

# PENGENDALIAN SUHU DENGAN METODE PID PADA ALAT PENETAS TELUR

Zacky Yarfa'ul Ahla<sup>1</sup>, Ahkmad Musafa<sup>2</sup>

1. Teknik Elektro : Universitas Budi Luhur  
Jakarta, Indonesia  
1552500025@student.budiluhur.ac.id
2. Teknik Elektro : Universitas Budi Luhur  
Jakarta, Indonesia  
akhmad.musafa@budiluhur.ac.id

## ABSTRAK

Pengontrolan menjadi hal penting sebagai penentu keberhasilan dalam suatu proses. Salah satunya yaitu sistem yang mengendalikan suhu pada alat penetas telur menggunakan arduino mega 2560. Tujuan dari sistem ini untuk mengurangi kegagalan pada saat proses penetasan telur ayam. Pada penelitian ini akan dibahas tentang Pengendalian Suhu Dengan menggunakan PID pada alat penetas telur. Pada perancangan alat kali ini menggunakan LCD 20 x 4, sensor DHT2, Driver motor Ibt-2, Ptc Ceramic Air Heater dengan daya 170 watt dan tegangan 12 volt, fan 12 VDC dengan ukuran 12 cm x 12 cm. Komponen Ptc Ceramic Air Heater dan Kipas DC akan dirangkai menjadi sebuah rangkaian kontrol dengan menggunakan algoritma PID dengan bahasa pemrograman menggunakan bahasa C. Otomasi yang dilakukan adalah dengan mengukur suhu di dalam ruangan penetasan telur dengan nilai setpoint 36°C - 39°C. Pengukuran suhu dilakukan dengan menggunakan sensor DHT22, kemudian dilakukan tuning PID dengan metode heuristic sehingga pada pengujian keseluruhan didapatkan hasil respon sistem perbandingan antara suhu normal 27°C dan suhu 20°C. Proses tersebut menandakan kinerja sistem bekerja dengan baik sesuai dengan nilai suhu yang dapat terjaga pada setpoint, yang dimana nilai suhu tersebut diperkirakan dapat menetas telur.

Kata kunci : Arduino Mega 2560, LCD 20 x 4, DHT22, PTC Ceramic Air Heater, fan DC, Driver Motor Ibt -2, PID.

## ABSTRACT

Control becomes important as a deciding success in a process. One of which is a system that controls the temperature of the egg hatch using a mega Arduino 2560. The purpose of this system is to reduce failure during hatching of chicken eggs. At this final task will be discussed about temperature control by using the PID on the egg hatch tool. In the design of the tool this time using the LCD 20 x 4, sensor DHT2, Driver motor IBT-2, PTC Ceramic Air Heater with a power of 170 watts and a 12-volt, Fan 12 VDC with a size 12 cm x 12 cm. Component PTC Ceramic Air Heater and DC fan will be assembled into a A range of controls using the PID algorithm with a programming language using the language C. The automation done is by measuring the temperature in the egg hatching room with a setpoint value of 36 ° C-39 ° C. Temperature measurements are carried out using the DHT22 sensor, then tuning the PID with a heuristic method so that the overall test is obtained by the result of a comparison system response between normal temperature and AIR conditioned room temperature. The process Indicates the performance of the system works well in accordance with the value of the temperature that can be maintained at SetPoint, where the temperature value is estimated to hatch eggs.

Keywords: Arduino Mega 2560, LCD 20 x 4, DHT22, PTC Ceramic Air Heater, Fan DC, Motor Driver IBT-2, PID.

## I. PENDAHULUAN

Alat penetas telur merupakan salah satu peralatan yang banyak digunakan pada bidang peternakan unggas. Alat ini digunakan untuk meningkatkan kualitas penetasan telur. Walaupun sudah banyak alat penetas telur yang diproduksi baik yang manual atau semiotomatis. Akan tetapi tingkat keberhasilan atau presentase daya tetas telur masih rendah. Berkenaan dengan hal tersebut telah dibuat sebuah alat yang diaplikasikan pada suatu mesin penetasan telur ayam. Pada

pengontrolan ini bertujuan untuk mengurangi kegagalan pada saat proses pengeraman telur ayam dan mendapatkan produktivitas yang lebih baik lagi dari alat yang sudah ada.

Pada jurnal yang ditulis Sonty Lena [1] berjudul Perancangan Dan Implementasi Pemantau Suhu Serta Penanganan Dini tempat penetasan telur Berbasis Mikrokontroler. Hasil yang diperoleh dari jurnal tersebut memiliki kesimpulan bahwa dengan adanya peringatan dikandang ayam akan menjadi selalu siaga dari kelebihan suhu dimana Buzzer

menggeluarkan suara yang keras yang dapat didengar dengan baik serta penanganan dini yang dilakukan akan efektif dan pada jurnal ini Sonty Lena menggunakan metode Literatur dengan pengambilan data data yang diperlukan pada saat analisa.

Pada jurnal yang ditulis Eko Widi Setio Budianto [2] berjudul *Prototype* Sistem Kendali Pengaturan Suhu Dan kelembaban Kandang Ayam *Boiler* Berbasis Mikrokontroler ATmega328. Hasil yang diperoleh dari jurnal tersebut memiliki kesimpulan bahwa Berdasarkan hasil yang dicapai dari penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa sistem kontrol suhu dan kelembaban sangat membantu para peternak untuk menjaga suhu kandang ternak ayam Ras *Boiler* agar tetap stabil demi mencapai keberhasilan bagi para peternak. Selain itu dari sistem ini juga dapat membantu baik dari segi efisiensi waktu dan tenaga manusia dikarenakan sistem ini bekerja secara otomatis. Alat sistem kendali suhu dan kelembaban dapat bekerja dengan baik, dikarenakan semua komponen penting seperti Sensor DHT11, LCD, LED *Buzzer* dan pompa air dapat berjalan dengan baik. Sistem kendali pengaturan suhu dan kelembaban pada kandang ayam Boiler ini berjalan dengan otomatis dan berulang-ulang hingga sensor DHT11 mendeteksi adanya tingkat suhu yang tinggi dan pada jurnal Eko Widi Setio Budianto menggunakan metode PID

Pada jurnal yang ditulis oleh Sofyan Shafiudin [3] berjudul Sistem *Monitoring* Dan Pengontrolan Temperatur Pada Inkubator Penetas Telur Berbasis PID. Hasil yang diperoleh dari jurnal tersebut memiliki kesimpulan bahwa perubahan temperatur lingkungan yang berubah-ubah mampu mempengaruhi temperatur pada ruang penetas, terlebih lagi ditambah cara kerja sistem masih bersifat *On/Off* dengan padamnya lampu penghangat yang berakibat komponen mudah mengalami aus. Disamping itu dengan sistem tersebut masih belum presisi, terdapat eror besar, dan mempunyai *settling time* yang relatif lama untuk mencapai *set point*. Oleh karena itu muncul ide untuk mengendalikan temperatur pada inkubator agar dapat mengurangi nilai eror, aus pada komponen serta menjaga cara kerja sistem supaya temperatur lebih stabil (*steady state*) sesuai *setpoint* dengan metode kontrol PID.

Pada jurnal yang ditulis oleh Didik Supriyono [4] berjudul Pengontrol Suhu dan Kelembaban Udara Pada Penetas Telur Ayam Berbasis Arduino mega 2560 dilengkapi UPS. Hasil yang diperoleh dari jurnal tersebut memiliki kesimpulan bahwa untuk mengetahui rangkaian yang dirancang sesuai yang diharapkan, Secara elektronik rangkaian telah berkarya sesuai yang diharapkan. Selain itu, sebaran suhu dan kelembaban dapat bekerja cukup baik, dimana suhu di dalam boks dapat dipertahankan pada kondisi 38-40°C dan kelembaban dapat dipertahankan pada

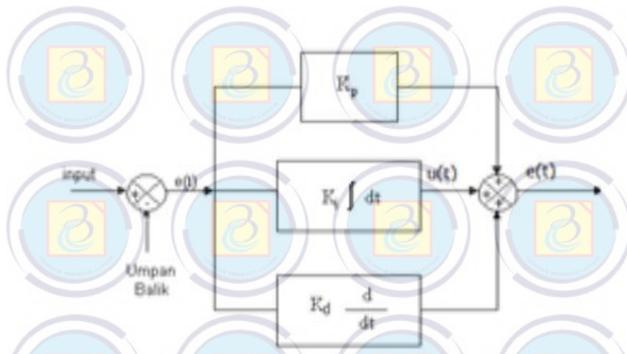
kondisi 55% RH - 75% RH. Pada sistem UPS sudah bekerja dengan cukup baik dimana selisih antara perhitungan dengan pengujian sebesar 62,5%. Berdasarkan dari hasil pengujian alat keseluruhan, alat sudah bekerja dengan baik sehingga mesin penetas telur ini sudah siap diaplikasikan dalam penetasan secara otomatis.

Pada jurnal yang ditulis oleh Erwin Fadhila, Hendi, Rachmat [5] berjudul Pengendalian Suhu Berbasis Mikrokontroler pada Ruang Penetas Telur. Sistem pengendali suhu ini dapat diimplementasikan dengan menempatkan sensor suhu dan elemen pemanas di dalam ruang penetas telur yang kemudian dikendalikan oleh sebuah mikrokontroler. Mikrokontroler ini bertugas memproses sinyal dari sensor dan juga mengatur keadaan suhu dalam ruangan dengan cara mengaktifkan pemanas selama suhu di dalam ruang penetas telur belum mencapai suhu yang diinginkan dan akan menon-aktifkan pemanas ketika suhu di dalam ruang tersebut telah tercapai sehingga diharapkan adanya suhu yang konstan agar telur menetas dengan baik. Hasil dari alat ini yaitu kemampuan sistem untuk mendeteksi dan mengendalikan suhu dalam ruang penetas telur.

Berdasarkan hasil jurnal yang telah diuraikan, maka dalam penelitian ini akan membahas sistem pengendalian suhu dengan menggunakan metode PID pada alat tetas telur. Pada alat penetas telur yang dirancang memiliki kapasitas 10 butir telur ayam. alat ini dirancang menggunakan sensor DHT22 sebagai umpan balik pada sebuah sistem dan membaca suhu ruangan tetas telur dengan range 36°C - 39°C. Sementara untuk pemanas pada suhu ruangan menggunakan Ptc Ceramic Air Heater. Diharapkan alat ini mampu menetas telur pada kurun waktu 18 hari (S.Fapet Unpad, 2016).

#### A. Sistem Pengendali PID (*Proportional, Integral, Diferential*)

Pengendali PID (*Proportional, Integral, Diferential*) adalah gabungan dari pengendali *Proportional, Integral, Derivative* yang saling menutupi. Dengan menggunakan ketiganya menjadi elemen-elemen pengendali *Proportional, Integral* dan *Diferential* masing-masing secara keseluruhan bertujuan untuk mempercepat reaksi sistem, menggunakan *offset* dan menghasilkan perubahan awal yang besar. Pengendali PID menghitung error sebagai perbedaan antara *variable* proses yang diukur dan *set point* yang diinginkan. Pengendali PID mencoba untuk meminimalkan kesalahan dengan menyesuaikan input proses kontrol. Diagram blok PID secara umum ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Blok Pengendali PID

Perhitungan pengendali PID melibatkan tiga parameter yaitu *Proportional*, *Integral* dan *Diferential*. Dengan tuning tiga parameter dalam algoritma pengendali PID, *Controller* dapat memberikan aksi kontrol yang dirancang untuk kebutuhan proses tertentu. Dalam waktu kontinu, sinyal keluaran pengendali PID dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$U(t) = K_p \cdot e(t) + K_i \int e(t) dt + K_d \frac{d}{dt} e(t) \quad (1)$$

Keterangan :

$u(t)$  = Sinyal keluaran pengendali PI

$K_p$  = Konstanta *proportional*

$K_i$  = Konstanta integral

$K_d$  = Konstanta turunan

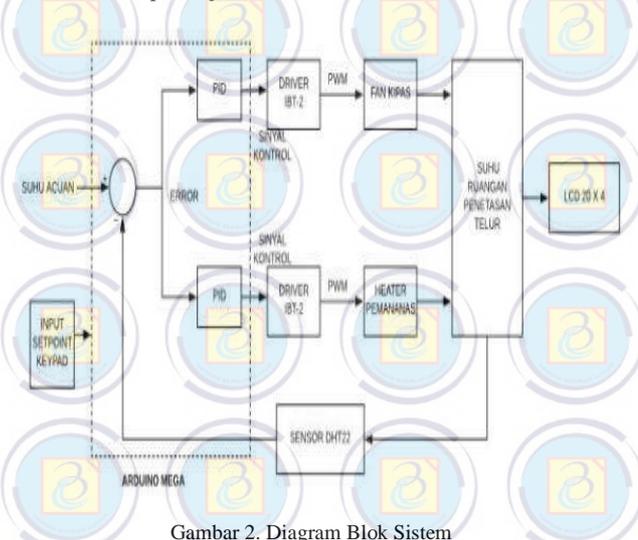
$e(t)$  = Sinyal kesalahan

Karakteristik pengendali PID sangat dipengaruhi oleh kontribusi besar dari ketiga parameter atau konstanta pengendali ( $K_p$ ,  $K_i$ , dan  $K_d$ ). Penyetelan  $K_p$ ,  $K_i$  dan  $K_d$  akan mengakibatkan penonjolan sifat dari masing-masing pengendali. Secara umum langkah yang harus ditempuh dalam perancangan suatu desain kontrol PID adalah menentukan nilai parameter  $K_p$ ,  $K_i$  dan  $K_d$ . Penggabungan antara kontrol *Proportional*, *Integral* dan *Diferential* pada sistem kendali PID memiliki tujuan tertentu. Kontrol *Proportional* yang unggul dalam *rise time* yang cepat, kontrol *integral* yang dapat menghilangkan *error* dan kontrol *diferential* yang dapat meredam *overshoot*. Apabila digabungkan akan mendapatkan hasil pengontrol dengan sifat menghilangkan *error*, mengurangi *rise time*, menambah *setting time*, dan memperkecil *overshoot*.

## II. PERANCANGAN SISTEM

Perancangan sistem yang dilakukan adalah mengenai pembuatan implementasi pengendali suhu pada alat penetas telur. Dalam perancangan sistem akan dibahas mengenai perancangan perangkat keras (*hardware*) hingga perancangan perangkat lunak (*software*). Perancangan perangkat keras menjelaskan tentang perancangan pada rangkaian elektronika yang akan digunakan serta pembuatan rangkaian alat secara keseluruhan sedangkan perancangan perangkat lunak terdiri dari pembuatan *algoritma* dan *flowchart* program yang akan ditanamkan pada mikrokontroler arduino mega 2560.

### A. Prinsip Kerja Sistem



Gambar 2. Diagram Blok Sistem

Keterangan dari Gambar 2 sebagai berikut :

- **Keypad 4x4** : Tombol-tombol yang disusun secara matriks (baris x kolom) yang digunakan untuk memberikan *setpoint* suhu pada mikrokontroler.
- **LCD 20 x 4**: Perangkat untuk menampilkan suatu data, karakter, huruf dan grafik yang berfungsi menampilkan output dari sensor DHT22 untuk menampilkan suhu *actual*, *setpoint*, nilai *error*.
- **Arduino Mega2560** : Pusat pengolahan kendali dari keseluruhan sistem dan untuk membaca dan menerima inputan dari sensor.
- **Sensor DHT22** : Perangkat yang berfungsi untuk mengukur suhu dan kelembaban pada ruangan penetas telur.
- **Driver IBT 2** : Perangkat yang digunakan sebagai pengontrol PWM pada *Ptc Ceramic Airheater* dan fan kipas pada alat penetas telur.
- **PTC Heater** : Merupakan sistem pemanas yang digunakan untuk memanaskan suhu ruangan pada alat penetas telur.
- **Fan Kipas DC** : Perangkat yang digunakan untuk membuang suhu panas berlebih pada ruangan alat penetas telur.

### B. Prinsip Kerja Sistem

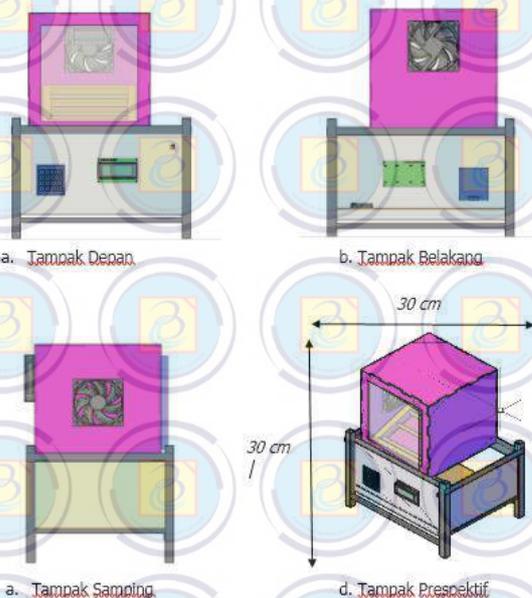
Prinsip kerja sistem dari alat ini yaitu dirancang menggunakan metode PID (*Proportional Integral Derivative*). Struktur yang digunakan yaitu paralel, karena struktur ini mampu untuk mempercepat reaksi sebuah sistem dan menghilangkan *offset*. Pada awal sistem dilakukan inialisasi kemudian sistem mulai baca suhu *actual*. Lalu dilakukan input *setpoint* dengan menggunakan *keypad* yang nilainya 37°C,  $K_i$ ,  $K_p$  dan  $K_d$ . Kemudian sensor suhu membaca suhu ruangan alat penetas telur yang ditampilkan di LCD 20X4. Kemudian pada saat yang bersamaan sistem menghitung nilai *error* dan menghitung nilai PWM dengan PID.

Pada saat suhu lebih besar dari *setpoint* maka sistem akan menghitung nilai *error* dan nilai PWM akan dikontrol dengan PID yang selanjutnya kipas

fan dc akan berputar cepat dan *Ptc Ceramic Air Heater* pemanasnya akan berkurang. Jika lebih kecil dari *set point* maka sistem akan menghitung nilai *error* dan nilai PWM akan dikontrol dengan PID yang selanjutnya kipas fan dc akan berputar pelan dan *Ptc Ceramic Air Heater* pemanasnya akan bertambah.

### C. Perancangan Mekanik

Mekanik yang akan dirancang berbentuk kubus dengan dimensi Panjang 30cm, Lebar 30cm, Tinggi 30cm. Pada tugas akhir kali ini bahan dasar untuk membuat alat penetas telur menggunakan akrilik dan didalamnya dilapisi dengan busa aluminium foil. Kemudian pada bagian depan kubus / alat penetas telur dibuat menyerupai pintu yang fungsinya mempermudah pada saat memasukan dan mengeluarkan telur ayam. Pada bagian pintu alat penetas telur dipasang komponen meliputi LCD 20X4, Keyped 4x4 dan saklar, lalu pada bagian samping dipasang komponen fan kipas dc dan bagian belakang juga dipasang komponen PTC heater. Perancangan mekanik alat penetas telur bisa dilihat pada gambar 2. Dengan ukuran Panjang 30cm, Lebar 30cm dan Tinggi 30cm. Design Mekanik Alat Penetas Telur bisa dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Design Mekanik Alat Penetas Telur

### D. Perancangan Elektronik

#### 1. Rangkaian Sensor DHT22

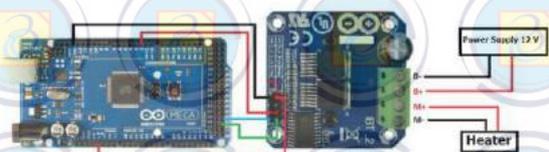
DHT22 adalah modul sensor suhu dan kelembaban udara relatif dalam satu paket. Modul ini memerlukan konsumsi daya yang rendah sehingga cocok digunakan untuk aplikasi monitoring dan kontrol luar ruangan. Modul ini memiliki stabilitas yang dijamin dalam jangka waktu yang lama serta output yang terkalibrasi. DHT22 dapat mengukur suhu antara -

40 °C hingga +80 °C dan kelembaban udara antara 0%-100%, dengan resolusi masing-masing sebesar 0,1 derajat Celcius dan 1% RH (Relative Humidity). Akurasi untuk pengukuran dan kelembaban adalah (+/-) 2 derajat celcius dan (+/-) 5% RH.

#### 2. Rangkaian Driver IBT-2 Heater

Pada sistem alat penetas telur untuk memanaskan ruangan alat penetas menggunakan heater. Pada driver ini mempunyai kapasitas arus hingga 43A dan sinyal PWM, tegangan sumber DC yang dapat diberikan antara 5.5 V-27 VDC. Sebagai sumber untuk heater agar dapat aktif diperlukan arus 43 A dan sinyal PWM. Kemudian heater diaktifkan dengan menggunakan driver IBT-2 sebagai proses pemanasan heater agar dapat diatur panasnya sesuai dengan yang diinginkan. Driver yang digunakan yaitu modul IBT-2, driver ini bertipe H-Bridge dengan menggunakan IC BTS7960.

Input dari driver motor terdiri dari R-PWM, L-PWM, R-EN, L-EN, VCC, GND. Pin-pin tersebut masuk ke pin digital mikrokontroller sebagai sinyal digital. Keluaran dari driver berupa sinyal analog untuk bisa mengatur kecepatan pemanasan, pengaturan tersebut menggunakan PWM (Pulse Width Modulation). Driver motor akan menerima sinyal yang dikirimkan oleh mikrokontroller untuk bisa melakukan pemanasan. Pengkabelan driver IBT-2 heater alat penetas telur bisa dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Pengkabelan driver IBT-2 heater alat penetas telur

#### 3. Rangkaian Driver Kipas DC

Input dari driver motor terdiri dari ENA, R-PWM, L-PWM, VCC, GND, pin-pin tersebut masuk ke pin digital mikrokontroller sebagai sinyal digital. Keluaran dari driver langsung ke motor dengan keluaran analog untuk bisa mengatur kecepatan kipas DC, pengaturan tersebut menggunakan PWM (Pulse Width Modulation). Driver L298N akan menerima sinyal yang dikirimkan oleh mikrokontroller untuk bisa melakukan pergerakan pada kipas DC.

#### 4. Rangkaian LCD 20x4

LCD yang digunakan adalah display yang bisa menampilkan 20 karakter di 4 baris. Komunikasi antara arduino dan display LCD menggunakan komunikasi i2c yaitu komunikasi menggunakan 2 jalur yaitu jalur data dan jalur clock, artinya setiap instruksi yang diberikan arduino berupa lokasi di kolom berapa dan baris berapa karakter yang mau ditampilkan dan dijalankan dengan 8 kali clock, karena setiap data instruksi adalah data 8 bit.

Display LCD menampilkan suhu actual dan nilai set point yang dibaca oleh sensor DHT22 di baris 1, lalu baris kedua menampilkan nilai pwm heater lalu di baris 3 menampilkan pwm fan DC dan yang

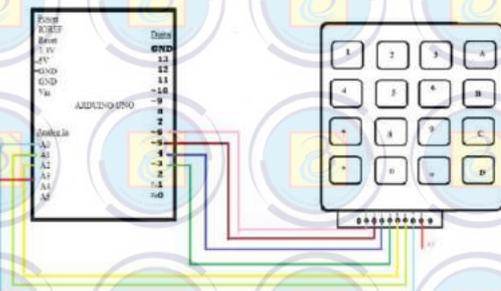
terakhir menampilkan parameter KP, KI, KD. Pengkabelan pengkabelan LCD 20x4 alat penetas telur bisa dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Pengkabelan LCD 20x4 alat penetas telur

#### 5. Rangkaian Keypad Matriks 4x4

Keypad matriks 4x4 pada alat penetas telur digunakan untuk menentukan nilai setpoint yang diinginkan. Wiring keypad matriks terhubung langsung dengan arduino Mega 2560. Pengkabelan keypad matriks 4x4 ditunjukkan pada Gambar 6.

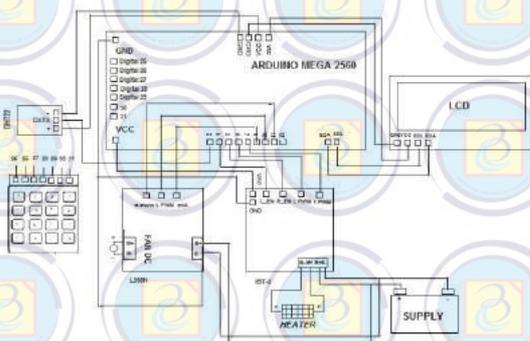


Gambar 6. Pengkabelan keypad 3x4 alat penetas telur

Pada Gambar 6. Pengkabelan keypad ke arduino dilakukan dengan menghubungkan pin-pin baris (row) dan pin-pin kolom (column) keypad ke pin-pin digital arduino Mega 2560

#### 6. Rangkaian Keseluruhan

Rangkaian keseluruhan dari alat penetas telur, ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Rangkaian keseluruhan alat penetas telur

### III. PENGUJIAN DAN ANALISA

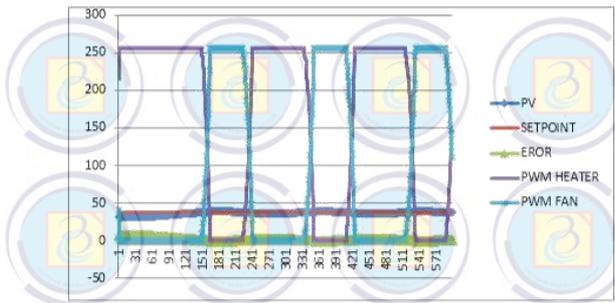
Dalam bab ini akan dibahas pengujian sistem berdasarkan dari hasil perancangan yang telah dilakukan. Pengujian sistem dilakukan dalam beberapa tahapan, yaitu pengujian sistem tiap bagian dan pengujian sistem keseluruhan. Pengujian tiap bagian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik dari bagian bagian yang diuji. Pengujian sistem keseluruhan terdiri dari pengujian sensor suhu DHT22, Ptc Ceramic Air heater, Pengujian driver IBT-2, Pengujian driver L298N kipas DC, tuning PID, waktu proses penetasan telur dan kinerja pengendali PID. Yang bertujuan untuk mengetahui kinerja alat penetas telur apakah sudah sesuai dengan perancangan atau belum.

#### A. Tuning PID Pada Sistem Penetas Telur

Tuning PID pada sistem pemanas heater ptc ceramic air dilakukan setelah perancangan alat telah selesai, baik untuk perancangan perangkat hardware ataupun software. Tuning PID dilakukan untuk mendapatkan parameter nilai proporsional (Kp), integral (Ki) dan differensial (Kd) sehingga dapat megendalikan suhu ruangan pada sistem penetas telur secara stabil. Tuning PID dilakukan dengan metode heuristic yaitu dengan cara memasukan nilai-nilai tertentu pada parameter nilai Kp, Ki dan Kd. Parameter nilai yang pertama dimasukkan adalah paramater nilai Kp. Setelah nilai hasil parameter Kp mendekati nilai pada suhu setpoint, selanjutnya menentukan nilai parameter Ki untuk mendapatkan overshoot melebihi nilai setpoint dan setelah itu menentukan parameter Kd untuk meredam nilai overshoot yang diperoleh dari Ki.

#### 1. Percobaan Tuning Pertama

Pada tuning PID dilakukan dengan cara memasukan nilai parameter Kp, Ki dan Kd kedalam program. Langkah pertama yaitu dengan memberikan nilai Kp saja mulai dari nilai kecil dan dinaikan pelan-pelan sampai diperoleh suhu actual mendekati suhu acuan. Selanjutnya untuk menghilangkan nilai error ditambahkan nilai Ki sampai error mendekati nol. Kemudian ditambahkan nilai kd untuk memperbaiki respon sistem. Pada pengujian pertama dilakukan dengan parameter  $K_p = 10$ ,  $K_i = 3$ ,  $K_d = 1$ , dengan nilai setpoint  $37^\circ\text{C}$ . setelah itu mulai mengupload program dan melihat hasil grafik pada serial monitor pada software arduino. Jika hasil grafik belum stabil maka dilakukan kembali untuk mengatur nilai parameter Kp, Ki, Kd. Hasil pengujian untuk perbandingan suhu setpoint dan suhu actual pada pada ruangan penetas telur ditunjukkan dalam bentuk grafik pada Gambar 8.

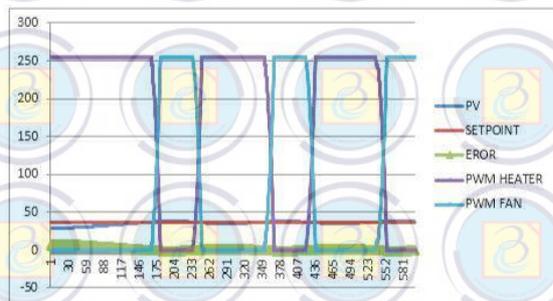


Gambar 8. Grafik Respon Sistem PID Pada saat  $K_p=10$ ,  $K_i=3$ ,  $K_d=1$

Pada Gambar 8. Didapatkan Berdasarkan hasil pengujian *tunning* PID yang telah didapatkan dengan nilai parameter  $K_p = 10$ ,  $K_i = 3$ ,  $K_d = 1$  dengan nilai *setpoint*  $37^\circ\text{C}$  seperti yang ditunjukkan pada Gambar 8.

### 2. Percobaan *Tunning* Kedua

Pada *tunning* PID dilakukan dengan cara memasukkan nilai parameter  $K_p$ ,  $K_i$  dan  $K_d$  kedalam program. Langkah pertama yaitu dengan memberikan nilai  $K_p$  saja mulai dari nilai kecil dan dinaikan pelan-pelan sampai diperoleh suhu actual mendekati suhu acuan. Selanjutnya untuk menghilangkan nilai error ditambahkan nilai  $K_i$  sampai error mendekati nol. Kemudian ditambahkan nilai  $K_d$  untuk memperbaiki respon sistem. Pada pengujian kedua dilakukan dengan parameter  $K_p= 50$   $K_i = 300$ ,  $K_d = 1$ , dengan nilai *setpoint*  $37^\circ\text{C}$ . setelah itu mulai mengupload program dan melihat hasil grafik pada serial monitor pada *software* arduino. Jika hasil grafik belum stabil maka dilakukan kembali untuk mengatur nilai parameter  $K_p$ ,  $K_i$ ,  $K_d$ . Hasil pengujian untuk perbandingan suhu *setpoint* dan suhu actual pada pada ruangan penetas telur ditunjukkan dalam bentuk grafik pada Gambar 9.



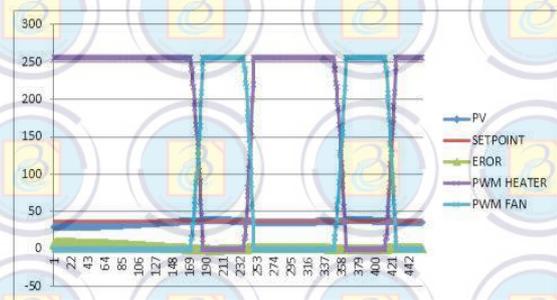
Gambar 9. Grafik Respon Sistem PID pada saat  $K_p=50$ ,  $K_i=300$ ,  $K_d=1$

Berdasarkan hasil pengujian *tunning* PID yang telah didapatkan dengan nilai parameter  $K_p = 50$ ,  $K_i = 300$   $K_d = 1$  dan nilai *setpoint* suhu  $37^\circ\text{C}$  seperti yang ditunjukkan pada Gambar 9.

### 3. Percobaan *Tunning* Ketiga

Pada *tunning* PID dilakukan dengan cara memasukkan nilai parameter  $K_p$ ,  $K_i$  dan  $K_d$  kedalam program.

Langkah pertama yaitu dengan memberikan nilai  $K_p$  saja mulai dari nilai kecil dan dinaikan pelan-pelan sampai diperoleh suhu actual mendekati suhu acuan. Selanjutnya untuk menghilangkan nilai error ditambahkan nilai  $K_i$  sampai error mendekati nol. Kemudian ditambahkan nilai  $K_d$  untuk memperbaiki respon sistem. Pada pengujian ketiga dilakukan dengan parameter  $K_p= 10$   $K_i = 300$ ,  $K_d = 1$ , dengan nilai *setpoint*  $37^\circ\text{C}$ . setelah itu mulai mengupload program dan melihat hasil grafik pada serial monitor pada *software* arduino. Jika hasil grafik belum stabil maka dilakukan kembali untuk mengatur nilai parameter  $K_p$ ,  $K_i$ ,  $K_d$ . Hasil pengujian untuk perbandingan suhu *setpoint* dan suhu actual pada pada ruangan penetas telur ditunjukkan dalam bentuk grafik pada Gambar 10.

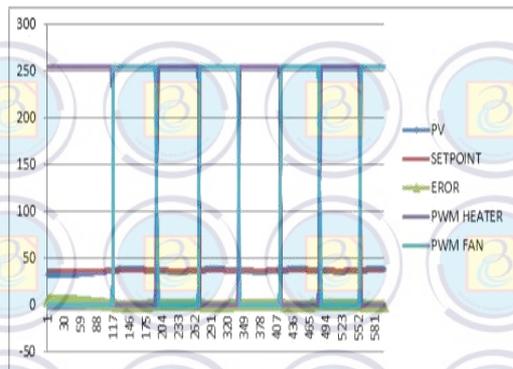


Gambar 10. Grafik Respon Sistem PID Pada Saat  $K_p=10$ ,  $K_i=300$ ,  $K_d=1$

Berdasarkan hasil pengujian *tunning* PID yang telah didapatkan dengan nilai parameter  $K_p = 10$ ,  $K_i = 300$   $K_d = 1$  dan nilai *setpoint* suhu  $37^\circ\text{C}$  seperti yang ditunjukkan pada Gambar 10.

### 4. Percobaan *Tunning* Keempat

Pada *tunning* PID dilakukan dengan cara memasukkan nilai parameter  $K_p$ ,  $K_i$  dan  $K_d$  kedalam program. Langkah pertama yaitu dengan memberikan nilai  $K_p$  saja mulai dari nilai kecil dan dinaikan pelan-pelan sampai diperoleh suhu actual mendekati suhu acuan. Selanjutnya untuk menghilangkan nilai error ditambahkan nilai  $K_i$  sampai error mendekati nol. Kemudian ditambahkan nilai  $K_d$  untuk memperbaiki respon sistem. Pada pengujian keempat dilakukan dengan parameter  $K_p= 1000$   $K_i= 2500$ ,  $K_d= 10$ , dengan nilai *setpoint*  $37^\circ\text{C}$ . setelah itu mulai mengupload program dan melihat hasil grafik pada serial monitor pada *software* arduino. Jika hasil grafik belum stabil maka dilakukan kembali untuk mengatur nilai parameter  $K_p$ ,  $K_i$ ,  $K_d$ . Hasil pengujian untuk perbandingan suhu *setpoint* dan suhu actual pada pada ruangan penetas telur ditunjukkan dalam bentuk grafik pada Gambar 11.

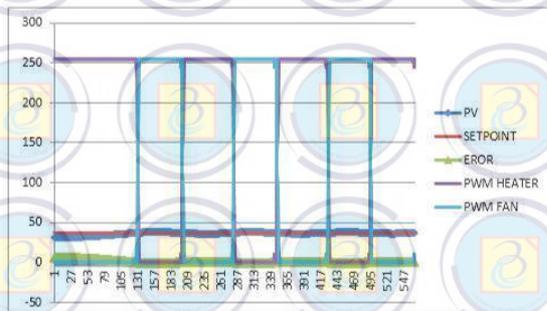


Gambar 11. Grafik PWM PID pada saat  $K_p=1000$ ,  $K_i=2500$ ,  $K_d=10$ .

Berdasarkan *tunning* PID yang kedua hasil grafik dengan nilai parameter  $K_p=1000$ ,  $K_i=2500$ ,  $K_d=10$ , dan nilai setpoint suhu air  $37^\circ\text{C}$  seperti yang ditunjukkan pada Gambar 11.

### 5. Percobaan *Tunning* Kelima

Pada *tunning* PID dilakukan dengan cara memasukkan nilai parameter  $K_p$ ,  $K_i$  dan  $K_d$  kedalam program. Langkah pertama yaitu dengan memberikan nilai  $K_p$  saja mulai dari nilai kecil dan dinaikan pelan-pelan sampai diperoleh suhu actual mendekati suhu acuan. Selanjutnya untuk menghilangkan nilai error ditambahkan nilai  $K_i$  sampai error mendekati nol. Kemudian ditambahkan nilai  $K_d$  untuk memperbaiki respon sistem. Pada pengujian kelima dilakukan dengan parameter  $K_p=1000$ ,  $K_i=3000$ ,  $K_d=10$ , dengan nilai setpoint  $37^\circ\text{C}$ . setelah itu mulai mengupload program dan melihat hasil grafik pada serial monitor pada *software* arduino. Jika hasil grafik belum stabil maka dilakukan kembali untuk mengatur nilai parameter  $K_p$ ,  $K_i$ ,  $K_d$ . Hasil pengujian untuk perbandingan suhu setpoint dan suhu aktual pada ruangan penetas telur ditunjukkan dalam bentuk grafik pada Gambar 12.



Gambar 12. Grafik PWM PID Pada saat  $K_p=1000$ ,  $K_i=3000$ ,  $K_d=1$ .

Berdasarkan hasil pengujian *tunning* PID yang telah didapatkan dengan nilai parameter  $K_p=1000$ ,  $K_i=3000$ ,  $K_d=1$  dan nilai setpoint suhu air  $37^\circ\text{C}$  seperti yang ditunjukkan pada Gambar 12. Maka dapat dianalisa bahwa respon sistem. maka dari hasil analisa menyimpulkan bahwa sudah mencapai *steady state* rise timenya *overshoot* nya masih terlalu besar.

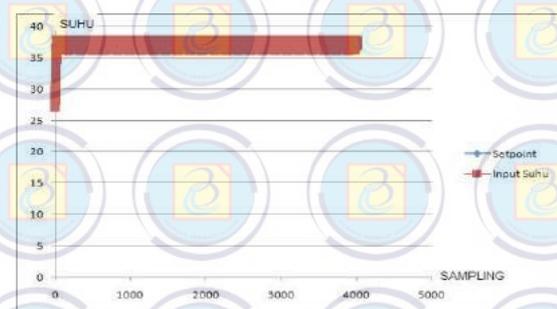
Dari percobaan ini dapat disimpulkan hasil *tunning* PID yang terbaik yaitu pada pengujian yang terakhir dengan nilai  $k_p=1000$ ,  $k_i=3000$  dan  $k_d=1$ . dengan alasan karena sistem kinerja PID hampir mendekati nilai setpoint dan terdapat nilai error yang sedikit dengan rata rata 0,07.

### B. Pengujian Keseluruhan

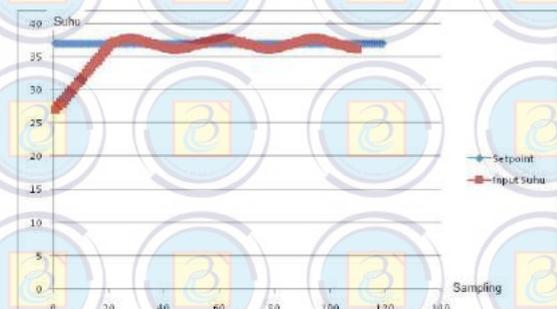
Pengujian keseluruhan ini bertujuan untuk mengetahui sistem kerja pengendalian suhu pada alat penetas telur menggunakan sistem kendali PID dengan nilai  $k_p=1000$ ,  $k_i=3000$  dan  $k_d=1$ . Dalam pengujian ini dilakukan setiap 10 detik sekali dalam rentang waktu 12 jam per hari untuk menampilkan data suhu, input, nilai error, PWM kipas, PWM heater dan parameter  $K_p$ ,  $K_i$ ,  $K_d$ . Pengujian 12 jam menghasilkan data sebanyak 4000 Data. Pengujian keseluruhan dibagi menjadi dua pengujian yaitu pengujian keseluruhan dengan suhu normal dan pengujian keseluruhan dengan gangguan suhu pada  $20^\circ\text{C}$ .

#### 1. Pengujian Keseluruhan Dengan Suhu $27^\circ\text{C}$

Pengujian keseluruhan dengan suhu normal dilakukan dengan suhu acuan sebesar  $27^\circ\text{C}$ , pengujian dilakukan selama 12 jam dengan hasil data yang didapat 4000 data, dengan sampling waktu selama 10 detik. Bentuk hasil pengujian respon sistem ditunjukan pada Gambar 13 dan hasil pengujian dengan Skala 10:1 yang ditunjukkan pada Gambar 14.



Gambar 13. Grafik Respon Sistem Pada Saat Kondisi Suhu  $27^\circ\text{C}$ .



Gambar 14. Grafik Respon Sistem Pada Saat Kondisi Suhu  $27^\circ\text{C}$  skala 10 : 1.

Berdasarkan Gambar 13 dan Gambar 14. Dengan diberikan setpoint sebesar  $37^\circ\text{C}$ , maka didapatkan

hasil suhu input 36,1°C sampai 37,8°C, dengan begitu dapat dihitung nilai *error* pada pengujian keseluruhan pada alat dengan suhu normal dengan persamaan berikut :

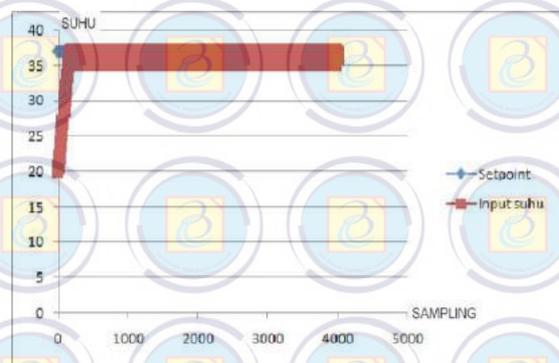
$$error = \left| \frac{setpoint - \sum Suhu\ aktual}{setpoint} \right| \times 100\% \quad (2)$$

Dengan mengambil semua data Input suhu berdasarkan Gambar 14. Pada saat pengambilan data dari sampling 1 sampe 140 didapatkan suhu *setpoint* 37°C, maka nilai *error* pada pengujian dapat dihitung berdasarkan adalah sebagai berikut :

$$error = \frac{37 - 702}{36} \times 100\% = 1,79\% \quad (3)$$

## 2. Pengujian Keseluruhan Dengan Gangguan Suhu 20 °C

Pengujian keseluruhan dengan gangguan suhu ruangan yang dingin dilakukan dengan suhu gangguan sebesar 20°C, pengujian dilakukan selama 12 jam dengan hasil data yang didapat 4000 data, dengan sampling waktu selama 10 detik. Bentuk grafik hasil pengujian ditunjukkan pada Gambar 15. dan hasil pengujian saat di skala 10:1 yang ditunjukkan pada Gambar 16.



Gambar 15. Grafik Pengujian Pada Alat Dengan Suhu 20°C



Gambar 16. Grafik Respon Sistem Pada Saat Kondisi Suhu 20°C skala 10:1

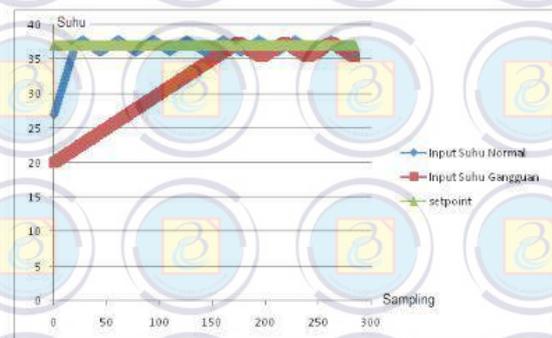
Berdasarkan Gambar 15 dan Gambar 16 dengan diberikan *setpoint* sebesar 37°C, maka didapatkan hasil suhu input 35,2°C sampai 37,4°C, dengan begitu dapat dihitung nilai *error* pada pengujian keseluruhan pada alat dengan suhu gangguan ruangan AC dengan persamaan berikut :

$$error = \left| \frac{setpoint - \sum Suhu\ aktual}{setpoint} \right| \times 100\% \quad (4)$$

Dengan mengambil semua data input suhu berdasarkan Gambar 16. Pada saat pengambilan data didapatkan dari sampling 1 sampai 300 suhu *setpoint* 37°C, maka nilai *error* pada pengujian dapat dihitung berdasarkan adalah sebagai berikut :

$$error = \frac{37 - 797,6}{37} \times 100\% = 2,15\% \quad (5)$$

Setelah itu didapatkan perbandingan nilai suhu normal dengan suhu ruangan 20°C yang ditunjukkan pada Gambar 17.



Gambar 17. Grafik Perbandingan Suhu Normal Dengan Suhu Ruang 20°C

Berdasarkan Gambar 3.10 Perbandingan nilai suhu normal dengan suhu ruang 20°C, Pada saat pengujian suhu normal maka didapatkan nilai *error* rata-rata sebesar 1,79 %, dan pada saat pengujian suhu ruang 20°C, maka didapatkan nilai *error* rata-rata sebesar 2,15°C. hal ini menandakan bahwa kinerja alat penetas telur berpengaruh suhu sekitar.

## IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan percobaan yang sudah dilakukan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada percobaan *tunning* PID terbaik dengan nilai parameter  $K_p=1000$ ,  $K_i=3000$ ,  $K_d=1$ , maka didapatkan hasil respon sistem yang sudah mencapai *steady state* dengan *rise time* yang cepat dan *overshoot* dari hasil sistem yang didapat kecil.
2. Pada pengujian keseluruhan Dengan Suhu 27 °C berdasarkan Gambar 14. Pada saat pengambilan data dari sampling 1 sampai 140 didapatkan suhu aktual dengan mendekati *setpoint* 37°C, maka nilai *error* yang didapat adalah 1,79%.

3. Pada pengujian keseluruhan Dengan Gangguan Suhu 20 °C berdasarkan Gambar 16. dari sampling 1 sampai 300 suhu *setpoint* 37°C Pada saat pengambilan data dari sampling 1 sampai 140 didapatkan suhu aktual dengan mendekati *setpoint* 37°C maka nilai *error* yang didapat adalah 2,15%.
4. Pada pengaturan suhu alat penetas telur dengan metode PID, Alat tidak dapat menetas telur sesuai dengan waktu yang diperkirakan.
5. Pada pengujian alat penetas telur selama kurun waktu 2 hari, hasil respon sistem yang didapat cukup stabil dengan dua suhu kondisi.

#### REFERENSI

- [1] Lena, Sonty., Perdana Aditya, (2014) 'Perancangan Dan Implementasi Pemantau Suhu Serta Penanganan Dini Kandang Ayam Boiler Berbasis Mikrokontroler'. Jurnal LPKIA, Vol.1 No.1, September 2014.
- [2] Budianto, Eko Wiji Setio dkk., (2017) 'Prototipe Sistem kendali Pengaturan Suhu Dan Kelembaban Kandang Ayam Boiler Berbasis Mikrokontroller Atmega328'. Prosiding Seminar Nasional Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi. Vol.2 No.2, September 2017.
- [3] Shafiudin, Sofyan (2016) 'Sistem Monitoring Dan Pengontrolan Temperatur Pada Inkubator Penetas Telur Berbasis PID.Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu Vol.4(3): 222-229 Agustus (2016).
- [4] Supriyono, Didik., (2014) 'Rancang Bangun Pengontrol Suhu Dan Kelembaban Udara Pada Penetas Telur Ayam Berbasis Arduino Mega 2560 UPS', Laporan tugas akhir. Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta 2014.
- [5] Fadhila,Erwin.,Rachmat,HendiH,(2014)'Pengendalian Suhu Berbasis Mikrokontroler pada Ruang Penetas Telur'. Jurnal Teknik Elektro Fakultas Teknik Institut Teknologi Nasional Bandung 2014.
- [6] Fapet.S (2016)'Manajemen Penetasan Telur Tetas'. Jurnal Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Padjajaran 2016.