

# Sistem Kendali Suhu Dan Kelembapan Pada Proses Fermentasi Tempe Dengan Metode PID

Annisa Fitri Nuroctavia<sup>1</sup>, Ari Murtono<sup>2</sup>, Bambang Priyadi<sup>3</sup>

[Submission: 21-08-2021, Accepted: 27-09-2021]

**Abstract** — The unstable temperature and humidity in the tempe production room causes the production process to be less than optimal, especially the manufacturing process becomes long and the color of tempe is less attractive. To overcome this, a tool is needed that can regulate and stabilize the temperature and humidity of the air in the tempeh production room. Tools that can regulate and stabilize temperature and humid air need to be designed and manufactured, with the aim of accelerating and optimizing the production process of making tempeh. The existing tempe fermentation process equipment is expected to work at a steady state temperature between 25°C - 35°C, and regulate humid air at 30% -80%, because according to data from tempe manufacture that under these conditions the fermentation time only takes 18-20 hours with the criteria normal color test, normal smell, and normal taste. The temperature and humidity control system in the tempe fermentation process using the PID method is a planned tool. Because the results of the design of the tool making using the PID method control % steady state error showed better results than without PID control with an error of 0%.

**Keywords:** PID, Mikcontroller, Setting point.

**Intisari** — Suhu dan kelembapan yang tidak stabil pada ruang produksi tempe menyebabkan kurang optimalnya proses produksi terutama proses pembuatan menjadi lama dan warna tempe kurang menarik. Untuk mengatasi hal tersebut maka dibutuhkan alat yang dapat mengatur dan menstabilkan suhu dan kelembapan udara dalam ruang produksi tempe. Alat yang dapat mengatur dan menstabilkan suhu dan udara lembap perlu dirancang dan dibuat, dengan tujuan agar dapat mempercepat dan mengoptimalkan proses produksi pembuatan tempe. Alat proses fermentasi tempe yang ada diharapkan dapat bekerja pada suhu steady state antara 25°C - 35°C, dan mengatur udara lembap pada 30%-80%, karena menurut data dari pembuatan tempe bahwa pada kondisi tersebut waktu fermentasi hanya membutuhkan waktu 18-20 jam dengan kriteria uji warna normal, bau normal, dan rasa normal. Sistem pengendali suhu dan kelembapan pada proses fermentasi tempe dengan metode PID, adalah alat yang direncanakan. Karena hasil perancangan pembuatan Alat dengan menggunakan

kontrol metode PID % error steady state menunjukkan hasil yang lebih baik dibanding tanpa kontrol PID dengan error sebesar 0%.

**Kata Kunci :** PID, Mikrontroller, Setting point.

## I. PENDAHULUAN

Salah satu makanan tradisional Indonesia yang mempunyai kandungan gizi yang tinggi adalah tempe, tidak hanya masyarakat kelas bawah, masyarakat menengah ke atas pun juga mengkonsumsi tempe. Dalam proses pembuatan tempe sering terjadi masalah yang disebabkan musim yang cuacanya sering berubah, karena cuaca yang tidak menentu dapat mengakibatkan pembuatan tempe tidak bisa terbentuk tepat pada waktunya dan kualitasnya kurang baik.

Pada umumnya, pembuatan tempe dilakukan dengan cara tradisional yaitu pembuatannya dilakukan dengan menutupi tempe dengan kain atau penutup lain, proses fermentasi makanan sendiri merupakan salah satu faktor penting dalam pembuatan tempe, sehingga permasalahan kondisi suhu dan kelembapan yang tidak menentu akan mengakibatkan kegagalan fermentasi dan berdampak merugikan, bila proses pembuatan tempe cuaca stabil maka tempe bisa matang tepat pada waktunya, dalam proses pembuatan tempe, pembuat tempe tidak pernah tahu berapa suhu dan kelembapan dalam ruangan tersebut.

Karena pembuatan tempe dibutuhkan kondisi ruang pada suhu dan kelembapan yang setabil, maka salah satu jalan untuk mengatasinya yaitu dengan menggantikan cara yang manual menjadi mesin fermentasi tempe yang otomatis sehingga dalam proses fermentasi tempe menjadi lebih mudah dan praktis dengan hasil fermentasi yang lebih baik. Telah dirancang dan dibuat suatu sistem monitoring temperatur dan kelembapan suatu ruangan (Oven Fermentasi Tempe) yang otomatis dengan menggunakan modul sensor DHT11. Seluruh

p-ISSN: 2356-0533; e-ISSN: 2355-9195

<sup>1</sup>Mahasiswa, Program Studi D-IV Teknik Elektronika Jurusan Teknik Elektro, Jl. Soekarno Hatta no. 9 Malang, Kode Pos: 65141; fax: 0361-4321982; e-mail: [1741170030@student.polinema.ac.id](mailto:1741170030@student.polinema.ac.id)

<sup>2,3</sup>Dosen, Program Studi D-IV Teknik Elektronika Jurusan Teknik Elektro, Jl. Soekarno Hatta no. 9 Malang, Kode Pos: 65141; fax: 0361-4321982; e-mail: [ari.murtono@polinema.ac.id](mailto:ari.murtono@polinema.ac.id), [bambang.priyadi@polinema.ac.id](mailto:bambang.priyadi@polinema.ac.id)



aktifitas pengontrolan sistem dilakukan olaeh mikrokontroler Arduino Uno.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. DHT11

Sensor Suhu & Kelembapan DHT11 memiliki fitur sensor suhu & kelembapan yang kompleks dengan keluaran digital terkalibrasi. Dengan menggunakan teknik *quisition* digital-signal-ac eksklusif dan teknologi penginderaan suhu & kelembapan, ini memastikan keandalan yang tinggi dan kemampuan jangka panjang yang sangat baik. Sensor ini mencakup komponen pengukuran kelembapan tipe resistif dan komponen pengukuran suhu NTC, dan terhubung ke pengontrol mikro 8-bit berkinerja tinggi, menawarkan kualitas yang unggul, respons cepat, kemampuan anti-interferensi, dan efektivitas biaya.

### B. Arduino Uno

Arduino Uno adalah salah satu kit mikrokontroler yang berbasis mikrokontroler ATmega328. Modul ini sudah dilengkapi dengan berbagai hal yang dibutuhkan untuk mendukung mikrokontroler untuk bekerja, hanya sambungkan ke power supply atau sambungkan melalui kabel USB ke PC Arduino Uno ini sudah siap sedia. Arduino Uno ini memiliki 14 pin digital input/output, 6 analog input, sebuah resonator keramik 16MHz, koneksi USB, colokan *power input*, ICSP *header*, dan sebuah tombol *reset*. (Andrianto, et al. 2016).

Arduino menyediakan 20 pin I/O, yang terdiri dari 6 pin input analog dan 14 pin digital *input/output*. Untuk 6 pin analog sendiri bisa juga difungsikan sebagai output digital jika diperlukan output digital tambahan selain 14 pin yang sudah tersedia. Untuk mengubah pin analog menjadi digital cukup mengubah konfigurasi pin pada program. Dalam *board* kita bisa lihat pin digital diberi keterangan 0-13, jadi untuk menggunakan pin analog menjadi *output* digital, pin analog yang pada keterangan *board* 0-5 kita ubah menjadi pin 14-19. dengan kata lain pin analog 0-5 berfungsi juga sebagai pin *output* digital 14-16. Sifat open source arduino juga banyak memberikan keuntungan tersendiri untuk kita dalam menggunakan board ini, karena dengan sifat open source komponen yang kita pakai tidak hanya tergantung pada satu merek, namun memungkinkan kita bisa memakai semua komponen yang ada dipasaran. Bahasa pemrograman arduino merupakan bahasa C yang sudah disederhanakan sintaks bahasa pemrogramannya sehingga mempermudah kita dalam

mempelajari dan mendalami mikrokontroler. (Andrianto, et al. 2016).

### C. LCD (*Liquid Crystal Display*)

Display LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah penampil kristal cair yang terdiri atas tumpukan tipis atau sel dari dua lembar kaca yang sampingnya tertutup rapat. Antar dua lembar kaca tersebut diberi bahan kristal cair (*Liquid Crystal*) yang tembus cahaya. Permukaan kuar dari masing-masing keping kaca mempunyai lapisan penghantar tembus cahaya. Sel mempunyai ketebalan sekitar  $1 \times 10^{-5}$  meter dan diisi dengan kristal cair. Beberapa hal yang perlu diperhatikan untuk pengaksesan LCD yaitu LCD selalu berada pada kondisi tulis (*Write*) yaitu dengan menghubungkan kaki R/W ke *ground*. Hal ini dimaksudkan agar LCD tersebut tidak pernah mengeluarkan data (pada kondisi baca) yang mengakibatkan tabrakan data dengan komponen lain di jalur bus. Penampil kristal cair memerlukan catu daya dari power supply sebesar +5 volt. Pada alat ini digunakan LCD (*Liquid Crystal Display*) 16x2.

### D. Heater / Lampu Pijar

Lampu Pijar merupakan jenis beban linier dalam artian setiap kenaikan suplai tegangan yang diberikan juga akan diikuti dengan kenaikan arus listriknya, sehingga lampu ini termasuk lampu yang tidak hemat energi. Lampu ini memiliki efisiensi yang kurang bagus, hal ini dikarenakan energi listrik yang digunakan tidak sebanding dengan cahaya yang dihasilkan oleh lampu. Energi listrik sebagian besar terbuang menjadi panas oleh lampu. Dari segi cahaya, lampu ini memancarkan cahaya monokromatik yang berupa cahaya kuning. Cahaya ini merupakan cahaya yang tidak dapat diuraikan menjadi banyak warna sehingga kita tidak dapat melihat sesuatu dengan warna yang sebenarnya. Berbeda dengan lampu hemat energi yang memancarkan cahaya putih yang merupakan cahaya polikromatik.

### E. Driver Relay

*Driver Relay* adalah rangkaian yang digunakan untuk menggerakkan sistem kontak dengan kontrol arus listrik DC. Pada saat arus listrik atau tegangan masuk ke salah satu kaki spul dan kaki spul lainnya mendapat tegangan minus atau ground, maka inti besi yang dililiti lilitan tersebut berubah menjadi medan magnet. Tapi inti besi tersebut tidak akan



menjadi medan magnet sebelum Transistor di *switch* (mendapat bias / *trigger*). Setelah Transistor tersebut mendapat *trigger*, inti besi tersebut gerubah menjadi medan magnet dan menarik kaki C ( *Common* ), sehingga merubah kontak / kaki NO ( *Normally Open* ) menjadi NC ( *Normally Close* ) dan merubah kontak / kaki NC ( *Normally Close* ) menjadi NO ( *Normally Open* ). Dalam pemakaiannya biasanya *driver relay* yang digerakkan dengan arus DC dipasang Dioda Germanium dan LED. Tujuan dipasangnya Dioda *germanium* pada kaki spul secara terbalik yaitu anoda pada tegangan (-) dan katoda pada tegangan (+) adalah untuk melindungi komponen-komponen lainnya terutama *Transistor*. Sedangkan tujuan dipasangnya LED pada *Driver Relay* adalah sebagai tanda apakah relay telah bekerja atau belum ketika diberi arus listrik atau tegangan. Kontak dan *Driver Relay* prinsipnya sama saja, hanya kontak dayanya lebih besar dari pada *Driver Relay*.

#### F. *Propositional Integral Deferential (PID)*

*PID (Proportional Integral Derivative) Controller* merupakan kontroler untuk menentukan presisi suatu sistem instrumentasi dengan karakteristik umpan balik/*feed back* pada sistem tersebut. Komponen *PID* terdiri dari 3 jenis, yaitu *Proportional, Integratif dan Derivatif*, dengan masing-masing memiliki kelebihan dan kekurangan. Ketiganya dapat dipakai berpasangan maupun sendiri-sendiri, tergantung kebutuhan dari pengontrolannya.(Raden, 2011)

Keluaran pengendali *PID* merupakan jumlahan dari keluaran pengendali proporsional, keluaran pengendali integral, dan keluaran pengendali diferensial. Sistem kontrol *PID* terdiri dari tiga buah cara pengaturan yaitu kontrol *P (Proportional)*, *D (Derivative)* dan *I (Integral)*, dengan masing-masing memiliki kelebihan dan kekurangan. Dalam implementasinya masing-masing cara dapat bekerja sendiri maupun gabungan diantaranya. Dalam perancangan sistem kontrol *PID* yang perlu dilakukan adalah mengatur parameter *P, I* atau *D* agar tanggapan sinyal keluaran sistem terhadap masukan tertentu sebagaimana yang diinginkan.

Metode *P (Proportional)* menggunakan nilai *Kp* sebagai konstantanya. *Kp* adalah Konstanta *Proportional*, apabila diberikan nilai *Kp* pada suatu sistem, maka yang terjadi adalah waktu naik (*rise time*) dan *error steady state* sistem tersebut menurun, terdapat perubahan kecil pada waktu turun (*settling time*) dan *overshoot* meningkat.

Metode *I (Integral)* menggunakan nilai *Ki* sebagai konstantanya. *Ki* adalah Konstanta Integral, apabila diberikan nilai *Ki* pada suatu sistem, maka yang terjadi adalah waktu naik (*rise time*) akan menurun, *error steady state* hilang, namun waktu turun (*settling time*) meningkat dan *overshoot* yang kecil.

Metode *D (Derivative)* menggunakan nilai *Kd* sebagai konstantanya. *Kd* adalah Konstanta *Derivative*, apabila diberikan nilai *Kd* pada suatu sistem, maka yang terjadi adalah waktu naik (*rise time*) dan *error steady state* mengalami perubahan kecil serta waktu turun (*settling time*) dan *overshoot* mengalami penurunan.

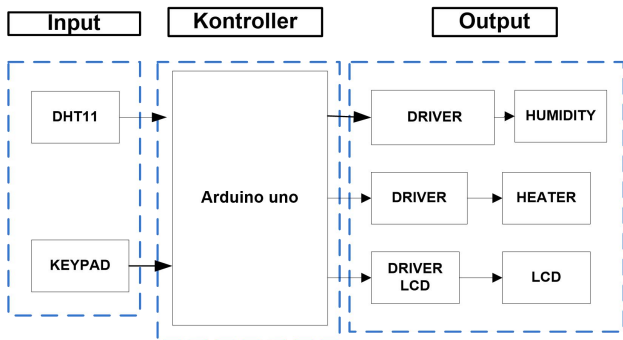
Pengendali *PID* sangat luas penggunaannya di industri pada beberapa dekade, tanggapannya sangat cepat tetapi *overshoot* juga sangat besar. Demikian pula implementasi pada kendali level cairan. Parameter *PID* klasik biasanya tetap selama operasi, konsekuensinya pengendali menjadi tidak efisien untuk mengendalikan sistem jika ada gangguan yang tidak diketahui atau lingkungan disekitar sistem berubah. Jadi kendali *PID* tidak cukup adaptif dan juga penentuan parameter *PID* juga sangat sulit. Salah satu cara untuk menentukan parameter *PID* menggunakan metode *open loop Ziegler-Nichols*.

Keluaran kendali *P* memiliki hubungan yang proporsional (seimbang) dengan *error* (deviasi). Jika *Kp* di-set tinggi, tanggapannya cepat, tetapi jika terlalu tinggi sistem menjadi tidak stabil. Pada kendali ini *steady state error* tidak bisa nol. Kendali *Integral (I)* untuk mengoreksi keluaran dengan mengintegalkan *error*. Dalam kasus penyetelan (*adjustment*) kendali *P*, *error* yang besar akan menghasilkan penyetelan keluaran besar, jika *error* kecil penyetelan keluaran akan kecil juga. Namun *error* tidak dapat dibuat nol, kinerja integral mengkompensasi masalah ini. Koreksi integral dilakukan dengan mengakumulasi *error* disetiap pembacaan *PV*, sehingga akhirnya deviasi nol. Tidak seperti kendali *P*, kendali *I* jarang digunakan sendirian melainkan dikombinasikan dengan dengan kendali *P* atau *PD*. Pada kendali *derivatif (D)* keluaran proporsional terhadap laju (*rate*) perubahan *error*. Kendali *D* akan bekerja pada saat peralihan, jika tidak ada perubahan *error* maka keluaran kendali nol. Kendali *D* memiliki aksi teredam sehingga memperbaiki lonjakan. Seperti kendali *I*, kendali *D* dikombinasikan dengan kendali *P* atau *PI*.



### III. METODE PENELITIAN

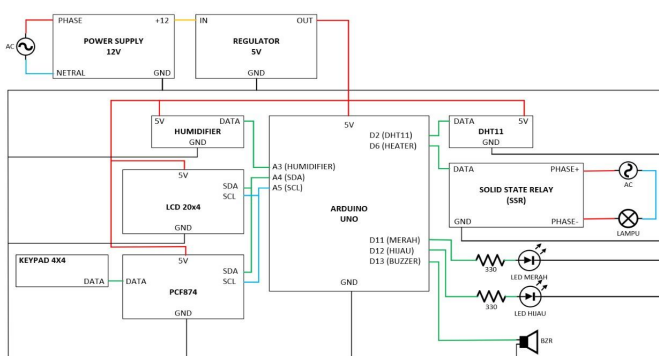
#### A. Diagram Blok Sistem



Gambar 1: Diagram Blok Sistem

Saat alat bekerja, mikrokontroler menunggu data dari *push button* yang akan ditekan oleh pengguna. Setelah alat ini dihidupkan pertama kali dilakukan adalah menyetting batas suhu dan kelembapan yang diinginkan. Setelah itu maka mikrokontroler akan mengambil data dari sensor DHT11 dan diolah dalam ADC internal yang ada dalam Arduino Uno. Data dari pembacaan sensor ditampilkan pada LCD. Jika suhu pembacaan kurang dari *set point* maka mikrokontroler akan mengaktifkan *heater* dan *humidifier* sampai suhu tersebut sama dengan *set point*. Jika suhu lebih dari *set point* maka mikrokontroler akan menurunkan daya yang ditransfer ke heater. Jika kelembapan kurang dari *set point* maka mikrokontroler akan mengaktifkan *humidifier* begitu sebaliknya.

#### B. Perancangan Elektronik Keseluruhan

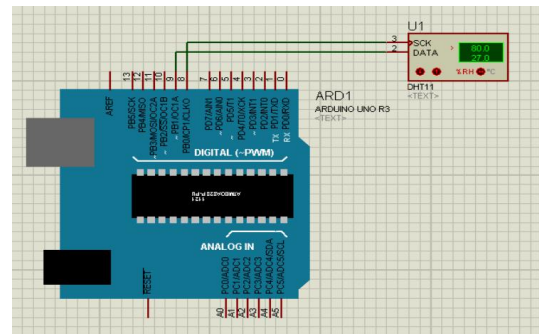


Gambar 2: Rangkaian Elektronik Sistem

Annisa Fitri Nuroctavia: Sistem Kendali Suhu Dan ...

Pada gambar 2 rangkaian minimum sistem ini komponen utamanya adalah mikrokontroler Arduino Uno sebagai pengolah data.

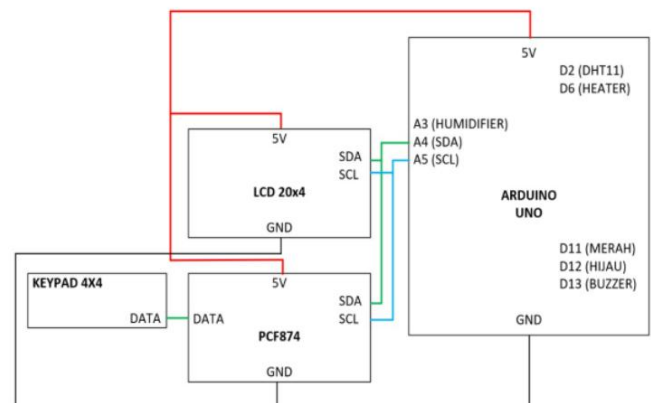
#### C. Perancangan Rangkaian Sensor DHT11



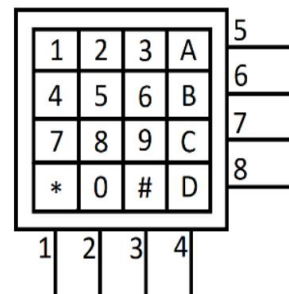
Gambar 3: Rangkaian sensor DHT11

Pada gambar 3 menunjukkan sensor DHT11 yang terbaca oleh rangkaian controller Arduino uno adalah berupa data serial *output* sensor DHT11 berupa pembacaan nilai besarnya kelembapan atau besarnya suhu ruang alat fermentasi tempe.

#### D. Perancangan Rangkaian Keypad



Gambar 4: Perancangan Skema Rangkaian KEYPAD



p-ISSN: 2356-0533; e-ISSN: 2355-9195



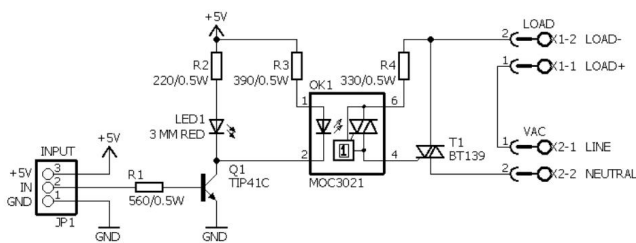


Gambar 5: Rangkaian Keypad 4x4

TABEL 1  
 FUNGSI MASING-MASING TOMBOL KEYPAD

TOMBOL	FUNGSI
A	Untuk mengisi <i>set point</i> Suhu dan Kelembapan
B	Untuk mengisi <i>set point</i> Kp, Ki, Kd
C	Untuk <i>Next</i> / OK
D	Menjalankan perintah OK / <i>Enter</i>
#	Menjalankan program START
*	Sebagai reset data
1	memberikan nilai angka "1"
2	memberikan nilai angka "2"
3	memberikan nilai angka "3"
4	memberikan nilai angka "4"
5	memberikan nilai angka "5"
6	memberikan nilai angka "6"
7	memberikan nilai angka "7"
8	memberikan nilai angka "8"
9	memberikan nilai angka "9"
0	memberikan nilai angka "0"

E. Perancangan Rangkaian Driver Heater (SSR)



Gambar 6: Skema Rangkaian Driver Heater SSR

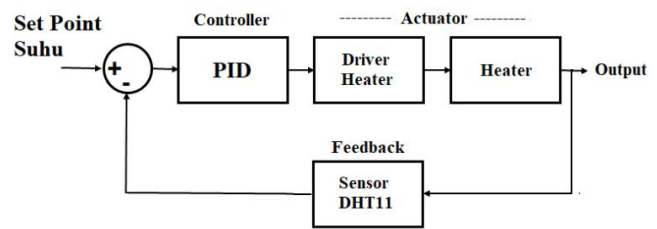
Untuk *driver heater* menggunakan SSR. Hal ini dimaksudkan untuk pada transistor TIP41C (NPN) agar tertrigger dengan logika *HIGH*, karena output dari mikrokontroler menggunakan logika *LOW*.

Pada gambar 6 merupakan rangkaian *driver heater* yang berfungsi untuk mengatur besar kecilnya daya yang ditrasfer ke heater sesuai dengan tingkatan panas yang diatur oleh *Heater*, dimana keluaran diatur dengan melalui Pin 3.

*Heater* yang digunakan adalah jenis Lampu 220V ac. Pengontrolan suhu digunakan agar nilai suhu dapat sesuai dengan nilai *set point* yang ditentukan. Ketika panas melebihi nilai *set point*, maka kontrol suhu akan menurunkan daya Heater dengan mengatur keluaran angle. Kontrol ini diatur melalui pin *output zero crossing detector* pada Arduino uno berupa tegangan antara 0 – 5 volt yang nanti akan mengatur

penyalan *heater* agar arduino Uno tetap aman, maka dibagian aktuator diberi optotriac MOC 3021. *Optotriac* terhubung dengan pin pada arduino uno agar dapat diatur penyalannya dengan cara mengatur penyalan triac yang langsung terhubung ke beban yang berupa *heater* saat *port* masukan mendapatkan keluaran *angel* 10° maka *Heater* akan menyala dengan maksimal. Jika port masukan mendapatkan keluaran *angel* 360°, maka *Heater* akan mati. Proses pengaturan daya dilakukan dengan mengatur tegangan masukan *driver* 1 – 5 volt untuk memproses pengendali 0 – 100%. Dalam merancang rangkaian *driver heater* harus memperhatikan beban yang akan digunakan. Dalam perancangan ini, digunakan PORTD6 untuk mengaktifkan pemanas, Lampu dimanfaatkan sebagai pemanas ruangan *box*, *relay* yang digunakan pada rangkaian beroperasi pada tegangan 12VDC. Arus minimal yang digunakan *relay* adalah sebesar 80 mA (berdasarkan pengukuran dengan resistor 150 Ω). Tegangan mikrokontroler sebesar 5 V, dengan arus dapat diserap sebesar 10 mA.

F. Perancangan Kontrol PID

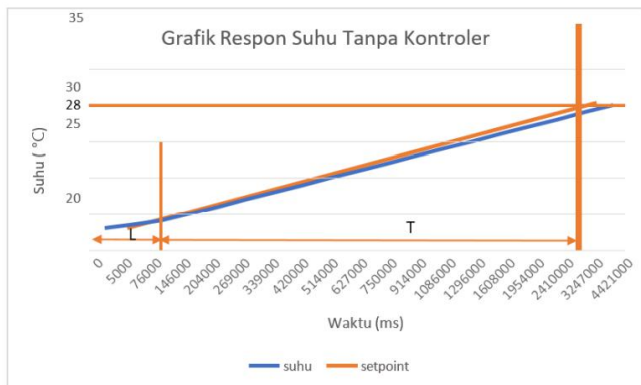


Gambar 7: Diagram Blok Metode PID

*Setpoint* suhu dari sistem ini adalah nilai acuan yang selanjutnya akan dibandingkan dengan hasil pembacaan dari sensor suhu DHT11 yang mengukur suhu aktual pada oven. Untuk melakukan pengontrolan dengan metode PID diperlukan nilai error yang didapatkan dari selisih antara nilai *setpoint* yang ditentukan dengan pembacaan nilai suhu aktual yang terbaca oleh sensor. Untuk menentukan nilai dari PID dapat ditentukan melalui pengambilan kurva respon *plant*, yang dilakukan dengan cara memberi masukan berupa *setpoint* (unit step) pada *plant*. *Setpoint* yang akan dipakai harus ditentukan terlebih dahulu sebelum mencari karakteristik grafik respon sistem. Dalam perancangan kontrol PID sistem pemanas pada barrel ditentukan *setpoint* sebesar 28 °C.

Hasil pengujian respon perubahan suhu terhadap waktu dapat dilihat pada gambar 8 berikut:





Gambar 8: Kurva Respon Karakteristik Sistem

Dari grafik respon pada Gambar 8 diketahui bahwa respon plan berupa kurva S yang tidak memiliki nilai osilasi, sehingga dalam perancangan ini digunakan metode *Ziegler Nichlos* 1. Langkah selanjutnya yaitu mencari nilai L dan T dari grafik respon, dan diperoleh data sebagai berikut :  $L = 74$  s  $T = 3157$  s. Setelah didapatkan respon sistem dengan setpoint berupa unit step, menentukan nilai L yang merupakan *delay time* dan T yang merupakan konstanta waktu tunda. Selanjutnya menghitung nilai  $K_p$ ,  $T_i$ , dan  $T_d$  sesuai dengan aturan *Ziegler-Nichols* 1 seperti berikut:

$$K_p = 1,2 \times \frac{T}{L} = 1,2 \times \frac{3157}{74} = 51,19$$

$$T_i = 2 \times L = 2 \times 74 = 148 \text{ s}$$

$$T_d = 0,5 \times L = 0,5 \times 74 = 37 \text{ s}$$

Sehingga diperoleh fungsi alih PID sebagai berikut:

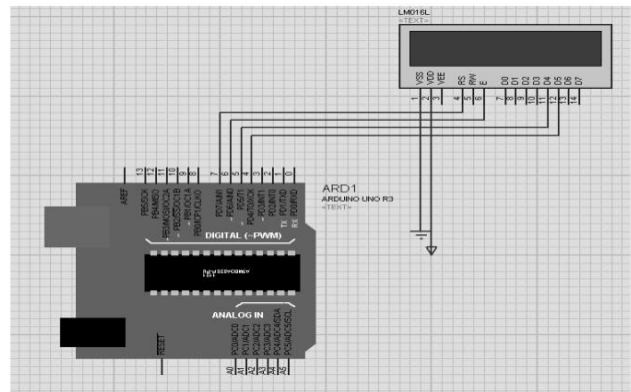
$$K_p = 51,19$$

$$K_i = \frac{K_p}{T_i} = \frac{51,19}{148} = 0,3458$$

$$K_d = K_p \times T_d = 51,19 \times 37 = 1894,03$$

Setelah nilai  $K_p$ ,  $K_i$ ,  $K_d$  didapatkan maka bisa langsung dimasukkan pada parameter PID adalah  $K_p = 51.19$ ,  $K_i = 0,3458$  dan  $K_d = 1894,03$ .

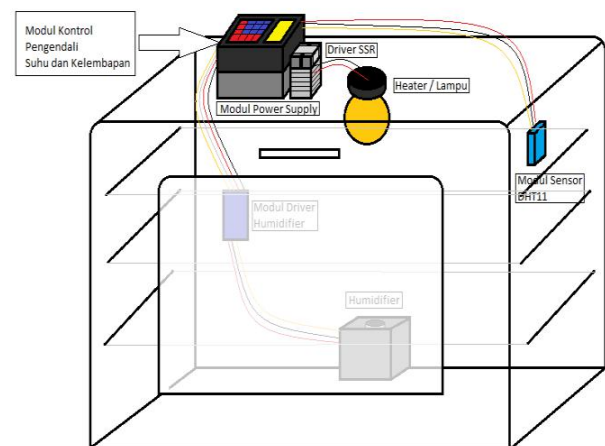
### G. Perencanaan Rangkaian LCD



Gambar 9: Rangkaian LCD 16X2 pada Arduino

Rangkaian LCD dirancang menggunakan tipe 16x2 karena mampu menampilkan karakter dengan jumlah maksimal 32 digit.

### H. Perencanaan Mekanik



Gambar 10: Desain Rancangan Box

Bahan kerangka alat pada gambar 10 terdiri dari: perancangan bahan mekanik kotak kontrol plat besi tebal 0.8 mm, perancangan bahan mekanik untuk *box* menggunakan bahan plat Aluminium tebal 1.0 mm.

Spesifikasi alat : Perancangan bahan mekanik kotak produksi yaitu: panjang : 40 cm, lebar : 30 cm, dan tinggi : 40 cm.

### I. Perencanaan Software

Dari diagram alir diatas dapat dilihat bahwa saat menghidupkan kontroller untuk mengontrol *band heater*, pertama-tama atur *set point* yang diinginkan pada kontroller PID. Setelah mengatur *set point* PID, maka PID akan secara



otomatis mengatur waktu penyalaan *band heater* melalui *driver*. Jika suhu yang terukur pada sensor masih jauh dari set point maka band heater akan *on* terus menerus sampai mencapai set point. Lalu pada saat suhu hampir mencapai set point maka PID akan mengatur *driver* heater untuk diatur penyalannya on off selama beberapa detik agar suhu yang ada pada ruang oven tidak sampai melewati set point. Jika suhu yang terbaca sudah mencapai *set point* maka band heater akan *off*.

#### IV. HASIL DAN ANALISA

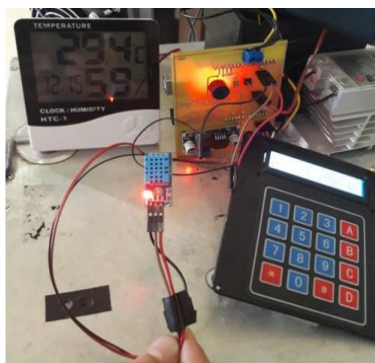
##### A. Pengambilan Data pada Modul DHT11 digunakan sebagai sensor Suhu

Pengambilan data pengujian yang dilakukan adalah dengan menguji rangkaian sistem setiap modul rangkaian. Karena dengan dilakukan pengujian modul sensor tersebut adalah untuk memastikan tingkat ketelitian sensor dalam mendeteksi suhu.

Data maksimum suhu yang dapat ditampilkan di LCD adalah 1000C, tegangan keluaran analog maksimum (VI maks) dari sensor adalah sebesar 1 Volt. Untuk mengetahui resolusi kenaikan tegangan *output* sensor digunakan persamaan rumus:

$$V_{RESOLUSI} = \frac{VI maks}{Data LCD maks} = \frac{1}{100} = 0,001 Volt = 1mV$$

Resolusi kenaikan tegangan *output* sensor DHT 11 untuk suhu adalah sebesar 1mV.



Gambar 11: pengujian dan pengambilan data tegangan output dengan pengaruh kelembapan pada sensor DHT11

Data maksimum kelembapan yang dapat ditampilkan di LCD adalah 100%, tegangan keluaran analog maksimum (VI maks) dari sensor adalah sebesar 3,3 Volt. Untuk mengetahui

resolusi kenaikan tegangan *output* sensor digunakan persamaan rumus:

$$V_{RESOLUSI} = \frac{VI maks}{Data LCD maks} = \frac{3,3}{100} Volt = 0,033 Volt$$

Resolusi kenaikan tegangan *output* sensor DHT 11 untuk kelembapan adalah sebesar 0,033 Volt.

Berdasar hasil pengujian didapatkan bahwa sensor DHT11 terdapat *error* rata-rata sebesar -1.05% untuk pembacaan suhu, dan *error* rata-rata 2.08% untuk pembacaan kelembapan. Berdasar penelitian dan hasil pengujian alat fermentasi menggunakan sensor DHT11 pengaruh kondisi heater(*output*) waktu yang dibutuhkan setiap perubahan suhu seperti yang terlihat pada tabel 1.

TABEL 2  
 HASIL PENELITIAN ALAT FERMENTASI PENGATUR SUHU MENGGUNAKAN SENSOR DHT11 DENGAN METODE PID

NO	Set Point Suhu (C°)	Kondisi Suhu Awal (C°)	Kondisi Suhu Akhir (C°)	Waktu Perubahan (Menit)	Output
1	30	26	30	38	Lampu Aktif
2	29	26	29	20	Lampu Aktif
3	28	26	28	12	Lampu Aktif
4	27	26	27	6	Lampu Aktif
5	26	26	26	0	Lampu Mati

TABEL 3  
 HASIL PENELITIAN RANGKAIAN PENGATUR KELEMBAPAN MENGGUNAKAN SENSOR DHT11 METODE PID

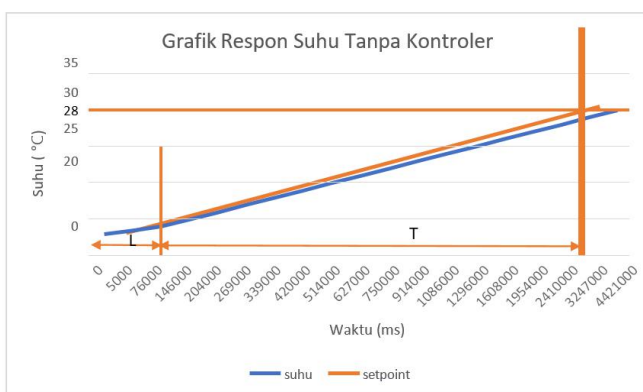
NO	Set Point Kelembapan (%)	Kondisi Awal Kelembapan (%)	Kondisi Akhir Kelembapan (%)	Waktu Perubahan (Menit)	Output
1	70	60	70	11	Humidifier Aktif
2	60	60	60	0	Tidak Ada
3	50	60	50	27	Humidifier + Lampu Pijar



					Aktif
4	40	60	40	24	Humidifier + Lampu Pijar Aktif

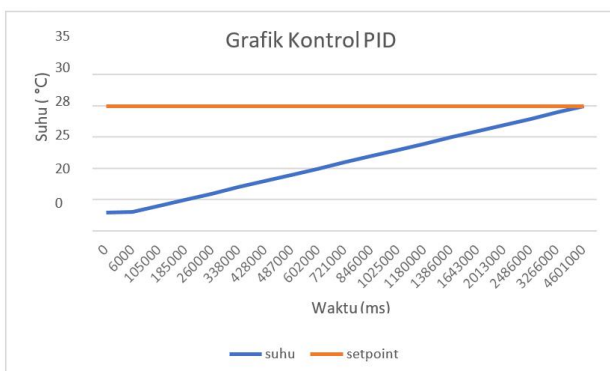
B. Pengujian Kontrol PID

Pengujian kontrol PID yang digunakan menggunakan metode Ziegler Nichols 1 dengan grafik respon kurva S. Dari pengujian tanpa kontrol PID, pengambilan data dilakukan dengan cara mengaktifkan *band heater* secara manual hingga tercapai setpoint 28 °C. Hasil dari respon sistem tanpa kontroler PID dapat dilihat pada Gambar 4.7. berikut



Gambar 12: Kurva Respon Karakteristik Sistem Tanpa Kontroler

Berdasarkan grafik respon sistem tanpa kontroler pada gambar 12 diperoleh nilai  $L = 74$  dan  $T = 3157$ . Selanjutnya pengambilan data dilakukan dengan cara memasukkan nilai  $K_p = 51.19$ ,  $K_i = 0.003$  dan  $K_d = 189403$  terhadap setpoint 28 °C. Hasil dari respon sistem dengan kontroler PID dapat dilihat pada gambar 13 berikut:



Annisa Fitri Nuroctavia: Sistem Kendali Suhu Dan ...

Gambar 13: Grafik Respon Menggunakan kontrol PID

V. PENUTUP

Setelah melakukan pengujian dan analisa data, maka dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu :

1. Dengan menggunakan metode PID untuk penstabil suhu sudah sesuai perancangan hanya selisih 1,05% dari suhu kerja, dan ini tidak mempengaruhi mutu, warna.
2. Pembuatan tempe sampai matang bila dengan menggunakan alat yang kami buat ini hanya memerlukan waktu 20 jam, dan bila membuat tempe cara konvensional membutuhkan waktu 30-36 jam.
3. Proses fermentasi pembuatan tempe yang optimal bekerja pada suhu stabil 28 °C dan udara lembap 60%.

REFERENSI

[1] Astuti, *History of the Development of Tempe*. Di dalam Agranoff, J., hlm. 2–13, Andi, Yogyakarta, 1999.

[2] ALLJABBAR. 2008. “PENGERTIAN SUHU”.LAMONGAN. ONLINE ([HTTPS://ALLJABBAR.WORDPRESS.COM/2008/04/07/SUHU/](https://alljabbar.wordpress.com/2008/04/07/suhu/)) DIAKSES PADA TANGGAL 24 NOVEMBER 2015

[3] Prihatmoko, D. (2016). Perancangan Dan Implementasi Pengontrol Suhu Ruangan Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno. *Simetris : Jurnal Teknik Mesin, Elektro Dan Ilmu Komputer*, 7(1), 117. <https://doi.org/10.24176/simet.v7i1.495>

[4] Eko Kustiawan. (2018). Meningkatkan Efisiensi Peralatan dengan Menggunakan Solid State Relay (SSR) dalam Pengaturan Suhu Pack Pre-Heating Oven (PHO) . *CIR Jurnal STT YUPPENTEK*, 9(1), 1–6.

[5] A. E. Gürel and İ. Ceylan, “Thermodynamic analysis of PID temperature controlled heat pump system,” *Case Stud. Therm. Eng.*, vol. 2, pp. 42–49, 2014.

[6] Shafudind, S. (2017). Sistem Monitoring Dan Pengontrolan Temperatur Pada Inkubator Penetas Telur Berbasis Pid. *Jurnal Teknik Elektro*, 6(3).

[7] Prayoga Setia Jefri, Afrilina Danny. “Rancang Bangun Alat Penampil Informasi Suhu Dan Kelembaban Pada Rumah Anggrek”, TUGAS AKHIR, Politeknik Negeri Malang.

p-ISSN: 2356-0533; e-ISSN: 2355-9195





- [8] Haryanto, B., Ismail, N., & Pristianto, E. J. (2018). Sistem Monitoring Suhu dan Kelembapan Secara Nirkabel pada Budidaya Tanaman Hidroponik. *Jurnal Teknologi Rekayasa*, 3(1), 47. <https://doi.org/10.31544/jtera.v3.i1.2018.47-54>
- [9] Jamal, Z. (2015). Implementasi Kendali Pid Penalaan Ziegler-Nichols Menggunakan Mikrokontroler. *Jurnal Informatika*, 15(1), 81–88.

