

## Desain Sistem Otomatis Area Solution Tank Berbasis Mikrokontroler

Mochamad Machmud

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Gresik

[denistein@gmail.com](mailto:denistein@gmail.com)

Jl. Sumatra No 101, Gresik 61121, Jawa Timur, Indonesia

### ABSTRAK

*Penelitian ini didasari pada sebuah permasalahan pada perusahaan bagian produksi atau proses pengolahan pada perusahaan PT. Unichem Candi Indonesia. Adapun yang menjadi latar belakang penelitian ini yaitu hasil produksi yang kurang maksimal di area Solution Tank, yaitu tempat pencampuran garam dan air untuk menjadi larutan garam yang sesuai kadar garam yang ditentukan. Desain otomatis area Solution Tank ini memiliki 2 sensor yaitu sensor kadar garam dan sensor speed monitor (rpm). Sensor kadar garam berfungsi untuk mendeteksi kadar garam pada bak Solution Tank apakah sesuai kadar garam yang ditentukan apa belum sehingga dapat mengontrol valve air otomatis. Sedangkan sensor speed monitor berfungsi untuk mendeteksi banyaknya endapan garam sehingga dapat menjadi proteksi untuk motor mixer dan mengontrol masuknya garam.*

*Keyword : Solution Tank, Kadar Garam, Sensor*

### 1. PENDAHULUAN

Solution tank adalah bak tempat pencampuran antara garam yang telah diproses dari mesin Centrifuge dengan air yang dikirim dari Water Tank. Dalam Solution Tank garam dan air tawar tersebut diaduk motor Agitator sampai kadar *brain* (nama lain campuran garam dan air) mencapai 23.5 BE atau 1.9 Sg satuan dalam kadar garam. Dengan perbandingan air 1000 liter dan garam 400 Kg yaitu 5 : 2. Setelah kadar garam telah mencapai sesuai yang ditetapkan air akan mengalir (*overflow*) bak sementara selanjutnya untuk dikirim ke divisi pelarutan untuk proses penjernihan dan penambahan material garam, sampai air dan garam bisa bercampur secara sempurna. Dalam proses pencampuran garam dan air tawar di Solution tank ini masih menggunakan cara manual yang setiap 10-15 menit sekali harus diukur dengan alat ukur *Aroemeter* (Baume meter). Permasalahan saat ini adalah alat ukur tersebut mempunyai batas stabil 25°C (*suhu kamar*). Sedangkan pasokan air tawar ke Water Tank berasal

dari *Water Condensat* (Air yang di suplay dari proses kondensat) yang mempunyai suhu air 30-40°C, *WWP* (Air yang di suplay dari proses MVR) bersuhu 15-30°C, *PDAM Tank* (Air yang disuplay dari air sumur/tawar) bersuhu 0-10°C dan *Water Tripleyer* (Air yang diperoleh dari pelarutan garam yang sudah terpakai) mempunyai suhu air 5-15°C. Sehingga dalam tidak stabilnya suhu tersebut yang semestinya air akan sudah memenuhi standart tetapi ketika suhu naik alat ukur *Aroemeter* tidak bisa membaca akurat. Sehingga timbul masalah endapan garam yang terlalu banyak dalam dalam bak Solution Tank membuat kerja motor Agitator menjadi lebih berat atau malah sampai *overload* atau terbakar.

Pada penelitian sebelumnya Alat Ukur Kualitas Air Minum Dengan Parameter PH, Suhu, Tingkat Kekeuhan, dan Jumlah Padatan Terlarut oleh Fauzi Amani dan Kiki Prawiroredjo (2016). Didapat hasil pengujian pada pengukuran sensor konduktivitas dan TDS yang dihubungkan langsung pada mikrokontroler Arduino

adalah 0.97%. Rata-rata standart devisianya adalah 6.69. hal ini dapat disebabkan oleh adanya toleransi komponen pada sensor tersebut.[1] Dari permasalahan dan penelitian dan penelitian sebelumnya, maka desain pada penelitian ini adalah mengidentifikasi kandungan air garam dengan sensor TDS (konduktivitas) dengan judul : *Sistem Desain Otomatis Area Solution Tank Berbasis Mikrokontroler ARM STM32F*.

## 2. DASAR TEORI

### 2.1 Solution Tank

SOLUTION TANK adalah tempat pencampuran antara garam yang telah diproses di Centrifuge dengan air yang dikirim dari Water Tank. Dalam Solution Tank tersebut diaduk sampai mencapai larutan garam mencapai 23.5 BE atau 1.9 Sg satuan dalam kadar garam. Maka dari itu dapat dihitung perbandingan *air 1000 liter dan garam 400 Kg yaitu 5 : 2*.

### 2.2 Larutan Garam

Larutan garam dalam air (Misalnya natrium klorida dalam air) merupakan larutan elektrolit, yaitu larutan yang dapat menghantarkan arus listrik. Pernyataan diatas sesuai dengan pendapat Bevilacqua (1998) dalam Andri, "Dalam keperluan untuk mengukur daya hantar listrik dalam larutan maka, dibutuhkan alat ukur konduktivitas larutan yang mampu untuk mengidentifikasi atau menganalisis kualitas air berdasarkan konsep dasar fisika tentang konduktivitas dan resistivitas serta konsep dasar kimia tentang larutan asam, basa dan garam". [2]

### 2.3 Mikrokontroler STM32F4 Discovery

Mikrokontroler STM32F4 *STM32F4 Discovery* adalah salah satu jenis prosesor ARM. Fitur yang terdapat pada Mikrokontroler STM32F4 *Discovery* membantu kita dalam mengembangkan aplikasi dengan cepat dan mudah karena rangkaian ini memiliki segala sesuatu yang

diperlukan dalam mengaplikasikan suatu program.[3]

### 2.4 Liquid Crystal Display (LCD) 16 x2

LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah suatu jenis media tampil yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. LCD sudah digunakan di berbagai bidang misalnya alat-alat elektronik seperti televisi, kalkulator, atau pun layar komputer. Pada aplikasi LCD yang digunakan ialah LCD dot matrik dengan jumlah karakter 2 x 16. LCD sangat berfungsi sebagai penampil yang nantinya akan digunakan untuk menampilkan status kerja alat.[4]

### 2.5 Sensor TDS (*Total Dissolve Solid*)

Dalam pengukuran tingkat TDS digunakan rangkaian modul sensor TDS. Modul ini terdiri atas rangkaian modul sensor dan rangkaian pengkondisian sinyal sensor TDS. Cara kerja rangkaian adalah dimulai dengan pembangkitan gelombang sinus oleh rangkaian Osilator Jembatan Wien dengan frekuensi osilasi 5,3 kHz kemudian dikuatkan oleh penguat tak membalik yang besar penguatannya didasarkan dari besarnya nilai tahanan yang diperoleh dari hasil keluaran sensor konduktivitas. Sinyal AC yang terjadi tersebut diubah menjadi sinyal DC untuk dapat diproses oleh mikrokontroler melalui rangkaian konverter sinyal AC ke DC.

### 2.6 Sensor Rotary Encoder

Rotary Encoder adalah suatu komponen elektro mekanis yang memiliki fungsi untuk memonitoring posisi anguler pada suatu poros yang berputar. Dari perputaran benda data tersebut yang termonitoring akan diubah ke dalam bentuk data digital dengan rotary encoder maka lebar pulsa nantinya akan terhubung ke kontroler (Mikrokontroler / PLC). Berdasarkan data yang di dapat diberikan posisi anguler (sudut) maka dapat diolah oleh kontroler sehingga data yang ada, arah, dan posisi dari perputaran porosnya. [5]

## 2.7 Mekanik Screw Feeder

Mekanik feeder berfungsi untuk simulasi mesin centrifuge yaitu untuk menyalurkan garam pada solution tank. Mekanik feeder ini bekerja pada tegangan DC 5-12V dengan sistem penggerak screw menggunakan motor DC gearbox. Dan hopper sebagai penampung garam sementara.

## 2.8 Kran Otomatis

Electric valve untuk aplikasi minyak, gas, cairan (liquid), water, udara bertekanan (compressor air), vacuum.

## 2.9 Catu Daya

Catu daya merupakan suatu rangkaian yang paling penting dari sistem elektronika. Ada dua sumber catu daya yaitu sumber AC (*alternating current*) dan sumber DC (*direct current*). Sumber AC yaitu sumber tegangan bolak-balik, sedangkan sumber tegangan DC merupakan sumber tegangan searah.

## 3. HASIL DAN DISKUSI

### 3.1. Pengujian sensor TDS

Sensor TDS yang digunakan diuji berdasarkan kadar garam yang berada pada sebuah bak atau wadah tertentu. Sensor kadar garam dapat dikalibrasi dengan sebuah alat ukur Aroemeter. Karena dalam tugas akhir ini menggunakan sensor TDS yang mempunyai karakteristik tersendiri. Maka pengukuran mengacu pada percobaan dengan datasheet pada sensor tersebut. Sensor TDS membutuhkan tegangan input sebesar 5V DC dan mengeluarkan tegangan output DC. Berikut tabel percobaan sensor TDS untuk mengetahui tegangan output pada setiap kadar garam.

**Tabel 3.1** Pengujian sensor ADC

PENGUJIAN NILAI ADC	
Tegangan input	Nilai ADC
1 V	1040
2 V	1870
3 V	2810
4 V	3480
5 V	4095

Dari **Tabel 3.1** dapat dianalisa jumlah bit dalam ADC tersebut adalah 12 bit. Kemudian dapat melakukan pengujian ADC kembali dengan menggunakan sensor TDS. Berikut adalah tabel pengujian.

**Tabel 3.2** Pengujian sensor TDS untuk mengetahui tegangan output pada air PDAM

PENGUJIAN SENSOR TDS		
Garam dengan air PDAM 100 ml	Nilai ADC pengujian	Nilai Tegangan output
0gr	1450	1.45 V
4 gr	3800	1.90 V
8 gr	3910	2.55 V
12 gr	4095	3.00 V

**Tabel 3.3** Pengujian sensor TDS untuk mengetahui tegangan output pada air Aquades

PENGUJIAN SENSOR TDS		
Garam dengan air Aquades 100 ml	Nilai ADC pengujian	Nilai Tegangan output
0 gr	1430	1.40 V
4 gr	3750	1.85 V
8 gr	3810	2.32 V
12 gr	3910	2.74 V
16 gr	4095	3.00 V

Maka dari hasil percobaan pada **Tabel 3.2** dan **Tabel 3.3** dapat dikalibrasi dengan datasheet pada lampiran alat TDS dengan

rumus. Angka bergaris merah menunjukkan saat sensor masuk ke dalam air tanpa campuran garam. Angka bergaris hijau menunjukkan titik target garam maksimum. Angka bergaris biru adalah pengurangan dari nilai garam maksimum dengan nilai saat sensor masuk kedalam air tanpa campuran garam.

```

////////variable
garam///if(loopa_buck++>=50)
loopa_buck=0;
buff_buck[loopa_buck]=acs0;
for(i1=0,arus_0=0;i1<50;i1++)
{   arus_0=arus_0+buff_buck[i1];   }
i_0=arus_0/50; //adc KADAR GARAM
arus_buck = (float)((i_0-1430)*466/2665);
    
```

Dengan demikian setelah melakukan beberapa percobaan untuk menemukan titik jenuh atau kadar garam maksimal pada sensor tersebut. Juga dapat mengkalibrasi dan menganalisa kadar garam pada sensor TDS dengan nilai ADC pada datasheet. Gambar 3.1 adalah sensor TDS dan gambar 3.2 adalah pengujian sensor TDS dan kalibrasi.



**Gambar 3.1 Sensor TDS**

### 3.2 Pengujian Sensor Rotary Encoder

Sensor Rotary Encoder bekerja dengan mendeteksi kecepatan putaran motor. Untuk mengetahui kedalaman endapan garam sensor ini akan bekerja untuk mendeteksi speed motor mixer pada bak/wadah Solution Tank. Kami melakukan

kalibrasi pada sensor Encorder dengan cara pengujian saat tanpa beban dan berbeban dengan menggunakan alat ukur Tachometer untuk perbandingan pengukuran speed motor. Berikut ini **Gambar 3.2** dan tabel pada pengujian sensor *Rotary Encoder*.



**Gambar 3.2 Pengujian sensor Rotary Encoder**

Dari **Tabel 3.6** dapat disimpulkan bahwa semakin banyak garam semakin speed pada motor mixing sehingga dapat membuat beban pada motor semakin berat dan mengakibatkan kerusakan pada motor tersebut.

**Tabel 3.6 Pengujian Sensor Rotary Encoder**

PENGUJIAN SENSOR ROTARI ENCODER				
Volume Air	Garam	Nilai LCD	NILAI Tachometer	Error
0	0	900	910	1,11%
4500	0 gr	890	903	1,46%
4500	100gr	880	882	0,23%
4500	200gr	865	870	0,58%
4500	300gr	840	843	0,36%
4500	400gr	750	755	0,67%
4500	500gr	660	664	0,61%
4500	600gr	615	619	0,65%
4500	700gr	584	586	0,34%
4500	800gr	535	540	0,93%
4500	900gr	480	486	1,25%
4500	1000gr	430	434	0,93%
Rata-rata				0,76%

### 3.3 Pengambilan Data dan Analisa

Setelah pengujian keseluruhan terhadap alat dilakukan dan semua sistem bekerja dengan baik langkah selanjutnya adalah melakukan pengambilan data dan analisa data pada alat. Pengambilan data diamati saat alat bekerja dengan keseluruhan dan analisa data dilakukan dengan cara menganalisa dari data percobaan pada alat, dan hasil percobaan akan dibandingkan dengan proses aktual pada area bak Solution Tank yang masih menggunakan cara manual.

Berikut **Tabel 3.7** pengambilan data pengujian alat secara keseluruhan,

PENGUJIAN KESELURUHAN ALAT					
Garam dengan air 4500 ml	Nilai ADC kadar garam	Nilai Rotary Encoder	Kondisi		Keterangan
			feeder garam	solenoid valve	
0 gr	150	890	ON	OFF	Sesuai
100gr	440	880	ON	OFF	Sesuai
200gr	450	865	ON	OFF	Sesuai
300gr	461	840	ON	OFF	Sesuai
400gr	466	750	ON	ON	Sesuai
500gr	466	660	ON	ON	Sesuai
600gr	466	615	ON	ON	Sesuai
700gr	466	584	ON	ON	Sesuai
800gr	466	535	ON	ON	Sesuai
900gr	466	480	OFF	ON	Sesuai
1000gr	466	430	OFF	ON	Sesuai

Dari hasil pengujian diatas ketika kadar garam kurang dari 466 maka feeder garam "ON" dan solenoid valve air masih "OFF". Dan jika kadar garam telah mencapai target atau mencapai nilai 466, maka solenoid valve air "ON" dan feeder garam tetap "ON" proses tersebut telah sesuai. Jika speed motor 890 feeder garam "ON" dan solenoid valve air "OFF". Dan jika speed motor

kurang dari 500 maka feeder garam "OFF" dan solenoid valve tetap "ON" maka proses tersebut sesuai yang diharapkan.

Dengan demikian dari data dan analisa tersebut dapat disimpulkan menjadi 3 kondisi sebagai berikut :

1. Jika kadar garam  $\leq 466$  dan rpm mixing  $\geq 500$  maka selenoid "off" feeder garam "on"
2. Jika kadar garam  $\geq 466$  dan rpm mixing  $\geq 500$  maka selenoid "on" feeder garam "on"
3. Jika kadar garam  $\geq 466$  dan rpm mixing  $\leq 500$  maka selenoid "on" feeder garam "off" kondisi tersebut akan tetap berlangsung dalam sekali proses, dan jika kadar garam sudah normal maka air dalam bak solution tank akan dihabiskan kemudian diisi kembali dengan proses yang berbeda dengan cara yang sama.

### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dapat ditarik kesimpulan :

1. Mikrontroler ARM STM32 mampu berfungsi sebagai pengendali utama (central processing unit) yang mengendalikan proses dari sistem otomatisasi area Solution Tank. Semua proses dapat dikendalikan dengan baik untuk pengujian tingkat kadar garam dari sensor TDS dan nilai speed motor dari sensor Rotary encoder untuk Otomatisasi area Solution Tank
2. Proses pencampuran larutan garam pada simulasi bak Solution Tank telah sesuai dengan kondisi yang diharapkan. Dari sensor TDS yang melakukan proses pengukuran kadar garam untuk mengaktifkan dan mematikan solenoid valve air. Dan sensor Rotary Encoder memonitoring speed pada motor mixing untuk mengontrol garam yang masuk dari screw feeder.
3. Pada proses Kalibrasi sensor TDS terdapat perbedaan error antara air

PDAM dengan air Aquades yang digunakan untuk melarutkan garam.

## 5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. Amani, "Alat Ukur Kualitas Air Minum Dengan Parameter PH, Suhu, Tingkat Kekeruhan, dan Jumlah Padatan Terlarut," *J. Jur. Tek. Elektro Fak. Teknol. Ind. Univ. Trisakti*, 2016.
- [2] Andri, "Perancangan Dan Pembuatan Alat Ukur Konduktivitas Larutan Berbasis Mikrokontroler," *J. Fis.*, vol. 3, no. 2, p. 710, 2014.
- [3] st.life augment, "Discovery kit with STM32F407VG MCU," *www.st.com*. [Online]. Available: [https://www.st.com/content/st\\_com/en/products/evaluation-tools/product-evaluation-tools/mcu-mpu-eval-tools/stm32-mcu-mpu-eval-tools/stm32-discovery-kits/stm32f4discovery.html](https://www.st.com/content/st_com/en/products/evaluation-tools/product-evaluation-tools/mcu-mpu-eval-tools/stm32-mcu-mpu-eval-tools/stm32-discovery-kits/stm32f4discovery.html). [Accessed: 13-May-2017].
- [4] Jualan, "Liquid Crystal Display (LCD) 16 x 2," *Les Elektronika*, 2012. [Online]. Available: <http://www.leselektronika.com/2012/06/liquid-crystal-display-lcd-16-x-2.html?m=1>. [Accessed: 16-May-2017].
- [5] Repo Inovasi, "Sensor Kecepatan Rotary Encoder RPM," *repointovasi.com*. [Online]. Available: <http://www.depointovasi.com/>. [Accessed: 15-May-2017].