

Sistem Kontrol Kelembaban Tanah Pada Tanaman Tomat Menggunakan PID

Soil Moisture Control System on Tomato Plant using PID

Rummi Sirait¹, Cahya Botiwicaksono²

^{1,2}Fakultas Teknik, Universitas Budi Luhur

Jl. Ciledug Raya, Petungkang Utara, Kebayoran Lama, Jakarta Selatan 12260

E-mail: ¹rummi.sirait@budiluhur.ac.id, ²1552500132@student.budiluhur.ac.id

Abstrak

Kelembaban tanah mempengaruhi pertumbuhan suatu tanaman, kelembaban tanah yang tidak sesuai dengan kebutuhan suatu tanaman akan membuat pertumbuhan tanaman tidak maksimal. Perlu dilakukan monitoring penyiraman tanaman agar kelembaban tanah terjaga pada nilai yang dibutuhkan. Penelitian ini merancang sistem kontrol kelembaban tanah pada tanaman tomat menggunakan metode PID. Perancangan sistem yang dibuat menggunakan Arduino Mega2560 sebagai pengendali utama, LCD 20x40 sebagai tampilan data output pada sistem, sensor kelembaban tanah soil moisture sensor module hygrometer, driver motor L298N dan motor dc pompa. Sistem kontrol kelembaban tanah pada tanaman tomat menggunakan metode PID yang dirancang dapat melakukan monitoring secara otomatis dengan mengontrol kelembaban tanah pada tanaman tomat agar dapat mempertahankan nilai kelembaban tanah sesuai dengan yang diinginkan, yaitu sekitar 60%. Hasil pengujian keseluruhan sistem didapatkan hasil tuning PID yang terbaik dengan nilai $kp=30$, $ki=100$, dan $kd=80$. Kinerja PID sudah mendekati nilai setpoint dan terdapat sedikit error dan nilai PWM yang dihasilkan meningkat ataupun menurun dengan cepat sebanding dengan parameter kp yang diberikan. Proses tersebut menandakan kinerja sistem baik sesuai dengan nilai kelembaban tanah yang dapat terjaga pada nilai setpoint.

Kata kunci: Arduino Mega2560, sensor kelembaban tanah, driver motor L298N

Abstract

Soil moisture affects the growth of a plant, soil moisture that is not in accordance with the needs of a plant will make plant growth not optimal. Need to monitor watering plants so that soil moisture is maintained at the required value. This study designed a soil moisture control system on tomato plants using the PID method. The system design is made using Arduino Mega2560 as the main controller, LCD 20x40 as a display data output on the system, soil moisture sensor soil moisture sensor hygrometer module, L298N motor driver and dc pump motor. Soil moisture control system in tomato plants using the PID method that is designed to monitor automatically by controlling soil moisture in tomato plants in order to maintain the soil moisture value as desired, which is about 60%. The results of testing the whole system obtained the best PID tuning results with $kp = 30$, $ki = 100$, and $kd = 80$. The PID performance is approaching the setpoint value and there is little error and the resulting PWM value increases or decreases rapidly in proportion to the given kp parameter. The process indicates good system performance in accordance with soil moisture values that can be maintained at the setpoint value.

Keywords: Arduino Mega2560, soil moisture sensors, L298N motor driver

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi sangat berperan dalam kemajuan di segala bidang dan memudahkan pekerjaan manusia, salah satunya di bidang pertanian. Banyak penemuan-penemuan yang bermanfaat dan sangat membantu petani. Salah satu dari kemajuan teknologi tersebut adalah sistem penyiraman tanaman. Penyiraman tanaman merupakan pekerjaan yang harus dilakukan setiap hari, baik itu untuk tanaman pertanian ataupun di taman-taman yang dibuat

usaha budidaya atau pangan. Perawatan tanaman tentunya harus secara intensif dan berskala agar tanaman terlihat sehat dan segar. Salah satu langkah yang dilakukan dengan cara penyiraman yang teratur[1],[2].

Metode penyiraman tanaman saat ini masih dilakukan secara manual, atau sistem yang menggunakan *timer otomatis* untuk menyiram tanaman. Akan tetapi salah satu permasalahan yang muncul adalah kurangnya debit air atau banyaknya debit air yang di siramkan ke tanah yang mengakibatkan tanaman tidak tumbuh optimal. Penyiraman tanaman harus memperhatikan kelembaban tanah sesuai yang dibutuhkan tanaman tersebut[3]. Dengan adanya modul RTC (*Real Time Clock*) dapat melakukan penyiraman tanaman secara otomatis sesuai dengan jadwal penyiraman yang telah ditentukan oleh penelitian[4].

Pada Penelitian sebelumnya dirancang sebuah alat penyiraman otomatis dengan menggunakan metode fuzzy dengan 5 membership *function*. Dengan menghasilkan penyiraman air secara otomatis selama 4,5 detik pada *greenhouse*[5].

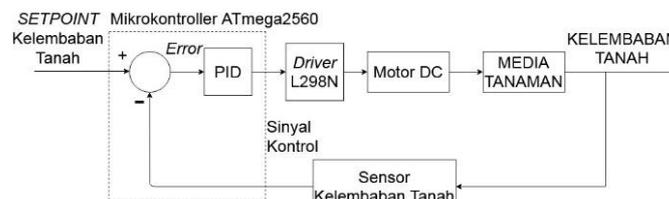
Teknologi penyiraman tanaman berkembang dengan sistem monitoring yang sudah dilengkapi secara *wireless*, dimana petani tidak perlu ke lokasi untuk melakukan pengukuran kelembaban tanah karena data *soil moisture* sensor yang mendeteksi nilai kelembaban tanah akan dikirimkan secara modul *transceiver* Nrf24101[6]. Perkembangan sistem *wireless* monitoring lainnya dengan menggunakan modul GSM sim900a yang akan mengirimkan pesan tentang kondisi tanaman kepada user tanpa harus terhubung dengan internet[7], dan data pembacaan sensor dapat dipantau melalui user interface pada komputer ataupun telepon genggam[8].

Untuk menghasilkan tanaman tomat dengan kualitas yang baik, kelembaban tanah yang dibutuhkan adalah sekitar 60% tidak terlalu kering maupun basah[9]. Maka penelitian ini akan merancang sistem kontrol kelembaban tanah pada tanaman tomat menggunakan kontroler *Proportional-Integral-Derivative* (PID). Sistem bekerja secara otomatis untuk memonitor dengan mengontrol kelembaban tanah pada tanaman tomat agar dapat mempertahankan nilai kelembaban yang diinginkan, yaitu dengan nilai kelembaban tanah sekitar 60%. Kontrol PID merupakan gabungan dari tiga macam kontroler, yaitu pengontrol proporsional (*Proportional Controller*), pengontrol integral (*Integrall Controller*) dan pengontrol turunan (*Derivative Controller*)[10]. Algoritma PID dipilih karena mudah diimplementasikan dalam sistem kontrol kelembaban tanah, dan dapat memperbaiki hasil kelembaban tanah pada tanaman tomat agar tetap stabil pada nilai kelembaban setpoint yang diinginkan.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Diagram Blok Sistem

Diagram blok sistem kontrol kelembaban tanah pada tanaman tomat menggunakan metode PID ditunjukkan pada Gambar 1.



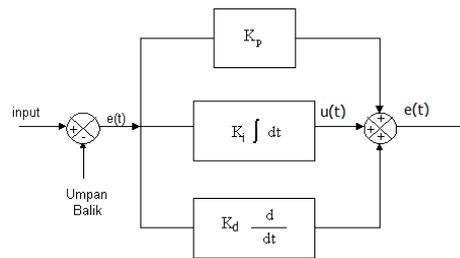
Gambar 1. Diagram Blok Sistem

Prinsip kerja sistem kontrol kelembaban tanah pada tanaman tomat menggunakan metode PID yaitu mula-mula alat diberikan nilai *setpoint* berupa tingkat kelembaban tanah acuan dengan menggunakan *keypad*. Alat membaca tingkat kelembaban tanah aktual dengan menggunakan sensor kelembaban tanah. Nilai *setpoint* dari *keypad* dan tingkat kelembaban aktual yang dibaca sensor kelembaban tanah akan ditampilkan pada layar LCD 20x4. Setelah input *keypad* terbaca dan sensor membaca tingkat kelembaban tanah, kemudian mikrokontroler arduino mega2560 akan menghitung nilai *error*. Nilai *error* tersebut akan diproses menggunakan PID, dan hasil proses PID tersebut adalah berupa sinyal keluaran yang nantinya akan digunakan untuk mengatur

penyiraman pada pompa air DC. Dengan adanya proses PID tersebut sistem secara otomatis akan menjaga tingkat kelembaban tanah tetap stabil sesuai dengan nilai *setpoint*.

Kelembaban tanah merupakan jumlah air yang tersimpan diantara pori-pori tanah[11], yang memiliki peran penting dalam pertumbuhan sebuah tanaman. Suatu tanaman akan berkembang dengan baik jika memiliki kelembaban tanah yang sesuai dengan kebutuhan pertumbuhan tanaman tersebut. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem yang bekerja secara otomatis dan cerdas untuk melakukan penyiraman tanaman. Sistem ini akan menjaga kadar air pada tanah yang sesuai dengan kebutuhan tanaman.

Sistem ini memanfaatkan pengendalian PID dengan struktur paralel dengan cara menjumlahkan keluaran dari pengendalian P, I dan D. Gambar 2 menunjukkan pengendali PID struktur paralel.



Gambar 2. Diagram blok pengendali PID struktur Paralel

Sinyal keluaran pengendali PID struktur paralel dinyatakan sesuai dengan persamaan 1.

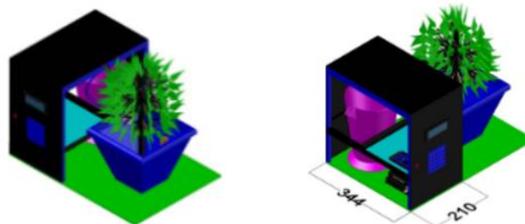
$$u(t) = K_p \cdot e(t) + K_i \int e(t) dt + K_d \cdot \frac{de(t)}{dt} \quad (1)$$

dimana $u(t)$ adalah sinyal keluaran pengendali PI, K_p merupakan konstanta *proportional*, K_i konstanta integral, K_d konstanta turunan dan $e(t)$ adalah 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 .

2.2. Perancangan Mekanik Alat

Bahan yang digunakan untuk membuat alat sistem kontrol kelembaban tanah pada tanaman tomat ini menggunakan bahan papan yang berukuran panjang 500 mm, lebar 344 mm, tinggi 330 mm dan ketebalan 5 mm. Komponen yang dipakai pada alat pengontrol kelembaban tanah pada tanaman tomat ini berupa LCD 20X4, keypad 4x4, dan saklar, Arduino Mega2560, driver motor L298N, power supply 12 volt dan pompa air dc 12.

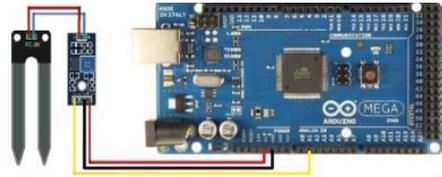


Gambar 3. Perancangan Mekanik Alat

2.3. Perancangan Elektronik

2.3.1. Rangkaian Sensor Kelembaban Tanah

Sensor kelembaban tanah adalah sensor yang digunakan untuk mengetahui persentase kandungan air di dalam tanah. Sensor Kelembaban Tanah terhubung pada mikrokontroler dengan mengukur kadar air tanah secara *real time*. Pengkabelan sensor kelembaban tanah ditunjukkan pada Gambar 4.

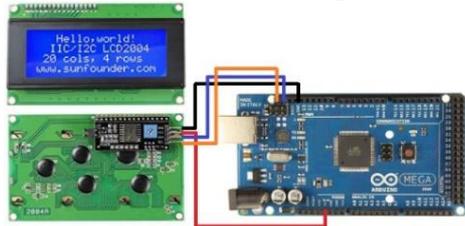


Gambar 4. Pengkabelan Sensor Kelembaban Tanah ke arduino mega2560

Pada sensor kelembaban tanah terdapat tiga buah pin dimana pin 1 dihubungkan pada pin Vcc arduino Mega2560, pin 2 dihubungkan pada pin GND arduino Mega2560, dan pin 3 dihubungkan pada pin *analog input* pada arduino mega2560. Pin *analog input* akan membaca besar tegangan masukan dari sensor dengan referensi tegangan sebesar 5 VDC yang di *supply* dari arduino Mega2560.

2.3.2. Rangkaian LCD 20x4

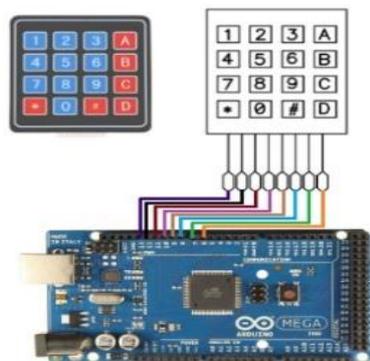
Rangkaian *display* LCD digunakan untuk menampilkan nilai *output* dari alat kelembaban tanah. Nilai yang dibaca antara lain yaitu keadaan kelembaban tanah dan nilai *setpoint* pada alat kelembaban tanah. Pengkabelan LCD 20x4 ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Pengkabelan LCD 20x4 ke arduino mega2560

2.3.3. Rangkaian Keypad Matriks 4x4

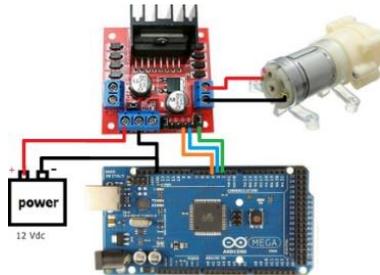
Keypad matriks 4x4 pada alat sistem kontrol kelembaban tanah digunakan untuk menentukan nilai *setpoint* yang diinginkan. Wiring *keypad* matrik terhubung langsung dengan arduino Mega2560. Pengkabelan *keypad* matriks 4x4 dapat ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Pengkabelan Keypad 4x4 ke arduino mega2560

2.3.4. Rangkain *Driver* dan Motor Pompa Air 12 DC

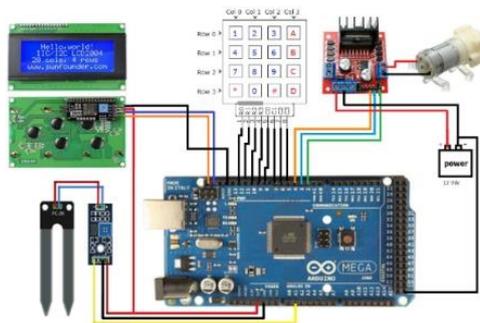
Pengendalian kecepatan pompa air 12 Vdc dilakukan dengan menggunakan komponen tambahan berupa IC L298N. Masukan IC L298N dihubungkan pada pin 2, 3. Kemudian pin OUT 3 dan OUT 4 pada IC L298N masing-masing dihubungkan pada pompa air untuk menggerakkan motor didalam pompa air. Pengaturan kecepatan pompa air 12Vdc ditentukan dengan sinyal PWM (*Pulse Width Modulation*) yang dihasilkan dari pin 3 pada arduino mega2560. Pin-pin ini dikhususkan dapat menghasilkan sinyal PWM. Pengkabelan *driver* L298N dan motor pompa air 12 Vdc ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Pengkabelan *LCD 20X4* ke arduino mega2560

2.3.5. Rangkaian Keseluruhan

Rangkaian keseluruhan dari alat kelembaban tanah ditunjukkan pada Gambar 8.

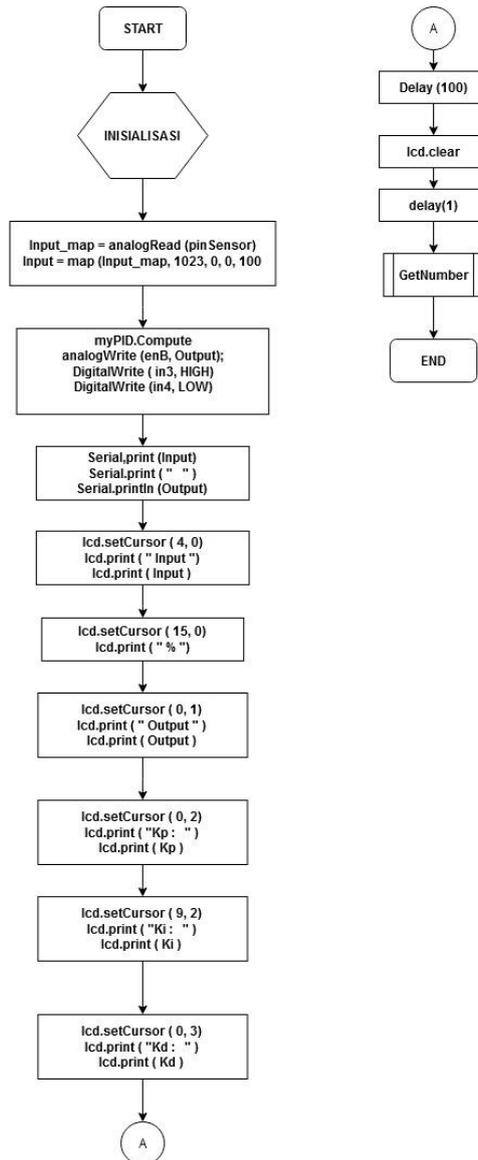


Gambar 8. Pengkabelan keseluruhan

Cara kerja dari rangkaian keseluruhan system adalah pertama *keypad* memberi inputan *setpoint* yang diinginkan yaitu 25% pada sensor kelembaban tanah, lalu LCD 20x4 menampilkan inputan sensor kelembaban tanah, *output* PWM motor dan nilai *kp*, *ki*, *kd*. Ketika inputan sensor kelembaban tanah <25 % maka pompa air akan menyala untuk menyiram tanaman tomat tersebut. Ketika >25 % maka pompa air tidak akan melakukan penyiraman tanaman tersebut.

2.4. Perancangan perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak pengendalian pada sistem kontrol kelembaban tanah menggunakan *software* arduino IDE (*Integrated Development Environment*) sebagai *tools* untuk membuat perangkat lunak. Sebelum masuk dalam tahap pemrograman, terlebih dahulu dibuat diagram alir program yang menggambarkan algoritma sistem yang akan dibuat. Diagram alir dari sistem ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Flowchar Program

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

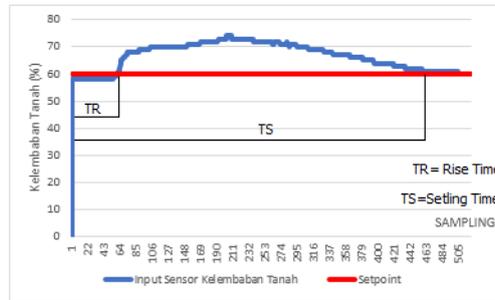
Pengujian dilakukan untuk mengetahui kinerja sistem kontrol kelembaban tanah pada tanaman tomat menggunakan metode PID. Pengujian dilakukan selama 6 hari.

3.1. Tuning PID Pada Sistem kelembaban tanah

Tuning PID dilakukan untuk mendapatkan parameter nilai proporsional (K_p), integral (K_i) dan differensial (K_d) sehingga dapat mengendalikan debit air pada sistem secara stabil. *Tuning* PID dilakukan dengan metode *heuristic* yaitu dengan cara memasukkan nilai-nilai tertentu pada parameter nilai K_p , K_i , dan K_d .

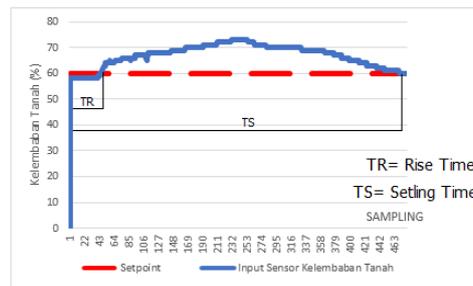
Pada *tuning* PID dilakukan dengan cara memasukkan nilai parameter K_p , K_i , dan K_d ke dalam program arduino. Langkah pertama yaitu dengan memberikan nilai K_p , mulai dari nilai kecil dan dinaikkan pelan-pelan sampai diperoleh kelembaban tanah aktual mendekati kelembaban tanah acuan, dengan menghilangkan nilai K_d untuk mengubah respon sistem. Pada pengujian pertama dilakukan dengan parameter $K_p=20$, $K_i=25$, dan $K_d=25$ dengan nilai *setpoint* 60%. 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 , dan K_d . Hasil pengujian untuk perbandingan kelembaban tanah *setpoint* dan kelembaban tanah aktual pada tanaman tomat ditunjukkan dalam bentuk grafik seperti ditunjukkan pada Gambar 10.



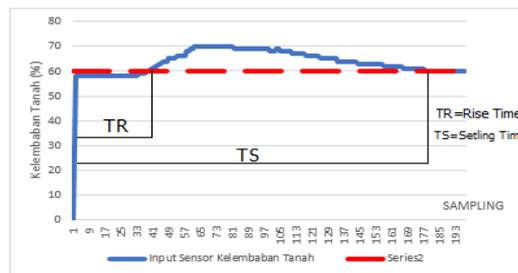
Gambar 10. Grafik Respon Sistem PID pada saat nilai $K_p=20$, $K_i=25$, dan $K_d=25$

Pada pengujian kedua dilakukan dengan parameter $K_p=20$, $K_i=50$, dan $K_d=35$ dengan nilai *setpoint* 60%. Setelah itu mulai mengupload program dan melihat hasil grafik pada serial monitor. Jika hasil grafik belum stabil maka dilakukan kembali untuk mengatur nilai parameter K_p , K_i , dan K_d . Grafik respon sistem PID pada saat nilai $K_p=20$, $K_i=50$, dan $K_d=35$ ditunjukkan pada Gambar 11.



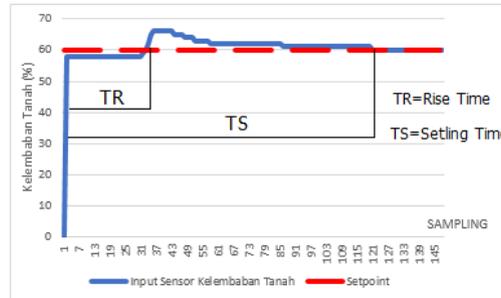
Gambar 11. Grafik Respon Sistem PID pada saat nilai $K_p=20$, $K_i=50$, dan $K_d=35$

Pada pengujian ketiga dilakukan dengan parameter $K_p=30$, $K_i=75$, dan $K_d=70$ dengan nilai *setpoint* 60%. 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 , dan K_d . Hasil pengujian untuk perbandingan kelembaban tanah *setpoint* dan kelembaban tanah aktual pada tanaman tomat ditunjukkan dalam bentuk grafik dapat ditunjukkan pada Gambar 12.



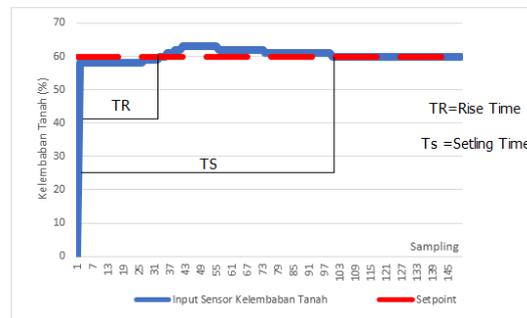
Gambar 12 Grafik Respon Sistem PID pada saat nilai $K_p=30$, $K_i=75$, dan $K_d=70$

Pada pengujian keempat dilakukan dengan parameter $K_p=10$, $K_i=100$, dan $K_d=80$ dengan nilai *setpoint* 60%. Setelah itu mulai mengupload program dan melihat hasil grafik pada serial monitor. Jika hasil grafik belum stabil maka dilakukan kembali untuk mengatur nilai parameter K_p , K_i , dan K_d . Hasil pengujian untuk nilai $K_p=10$, $K_i=100$, dan $K_d=80$ ditunjukkan dalam bentuk grafik ditunjukkan pada Gambar 13.



Gambar 13 Grafik Respon Sistem PID pada saat nilai $k_p= 10$, $k_i=100$, $k_d=80$

Pada pengujian kelima dilakukan dengan parameter $K_p=30$, $K_i=100$, dan $K_d=80$ dengan nilai *setpoint* 60%. Setelah itu mulai mengupload program dan melihat hasil grafik pada serial monitor. Jika hasil grafik belum stabil maka dilakukan kembali untuk mengatur nilai parameter K_p , K_i , dan K_d . Grafik hasil pengujian untuk nilai $K_p=30$, $K_i=100$, dan $K_d=80$ ditunjukkan pada Gambar 14.

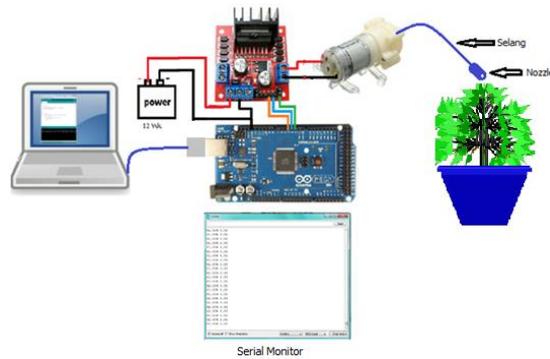


Gambar 14 Grafik Respon Sistem PID pada saat nilai $K_p=30$, $K_i=100$, dan $K_d=80$

Dari hasil pengujian *tunning* PID dengan nilai parameter $K_p=30$, $K_i=100$, dan $K_d=80$ dengan nilai *setpoint* 60%, $TR=25$, $TS=97$ sudah mencapai *steady state*, dengan respon yang stabil. Dapat disimpulkan berdasarkan hasil *tunning* PID yang terbaik yaitu pada pengujian yang kelima dengan nilai $K_p=30$, $K_i=100$, dan $K_d=80$ dengan sistem kinerja PID sudah hampir mendekati nilai *setpoint* dan terdapat *error* sedikit serta nilai PWM yang dihasilkan meningkat ataupun menurun cepat sebanding dengan parameter K_p yang diberikan.

3.2. Pengujian Keseluruhan

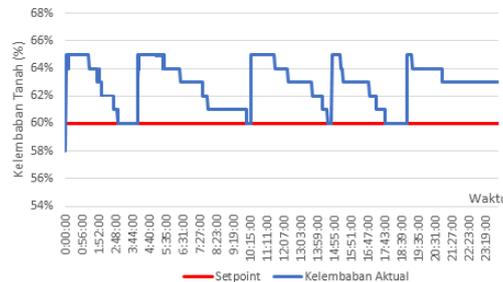
Pengujian keseluruhan ini bertujuan untuk mengetahui sistem kerja pengendalian kelembaban tanah pada tanaman tomat menggunakan metode kendali PID dengan nilai $K_p=30$, $K_i=100$, dan $K_d=80$. Pengujian diawali dengan melakukan penyiraman sampai kelembaban dinaikan perlahan-lahan hingga 60%. Kemudian diamati pada saat kelembaban turun kembali mencapai 59% dengan *setpoint* 60%. Skema pengujian keseluruhan ditunjukkan pada Gambar 15. Skema pengujian keseluruhan dimulai dengan memasukkan *setpoint* menggunakan *keypad* dengan nilai $K_p=30$, $K_i=100$, dan $K_d=80$, kemudian alat akan mulai berjalan hingga menampilkan data dari serial monitor ke laptop. Pengujian dilakukan selama 6 hari.



Gambar 15. Skema Pengujian Keseluruhan

3.2.1. Pengujian Tanggal 24 Januari 2020

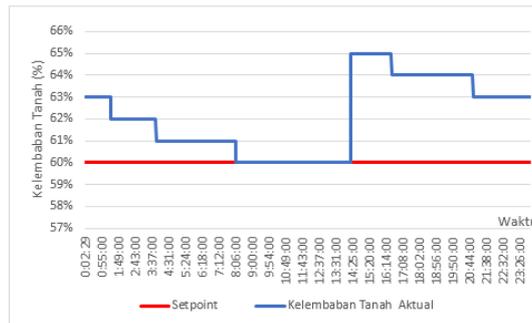
Pengujian tanggal 24 Januari 2020 dalam rentang waktu selama 24 jam dengan cuaca panas, alat penyiraman tanaman tomat otomatis mengalami penyiraman sebanyak 5 kali, yaitu : pada jam 00:00 pagi, durasi penyiraman 13 detik, jam 04:00 pagi durasi penyiraman 17 detik, jam 10:15 pagi durasi penyiraman 19 detik, jam 14:45 siang durasi penyiraman 23 detik dan pada jam 18:54 malam durasi penyiraman 19 detik. Hasil pengujian tanggal 24 Januari 2020 ditunjukkan pada Gambar 16.



Gambar 16. Grafik Pengujian 24 Januari 2020

3.2.2. Pengujian Tanggal 25 Januari 2020

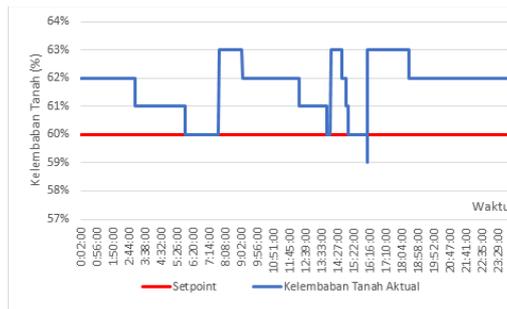
Pengujian tanggal 25 Januari 2020 dengan rentang waktu selama 24 jam dengan cuaca hujan. Alat penyiraman tanaman tomat otomatis mengalami penyiraman sebanyak 1 kali pada jam 14:17 siang durasi penyiraman 19 detik. Grafik pengujian 25 Januari 2020 ditunjukkan pada Gambar 17.



Gambar 17. Grafik Pengujian 25 Januari 2020

3.2.3. Pengujian Tanggal 26 Januari 2020

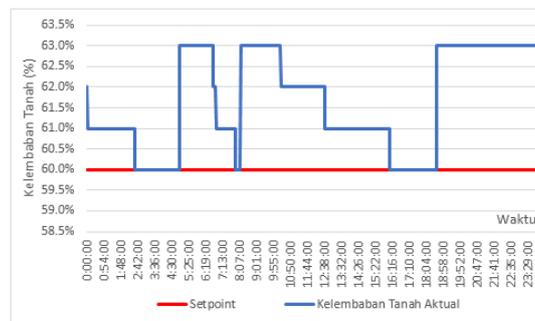
Pengujian tanggal 26 Januari 2020 dengan rentang waktu selama 24 jam, dengan cuaca hujan dan cuaca panas. Alat penyiraman tanaman tomat otomatis mengalami penyiraman sebanyak 3 kali, yaitu pada jam 07:44 pagi durasi penyiraman 16 detik, jam 14:02 siang durasi penyiraman 17 detik dan pada jam 16:06 sore durasi penyiraman 18 detik. Grafik pengujian 26 Januari 2020 ditunjukkan pada Gambar 18.



Gambar 18 Grafik Pengujian 26 Januari 2020

3.2.4. Pengujian Tanggal 27 Januari 2020

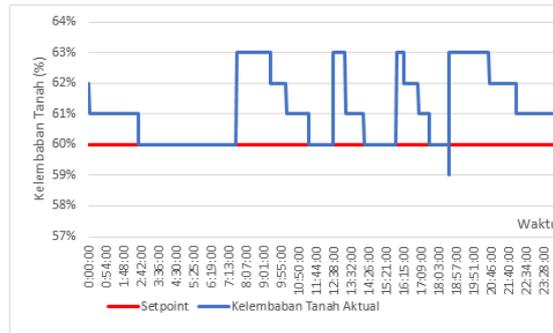
Pengujian tanggal 27 Januari 2020 dengan rentang waktu selama 24 jam, dengan cuaca hujan dan cuaca panas. Alat penyiraman tanaman tomat otomatis mengalami penyiraman sebanyak 3 kali, yaitu pada jam 04:53 pagi durasi penyiraman 17 detik, jam 08:08 pagi durasi penyiraman 19 detik dan jam 18:36 sore durasi penyiraman 16 detik. Grafik pengujian 27 Januari 2020 ditunjukkan pada Gambar 19.



Gambar 19. Grafik Pengujian 27 Januari 2020

3.2.5. Pengujian Tanggal 28 Januari 2020

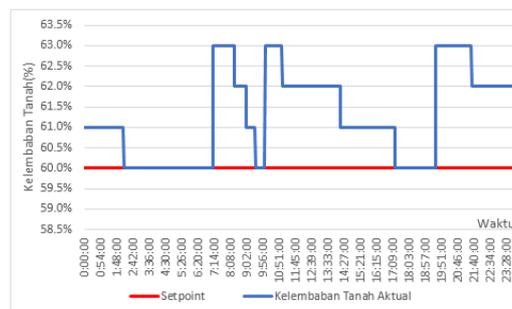
Pengujian tanggal 28 Januari 2020 dengan rentang waktu selama 24 jam, dengan cuaca hujan dan cuaca panas. Alat penyiraman tanaman tomat otomatis mengalami penyiraman sebanyak 4 kali, yaitu pada jam 07:42 pagi durasi penyiraman 16 detik, jam 12:35 siang durasi penyiraman 20 detik, jam 15:50 sore durasi penyiraman 17 detik dan pada jam 18:32 malam durasi penyiraman 16 detik. Grafik pengujian 28 Januari 2020 ditunjukkan pada Gambar 20.



Gambar 20. Grafik Pengujian 28 Januari 2020

3.2.6. Pengujian Tanggal 29 Januari 2020

Pengujian tanggal 29 Januari 2020 pada rentang waktu selama 24 jam, dengan cuaca hujan dan panas. Alat penyiraman tanaman tomat otomatis mengalami penyiraman sebanyak 3 kali, yaitu pada jam 07:10 pagi durasi penyiraman 20 detik, jam 10:03 siang durasi penyiraman 17 detik dan pada jam 19:30 malam durasi penyiraman 18 detik. Grafik pengujian 29 Januari 2020 ditunjukkan pada Gambar 21.



Gambar 21. Grafik Pengujian 29 Januari 2020

Dari hasil pengujian keseluruhan selama 6 hari, jumlah penyiraman terjadi perhari tergantung cuaca. Jika cuaca panas maka total penyiraman dalam satu hari 5 kali, cuaca hujan hanya membutuhkan satu kali penyiraman. Dari hasil sistem penyiraman tersebut respon setpoint sesuai dengan diinginkan. Jika kelembaban lebih kecil dari 60% maka sistem langsung menyiram tanaman tomat. Jika kelembaban lebih besar dari 60% maka sistem tidak menyiram.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan percobaan yang sudah dilakukan dapat disimpulkan hasil *tunning* PID dengan nilai $K_p=30$, $K_i=100$, dan $K_d=80$ dengan *setpoint* 60% didapatkan respon yang stabil dengan jumlah *Setling Time*=25 detik, dan *Rise Time* sebesar 97 detik. Hasil pengujian keseluruhan selama 6 hari jumlah penyiraman terjadi perharinya tergantung cuaca, jika

cuaca panas maka total penyiraman dalam satu hari 5 kali, cuaca hujan total penyiraman hanya membutuhkan satu kali penyiraman. Kinerja PID sudah mendekati nilai setpoint yang menunjukkan kinerja sistem baik. Dengan diterapkannya kontrol PID pada sistem, waktu penyiraman tanaman secara otomatis dapat dikendalikan untuk memonitor dengan mengontrol kelembaban tanah pada tanaman tomat agar dapat mempertahankan nilai kelembaban tanah sekitar 60%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] W. Sintia, D. Hamdani, and E. Risdianto, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Kelembaban Tanah dan Suhu Udara Berbasis GSM SIM900A dan ARDUINO UNO," *Kumparan Fis.*, vol. 1, no. 2, pp. 60–65, 2018.
- [2] R. Ginanjar, R. Candra, and S. Kembaren, "Kendali dan Pemantauan Kelembaban Tanah, Suhu Ruangan, Cahaya untuk Tanaman Tomat," *J. Ilm. Inform. Komput.*, vol. 23, no. 3, pp. 166–174, 2018.
- [3] S. S. Sheikh, A. Javed, M. Anas, and F. Ahmed, "Solar Based Smart Irrigation System Using PID Controller," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, 2018.
- [4] A. C. Achmad Dimas Permadi, Ing. Soewarto Hardhienata1 and P. S. I. K.-F. U. Pakuan, "Model Sistem Penyiraman dan Penerangan Taman Menggunakan Soil Moisture Sensor dan RTC (Real Time Clock) Berbasis ARDUINO UNO," vol. 37, no. 5, pp. 362–363, 1971.
- [5] M. R. Maulana, M. H. H. Ichsan, and S. Purnomo, "Penerapan Metode Logika Fuzzy Untuk Alat Kontrol Kelembaban Tanah Pada Greenhouse Laboratorium Tanah BPTP Jawa Timur," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 2, no. 11, pp. 4483–4490, 2018.
- [6] P. Asriya and M. Yusfi, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Kelembaban Tanah Menggunakan Wireless Sensor Berbasis Arduino Uno," *J. Fis. Unand*, vol. 5, no. 4, pp. 327–333, 2016.
- [7] S. Wulantika, H. Dedy, and R. Eko, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Kelembaban Tanah dan Suhu Udara Berbasis GSM SIM900A DAN ARDUINO UNO," *J. Kumparan Fis.*, vol. 1, no. 2, pp. 60–65, 2018.
- [8] D. Z. Harfi, P. Pangaribuan, and Estananto, "Monitoring Dan Pengendali Kelembaban Dan Suhu Tanah Pada Tanaman Cabai Di Wadah Menggunakan Fuzzy Logic," *e-Proceeding Eng.*, vol. 5, no. 3, pp. 3942–3949, 2018.
- [9] R. Gunawan, T. Andhika, . S., and F. Hibatulloh, "Monitoring System for Soil Moisture, Temperature, pH and Automatic Watering of Tomato Plants Based on Internet of Things," *Telekontran J. Ilm. Telekomun. Kendali dan Elektron. Terap.*, vol. 7, no. 1, pp. 66–78, 2019, doi: 10.34010/telekontran.v7i1.1640.
- [10] V. V. Doren, "Sorting Out PID Controller Differences," *Control Eng.*, vol. 2, pp. 42–43, 2009.
- [11] Lutfiyana, N. Hudallah, and A. Suryanto, "Rancang Bangun Alat Ukur Suhu Tanah, Kelembaban Tanah, dan Resistansi," *J. Tek. Elektro*, vol. 9, no. 2, pp. 80–86, 2017.