
**RANCANGAN DAN PEMBUATAN KONTROL LEVEL
SISTEM PENYIMPANAN AIR BAKU (PA04 BB02)
MENGUNAKAN SENSOR *ULTRASONIC* DI RSG-GAS**

Sukino, Cahyana, Heri Suherkiman, Sujarwono

ABSTRAK

RANCANGAN DAN PEMBUATAN KONTROL LEVEL SISTEM PENYIMPANAN AIR BAKU (PA04 BB02) MENGGUNAKAN SENSOR *ULTRASONIC* DI RSG-GAS. Telah dibuat kontrol level untuk sistem penyimpanan air baku menggunakan sensor *ultrasonic*. Kontrol level ini digunakan untuk mengendalikan ketinggian permukaan air baku untuk persediaan pasokan air ketika reaktor RSG-GAS sedang beroperasi. Alat ini merupakan diversity dari sistem kendali level yang sudah ada. Tujuannya adalah supaya kehandalan dari sistem pengendalian air baku semakin bertambah. Sehingga ketersediaan air baku tetap terjaga, level air tidak meluber ke ruang sekunder dan mengamankan kerja pompa benam. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa ketika level air kurang dari harga batas bawahnya maka relay aktif. Ketika level air melebihi batas atasnya, relay akan mati. Demikian juga dari hasil pengujian linieritas, perbedaan antara pembacaan LCD dengan pengukuran manual tidak lebih dari 2%. Dari hasil pengujian tersebut ditarik kesimpulan bahwa kontrol sudah berfungsi dengan baik dan dapat digunakan untuk pengukuran level air di tangki penyimpanan air baku.

Kata kunci : Kontrol Level

ABSTRACT

DESIGN AND FABRICATION OF RAW WATER RESERVOAR LEVEL CONTROLLER (PA04 BB02) USING *ULTRASONIC* AT THE RSG-GAS. *It has been made an ultrasonic water controller used to control water level at a raw water reservoir. This effort complied as a diversity principle which has to be applied and practiced to enhance reliability to equipments important to safety for reactor operation. The advantages installing this equipments are that availability of raw water can be assured, water flooding to secondary room can be avoided and performance of submerged pump can be maintained properly. Testing result shown that relay will be activated whenever water level < than required level and relay will be automatically off when required water level is exceeded. From functionally test it has been demonstrated that result of manual measurement and result shown through LCD is demonstrated < 2%. It can be conclude that the control equipment operated properly and it may be used to control water level at the raw water reservoir.*

Keyword : Control Level

PENDAHULUAN

Sistem penyimpanan air baku (PA04 BB02) berfungsi untuk menampung air baku dari PUSPIPTEK yang digunakan untuk kebutuhan pengoperasian reaktor RSG-GAS. Air baku tersebut sebagian diolah menjadi air bebas mineral untuk kebutuhan sistem primer, sebagian lagi digunakan untuk menambah pasokan air sistem sekunder ketika operasi reaktor berlangsung.

Kontrol level air di kolam penyimpanan air baku sangat dibutuhkan untuk menjaga supaya persediaan air di *reservoir* tidak kurang dan tidak melebihi dari yang dipersyaratkan. Kurangnya air persediaan akan mengganggu pengoperasian reaktor sedangkan jika berlebih dapat menyebabkan air keluar dari

reservoir dan menggenangi ruang pompa sekunder.

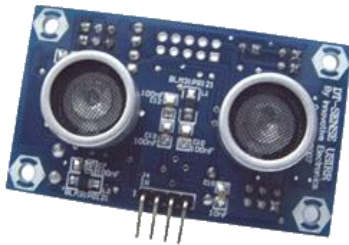
Selain itu kontrol level air ini juga digunakan untuk mengamankan pompa benam yang dipakai untuk memompa air ke kolam menara pendingin (*Cooling Tower*). Jika level air berada dibawah pompa benam maka hanya udara yang akan dihisap oleh pompa dan ini dapat merusak pompa.

Pembuatan kontrol level digunakan sebagai sistem tambahan dari sistem pengukuran level yang sudah ada. Tujuannya adalah supaya kehandalan dari sistem pengendalian air baku semakin bertambah. Sehingga ketersediaan air baku tetap terjaga, level air tidak meluber ke ruang sekunder dan mengamankan pompa benam.

TEORI

Modul Sensor Ultrasonik

Untuk keperluan pembuatan sistem pengukuran level ini digunakan modul *DT Sense Ultrasonic And Infrared Ranger* keluaran dari *Innovative Electronics*.



Gambar 1. Modul Ultrasonik

Seperti terlihat pada gambar 1, modul ini terdiri dari 2 sensor, sisi sebelah kiri pemancar dan sisi sebelah kanan penerima. Keluaran dari modul ini sudah dalam bentuk jarak yang dikemas kedalam bentuk sinyal *digital*. Untuk pengiriman data outputnya menggunakan *interface* komunikasi I2C.

Spesifikasi Teknis

Spesifikasi *DT-SENSE ULTRASONIC AND INFRARED RANGER* sebagai berikut :

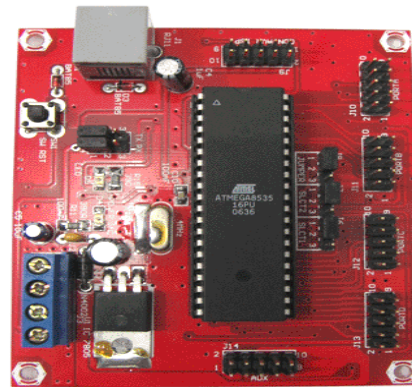
- Jangkauan: 2 - 300 cm
- Obyek dengan jarak 0 – 2 cm diukur berjarak 2 cm
- *Burst Frequency*: 40 KHz, sinyal kotak 16 VP-P
- Antarmuka I^2C -bus (f_{sc1} maks. 65 KHz) dan *pulse width*, dapat dipakai secara bersamaan
- Dalam sebuah I^2C -bus dapat terhubung hingga 8 modul
- *Output* berupa dalam satuan mm (I^2C -bus) dan 10 μ s/mm (*pulse width*) sehingga mengurangi beban mikrokontroler.
- Siklus pengukuran yang cepat, pembacaan dapat dilakukan tiap 25 ms (40Hz *rate*)
- Tidak perlu waktu tunda untuk pengukuran berikutnya
- *Input Trigger* berupa pulsa negatif TTL (20 μ s min.) untuk antarmuka *pulse width*
- Catu daya tunggal +5 VDC, konsumsi arus 17 mA
- Dimensi: 6,2 cm (p) x 4,1 cm (l) x 2,6 cm (t)

Mikrokontroler.

Mikrokontroler yang digunakan dalam pembuatan sistem pengukuran level ini adalah Mikrokontroler dari jenis AVR dengan *type ATmega-*

8535. *ATmega-8535* adalah mikrokontroler dengan jenis *AVR (Alf and Vegard's Risc processor)* dengan standart arsitektur 8 bit. Teknologi yang digunakan untuk membangun mikrokontroler jenis ini adalah *RISC (Reduced Instruction Set Computing)*. Kecepatan eksekusi dari mikrokontroler jenis ini 3 kali lebih cepat dibandingkan dengan mikrokontroler AT89S51 yang menggunakan teknologi *CISC (Complex Instruction Set Computing)*. Semua instruksi untuk *AVR ATmega-8535* dikemas dalam kode 16 bit dan sebagian besar instruksinya dapat dieksekusi dalam waktu 1 siklus *clock*.

Pada kegiatan pembuatan kontrol level ini, digunakan modul mikrokontroler yang sudah tersedia di pasaran yaitu *DT-AVR LOW COST* dengan mikrokontroler *ATmega-8535*. Modul ini sudah dilengkapi dengan saluran komunikasi *RS-232* dan *regulated power supply*.



Gambar 2. AVR ATmega-8535

Spesifikasi Teknis

Modul *AVR ATmega-8535* mempunyai spesifikasi teknis sebagai berikut :

- Mempunyai 32 bit I/O yang dapat diprogram secara *individual*.
- Tersedia 2 *timer/counter 8 bit* dan 1 *timer/counter 16 bit*.
- Terdapat 130 instruksi yang umumnya hanya membutuhkan 1 *siklus clock*.
- Tegangan operasi +4.5 Vdc.....+5.5Vdc.
- Tersedia memori *SRAM* sebesar 1 KB.
- Tersedia memori *Flash* sebesar 8 KB untuk menyimpan kode program.
- Tersedia memori *EEPROM* sebesar 512 *byte* yang dapat digunakan untuk menyimpan data *non volatile* (tidak akan hilang meski catu daya dimatikan).
- Tersedia *port USART (Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter)* yang dapat diprogram untuk komunikasi serial.

Prinsip Kerja Sensor Ultrasonic

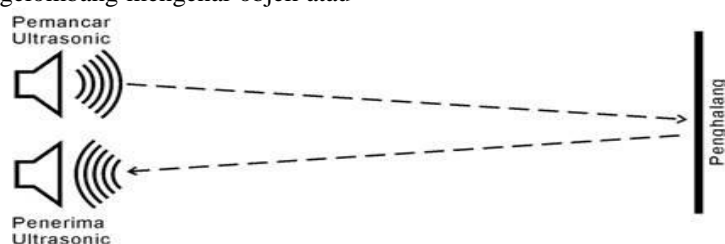
Prinsip pengukuran jarak dengan sensor ultrasonik menggunakan metode *EchoSonder* diperlihatkan pada gambar 3. Pada sisi sebelah kiri gambar, terdapat dua buah sensor yaitu sensor yang berfungsi sebagai pemancar gelombang dan sensor yang berfungsi sebagai penerima gelombang. Deskripsi kerjanya adalah sebagai berikut, pertama sensor pemancar mengeluarkan gelombang suara dengan frekuensi 40 KHz hingga 400 KHz (frekuensi tersebut diatas pendengaran manusia yaitu 20 Hz – 20 KHz). Kemudian gelombang suara tersebut akan merambat menuju objek atau penghalang dengan kecepatan (*v*) sekitar 330 meter/detik. Ketika gelombang mengenai objek atau

penghalang, gelombang tersebut akan dipantulkan kembali menuju sensor dan diterima oleh penerima ultrasonik.

Jika jarak antara sensor dengan objek sama dengan *r* (dalam satuan meter), maka jarak yang ditempuh oleh gelombang untuk sampai kembali ke sensor adalah 2 *r*. Kemudian jika waktu tempuh gelombang adalah *t* (dalam satuan detik), maka jarak antara sensor dengan objek dapat diperhitungkan sebagai berikut :

$$2r = v.t \dots\dots\dots(1)$$

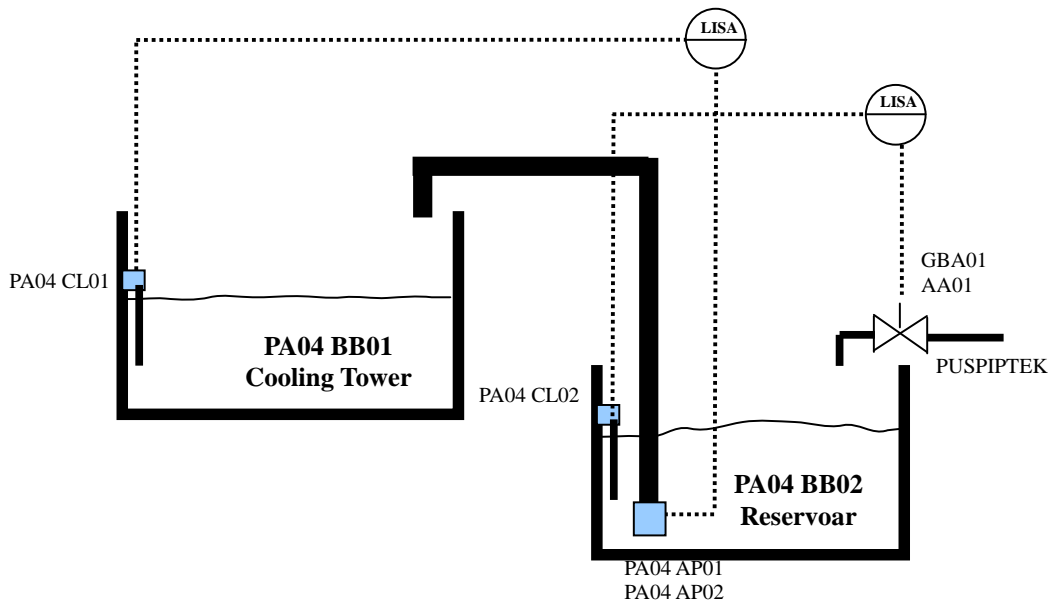
$r = v.t/2$. Dengan asumsi kecepatan gelombang bunyi 330 m/s maka,
 $r = 165.t$ dimana *r* dalam satuan meter.



Gambar 3. Prinsip Kerja Ultrasonic Sensor

Sistem Pengendalian Level Air Baku

Sistem pengendalian level air baku diperlihatkan pada gambar 1. dibawah ini,



Gambar 4. SistemPengendalian Level Air Baku

Seperti terlihat pada gambar 4. sumber air baku diperoleh dari PUSPIPTEK yang di atur oleh katup GBA01 AA01. Buka tutup katup diatur oleh kontroler yang memperoleh masukan dari sensor level PA04 CL02. Jika level air kurang dari 2,8 meter maka katup GBA01 AA01 buka dan jika level air lebih dari 3.0 maka katup menutup.

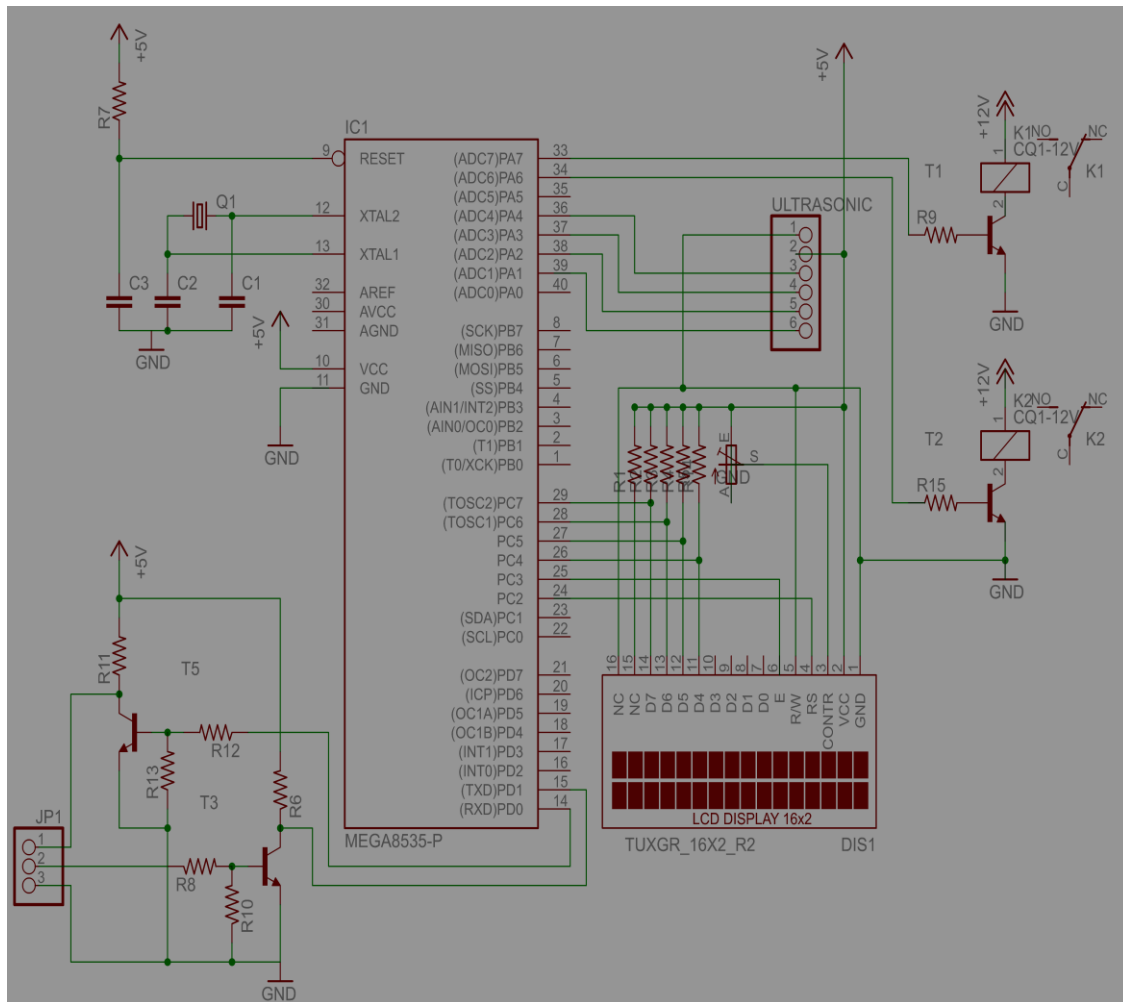
Pengaturan *ON/OFF* pompa benam dilakukan oleh kontroler yang mendapat input dari sensor level PA04 CL01. Jika level air BB01 lebih rendah dari xx meter maka pompa PA04 AP01 atau PA04 AP02 akan *ON* dan jika level sudah mencapai xx meter pompa *OFF*.

TATA KERJA

Perancangan Perangkat Keras dan Lunak

Komponen utama yang digunakan untuk pembuatan perangkat keras ini adalah mikrokontroler AVR-8535. Komponen ini berfungsi sebagai pengolah data yang datang dari sensor ultrasonic. Prinsip kerja dari rangkaian gambar 5. adalah sebagai berikut. Data yang diterima oleh mikrokontroler kemudian dihitung sesuai dengan

range pengukurannya. Selanjutnya hasil perhitungan tersebut dikirim ke LCD untuk ditampilkan. Selain itu, hasil perhitungan tersebut juga dibandingkan dengan harga batas yang disimpan di memori mikrokontroler. Jika hasil perhitungan menunjukkan lebih rendah dari harga batas, maka *relay* akan aktif. Sebaliknya jika hasil perhitungan menunjukkan lebih tinggi dari harga batas maksimum maka *relay* tidak aktif.



Gambar 5. Rangkaian Kontrol Level Sistem Penyimpanan Air Baku (PA04 BB02)
Daftar komponen yang digunakan

No	Deskripsi	Satuan
1	Resistor R1	150 Ω
2	Resistor R2,R3,R4,R5	100 Ω
3	Resistor R6	3K3 Ω
4	Resistor R7,R9,R10,R11,R13	10 KΩ
5	Resistor R8	100 Ω

No	Deskripsi	Satuan
6	Resistor R12	150 Ω
7	Capasitor C1,C2	18 pF
8	Capasitor C3	1 uF
9	Crystal	4 MHz
10	Transistor T1,T3,T5	9014
11	IC1	AVR ATMEGA 8535
12	LCD	16x2 karakter
13	ULTRASONIC	USSIR Innovative Electr.
14	Potensio	10 K Ω

Fungsi dari masing-masing komponen adalah sebagai berikut,

Resistor R1 digunakan sebagai pengatur kecerahan latar *LCD*. *Resistor* R2,R3,R4 dan R5 berfungsi sebagai *resistor Pull-UP* untuk input data *LCD*. *Resistor* ini terhubung dengan mikrokontroler melalui pin PC7,PC6,PC5 dan PC4. Potensio digunakan untuk mengatur kecerahan karakter *LCD*. Pin 6 dan pin 4 *LCD* dihubungkan ke pin PC3 dan PC2 mikrokontroler, berfungsi untuk mengatur aliran data dari mikrokontroler ke *LCD*. Sedangkan *LCD* itu sendiri digunakan untuk menampilkan data ketinggian dan setting harga batas.

Kapasitor C1,C2,C3, *resistor* R7, *Crystal* 4 Mhz dan *IC1 AVR ATMEGA 8535* berfungsi sebagai sistem minimum yang digunakan untuk memproses data. Kemudian *resistor* R8 dan *transistor* T1 berfungsi sebagai penggerak *relay RLI*.

Perancangan Perangkat Lunak

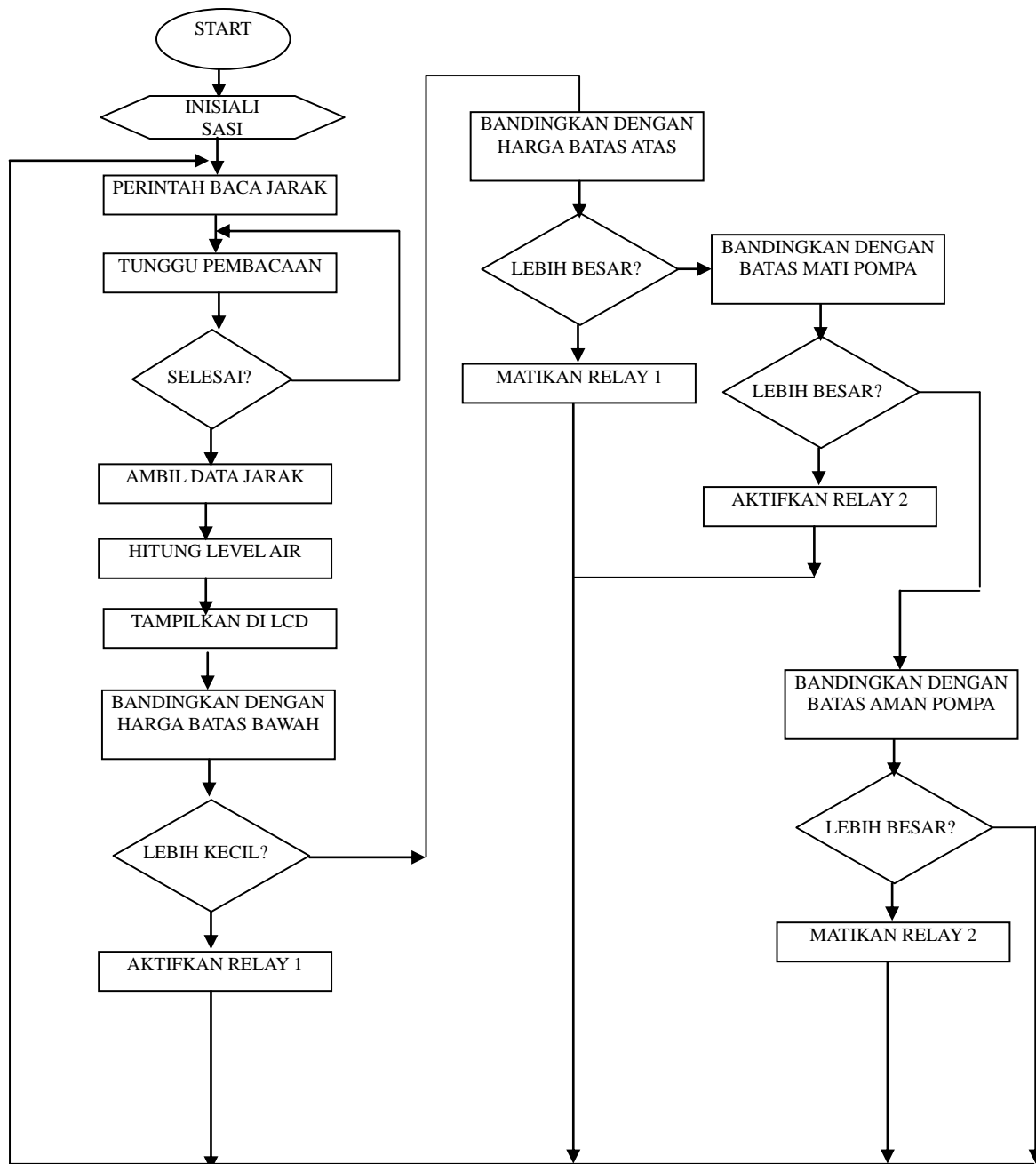
Untuk perangkat lunak digunakan bahasa pemrograman *BASIC COMPILER AVR (BASCOM-AVR)*. Alasan penggunaan bahasa program ini adalah karena *syntax-syntaxnya* mudah dimengerti dibandingkan dengan menggunakan bahasa *assembly*. Berikut adalah *flowchart* program yang akan diisikan kedalam mikrokontroler.

Deskripsi dari *Flowchart* diatas adalah sebagai berikut, pertama mikrokontroler dihidupkan (*start*).

Kemudian mikrokontroler akan melakukan inialisasi program yang meliputi penentuan *variable* yang akan digunakan dalam program, konfigurasi *LCD* dan konfigurasi komunikasi dengan ultrasonik dan mendefinisikan penggunaan masing-masing pin.

Berikutnya mikrokontroler memerintahkan modul ultrasonik untuk membaca jarak. Setelah perintah tersebut mikrokontroler akan berada pada posisi menunggu proses penghitungan jarak yang dilakukan oleh ultrasonik. Waktu selesainya proses ditandai dengan berubahnya logika pin *busy* modul ultrasonik dari logika *high* ke *low*.

Setelah selesai, mikrokontroler langsung mengambil data jarak kemudian dilakukan penghitungan ketinggian air yang didasarkan pada jarak antara posisi sensor dengan dasar kolam. Hasil dari penghitungan tersebut ditampilkan di *LCD*. Selanjutnya hasil perhitungan dibandingkan dengan harga batas yang tersimpan di memori. Jika hasil perhitungan lebih rendah dari harga batas bawah maka mikrokontroler akan mengaktifkan *relay*. Jika hasil perhitungan lebih besar dari harga batas atas maka mikrokontroler akan mematikan *relay*. Demikian juga untuk pengaman pompa, jika lebih rendah dari batas bawahnya maka *relay* aktif sebaliknya jika sudah sampai batas aman maka *relay* mati. Program akan mengulang kembali interupsi dari awal.



Gambar 6. Flowchart Pemograman Mikrokontroler

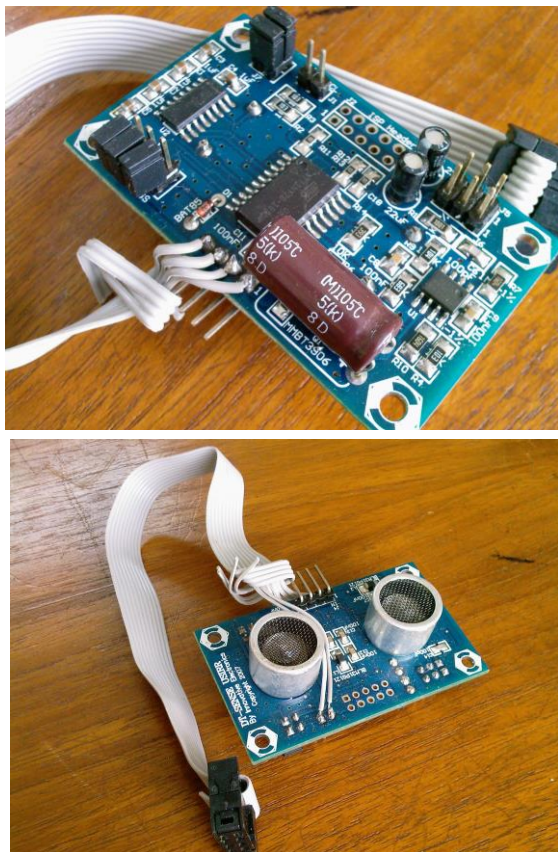
PERAKITAN

Komponen-komponen yang digunakan dalam perakitan ini umumnya sudah dalam bentuk modul kecuali penggerak *relay*. Rangkaian mikrokontroler sudah dalam bentuk modul sistem minimum yang dilengkapi dengan konverter level tegangan untuk komunikasi dengan PC. Hubungan antar modul disesuaikan dengan gambar perancangan yang telah dibicarakan sebelumnya. Gambar hasil perakitan adalah sebagai berikut,



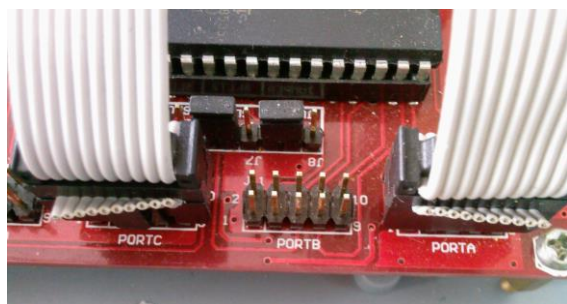
Gambar 7. Hasil perakitan untuk koneksi LCD.

Dari gambar 7 terlihat semua *resistor pull up* dan bias di tempel langsung pada modul LCD. Kemudian hubungan dengan mikrokontroler digunakan *header* konektor 10 pin.



Gambar 8. Perakitan untuk koneksi ultrasonik

Gambar 8 terdiri dari 2 gambar yaitu gambar koneksi sisi bawah (kiri) dan sisi atas (kanan) modul ultrasonik. Pada sisi bawah disambung 4 kabel, sedang pada sisi atas disambung 2 kabel. Kabel yang digunakan adalah kabel pita dengan konektor *header* 10 pin. Hubungan koneksi dengan mikrokontroler adalah sebagai berikut,



Gambar 9. Koneksi modul Mikrokontroler

Gambar 9 memperlihatkan koneksi modul ultrasonik dan LCD dengan mikrokontroler. Koneksi dilakukan menggunakan soket *header* 10 pin. *PortA*

digunakan untuk menghubungkan modul ultrasonik sedangkan *PortC* digunakan untuk menghubungkan modul LCD.

PENGUJIAN

Untuk alat bantu pengujian digunakan meteran standar berikut,



Gambar 10. Meteran standar.

Langkah Pengujian.

Pengujian alat dilakukan di laboratorium Instrumentasi dan Kendali RSG-GAS dengan cara menggerakkan sensor menjauh dan mendekati objek. Ketika sensor mendekati objek diasumsikan level air naik. Sebaliknya ketika sensor menjauhi objek diasumsikan level air turun. Objek yang dipilih berupa dinding dengan pertimbangan permukaan pantulnya bisa lebih luas.

Pengujian alat yang dilakukan terdiri dari 2 jenis yaitu pengujian linieritas dan pengujian harga batas. Pengujian linieritas dilakukan dengan cara membandingkan hasil ukur level yang ditampilkan di LCD dengan yang diukur oleh meteran standar. Hasilnya dimasukkan kedalam tabel yang telah disediakan. Hasil yang diperoleh dari pembacaan level ultrasonik disebut data *Aktual* sedangkan hasil yang diperoleh dari pembacaan meteran standar disebut data *Manual*.

Langkah pelaksanaan pelaksanaan pengujian linieritas adalah sebagai berikut,

1. Dibuat tabel untuk mencatat hasil pengujian (tabel 1).
2. Peralatan dihidupkan.
3. Sensor diletakkan 30 Cm dari dinding, diukur menggunakan meteran manual. Karena jarak sebenarnya antara sensor dengan dasar kolam 310 Cm, maka pengukuran manual ketinggian air dapat dihitung sebagai berikut,
 $Manual = (\text{Jarak Sensor dari dasar kolam}) - (\text{jarak sensor dengan permukaan kolam})$
 $Manual = 310 - 30 = 280\text{Cm}$. Jadi jarak 30 Cm

- identik dengan level air 280 Cm.
4. Penunjukkan LCD pada jarak tersebut dicatat di tabel 1.
 5. Pembacaan dilakukan sebanyak 3 kali dengan selang waktu 1menit dan dicatat didalam tabel 1.
 6. Setelah langkah 5 selesai, kegiatan 2 sampai 4 diulang untuk jarak 60,90,...,210 cm atau dalam kolom manual tercatat 250, 220,...,100.
 7. Pengujian selesai.
- Setelah melakukan pengujian, maka didapat data hasil pengujian sebagai berikut :

Tabel 1. Data Hasi Pengujian Level Air

No	Manual (Cm)	Aktual 1 (Cm)	Aktual 2 (Cm)	Aktual 3 (Cm)
1	280	281	281	280
2	250	251	250	250
3	220	221	221	221
4	190	189	189	190
5	160	161	160	161
6	130	131	131	131
7	100	100	101	101

Pengujian harga batas dilakukan dengan cara melihat respon dari *relay (ON/OFF)* ketika harga batas yang disimpan di memori mikrokontroler terlampaui. Langkah pengujiannya adalah sebagai berikut.

1. Alat ditempatkan pada jarak 300 cm dari objek.
2. Alat diberi supply tegangan dan di hidupkan.
3. Dilakukan setting harga batas menggunakan PC untuk variabel berikut, batas bawah (200 Cm), batas atas (280 Cm), batas mati pompa (100 Cm) dan batas aman pompa (150 Cm).
4. Sensor didekatkan ke objek sampai relay 1 *ON*. Penunjukkan Level LCD dicatat di tabel.
5. Sensor dijauhkan dari objek sampai relay 1 *OFF*. Penunjukkan Level LCD dicatat di tabel.
6. Sensor didekatkan ke objek sampai relay 2 *ON*. Penunjukkan Level LCD dicatat di tabel.
7. Sensor dijauhkan dari Objek sampai relay 2 *OFF*. Penunjukkan Level LCD dicatat di tabel.
8. Pengujian selesai, alat dimatikan kembali.

Tabel 2. Data Hasil Pengujian *Limit Value*

No	Deskripsi	Harga Batas (cm)	Tampilan LCD (cm)
1	Batas Level Bawah <i>relay 1 ON</i>	200	198
2	Batas Level Atas <i>relay 1 OFF</i>	280	283
3	Batas Mati Pompa, <i>relay 2 ON</i>	100	102
4	Batas Aman Pompa, <i>relay 2 OFF</i>	150	152

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari data tabel (1) diatas dapat dibuat grafik seperti dibawah, terlihat bahwa antara data seting (manual) dengan aktual berhimpitan. Hal ini membuktikan bahwa dari data hasil pengujian antara seting dengan aktual terdapat penyimpangan yang relatif kecil.

Persamaan Garis

$$Y = mt \times x + nt$$

Dimana :

$$mt = \frac{N \sum (XY) - \sum X \cdot \sum Y}{N \cdot \sum X^2 - (\sum X)^2}$$

$$nt = \frac{\sum X^2 \cdot \sum Y - \sum X \cdot \sum (XY)}{N \cdot \sum X^2 - (\sum X)^2}$$

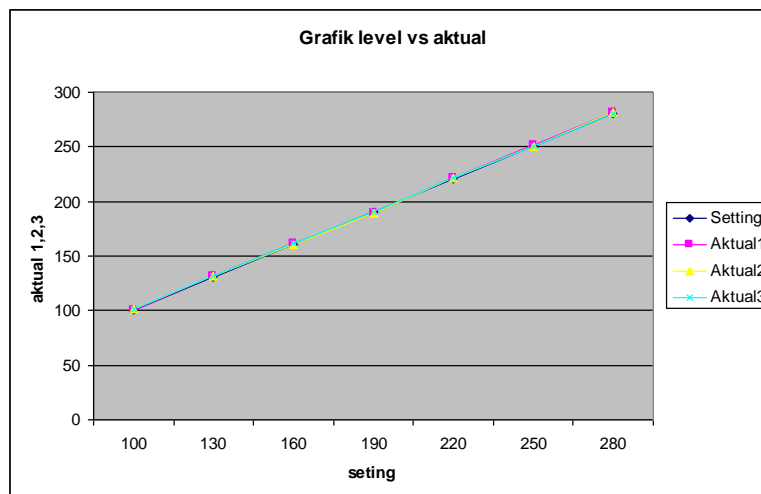
%Kesalahan Pengukuran

$$E = \left[\frac{\Delta m}{mt} \times 100 \right] \%$$

Dimana :

$$\Delta m = Sy \sqrt{\frac{N}{N \cdot \sum X^2 - (\sum X)^2}}$$

$$S_y^2 = \frac{1}{N-2} \left[\frac{\sum Y^2 \sum X^2 \cdot (\sum Y)^2 - 2 \sum X \cdot \sum (X \cdot Y) \cdot \sum Y + N \cdot (\sum XY)^2}{N \cdot \sum X^2 - (\sum X)^2} \right]$$



% Ketelitian Pengukuran:

$$\text{Ketelitian} = (100 - E)\%$$

Selain dengan grafik juga dilakukan perhitungan penyimpangan dalam % menggunakan rumus di atas. dari hasil perhitungan diperoleh hasil penyimpangan rata-rata sebesar 2%. Dengan diperoleh hasil penyimpangan maka tingkat ketelitian dapat diketahui yaitu sebesar 98%.

Dari data tabel (2) setelah dilakukan perhitungan penyimpangan diperoleh besarnya penyimpangan sebesar 2% dan tingkat ketelitian 98%.

KESIMPULAN

1. Dari hasil uji linieritas terlihat bahwa penyimpangan pembacaan terhadap pengukuran manual 2 %. Sehingga ketelitiannya adalah 98%.
2. Dari hasil pengujian harga batas, perintah *ON/OFF relay* sudah berfungsi dengan benar.
3. Peralatan kontrol level ini dapat digunakan untuk pengukuran *level air raw water*.

DAFTAR PUSTAKA

1. Manual *DT-SENSE, Ultrasonic and infrared ranger*
2. Atang Susila, Pemrograman mikrokontroler dengan *Bascom*, Bahan pengajaran Diklat Aplikasi mikrokontroler dalam instrumentasi nuklir, Serpong, 2004.
3. Sentot Alibasayah Harahap, Sistem Proses RSG-GAS.,Bahan pengajaran Diklat Tekhnisi & supervisor perawatan reaktor, Serpong, 2009.

4. Yusi Eko Yulianto, Sistem Instrumentasi & Kendali RSG-GAS.,Bahan pengajaran Diklat penyegaran operator & supervisor reaktor, Serpong, 2004.

DISKUSI

1. Penanya : Koes Indrakoesoema

Pertanyaan :

- Apakah di reaktor belum pernah menggunakan sensor ultrasonic untuk control level ?

Jawaban :

- Sudah ada yaitu system control level kolam reaktor (JAA01 CL001).

2. Penanya : Kusno

Pertanyaan :

- Apakah hasil pengukuran tidak dipengaruhi oleh suara getaran pompa ?
- Meragukan hasil kesimpulan yang menyatakan tingkat ketelitian 98% ?

Jawaban :

- Hasil pengukuran tidak dipengaruhi oleh suara yang dapat didengar oleh manusia yaitu 20 Hz s/d 20 kHz, sebab gelombang suara yang dikeluarkan oleh pemancar ultrasonic adalah antara 40kHz s/d 400 kHz sebagai frekuensi kerja sensor tersebut.
- Dalam pengambilan data kami menggunakan tempat percobaan dan untuk menemukan titik setting menggunakan alat ukur meteran standar, pengukuran kami lakukan berulang sampai tiga kali dengan tujuan keakuratan data.

