



Artikel Penelitian

Perancangan dan Implementasi Pendeteksi Kekeruhan Air Menggunakan Mikrokontroler Berbasis Nilai Nephelometric Turbidity Unit

Dody Ichwana Putra^a, Yosa Rianda^a, Shelvi Ekariani^b^aDepartemen Teknik Komputer, Universitas Andalas, Kampus Unand Limau Manih, Padang, 25163, Indonesia^bDepartemen Matematika dan Sains Data, Universitas Andalas, Kampus Unand Limau Manis, Padang, 25163, Indonesia**INFORMASI ARTIKEL***Sejarah Artikel:*

Diterima Redaksi: 15 Juli 2023

Revisi Akhir: 29 April 2024

Diterbitkan Online: 30 April 2024

KATA KUNCIPendeteksi kekeruhan air,
Nephelometric Turbidity Unit,
*Mikrokontroler***KORESPONDENSI**E-mail: dody.ichwana@it.unand.ac.id***A B S T R A C T**

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sebuah detektor kekeruhan air guna membantu pelanggan perusahaan penyedia air PDAM/PAM menjaga kualitas air yang digunakan untuk kebutuhan sehari-hari. Tujuannya adalah mencegah pencampuran air bersih yang telah disimpan dengan air keruh saat keran dibuka. Dalam penelitian ini, kami menggunakan smartphone sebagai perangkat pengendali jarak jauh yang memungkinkan pengguna untuk memantau kondisi air dari jarak jauh. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem ini efektif mengendalikan proses pemisahan air berdasarkan kondisi air, serta memberikan kontrol manual oleh pengguna melalui komunikasi Bluetooth dalam jarak maksimal 10 meter. Sistem ini menawarkan dua tindakan kontrol, yaitu membuka dan menutup saluran air melalui katup solenoid. Dari hasil pengujian, kami dapat mengamati bahwa sistem ini berhasil memisahkan air sesuai dengan kondisinya dan merespons perintah pengguna dengan cepat.

1. PENDAHULUAN

Air adalah kebutuhan utama makhluk hidup yang paling penting untuk keberlangsungan hidupnya dan tidak tergantikan. Tidak hanya penting bagi manusia, air juga sangat penting bagi kehidupan makhluk hidup baik itu hewan maupun tumbuhan. Kebutuhan yang berhubungan dengan air bagi manusia diantaranya untuk minum, memasak, mencuci dan keperluan lainnya. Salah satu kriteria air baik untuk dikonsumsi adalah air yang tidak keruh [1] [2].

Pada umumnya masyarakat sekarang ini memanfaatkan air untuk kebutuhan sehari hari dengan memasoknya dari PDAM (Perusahaan Daerah Air Minum)/PAM (Perusahaan Air Minum). Pada saat musim penghujan terutama saat hujan yang berlangsung sangat lama dengan curah hujan yang cukup besar, biasanya pasokan air dari PDAM/PAM mengalami kekeruhan bahkan mengandung kotoran (lumpur) yang berasal dari sumber air PDAM/PAM tersebut [3]. Sehingga air tersebut tidak dapat dikonsumsi [4]. Pada saat air dari PDAM/PAM keruh, ketika keran air dibuka, air keruh akan langsung masuk ke dalam bak penampungan air bersih. Sehingga air keruh tadi akan langsung tercampur dengan air bersih yang telah tertampung sebelumnya.

Untuk mengatasi persoalan ini, dibutuhkan sebuah alat untuk mendeteksi kekeruhan air dan memisahkan air keruh secara otomatis. Alat ini diharapkan dapat menjaga kualitas air yang akan digunakan oleh pelanggan PDAM/PAM serta memberi informasi bahwa air dapat dikonsumsi.

Penelitian mengenai pendeteksi kekeruhan air telah dilakukan sebelumnya [5] [6] [7] [8] [9] [10] [11] [12] [13]. Pada penelitian terdahulu ini, aplikasi sistem pendeteksi kekeruhan belum menggunakan pengaturan pemisah air secara otomatis dan manual, disamping itu informasi kekeruhan air tidak diakses melalui aplikasi *smartphone*. Makalah ini menyajikan sistem pendeteksi kekeruhan air secara otomatis untuk pemisah air bersih dan kotor yang dikeluarkan PDAM berdasarkan nilai *Nephelometric Turbidity Unit* (NTU). Aplikasi pada *smartphone* digunakan untuk mendapatkan laporan kekeruhan air dan kontrol manual sistem. Tujuan dari studi ini adalah untuk mengembangkan sebuah sistem pendeteksi kekeruhan air yang dapat membantu memonitor dan menjaga kualitas air. Hasil evaluasi sistem menunjukkan sistem pendeteksi kekeruhan air ini mampu memisahkan air bersih dan kotor secara akurat. Kontribusi utama dari makalah ini adalah melaporkan aplikasi pemisah air bersih dan kotor berdasarkan kekeruhan menggunakan NTU dengan metode yang sederhana dan dapat

diimplementasikan pada berbagai bidang, terutama di rumah tangga.

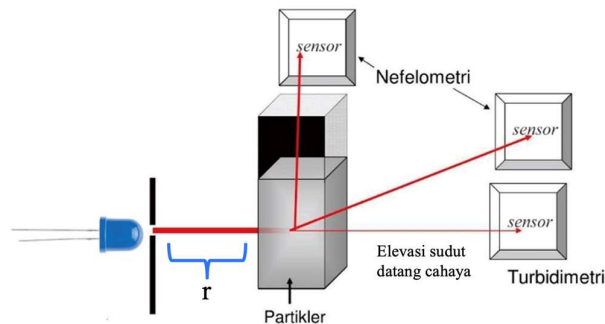
Penelitian ini disusun dengan struktur sebagai berikut: Bagian 2 menjelaskan metodologi penelitian yang digunakan. Di Bagian 3, kami menampilkan hasil dan pembahasan. Terakhir, Bagian 4 berisi kesimpulan.

2. METODE

2.1. Model Pengukuran Kekeruhan Air

Ada dua metode pengukuran kekeruhan air, turbidimetri dan nefelometri. Turbidimetri adalah metode analisa kuantitatif yang berdasarkan pada pelenturan sinar oleh zat padat. Sedangkan nefelometri adalah pengukuran intensitas cahaya yang dibaurkan sebagai fungsi dari konsentrasi terdispersinya. Satuan kekeruhan yang diukur baik dengan metode turbidimetri maupun dengan menggunakan metode nefelometri ini adalah dalam skala satuan NTU (*Nephelometric turbidity units*).

Metode yang akan digunakan untuk mengukur kekeruhan air ini dalam studi ini adalah metode turbidimetri dikarenakan metode ini rentang baca nilai kekeruhannya lebih besar dibandingkan dengan metode nefelometri, dan alat standar yang akan digunakan untuk pengkalibrasian dan pembandingan alat yang dirancang adalah Turbidity Meter Model 800. Pada Gambar 1 ditunjukkan skema perbedaan antara metode nefelometri dengan turbidimetri.

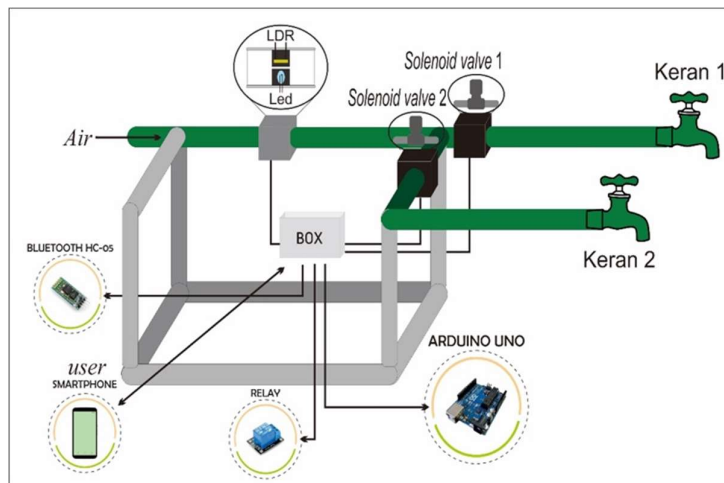


Gambar 1. Skema pengukuran kekeruhan air dengan metode turbidimetri dan nefelometri.

Metode pengukuran turbidimetri berdasarkan pada adanya efek cahaya berupa penerusan cahaya yang terjadi bila sebuah cahaya menembus partikel melayang pada cairan [14]. Metode turbidimetri merupakan metode pengukuran tingkat kekeruhan air dengan cara melewatkan sumber cahaya pada air, sehingga intensitas cahaya yang diteruskan oleh bahan-bahan material objek yang menjadi penyebab kekeruhan dapat terlihat atau terdeteksi oleh suatu alat pendeteksi. Semakin tinggi intensitas cahaya yang diteruskan maka tingkat kekeruhannya akan menjadi semakin rendah [15]. Cara ini membandingkan intensitas penerusan cahaya yang disebabkan oleh sampel air pada kondisi yang sama. Semakin tinggi intensitas penerusan cahaya, semakin rendah penyebaran sinar. Metode ini sangat baik digunakan untuk pengukuran *turbidity* yang memiliki rentang bacaan nilai NTU yang besar [16].

2.2. Rancangan Sistem

Sistem pendeteksi kekeruhan air ini menggunakan sensor LDR untuk mendeteksi potensi keruh air. Selanjutnya, nilai yang dibaca oleh sensor LDR diproses oleh mikrokontroler, yaitu arduino uno. Sistem kerja alat pendeteksi kekeruhan air ini diperlihatkan pada Gambar 2. Informasi tingkat kekeruhan air dikirimkan ke *smartphone* melalui *bluetooth*. Jika kondisi air yang terbaca menunjukkan kondisi dimana air mengalami kekeruhan, maka mikrokontroler akan memberi perintah ke *Solenoid Valve 1* untuk menghentikan aliran air ke keran 1 (katup *Solenoid Valve 1* akan menutup dan *Solenoid Valve 2* terbuka), sehingga air tidak akan dapat keluar saat keran 1 dibuka dan hanya dapat keluar melalui keran 2 saja. Dan sebaliknya jika kondisi air yang terbaca menunjukkan kondisi air yang baik atau jernih, maka mikrokontroler akan memberi perintah ke *Solenoid Valve 1* untuk terbuka dan *Solenoid Valve 2* tertutup sehingga air hanya dapat keluar melalui utama (keran 1).

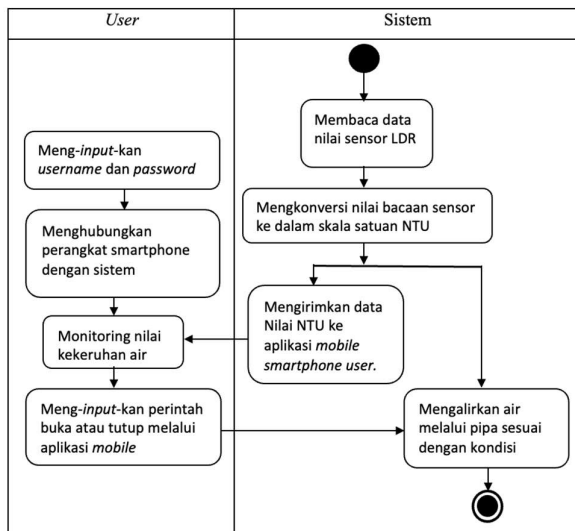


Gambar 2. Arsitektur sistem pendeteksi kekeruhan air

Fungsi utama dari sistem ini adalah sebagai berikut: (1) Pengguna dapat melihat kondisi tingkat kekeruhan air secara *real-time*

dalam satuan NTU melalui aplikasi mobile pada perangkat *smartphone* yang terhubung dengan sistem. (2) Sistem ini mampu mengendalikan *solenoid valve* untuk menghentikan atau mengalirkan aliran air ke keran yang sesuai secara otomatis. (3) Pengguna juga memiliki kontrol manual melalui aplikasi mobile pada perangkat *smartphone* untuk mengalirkan air ketika diperlukan. Untuk menunjukkan proses kerja dan fungsional sistem, kami menampilkan *activity diagram* dari sistem ini pada Gambar 3.

Alur kerja sistem dimulai dengan inisialisasi, seperti deklarasi variabel dan seluruh pin-pin yang terhubung ke mikrokontroler dan pengaktifan komunikasi *bluetooth* HC-05. Selanjutnya, sistem akan masuk ke fungsi Pengaliran air, jika *smartphone user* terhubung kedalam sistem maka, akan dikirimkan data ke *smartphone* berupa informasi nilai kekeruhan air. Terdapat tiga kondisi air dimana yang pertama “tidak diperlukannya filter” yang artinya air dalam kondisi yang sangat baik (nilai kekeruhan air ≤ 5 NTU), yang kedua adalah “samar” yang berarti disini kondisi air masih dapat dipertimbangkan oleh user untuk tetap menggunakannya (nilai kekeruhan air 6-20 NTU) dan yang terakhir adalah “perlu filter” (nilai kekeruhan air >20 NTU). jika dibutuhkan kontrol secara manual oleh *user*, maka juga bisa *input* perintah sesuai yang diinginkan. Jika *user* telah memberi perintah melalui aplikasi *mobile* pada *smartphone* maka mikrokontroler akan memproses fungsi kontrol manual.



Gambar 3. *Activities diagram* sistem.

2.3. Rancangan Perangkat Keras dan Lunak

Blok diagram perancangan sistem ini diperlihatkan pada Gambar 4. Perangkat keras yang digunakan untuk membangun sistem pendeteksi kekeruhan air untuk pemisah air berdasarkan nilai *nephelometric turbidity unit* sebagai berikut:

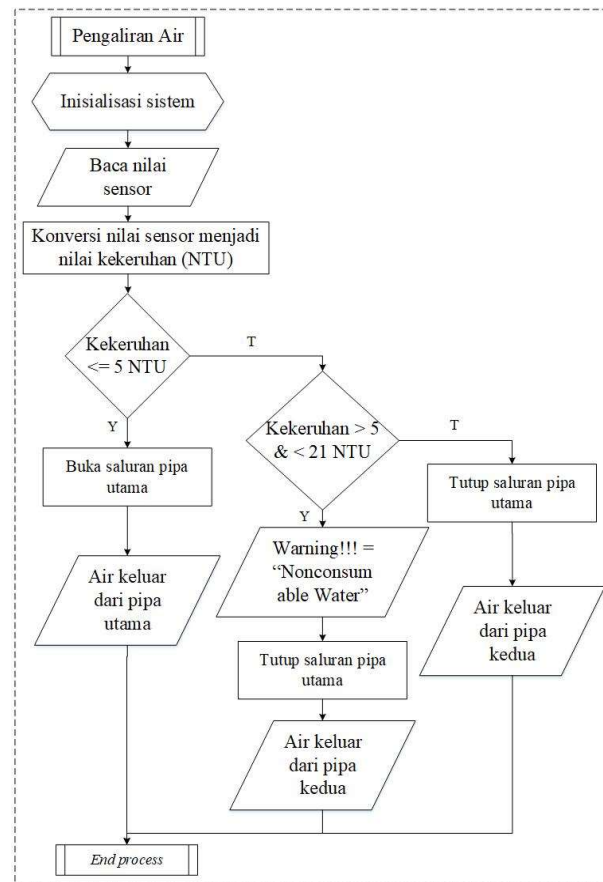
- Arduino UNO, digunakan untuk pengontrolan sistem secara keseluruhan.
- Relay, digunakan untuk memperbesar arus untuk pengoperasian *Solenoid Valve*.
- *Solenoid Valve*, digunakan untuk membuka dan menutup aliran air.
- Sensor LDR, digunakan untuk mendeteksi besaran fisik dari kondisi air, apakah kondisi air dalam keadaan jernih atau keruh.

- Komunikasi *bluetooth* HC-05, digunakan sebagai sarana untuk pengiriman data dari mikrokontroler ke aplikasi *mobile* yang ditanamkan di *smartphone* dan begitu pula sebaliknya untuk memberi perintah secara manual oleh user dari aplikasi *mobile* ke mikrokontroler.
- *Smartphone*, berkomunikasi dengan mikrokontroler melalui *bluetooth*. *Smartphone* juga digunakan untuk *interface* dengan user.



Gambar 4. Blok diagram perangkat keras.

Pada perancangan perangkat lunak, *flowchart* digunakan untuk menggambarkan alur kerja, seperti pada Gambar 4. Pada Gambar 5 diperlihatkan alur kerja logika pada mikrokontroler.

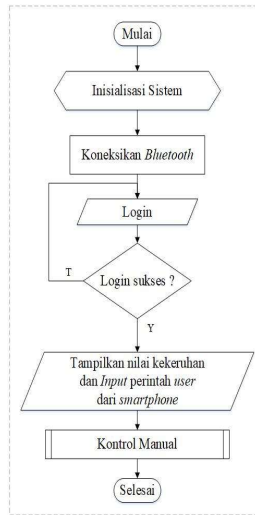


Gambar 5. *Flowchart* pemrograman pada mikrokontroler

Sistem akan membaca nilai keluaran sensor yang berupa ADC, kemudian mikrokontroler akan mengonversinya menjadi satuan kekeruhan dalam NTU. Jika nilai kekeruhan ≤ 5 NTU, solenoid

valve 1 akan terbuka, dan sebaliknya solenoid valve 2 akan tertutup, memastikan air hanya keluar melalui keran 1 menuju penampungan air bersih di luar rumah pengguna. Jika nilai kekeruhan berkisar antara 6-20 NTU, akan muncul peringatan "Nonconsumable Water", dan pengguna memiliki opsi untuk mengontrol secara manual. Secara default, jika pengguna tidak memberikan perintah pengontrolan, sistem akan mengalirkan air ke keran 2 menuju penampungan air keruh di luar rumah pengguna. Jika nilai kekeruhan > 20 NTU, kondisi kekeruhan air tidak dapat ditoleransi lagi, dan sistem secara otomatis akan mengarahkan air melalui keran 2 ke penampungan air keruh di luar rumah pengguna.

Nilai NTU dari hasil pengolahan mikrokontroler akan dikirimkan ke aplikasi android setelah *smartphone* terhubung dengan *Bluetooth*. Login ke aplikasi diperlukan untuk melihat nilai NTU ini, selanjutnya pengontrolan manual untuk memisahkan air bersih dan kotor dapat dilakukan dengan aktivasi kontrol manual. Gambar 6 menampilkan proses menampilkan nilai NTU di aplikasi android.



Gambar 6. Flowchart menampilkan nilai kekeruhan di aplikasi *smartphone*

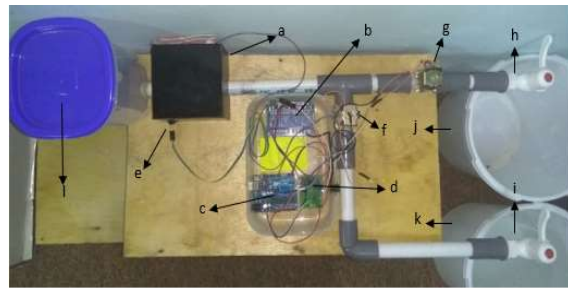
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Implementasi Sistem

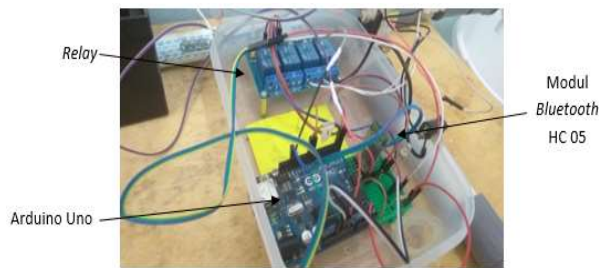
Alat pendeteksi kekeruhan untuk pemisahan air dirancang menggunakan sensor LDR untuk membaca intensitas cahaya yang diteruskan oleh partikel penyebab kekeruhan sehingga informasi dari kekeruhan air didapatkan dan ditampilkan di layar *smartphone*. Implementasi perangkat keras dapat dilihat pada Gambar 7.

Pada Gambar 7(a), terdapat beberapa keterangan sebagai berikut: a) kotak tempat deteksi kekeruhan yang dilengkapi dengan Led dan LDR di bagian luarnya; b) relay yang berfungsi sebagai saklar; c) Arduino Uno yang berfungsi sebagai otak atau pengendali dari seluruh sistem; d) breadboard sebagai tempat perangkat komponen yang dirangkai dan perangkat Bluetooth yang ditempelkan; e) LDR yang berfungsi sebagai sensor; f) solenoid valve 2 yang berfungsi untuk menutup aliran air ke penampungan air keruh; g) solenoid valve 1 yang berfungsi untuk

menutup aliran air ke penampungan air bersih; h) keran 1 sebagai tempat keluarnya air bersih; i) keran 2 sebagai tempat keluarnya air keruh; j) tempat penampungan air bersih; k) tempat penampungan air keruh; l) kotak sebagai sumber air.



(a)



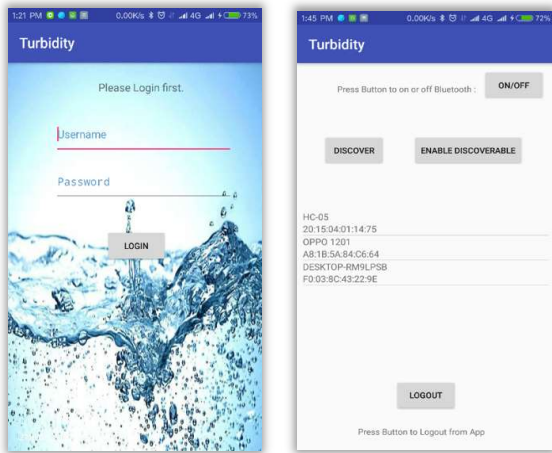
(b)



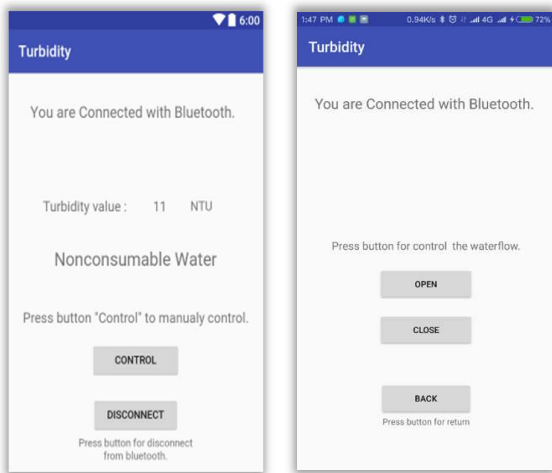
(c)

Gambar 7. (a) Implementasi alat pendeteksi kekeruhan untuk pemisahan air, (b) Komponen perangkat keras pada box, (c) Komponen box detector kekeruhan.

Implementasi *user interface* pada aplikasi android diperlihatkan pada Gambar 8. Pada Gambar 8(a), terlihat halaman login dari aplikasi. Koneksi antara aplikasi *smartphone* dengan perangkat keras dilakukan melalui Bluetooth. Pada Gambar 8(b), ditampilkan aplikasi *smartphone* yang berhasil terhubung dengan perangkat keras Bluetooth HC-05. Nilai kekeruhan air dalam satuan NTU ditampilkan pada aplikasi *smartphone*, seperti yang terlihat pada Gambar 8(c). Gambar 8(d) menampilkan halaman kontrol yang digunakan untuk pengaturan manual.



(a) (b)



(c) (d)

Gambar 8. User interface pada aplikasi android.

3.2. Pengujian dan Analisa

Pengujian dilakukan untuk menguji kinerja alat pendeteksi kekeruhan air ini. Pengujian pertama dilakukan untuk mengukur akurasi sensor LDR dalam mendeteksi kekeruhan air. Pengujian tersebut melibatkan variasi jarak dan sudut cahaya yang diterima oleh sensor, yaitu 0°, 15°, 30°, 45°, 60°, 75°, dan 90° (seperti yang terlihat pada Gambar 1). Data hasil pengujian digunakan untuk mendapatkan persamaan karakteristik sensor LDR terkait jarak dan sudut. Dalam pengujian ini, Turbidity Meter Model 800 dengan kalibrasi zero control digunakan sebagai perbandingan dan kalibrasi sensor LDR yang digunakan dalam penelitian. Turbidity Meter Model 800 dapat mendeteksi tingkat kekeruhan hingga 200 satuan NTU. Gambar 9 menunjukkan Turbidity Meter Model 800 yang digunakan sebagai referensi untuk kalibrasi sensor LDR.



Gambar 9. Pengujian sampel uji dengan Turbidity Meter Model 800.

Skenario pengujian melibatkan perbandingan nilai kekeruhan air pada sampel yang digunakan, di mana larutan teh dan kopi digunakan sebagai sampel. Selanjutnya, nilai NTU dari sampel dibandingkan antara Turbidity Meter Model 800 dan sensor LDR. Metode regresi linear digunakan untuk melakukan kalibrasi sensor LDR dengan membandingkan nilai ADC (Analog-to-Digital Converter) dari sensor LDR dengan nilai kekeruhan yang telah diukur menggunakan Turbidity Meter Model 800. Hasil dari perbandingan ini akan memberikan formula karakteristik sensor. Pada Tabel 1, ditampilkan hasil pengujian tegangan keluaran sensor (dalam volt) dengan variasi sudut datang pada sensor LDR, dan dibandingkan dengan kenaikan sebesar 0.5 satuan NTU pada Turbidity Meter Model 800.

Tabel 1. Perbandingan Nilai NTU (Turbidity Meter Model 800) dengan Tegangan Keluaran Sensor pada Sudut 75°, 60°, 45°, 30°, 15°, 0°

No.	Turbidity Meter Model 800	Tegangan Keluaran Sensor (volt)					
		75°	60°	45°	30°	15°	0°
1	0	4,04	3,54	3,32	2,65	1,61	0,66
2	0,5	3,97	3,41	3,29	2,64	1,59	0,52
3	1	3,95	3,30	3,04	2,35	1,39	0,50
4	1,5	3,81	3,29	3,02	2,33	1,35	0,43
5	2	3,79	3,29	2,86	2,13	1,13	0,40
6	2,5	3,77	3,14	2,83	2,11	1,01	0,26
7	3	3,67	3,04	2,80	2,09	0,96	0,24
8	3,5	3,56	3,02	2,64	1,88	0,81	-
9	4	3,55	2,92	2,53	1,75	0,71	-
10	4,5	3,48	2,90	2,51	1,66	0,68	-

Berdasarkan Tabel 1 di atas, diperoleh persamaan untuk sudut 75°, yaitu $Y = 4,0418 - 0,1257x$. Dari hasil ini, dapat disimpulkan bahwa setiap kenaikan 1 NTU akan mengakibatkan pengurangan tegangan keluaran sensor sebesar 0,1257. Untuk sudut 60°, diperoleh persamaan $Y = 3,4984 - 0,1393x$, dengan kesimpulan bahwa tegangan keluaran sensor mengalami pengurangan sebesar 0,1393 setiap kenaikan 1 NTU. Pada sudut 45°, persamaan yang diperoleh adalah $Y = 3,3013 - 0,1855x$, dan kesimpulannya adalah tegangan keluaran sensor akan mengalami penurunan sebesar 0,1855 setiap kenaikan 1 NTU. Untuk sudut 30°,

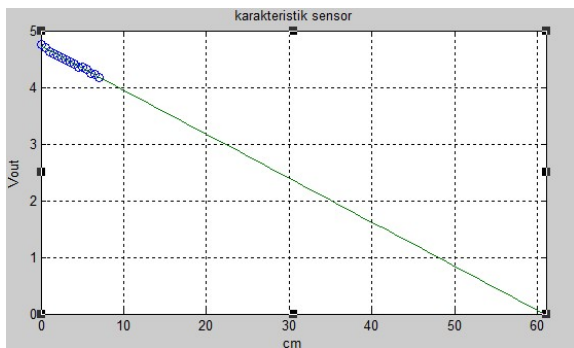
persamaan yang diperoleh adalah $Y = 2,6562 - 0,2210x$, dengan kesimpulan bahwa tegangan keluaran sensor akan mengalami penurunan sebesar 0,2210 setiap kenaikan 1 NTU. Pada sudut 15° , persamaan yang diperoleh adalah $Y = 1,6345 - 0,2269x$, dan kesimpulannya adalah tegangan keluaran sensor akan mengalami penurunan sebesar 0,2269 setiap kenaikan 1 NTU. Terakhir, persamaan $Y = 0,6498 - 0,1550x$ menunjukkan bahwa tegangan keluaran sensor akan mengalami penurunan sebesar 0,1550 setiap kenaikan 1 NTU pada sudut 0° .

Setelah mendapatkan persamaan perbandingan antara nilai NTU dan nilai baca sensor, dilakukan perbandingan antara nilai baca pada Turbidity Meter Model 800 dan nilai baca pada rancangan

alat yang dibuat. Selanjutnya, dilakukan pengkalibrasian terhadap hasil yang diperoleh dengan menghitung kesalahan absolutnya. Hal ini dilakukan dengan mengambil selisih antara nilai kekeruhan yang diukur menggunakan Turbidity Meter Model 800 dan nilai kekeruhan yang diukur menggunakan rancangan alat yang telah dibuat. Kesalahan relatif kemudian dihitung dengan membandingkan kesalahan absolut tersebut dengan pengukuran sebenarnya menggunakan Turbidity Meter Model 800. Perbandingan hasil pengujian antara rancangan alat dengan alat standar (Turbidity Meter Model 800) dilakukan dengan menempatkan LED pada sudut tertentu terhadap posisi sensor, dapat dilihat pada Tabel 2

Tabel 2. Hasil uji rancangan alat dengan Turbidity Meter Model 800.

Sudut	Turbidity Meter Model 800 (NTU)	Rancangan Alat											Kesalahan rata-rata (%)
		0,3	1	1,5	2	2,5	3	6	9	10	11	22	
75°	Rancangan Alat	0,31	1,1	1,5	1,9	2,6	3	6	9,4	10,2	11,1	22,3	2,82
	Kesalahan absolut	0,01	0,1	0	0,1	0,1	0	0	0,4	0,2	0,1	0,3	
	% Kesalahan relatif	3,33	10	0	5	4	0	0	4,44	2	0,91	1,36	
60°	Rancangan Alat	0,3	1,11	1,53	2,16	2,62	3,2	6,32	9,4	10,2	11,17	22,3	4,29
	Kesalahan absolut	0	0,11	0,03	0,16	0,12	0,2	0,32	0,4	0,2	0,17	0,3	
	% Kesalahan relatif	0	11	2	8	4,8	6,67	5,33	4,44	2	1,55	1,36	
45°	Rancangan Alat	0,3	1,12	1,56	1,9	2,56	3,1	5,8	9,2	10,2	11,2	15,45	5,99
	Kesalahan absolut	0	0,12	0,06	0,1	0,06	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	6,55	
	% Kesalahan relatif	0	12	4	5	2,4	3,33	3,33	2,22	2	1,82	29,77	
30°	Rancangan Alat	0,3	1	1,5	1,8	2,57	3	5,8	8,8	9,2	10,57	10,84	7,36
	Kesalahan absolut	0	0	0	0,2	0,07	0	0,2	0,2	0,8	0,43	11,16	
	% Kesalahan relatif	0	0	0	10	2,8	0	3,33	2,22	8	3,91	50,73	
15°	Rancangan Alat	0,3	1	1,5	1,8	2,35	2,9	4,8	5,2	5,2	5,2	5,2	23,51
	Kesalahan absolut	0	0	0	0,2	0,15	0,1	1,2	3,8	4,8	5,8	16,8	
	% Kesalahan relatif	0	0	0	10	6	3,33	20	42,22	48	52,73	76,36	
0°	Rancangan Alat	0,3	1	1,5	1,91	2,27	2,5	3,43	3,5	3,5	3,5	3,5	31,96
	Kesalahan absolut	0	0	0	0,09	0,23	0,5	2,57	5,5	6,5	7,5	18,5	
	% Kesalahan relatif	0	0	0	4,5	9,2	16,67	42,83	61,11	65	68,18	84,09	



Gambar 10. Karakteristik sensor LDR pada sudut 75° .

Dari hasil perbandingan nilai kekeruhan antara alat standar dan rancangan alat yang dibuat, dapat disimpulkan bahwa semakin kecil sudut yang digunakan, rentang bacaan nilai kekeruhan akan

semakin sempit, sehingga akurasi sensor kekeruhan akan meningkat pada nilai kekeruhan yang rendah. Sebaliknya, semakin besar sudut yang digunakan, rentang bacaan nilai kekeruhan akan semakin luas, namun tingkat akurasi sensor kekeruhan akan meningkat pada nilai kekeruhan yang tinggi. Dalam skala satuan NTU, sudut 75° menunjukkan tingkat kesalahan rata-rata yang paling rendah, yaitu 2,82%, dengan kesalahan terbesar mencapai 10%. Oleh karena itu, sudut ini dipilih dan diimplementasikan dalam rancangan alat. Untuk sudut 75° , diperoleh persamaan karakteristik $Y = [4,721] V + [-0,078]x$ yang menunjukkan penurunan sebesar 0,078 V/cm. Grafik karakteristik dapat dilihat pada Gambar 9.

Pada pengujian fungsional alat, dilakukan sepuluh kali percobaan, seperti terlihat pada Tebl 3. Dalam percobaan ini, sistem berhasil mengirimkan data nilai kekeruhan ke perangkat smartphone tanpa adanya error. Sementara itu, dalam percobaan pengaliran air ke penampungan secara otomatis, sistem berjalan

dengan baik. Posisi solenoid valve 1 yang awalnya tertutup dan solenoid valve 2 yang terbuka berhasil mendeteksi dengan baik sampel air keruh yang dimasukkan ke dalam box pendeteksi kekeruhan. Sehingga, air yang mengalami kekeruhan tidak mengalir melalui pipa utama.

3.3. Diskusi

Tujuan utama dari studi ini adalah mengembangkan sistem pendeteksi kekeruhan air yang dapat memantau dan menjaga

kualitas air. Hasil pengujian fungsional menunjukkan bahwa rancangan sistem pendeteksi kekeruhan air dan pemisah air ini berhasil dalam mendeteksi nilai kekeruhan air dalam satuan NTU dengan tingkat kesalahan sebesar 2.83% jika dibandingkan dengan alat turbidity standar, Turbidity Meter Model 800.

Tabel 3. Pengujian fungsional alat

Percobaan	Kondisi air sampel	Turbidity Meter		
		Model 800 (NTU)	Output yang diterima pada smartphone (NTU)	Output sistem
Percobaan ke-1	Bersih	0,3	0,31	Air dialirkan ke pipa utama
Percobaan ke-2	Bersih	0,5	0,5	Air dialirkan ke pipa utama
Percobaan ke-3	Bersih	1	1,1	Air dialirkan ke pipa utama
Percobaan ke-4	Bersih	1,5	1,5	Air dialirkan ke pipa utama
Percobaan ke-5	Sedikit keruh	2	1,9	Air dialirkan ke pipa utama
Percobaan ke-6	Sedikit keruh	2,5	2,6	Air dialirkan ke pipa utama
Percobaan ke-7	Sedikit keruh	3	3	Air dialirkan ke pipa utama
Percobaan ke-8	Keruh	9	9,4	Air dialirkan ke pipa kedua
Percobaan ke-9	Keruh	11	11,1	Air dialirkan ke pipa kedua
Percobaan ke-10	Sangat keruh	22	22,3	Air dialirkan ke pipa kedua

Hal ini menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan memiliki kemampuan yang baik dalam mengukur dan memantau kekeruhan air dengan akurasi yang memadai untuk implementasi pada rumah tangga.

4. KESIMPULAN

Makalah ini menyajikan sistem pendeteksi kekeruhan air secara otomatis untuk pemisah air bersih dan kotor yang dikeluarkan PDAM berdasarkan nilai Nephelometric Turbidity Unit (NTU). Berdasarkan hasil penelitian, sistem pendeteksi kekeruhan air secara otomatis yang menggunakan nilai Nephelometric Turbidity Unit (NTU) telah berhasil dikembangkan. Sistem ini mampu mendeteksi kekeruhan air dengan tingkat keberhasilan sebesar 97,2% dan memiliki presentase error terbesar 10% serta presentase error rata-rata sebesar 2,82%. Implementasi sistem dengan menggunakan sudut 75° menghasilkan hasil yang baik. Selain itu, sistem juga berhasil mengirimkan data nilai kekeruhan air melalui perangkat bluetooth ke perangkat smartphone dengan presentase keberhasilan 100% tanpa adanya selisih data. Mikrokontroler juga dapat menjalankan instruksi program secara otomatis berdasarkan nilai kekeruhan air yang dibaca oleh sensor dengan keberhasilan 100%. Sistem juga responsif terhadap perintah pengguna yang dikirim melalui smartphone melalui komunikasi bluetooth.

Untuk pengembangan selanjutnya, disarankan untuk mengganti modul bluetooth dengan modul WiFi guna meningkatkan

<https://doi.org/10.25077/TEKNOSI.v10i1.2024.9-16>

jangkauan sistem dan menambah fitur notifikasi. Selain itu, perlu dilengkapi dengan mekanisme filtrasi air keruh dan deteksi tingkat kekeruhannya secara otomatis untuk memastikan kualitas air yang optimal.

Daftar Pustaka

- [1] A. Yulia, "Sistem Monitoring Air Layak Konsumsi Menggunakan Sensor PH Meter, TDS dan LDR Berbasis Arduino," *Celebes Computer Science Journal*, vol. 3, pp. 9-17, 2021.
- [2] Y. Della and R. Septa, "Rancang Bangun Alat Pengukur Sifat Fisis Air Berbasis Arduino," *Jurnal Teknik Informatika Kaputama*, vol. 5, pp. 339-345, 2021.
- [3] B. Septanti and L. Fitria, "Pengolahan Air Bersih dengan Saringan Pasir Lambat Menggunakan Pasir Pantai dan Pasir Kuarsa," *Jurnal Teknologi Lingkungan Basah*, vol. 9, pp. 71-81, 2021.
- [4] R. Andi, N. Rizki and U. Kadaria, "Teknologi Tepat Guna Pengolahan Air Sungai Menjadi Air Bersih," *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, vol. 11, pp. 442-449, 2023.
- [5] D. Sasmoko, H. Rasminto and A. Rahmadani, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Kekeruhan Air Berbasis IoT pada Tandon Air Warga," *Jurnal Informatika UPGRIS*, vol. 5, 2019.

- [6] R. Rahman, F. Gultom and Herdiansyag, "Pengujian Alat Kekeruhan Air Menggunakan Turbidity Sensor Berbasis Arduino," *Jurnal Ilmu Fisisika dan Pembelajarannya*, vol. 5, no. 1, pp. 19-23, 2021.
- [7] H. R. Iskandar, H. Hermadani and D. I. Saputra, "Eksperimental Uji Kekeruhan Air Berbasis Internet of Things Menggunakan Sensor DFRobot SEN0189 dan MQTT Cloud Server," in *Seminar Nasional Sains dan Teknologi*, Jakarta, 2019.
- [8] N. K. Daulay, "Desain Sistem Pengurusan Dan Pengisian Air Kolam Pembenihan Ikan Secara Otomatis Menggunakan Arduino Dengan Sensor Kekeruhan Air," *Jurnal Khatulistiwa Informatika*, vol. 6, no. 1, 2018.
- [9] M. Faisal and H. Harmadi, "Perancangan Sistem Monitoring Tingkat Kekeruhan Air Secara Realtime Menggunakan Sensor TSD-10," *Jurnal Ilmu Fisika*, vol. 6, no. 1, 2016.
- [10] K. Pramusinto and S. Suryono, "Sistem Monitoring Kekeruhan Air Menggunakan Jaringan Wireless Sensor System Berbasis Web," *Youngster Physics Journal*, vol. 5, no. 4, 2016.
- [11] A. Eka and W. Dwi, "Analisa Sistem Pengendalian Dan Monitoring Tingkat Kekeruhan Tandon Air Berbasis Arduino Uno Dan Internet Of Things," *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin*, vol. 10, pp. 26-32, 2021.
- [12] W. Wirman and P. Rahmi, "Kajian Tingkat Akurasi Sensor pada Rancang Bangun Alat Ukur Total Dissolved Solids(TDS) dan Tingkat Kekeruhan Air," *Jurnal Fisika*, vol. 9, 2019.
- [13] T. Darmana and M. Nur Qosim, "Sistem Deteksi Kejernihan Air dengan Menggunakan LoRa," in *Seminar Nasional Energi, Kelistrikan, Teknik Dan Informatika*, 2022.
- [14] G. Wiranto and T. Rahajoeningroem, "Monitoring Water Quality Using Turbidity Sensor Metode Nephelometric Base on Raspberry PI 3," *Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, Kendali dan Elektronika Terapan Register*, vol. 8, 2020.
- [15] D. Sekar Pramesti and S. Indra Puspikawati, "Analisis Uji Kekeruhan Air Minum Dalam Kemasan Yang Beredar Di Kabupaten Banyuwangi," *Preventif: Jurna l kesehatan masyarakat*, vol. 11, no. 2, pp. 75-85, 2020.
- [16] D. Ichwana Putra, Y. Rianda and S. Ekariani, "Design and Implementation of a Microcontroller-Based Water Turbidity Detector Utilizing the Nephelometric Turbidity Unit Method," *Indonesian Journal of Computer Science*, vol. 12, pp. 2612-2627, 2023.