

Pendeteksi Persentase Kadar Alkohol Dengan Kontrol PID Berbasis IOT

Putri Ayu Handira^{1*}, M. Azis Pangestu¹, Eko Sulistyo¹, Parulian Silalahi¹

¹ Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Sungailiat

*E-mail : ptrhndr31.ayu@gmail.com

Received 15 Januari 2023; Received in revised form 31 Januari 2023; Accepted 31 Januari 2023

Abstract

In order to find out the alcohol content in drinks circulating in the community, measurements and tests are usually carried out in the laboratory. This takes quite a long time. To solve this problem, we need a tool that can measure alcohol quickly and accurately. This research aims to design and manufacture a detector for the percentage of alcohol content, especially in drinks, using an IoT (Internet of Thing)-based MQ3 sensor as a monitoring system that is connected directly to a smartphone. The method used in this research is PID (Proportional Integral Derivative). By setting the PID tuning with a value of $k_p=4$, $k_i=3$, $k_d=0.0001$ and a setpoint of 210 is used to produce an optimal reading of the alcohol content in the drink. Readings using PID control have an average error value of 1.26%, otherwise without using PID control, the average error value is 8.12%. In order to see the alcohol content of the experimental results of the type of drink detected, it will be displayed on the blynk application on the smartphone.

Keywords: Alcohol drink; IoT; MQ3; PID.

Abstrak

Guna mengetahui kadar alkohol pada minuman yang beredar di masyarakat, biasanya dilakukan pengukuran serta pengujian di laboratorium. Hal ini membutuhkan waktu yang cukup lama. Untuk mengatasi masalah tersebut, butuh alat yang dapat mengukur alkohol secara cepat dan akurat. Tujuan penelitian ini adalah merancang serta membuat alat pendeteksi persentase kadar alkohol khususnya pada minuman dengan menggunakan sensor MQ3 berbasis IoT (*Internet of Thing*) sebagai sistem monitoring yang terhubung langsung ke *smartphone*. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yakni PID (*Proportional Integral Derivative*). Dengan melakukan *setting tuning* PID dengan nilai $k_p=4$, $k_i=3$, $k_d=0.0001$ dan *setpoint* sebesar 210 digunakan untuk menghasilkan pembacaan kadar alkohol pada minuman yang optimal. Pembacaan menggunakan kontrol PID mempunyai nilai rata-rata *error* 1,26% sebaliknya jika tanpa menggunakan kontrol PID maka nilai rata-rata *error* 8,12%. Guna melihat kadar alkohol dari hasil percobaan jenis minuman yang dideteksi, ditampilkan pada aplikasi *blynk* di *smartphone*.

Kata kunci: Minuman alkohol; IoT; MQ3; PID.

1. PENDAHULUAN

Pembacaan kadar alkohol pada minuman biasanya masih menggunakan alat manual yakni alkohol meter yang mesti mengambil dulu sampel yang ingin diuji yang membuat sampel tersebut tidak higienis dan pengujian di laboratorium yang membutuhkan waktu yang cukup lama. Hal ini menjadi tantangan bagi peneliti untuk membuat alat yang dapat membaca kadar

alkohol secara akurat dengan keluaran digital dan dapat digunakan dimanapun dan kapanpun. Beberapa peneliti telah berhasil merancang alat pendeteksi kadar alkohol dengan memanfaatkan sensor MQ3 dimana sensor tersebut dikhususkan untuk mendeteksi alkohol. Keberhasilan peneliti berdasarkan beberapa jurnal yang sudah diperhatikan, dan sudah berhasil mendeteksi kadar alkohol namun masih

terdapat nilai *error* walaupun masih dalam *error* yang dapat ditoleransi yakni <5% *error*.

Minuman keras merupakan minuman yang mempunyai kandungan etanol (C_2H_5OH) ataupun etil alkohol dengan proses dari bahan hasil pertanian yang mempunyai kandungan karbohidrat dengan proses fermentasi dan proses destilasi atau proses fermentasi tanpa proses destilasi [1]. Dalam minuman jika terdapat 5% sampai 20% alkohol telah terhitung kadar yang tinggi dan bisa menyebabkan mabuk bagi yang mengonsumsinya [2].

Kandungan alkohol pada minuman terbagi 3 golongan hal itu disebut dalam Peraturan Presiden Nomor 74 Pasal 3 Ayat 1 tentang golongan-golongan minuman keras [3].

1. Golongan A, jenis minuman alkohol yang kadarnya paling ringan yaitu mulai dari 1% sampai dengan 5%.
2. Golongan B, pada minuman berakohol golongan B, kandungan etanol atau alkohol mulai dari 5% sampai 20%, golongan ini adalah kadar yang cukup tinggi.
3. Golongan C, minuman berakohol golongan C ini memiliki kadar mulai dari 20% hingga 55%. Golongan yang tertinggi dengan resiko yang tinggi juga dapat merusak kesehatan.

Dari ketiga golongan tersebut yang biasanya ada dipasaran yaitu golongan A dan golongan B. Dengan kadar dari 1% sampai dengan 20%. Dan pada penelitian ini kami menetapkan batas ukur sesuai dengan golongan A dan golongan B dan golongan C. Dari beberapa cara untuk menguji kadar alkohol, kami memilih alkoholmeter sebagai pembandingan pada hasil baca dari alat pendeteksi yang kami buat untuk mengetahui keakuratan hasil pembacaan.

Pada penelitian terdahulu sudah ada dibuatkan beberapa alat pendeteksi tingkat alkohol di minuman. Pertama yang dapat dijadikan referensi adalah penelitian yang berjudul "Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kadar Alkohol Pada Minuman Berakohol Menggunakan Sensor MQ-3 Berbasis Atmega 328" oleh Pande Made Agus Yudi Adnyana [4]. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan tersebut, dapat ditarik kesimpulan bahwa telah berhasil membuat alat pendeteksi kadar alkohol dengan cara

penguapan alkohol. Akan tetapi, alat tersebut belum terintegrasi dengan IoT.

Penelitian kedua yang dapat dijadikan referensi adalah "Alat Pendeteksi Kadar Alkohol Pada Minuman Arak Bali Berbasis Wemos D1 Mini" oleh Made Aditya Arya Pradnyana dkk [5]. Berdasarkan penelitian tersebut sudah berhasil dapat membaca kadar alkohol yang terkandung pada objek yang dipilih yaitu arak bali. Namun, dalam proses pembacaan masih menggunakan sensor metode uap dan tidak dibantu dengan metode kontrol internal agar *error* pembacaan terminimalisir.

Kemudian penelitian ketiga yang dijadikan referensi adalah "Rancang Bangun Alat Ukur Kadar Alkohol Pada Minuman Berbasis Web" oleh Julianto Harefa [6]. Berdasarkan penelitian tersebut sudah berhasil membuat alat pendeteksi tingkat alkohol dimana *output* pembacaannya dapat diakses melalui web.

Dari ketiga referensi penelitian terdahulu dapat disimpulkan bahwa penggunaan sensor dengan metode uap bisa membaca kadar alkohol pada minuman keras. Dan juga beberapa penelitian terdahulu sudah memberi inovasi baru dengan menambahkan hasil pembacaan dapat diakses melalui *website*. Maka dari itu, peneliti akan melakukan pengembangan dengan menambahkan metode sistem kendali PID untuk meminimalisir *error* pembacaan kadar alkohol agar hasil pembacaan lebih bisa akurat dan diintegrasikan dengan IoT yaitu dengan cara membuat aplikasi monitoring pada *smartphone* agar lebih memudahkan pengguna dalam memonitoring.

2. METODE PENELITIAN

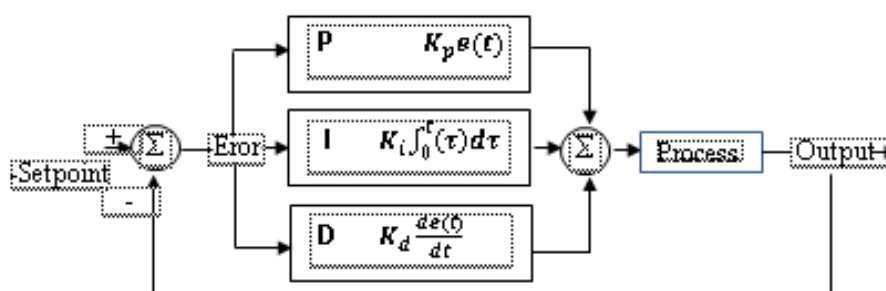
Pada penelitian ini, metode yang digunakan untuk pengembangan prototype alat pendeteksi persentase alkohol dilakukan dengan menambahkan metode kontrol PID yang berfungsi untuk mengontrol *output* pembacaan agar dapat lebih akurat. PID (*Proportional Integral Derivative*) merupakan salah satu metode kontrol yang biasa digunakan. Metode PID merupakan metode kendali dengan mekanisme umpan balik. PID Controller terus menghitung nilai kesalahan untuk mengembalikan pada nilai *setpoint* yang sudah dibuat sebelumnya. Kontroler berusaha untuk meminimalisir nilai

kesalahan setiap waktu dengan variabel kontrol. Penyetelan controller PID selalu didasari atas tinjauan terhadap karakteristik rencana yang akan diatur. Karakteristik tiap kebutuhan penggunaan PID berbeda-beda dan harus diketahui serumit apapun agar dapat dilakukan penyetelan parameter PID [7].

Mekanisme pengambil keputusan dalam merespon adanya nilai kesalahan, mekanisme ini memiliki 3 variabel (K_p , K_i , K_d) yang bisa disesuaikan guna memperoleh respon yang efektif [8]. Kontrol PID mempunyai persamaan matematik sebagai berikut:

$$PID(t) = K_p e(t) + K_i \int_0^t e(\tau) d\tau + K_d \frac{de(t)}{dt} \dots\dots\dots (1)$$

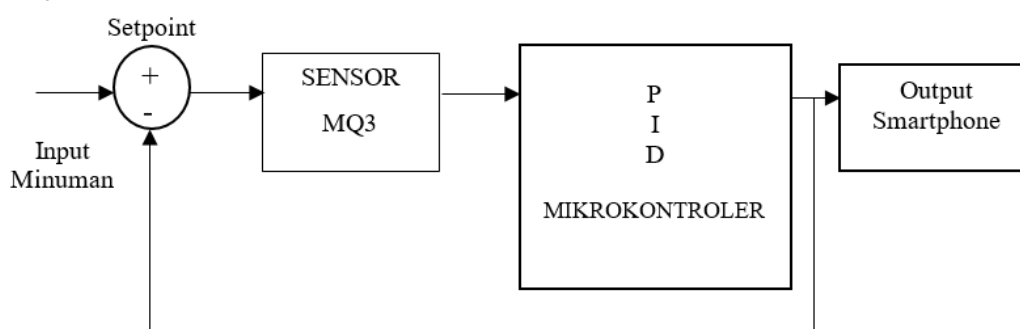
Proses kendali PID dapat dijelaskan melalui diagram blok pada Gambar 1



Gambar 1. Diagram blok proses kendali PID secara umum

Penggunaan PID bisa disesuaikan dengan kebutuhan penelitian sehingga pada penelitian ini digunakannya PID untuk menadapatkan *output* pembacaan yang akurat dengan tingkat *error* pembacaan kurang dari 5%. Proses PID dari alat pendeteksi alkohol yang dibuat yaitu ketika input minuman dideteksi oleh sensor maka sensor akan bekerja menentukan *setpoint* dari objek dan diteruskan ke mikrokontroler

lalu kontrol PID akan berproses pada mikrokontroler dan memngeluarkan *output* yang diteruskan ke nodeMCUESP dan nodeMCUESP akan meneruskan ke *smartphone* sehingga hasil dari pembacaan alkohol akan terbaca pada *smartphone*. Penjelasan mengenai proses tersebut digambarkan pada diagam blok pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram blok PID pada alat pendeteksi alkohol

2.1. Deskripsi Alat

Rancang bangun alat pendeteksi persentase kadar alkohol pada minuman berbasis IoT ialah alat yang digunakan untuk mengetahui kadar alkohol yang terdapat pada minuman keras. Sensor yang digunakan untuk metode uap pada penelitian ini adalah sensor MQ3. Sensor MQ3 adalah sensor yang dapat mendeteksi konsentrasi kandungan alkohol mulai dari

0.05mg/L sampai dengan 10mg/L, Semakin tinggi konsentrasi alkohol yang diterima sensor maka resistansi sensor akan berkurang dan tegangan keluaran akan meningkat [9].

Sensor diintegrasikan dengan kontrol PID. PID (*Proportional Integral Derivative*) merupakan metode kendali dengan mekanisme umpan balik yang parameternya terdapat K_p , K_i , K_d dan *setpoint* [10].

Pemanfaatan PID pada penelitian ini adalah agar pembacaan kadar alkohol stabil dan dapat meminimalkan *error* dalam mendeteksi kadar alkohol. Tanpa adanya kontrol PID ini maka ketika diberikan tegangan input tidak bisa stabil mencapai nilai *setpoint* dari sensor.

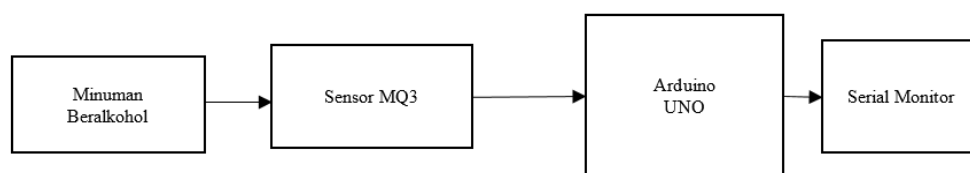
Hasil pembacaan sensor diintegrasikan dengan IoT (*Internet of Thing*). IoT ialah sebuah konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus-menerus [11]. Hasil pembacaan kadar alkohol akan terbaca pada *smartphone* yang mana penghubungnya adalah nodeMCU ESP8266 dan aplikasi *blynk*. Pemilihan hasil pembacaan kadar menggunakan IoT agar bisa mengikuti era zaman digital yang mana semuanya sudah berbasis internet dan teknologi digital.

3. METODE PENELITIAN

Pada bagian ini adalah hasil dan pembahasan mengenai alat pendeteksi alkohol dengan kontrol PID dan monitoring IoT.

3.1. Pembuatan Sistem Dasar Pendeteksi Alkohol

Pada tahap ini dilakukan pembuatan sistem pendeteksi alkohol dengan sensor MQ3. Pembuatan sistem dilakukan dengan membuat kode program dan menerapkan rumus konversi dari nilai analog *output* sensor menjadi nilai persentase kadar alkohol. Setelah selesai membuat sistem pendeteksinya dilakukan pengujian sistem. Berikut adalah diagram blok dari sistem dasar pendeksi alkohol.



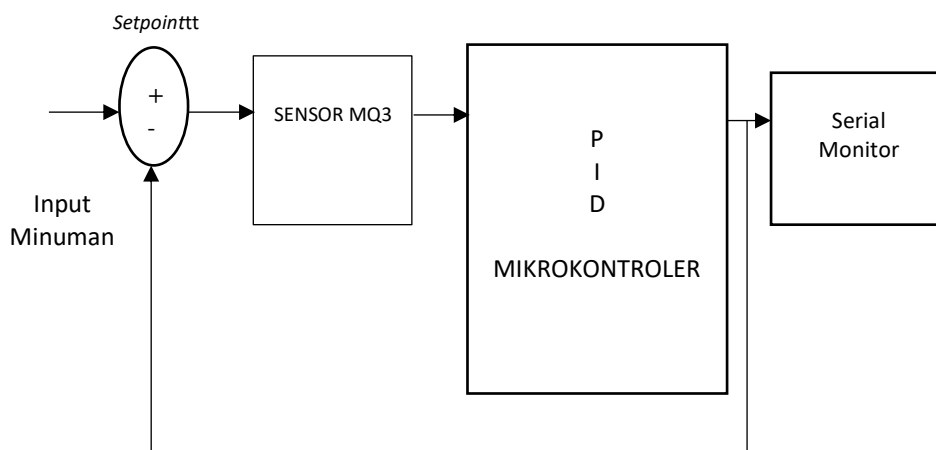
Gambar 3. Diagram blok pengujian sensor MQ3 metode uap tanpa PID

Setelah selesai membuat sistem dasar pendeteksi alkohol dengan kode program maka selanjutnya yaitu pengujian sistem dasar pendeteksi alkohol terhadap beberapa merk minuman non alkohol dan minuman beralkohol dengan metode uap. Cara pengujian menggunakan sensor ini dengan cara mendekatkan sensor dengan sampel dan tidak dikenakan langsung ke sampel, sehingga uap dari sampel baik non alkohol atau berakohol tersebut akan diterima sensor dan hasilnya akan terbaca pada serial monitor diaplikasi arduino IDE. Sensor dapat dikatakan layak apabila memenuhi kriteria fungsi pakai. Pada pengujian ini menggunakan minuman yang mengandung alkohol dan yang tidak mengandung alkohol. Untuk sampel minuman non alkohol sebanyak 4 merk yaitu yakult, teh javana, floridina dan bolesa. Sedangkan untuk sampel uji minuman

beralkohol menggunakan 4 merk yaitu abidin dengan kadar alkohol pada kemasan $\pm 8\%$, prost $\pm 4.8\%$, topi miring $\pm 14.7\%$, dan asoka $\pm 19.7\%$. Berikut hasil pengujian dari sensor MQ3 sebagai metode uap dengan beberapa sampel non alkohol dan beralkohol.

3.2. Pembuatan Sistem Dasar Pendeteksi Alkohol dengan Metode PID

Membaca kadar alkohol dengan kontrol PID digunakan agar keakuratan pembacaannya lebih tepat dan mengurangi tingkat *error* dalam proses pendeteksian kadar. Pengujian pada tahap ini masih menggunakan minuman non alkohol dan beralkohol dengan berbagai merk yang berbeda. Gambar 4 merupakan diagram blok sistem pembacaan kadar alkohol dengan PID.



Gambar 4. Diagram blok pengujian dengan PID

Sebelum menerapkan PID kepada alat pendeteksi alkohol maka dilakukan *tunning* nilai K_p , K_i , dan K_d dengan cara *trial & error*. Penentuan nilai *tunning* diawali dengan menentukan *setpoint* terlebih dahulu. Dengan sampel minuman beralkohol sebanyak 4 merk yaitu abidin dengan kadar alkohol pada kemasan $\pm 8\%$, prost $\pm 4.8\%$,

topi miring $\pm 14.7\%$, dan asoka $\pm 19.7\%$. mendapatkan nilai parameter PID dilakukan dengan pengujian *trial & error* yang diuji dalam setiap 30 detik sebanyak 4 kali dengan total pengamatan 1 menit pendeteksian. Berikut adalah tabel pengujian *trial & error* dan *setpoint* PID.

Tabel 1. Penentuan parameter PID dengan *trial & error* metode uap minuman beralkohol

Merk Minuman	Waktu (+30s)	Setpoint	Parameter PID			Kadar Terbaca Oleh Sensor	Kadar Terbaca Oleh Refractometer	Error Pembacaan
			K_p	K_i	K_d			
Abidin $\pm 8\%$ Alkohol	0	600	8	3	1	0%	11%	100%
	1					0%	11%	100%
	2					0%	11%	100%
	3					0%	11%	100%
Abidin $\pm 8\%$ Alkohol	0	400	10	6	3	2,5%	11%	77%
	1					4,2%	11%	61,8%
	2					5,1%	11%	53,6%
	3					4,7%	11%	57,3%
Abidin $\pm 8\%$ Alkohol	0	210	4	3	0.001	3,4%	11%	23,6%
	1					10,8%	11%	1,9%
	2					11,5%	11%	0,4%
	3					11,5%	11%	0,4%
Topi Miring $\pm 14,7\%$ Alkohol	0	600	8	3	1	0%	15%	100%
	1					0%	15%	100%
	2					0%	15%	100%
	3					0%	15%	100%
Topi Miring $\pm 14,7\%$ Alkohol	0	400	10	6	3	4,2%	15%	10,8%
	1					6,1%	15%	8,9%
	2					5,3%	15%	9,7%
	3					9,2%	15%	5,8%
Topi Miring $\pm 14,7\%$ Alkohol	0	210	4	3	0.001	5,8%	15%	9,2%
	1					13,4%	15%	1,6%
	2					14,3%	15%	0,7%
	3					14,3%	15%	0,7%

Dari data hasil *tunning* PID dengan *trial* & *error* maka dapat disimpulkan jika nilai Kp 4, Ki 3, Kd 0.001 dan *setpoint* 210 sudah tepat untuk dijadikan nilai *tunning* parameter kendali PID pada alat pendeteksi alkohol

yang dibuat dan dapat dijadikan parameter PID untuk pengukuran selanjutnya. Berikut merupakan penerepan pemanggilan fungsi PID pada sistem pendeteksi kadar alkohol.

```
MetodeUap
#include <MQUnifiedsensor.h>
#include <PID_v1.h>

//identifikasi parameter kendali PID
double setpointmq3;
double input;
double output;
double Map;

//PID parameter
float Kp=4, Ki=3, Kd=0.00001;

//creatPID
PID myPID(&input, &output, &setpointmq3, Kp, Ki, Kd, DIRECT);
const int MQ3 = A0;
int nilaiSensor;

void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
  Serial.begin(9600);
  setpointmq3=210;
  myPID.SetMode(AUTOMATIC);
  myPID.SetTunings(Kp, Ki, Kd);
}

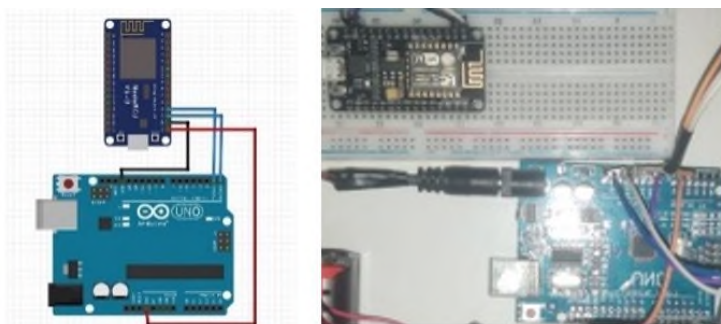
void loop() {
  PID;
  int nilaiSensor = analogRead(MQ3);
```

Gambar 5. PID pada kode program

3.3. Pembuatan Sistem Monitoring Berbasis IoT

Tahapan dari perancangan dan pembuatan sistem monitoring ini akan dilakukan dengan membuat desain tampilan aplikasi yang nantinya akan dibuat. Sebelum membuat tampilan dari *software*, yang

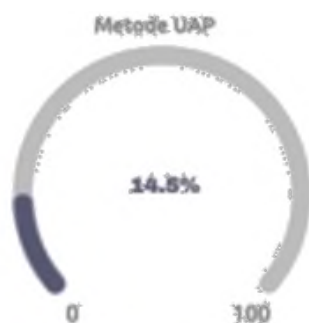
pertama dilakukan adalah membuat rangkaian dari nodeMCU terlebih dahulu karena nodeMCU ESP8266 adalah komponen utama penghubung antara mikrokontroler arduino dengan *smartphone*. Berikut adalah rangkaian skematik dan perakitan dari nodeMCU ESP8266.



Gambar 6. Skematik NodeMCU dan perakitan NodeMCU

Aplikasi monitoring dari pendeteksi alkohol ini adalah sebagai basis IoTnya dimana hasil pembacaan dari kadar alkohol akan terbaca pada aplikasi. Proses pembuatan dimulai dari pemrograman pada mikrokontroler arduino uno terhadap sensor

MQ3 kemudian membuat kode program dari nodeMCU sebagai penghubung antara alat dengan sistem monitoring. Gambar 7 adalah gambar pengujian pengiriman data ke *blynk* di *smartphone*.



Gambar 7. Monitoring Deteksi Alkohol Pada *Blynk*

3.4. Pengujian Keseluruhan

Pengujian ini dibagi menjadi 2 tahapan yang dijabarkan sebagai berikut

1. Pengujian alat pendeteksi Alkohol dengan PID dan tanpa PID.

Pada tahap pengujian ini menggunakan dua macam inputan yaitu

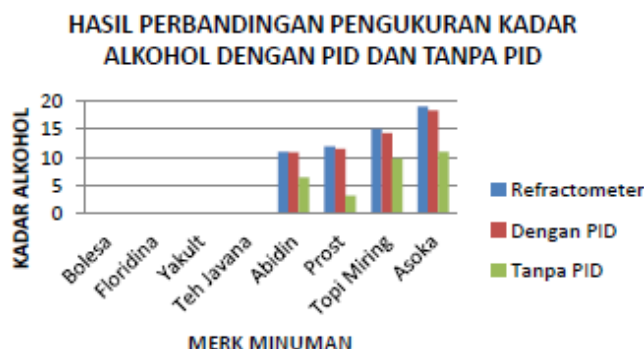
minuman yang tidak mengandung alkohol dan sampel minuman yang mengandung alkohol. Untuk minuman non alkohol menggunakan 4 merk yaitu bolesa, yakult, floridina, dan teh javana. Sedangkan untuk yang beralkohol dengan 4 merk juga dengan kadar pada masing-masing kemasan yaitu abidin $\pm 8\%$, prost $\pm 4,8\%$, topi miring $\pm 14,7\%$, dan asoka $\pm 19,7\%$.

Tabel 2. Data pengujian keseluruhan pada minuman dengan PID dan tanpa PID

Merk Minuman	Pengukuran Manual (Refractometer)	Hasil Deteksi Dengan PID	Hasil Deteksi Tanpa PID	Selisih Error Dengan PID	Selisih Error Tanpa PID
Abidin	10%	12.8%	3,4%	2.8%	6,6%
Prost	11.5%	11.9%	3.1%	0.4%	8,4%
Topi Miring	16%	17.4%	5,5%	1.4%	10,5%
Asoka	20.0%	20.9%	7.8%	0.9%	12,2%
Apidin	17%	18,5%	5,6%	1.5%	11,4%
Vodka	36,5%	33.3%	9,1%	3.2%	27,4%
Bolesa	0%	0%	0%	0%	0%
Floridina	0%	0%	0%	0%	0%
Yakult	0%	0%	0%	0%	0%
Teh Javana	0%	0%	0%	0%	0%
Rata-rata error pembacaan				1,02%	7,65%

Pada Tabel 2, dapat dilihat bahwa selisih *error* dari alat pendeteksi persentase kadar alkohol dengan menggunakan PID memiliki rata-rata *error* 1,02% yang dimana nilai tersebut lebih kecil dibandingkan dengan

selisih *error* dengan hasil pembacaan pendeteksi alkohol tanpa kontrol PID dengan rata-rata *error* yaitu 7.65%. hasil dari perbandingan pembacaan pada Tabel 2 digambarkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Grafik hasil perbandingan pengukuran PID dan tanpa PID

2. Pengujian Sistem Monitoring

Pengujian sistem monitoring ini dilakukan untuk melihat apakah sistem IoT apakah sistem dapat menampilkan hasil

pengukuran yang sesuai dengan pembacaan sensor pada *smartphone*. Tabel 3 berikut merupakan hasil pembacaan pada aplikasi *blynk*.

Tabel 3. Hasil monitoring pada *Blynk*

Merak Minuman	Hasil Deteksi Dengan PID Pada Serial Monitor	Hasil Pembacaan Pada <i>Smartphone</i>	Keterangan Golongan Minuman Pada <i>Smartphone</i>	Error Pembacaan
Abidin	11,5%	11,5%	Alkohol Terdeteksi Golongan B	0%
Prost	10,4%	10,4%	Alkohol Terdeteksi Golongan B	0%
Topi Miring	14,5%	14,5%	Alkohol Terdeteksi Golongan B	0%
Asoka	18,2%	18,2%	Alkohol Terdeteksi Golongan B	0%
Apidin	13,6%	13,6%	Alkohol Terdeteksi Golongan B	0%
Vodka	27,2%	27,2%	Alkohol Terdeteksi Golongan C	0%
Bolesa	0%	0%	Alkohol Tidak Terdeteksi	0%
Floridina	0%	0%	Alkohol Tidak Terdeteksi	0%
Yakult	0%	0%	Alkohol Tidak Terdeteksi	0%
Teh Javana	0%	0%	Alkohol Tidak Terdeteksi	0%

Dapat dilihat Tabel 3 pada aplikasi *blynk*, sistem monitoring dapat membaca kadar alkohol sesuai dengan pembacaan pada sensor di serial monitor. Maka dapat

disimpulkan bahwa pembacaan kadar alkohol berbasis IoT berhasil dibuat oleh peneliti. Gambar 9 berikut adalah penggunaan secara keseluruhan alat.



Gambar 9. Penggunaan alat pendeteksi kadar alkohol

4. SIMPULAN

Pada penelitian ini, maka diperoleh kesimpulan bahwa: (1). Alat dapat mendeteksi kadar alkohol dengan akurat dan stabil dengan $error < 5\%$; (2). Metode PID dapat diterapkan dalam alat ini sebagai penstabil pembacaan pada sensor jika tanpa PID hasil akan tidak akurat; dan (3). Monitoring hasil pengujian menggunakan aplikasi *blynk* dapat mempermudah pengguna dan hasil pembacaan pada aplikasi *blynk* sama sehingga tidak ada selisih hasil pembacaan.

Berdasarkan kesimpulan diatas, Kontrol PID terhadap alat pendeteksi persentase kadar alkohol pada minuman keras yang sudah dibuat berfungsi dengan baik serta sesuai dengan yang diharapkan. $error$ yang terjadi dapat diminimalisir dengan metode PID. Alat ini dapat membaca $range$ persen pada alkohol dengan akurasi yang baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Liana, L. T. W., & Adolf, L. L. (2019). Penyalahgunaan konsumsi alkohol pada minuman keras bagi remaja terhadap kesehatan.
- [2] Yanti, A., Mursiti, S., Widiarti, N., Nurcahyo, B., & Alauhdin, M. (2019). Optimalisasi Metode Penentuan Kadar Etanol dan Metanol Pada Minuman Keras Oplosan Menggunakan Kromatografi Gas (KG). *Indonesian Journal of Chemical Science*, 8(1), 53-59.
- [3] P. P. R. I. (2013). Pengendalian dan Pengawasan Minuman Beralkohol. Diakses tanggal, 9.
- [4] Adnyana, P. M. A. Y., Swamardika, I. A., & Rahardjo, P. (2019). Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kadar Alkohol pada Minuman Beralkohol Menggunakan Sensor MQ-3 Berbasis ATmega328. *Jurnal Spektrum*, 2(3), 111-116.
- [5] Pradnyana, M. A. A., Putra, K. Y. P., Widnyana, K. D., Budarsa, I., Sangka, I., Yasa, I., & Sapteka, A. A. N. G. (2022). Alat Pendeteksi Kadar Alkohol Pada Minuman Arak Bali Berbasis Wemos D1 Mini. *JTEV (Jurnal Teknik Elektro dan Vokasional)*, 8(2), 329-337.
- [6] Harefa, J. (2020). Rancang Bangun Alat Ukur Kadar Alkohol Pada Minuman Berbasis Web (Doctoral dissertation, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya).
- [7] Lamatenggo, M., Wiranto, I., & Ridwan, W. (2020). Perancangan Balancing Robot Beroda Dua Dengan Metode Pengendali PID Berbasis Arduino Nano. *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering*, 2(2), 39-43.
- [8] Andreas, A., Priyandoko, G., & Mukhsim, M. (2020). Kendali Kecepatan Motor Pompa Air Dc Menggunakan PID-CSA Berdasarkan Debit Air Berbasis Arduino. *JASEE Journal of Application and Science on Electrical Engineering*, 1(01), 1-14.
- [9] Shafira Adini, J. (2021). Rancang Bangun Sistem Pemantauan Kadar Alkohol Dan Suhu Penyimpanan Pada

-
- Proses Fermentasi Tape Berbasis *Internet of Things* (Doctoral dissertation, Politeknik Negeri Jakarta).
- [10] Ma'arif, A., Istiarno, R., & Sunardi, S. (2021). Kontrol Proporsional Integral Derivatif (PID) pada Kecepatan Sudut Motor DC dengan Pemodelan Identifikasi Sistem dan Tuning. *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, 9(2), 374.
- [11] Tamba, S. P., Nasution, A. H. M., Indriani, S., Fadhilah, N., & Arifin, C. (2019). Pengontrolan lampu jarak jauh dengan nodemcu menggunakan *blynk*. *Jurnal Tekinkom (Teknik Informasi dan Komputer)*, 2(1), 93-98.