

Rancang Bangun Sistem Kontrol Buka Tutup *Valve* Pada Proses Pemanasan Air Jaket

Faisal Irsan Pasaribu, Zulfikar

Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Jl. Mukhtar Basri No. 3 Medan, Indonesia
Email: faisalirsanpasaribu@umsu.co.id

Abstrak — Sistem kontrol derajat pembukaan dan penutupan *valve* sistem distribusi uap pada proses pemanasan air jaket menggunakan pengendali mikrokontroler ATMega 328 ini dirancang untuk dapat memudahkan bagi para pekerja untuk melakukan proses pengontrolan suhu air pada jaket. Manfaat yang lain adalah agar dapat menghindari kegagalan pada proses pencairan minyak kelapa sawit hasil pengolahan sebelumnya sehingga minyak dalam pipa tetap mengalir. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode rancang bangun yang terdiri dari beberapa tahap yaitu, (1) Analisis kebutuhan, (2) Perancangan, (3) Implementasi rangkaian, (4) Prosedur Pengujian dan (5) Pengujian alat. Peralatan yang dilakukan adalah sensor suhu LM35, sistem minimum mikrokontroler ATMega 328 yaitu Arduino Uno sebagai rangkaian pengendali input dan output, motor servo sebagai output (*valve*) yang dikendalikan, dan LCD sebagai perangkat penampil hasil pendeteksian suhu. Sedangkan software yang dibuat menggunakan program arduino dan bahasa "C". Unjuk kerja alat ini secara keseluruhan dapat bekerja dengan baik, sehingga dapat diimplementasikan dengan pencocokan perangkat di lapangan atau di industri.

Kata kunci: Sensor LM35, Arduino Uno, Kontrol Buka Tutup Valve

Abstract — *The control system degrees of opening and closing the valve in the steam distribution system water jacket heating process using the controller 328 ATMega microcontroller is designed to make it easier for workers to do the process of controlling the temperature of the water in the jacket. Another benefit is to be able to avoid failure in the liquefaction process in palm oil so that the oil in the previous pipeline flowing. The method used in this research is the design that consists of several stages, namely, (1) Analysis of needs, (2) design, (3) Implementation of the circuit, (4) Testing Procedures and (5) Testing tools. The equipment is made LM35 temperature sensor, microcontroller minimum system ATMega 328 is Arduino Uno as a series of input and output controllers, servo motors as output (valve) is controlled, and the LCD as a viewer device temperature detection results. While the software is created using arduino and language "C". The performance of the whole device can work well, so that it can be implemented with matching devices in the field or in the industry.*

Keywords: Sensor LM35, Arduino Uno, Control Valve Open Close

I. PENDAHULUAN

Perusahaan maupun industri yang bergerak di bidang *oleochemical* memang berkembang pesat, karena kebutuhan masyarakat akan minyak tiada hentinya. PT. Musim Mas adalah salah satu perusahaan yang selama ini fokus bergerak di industri *oleochemical* atau industri pengolahan minyak kelapa sawit menjadi bahan-bahan kimia seperti asam lemak (*fattyAcid*) dan *gliserin*. Industri ini, dalam melakukan proses pengolahan minyak kelapa sawit mempunyai peralatan-peralatan yang mendukung agar tujuan perusahaan dalam menghasilkan produk yang baik dapat tercapai. Adapun peralatan tersebut adalah sejumlah mesin industri.

Seiring dengan perkembangan IPTEK khususnya sistem otomasi, PT. Musim Mas sebagian besar telah mengadopsi mesin industri berbasis mekatronika dan otomatis. Namun demikian dari sekian banyak mesin otomatis yang diimplementasikan pada pekerjaan pengolahan

minyak kelapa sawit di industri ini ada pada sisi lain yang menurut peneliti kurang efektif dalam pengerjaan sebuah proses, yaitu terletak pada proses pengendalian pemanasan pada sistem air jaket.

Air jaket adalah sebuah sistem yang berfungsi sebagai pemanas air dengan menggunakan energi kalor uap yang dihasilkan dari sistem pembakaran dimana air yang dipanaskan tadi akan dipompa untuk dialirkan keseluruh pipa luar saluran minyak kelapa sawit yang telah diolah sebelumnya yang dalam kasus ini dilakukan untuk mencegah pembekuan minyak di dalam pipa salurannya.

Pada proses kerja inilah yang masih melakukan proses kerja yang manual sehingga kurang efektif dilakukan sebab untuk melakukan pekerjaan ini harus tetap *stand by* di dalam ruangan kendali dan secara monoton tetap memperhatikan pada layar monitor berapa keadaan suhu air jaket yang selanjutnya akan dilakukan proses pembukaan atau penutupan *valve* dengan derajat yang disarankan oleh kebutuhan

sistem. Disamping itu pada proses pembukaan dan penutupan *valve* yang dilakukan oleh pekerja juga menghabiskan waktu yang lama, sementara kebutuhan sistem pemanasan harus segera dilakukan. Selain itu ketika sesampainya diruangan distribusi tersebut pekerja harus berhati-hati terhadap tantangan suara ledakan uap yang *overpressure* sebab dapat mengakibatkan serangan jantung bagi pekerja yang bersangkutan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Kontrol

Sistem kontrol derajat pembukaan dan penutupan *valve* sistem distribusi uap adalah sebuah rancangan alat yang tersusun dari komponen elektronik dan perangkat lunak untuk mengendalikan sebuah sistem pada proses pemanasan air jaket disebuah dapur industri, dimana sistem yang dikendalikan pada proses pemanasan air jaket tersebut adalah kapasitas uap panas dari boiler yang mengalir pada jaket air yang selama ini dikendalikan secara manual dengan menggunakan tangan manusia di ruang distribusi uap berdasarkan suhu jaket air yang tampak dari layar komputer. Dengan rancangan alat ini maka secara otomatis akan melakukan pekerjaan sendiri tanpa bantuan manusia lagi sepenuhnya untuk mengatur derajat pembukaan kapasitas uap panas yang dikopel menggunakan sebuah motor servo berdasarkan informasi dari sebuah sensor pendeteksi suhu jaket air.

2.2. Smart Building

Perkembangan teknologi melaju dengan sangat pesat. Perkembangan teknologi ini merupakan hasil kerja keras dari rasa ingin tahu manusia terhadap suatu hal yang pada akhirnya diharapkan akan mempermudah kehidupan manusia. Salah satu cara untuk mempermudah kehidupan manusia adalah dengan membangun *smart building*.

Smart building sudah menjadi salah satu topik pembahasan dalam karyatulis fiksi ilmiah selama bertahun-tahun, namun baru mulai dicoba untuk diwujudkan pada awal abad ke 20 ketika pemakaian energi listrik telah meluas hingga ke rumah-rumah dan mulai majunya teknologi informasi.

Smart building mengacu pada penggunaan teknologi informasi dankomputer untuk mengendalikan peralatan yang berada di dalam bangunan tersebut (seperti jendela atau lampu). Sistem yang beroperasi dalam *smartbuilding* dapat berupa sistem kontrol jarak jauh yang sederhana dari lampu-lampu hingga sebuah sistem yang berbasis komputer atau mikrokontroler yang memiliki tingkat kecerdasan yang bervariasi yang secara otomatis mengontrol peralatan yang berada di dalam bangunan.

Elemen dalam sebuah sistem *smart building* terdiri dari sensor (seperti sensor cahaya atau sensor suhu), pengontrol (seperti komputer atau mikrokontroler) dan aktuator (seperti motor, *relay*, *servo* atau sakelar lampu). Sebuah antarmuka antara manusia dengan mesin diperlukan, agar pemilik bangunan dapat berinteraksi dengan sistem untuk memonitor atau mengontrolnya.

Antarmuka ini dapat berupa terminal khusus atau aplikasi yang berjalan pada telepon genggam atau komputer tablet. Antarmuka tersebut berkomunikasi dengan sitem melalui jaringan kabel atau *wireless* menggunakan satu atau lebih protokol.

2.3. Arduino Uno

Arduino Uno adalah arduino *board* yang menggunakan mikrokontroler ATmega328. Arduino Uno memiliki 14 pin digital (6 pin dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, sebuah 16 MHz osilator kristal, sebuah koneksi USB, sebuah konektor sumber tegangan, sebuah header ICSP, dan sebuah tombol reset. Arduino Uno memuat segala hal yang dibutuhkan untuk mendukung sebuah mikrokontroler. Hanya dengan menghubungkannya ke sebuah komputer melalui USB atau memberikan tegangan DC dari baterai atau adaptor AC ke DC sudah dapat membuatnya bekerja. Arduino Uno menggunakan ATmega16U2 yang diprogram sebagai *USB-to-serial converter* untuk komunikasi serial ke computer melalui port USB. Tampak atas dari arduino uno dapat dilihat pada Gambar 2.1.

Adapun data teknis *board* Arduino Uno R3 adalah sebagai berikut:

1. Mikrokontroler : ATmega328
2. Tegangan Operasi : 5V
3. Tegangan Input (recommended) : 7 - 12 V
4. Tegangan Input (limit) : 6-20 V
5. Pin digital I/O : 14 (6 diantaranya pin PWM)
6. Pin Analog input : 6
7. Arus DC per pin I/O : 40 mA
8. Arus DC untuk pin 3.3 V : 150 mA
9. Flash Memory : 32 KB dengan 0.5 KB digunakan untuk bootloader
10. SRAM : 2 KB
11. EEPROM : 1 KB
12. Kecepatan Pewaktuan : 16 Mhz



Gambar 1. Arduino uno

2.3.1 Pin Masukan dan Keluaran Arduino Uno

Masing-masing dari 14 pin digital arduino uno dapat digunakan sebagai masukan atau keluaran menggunakan fungsi `pinMode()`, `digitalWrite()` dan `digitalRead()`. Setiap pin beroperasi pada tegangan 5 volt. Setiap pin mampu menerima atau menghasilkan arus maksimum sebesar 40 mA dan memiliki resistor *pull-up* internal (diputus secara default) sebesar 20-30 KOhm. Sebagai tambahan, beberapa pin masukan digital memiliki kegunaan khusus yaitu:

1. Komunikasi serial: pin 0 (RX) dan pin 1 (TX), digunakan untuk menerima (RX) dan mengirim (TX) data secara serial.
2. External Interrupt: pin 2 dan pin 3, pin ini dapat dikonfigurasi untuk memicu sebuah interrupt pada nilai rendah, sisi naik atau turun, atau pada saat terjadi perubahan nilai.
3. Pulse-width modulation (PWM): pin 3,5,6,9,10 dan 11, menyediakan keluaran PWM 8-bit dengan menggunakan fungsi `analogWrite()`.
4. Serial Peripheral Interface (SPI): pin 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO) dan 13 (SCK), pin ini mendukung komunikasi SPI dengan menggunakan SPI library.
5. LED: pin 13, terdapat built-in LED yang terhubung ke pin digital 13. Ketika pin bernilai HIGH maka LED menyala, sebaliknya ketika pin bernilai LOW maka LED akan padam.

Arduino Uno memiliki 6 masukan analog yang diberi label A0 sampai A5, setiap pin menyediakan resolusi sebanyak 10 bit (1024 nilai yang berbeda). Secara default pin mengukur nilai tegangan dari ground (0V) hingga 5V, walaupun begitu dimungkinkan untuk mengganti nilai batas atas dengan menggunakan pin AREF dan fungsi `analogReference()`. Sebagai tambahan beberapa pin

masuk analog memiliki fungsi khusus yaitu pin A4 (SDA) dan pin A5 (SCL) yang digunakan untuk komunikasi *Two Wire Interface* (TWI) atau *Inter Integrated Circuit* (I2C) dengan menggunakan Wire library.

2.3.2. Sumber Daya dan Pin Tegangan Arduino Uno

Arduino uno dapat diberi daya melalui koneksi USB (Universal Serial Bus) atau melalui power supply eksternal. Jika arduino uno dihubungkan ke kedua sumber daya tersebut secara bersamaan maka arduino uno akan memilih salah satu sumber daya secara otomatis untuk digunakan. Power supply external (yang bukan melalui USB) dapat berasal dari adaptor AC ke DC atau baterai. Adaptor dapat dihubungkan ke soket power pada arduino uno. Jika menggunakan baterai, ujung kabel yang dihubungkan ke baterai dimasukkan kedalam pin GND dan Vin yang berada pada konektor Power.

Arduino uno dapat beroperasi pada tegangan 6 sampai 20 Volt. Jika arduino uno diberi tegangan di bawah 7 Volt, maka pin 5V akan menyediakan tegangan di bawah 5 Volt dan arduino uno mungkin bekerja tidak stabil. Jika diberikan tegangan melebihi 12 Volt, penstabil tegangan kemungkinan akan menjadi terlalu panas dan merusak arduino uno. Tegangan rekomendasi yang diberikan ke arduino uno berkisar antara 7 sampai 12 Volt.

Pin-pin tegangan pada arduino uno adalah sebagai berikut:

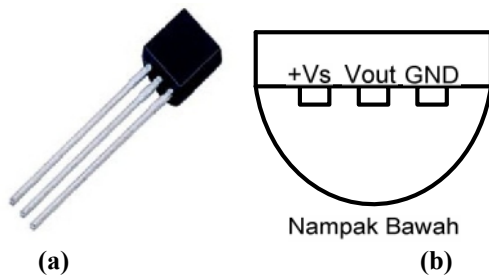
1. Vin adalah pin untuk mengalirkan sumber tegangan ke arduino uno ketika menggunakan sumber daya eksternal (selain dari koneksi USB atau sumber daya yang teregulasi lainnya). Sumber tegangan juga dapat disediakan melalui pin ini jika sumber daya yang digunakan untuk arduino uno dialirkan melalui soket *power*.
2. 5V adalah pin yang menyediakan tegangan teregulasi sebesar 5 Volt berasal dari *regulator* tegangan pada arduino uno.
3. 3V3 adalah pin yang menyediakan tegangan teregulasi sebesar 3,3 Volt berasal dari *regulator* tegangan pada arduino uno.
4. GND adalah pin *ground*.

2.4. Sensor LM35

LM35 adalah IC yang khusus digunakan untuk sensor temperatur/suhu yang hasilnya cukup linier. LM35 tidak memerlukan kalibrasi eksternal ataupun *timing* khusus. LM35 merupakan sensor temperatur

yang paling banyak digunakan untuk praktek, karena selain harganya yang cukup murah linearitasnya juga lumayan bagus. Sensor ini dapat beroperasi pada kisaran -55°C hingga $+150^{\circ}\text{C}$ dan mempunyai karakteristik yang linear yaitu pada $10\text{ mV}/^{\circ}\text{C}$.

Sensor ini sangat sederhana namun memiliki presisi yang cukup tinggi. Sensor ini hanya memiliki tiga buah kaki. Kaki pertama IC LM35 dihubungkan ke sumber daya, kaki kedua sebagai *output* dan kaki ketiga dihubungkan ke *ground*. Gambar 2.6. berikut adalah gambar bentuk fisik dan susunan kaki dari sensor LM35.



**Gambar 2. (a) Bentuk fisik LM35
(b) Nampak bagian bawah LM35**

Disamping bentuk fisiknya yang sangat sederhana, sensor LM35 juga memiliki beberapa kelebihan. Adapun kelebihan yang dimiliki LM35 adalah sebagai berikut:

1. Dapat dikalibrasi langsung ke dalam besaran Celcius.
2. Faktor skala linier $+10\text{mV}/^{\circ}\text{C}$.
3. Tingkat akurasi $0,5^{\circ}\text{C}$ saat suhu kamar (25°C).

Prinsip kerja dari rangkaian sensor ini adalah berdasarkan perubahan suhu atau panas yang terjadi di sekitarnya. Dimana apabila suhu di sekitar sensor semakin tinggi maka nilai resistansi di dalam rangkaian sensor yang berfungsi sebagai pengatur besar arus ke *input non-inverting* akan semakin besar dan sebaliknya. Jadi apabila nilai resistansi dari pengatur arus ke *non-inverting* kecil maka arus dari transistor yang sebelumnya telah mengalami proses penguatan terlebih dahulu akan terbagi ke *ground* dan *non-inverting*, sehingga dengan semakin besarnya nilainya resistansi pengatur arus tersebut menyebabkan tegangan yang masuk ke penguat (A2) semakin besar pula. Jadi transistor hanya berfungsi sebagai pengatur besar arus yang dibantu oleh penguat (A1), dan lambang (i) hanya merupakan pengatur tahanan.

Meskipun tegangan sensor ini dapat mencapai 30 volt, akan tetapi yang diberikan ke sensor adalah sebesar 5 volt, sehingga dapat digunakan dengan catu daya tunggal dengan ketentuan bahwa sensor LM35

hanya membutuhkan arus sebesar $60\text{ }\mu\text{A}$. Hal ini berarti LM35 mempunyai kemampuan menghasilkan panas (*self-heating*) dari sensor yang dapat menyebabkan kesalahan pembacaan yang rendah yaitu kurang dari $0,5^{\circ}\text{C}$ pada suhu 25°C .

Tegangan keluaran (V_{OUT}) LM35 memiliki jangkauan kerja dari 0 volt sampai dengan 1,5 Volt dengan tegangan operasi sensor LM35 yang dapat digunakan antara 4 Volt sampai 30 Volt. Keluaran sensor LM35 ini akan naik sebesar 10 mV setiap derajat Celcius sehingga diperoleh Persamaan 2.4 sebagai berikut ini.

$$V_{LM35} = \text{Suhu} \times 10\text{ mV} \dots\dots\dots(2.1)$$

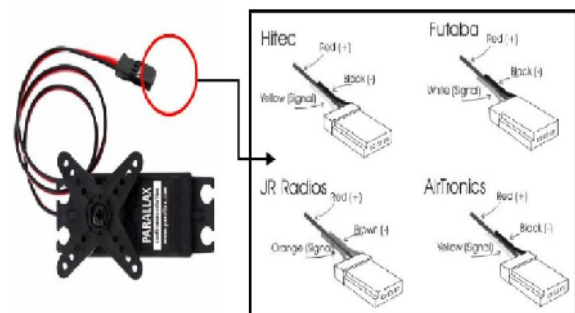
Dimana:

Suhu = Perubahan temperatur yang terjadi di sekitar sensor.

Secara prinsip sensor LM35 akan melakukan penginderaan pada saat perubahan suhu setiap suhu 1°C akan menunjukkan tegangan sebesar 10 mV. Pada penempatannya LM35 dapat ditempelkan dengan perekat atau dapat pula disemen pada permukaan akan tetapi suhunya akan sedikit berkurang sekitar $0,01^{\circ}\text{C}$ karena akan terserap pada suhu permukaan tersebut.

2.5. Motor Servo Standar

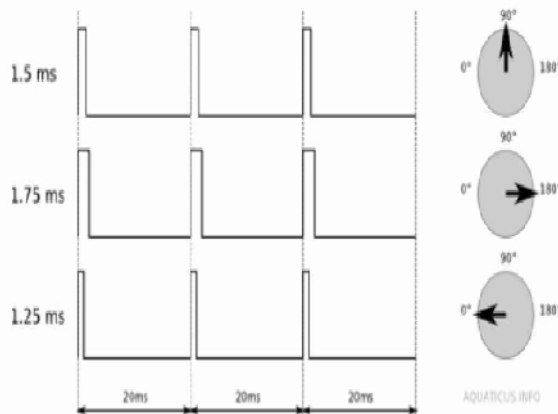
Motor servo adalah motor DC yang dilengkapi dengan sistem kontrol. Sistem kontrol ini akan memberikan umpan balik posisi perputaran motor dari 0 sampai 180 derajat. Disamping itu motor ini juga memiliki torsi relatif cukup kuat. Gambar 2.3 menunjukkan penampang dan pengkabelan dari motor servo. Sistem pengkabelan motor servo terdiri atas 3 bagian, yaitu Vcc, Gnd, dan Kontrol (PWM = *Pulse Width Modulation*). Pemberian PWM pada motor servo akan membuat servo bergerak pada posisi tertentu dan kemudian berhenti (kontrol posisi).



Gambar 3. Motor servo dan konfigurasi pin

Prinsip utama dari pengendalian motor servo adalah pemberian nilai PWM pada kontrolnya. Frekuensi PWM yang digunakan pada pengontrol

motor servo selalu 50 Hz sehingga pulsa dihasilkan setiap 20 ms. Lebar pulsa akan menentukan posisi servo yang dikehendaki. Pemberian lebar pulsa 1,5 ms akan membuat motor servo berputar ke posisi netral (90 derajat), lebar pulsa 1,75 ms akan membuat motor servo berputar ke posisi mendekati posisi 180 derajat, dan dengan lebar pulsa 1,25 ms motor servo akan bergerak ke posisi 0 derajat. Gambar 2.4 berikut memperlihatkan hubungan antara lebar pulsa PWM dengan arah putaran motor servo.



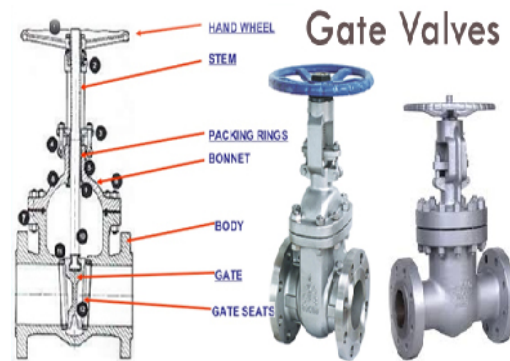
Gambar 4. Hubungan lebar pulsa PWM dengan arah putaran motor servo

2.6. Valve (katup)

Di suatu industri terutama yang bergerak dalam pengolahan liquid, tentu memiliki sistem perpipaan yang berfungsi sebagai tempat mengalirnya liquid. Setiap rangkaian pipa pastinya memiliki suatu alat yang digunakan untuk mengatur jumlah aliran agar proses pengolahan dapat berjalan sesuai dengan yang ditentukan. Alat tersebut disebut dengan valve atau sering juga disebut katup.

Valve atau katup adalah sebuah perangkat yang terpasang pada sistem perpipaan, yang berfungsi untuk mengatur, mengontrol dan mengarahkan laju aliran fluida dengan cara membuka atau menutup sebagian aliran fluida.

Valve dapat dioperasikan secara manual, baik dengan menggunakan pegangan, tuas pedal dan lain sebagainya, selain dioperasikan secara manual valve dapat juga dioperasikan secara otomatis dengan menggunakan prinsip perubahan aliran, tekanan dan suhu. Perubahan tersebut akan mempengaruhi diafragma, pegas ataupun piston sehingga secara otomatis akan menggerakkan katup dengan sistem buka tutup.



Gambar 5. Gate valve

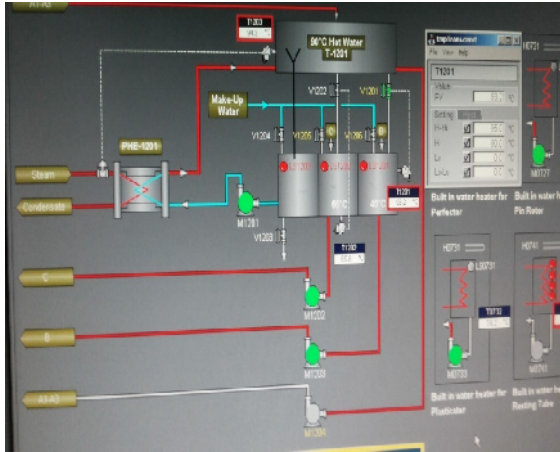
2.8. Air Jacket

Jaket air atau air jacket adalah proses pemanasan air dalam suhu normal yang berasal dari air panas, dimana air tersebut dipanaskan dalam bak air, kemudian air di dalam bak tersebut dipanaskan oleh steam uap. Fungsi dari air jacket adalah untuk memanaskan minyak melalui jalur pipa yang dilapisi casing, bertujuan agar minyak tidak mengalami pembekuan. Berikut adalah Gambar 2.6 yang memperlihatkan bentuk fisik dari air jacket :



Gambar 6. Jaket air

Cara pemanasan air jacket di perusahaan tempat peneliti mendapatkan ide judul tugas akhir ini adalah dengan cara membuka dan menutup valve steam secara manual, dimana tinggi dan rendah suhu air jacket tersebut bias dilihat pada layar monitor computer. Berikut adalah Gambar 2.7 yang memperlihatkan layar jendela aplikasinya :

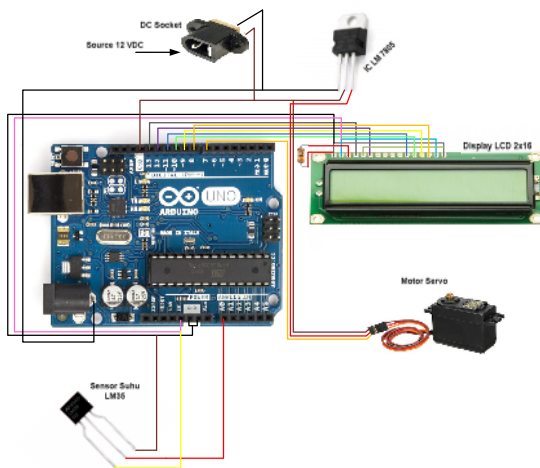


Gambar 7. Layar jendela aplikasi pemantauan suhu air jaket

III. METODE PENELITIAN

3.1 Skema Penggabungan Seluruh Instalasi Sistem Pembentuk Alat

Skema penggabungan seluruh instalasi sistem pembentuk alat adalah sebuah skema yang menampilkan tata letak penyambungan setiap komponen pembentuk alat dalam penelitian ini. Adapun skemanya dapat dilihat pada Gambar 3.1 di bawah ini :



Gambar 8. Skema seluruh system

3.2. Metode Pengujian

Setelah seluruh komponen pembentuk sistem kontrol derajat pembukaan dan penutupan valve sistem distribusi uap pada proses pemanasan air jaket selesai seperti pada Gambar 3.12 di atas, maka selanjutnya melakukan proses pengujian. Namun sebelum melakukan pengujian secara keseluruhan, terlebih dahulu dalam penelitian ini yang diuji adalah

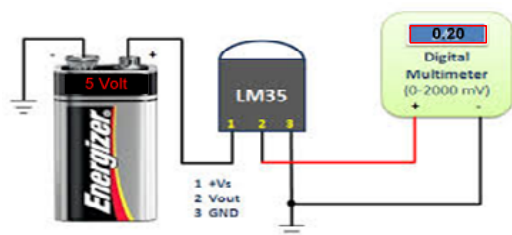
fungsi sensor LM35 dengan tujuan apakah sensor dapat bekerja mendeteksi suhu dengan baik sebelum dihubungkan dengan sistem minimum arduino uno.

Sebagai sensor yang mendeteksi temperatur, IC LM35 merupakan salah satu komponen utama yang harus diuji kondisi dan tingkat keandalannya. Karena hasil kerja dari LM35 akan sangat mempengaruhi hasil kerja sistem secara keseluruhan. Pengujian ini dilakukan untuk menguji waktu respon dari sensor LM35 terhadap perubahan suhu di sekitarnya dan dibandingkan dengan termometer biasa (standar).

Pengujian ini dilakukan melalui dua tahap, yaitu pengujian respon sensor LM35 terhadap kenaikan suhu di sekitarnya dan pengujian respon sensor LM35 terhadap penurunan suhu di sekitarnya. Dan untuk setiap tahap dilakukan tiga kali percobaan untuk memperoleh data kumulatif sehingga diperoleh hasil rata-rata yang lebih akurat. Hasil percobaan ini akan dibandingkan dengan hasil percobaan yang sama yang dilakukan terhadap termometer biasa.

Sesuai dengan karakteristik sensor LM35 bahwa setiap suhu 1°C akan menunjukkan tegangan 10 mV pada *output*-nya, maka proses pengukuran perubahan suhu sensor LM35 ini dilakukan dengan mengukur setiap perubahan tegangan pada *output* sensor tersebut. Pengukuran tegangan *output* ini dilakukan dengan menggunakan alat ukur dengan cara menghubungkan probe (+) Voltmeter dengan kaki V_{OUT} dan probe (-) Voltmeter dengan kaki *Ground* pada sensor.

Gambar 3.2 yang menunjukkan skema dan bentuk pengujian sensor LM 35 :



Gambar 9. Skema pengujian sensor LM35

Adapun cara pengujian secara keseluruhan yang merupakan tujuan dalam pembuatan alat ini adalah :

1. Menyalurkan sumber tenaga listrik pada seluruh sistem dengan cara mencocokkan *power supply* (*AC to DC adaptor*) ke sumber PLN 220 VAC.
2. Kemudian, memanaskan sensor LM35 dengan cara mendekatkan suhu solder listrik ataupun mendekatkan suhu api dari berbagai sumber api

(misalnya : dari mancis, korek api, atau sejenisnya).

3. Memperhatikan suhu yang ditampilkan oleh *display* atau *LCD*, kemudian memperhatikan parameter sebagai berikut :
 - a). Jika suhu yang tampil pada LCD adalah $\leq 35^{\circ}\text{C}$ maka motor berputar $^{\circ}0$
 - b). Jika suhu yang tampil pada LCD adalah $> 35^{\circ}\text{C}$ dan $\leq 49^{\circ}\text{C}$ maka motor berputar $^{\circ}40$
 - c). Jika suhu yang tampil pada LCD adalah $>50^{\circ}\text{C}$ dan $\leq 53^{\circ}\text{C}$ maka motor berputar $^{\circ}80$

3.3. Program Sistem Arduino

Adapun rincian program bahasa C yang dimasukkan pada sistem Arduino adalah sebagai berikut :

```
#include <Servo.h> // library servo
#include<LiquidCrystal.h> // library LCD

Servo myServo; // set nama servo
LiquidCrystal myLcd (13,12,11,10,9,8); // set pin LCD
int tempSense = A0; // Set pin LM 35
int temp = 0; // nilai awal temperature
const byte degreeSymbol = B11011111; // simbol derajat

void setup() {
  myServo.attach(7); // set pin servo
  myServo.write(0); // set posisi awal servo
  pinMode(tempSense,INPUT); // set sebagai input/output
  Lcd(); // panggil fungsi LCD
}

void loop() {
  float suhu = analogRead(tempSense); // baca pin analog
  suhu = (5.0 * suhu * 100.0)/1024.0; // proses pembacaan ADC
  temp = (int)suhu; // konversi data

  Lcd(); // panggil fungsi lcd
  delay(500); // delay

  //Cek kondisi suhu untuk perputaran servo
  if(temp <=35 ){
    myServo.write(0);
  }

  else if(temp >= 35 && temp <=37 ){
    myServo.write(40);
  }
  else if(temp >= 50 && temp <=53 ){
    myServo.write(80);
  }
}
```

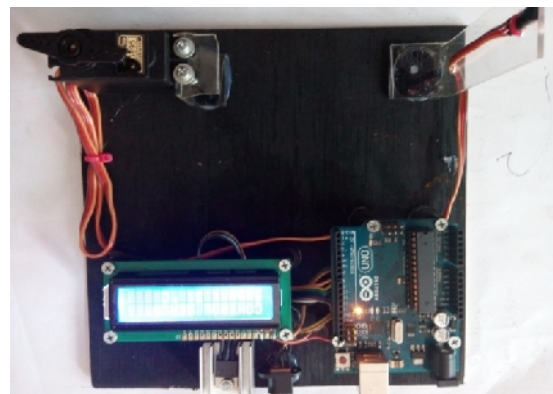
```
}
else if(temp >= 65 && temp <=68 ){
  myServo.write(120);
}
else if(temp >= 80 ){
  myServo.write(160);
}
}

void Lcd(){ // coding fungsi myLcd "bebas "
myLcd.begin(16, 2);
myLcd.clear();
myLcd.setCursor(0,0);
myLcd.print("CONTROL SERVO");
myLcd.setCursor(0,1);
myLcd.print("Suhu : " + (String)temp + " ");
myLcd.write(degreeSymbol);
myLcd.print("C");
}
```

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Perancangan Alat

Setelah seluruh proses perancangan seluruh komponen pembentuk alat kontrol derajat pembukaan dan penutupan valve sistem distribusi uap pada proses pemanasan air jaket menggunakan pengendali mikrokontroler atmega 328 selesai dilakukan maka berikut ini adalah Gambar 4.1 yang menunjukkan hasil perancangan alat :



Gambar 10. Hasil rancangan alat

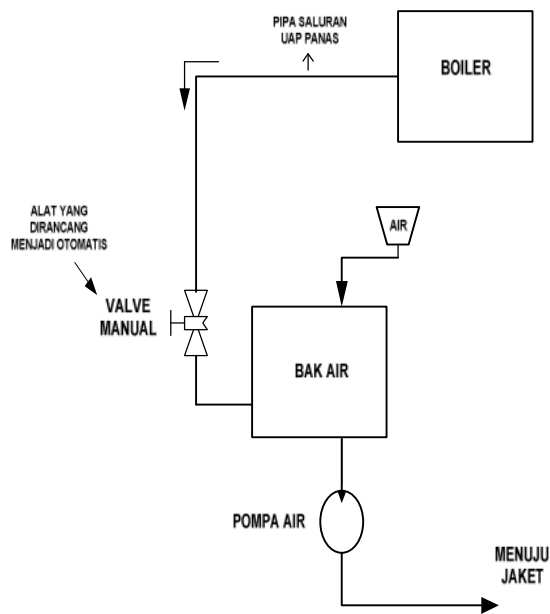
4.2. Hasil Pengujian Secara Keseluruhan

Dalam kasus yang diangkat dalam penelitian ini adalah, bagaimana cara mengontrol derajat pembukaan dan penutupan valve distribusi uap pada kasus pemanasan air jaket, dimana air jaket ini didalam proses industri adalah sebagai media untuk menjaga bahan produksi minyak RHPKST agar tetap mencair di dalam pipa jaket sepanjang saluran proses pencetakan minyak hingga minyak selesai di cetak dalam bentuk padatan.

Oleh karena minyak dalam pipa saluran proses produksi harus di jaga tetap suhunya maka air jaket harus memiliki suhu yang panas sebesar°C sehingga minyak dalam pipa tidak sampe membeku dan tetap dapat mengalir ke sepanjang pipa saluran proses produksi untuk pencetakan terakhir.

Dengan tujuan suhu minyak harus tetap panas di sepanjang pipa saluran inilah yang menjadi fokus utama dalam proses pengaturan derajat pembukaan dan penutupan valve, karena media air yang harus dipanaskan tadi menggunakan uap panas yang berasal dari boiler dan pengaturan secara manualnya adalah dari ruang distribusi uap secara manual.

Untuk lebih memahami pembahasan tentang proses di atas, maka berikut adalah Gambar 4.2, yaitu sebuah blok diagram yang menjelaskan alur kerja proses pengaturan distribusi uap ke jaket air secara manual :



Gambar 11. Alur kerja proses pengaturan uap pada valve secara manual

Setelah memahami alur kerja proses kontrol seperti Gambar 4.2 di atas dan ditambah lagi mengenai penjelasan masalah pada Bab I yaitu latar belakang masalah penelitian, maka berangkat dari masalah itulah dilakukan sebuah proses pengaturan valve secara otomatis.

Menjawab pertanyaan di atas maka telah dirancang alat otomatis tersebut dan telah dilakukan pengujian dengan hasil seperti pada Tabel 4.1 berikut ini :

Tabel 1. Hasil pengujian sistem secara keseluruhan

No.	Tampilan Suhu (°C) pada LCD	Derajat Putaran Motor Servo	Suhu (°C) pada Termometer	Keterangan
1	33°C	0°	32°C	Benar
2	34°C	0°	33°C	Benar
3	35°C	0°	34,5°C	Benar
4	36°C	40°	35°C	Benar
5	37°C	40°	36°C	Benar
6	38°C	40°	37,5°C	Benar
7	39°C	40°	38°C	Benar
8	40°C	40°	39°C	Benar
9	41°C	40°	40°C	Benar
10	42°C	40°	41°C	Benar
11	43°C	40°	42,5°C	Benar
12	44°C	40°	43°C	Benar
13	45°C	40°	44°C	Benar
14	46°C	40°	45,5°C	Benar
15	47°C	40°	46,5°C	Benar
16	48°C	40°	47,5°C	Benar
17	49°C	40°	48°C	Benar
18	50°C	80°	49,5°C	Benar
19	51°C	80°	50,5°C	Benar
20	52°C	80°	51,5°C	Benar

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan maka dapat diambil kesimpulan bahwa Sistem kontrol derajat putaran motor servo (sebagai valve) mampu memenuhi syarat dari tujuan penelitian dengan indikator busur lingkaran sebagai kalibrasi nilai derajat putaran motor. Tingkat ketelitian derajat putaran motor servo (sebagai valve) memenuhi syarat 100 %. Hubungan antara suhu dengan derajat putaran motor servo memenuhi syarat dengan ketelitian 100 %. Kalibrasi nilai suhu pendeteksian antara sensor LM35 dengan termometer biasa hanya memiliki perbedaan nilai sebesar 1 mV.

5.2. Saran

Adapun yang menjadi saran pada penelitian ini adalah untuk kesempurnaan alat ini kedepannya alangkah baiknya sistem rancangan alat dapat diimplementasikan secara langsung di industri. Jika ingin mengganti dimensi motor servo yang digunakan baik dari sisi ukuran fisik maupun nilai tegangan input, maka sesuaikanlah dengan power yang

digunakan pada arduino ini dengan catatan tidak lebih dari 5 Volt DC.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Budiharto, Widodo, Firmansyah, Sigit, “*Elektronika Digital dan Mikroprosesor*”, Penerbit ANDI, Yogyakarta, 2004.
- [2] Sasongko Hari Bagus, “*Pemrograman Mikrokontroler dengan Bahasa C*”, Yogyakarta, Penerbit ANDI, 2012.
- [3] Winarno. Arifianto, Deni, “*Bikin Robot Itu Gampang*”, Kawan Pustaka, Jakarta, 2011.
- [4] Baskerville, N Valve, “*Handbook for New Employees First Editions*”, Valve Corporation, Washington U.S.A, 2012. <http://www.national.com/ds/LM/LM35.pdf> (diakses tanggal 5 Juni 2016, pukul 15:30)
- [5] Bayle,J., “*C programming for Arduino*”, Packt Publishing, Birmingham, 2013.
- [6] Anonim, “*Instrument Engineer’s Handbook For DURCO Quarter-turn Control Valves Second Editions*” Flowers Corporation, United States of America.
- [7] Groover, Mikell P 1987, “*Otomasi, Sistem Produksi, dan Computer-Integrated Manufacturing*”, Second Edition, 1st Series, Translated by I Ketut Gunarta, Guna Widya, Surabaya, 2006.
- [8] Maftor, “*Peralatan dan Mesin dalam Proses Produksi*”, Materi Diklat, Departemen Rancang Bangun, Gresik, 2012.
- [9] Bryan L.A., “*Programmable Controllers, Theory and Implementation*”, Second Edition, Industrial Text Company, 1997.
- [10] Anonim, “*Valve Handbook*”. Regis, United Kingdom, 2002.
- [11] Anonim, Emerson Proses Management, “*Control Valve Handbook Fourth Editions*”, Fisher, United States of America, 2005.