

DESAIN SISTEM DETEKSI KUALITAS AIR BERBASIS MULTI SENSOR PH, DISSOLVED OXYGEN, SUHU DAN KONDUKTIVITAS

M.R.G Nadi^{1*}, C. Ruskandi¹, R.S Pamungkas²

¹Teknik Pengcoran Logam, Fakultas Teknik Pengcoran Logam, Politeknik Manufaktur Bandung, Jl.Kanayakan No.21, Bandung 40135, Indonesia

²Fisika, Fakultas Pendidikan Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia, Jl.Dr.Setiabudi No.229, Bandung, 40154, Indonesia

*e-mail: rizkigorby@gmail.com

ABSTRAK

Air merupakan salah satu faktor siklus kehidupan. Air harus dilindungi dan dilestarikan dari semua jenis polutan. Minimnya akses air bersih untuk konsumsi di Indonesia menjadi hal yang mematikan secara diam-diam karena banyak orang yang meninggal dari berbagai penyakit yang timbul buruknya kualitas air yang tidak diketahui oleh masyarakat khususnya pedesaan di Indonesia. Berdasarkan Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN), pemerintah menargetkan cakupan pelayanan air bersih sanitasi yang layak mencapai 100 persen pada 2019. Tetapi, faktanya kurangnya alat monitoring kualitas air yang tersedia menjadi kendala di berbagai sumber mata air. Maka dari itu perlu adanya alat monitoring air yang bisa digunakan secara efektif. Alat monitoring kualitas air memiliki sensor yang mendeteksi parameter seperti temperatur, pH, oksigen terlarut (Dissolved Oxygen, DO) dan konduktivitas dalam air. Dalam penelitian ini dilakukan perancangan dan pembuatan sistem monitoring air dengan sensor kualitas air. Alat yang dibuat berupa sistem elektronik yang dilengkapi dengan mikrokontroler, sensor kualitas air dan display. Alat ini dapat digunakan dengan akurasi data, konsistensi data, dan durability-nya yang tinggi terhadap pengukuran kualitas air.

Kata kunci: Kualitas Air; Mikrokontroler; pH; Dissolved oxygen (DO); Konduktivitas

ABSTRACT

[Title: Design System Water Quality Detection Based on Multi Sensor PH, Dissolved Oxygen, Temperature and Conductivity] Water is one factor of the life cycle. Water must be protected and preserved from all types of pollutants. The lack of access to clean water for consumption in Indonesia is a silent killer because many people have died from various diseases that arise from poor water quality that is not known by the community, especially rural areas in Indonesia. Based on the National Medium-Term Development Plan (RPJMN), the government targets 100 percent decent coverage of clean water sanitation services by 2019. However, the fact that the lack of available water quality monitoring tools is a constraint in various springs. Therefore it is necessary to have a water monitoring tool that can be used effectively. The water monitoring tool has sensors that detect parameters such as temperature, pH, dissolved oxygen (Dissolved Oxygen, DO) and conductivity in water. In this study the design and manufacture of a water monitoring system was carried out. The tool is made in the form of an electronic system that is equipped with a microcontroller and display. This tool can be used with high accuracy data, high consistency data, and its high durability for measuring water quality.

Keywords: Water Quality; Microcontroller; pH; Dissolved oxygen (DO); Conductivity

PENDAHULUAN

Air merupakan materi penting dalam kehidupan. Semua makhluk hidup membutuhkan air. Bagi manusia, kebutuhan akan air adalah mutlak karena 70% zat pembentuk tubuh manusia terdiri dari air. Kebutuhan air untuk keperluan sehari-hari berbeda untuk setiap tempat dan setiap tingkatan kehidupan. Biasanya semakin tinggi taraf kehidupan, semakin meningkat pula jumlah kebutuhan air (Apriliansa, Ramadhian, & Gapila, 2014).

Air harus dilindungi dan dilestarikan dari semua jenis polutan. Hak dasar setiap individu untuk mendapatkan air yang bebas polusi, tetapi manusia juga memberikan polusi pada air seperti di sungai, sumur, aliran air, dan laut. Polusi air terjadi ketika limbah yang tidak diinginkan tersebar dalam sistem air yang mengakibatkan perubahan kualitas air. Sistem air alami akan tercemar oleh penambahan limbah industri, limbah perkotaan, polutan terkait pestisida serta sumber-sumber domestik yang terutama berupa limbah, limbah bina yang dihasilkan rumah, apartemen, dan tempat tinggal lainnya. Bahan berbahaya ini dapat dengan mudah masuk ke sumber air komersial kita yang dapat membuat air tidak aman untuk digunakan manusia. Seharusnya Limbah perkotaan ditangani oleh lembaga pemerintah yang sudah mapan karena biasanya dapat dikendalikan secara efektif. Akibat dari polutan ini banyak manusia tidak dapat menikmati air yang layak atau bahkan kesulitan mengakses air bersih. (Nayan, 2018).

Organisasi Kesehatan Dunia atau World Health Organization (WHO) memperkirakan bahwa 780 juta orang di seluruh dunia (42% di Afrika Sub-Sahara) masih belum memiliki akses ke sumber air minum yang lebih baik pada 2010 (Onda, LoBuglio, & Bartram, 2013). Perkiraan kematian anak-anak global (<usia 5 tahun) dari tahun 2010 menunjukkan bahwa 2 juta anak muda anak-anak meninggal karena penyakit diare, dan sekitar 1,4 juta (70%) di antaranya terlokalisasi dalam negara-negara berpenghasilan rendah (Bryce, Boschi-Pinto, Shibuya, & Black, 2005).

Hal ini juga berlaku di Indonesia, minimnya akses air bersih untuk konsumsi di Indonesia menjadi pembunuh sunyi karena banyak orang yang meninggal dari berbagai penyakit yang timbul buruknya kualitas air yang tidak diketahui oleh masyarakat khususnya pedesaan di Indonesia. Berdasarkan Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN), pemerintah

menargetkan cakupan pelayanan air minum dan sanitasi yang layak mencapai 100 persen pada 2019 (BPPN, 2014).

Kualitas air di Indonesia harus memenuhi persyaratan yang tertuang di dalam Peraturan Menteri Kesehatan RI No.492/ MENKES/ PER/ IV/ 2010 dimana setiap komponen yang diperkenankan berada di dalamnya harus sesuai dengan persyaratan kesehatan air yang meliputi persyaratan fisika, kimia dan biologi (PERMENKES, 2010).

Parameter kualitas air yang diukur pada penelitian ini diantaranya adalah suhu, pH, oksigen terlarut atau DO dan konduktivitas air.

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI No.492/ MENKES/ PER/ IV/ 2010 air dengan suhu yang baik untuk digunakan adalah disekitar suhu ruangan 20-25°C. Namun air pada suhu 16°C merupakan suhu terbaik untuk dikonsumsi oleh manusia (Hosseinlou, Khamnei, & Zamanlu, 2013).

Kemudian pH adalah seberapa besar kekuatan ion hidrogen. Hal ini adalah sebuah pengukuran tingkat keasaman atau alkalinitas larutan cair; keasaman dari konsentrasi ion hidrogen [H⁺] sedangkan alkalinitasnya menunjukkan konsentrasi ion hidroksida [OH⁻]. pH mencakup rentang nilai dari 0 hingga 14. pH 0 adalah dianggap sebagai asam kuat sedangkan pH 14 adalah dianggap sebagai basa dan titik tengah yang kuat di antara mereka yaitu pH = 7 dianggap sebagai titik netral. Pada pH 7 disebut netral karena ion hidrogen [H⁺] menjadi sama dengan ion hidroksida [OH⁻] (sama dengan 0,0000001 mol / liter untuk keduanya) (Eltejani, Ali, Abdel, & Sharif, 2015)

Air murni bersifat netral, dengan pH-nya pada suhu 25 °C ditetapkan sebagai 7,0. Larutan dengan pH kurang daripada tujuh disebut bersifat asam, dan larutan dengan pH lebih daripada tujuh dikatakan bersifat basa atau alkali. Menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI No.492/ MENKES/ PER/ IV/ 2010 ditetapkan bahwa air yang layak digunakan memiliki pH sebesar 6,5-8,5.

Selanjutnya adalah Konduktivitas yang merupakan ukuran kapasitas suatu zat untuk menghantarkan arus listrik. Banyaknya garam dalam air berbentuk ionik dan mampu mengalirkan arus dan konduktivitas adalah indikator yang baik untuk menilai kualitas air tanah (K & Kumaraswamy, 2010). Konduktivitas dalam air disebut juga sebagai salinitas. Salinitas adalah ukuran jumlah garam dalam air, dan total padatan terlarut (TDS) sebagai parameter salinitas sering digunakan dalam pengujian laboratorium (Siosemarde, Kave, Pazira, Sedghi, & Ghaderi, 2010). Konduktivitas listrik

(EC) untuk air tanah adalah kemampuan air dalam 1 cm³ untuk mengalirkan arus listrik pada suhu 25°C dan diukur dalam mikro Siemens per sentimeter, dan itu tergantung pada jumlah total garam terlarut (TDS) sebagai partikel bermuatan. (Dahaan, Al-Ansari, & Knutsson, 2016)

Tabel 1. Salinitas air berdasarkan nilai konduktivitasnya (K & Kumaraswamy, 2010)

Golongan Air	EC ($\mu\text{s}/\text{cm}$)	Salinitas dalam air
Sangat Baik	<250	Air dengan salinitas rendah, umumnya tersusun lebih tinggi proporsi kalsium, magnesium dan bikarbonat ion.
Baik	250-750	Air garam dengan kadar sedang, memiliki ionik yang konsentrasinya bervariasi
Diizinkan	750-2250	Air salin dengan kadar tinggi, sebagian besar terdiri dari natrium dan klorida ion
Diragukan	>2250	Air yang mengandung natrium, bikarbonat konsentrasi tinggi dan ion karbonat memiliki pH tinggi

Dan terakhir adalah tingkat oksigen terlarut atau DO. Tingkat oksigen terlarut dalam air adalah salah satu parameter terpenting dalam menentukan kualitas air, karena secara tidak langsung

menunjukkan apakah air memiliki semacam polusi. Proses umum yang mencemari air permukaan termasuk pembuangan material organik berasal dari limbah kota atau limbah industri, dan limpahan dari lahan pertanian dan peternakan. Selain itu, pembuangan panas dari menara pendingin industri menginduksi apa yang dikenal sebagai polusi termal. Pelepasan seperti itu langsung mempengaruhi tingkat oksigen terlarut dalam air, yang sangat penting untuk kelangsungan hidup organisme aerob dan fauna air seperti ikan; Bahkan, polusi yang berlebihan telah menyebabkan ikan besar kematian. Dalam jangka panjang, pembuangan organik atau nutrisi mendukung percepatan eutrofikasi atau proses produktivitas dengan perkembangan alga. Sebagai konsekuensi, akan ada penurunan kandungan oksigen terlarut (atau tingkat DO) dan "kematian" sistem akuatik (Ibanez et al., 2008).

Kandungan oksigen terlarut (DO) minimum pada air adalah 2 mg/l dalam keadaan normal dan tidak tercemar oleh senyawa beracun (toksik). Kandungan oksigen terlarut minimum ini sudah cukup mendukung kehidupan organisme (Salmin, 2005). Dengan hal tersebut disarankan bahwa kandungan oksigen terlarut (DO) harus diatas 2 mg/l.

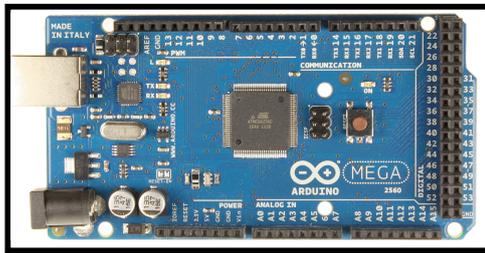
Monitoring kualitas air secara *manual* yang telah dilakukan secara berkala banyak mengalami hambatan terutama pada masalah biaya yang sangat besar dan banyaknya waktu yang digunakan untuk melakukan *monitoring* di suatu lokasi di salah satu tempat baik yang sudah terjamah ataupun belum terjamah. Disamping itu, pengambilan contoh air dan membawa contoh air ke laboratorium di rasa sangat menyita waktu, biaya, dan tenaga (Kusrini, Wiranto, Syamsu, & Hasanah, 2016).

Monitoring kualitas air secara langsung dapat dilakukan dengan menggunakan *Arduino*. *Arduino* adalah *platform* elektronik *open source* yang berbasis pada perangkat keras dan perangkat lunak yang mudah digunakan. *Arduino board* dapat membaca *input* seperti *input* tegangan yang sederhana hingga tegangan dari sensor. Bisa pula mengubahnya menjadi *output* seperti mengaktifkan motor, menyalakan *LED*, atau mengaktifkan *device* lainnya. Penggunaan yang mudah melalui perangkat lunak *Arduino IDE* dapat mengunggah satu set instruksi ke mikrokontroler yang terintegrasi pada *Arduino board*. (Arduino, 2018)

Perangkat keras *Arduino* terdiri dari berbagai macam tipe, seperti *Arduino Mini*, *Arduino Uno*, *Arduino Mega*, dan sebagainya. Tersedianya beragam tipe dari *Arduino* menjadikan pengguna dapat memilih *Arduino* mana yang tepat sebagai pengendali dari program yang dimiliki. Seperti ditunjukkan pada Gambar 1.

Perangkat keras *Arduino* terdiri dari berbagai macam tipe, seperti *Arduino Mini*, *Arduino Uno*, *Arduino Mega*, dan sebagainya. Tersedianya beragam tipe dari *Arduino* menjadikan pengguna dapat memilih *Arduino* mana yang tepat sebagai pengendali dari program yang dimiliki. Seperti ditunjukkan pada Gambar 1.

Arduino tidak dapat berjalan sendiri. Perlu adanya pengaturan agar *Arduino* dapat berjalan sesuai dengan yang diinginkan. Seperti yang telah dijelaskan di atas bahwa perangkat lunak *Arduino IDE* merupakan antarmuka yang digunakan untuk mengatur perangkat keras *Arduino*.



Gambar 1. *Arduino Mega*

Oleh karena itu, dibuatlah rancang bangun sebuah sistem *monitoring* kualitas air dengan mikrokontroler berupa *Arduino* dan sensor. Dengan adanya sistem *monitoring* ini, diharapkan pengawasan terhadap kualitas air dapat dilakukan secara kontinu dan sesuai dengan waktu nyata. Jika masyarakat dapat mengetahui kualitas air yang digunakan mereka dapat menentukan penggunaan air yang akan mereka gunakan atau konsumsi.

METODOLOGI PENELITIAN

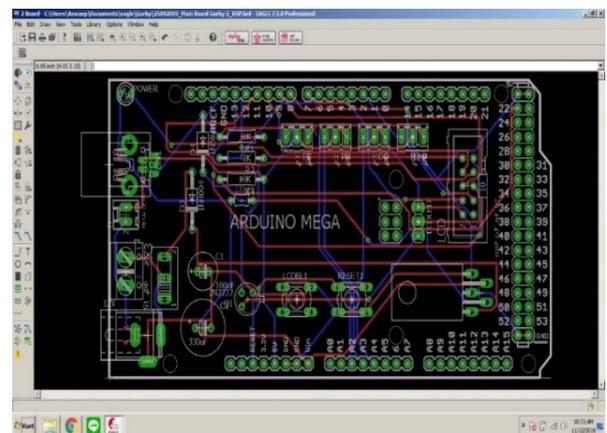
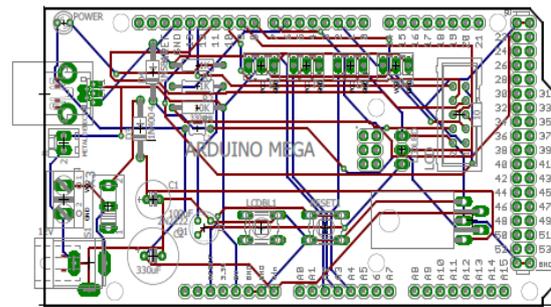
Penelitian ini menggunakan mikrokontroler *Arduino* dan sensor-sensor untuk parameter *ph*, *do*, suhu dan konduktivitas. Metodologi penelitian ini dapat dilihat pada gambar 2. rancang bangun alat *monitoring* kualitas air dimulai dengan pembuatan rancangan menggunakan perangkat lunak *eagle* yang bisa didapat melalui sumber online. Sebelum pembuatan rancangan

menggunakan *eagle*, dilakukan pendaftaran komponen yang digunakan. hal ini dilakukan agar



Gambar 2. Metodologi penelitian

pada saat pengerjaan rancangan tidak ada komponen



yang tertinggal.

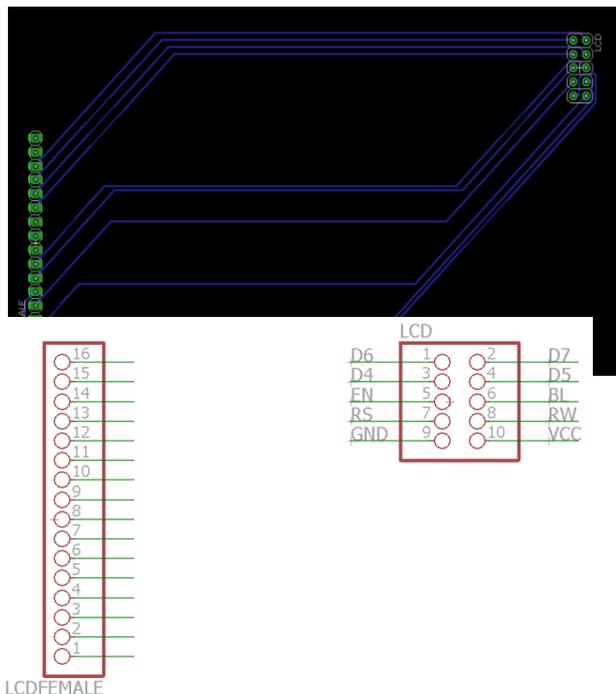
Gambar 3. (atas) *Layout* rancangan skematik dan (bawah) *layout* rancangan *virtual board*.

Selain pendaftaran komponen, pendaftaran dari *datasheet* pun dilakukan agar pada saat perancangan dapat mengetahui spesifikasi dari komponen yang digunakan.

Setelah komponen yang digunakan lengkap, maka pembuatan rancangan dapat dilakukan. Hasil dari pembuatan rancangan adalah *layout* skematik dan *layout virtual board* dari *shield* yang dicetak.

Selain merancang *shield* perangkat keras untuk dipasang pada mikrokontroler, dibuat pula rancangan untuk LCD 20x4 sebagai display. *Layout* rancangan LCD diatas dirancang dapat dihubungkan dengan *shield* mikrokontroler yang telah dirancang. *Pin* 2x5 pada *layout shield* akan dihubungkan dengan *pin* 2x5 khusus LCD pada *layout shield* mikrokontroler.

Perancangan *layout* skematik dan *virtual board* PCB dan LCD ini dapat dilihat pada gambar 3 dan gambar 4.



Gambar 4. (atas) *Layout Virtual Board Shield* Untuk LCD dan (bawah) *Layout Skematik Shield* Untuk LCD

Tahapan selanjutnya adalah Membangun perangkat keras hasil cetak sesuai dengan layout yang sudah dibuat. Tahapan ini menggunakan solder dan timah untuk merangkai semua komponen sesuai

dengan layout. Pemasangan komponen dilakukan secara hati-hati agar tidak terjadi arus pendek pada saat pengujian perangkat keras.

Tahapan ini merupakan tahapan yang perlu sedikit diperhatikan karena sedikit saja kesalahan seperti timah berlebih, timah kontak dengan komponen lain, dan timah tumpah mengakibatkan terjadinya arus pendek. Arus pendek pada *PCB* mengakibatkan kerusakan pada seluruh komponen yang membuat pekerjaan sebelumnya sia-sia.

Tahapan berikutnya adalah melakukan kalibrasi pada setiap sensor sebelum digunakan untuk sensor pH menggunakan sensor pH Gravity SKU: S05003 menggunakan cairan dengan nilai pH 4 dan pH 7. saat kalibrasi sensor dicelupkan kepada cairan tersebut kemudian data yang ditampilkan harus sesuai dengan cairan tersebut. Untuk konduktivitas menggunakan Sensor EC yang dengan tipe sensor SKU DFR0300. Kalibrasi menggunakan cairan dengan salinitas sebesar 12,88 ms/cm. Kalibrasi juga dilakukan dengan memasukkan sensor kedalam cairan tersebut dan melakukan perhitungan agar data yang ditampilkan sesuai dengan cairan tersebut. Untuk suhu menggunakan sensor DS18B20 dengan kalibrasi membandingkan dengan thermometer umum sebagai pembanding hasil suhu yang diukur. Kemudian DO menggunakan sensor bertipe SKU: SEN0237-A. Sensor ini dikalibrasi dengan memasukkan cairan NaOH 0,5mg/l kedalam sensor tersebut sehingga siap digunakan untuk mengukur seberapa besar DO pada suatu cairan.

Gambar 5. Pengujian Alat Pada Sampel Air Setelah semua sensor dikalibrasi



selanjutnya dilakukan pengujian perangkat keras. Pada tahapan ini dimulai dengan menyiapkan program untuk perangkat mikrokontroler yang digunakan. Setelah program siap maka program siap

unggah untuk selanjutnya digunakan dalam pengujian perangkat keras.

Pengujian perangkat keras disebut dengan istilah *debugging*. *Debugging* dilakukan dengan mendeteksi apakah semua komponen dapat bekerja sesuai dengan fungsinya. Dengan menyisipkan program *debugging* kedalam program utama maka dapat diketahui apakah seluruh komponen bekerja sesuai dengan yang seharusnya. Pengujian sensor dalam air dapat dilihat pada gambar 5.

Setelah dipastikan seluruh komponen dapat bekerja sesuai dengan fungsinya, maka perangkat keras dapat digunakan dalam pengambilan data pada air yang diuji. Air yang dijadikan ujicoba adalah air yang berada di lingkungan POLMAN Bandung pada tanggal 21 November 2019.

Pengujian dilakukan melalui tiga tahapan. Pertama, melakukan perbandingan hasil uji alat terhadap air dengan hasil uji air di laboratorium bersertifikat untuk melihat tingkat *akurasi* alat ini. Dengan melihat perbandingan tersebut maka dapat dilihat seberapa akurat alat tersebut untuk digunakan pada semua jenis cairan yang akan diuji sehingga alat ini layak untuk digunakan. Kedua, pengujian dilakukan dengan memasukkan alat ini ke dalam air yang sama beberapa kali dalam selang waktu 5 menit untuk melihat konsistensi alat dalam mengukur kualitas air. Pengujian ini dilakukan untuk melihat bagaimana alat tersebut dapat bekerja dengan baik untuk beberapa kali pengujian atau nanti digunakan pada berbagai cairan sekaligus. ketiga, pengujian dilakukan dengan memasukkan alat ini kedalam air selama 1 hari dan data diolah untuk melihat *durability* alat tersebut. Pengujian ini dapat melihat bagaimana kekuatan pengujian alat sehingga alat ini dapat digunakan untuk waktu yang lama.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan alat uji monitoring air dengan sensor kualitas air telah dibuat dan siap digunakan dalam pengambilan data. Alat ini dimuat dalam suatu box dengan 4 modul yang sedikit keluar untuk semua sensor dapat disambungkan secara langsung pada box tersebut. Pada gambar 6 dapat dilihat bahwa box tersebut memiliki LCD untuk menampilkan data setiap waktunya. Untuk *power supply* menggunakan adaptor 12V/2,5 A.

Kemudian sampel yang diuji merupakan sampel air minum di lingkungan POLMAN Bandung

yang telah di uji dilaboratorium pengendalian kualitas lingkungan PDAM Tirtawening kota Bandung didapatkan bahwa air minum memiliki nilai



Gambar 6. Alat uji monitoring air

pH 7,524 dan nilai kandungan garam dalam air minum memenuhi standar atau nilainya dibawah 250 μ /cm. Dengan acuan tersebut alat ini mencoba menguji sampel tersebut dalam 5 menit pengujian dan hasilnya dibandingkan sebagai berikut:

Tabel 2. Perbandingan Hasil Uji Laboratorium Dengan Hasil Uji Alat Monitoring Kualitas Air

No.	Parameter yang diuji	Hasil Uji laboratorium	Hasil uji alat monitoring kualitas air (rata-rata)
1	pH	7,524	7,81
2	Dissolved oxygen	Tidak ada keterangan	4,79 mg/l
3	Suhu	20-25°C	24,5°C
4	Konduktivitas	<250 μ s/cm	tidak ada konduktivitas

Berdasarkan tabel 2 didapatkan bahwa tingkat akurasi hasil data dari alat uji monitoring kualitas air dengan hasil uji laboratorium memiliki nilai yang baik. Dari parameter pH didapatkan bahwa tingkat akurasi 96,33%. Untuk parameter Dissolved oxygen pada hasil uji laboratorium tidak ditemukan data hasil uji laboratorium namun pada alat monitoring kualitas air yang dibuat ini didapatkan nilai sebesar 4,79 mg/l. untuk parameter suhu didapatkan nilai yang sesuai dengan hasil uji yaitu di 24,5°C dan dari parameter konduktivitas, pada alat monitoring kualitas air ini

terdeteksi tidak ada konduktivitas pada air karena dari sensitivitas sensor EC ini tidak bisa mendeteksi konduktivitas dibawah $<100 \mu\text{s/cm}$. sehingga data yang didapat bahwa air tersebut memiliki nilai dibawah $100 \mu\text{s/cm}$ sehingga muncul data tidak ada konduktivitas.

Berdasarkan parameter-parameter tersebut maka akurasi alat monitoring kualitas air ini dapat digunakan dengan tingkat akurasi yang tinggi diatas 95%.

Selanjutnya, dilakukan pengujian menggunakan sampel yang berbeda yaitu air hujan yang langsung ditampung pada wadah air di lingkungan POLMAN Bandung pada tanggal 25 November 2019. Pada percobaan ini sensor-sensor ini dimasukkan pada sampel air dan diukur selama 5 menit, kemudian sensor diangkat dan dibersihkan hingga bersih. Kemudian sensor kembali dimasukan kedalam sampel yang sama dan diukur selama 5 menit berikutnya dan terus berulang hingga 10 kali percobaan untuk mendapatkan konsistensi alat dalam melakukan pengukuran secara berulang. Kemudian data tersebut diolah untuk melihat apakah data tersebut mengalami perubahan atau tidak dengan kondisi air tetap sama. Hasil konsistensi ini dapat dilihat pada tabel 3 sebagai berikut:

Tabel 3. Hasil uji konsistensi alat monitoring kualitas air pada sampel uji

Penguji an ke	Parameter yang diukur			
	pH	DO (mg/ l)	Suhu (°C)	Konduktivitas ($\mu\text{s/cm}$)
1	8,93	6.22	25.19	434
2	8,93	6.18	25.50	438
3	8,96	5.93	25.25	427
4	8,89	5.93	25.19	438
5	8,93	5.18	25.12	438
6	8,89	5.18	25.06	441
7	8,93	4.61	25	438
8	8,89	4.57	25	431

Penguji an ke	Parameter yang diukur			
	pH	DO (mg/ l)	Suhu (°C)	Konduktivitas ($\mu\text{s/cm}$)
9	8,89	4.57	25	431
10	8,93	4.57	25	442
Rata-rata	8,92	5,294	25,13	435,8

Berdasarkan tabel 3 nilai masing masing menunjukkan tingkat konsistensi yang tinggi terutama untuk pH, suhu dan konduktivitas. Nilai untuk pH berkisar antara 8,89 hingga 8,93 dengan selisih sekitar 0,04. Untuk nilai suhu pun memiliki nilai konsistensi yang baik dengan nilai 25 – 25,50 °C dengan selisih 0,5. Untuk sensor konduktivitas didapatkan nilai direntang 427-442 $\mu\text{s/cm}$ dengan selisih 15 $\mu\text{s/cm}$. untuk sensor DO memiliki kecenderungan menurun nilainya dari 6,22 menjadi 4,57 mg/l dalam 10 kali percobaan, ini terjadi karena pengujian dilakukan dalam keadaan air yang tenang dan sensor ini bekerja dengan menyerap DO pada air tersebut terus menerus sehingga nilai yang diukur akan berkurang. Dalam prosesnya, seharusnya sensor DO dilakukan pada air yang selalu bergerak sehingga pengukuran DO akan sesuai dengan kondisi sesungguhnya. Kemudian pengujian dilakukan dalam rentang satu hari, semua sensor dicelupkan pada air yang sama dengan percobaan sebelumnya dan kondisi ruangan diusahakan tetap sama namun sensor ini ditingkatkan dan untuk meminimalisir penurunan nilai DO maka air akan diaduk menggunakan aerotor sehingga DO pada air diharapkan konstan sehingga mereduksi pengurangan nilai DO agar mendapatkan data yang baik. Pengukuran dilakukan dalam hitungan jam. Hasilnya dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil Uji Durability alat monitoring kualitas air pada sampel air hujan

jam ke	Parameter yang diukur			
	pH	DO (mg/l)	Suhu (°C)	Konduktivitas (ms/cm)
1	5,9	6,22	25,19	4,34
2	5,93	6,21	25,5	4,42
3	5,96	6,27	25,25	4,28
4	5,92	6,2	25,19	4,32

jam ke	Parameter yang diukur			
	pH	DO (mg/l)	Suhu (°C)	Konduktivitas (ms/cm)
5	5,93	6,27	25,12	4,42
6	5,9	6,12	25,06	4,42
7	5,93	6,14	25,12	4,28
8	5,89	6,23	25,41	4,32
9	5,89	6,15	25,32	4,3
10	5,93	6,26	25,33	4,28
11	5,89	6,23	25,12	4,29
12	5,93	6,18	25,23	4,3
13	5,9	6,16	25	4,38
14	5,93	6,24	25	4,28
15	5,96	6,27	24,9	4,3
16	5,89	6,13	24,3	4,42
17	5,93	6,17	24,3	4,42
18	5,89	6,27	25	4,28
19	5,89	6,33	25,14	4,32
20	5,89	6,21	25,12	4,3
21	5,93	6,33	25,09	4,28
22	5,96	6,31	25,05	4,28
23	5,89	6,21	25,19	4,3
24	5,93	6,15	25,12	4,31
rata-rata	5,92	6,22	25,09	4,33

. Berdasarkan Tabel 4 data-data dapat dianalisis nilainya berdasarkan parameter masing-masing sensor.

Pada pengukuran DO dalam satu hari menggunakan aerotor didapatkan data yang nilainya tidak turun seperti pada percobaan sebelumnya. Nilai DO yang didapat memiliki nilai tertinggi sebesar 6,31 mg/l dan nilai terendahnya 6,12 mg/l dengan rata rata sebesar $6,22 \pm 0,06$ mg/l. Pengukuran DO ini menandakan air ini memiliki oksigen terlarut dengan nilai baik untuk makhluk hidup dalam air seperti ikan, hewan laut dan lainnya

Kemudian untuk pengukuran pH didapatkan nilai pH dengan rata rata $5,92 \pm 0,03$. Ini menandakan nilai pH untuk air hujan ini bersifat ideal. Ini sesuai dengan data Badan Meterologi, Klimatologi dan Geofisika atau BMKG bahwa rerata

pH air hujan di Indonesia di sekitiar 5,65 yang berkategori ideal. Ini menandakan air hujan tersebut dalam kondisi dapat digunakan.

Untuk nilai konduktivitas didapatkan nilai raa-rata $4,33 \pm 0,05$ ms/cm. ini dapat dikategorikan bahwa nilai konduktivitas air hujan ini berada pada kategori baik atau Air garam dengan kadar sedang, memiliki ionik yang konsentrasinya bervariasi.

Berdasarkan hasil dan pengolahan data ini didapatkan bahwa Semua pengukuran nilai parameter-parameter ini hampir sama dengan nilai pada pengukuran uji konsistensi tabel 3. Ini menunjukkan bahwa alat uji monitoring ini dapat digunakan untuk memonitoring kualitas air dengan tingkat akurasi yang tinggi, dapat digunakan pada beberapa sampel sekaligus dan dapat digunakan dalam waktu sehari penuh dengan sedikit nilai error saja.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan dalam merancang bangun alat monitoring berbasis mikrokontroler dengan sensor kualitas air yang terdiri dari suhu, DO, konduktivitas dan pH ini didapatkan kesimpulan bahwa alat ini dapat digunakan dengan tingkat akurasi, tingkat konsistensi dan durability yang sangat tinggi sehingga alat ini diharapkan dapat membantu masyarakat untuk mengetahui kualitas air yang mereka gunakan atau konsumsi.

Saran untuk penelitian ini diharapkan penelitian ini mampu membantu masyarakat dalam mengetahui kualitas air yang digunakan maupun mereka konsumsi sehingga terhindar dari segala penyakit yang ada pada air yang tidak layak digunakan atau dikonsumsi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada pihak Politeknik Negeri Manufaktur Bandung yang mendanai penelitian ini dengan skim penelitian PDP tahun 2019 sehingga telah terlaksananya penelitian ini dengan lancar dan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Apriliana, E., Ramadhian, M., & Gapila, M. (2014). Bacteriological quality of refill drinking water at refill drinking water depots in Bandar Lampung. *Juke*.
- Arduino. (2018). Arduino Uno Rev3.
- BPPN. (2014). Rencana Pembangunan Jangka

- Menengah (RPJMN) tahun 2015-2019: Agenda Pembangunan Nasional. In 1.
- Bryce, J., Boschi-Pinto, C., Shibuya, K., & Black, R. E. (2005). WHO estimates of the causes of death in children. *Lancet*. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(05\)71877-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(05)71877-8)
- Dahaan, S. A. M. Al, Al-Ansari, N., & Knutsson, S. (2016). Influence of Groundwater Hypothetical Salts on Electrical Conductivity Total Dissolved Solids. *Engineering*, 08(11), 823–830. <https://doi.org/10.4236/eng.2016.811074>
- Eltejani, M., Ali, M., Abdel, O., & Sharif, R. (2015). Temperature Compensation in pH meter-A Survey. *SUST Journal of Engineering and Computer Science*, 16(2), 1–9.
- Hosseinelou, A., Khamnei, S., & Zamanlu, M. (2013). The effect of water temperature and voluntary drinking on the post rehydration sweating. *International Journal of Clinical and Experimental Medicine*.
- Ibanez, J. G., Hernandez-Esparza, M., Doria-Serrano, C., Fregoso-Infante, A., Singh, M. M., Ibanez, J. G., ... Singh, M. M. (2008). Dissolved Oxygen in Water. In *Environmental Chemistry*. https://doi.org/10.1007/978-0-387-49493-7_2
- K, R. M., & Kumaraswamy, K. (2010). An Investigation of Groundwater Quality and Its Suitability to Irrigated Agriculture in Coimbatore District , Tamil Nadu , India – A GIS Approach. *Organization*.
- Kusrini, P., Wiranto, G., Syamsu, I., & Hasanah, L. (2016). Sistem Monitoring Online Kualitas Air Akuakultur untuk Tambak Udang Menggunakan Aplikasi Berbasis Android. *Jurnal Elektronika Dan Telekomunikasi*. <https://doi.org/10.14203/jet.v16.25-32>
- Nayan, R. H. (2018). *Assessment of water quality by physico-chemical parameters*. (63628), 203–207.
- Onda, K., LoBuglio, J., & Bartram, J. (2013). Global Access to Safe Water: Accounting for Water Quality and the Resulting Impact on MDG Progress. *World Health & Population*. <https://doi.org/10.12927/whp.2013.23437>
- PERMENKES. (2010). Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/Menkes/Per/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. *Depkes*. [https://doi.org/10.1016/0021-9924\(94\)90039-6](https://doi.org/10.1016/0021-9924(94)90039-6)
- Salmin. (2005). Oksigen Terlarut (DO) Dan Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD) Sebagai Salah Satu Indikator Untuk Menentukan Kualitas Perairan. *Oseana*.
- Siosemarde, M., Kave, F., Pazira, E., Sedghi, H., & Ghaderi, S. J. (2010). Determine of constant coefficients to relate total dissolved solids to electrical conductivity. *World Academy of Science, Engineering and Technology*.