

Rancang Bangun Sistem Kendali Water Level Berbasis IoT dengan Metode PID Controller

Rizda Oktaviana

S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
e-mail : rizdaokt31@gmail.com

Puput Wanarti Rusimamto, Endryansyah, Muhammad Syariffuddien Zuhrie

S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
e-mail : puputwanarti@unesa.ac.id, endryansyah@unesa.ac.id, zuhrie@unesa.ac.id

Abstrak

Air merupakan sumber daya alam yang sangat vital bagi kehidupan, khususnya bagi manusia. Meskipun air merupakan sumber energi terbarukan, cadangan air bersih dapat berkurang seiring dengan pertambahan waktu dan jumlah populasi. Luapan air pada tangki atas rumah, properti komersial, lembaga pemerintah atau pertanian yang dapat meningkatkan persentase pemborosan air dan energi pada pompa air yang terus menyala. Tujuan dari penelitian ini adalah menghasilkan sebuah sistem teknologi modern *water level control* yang dikendalikan menggunakan *PID controller* berbasis mikrokontroler esp 32 dengan sensor HC-SR04 sehingga menghasilkan sistem yang lebih stabil berdasarkan level air *setpoint* yang diinginkan. Apabila tangki air telah mendekati *setpoint* yang diinginkan, maka sensor akan memberikan sinyal dan mematikan pompa secara otomatis serta mengirimkan data ketinggian air pada LCD. Metode penelitian yang digunakan adalah metode perbandingan pengukuran secara telemetri dan pengukuran langsung pada tangki berkapasitas 18 liter. Parameter yang digunakan adalah K_p , K_i dan K_d yang telah ditentukan berdasarkan metode *trial error* karakteristik respon PID yaitu $K_p = 30$, $K_i = 50$ dan $K_d = 20$. Didapatkan pada penelitian bahwa menggunakan parameter tersebut menghasilkan respon lebih baik dengan rise time (41.3 s), settling time (7.3 s) dan time delay (23.5 s), sensor mampu mendeteksi ketinggian air minimal 3cm ketika mencapai *setpoint* pompa mati secara otomatis. Didapatkan error rata-rata dari pengukuran adalah 1,77%. Hasil pembacaan level air juga berhasil dimonitoring secara jarak jauh dengan aplikasi *blynk* pada *smartphone* sehingga lebih mudah dan praktis.

Kata kunci : water level, PID controller, sensor HC-SR04, Blynk.

Abstract

Water is a valuable natural resource, especially for humans. Despite the fact that water is a renewable energy source, the availability of clean water may decrease as the population rises. A continuously running water pump can waste more water and energy if the upper tanks of homes, companies, government buildings, and agricultural holdings are overflowing with water. In order to create a more stable system based on the desired setpoint water level, the goal of this research is to create a contemporary water level control system that is managed by a PID controller based on an esp 32 microcontroller with an HC-SR04 sensor . The sensor will sound an alarm, switch the pump off automatically, and show water level information on the LCD if the water level in the tank is close to the designated set point. For study, the technique of comparing telemetry readings and direct observations is used on a tank with a capacity of 18 liters. The parameters K_p , K_i , and K_d were computed using the PID response characteristics trial-and-error approach, with $K_p = 30$, $K_i = 50$, and $K_d = 20$. The sensor was able to detect a water level of at least 3 cm when it reached the setpoint, and when it did, the pump immediately turns off. It was discovered in the study that employing these settings led to a superior reaction with rising time (41.3 s), settling time (7.3 s), and time delay (23.5 s). 1.77% is the average measurement error. The blynk software on a smartphone has been successfully used to remotely monitor the outcomes of water level monitoring, making the procedure more practical and effective.

Keywords : water level, PID controller, sensor HC-SR04, Blynk.

PENDAHULUAN

Air merupakan sumber daya alam yang sangat vital bagi kehidupan, khususnya bagi manusia. Manusia membutuhkan air untuk hampir setiap aspek kehidupan

sehari-hari mereka, termasuk mencuci, membersihkan, mandi, irigasi, dan kebutuhan industri (Dixit, dkk, 2017). Air merupakan kebutuhan vital dalam kehidupan. Ketersediaan air yang cukup, terutama di

kota dan desa (Bunga dan Sugiri, 2014). Meskipun air merupakan sumber energi terbarukan, cadangan air bersih dapat berkurang seiring dengan pertambahan waktu dan jumlah populasi. Peningkatan kebutuhan air tentunya memerlukan perluasan sistem penyediaan air bersih yang harus dijaga agar dapat memenuhi kebutuhan individu yang membutuhkan air bersih sehari-hari. Apalagi di daerah padat penduduk yang kebutuhan air bersihnya tinggi (Siregar, dkk, 2020). Menurut data pemerintah India dalam penelitian yang dilakukan (Suraj, dkk, 2018), setiap rumah tangga di negara itu hanya akan memiliki sekitar 1,1 juta liter air untuk digunakan per tahun dalam 30 tahun ke depan, turun dari 1,8 juta liter pada 2011. Oleh karena itu, setiap individu perlu melestarikan air yang berharga ini karena seringkali air terbuang tanpa sepengetahuan kita.

Ada sebuah sistem teknologi modern yang menggunakan pengontrol untuk mengatur sistem tertentu. Untuk luapan air, sistem kontrol modern dapat diterapkan seperti penelitian yang dilakukan (Premi dan Jyotirupa, 2019). Sistem elektronik berbasis komputer yang efektif dapat membantu pengoperasian pompa air secara otomatis, yang dapat digunakan di ladang pertanian dan untuk menyiram tanaman. Sehingga pemborosan air yang tidak disengaja ini dapat diselamatkan. Sistem ini juga dapat digunakan dalam kehidupan sehari-hari untuk memantau dan mengontrol jumlah air di tangki air dengan menggunakan alat pengukur ketinggian di tangki atau wadah penyimpanan lainnya. Tangki air merupakan peralatan penting yang hampir dimiliki oleh setiap masyarakat, pemerintah, dan organisasi komersial sebagai wadah penyimpanan air bersih untuk keperluan sehari-hari (Shodiqin dan Kurniawan, 2020). Sistem yang digunakan adalah *water level control*.

Water level control adalah sebuah sistem teknologi modern yang mampu mengendalikan dan mempertahankan level kapasitas air sesuai dengan yang diperlukan secara otomatis. Dalam hal ini pompa air bekerja secara otomatis yang dapat melakukan *remote control* untuk memantau level ketinggian air, sehingga pompa dapat mati dengan sendirinya saat kondisi air di dalam pompa sudah penuh. Dan pemborosan dalam konsumsi energi listrik dapat dikurangi. Kontroler PID (*Proporsional, Integral, Derivative*) digunakan untuk menjaga ketinggian air sesuai dengan *set point* yang diinginkan, sehingga menghasilkan respon sistem yang lebih stabil.

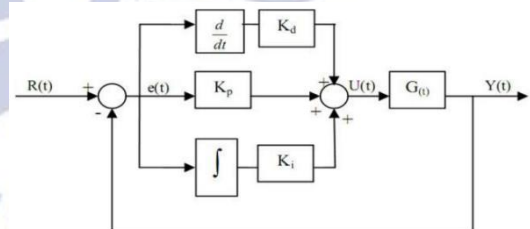
Kontrol PID adalah metode kontrol yang umum di industri karena memiliki nilai akurasi yang tinggi, mudah diterapkan, dan dapat diandalkan (Simanullang, dkk, 2017). Kontrol PID diaplikasikan pada sistem

water level control sebagai pengendalian *plant* yang diinginkan sesuai dengan *set point* pada level tangki air. Sensor ultrasonik juga ditambahkan untuk mendeteksi ketinggian air yang dipasang pada tangki penyimpanan. (*Liquid Crystal Display*) LCD 16x2 terhubung untuk menampilkan data penting seperti status pompa dan ketinggian tangki air. Untuk mengendalikan PID dan memantau proses pengisian air pada tangki digunakan ESP 32 yang dapat digunakan sebagai kontrol jarak jauh menggunakan *smartphone* melalui aplikasi *blynk*. Pengendalian ketinggian air dapat dilakukan dari jarak jauh dengan bantuan layanan aplikasi *blynk* ini, sehingga lebih mudah dan praktis.

KAJIAN PUSTAKA

PID Controller

Kontroler PID adalah kontroler umpan balik yang umum digunakan pada peralatan industri. Kesalahan antara *setpoint* yang diinginkan dan variabel proses yang dapat diukur dibedakan oleh pengontrol PID (Ali, dkk, 2019). Fungsi kontrol proporsional menawarkan gain atau penguatan, memungkinkan keluaran sistem mendekati titik referensi lebih cepat. Kontrol integral, di sisi lain, digunakan untuk menghilangkan masalah keadaan tunak (*offset*). Dan kontrol derivatif bertindak sebagai peredam, mengurangi lonjakan yang dapat terjadi dengan kontrol proporsional dan integral.



Gambar 1. Diagram blok sistem kendali PID

Gambar 1 menunjukkan struktur kontrol PID ideal. Untuk pengujian sistem kendali water level ini menggunakan input *setpoint* dan outputnya hasil pembacaan sensor yang hasilnya akan dibandingkan pengukuran secara manual. Struktur kontrol PID yang ideal adalah struktur yang sering dijumpai. Sehingga persamaan matematisnya disajikan pada persamaan 1.

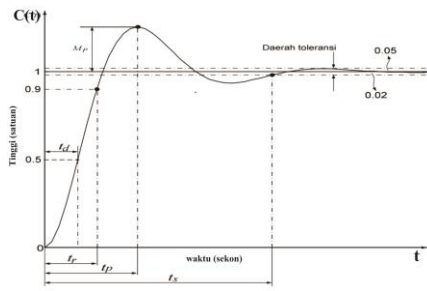
$$u(t) = K_p e(t) + \frac{K_p}{T_i} \int_0^t e(t) dt + T_d \frac{de(t)}{dt} \quad (1)$$

Keterangan :

- $e(t)$: sinyal *error*
- $u(t)$: *output* kontroler
- K_p : konstanta proporsional
- K_i : konstanta integral
- K_d : konstanta derivatif

Tabel 1. Karakteristik Respon Parameter PID Terhadap Respon Sistem:

Kontroler	Rise time	Overshoot	Settling time	Error Steady State
K_p	Decrease	Increase	Small change	Decrease
K_i	Decrease	Increase	Increase	Eliminate
K_d	Small change	Decrease	Decrease	Small change



Gambar 2. Karakteristik respon sistem PID

Untuk menentukan parameter digunakan Tabel 1 sehingga dihasilkan respon sistem PID pada Gambar 2. *Output* sistem memerlukan waktu untuk menyesuaikan ketika *input* berubah secara tiba-tiba. Pada Tabel 2 merupakan spesifikasi respon sistem.

Tabel 2. Spesifikasi Respon Sistem

Respon sistem	Keterangan
Rise time (TR)	Periode waktu antara respons pada $t=0$ dan respons yang melintasi sumbu <i>steady state</i> pertama.
Settling time (TS)	Indikator waktu yang menunjukkan reaksi telah mencapai 5%, 2%, atau 0,5% dari respon <i>steady state</i> .
Delay time (TD)	Dari $t = 0$ hingga respons mencapai 50% dari respons <i>steady state</i> , ukuran waktu yang menyatakan faktor tunda dalam respons <i>output</i> ke <i>input</i> diukur.
Overshoot (MP)	Rasio harga respon maks di atas nilai kondisi <i>steady state</i> terhadap nilai kondisi <i>steady state</i> dinyatakan dengan nilai relatif.

Sensor Ultrasonik

Sensor HC-SR04 merupakan sensor pengukur jarak berbasis ultrasonik. Gelombang ultrasonik dipancarkan, dan *ultrasonic receiver* menerimanya. Perbedaan waktu antara mengirim dan menerima mewakili jarak objek. Gelombang ultrasonik dihasilkan oleh *piezoelectric device* yang disebut frekuensi tertentu dideteksi oleh sensor ultrasonik. Ketika sebuah osilator dipasang pada objek, gelombang ultrasonik *piezoelectric* biasanya menghasilkan 40 kHz (Prafanto dan Budiman, 2018).



Gambar 3. Sensor HC-SR04

Mikrokontroler

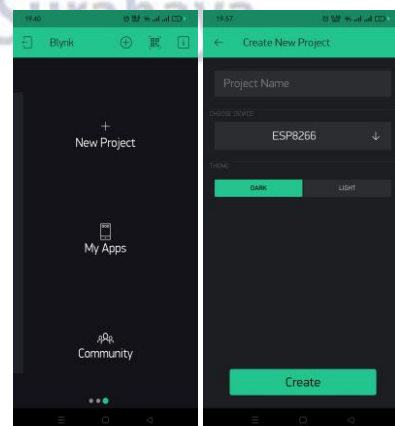
Espressif Systems memperkenalkan dan mengembangkan mikrokontroler ESP 32 pada Gambar 4. Mikrokontroler ESP32 merupakan penerus dari mikrokontroler ESP8266. Papan ESP 32 adalah prototipe yang dapat digunakan antara lain dalam aplikasi *smart home*, otomatisasi, *wearable*, aplikasi audio, dan aplikasi IoT berbasis *cloud*. Jika dibandingkan dengan Arduino, ESP 32 memiliki keunggulan karena sudah memiliki fungsionalitas WiFi dan Bluetooth 4.2 yang tergabung di *board*.



Gambar 4. Mikrokontroler ESP32

Internet of Things (IoT)

Internet adalah penghubung antara dua interaksi mesin untuk mencapai cara kerja IoT, sedangkan pengguna hanya berfungsi sebagai pengatur dan pengawas pengoperasian alat secara langsung. Blynk adalah aplikasi iOS dan Android pada Gambar 5 yang bertindak sebagai modul kontrol berbasis internet untuk Arduino, Raspberry Pi, ESP 32, dan perangkat lainnya.



Gambar 5. Tampilan blynk

METODE PENELITIAN

Pendekatan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode kuantitatif menghitung angka. *Input* berupa *trial error* secara *real time*, dan *output* berupa pembacaan dari sensor ultrasonik, dengan temuan dibandingkan dengan pengukuran manual. Kontroler PID diimplementasikan menggunakan *software* Arduino.

Rancangan Penelitian

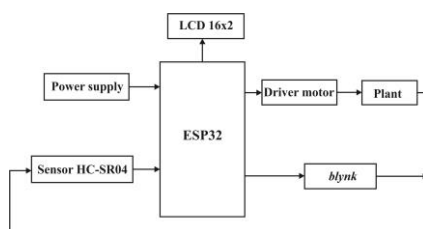
Rancangan penelitian dilaksanakan secara terstruktur dan sistematis. Dimana penelitian ini dimulai dengan studi literatur berdasarkan jurnal-jurnal yang ada sebelumnya dan menganalisis permasalahan yang ada, dilanjutkan dengan perancangan *hardware* dan *software*. Setelah itu, percobaan dan pengujian alat yang dilanjut dengan pengambilan data dan yang terakhir analisis data kesimpulan dalam penyusunan laporan penelitian terhadap pengujian alat. Tahapan penelitian digambarkan dalam diagram blok Gambar 6.



Gambar 6. Diagram blok rancangan penelitian

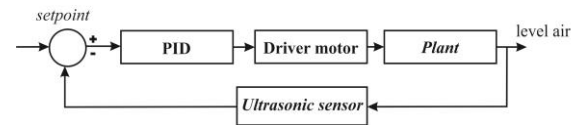
Diagram Blok Sistem Kontrol

Pada Gambar 7 adalah diagram blok sistem yang menjelaskan mengenai bagian utama perancangan sistem dan alur kerja setiap peralatan supaya bekerja sesuai dengan fungsinya.



Gambar 7. Diagram blok sistem

Diagram blok PID untuk *water level control* digambarkan pada Gambar 8.

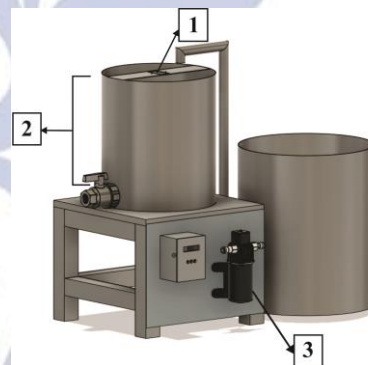


Gambar 8. Diagram blok kontrol PID

Input terdiri dari *set point* dan *output* adalah level air. Sensor ultrasonik HC-SR04 digunakan untuk mengetahui ketinggian air yang dipompa oleh driver motor menuju pada *plant*. Hasilnya akan dikirim ke mikrokontroler ESP32. ESP32 juga bertindak sebagai *gateway*, yang memungkinkan laptop mengakses nilai *input* dan *output* sistem dan menampilkan hasil output pada aplikasi *smartphone blynk*. Proses kontrol dan kontrol PID dijalankan pada laptop menggunakan *software* Arduino IDE.

Rancang Bangun Hardware

Perancangan perangkat keras yang dimaksud adalah hubungan antar komponen, yang memungkinkan semua komponen dapat dihubungkan dan bekerja sesuai dengan rancangan sistem. Hasil desain mekanik digambarkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Desain mekanik

Keterangan :

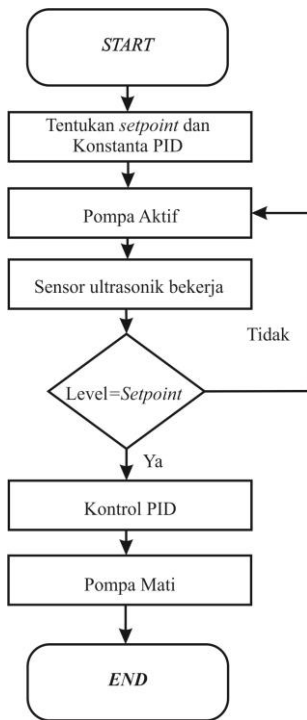
- 1 : sensor ultrasonik
- 2 : plant
- 3 : motor pump

Software Arduino IDE yang terpasang di laptop akan mengirimkan perintah ke mikrokontroler ESP32 dalam bentuk *setpoint* yang berbeda, dan sensor ultrasonik akan membaca ketinggian air di tangki, yang akan ditampilkan di layar laptop sebagai serta LCD 16x2.

Rancang Bangun Software

Alur perancangan disajikan dalam Gambar 10. Untuk pemrograman digunakan *software* Arduino IDE yang

mana parameter kontroler PID sudah ditentukan berdasarkan metode *trial error* karakteristik respon PID. Sehingga parameter pengontrol PID diatur dan tidak berubah selama proses berlangsung. Pada tangki air berkapasitas 18 liter, nilai *setpoint* juga ditentukan hingga 25cm.

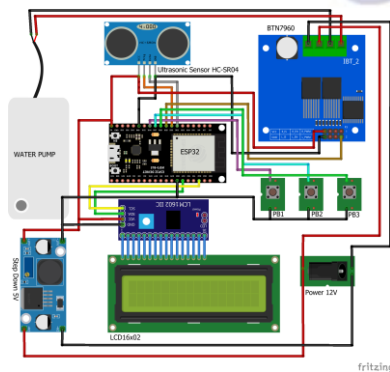


Gambar 10. Rancang Bangun Software

HASIL DAN PEMBAHASAN

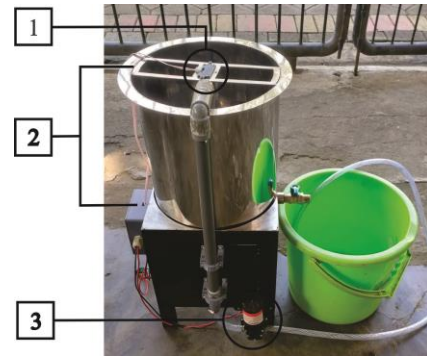
Hasil Rancang Bangun Water Level Control

Pada gambar 11 diketahui rangkaian *skematic water level control* yang didesain menggunakan Fritzing. Rangkaian skematic tersebut digunakan sebagai panduan untuk membuat rangkaian elektronika.



Gambar 11. Rangkaian skematic *water level control* dengan Fritzing

Pada Gambar 12 merupakan hasil rancang bangun *water level control*. Dengan kapasitas tangki 18 liter, diameter 30cm dan tinggi 30cm. Dengan sensor ultrasonik yang diletakkan di atas tangki.



Gambar 12. Hasil Rancang Bangun *Water Level Control*

Keterangan :

- 1 : sensor ultrasonik
- 2 : plant
- 3 : motor *pump*

Dalam pengambilan data untuk penelitian ini *setpoint* ditentukan dengan maksimal 25cm untuk menghindari luapan air.

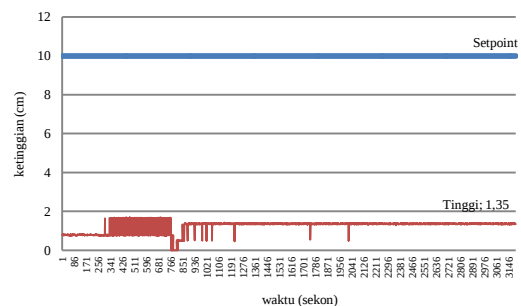
Pengujian *Trial dan Error* terhadap parameter PID

Dalam pengujian ini dilakukan pengujian terhadap parameter PID yang bervariasi. Nilai Kp, Ki dan Kd dimasukkan secara manual atau coba-coba terhadap *setpoint* 10, agar mengetahui nilai parameter yang baik.

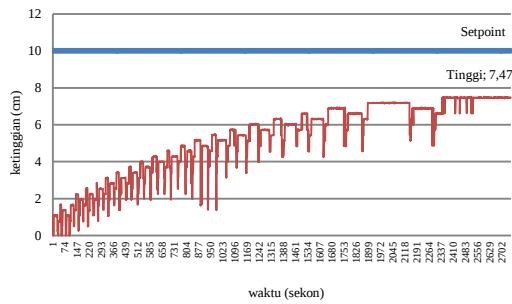
Tabel 3. Pengujian manual tuning PID

Setpoint	Kp	Ki	Kd	Respon			
				Tr	Ts	Mp	Td
10	2	1	50	0	0	0	0
10	2	8	6	0	0	0	85.5
10	10	20	10	83	61.5	0	20.8
10	10	0	5	0	0	0	85.5
10	30	50	20	41.3	7.3	0	23.5

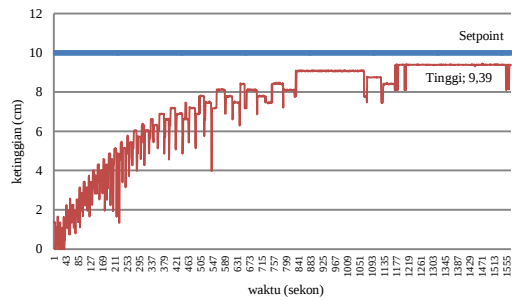
Pada Tabel 3 menunjukkan percobaan tuning manual dengan mengubah-ubah nilai parameter Kp, Ki, Kd. Hasil respon sistem ditunjukkan pada Gambar 13, Gambar 14, Gambar 15, Gambar 16 dan Gambar 17 memiliki hasil respon yang lebih cepat dengan Tr=43.3 s, Ts=7.3 s, Td=23.5 s dan tanpa overshoot dikarenakan ketika mencapai *setpoint* pompa mati.



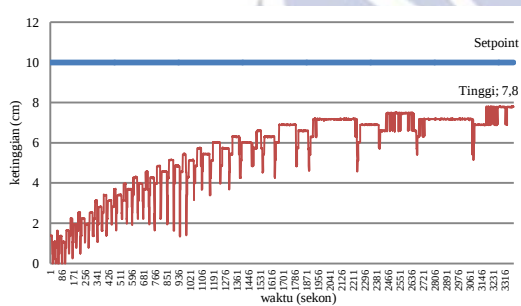
Gambar 13. Percobaan 1 (Kp 2; Ki 1; Kd 50)



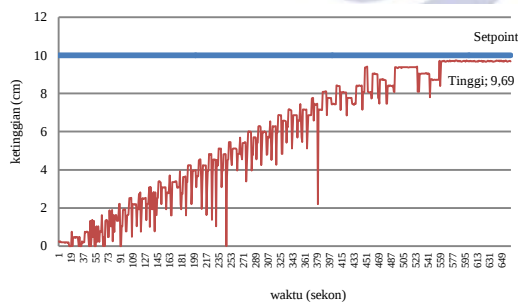
Gambar 14. Percobaan 2 (Kp 2; Ki 8; Kd 6)



Gambar 15. Percobaan 3 (Kp 10; Ki 20; Kd 10)



Gambar 16. Percobaan 4 (Kp 10; Ki 0; Kd 5)



Gambar 17. Percobaan 5 (Kp 30; Ki 50; Kd 20)

Pengukuran Jarak Sensor Ultrasonik

Di atas tangki air dipasang sensor HC-SR04. Gambar 12. Dengan presisi 3mm, sensor ini dapat mengukur jarak objek mulai dari 3cm hingga 400cm. Vcc, Gnd, Trigger, dan Echo adalah empat pin dari sensor ini. Selisih waktu antara sinyal pengirim dan penerima digunakan untuk menentukan jarak benda yang memantulkan sinyal untuk menentukan jarak benda.

Pengujian ini dilakukan untuk membuktikan kebenaran antara *datasheet* sensor ultrasonik HC-SR04

dengan jarak sebenarnya. Proses pengukuran secara telemetri dilakukan berdasarkan hasil pembacaan sensor secara telemetri yang dikirim melalui laptop menggunakan MS Excel. Yang mana nilai ketinggian air dalam satuan centimeter. Sedangkan untuk pembandingan pembacaan sensor dengan jarak sebenarnya digunakan alat pengukur penggaris manual.

Pada Tabel 4 diperoleh hasil pengujian sensor. Dari pengujian tersebut diperoleh bahwa sensor ultrasonik mampu membaca jarak minimal 3cm karena ketelitian sensor ultrasonik adalah minimal 3cm dan untuk 3cm sampai 24cm didapatkan *error* terkecil yaitu 0,41% pada *setpoint* 12cm. Hasil ini sudah sesuai dengan spesifikasi *datasheet* yang diberikan.

Tabel 4. Hasil pengujian jarak sensor ultrasonik HC-SR04 terhadap ketinggian air

No.	Pembacaan Sensor	Pengukuran manual	Error
1	3,05 cm	3 cm	1,67%
2	3,96 cm	4 cm	1,00%
3	5,69 cm	6 cm	5,17%
4	7,78 cm	8 cm	2,75%
5	9,60 cm	10 cm	4,00%
6	11,95 cm	12 cm	0,41%
7	13,85 cm	14 cm	1,07%
8	15,74 cm	16 cm	1,62%
9	17,76 cm	18 cm	1,33%
10	19,86 cm	20 cm	0,70%
11	21,90 cm	22 cm	0,45%
12	23,73 cm	24 cm	1,12%
Rata-rata error			1,77%

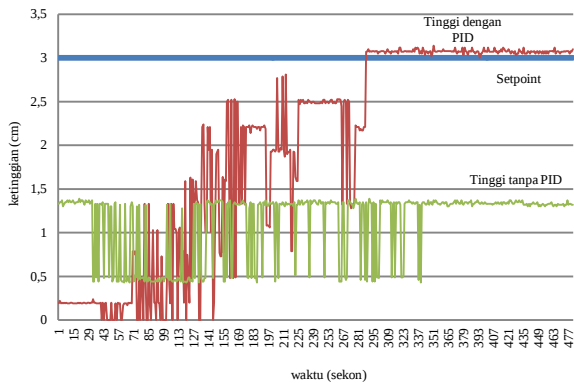
$$\text{error} = \frac{\text{nilai pembacaan} - \text{nilai sebenarnya}}{\text{nilai sebenarnya}} \times 100\% \quad (2)$$

Untuk mengetahui nilai *error* pada Tabel 2 digunakan persamaan 2 dalam perhitungan *error*nya. Sehingga diketahui dari hasil pengujian jarak sensor HC-SR04, didapatkan hasil bahwa sensor bisa membaca jarak dari *setpoint* 3cm dengan *error* 1,67%. Untuk 3cm sampai 24cm didapatkan hasil sistem yang stabil dengan jarak sebenarnya *error* rata-rata 1,77%.

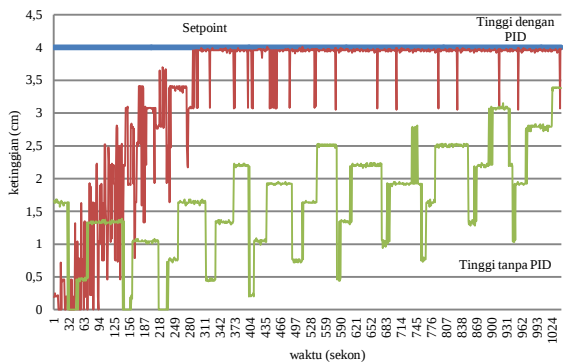
Pengujian Respon Sistem dengan Setpoint Bervariasi Menggunakan PID Controller

Berikut ini disajikan grafik respon sistem pada *real plant* dengan menggunakan parameter PID yang telah ditentukan yaitu Kp=30, Ki=50 dan Kd=20. Penentuan parameter didapat dari hasil *trial error* tabel karakteristik respon PID pada Tabel 1. Grafik ini didapatkan dari hasil pembacaan sensor ultrasonik. Dan

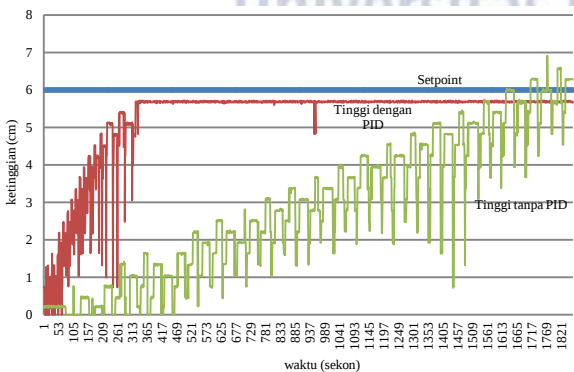
disajikan dalam bentuk grafik terhadap respon sistem kontroler PID pengujian sebanyak 12 kali dengan *setpoint* yang bervariasi. Yaitu *setpoint* 3cm Gambar 18, *setpoint* 4cm Gambar 19, *setpoint* 6cm Gambar 20, *setpoint* 8cm Gambar 21, *setpoint* 10cm Gambar 22, *setpoint* 12cm Gambar 23, *setpoint* 14cm Gambar 24, *setpoint* 16cm Gambar 25, *setpoint* 18cm Gambar 26, *setpoint* 20cm Gambar 27, *setpoint* 22cm Gambar 28, *setpoint* 24cm Gambar 29.



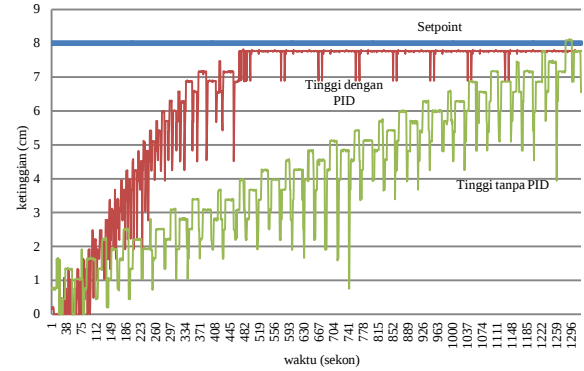
Gambar 18. Respon kontrol PID dan tanpa kontrol PID terhadap *setpoint* 3cm



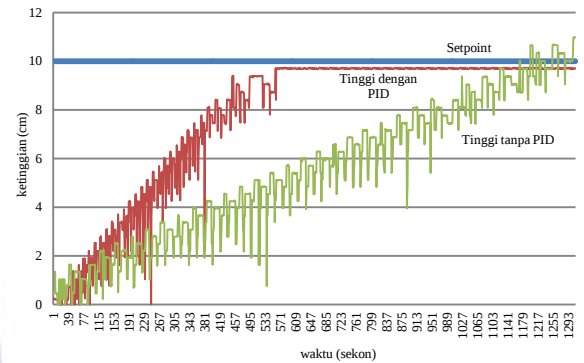
Gambar 19. Respon kontrol PID dan tanpa kontrol PID terhadap *setpoint* 4cm



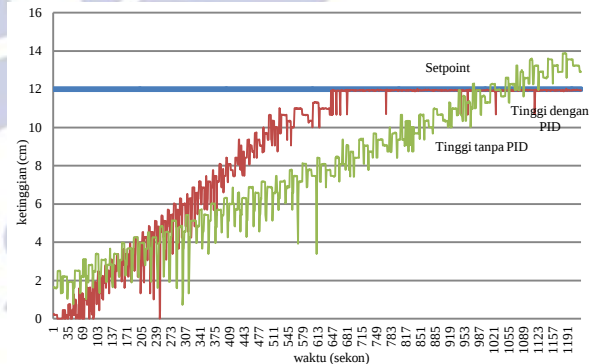
Gambar 20. Respon kontrol PID dan tanpa kontrol PID terhadap *setpoint* 6cm



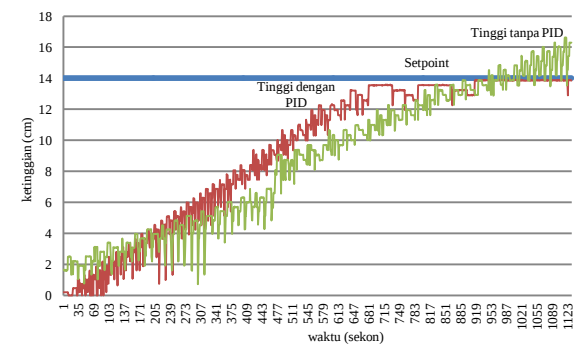
Gambar 21. Respon kontrol PID dan tanpa kontrol PID terhadap *setpoint* 8cm



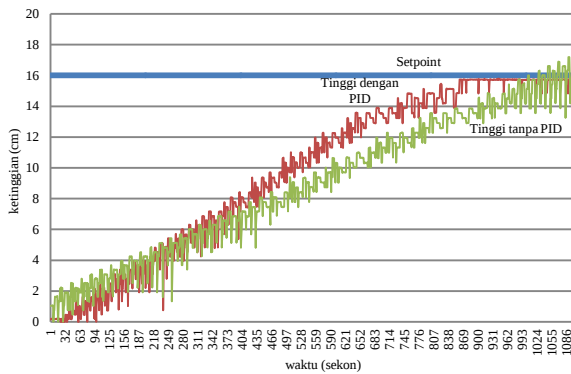
Gambar 22. Respon kontrol PID dan tanpa kontrol PID terhadap *setpoint* 10cm



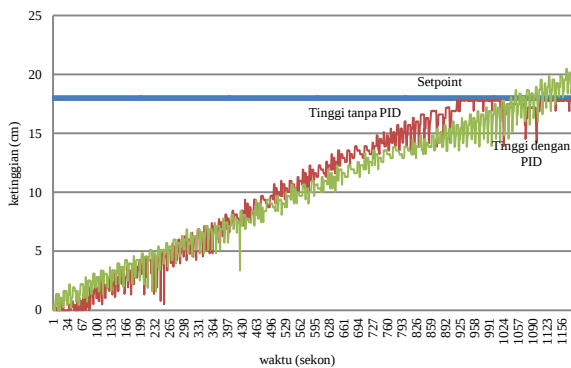
Gambar 23. Respon kontrol PID dan tanpa kontrol PID terhadap *setpoint* 12cm



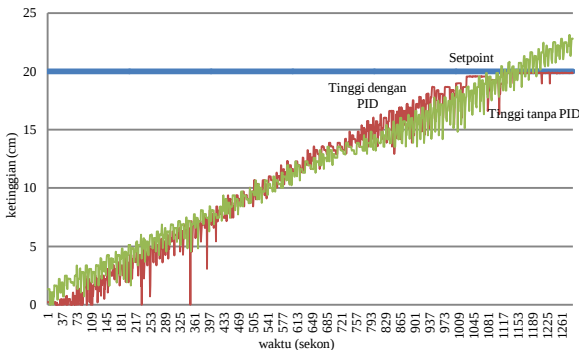
Gambar 24. Respon kontrol PID dan tanpa kontrol PID terhadap *setpoint* 14cm



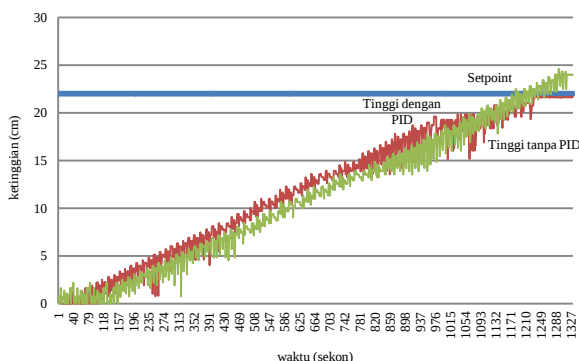
Gambar 25. Respon kontrol PID dan tanpa kontrol PID terhadap setpoint 16cm



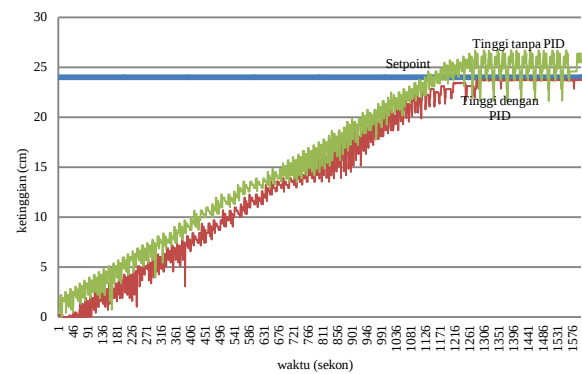
Gambar 26. Respon kontrol PID dan tanpa kontrol PID terhadap setpoint 18cm



Gambar 27. Respon kontrol PID dan tanpa kontrol PID terhadap setpoint 20cm

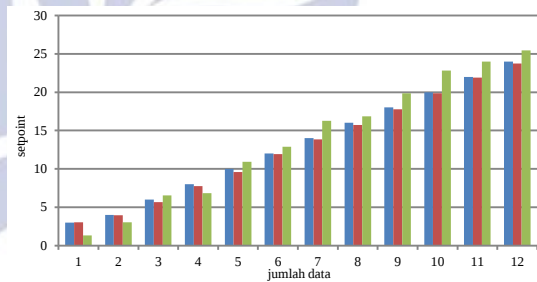


Gambar 28. Respon kontrol PID dan tanpa kontrol PID terhadap setpoint 22cm



Gambar 29. Respon kontrol PID dan tanpa kontrol PID terhadap setpoint 24cm

Pada grafik yang dihasilkan menjelaskan ketinggian level air yang dicapai dalam waktu 1 detik. Grafik naik turun menunjukkan bahwa ketika air di pompa masuk ke dalam tangki mengalami gelombang/goncangan. Hasil perbandingan pengujian *water level control* dengan menggunakan *PID controller* dan tanpa menggunakan *PID controller* dapat diketahui dari respon grafik di atas. Respon diketahui lebih cepat dan stabil saat mencapai *setpoint* ketika menggunakan *PID controller* daripada tanpa menggunakan *PID controller*.



Gambar 30. Hasil perbandingan pengujian sistem menggunakan PID dan tanpa menggunakan PID

Keterangan :

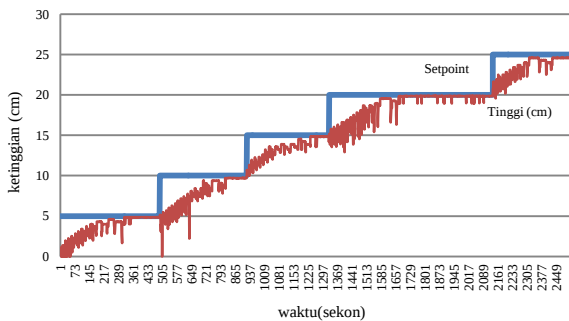
- Setpoint
- Tinggi dengan PID (cm)
- Tinggi tanpa PID (cm)

Pada Gambar 30 diperoleh perbandingan pengujian pada setpoint yang berbeda-beda terhadap sistem *water level control* dengan menggunakan *PID controller* dan tanpa menggunakan *PID controller*, sehingga hasil dapat diamati bahwa menggunakan *PID controller* menghasilkan sistem yang lebih stabil untuk mencapai *setpoint* daripada tanpa menggunakan *PID controller*.

Pengujian Respon Sistem Riil dengan Setpoint yang Bervariasi

Pengujian dilakukan dengan mengatur berbagai setpoint 5cm, 10cm, 15cm, 20cm dan 25cm dengan *sampling time* 1 detik. Akibatnya, hasil dari respons

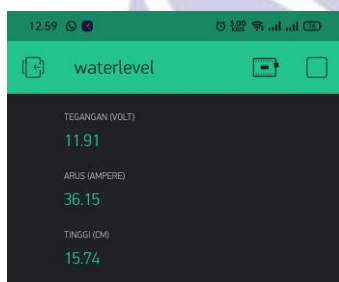
sistem riil dengan *setpoint* yang bervariasi digambarkan dalam Gambar 31.



Gambar 31. Respon Kontrol PID terhadap *setpoint* bervariasi 5cm 10cm 15cm 20cm 25cm

Hasil Monitoring pada Smartphone

Pada Gambar 27 menampilkan menu yang secara langsung dari alat yaitu ketinggian level air yang diberikan *setpoint* 16cm. Hasil pembacaan ketinggian air terhadap sensor ultrasonik ditampilkan pada *blynk*.



Gambar 32. Tampilan *blynk* pada asil pengujian berdasarkan *setpoint* 16cm

Hasil output sistem dari pembacaan sensor juga ditampilkan pada LCD 16x2 Gambar 33. Sehingga hasil ketinggian air yang ditampilkan pada *blynk* juga ditampilkan pada LCD.



Gambar 33. Tampilan pada LCD dengan *setpoint* 16cm

PENUTUP

Pada sistem *water level control* ini berhasil menghasilkan rancang bangun menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 sebagai pendeteksi ketinggian air di dalam *real plant* tangki air berkapasitas 18 liter. ESP32 sebagai mikrokontroler yang memungkinkan sistem lebih mudah dan berhasil dimonitoring secara jarak jauh melalui *smarthphone* pada aplikasi *blynk*. Selain itu juga dapat menampilkan status ketinggian air

melalui LCD sesuai dengan konfigurasi yang ditentukan.

Dalam uji coba *trial and error* dalam menentukan parameter PID, diperoleh Kp 30; Ki 50; Kd 20 menghasilkan respon sistem yang lebih baik dengan rise time (41.3 s), settling time (7.3 s) dan time delay (23.5 s). Respon hasil pengujian sistem kontrol PID telah dibuktikan stabil dengan *error* kurang dari 5%. Dan rata-rata *error* dari pengukuran telemetri dengan pengukuran manual sebesar 1,77%. Pada penelitian ini telah dibuktikan bahwa menggunakan kontrol PID menghasilkan sistem yang lebih baik.

SARAN

Beberapa hal yang dapat dilakukan untuk membantu sistem ini berkembang. Dapat dikembangkan menggunakan berbagai teknologi dan dengan pabrik yang lebih besar, memungkinkan pengujian keandalannya dalam sistem berbasis industri. Menggunakan sensor yang lebih akurat dan presisi, sehingga menghasilkan nilai *error* yang lebih rendah.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali. Machrus, Afandi. A N, Parwati. Asnun, Hidayat. Ruslan dan Hasyim. Cholil. 2019. *Design Of Water Level Control Systems Using Pid And Anfis Based On Firefly Algorithm*. JEEMECs Vol. 2, No.1 – Electrical Engineering Department, Faculty of Engineering.
- Bunga. Irada Amalia dan Sugiri. Agung. 2014. *Ketersediaan Air Bersih Dan Perubahan Iklim: Studi Krisis Air Di Kedungkarang Kabupaten Demak*. Jurnal Teknik PWK (Perencanaan Wilayah Kota) Volume 03, No.2, Pages 295–302. Semarang: Universitas Diponegoro
- Dixit. Rucha, Chaudhari. Harshali, Jadhav. Shital dan Jagtav. Komal. 2017. *Water Level and Leakage Detection System with its Quality Analysis based on Sensor for Home Application*. International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET) Vol. 04, 1721-1724
- Prafanto. Anton dan Budiman. Edy. 2018. *A Water Level Detetion: IOT Platform Based on Wireless Sensor Network*. IEEE – 2nd East Indonesia Conference on Computer and Information Technology (EIConCIT). Makassar, Indonesia
- Premi. M S Godwin dan Jyotirupa. Malakar. 2019. *Automatic Water Tank Level Pump Control System*. IEEE – International Conference on Intellegent Computing and Control Systems (ICCS). Madurai, India, 401-405.
- Shodiqin. Muchammad Ali dan Kurniawan. Wahyu Dwi. 2020. *Analisa Sistem Pengendalian dan Pengawasan Level Tangki Air Berbasis Arduino*

Uno dan Internet Of Things. Jurnal Teknik Mesin Universitas Negeri Surabaya, Vol.09, 44-53.

Simanullang. Sando Andre, Rudati. Paula Santi dan Feriyonika. 2017. *Sistem PID Pengendali Level Ketinggian Air Berbasis Modbus/TCP - LCU dan Industrial Field Control Node – RTU*. Industrial Research Workshop and National Seminar (IRWNS), Jurnal Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung, Volume 08, Pages 653-661. Bandung, Indonesia

Siregar. Chandra Afriade, Mulyadi. Dudung, Biantoro. Agung Wahyu, Sismoro. Heri dan Irawati. Yanti. 2020. *Automation and Control System on Water Level of Reservoir based on Microcontroller and Blynk*. IEEE – 14th International Conference on Telecommunication Systems, Service and Applications (TSSA). Bandung, Indonesia

Suraj. S, Bharath. V dan Sridhar N K. 2018. *Wireless Automatic Water Level Controller*. IEEE – International Conference on Electrical, Electronics, Communication, Computer, and Optimization Techniques (ICECCOT). Mysuru, India

