

Sistem Penyiraman Otomatis Pada Tanaman Bonsai Menggunakan PID

^{1st} Aditya Firmansyah Hartono

Fakultas Ilmu Terapam
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

adityafirmansyah@student.telkomuniversity.ac.id

^{2nd} Marlindia Ike Sari

Fakultas Ilmu Terapam
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

ike@tass.telkomuniversity.ac.id

^{3rd} Periyadi

Fakultas Ilmu Terapam
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

periyadi@tass.telkomuniversity.ac.id

Abstrak— Menyiram merupakan bagian terpenting pada saat merawat tanaman bonsai, penyiraman secara teratur akan membuat akar bonsai yang tertanam pada pot selalu memperoleh asupan air. Maka diperlukan penyiraman tanaman bonsai secara otomatis agar kelembaban tanah terjaga pada nilai yang dibutuhkan. Penelitian ini merancang sistem penyiraman otomatis pada tanaman bonsai menggunakan metode PID. Perancangan sistem yang dibuat menggunakan LCD 16x2 sebagai tampilan data output pada sistem, sensor kelembaban tanah menggunakan soil moisture sensor, seluruh data sensor akan di proses Arduino Uno sehingga menghasilkan nilai PID untuk keluaran driver motor L298N dan pompa DC. Sistem penyiraman otomatis pada tanaman bonsai dengan menggunakan metode PID yang dirancang dapat melakukan penyiraman secara otomatis dengan mempertahankan nilai sensor kelembaban tanah sesuai dengan yang diinginkan, yaitu sekitar 70 sampai 80 persen. Hasil pengujian keseluruhan sistem didapatkan hasil tuning PID yang terbaik dengan parameter $k_p=20$, $k_i=15$, $k_d=15$ dengan respon yang stabil mencapai nilai setpoint dan error bernilai nol serta nilai PWM yang dihasilkan meningkat atau menurun sebanding dengan parameter K_p yang diberikan.

Kata kunci— Arduino Uno, sensor kelembaban tanah, tanaman bonsai

I. PENDAHULUAN

Sebagian besar masyarakat di Indonesia mempunyai lahan di sekitar rumah, biasanya lahan tersebut dimanfaatkan sebagai taman. Di perkotaan yang mempunyai tingkat polusi udara yang cukup tinggi membutuhkan tanaman yang dapat memberikan sirkulasi udara yang segar dan bersih bagi penghuni rumah. Taman juga berguna untuk menyalurkan hobi berkebun, salah satu aktivitas yang cukup banyak digemari kala pandemi adalah merawat tanaman hias. Terdapat banyak sekali jenis tanaman hias yang dapat ditanam langsung di sekitar pekarangan rumah salah satunya adalah tanaman bonsai.

Tanaman bonsai merupakan salah satu tanaman hias berasal dari negara jepang yang dapat tumbuh di dalam tempat berukuran kecil dan memiliki ukuran yang kerdil. Merawat tanaman bonsai tidak dapat dilakukan secara sembarangan, setiap tahap perawatan harus dilakukan dengan hati-hati. Menyiram merupakan bagian terpenting pada saat merawat tanaman bonsai, penyiraman secara teratur akan membuat akar bonsai yang tertanam pada pot selalu memperoleh asupan air. Pastikan terdapat lubang pada pot yang dapat mengalirkan air untuk menjaga kelembabannya agar tanah tidak terlalu basah maupun terlalu kering yang mengakibatkan tumbuhnya jamur dan dapat

membusukkan akar. Penyiraman dapat dilakukan pada pagi dan sore hari bertujuan untuk menjaga tanah atau media tanam tidak mengalami kekeringan yang mengakibatkan tanaman bonsai mengalami kematian.

Maka dari itu, timbul suatu ide untuk memudahkan penyiraman tanaman bonsai secara otomatis yang mampu melakukan penyiraman berdasarkan kelembaban tanah. Untuk mengukur tingkat kelembaban tanah menggunakan sensor kelembaban tanah. Seluruh data sensor akan diproses melalui mikrokontroler sehingga menghasilkan nilai PID untuk keluaran pada pompa DC dan kipas DC.

II. KAJIAN TEORI

A. Tanaman Bonsai



Gambar 1

Tanaman bonsai merupakan tanaman yang sengaja dikerdilkan, tanaman bonsai biasanya ditanamkan dalam pot yang dangkal dengan tujuan membuat miniatur dari bentuk pohon asli yang sudah tua. Cara merawat tanaman bonsai antara lain pemberian pupuk, pemangkasan, pembentukan tanaman, penyiraman dan penggantian pot beserta tanah. Untuk kelembaban yang diperlukan dari tanaman bonsai berkisar antara 70 hingga 80 persen [1].

B. Kontroler PID

Kontroler PID (Proporsional, Integral, Derivatif) biasanya digunakan pada sistem kontrol industri sebagai kontroler mekanisme umpan balik. Sebuah kontroler PID secara kontinyu menghitung kesalahan sebagai pembeda antara setpoint yang diinginkan. Kontroler mencoba meminimalkan nilai kesalahan dengan variabel kontrol.

$$u(t) = P(t) = K_p e(t) + K_i \int_0^t e(T) dr + K_d \frac{de(t)}{dt}$$

Dengan:

K_p = Gain Proporsional

K_i = Gain Integral

K_d = Gain Derivatif

e = Error

t = Waktu[2].

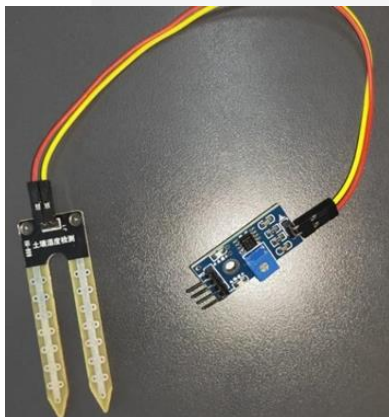
C. Arduino Uno R3



Gambar 2

Arduino Uno R3 merupakan mikrokontroler dengan menggunakan chip Atmega 328P, memiliki 14 pin digital (6 diantaranya dapat digunakan sebagai output pwm), dan memiliki 6 pin analog input. Arduino Uno R3 memiliki kristal 16MHz, SRAM 2 KB, EEPROM 1 KB, dan Flash Memory 32 KB. Dengan diameter ukuran 6.8 cm x 5.3 cm dengan berat 25 gram [3].

D. Soil Moisture Sensor



Gambar 3

Sensor kelembaban tanah YL-69 merupakan sensor kelembaban tanah yang terdiri dari YL-69 sebagai probe sensor serta YL-39 sebagai modul pengkondisian sinyal. Sensor kelembaban YL-69 memiliki 3 kondisi yang digunakan untuk membaca kadar air antara lain :

- 0 – 300 : Tanah kering
- 300 – 700 : Tanah lembab
- 700 – 950 : Tanah basah [4].

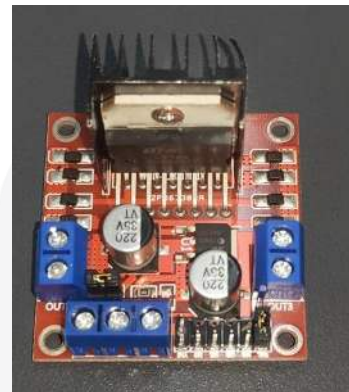
E. Modul Display LCD 16x2



Gambar 4

Liquid Crystal Display atau sering disebut dengan LCD merupakan modul penampil data berupa tulisan atau tulisan dengan mempergunakan kristal cair. LCD 16 x 2 terdiri dari 16 kolom dan 2 baris yang dilengkapi dengan backlight. Modul display ini dapat dialamati dengan mode 4 bit dan 8 bit dan terdapat karakter generator yang terprogram [5].

F. Driver Motor L298N



Gambar 5

Driver motor L298N adalah modul driver yang dapat digunakan untuk mengontrol kecepatan serta arah perputaran pada motor DC. Driver L298N mampu mengoperasikan 2 buah motor sekaligus. Driver L298N membutuhkan daya 12 volt dan 5 volt dimana kecepatan motor dapat di atur dengan *logic High / Low* dan *Pulse Width Modulation (PWM)* [6].

G. Arduino IDE



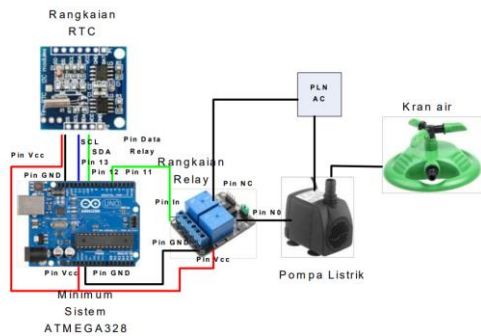
Gambar 6

Arduino IDE merupakan software yang digunakan untuk pembuatan source code dan mengupload ke board Arduino

uno untuk menjalankan sistem penyiraman otomatis pada tanaman bonsai.

III. METODE

A. Gambaran Sistem Saat Ini



Gambar 7

Pada Gambar 7 merupakan gambaran sistem yang ada dengan menggunakan mikrokontroler arduino dihubungkan RTC dan modul Relay. Modul Relay digunakan sebagai pemisah antara pompa air dan PLN [7]. Namun sayangnya pada sistem ini adalah keluaran air pada pompa hanya berupa aktif dan mati sehingga tidak dapat dikontrol keluaran airnya serta tidak mengetahui kelembaban pada tanah.

B. Identifikasi Kebutuhan Sistem

Adapun Kebutuhan Sistem dibedakan menjadi 2 yaitu Kebutuhan Fungsional dan Kebutuhan Non-Fungsional sebagai berikut:

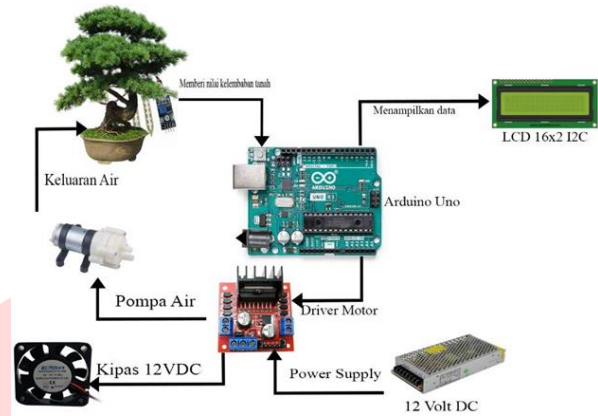
Tabel 1

No.	Kebutuhan Fungsional
1	Menggunakan Sistem Mikrokontroler
2	Penyiraman tanaman bonsai yang dapat mengukur kadar air pada tanah.

Tabel 2

No.	Kebutuhan Non – Fungsional
1	Membutuhkan arduino sebagai pengontrol penyiraman tanaman otomatis pada tanaman bonsai.
2	Membutuhkan sensor kelembaban tanah sebagai pendeteksi kelembaban pada tanah.
3	Membutuhkan driver motor L298N sebagai pengontrol gerak pada pompa DC.

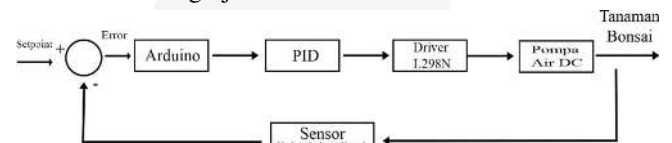
C. Perancangan Sistem Usulan



Gambar 8

Pada Gambar 8 merupakan blok diagram sistem dengan menggunakan mikrokontroler arduino uno dengan menghubungkan sensor kelembaban tanah. Serta modul display LCD 16 x 2 yang digunakan untuk menampilkan data sensor. Untuk keluaran pada mikrokontroler arduino menggunakan driver motor L298N yang terhubung ke power supply 12volt dapat digunakan untuk mengatur kecepatan pompa air DC dan Kipas DC.

D. Metode Pengerjaan



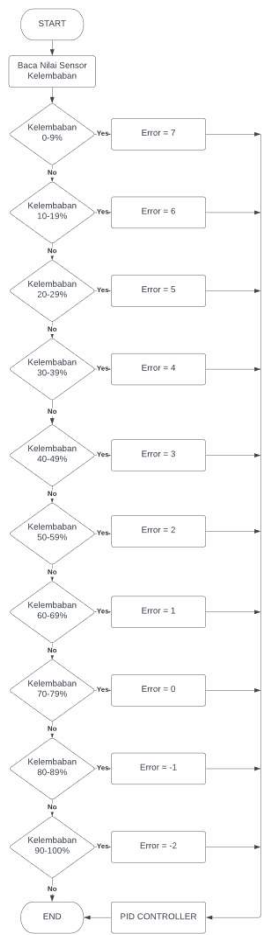
Gambar 9

Pada Gambar 9 menggunakan metode sistem kendali PID digunakan untuk menentukan setpoint sebagai pembatas nilai inputan yang akan diproses pada arduino sehingga akan menghasilkan nilai k_p , k_i , k_d dapat digunakan untuk menyalakan pompa air sesuai dengan kecepatan.

E. Metodologi Pengerjaan

Metodologi pengerjaan yang digunakan dengan metode prototyping. Prototyping merupakan proses dalam pengembangan produk dengan cara membuat rancangan, sampel, atau model dengan tujuan pengujian konsep atau proses kerja dari produk. Prototype memiliki tujuan adalah mengembangkan model atau rancangan produk menjadi produk final yang dapat memenuhi permintaan user. Proses pengembangan produk memungkinkan pengguna untuk berpartisipasi dalam proses pengembangan produk dengan memberikan evaluasi dan umpan balik. Umpan balik yang diberikan dapat digunakan sebagai acuan dalam pengembangan produk. Selain itu, prototipe dapat menghasilkan ide-ide baru yang dapat berkembang menjadi fitur yang baru.

F. Flowchart



Gambar 10

Pada Gambar 10 merupakan flowchart cara kerja dari sistem penyiraman otomatis pada tanaman bonsai, pada saat program memulai sensor kelembaban membaca kelembaban dari tanah. Dalam Penerapan pada pompa akan menyala sesuai dengan pembacaan kelembaban tanah atau error hingga pompa akan mati jika kondisi error = 0 atau kelembaban pada tanah sekitar 70 sampai 80 persen.

G. Kebutuhan Perangkat Keras

Dalam pembuatan sistem penyiraman otomatis pada tanaman bonsai dibutuhkan beberapa Perangkat Keras di antaranya:

Tabel 3

No.	Perangkat Keras	Fungsi	Spesifikasi
1	Arduino Uno	Mikrokontroler	Tegangan Operasi 5V Tegangan Input 7 – 12V Pin I/O Digital 14 (6 pin output PWM) 6 Pin Input Analog 40 mA arus DC per pin I/O Memori Flash 32

			KB SRAM 2KB EEPROM 1KB
2	Soil Moisture Sensor YL-69	Sensor Kelembaban Tanah	Tegangan Input 3.3 – 5V Tegangan Output 0 – 4.2V Arus 35mA
3	LCD I2C	Menampilkan Display	Tegangan Kerja +5V Mendukung protocol I2C Ukuran 41.5x19x15.3mm
4	Driver Motor L298N	Mengatur Kecepatan Pompa Air	Tegangan Input 3.2 – 40V Catu Daya 5V Arus Puncak 2 A Ukuran 3.4x4.3x2.7 cm

H. Kebutuhan Perangkat Lunak

Dalam pembuatan sistem penyiraman otomatis pada tanaman bonsai dibutuhkan beberapa Perangkat Lunak di antaranya:

Tabel 4

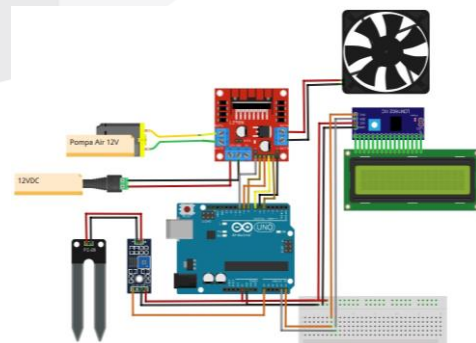
No.	Perangkat Lunak	Fungsi	Spesifikasi
1	Arduino IDE	Membuat sketch pemrograman sebagai media untuk pemrograman pada board yang ingin diprogram	Tipe Aplikasi Versi 1.8.19 Windows Store 1.8.57.0

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian hasil dan pembahasan ini berisi implementasi komponen atau perangkat keras yang digunakan pada setiap blok kendali sistem. Implementasi ini bertujuan untuk mengidentifikasi kelayakan serta performa komponen yang digunakan pada setiap sistem. Hal tersebut dilakukan sebagai langkah yang dapat meminimalisir adanya ketidaksesuaian atau kesalahan komponen pada sistem yang akan dirancang.

1. Hasil

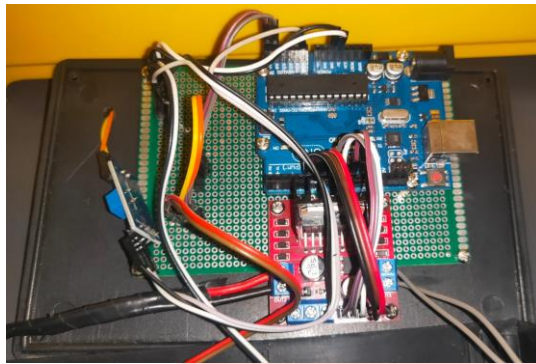
A. Gambaran Skematik Keseluruhan



Gambar 11

Rangkaian skematik keseluruhan sistem yang dibuat pada Gambar 11 dengan menggunakan aplikasi fritzing. Pada setiap komponen dihubungkan ke mikrokontroler arduino uno.

B. Box Elektronik



Gambar 12

Pada Gambar 12 merupakan implementasi dari rangkaian skematik keseluruhan pada Gambar 11 yang digunakan untuk meletakkan beberapa komponen antara lain Arduino uno, Driver motor L298N dan sensor kelembaban tanah pada box elektronik berwarna hitam dengan Panjang 18.5 cm, lebar 11.5 cm dan tinggi 6.5 cm.

C. Prototipe



Gambar 13

Pada Gambar 13 merupakan prototipe keseluruhan pada sistem penyiraman otomatis pada tanaman bonsai dengan menggunakan container storage dengan tinggi 40.5 cm, panjang 43 cm dan lebar 33 cm yang digunakan untuk menyimpan tanaman bonsai dan meletakkan box elektronik berisi beberapa komponen serta menambah kipas angin dc yang digunakan untuk mengeringkan kondisi tanah.

2. Pembahasan

A. Pengujian Sensor Kelembaban Tanah

1. Tujuan Pengujian

Pengujian sensor kelembaban tanah YL-69 ini bertujuan untuk mengetahui kondisi kelembaban pada tanah.

2. Skenario Pengujian

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui tingkat kelembaban tanah yang berbeda dengan menggunakan sensor soil moisture YL-69 dilakukan pada tanah kering, lembab dan basah.

Pengujian ini dilakukan menggunakan software Arduino IDE dengan menghubungkan sensor soil moisture YL-69 ke pin A0 pada Arduino uno sebagai hasil pembacaan analog.

3. Hasil Pengujian

Tabel 5

No.	Kondisi Tanah	Pembacaan Sensor	Keterangan
1			Tanah dalam keadaan kering.
2			Tanah dalam keadaan lembab.
3			Tanah dalam keadaan basah.

4. Analisis Pengujian

Berdasarkan hasil pengujian pengujian pada tabel 5 tersebut dapat diketahui bahwa sensor soil moisture YL-69 dapat bekerja sesuai fungsinya.

B. Pengujian Respon time Sensor

1. Tujuan Penelitian

Pengujian respon time pada sensor kelembaban tanah bertujuan untuk mengetahui respon dari sensor kelembaban tanah YL-69.

2. Skenario Pengujian

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui tingkat respon pada kelembaban tanah dengan menggunakan sensor soil moisture YL-69 dilakukan dengan memberi air ke tanah secara perlahan dan mengamati waktu pada saat sensor merespon. Pengujian ini dilakukan menggunakan software Arduino IDE dengan menghubungkan sensor soil moisture YL-69 ke pin A0 pada Arduino uno sebagai hasil pembacaan analog.

3. Hasil Pengujian

Tabel 6

No.	Nilai Awal	Nilai Akhir	Waktu (s)
1	1005	988	17.95
2	987	395	16.22
3	847	687	23.19
4	896	420	19.25

No.	Nilai Awal	Nilai Akhir	Waktu (s)
5	637	375	14.44
6	428	358	14.75
7	391	319	18.99
8	351	280	19.97
9	344	281	16.44
10	309	280	19.97

4. Analisis Pengujian

Berdasarkan hasil pengujian pengujian pada tabel 6 tersebut dapat diketahui bahwa sensor soil moisture YL-69 memiliki rata – rata respon memiliki waktu 18.117 second.

C. Pengujian Kendali PID

1. Tujuan Pengujian

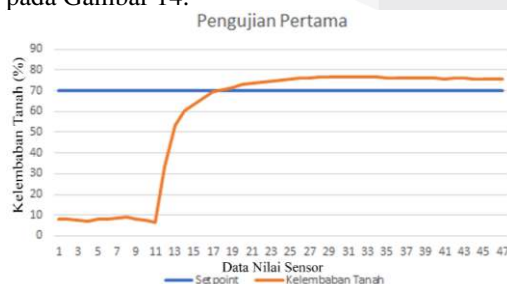
Tunning PID dilakukan untuk mendapatkan parameter nilai proporsional (Kp), integral (Ki), dan differensial (Kd) sehingga dapat mengendalikan pwm pada pompa secara stabil. Tunning PID dilakukan dengan metode *trial and error* yaitu memasukan nilai – nilai tertentu pada parameter Kp, Ki, dan Kd.

2. Skenario Pengujian

Pengujian dilakukan dengan lima kali pengujian dengan parameter Kp, Ki, dan Kd yang berbeda hingga menemukan nilai PID yang sesuai. Pada tunning PID dilakukan dengan cara memasukkan nilai Kp, Ki, dan Kd ke dalam program Arduino IDE untuk di upload ke board arduino sebagai mikrokontroler untuk menghasilkan nilai PID sebagai keluaran pada pompa air.

3. Hasil Pengujian

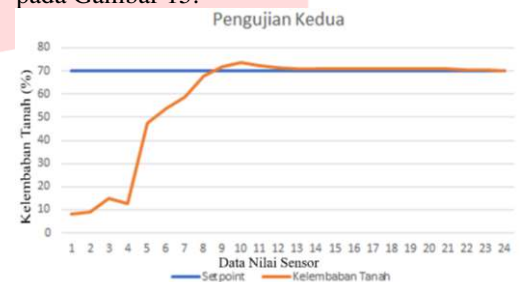
Pada pengujian pertama dilakukan dengan parameter $K_p=20, K_i=0, K_d=0$ dengan nilai setpoint antara 70-80%. Setelah itu mulai mengupload program dan melihat hasil pembacaan sensor dan pembacaan PWM pompa pada serial monitor pada software Arduino. Jika hasil grafik belum stabil maka dilakukan Kembali untuk mengatur parameter Kp, Ki, Kd. Grafik respon sistem PID dengan parameter $K_p = 20, K_i=0, K_d=0$ dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14

Pada saat pengujian pertama kondisi kelembaban tanah sekitar 7.82 persen lalu PWM pada pompa bernilai 140 sistem melakukan *running* sebanyak 47 kali hingga mencapai setpoint pada kelembaban 70 – 80 persen.

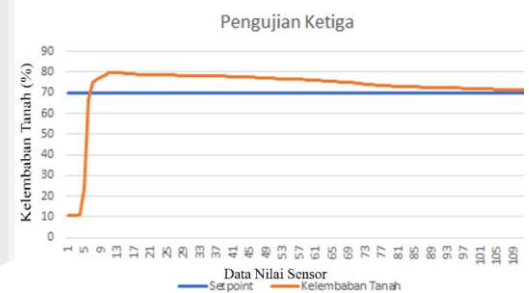
Pada pengujian kedua dilakukan dengan parameter $K_p=20, K_i=30, K_d=0$ dengan nilai setpoint antara 70-80%. Setelah itu mulai mengupload program dan melihat hasil pembacaan sensor dan pembacaan PWM pompa pada serial monitor pada software Arduino. Jika hasil grafik belum stabil maka dilakukan Kembali untuk mengatur parameter Kp, Ki, Kd. Grafik respon sistem PID dengan parameter $K_p = 20, K_i=30, K_d=0$ dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 15

Pada saat pengujian kedua kondisi kelembaban tanah sekitar 8.11 persen lalu PWM pada pompa bernilai 255 sistem melakukan *running* sebanyak 24 kali hingga mencapai setpoint pada kelembaban 70 – 80 persen.

Pada pengujian ketiga dilakukan dengan parameter $K_p=20, K_i=30, K_d=60$ dengan nilai setpoint antara 70-80%. Setelah itu mulai mengupload program dan melihat hasil pembacaan sensor dan pembacaan PWM pompa pada serial monitor pada software Arduino. Jika hasil grafik belum stabil maka dilakukan Kembali untuk mengatur parameter Kp, Ki, Kd. Grafik respon sistem PID dengan parameter $K_p = 20, K_i=30, K_d=60$ dapat dilihat pada Gambar 16.

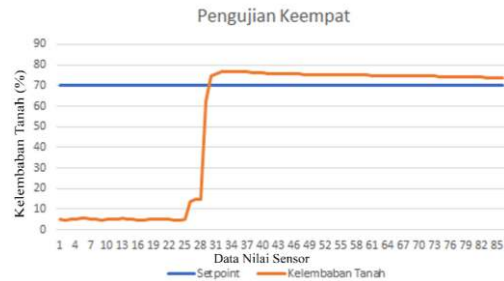


Gambar 16

Pada saat pengujian ketiga kondisi kelembaban tanah sekitar 10.95 persen lalu PWM pada pompa bernilai 255 sistem melakukan *running* sebanyak 109 kali hingga mencapai setpoint pada kelembaban 70 – 80 persen.

Pada pengujian keempat dilakukan dengan parameter $K_p=20, K_i=50, K_d=35$ dengan nilai setpoint antara 70-80%. Setelah itu mulai

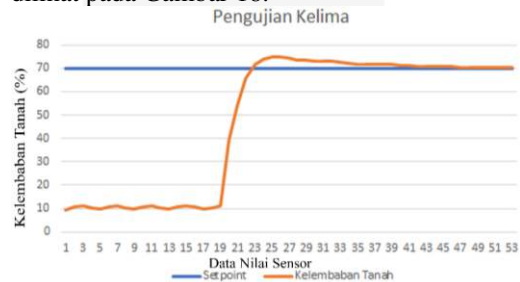
mengupload program dan melihat hasil pembacaan sensor dan pembacaan PWM pompa pada serial monitor pada software Arduino. Jika hasil grafik belum stabil maka dilakukan Kembali untuk mengatur parameter Kp, Ki, Kd. Grafik respon sistem PID dengan parameter Kp = 20, Ki=50, Kd=35 dapat dilihat pada Gambar 17.



Gambar 17

Pada saat pengujian keempat kondisi kelembaban tanah sekitar 4.99 persen lalu PWM pada pompa bernilai 255 sistem melakukan *running* sebanyak 85 kali hingga mencapai setpoint pada kelembaban 70 – 80 persen.

Pada pengujian kelima dilakukan dengan parameter Kp=20, Ki=15, Kd=15 dengan nilai setpoint antara 70-80%. Setelah itu mulai mengupload program dan melihat hasil pembacaan sensor dan pembacaan PWM pompa pada serial monitor pada software Arduino. Jika hasil grafik belum stabil maka dilakukan Kembali untuk mengatur parameter Kp, Ki, Kd. Grafik respon sistem PID dengan parameter Kp = 20, Ki=15, Kd=15 dapat dilihat pada Gambar 18.



Gambar 18

Pada saat pengujian kelima kondisi kelembaban tanah sekitar 9.48 persen lalu PWM pada pompa bernilai 255 sistem melakukan *running* sebanyak 53 kali hingga

mencapai setpoint pada kelembaban 70 – 80 persen.

4. Analisis Pengujian

Berdasarkan lima pengujian dengan parameter Kp, Ki, dan Kd yang berbeda di dapat parameter yang stabil pada pengujian kendali PID kelima dengan parameter Kp=20, Ki=15, dan Kd=15 dengan respon yang stabil mencapai nilai setpoint dan error bernilai nol serta nilai PWM yang dihasilkan meningkat atau menurun sebanding dengan parameter Kp yang diberikan.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil yang dapat diambil kesimpulan yaitu alat ini dapat bekerja sesuai fungsi dan tujuannya, yaitu sebagai penyiraman otomatis pada tanaman bonsai berdasarkan kelembaban tanah dengan menggunakan metode PID.

REFERENCES

- [1] N. Lorenza, "Fakultas pertanian universitas muhammadiyah sumatera utara medan 2019," *Scholar*, pp. 1–60, 2019.
- [2] K. Rosada, "Sistem Kontrol Pompa Air Menggunakan Kontroler PID Berbasis Raspberry PI," *Skripsi*, p. 49, 2017, [Online]. Available: <http://repository.its.ac.id/2420/>
- [3] "Arduino Uno Rev3", [Online]. Available: <https://store-usa.arduino.cc/products/arduino-uno-rev3?selectedStore=us>
- [4] J. Desember and K. Tanah, "Rancang Bangun Alat Ukur Suhu Tanah, Kelembaban Tanah, dan Resistansi," *J. Tek. Elektro*, vol. 9, no. 2, pp. 80–86, 2017, doi: 10.15294/jte.v9i2.11087.
- [5] "Hello World!", [Online]. Available: <https://www.arduino.cc/en/Tutorial/LibraryExamples/HelloWorld>
- [6] R. Muhandian and K. Krismadinata, "Kendali Kecepatan Motor DC Dengan Kontroller PID dan Antarmuka Visual Basic," *JTEV (Jurnal Tek. Elektro dan Vokasional)*, vol. 6, no. 1, pp. 328–339, 2020, [Online]. Available: <http://ejournal.unp.ac.id/index.php/jtev/index>
- [7] N. Hamdi, "Model Penyiraman Otomatis pada Tanaman Cabe Rawit Berbasis Programmable Logic Control," *J. Ilm. Core IT Community Res. Inf. Technol.*, vol. 7, no. 2, 2019, [Online]. Available: <http://www.ijcoreit.org/index.php/coreit/article/view/136>