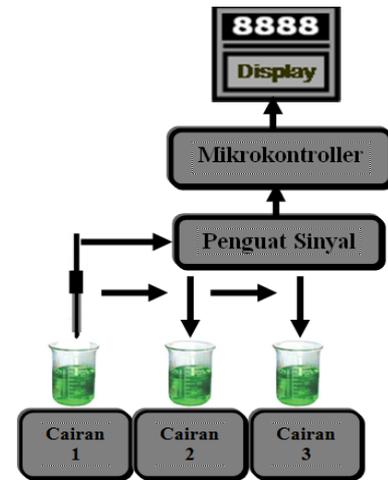
Karena output dari rangkaian ini adalah selisih antara V1 dan V2 maka tegangan output dari rangkaian ini dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$V_{out} = \frac{R_1}{R_2} * V_{in} \quad 7)$$

III. KONFIGURASI SISTEM

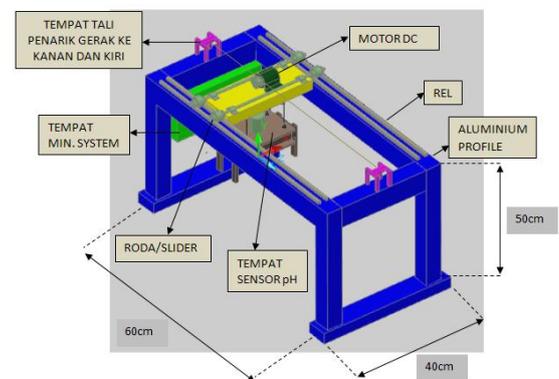
Pengujian terhadap sistem ini akan dibahas mengenai perencanaan perangkat keras, perangkat lunak dan mencakup cara kerja dari sistem secara keseluruhan. Pembahasan akan dimulai dengan blok diagram dan cara kerja sistem kemudian dilanjutkan dengan perangkat keras (hardware) dan perangkat lunak (software) sehingga pembaca diharapkan lebih mudah untuk menyimak dan mengerti tentang alat yang telah dibuat.

Perencanaan pembuatan tugas akhir ini terdiri atas perangkat keras (hardware) yang meliputi perencanaan sensor derajat keasaman (PH), rangkaian DC processing sensor PH, sensor level air, rangkaian mikrokontroler dan motor DC sebagai aktuator, dan perencanaan perangkat lunak (software) untuk mengaplikasikan program dalam bahasa C pada perangkat keras, serta tampilan pada LCD yang akan menampilkan data dari pembacaan sensor.



Gambar 8. Blok Diagram Sistem Hardware

Sedangkan untuk desain model mekanik alat untuk mengukur kadar keasaman soft drink, susu cair dan sari buah ditunjukkan sebagai berikut:



Gambar 9. Model Mekanik Sensor pH

Cara Kerja Sistem

Pada sistem mekanik dipasang sensor yaitu sensor derajat keasaman (PH), sensor derajat keasaman (PH) akan menentukan nilai PH pada cairan yang tersedia, sedangkan limit switch akan berfungsi sebagai penentu kapan sensor pH bergerak ke atas-bawah dan bergeser ke kiri-kanan, pada sensor derajat keasaman (PH) diperlukan rangkaian DC processing untuk memproses level tegangan agar dapat dibaca oleh ADC mikrokontroler. Data yang diperoleh dari pembacaan sensor PH masuk ke ADC untuk diubah menjadi data digital, untuk motor DC, wiper dan fan juga dikendalikan melalui mikrokontroler dengan bantuan limit switch untuk mengetahui waktu yang tepat kapan motor DC, wiper dan fan harus dalam kondisi nyala (ON).

Data hasil pembacaan dari sensor ini akan ditampilkan di LCD. Setiap cairan akan diuji kadar keasamannya, limit switch akan memberikan sinyal ke motor untuk melakukan pembersihan (wiper) sensor pH, kemudian fan akan menyala untuk mengeringkan sensor pH, setelah itu sensor pH akan menuju cairan berikutnya untuk mendeteksi kadar keasaman cairan berikutnya.

Data yang diperoleh dari sensor pH dikirimkan ke mikrokontroler untuk selanjutnya diubah kedalam bentuk data digital yang kemudian dapat ditampilkan melalui LCD, kejadian pengukuran kadar keasaman berlangsung secara otomatis dengan adanya bantuan sistem mekanik.

Sensor Derajat Keasaman

Pada perencanaan sensor derajat kesamaan (pH), sensor (pH) yang akan digunakan adalah jenis Electrode dari Eutech Instruments dengan spesifikasi sebagai berikut:

Type: Single Junction
 Range : 1.0 sampai 14.0 pH
 Resolusi : 0.001 / 0.01 pH
 Akurasi : +- 0.002 pH / +-0.001 pH
 Range : -300.0 to 300.0 mV

Sensor derajat keasaman (pH) ini akan digunakan untuk pengukuran derajat keasaman (pH) cairan uji. Sensor derajat keasaman (pH) ini akan menentukan apakah cairan dalam kondisi normal, basa, atau asam.



Gambar 10. Sensor pH

Rangkaian Penguat Sinyal

Penguat operasional (op amp) adalah suatu rangkaian terintegrasi yang berisi beberapa tingkat dan konfigurasi penguat differensial. Penguat operasional memiliki dua masukan dan satu keluaran serta memiliki penguatan DC yang tinggi. Untuk dapat bekerja dengan baik, penguat operasional memerlukan tegangan catu yang simetris yaitu tegangan yang berharga positif (+V) dan tegangan yang berharga negatif (-V) terhadap tanah (ground). Penguat operasional banyak digunakan dalam berbagai aplikasi karena beberapa keunggulan yang dimilikinya, seperti penguatan yang tinggi, impedansi masukan yang tinggi, impedansi keluaran yang rendah dan lain sebagainya.

Berikut ini adalah karakteristik dari op amp ideal :

Penguatan tegangan lingkaran terbuka (*open-loop voltage gain*)

$$AVOL = \infty \text{ (tak terhingga)}$$

Tegangan offset keluaran (*output offset voltage*) $V_{OO} = 0$

Hambatan masukan (*input resistance*) $R_I = \infty$ (tak terhingga)

Hambatan keluaran (*output resistance*) $R_O = 0$

Lebar pita (*band width*) $BW = \infty$ (tak terhingga)

Waktu tanggapan (*respon time*) = 0 detik

Karakteristik tidak berubah dengan suhu

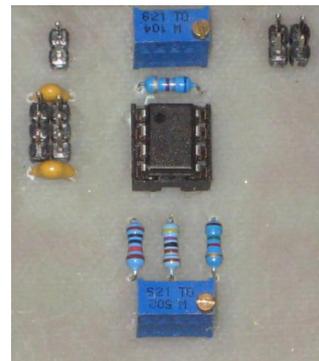
Kondisi ideal tersebut hanya merupakan kondisi teoritis dan tidak mungkin dapat dicapai dalam kondisi praktis. Sebuah op Amp yang baik harus memiliki karakteristik yang mendekati kondisi ideal. Rangkaian penguat sinyal yang dibuat memiliki

hambatan masukan, $R_i = 10 \text{ k}\Omega$ dan hambatan umpan balik, $R_f = 4,7 \text{ k}\Omega$ yang diseri dengan variabel resistor (VR) $5 \text{ k}\Omega$.

Karena penguat sinyal non-inverting maka penguatan terbesar terjadi pada saat VR di set maksimal yaitu :

$$\begin{aligned} A &= 1 + \left(\frac{R_f}{R_i} \right) \\ &= 1 + \frac{(4,7\text{k}\Omega + 5\text{k}\Omega)}{10\text{k}\Omega} \\ &= 1,97\text{kali} \end{aligned}$$

Pemilihan nilai hambatan atau resistansi disesuaikan dengan kebutuhan sehingga dengan penguatan tersebut diperoleh keluaran sistem sensor keasaman air (pH) yang mendekati batas maksimal sebagai masukan untuk ADC mikrokontroler yaitu 5 V. Gambar 11 menunjukkan modul rangkaian penguat sinyal.

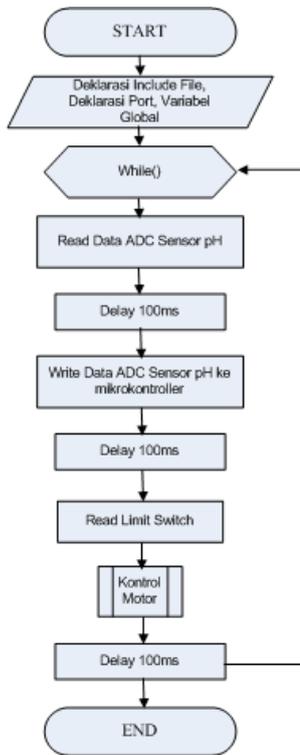


Gambar 11 .Rangkaian Penguat Sinyal

Implementasi Software

Sistem perangkat lunak dengan bahasa C diimplementasikan kedalam perangkat keras menggunakan Software CodeVisionAVR. CodeVisionAVR merupakan software C- cross compiler, dimana program dapat ditulis menggunakan bahasa-C. Dengan menggunakan pemrograman bahasa-C diharapkan waktu disain (developing time) akan menjadi lebih singkat.

Setelah program dalam bahasa-C ditulis dan dilakukan kompilasi tidak terdapat kesalahan (error) maka proses download dapat dilakukan. Mikrokontroler AVR mendukung sistem download secara ISP (In-System Programming).



Gambar 12 .Flowchart Program Utama

IV. PENGUJIAN DAN ANALISA

Pengujian Minimum Sistem ATmega 8535

Tujuan :

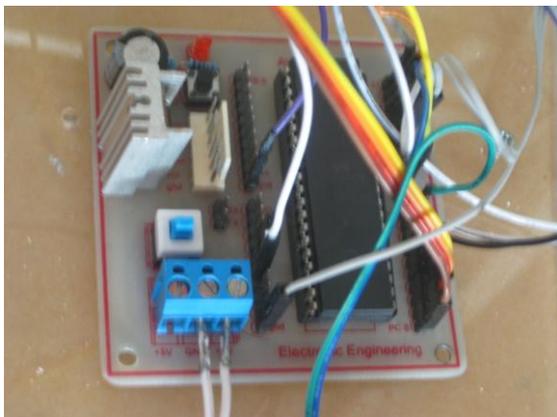
1. Untuk mengetahui sistem kerja Atmega 8535.
2. Untuk mengetahui output data.

Peralatan :

1. Rangkaian minimum sistem ATmega 8535.
2. Multitester.
3. DC power supply.

Prosedur :

1. Siapkan peralatan.
2. Buat rangkaian minimum sistem ATmega 8535.
3. Ukur tegangan input dan output dari minimum sistem ATmega 8535.
4. Coba dengan program sederhana (untuk mengetahui apakah alat ini sudah sesuai dengan yang diharapkan).



Gambar 13 .Pengujian Minimumu System

Hasil :

Tegangan input yang masuk adalah 5 volt.

Tegangan output pada setiap pin-nya, tergantung pada pemberian logika pemrograman yang diberikan. Jika diberi logika 1, maka output pada pin-nya adalah 5 volt, sedangkan jika diberi logika 0, maka nilai outputnya akan menjadi 0 volt.

Analisa :

Dalam hal ini dihasilkan beberapa analisa yaitu untuk tegangan input harus menggunakan 5 volt karena sesuai dengan daerah kerja IC ATmega 8535. Jika diberikan tegangan input kurang dari 5 volt, maka kinerja IC tidak akan maksimal atau bahkan dapat terjadi losses data. Jika diberi tegangan input lebih dari 5 volt, maka IC akan mengalami panas dan selanjutnya akan mengalami kerusakan. Untuk mendapatkan tegangan input pada minimum sistem sebesar 5 volt, maka perlu ditambahkan IC regulator 7805 yang memiliki output tegangan 5 volt, berapapun tegangan inputnya.

Penggunaan xtal juga perlu diperhatikan karena juga akan mempengaruhi sistem pada saat pemrograman.

Pengujian Driver Pompa

Tujuan :

1. Mengetahui apakah Driver sudah bekerja dengan baik
2. Mengetahui volum air yang di keluarkan dari pompa setiap detiknya

Peralatan :

1. Gelas ukur
2. Rangkaian driver (BD 139)
3. Rangkaian mikrokontroler beserta μC yang sudah di program

Prosedur :

1. Instal rangkaian driver dan pompa
2. Aktifkan pompa dari mikrokontroler
3. Ukur volume air yang dikeluarkan pompa air setiap 60 detik menggunakan gelas ukur.

Tabel 2. Pengujian driver motor

Output Port D 0	Kondisi Driver	Kapasitas Air
0	off	-
1	on	0.83 ml/detik

Analisa :

Pada pengujian Driver pompa ini menggunakan transistor NPN BD 139 yang terhubung dengan PORT D mikrokontroler. Pengujian dilakukan dengan program sederhana dengan menentukan kapan pompa akan aktif, pada program ini di program PORT D akan aktif saat nilai ADC = 83. Volume air yang didapat untuk setiap detiknya menjadi acuan. Dari hasil pengujian ini dapat disimpulkan bahwa PORT D (sebagai output driver) berfungsi dengan baik.

Pengujian Rangkaian Penguat Sinyal

Tujuan

Mengetahui nilai tegangan keluaran (output) terhadap perubahan

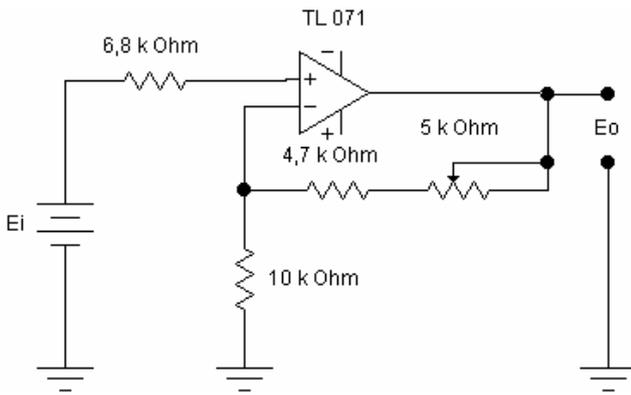
tegangan masukan (input) dengan penguatan tertentu.

Membandingkan tegangan keluaran (output) rangkaian penguat sinyal dengan perhitungan secara teori.

Peralatan

DC power supply

Rangkaian penguat sinyal



Gambar 14 .Rangkaian Penguat Sinyal

Persiapan

Merangkai rangkaian seperti yang ditunjukkan pada gambar 14. Mengatur dan mengubah tegangan masukan (input) pada rangkaian penguat sinyal.

Mengamati hasil pengukuran pada multimeter digital.

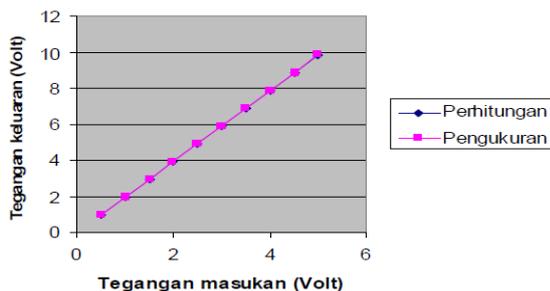
Hasil dan Analisa

Tegangan keluaran (E_o) rangkaian penguat sinyal non-inverting mempunyai polaritas yang sama seperti tegangan masukan (E_i). Tegangan antara pasak (+) dan pasak (-) dari op amp secara praktis adalah nol sehingga kedua pasak tersebut berada pada potensial E_i yang sama. Karenanya, E_i tampak melintasi R_i (10 k Ω). Respon keluaran tegangan (E_o) rangkaian penguat sinyal terhadap perubahan tegangan masukan dengan penguatan tertentu ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3. Respon Keluaran E_o

NO	V_{in} (V)	Perhitungan Teori (V)	E_o (V)	Error (%)
1	0.5	0.98	1	2.04
2	1	1.97	1.99	1.01
3	1.5	2.95	2.97	0.67
4	2	3.94	3.96	0.5
5	2.5	4.92	4.94	0.4
6	3	5.91	5.93	0.33
7	3.5	6.89	6.91	0.39
8	4	7.88	7.9	0.29
9	4.5	8.86	8.88	0.22
10	5	9.85	9.87	0.20

Dari data pengukuran di atas memperlihatkan bahwa gain tegangan dari sebuah penguat tak membalik menyamai besarnya gain sebuah penguat pembalik (R_f/R_i) ditambah 1. Grafik respon penguat sinyal ditunjukkan pada gambar 15.



Gambar 15 .Grafik Respon Penguatan Sinyal

Dari gambar 15, penyimpangan keluaran tegangan (E_o) rangkaian penguat sinyal pada kondisi variabel resistor (VR) maksimal yaitu 0,02 V terhadap pengukuran yang sebenarnya (berdasarkan teori).

Hal ini disebabkan karena komponen VR yang berfungsi sebagai pengatur resistansi umpan balik (R_f) tidak memiliki nilai yang sebenarnya. Bila diukur secara independent, pada kondisi VR minimal tidak menunjukkan resistansi 0 Ω tetapi masih ada angka di belakang koma, begitu pula pada saat VR di set pada kondisi maksimal. Rangkaian ini masih bisa diperbaiki dengan cara menggunakan komponen-komponen yang berkualitas seperti resistor yang memiliki toleransi kecil sehingga akan didapatkan pengukuran yang sesuai.

Pengujian Sensor pH

Untuk menguji sensor pH adalah dengan cara membaca tegangan yang dihasilkan oleh port ADC mikro. Pengujian dilakukan dengan cara melakukan pengukuran tegangan output yang dihasilkan oleh sensor pH, dengan melakukan pengukuran terhadap piranti sensor didapatkan data level tegangan yang dapat dilihat pada tabel 3.

Peralatan yang digunakan:

3 macam cairan: asam, basa, normal

Cairan buffer pH

Minsys + mikro ATmega 8535

Larutan buffer yang digunakan untuk melakukan kalibrasi adalah larutan buffer pH 4, buffer pH 7 dan buffer pH 10.

Tabel 4. Data Pengukuran Sensor pH

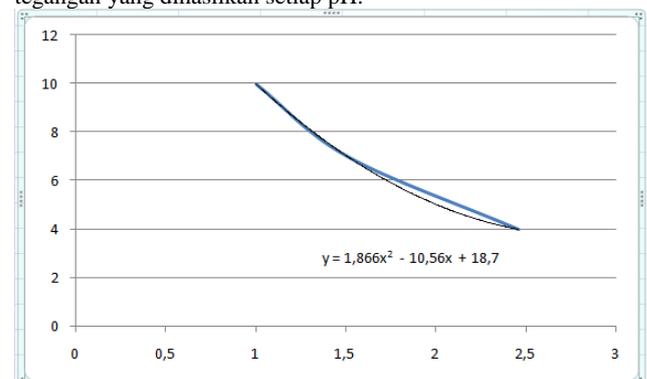
Larutan Buffer pH	Tegangan Hasil Pengukuran
pH = 4	2.46 V
pH = 7	1.51 V
pH = 10	1 V

Hasil :

Tegangan untuk masukan sensor pH adalah 5 volt.

Sensor pH mengeluarkan output berupa tegangan, semakin basa (nilai pH >7) maka sensor mengeluarkan tegangan semakin kecil, sebaliknya jika semakin asam maka sensor pH mengeluarkan tegangan yang semakin besar.

Dengan fasilitas dari microsoft excell maka penulis bisa mendapatkan rumus matematis untuk menghitung nilai tegangan yang dihasilkan setiap pH.



Gambar 16 .Grafik Rumus pengukuran pH

Analisa Pengujian :

Dalam hal ini dihasilkan beberapa analisa yaitu untuk tegangan masukan pada sensor pH harus menggunakan 5 volt karena sesuai dengan karakteristik sensor. Pada pengukuran larutan diketahui bahwa semakin asam suatu larutan maka sensor pH mengeluarkan tegangan yang semakin besar, sebaliknya semakin basa maka sensor mengeluarkan tegangan semakin kecil.

Dari data pengukuran di atas, rata-rata persentase error sistem sensor keasaman air (pH) yang dibuat dengan menggunakan elektroda eutech instrument yaitu 3,63%.

Dari hasil pengukuran ini didapatkan bahwa tegangan yang dihasilkan oleh sensor pH dapat diterima oleh port ADC pada mikrokontroler meskipun hasil yang diperoleh masih terdapat error.

Pengujian Total Pengintegrasian Sistem

Tujuan :

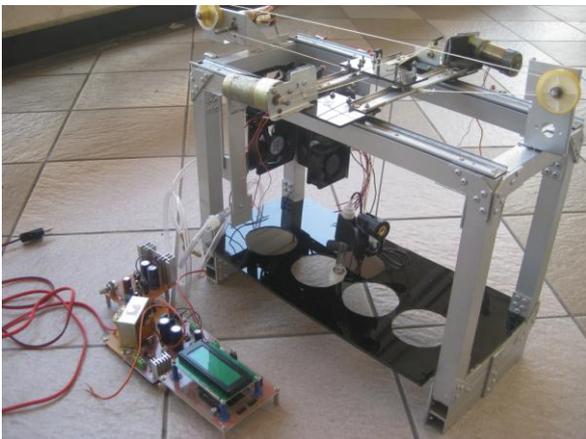
Untuk Mengetahui hubungan setiap bagian sistem.
Untuk mengecek semua bagian sistem setelah dihubungkan.
Untuk mengetahui hasil akhir yang didapatkan.

Peralatan :

Semua bagian hardware maupun software.
Multitester
DC power supply
PC / Laptop
Downloader

Prosedur :

Siapkan peralatan.
Rangkai semua bagian.
Integrasikan antara hardware dan software.



Gambar 17 .Pengujian Pengintegrasian

Hasil :

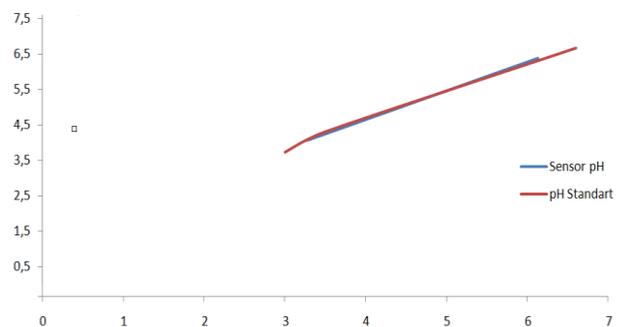
Dalam pengujian kali ini didapatkan hasil yang mendekati rencana awal, yaitu motor DC dapat menggerakkan slider sesuai perintah program, walaupun ketika dilakukan proses pembersihan sensor tidak tepat berhenti pada bagian penyemprot. Sistem keseluruhan setelah dicoba sebanyak 10 kali maka didapatkan hasil 7 kali sistem bekerja optimal, sehingga persentase sistem dapat bekerja sesuai yang diharapkan sebesar 70 % . Sedangkan pengujian larutan menggunakan 3 jenis minuman, diantaranya susu segar, jus jeruk dan sprite dapat bekerja dengan baik.

Data pembacaan sensor pH ditunjukkan oleh tabel 5.

Tabel 5. Pembacaan oleh Sensor pH

No.	Jenis Cairan	pH Standar	Pembacaan oleh Sensor pH yang diuji	Ket.
1	Susu Segar	6,5 - 6,7	6,13	Berhasil
2	Jus Jeruk	3,5	3,29	Berhasil
3	Soft Drink	2,0 - 4,0	3,39	Berhasil

Grafik Perbandingan antara pembacaan sensor dengan pH Standar dari masing-masing minuman seperti pada gambar 18.



Gambar 18 .Perbandingan pH standar dengan sensor pH

Analisa Pengujian :

Dalam pengujian ini terdapat beberapa bagian yang harus diuji yaitu bagian hardware dan software. Untuk mendapatkan hasil terbaik dari sistem ini, setiap bagian harus mampu berintegrasi dengan bagian lain.

Kesesuaian antara program dan mekanik alat akan nampak dalam pengujian ini, sehingga perlu waktu yang cukup banyak untuk melakukan trial and error (troubleshooting).

Dari data pengukuran pada tabel 4.5, rata-rata persentase error sistem sensor keasaman air (pH) yang dibuat dengan menggunakan elektroda eutech instrument yaitu 3,63%.

V. PENUTUP

Kesimpulan :

- Metode persamaan garis secara parsial yang diimplementasikan secara software pada mikrokontroler mampu mereduksi error pembacaan keasaman (pH) hingga 3,63%.
- Dari 10 kali pengujian didapatkan proses otomasi yaitu sebanyak 7 kali sistem berhasil bekerja dan 3 kali sistem gagal sehingga diperoleh 70% sistem telah bekerja sesuai yang diharapkan.
- Efisiensi waktu yang diperlukan belum optimal, mekanik belum bekerja optimal karena waktu yang diperlukan untuk melakukan pengukuran 3 macam cairan sekaligus masih memerlukan waktu yang relatif lama, hal ini disebabkan kurang tepatnya pemilihan motor DC sebagai penggerak slider pada mekanik.

Saran :

- Sensitifitas pembacaan keasaman air (pH) dapat diperbaiki dengan memperkecil range tegangan yang diimplementasikan secara software pada mikrokontroler. Sistem otomasi pada mekanik belum dapat bekerja optimal 100% karena banyaknya kesalahan ketika mekanik dijalankan, pemilihan motor DC sebaiknya menggunakan motor yang memiliki torsi tidak terlalu besar agar jalannya mekanik tidak lambat .

VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Adil, Ratna, 2006, Klasifikasi Kinerja Tingkat Keasaman dan Berat Jenis pada Ujicoba Susu Hewani Segar Berbasis PC, Seminar Ilmiah Nasional Komputer, Teknik Elektronika, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- [2] Purba, Michael, 1995, Ilmu Kimia, Jakarta, Erlangga.
- [3] http://en.wikipedia.org/wiki/PH_meter
Diakses 16 Desember 2009
- [4] Liliyasi, 1995, Kimia 3, Jakarta, Direktur Jenderal Pendidikan Dasar dan Menengah Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.
- [5] Indoskripsi, *Mikrokontroller*.2010. Diakses Maret 2010
<http://one.indoskripsi.com/node/331>
- [6] Bejo, agus, 2008, C&AVR, Yogyakarta, Graha Ilmu.
- [7] <http://www.rubingan.blogspot.com/2009/08/1-motor-dc.html>
- [8] <http://www.maxstream.com/driver1298-instruction-set>
Diakses 5 Maret 2010
- [9] Coughlin, Robert F., Driscoll, Frederick F., 1994, Penguat Operasional dan Rangkaian Terpadu Linear, Jakarta, Erlangga.