

Rancang Bangun Alat Ukur Kualitas Air Menggunakan Metode Storet Dengan Parameter Suhu, pH, Kekeruhan dan TDS

Umroh Tul Khasanah¹, Eru Puspita², Budi Nur Iman³, Firman Arifin⁴
^{1,2,3}Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Jalan Raya ITS Sukolilo, Surabaya, Indonesia

email: umrohtulkhasanah@ee.student.pens.ac.id¹, eru@pens.ac.id², alfaruqi@pens.ac.id³, firman@pens.ac.id⁴

Abstrak - Air berkualitas baik adalah kebutuhan dasar bagi kesehatan manusia. Menurut laporan *world health organization* (WHO), tiap tahunnya 1,7 juta anak tewas akibat pencemaran lingkungan. Sebanyak 361.000 anak usia 5 tahun ke bawah meninggal karena diare yang disebabkan air yang tercemar. Untuk itu dirancang alat portabel yang mudah digunakan untuk mengukur dan mengetahui kondisi air dengan parameter pH, suhu, kekeruhan dan TDS. Terdapat peringatan berupa *buzzer*, monitoring melalui LCD, penentuan status mutu air untuk mutu air kelas I berdasarkan PP No.82 Tahun 2001, dan memiliki histori pengukuran. Penentuan status mutu menggunakan metode *storet* mengacu pada KepMen LH No.113 Tahun 2003 yaitu terdapat kondisi baik sekali, baik, sedang dan buruk. Dari hasil pengujian keseluruhan sensor dengan alat pembanding/formula pada berbagai sampel air diperoleh rata-rata *error* sensor pH sebesar 0,699 %, sensor Suhu sebesar 0,415 %, Sensor kekeruhan sebesar 0,014 % dan sensor TDS sebesar 1,056 %. Status mutu air ketika mengukur kondisi air bening adalah sangat baik dengan total skor 0 dan saat mengukur kondisi air keruh adalah sedang dengan total skor -15. Program perekaman data dapat berjalan sesuai dengan desain yang diharapkan.

Kata Kunci - Metode *storet*, pH, suhu, kekeruhan, TDS.

Abstract - *Good quality water is a basic need for human health. According to a report by the world health organization (WHO), every year 1.7 million children die due to environmental pollution. A total of 361,000 children aged 5 years and under died from diarrhea caused by polluted water. For this reason, a portable tool that is easy to use is designed to measure and determine water conditions with parameters such as pH, temperature, turbidity, and TDS. There is a buzzer warning, monitoring via LCD, determination of water quality status for Class I Water Quality based on PP No. 82 of 2001, and has a history of measurements. Determination of Quality Status using the Storet Method refers to the Decree of the Minister of Environment No. 113 of 2003, namely there are very good, good, moderate, and bad conditions. From the results of testing the entire sensor with a comparator/formula on various water samples, the average error of the pH sensor is 0.699 %, the Temperature sensor is 0.415 %, the Turbidity Sensor is 0.014 % and the TDS sensor is 1.056 %. Status of water quality when measuring clear water conditions is very good with a total score of 0 and when measuring cloudy water conditions, it is moderate with a total score of -15. The data recording program can run according to the expected design.*

Keywords - *Storet Method, pH, Temperature, Turbidity, TDS.*

I. PENDAHULUAN

Air merupakan salah satu sumber daya alam yang sangat berharga, tanpa air tidak mungkin ada kehidupan di muka bumi ini [1]. Air berkualitas baik adalah kebutuhan dasar bagi kesehatan manusia [2]. Meningkatnya jumlah penduduk telah membuat kebutuhan akan

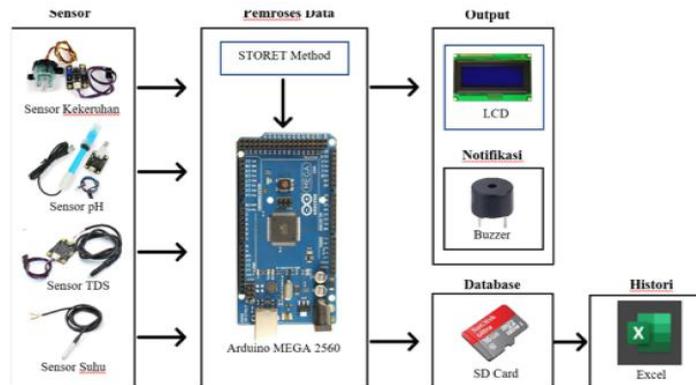
air bersih terus meningkat. Menurut laporan *world health organization* (WHO), tiap tahunnya sebanyak 1,7 juta anak tewas akibat pencemaran lingkungan. Sebanyak 361.000 anak usia 5 tahun ke bawah meninggal karena diare yang disebabkan oleh air yang tercemar. Pemantauan kualitas air dengan metode konvensional sangat memakan waktu yang melibatkan pengumpulan sampel air dari tempat yang berbeda dan kemudian mengujinya di laboratorium [3]. Metode ini memakan waktu, pemborosan tenaga kerja, dan tidak ekonomis [4]. Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air rentang pH adalah 6-9, *Total dissolved solids* dengan batas maksimum 1000mg/l atau 1000ppm, Suhu adalah deviasi 3 temperatur dari keadaan alamnya [5]. Batas maksimum kekeruhan yang diperbolehkan menurut Peraturan Menteri Kesehatan No. 416 Tahun 1990 tentang Syarat-syarat Dan Pengawasan Kualitas Air adalah 5NTU. Nilai pH yang lebih dari 7 menunjukkan sifat korosi yang rendah sebab semakin rendah pH, maka sifat korosinya semakin tinggi. Nilai pH air yang lebih besar dari 7 memiliki kecenderungan untuk membentuk kerak dan kurang efektif dalam membunuh bakteri sebab akan lebih efektif pada kondisi netral atau bersifat asam lemah. Konsentrasi TDS tinggi dapat mempengaruhi rasa. Tingginya level TDS memperlihatkan hubungan negatif dengan beberapa parameter lingkungan air yang menyebabkan meningkatnya toksisitas pada organisme di dalamnya. Air yang keruh atau memiliki tingkat kekeruhan tinggi memiliki nilai *total suspended solid* (TSS) yang tinggi. Suhu air yang melebihi batas normal menunjukkan indikasi terdapat bahan kimia yang terlarut dalam jumlah yang cukup besar atau sedang terjadi proses dekomposisi bahan organik oleh mikroorganisme yang berbahaya bagi tubuh [6]. Kekeruhan air atau sering disebut *turbidity* adalah salah satu parameter uji fisik dalam analisis air. Tingkat kekeruhan air umumnya akan diketahui dengan besaran *nephelometer turbidity unit* (NTU). Apabila bahan tersuspensi ini berupa padatan organisme, maka pada batas-batas tertentu dapat dijadikan indikator terjadinya pencemaran suatu perairan. Padatan tersuspensi berkorelasi positif dengan kekeruhan, semakin tinggi padatan tersuspensi yang terkandung dalam suatu perairan maka perairan tersebut semakin keruh [7].

Berdasarkan permasalahan di atas maka perlu adanya alat portable yang memudahkan masyarakat dalam melakukan pengukuran kualitas air sehingga sesuai dengan kriteria mutu air untuk kelas I sesuai dengan Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001. Dalam penelitian ini, metode yang digunakan adalah metode *Storet*. Penggunaan metode tersebut mengacu pada Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 113 Tahun 2003. Secara prinsip *Metoda Storet* adalah membandingkan antara data kualitas air dengan baku mutu air yang disesuaikan dengan peruntukannya guna menentukan status mutu air [8]. Untuk menentukan status mutu air pada metode *Storet* menggunakan sistem nilai dari *environmental protection agency* (US-EPA) dengan mengklasifikasikan mutu air dalam empat kelas. Maka pada proyek akhir ini dirancang suatu alat pengukur kualitas air dengan parameter pH, kekeruhan, suhu, dan zat padat terlarut (TDS) yang akan dianalisis menggunakan metode *storet* untuk penentuan kualitas air berdasarkan mutu air untuk kelas I (sangat baik, baik, sedang dan buruk). Selain itu, terdapat peringatan berupa *buzzer*, tampilan pada LCD dan terdapat histori pengukuran yang dapat dianalisa dan dijadikan data atau keperluan tertentu. Alat ini memudahkan pengguna untuk mengetahui kualitas air yang diukur.

II. METODE

A. Perancangan Sistem

Blok diagram sistem dibagi menjadi 4 bagian sistem utama, yaitu sensor, data *processing*, *display* dan *database*.

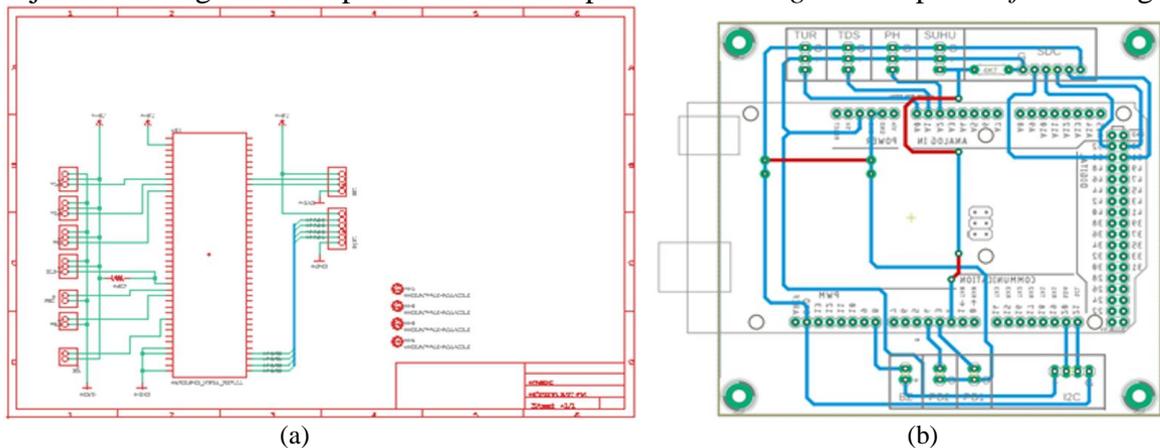


Gambar 1. Blok Diagram Sistem

Parameter air minum yang diukur adalah pH, suhu, kekeruhan dan TDS. Nilai analog dari sensor pH, kekeruhan dan TDS tersebut akan diolah di Arduino dan dikonversi ke digital. Data pengukuran setiap parameter, skor, dan status mutu air akan ditampilkan pada LCD. Jika status mutu air tersebut tidak memenuhi baku mutu yang telah ditentukan maka akan ada peringatan berupa *buzzer*. Selain itu data hasil pengukuran tersebut akan disimpan ke *SD card* sebagai histori pengukuran. Dari data-data tersebut nantinya bisa dianalisa dan dipakai untuk tujuan tertentu.

B. Perancangan Hardware

Perancangan *hardware* terdiri dari sensor-sensor dan modul pengkondisi sinyal, *SD card*, *display*, *buzzer*, dan *push button*. Semua komponen dan rangkaian elektronik yang dirangkai menjadi satu pada sebuah *board Shield* Arduino MEGA2560 sehingga desain elektroniknya menjadi lebih ringkas dan rapi. Gambar 2 merupakan hasil *design board* pada *software* Eagle.



Gambar 2. (a) Desain Schematic Hardware Sistem (b) Desain Shield Hardware Sistem

C. Perancangan Software

Pada tahap perancangan *software* akan dibuat program untuk pengukuran sensor, dengan beberapa parameter kualitas air yang meliputi pH, suhu, kekeruhan dan TDS. Program untuk kalibrasi sensor, program untuk penyimpanan pada *SD card*, program untuk menentukan kualitas air minum dengan metode *storet* sehingga akan didapatkan status mutu air yang diukur.

D. Kalibrasi Sensor

Sebelum menggunakan sensor, perlu dilakukan kalibrasi dengan larutan standar agar mendapatkan hasil yang akurat. Proses kalibrasi sensor dilakukan secara manual dan otomatis.

Kalibrasi Sensor pH, suhu dan kekeruhan dilakukan secara manual menggunakan larutan standar dan kalibrasi sensor TDS sudah tersedia pada modul. Pengkalibrasian sensor pH menggunakan 4 sampel pH dan kekeruhan menggunakan 2 sampel NTU, lalu akan dicari nilai ADC dan dimasukkan ke dalam rumus regresi linier yaitu:

$$y = a + bx \tag{1}$$

di mana:

- y: Variable dependen (nilai yang diprediksi, pH/NTU)
- x: Variable independen (ADC)
- a: Konstanta
- b: Koefisien regresi (nilai peningkatan atau penurunan)

Rumus konstanta adalah:

$$a = \frac{(\sum y)(\sum x^2) - (\sum x)(\sum xy)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} \tag{2}$$

Rumus koefisien regresi adalah:

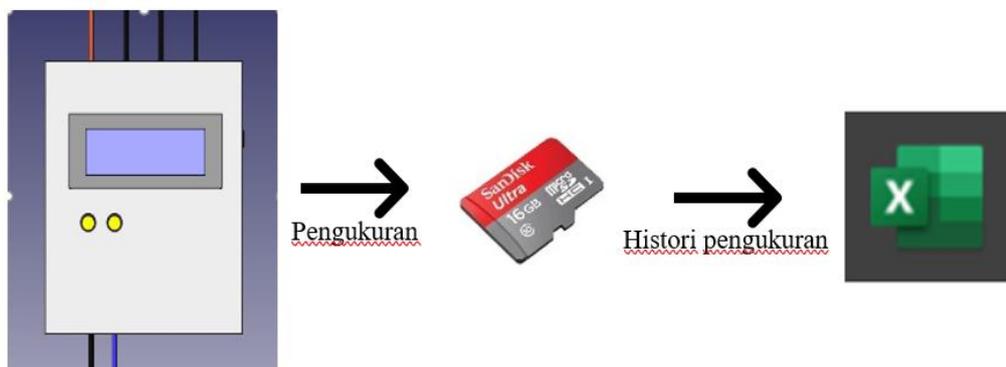
$$b = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} \tag{3}$$

Nilai x dan y diisi sesuai dengan rumus a (konstanta) dan b (koefisien regresi) sehingga akan diperoleh nilai a dan b.

Pada proses pengkalibrasian sensor suhu dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran awal sensor dengan alat Thermometer Alkohol -10 +110°C dan kalibrasi sensor TDS sudah tersedia pada modul, di mana untuk larutan yang digunakan sebesar 490 ppm yang telah diukur menggunakan TDS meter.

E. Penyimpanan Data Parameter Air

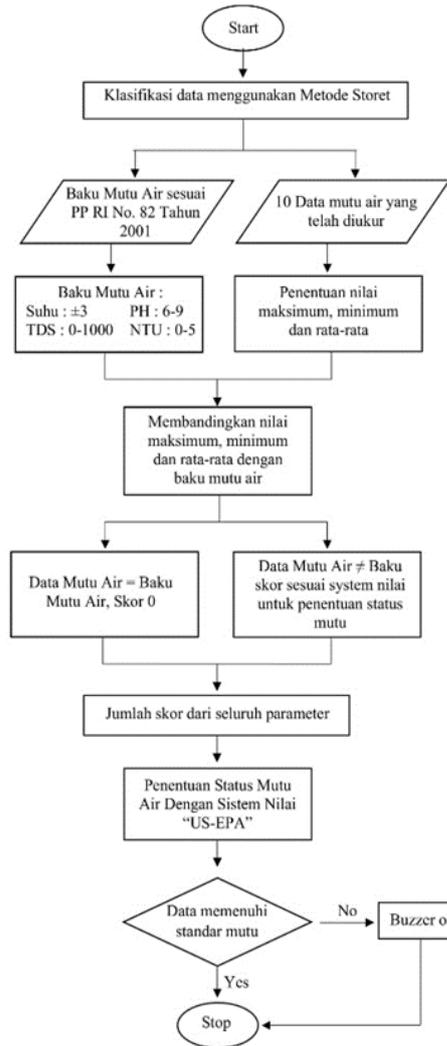
Gambar 3 merupakan diagram proses penyimpanan hasil pengukuran dari setiap parameter kualitas air berupa pH, suhu, kekeruhan dan TDS. Data yang tersimpan adalah data logger keempat sensor setiap detik yang masing-masing pengukuran sensor dipisahkan dengan tab (“\t”). Bentuk file berupa .txt dan penamaan file dilakukan secara manual. Data yang disimpan pada SD card berupa hasil pengukuran dari setiap parameter.



Gambar 3. Proses Penyimpanan Hasil Pengukuran

F. Metode Storet

Perancangan program untuk penentuan status mutu air dibuat dalam bentuk flowchart yang dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Flowchart Program Penentuan Status Mutu Air

Data pengukuran sensor diambil sebanyak 10 kali pengambilan data pada setiap 1 kali pengukuran. Nilai minimum, maksimum dan rata-rata yang tidak memenuhi akan diberi skor seperti pada Tabel 1.

TABEL 1. PENENTUAN SISTEM NILAI HASIL PENGUKURAN

Jumlah Contoh	Nilai	Parameter		
		Fisika	Kimia	Biologi
< 10	Maksimum	-1	-2	-3
	Minimum	-1	-2	-3
	Rata-rata	-3	-6	-9
	Maksimum	-2	-4	-6
≥ 10	Minimum	-2	-4	-6
	Rata-rata	-6	-12	-18

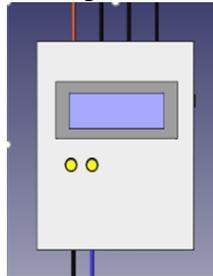
Total skor dari seluruh parameter akan dijumlahkan dan hasilnya akan diklasifikasikan menggunakan sistem nilai dari “US-EPA (*Environmental Protection Agency*)” dengan mengklasifikasikan mutu air dalam empat kelas, yaitu:

TABEL 2. PENENTUAN KELAS BERDASARKAN SKOR

No.	Kelas	Kondisi	Skor	Keterangan
1	Kelas A	baik sekali	0	memenuhi baku mutu
2	Kelas B	baik	-1 s/d -10	cemar ringan
3	Kelas C	sedang	-11 s/d -30	cemar sedang
4	Kelas D	buruk	≥ -31	cemar berat

G. *Perancangan Packaging*

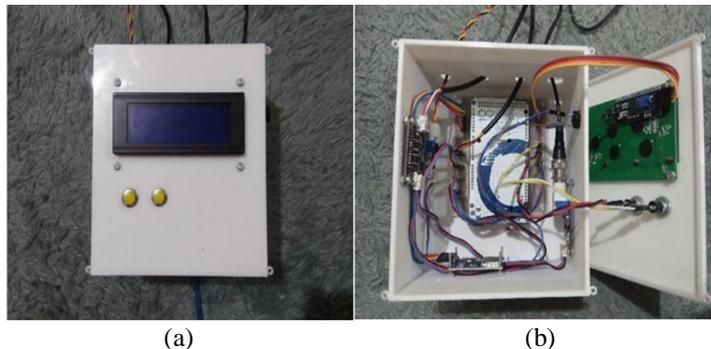
Pembuatan design alat menggunakan *software* Sketchup pro 2017. Desain memiliki dimensi 15 cm x 13 cm x 10 cm. Gambar merupakan desain alat yang dibuat.



Gambar 5. Desain Box 3D dengan Komponen

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambar 6 adalah alat yang telah dibuat dan direalisasikan. Di dalam box alat berisikan 1 unit PCB *hardware* sistem dan 1 unit Arduino MEGA2560 yang saling terintegrasi. Pada bagian atas terdapat LCD untuk menampilkan hasil pengukuran, status mutu air, total skor dan *push button*, bagian samping terdapat *buzzer* sebagai notifikasi status mutu air berupa suara dan terdapat histori pengukuran yang tersimpan pada *SD card*. Pada bagian bawah terdapat konektor dari sensor *turbidity*, sensor suhu, sensor TDS dan sensor pH, juga terdapat koneksi USB Arduino.



Gambar 6. (a) Box Tampak Depan (b) Box dan Isinya

A. *Pengujian Sensor Dengan Berbagai Sampel Air*

Pengujian sensor pH dilakukan pada beberapa sampel air seperti yang ditampilkan pada Tabel 3. pengujian dilakukan dengan membandingkan pH dari jenis sampel air antara sensor pH dengan pH meter yang dijual di pasaran untuk mengetahui akurasi dari sensor pH yang digunakan.

TABEL 3. DATA PENGUJIAN SENSOR PH

No.	Jenis Air	Sensor pH	pH Meter	Error (%)
1	Buffer 4.0	3,98	4,00	0,500
2	Buffer 4.3	4,27	4,30	0,698
3	Teh	6,17	6,20	0,484
4	Kolam	6,57	6,60	0,455
5	Kopi	6,83	6,70	1,940
6	Buffer 7.0	7,12	7,00	1,714
7	Aqua	7,92	7,90	0,253
8	Le Mineral	7,98	8,00	0,250
9	Club	8,56	8,50	0,705
10	Buffer 9.18	9,18	9,18	0,000
Rata-rata				0,699

Dari Tabel 3 dapat diketahui bahwa eror pengujian sensor pH yang digunakan rata-rata 0,699 % jika dibandingkan pH meter yang ada di pasaran.

Pengujian sensor TDS dilakukan pada beberapa sampel air dan dilakukan dengan membandingkan larutan yang terkandung di dalam air antara sensor TDS dengan TDS-3 meter yang dijual di pasaran untuk mengetahui akurasi dari sensor TDS yang digunakan. Hasil pengujian sensor TDS dapat dilihat pada Tabel 4.

TABEL 4. DATA PENGUJIAN SENSOR TDS

No.	Sensor TDS (ppm)	TDS-3 Meter (ppm)	Error (%)
1	133	132	0,758
2	134	132	1,515
3	138	136	1,471
4	140	142	1,408
5	145	143	1,399
6	154	151	1,987
7	231	232	0,431
8	423	426	0,704
9	442	444	0,450
10	463	461	0,434
Rata-rata			1,056

Berdasarkan Tabel 4 dapat diketahui bahwa eror pengujian sensor TDS yang digunakan rata-rata 1,056 % jika dibandingkan pH meter yang ada di pasaran.

Pengujian sensor suhu dilakukan dengan membandingkan suhu air antara sensor suhu DS18B20 dengan termometer yang dijual di pasaran untuk mengetahui akurasi dari sensor suhu DS18B20. Hasil pengujian sensor suhu dapat dilihat pada Tabel 5.

TABEL 5. DATA PENGUJIAN SENSOR SUHU

Menit ke-	Air Dingin			Air Hangat		
	Sensor Suhu	Termometer	Error (%)	Sensor Suhu	Termometer	Error (%)
1	23,56 °C	24 °C	1,833	60,63 °C	60,50 °C	0,214
2	23,62 °C	24 °C	1,583	58,63 °C	58,50 °C	0,221
3	23,69 °C	24 °C	1,291	58,06 °C	58,00 °C	0,103
4	23,81 °C	24 °C	0,791	57,13 °C	57,00 °C	0,227
5	23,87 °C	24 °C	0,541	55,06 °C	55,00 °C	0,108
6	23,87 °C	24 °C	0,541	53,56 °C	53,50 °C	0,112
7	23,94 °C	24 °C	0,250	52,06 °C	52,00 °C	0,115
8	24,00 °C	24 °C	0,000	51,06 °C	51,00 °C	0,117
9	24,00 °C	24 °C	0,000	50,06 °C	50,00 °C	0,119
10	24,00 °C	24 °C	0,000	49,06 °C	49,00 °C	0,122
Rata-rata			0,683	0,146		

Berdasarkan Tabel 5 dapat diketahui bahwa eror pengujian sensor suhu yang digunakan rata-rata 0,683 % pada air dingin dan 0,146 % pada air hangat jika dibandingkan termometer yang ada di pasaran.

Pengujian sensor *turbidity* dilakukan dengan membandingkan kejernihan air antara sensor suhu *turbidity* dengan formula yang yang didapatkan untuk mengetahui eror dari sensor *turbidity*. Hasil pengujian sensor suhu dapat dilihat pada Tabel 6.

TABEL 6. DATA PENGUJIAN SENSOR KEKERUHAN

No.	Sensor Turbidity (NTU)	ADC	Pembanding/Formulasi (NTU)	Error (%)
1	0,50	936	0,50000	0,00000
2	3,05	935	3,05128	0,04202
3	10,71	932	10,7051	0,04551
4	13,26	931	13,2564	0,02708
5	18,36	929	18,3590	0,00559
6	23,46	927	23,4615	0,00656
7	36,22	922	36,2179	0,00566
8	43,87	919	43,8718	0,00409

No.	Sensor Turbidity (NTU)	ADC	Pembanding/Formulasi (NTU)	Error (%)
9	46,42	918	46,4231	0,00663
10	97,45	898	97,4487	0,00132
Rata-rata				0,01444

Hasil pengukuran sensor kekeruhan akan dibandingkan dengan formula $y = -2.551282051 28205x + 2388.5$.

B. Pengujian Metode Storet

Pengujian pada program metode storet dilakukan untuk mengoreksi hasil klasifikasi total skor dari keempat sensor dengan perhitungan secara manual.

TABEL 7. VALIDASI OUTPUT STATUS MUTU AIR

No	Total Skor	Kondisi	Validasi
1	0	Sangat Baik	√
2	-5	Baik	√
3	-15	Sedang	√

Status mutu air yang sesuai dengan baku mutu adalah ketika menunjukkan kondisi air yang sangat baik. Dari hasil pengujian dapat dikatakan sistem sesuai dengan apa yang dibutuhkan.

C. Pengujian Penyimpanan Data

Pengujian dilakukan untuk menguji aliran data pada sistem ke tempat penyimpanan data yang berupa SD card. Penyimpanan data SD card dapat dilihat pada Gambar 7.

29.56 C	92.64 ppm	7.49	0.5 NTU	ADC NTU: 936
29.56 C	92.64 ppm	7.49	0.5 NTU	ADC NTU: 936
29.56 C	92.64 ppm	7.49	0.5 NTU	ADC NTU: 936
29.56 C	91.06 ppm	7.46	0.5 NTU	ADC NTU: 936
29.56 C	91.06 ppm	7.46	0.5 NTU	ADC NTU: 936
29.56 C	92.53 ppm	7.46	0.5 NTU	ADC NTU: 936
29.62 C	92.53 ppm	7.46	0.5 NTU	ADC NTU: 936
29.56 C	91.06 ppm	7.46	0.5 NTU	ADC NTU: 936
29.62 C	92.53 ppm	7.46	0.5 NTU	ADC NTU: 936
29.62 C	92.53 ppm	7.46	0.5 NTU	ADC NTU: 936

Gambar 7. Penyimpanan Data Pada SD Card

Penyimpanan data dilakukan setiap detiknya selama program tersebut berjalan. Data yang tersimpan pada SD card adalah data pengukuran setiap parameternya.

D. Pengujian Keseluruhan Sistem

TABEL 8. PENGUJIAN PADA SAMPEL AIR BENING DAN AIR KERUH

No.	Air Bening						Air Keruh					
	Kekeruhan (NTU)	TDS (PPM)	pH	Suhu (°C)	Total Skor	Kondisi	Kekeruhan (NTU)	TDS (PPM)	pH	Suhu (°C)	Total Skor	Kondisi
1	0,5	96,20	7,38	29,06	0	Sangat baik	87,24	504,32	3,89	29,87	-15	Sedang
2	0,5	96,67	7,38	29,07	0	Sangat baik	88,26	504,99	3,89	29,89	-15	Sedang
3	0,5	96,00	7,39	29,06	0	Sangat baik	88,26	505,10	3,89	29,88	-15	Sedang
4	0,5	95,87	7,38	29,07	0	Sangat baik	87,75	506,36	3,89	29,88	-15	Sedang
5	0,5	95,89	7,38	29,06	0	Sangat baik	88,01	506,31	3,88	29,88	-15	Sedang
6	0,5	96,20	7,38	29,06	0	Sangat baik	89,54	506,22	3,88	29,92	-15	Sedang
7	0,5	96,36	7,38	29,06	0	Sangat baik	89,79	506,26	3,88	29,94	-15	Sedang
8	0,5	95,70	7,38	29,06	0	Sangat	90,05	506,70	3,87	29,91	-15	Sedang

No.	Air Bening						Air Keruh					
	Kekeruhan (NTU)	TDS (PPM)	pH	Suhu (°C)	Total Skor	Kondisi	Kekeruhan (NTU)	TDS (PPM)	pH	Suhu (°C)	Total Skor	Kondisi
9	0,5	95,41	7,39	29,07	0	baik Sangat baik	89,79	506,86	3,88	29,92	-15	Sedang
10	0,5	95,57	7,38	29,07	0	Sangat baik	90,56	507,80	3,87	29,93	-15	Sedang

Pada pengujian sampel air minum isi ulang (air bening) yang dilakukan 10 kali pengukuran, di mana setiap kali pengukuran akan diambil 10 data untuk dianalisis sehingga menghasilkan *output* berupa status mutu air.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, pembuatan sistem, dan pengujian sistem serta berdasarkan data yang diperoleh, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Kalibrasi Sensor pH ketika diuji menggunakan variasi pH memiliki rata-rata eror 0,699 %.
2. Kalibrasi Sensor *Turbidity* ketika diuji menggunakan NTU yang bervariasi memiliki rata-rata eror 0,014 %.
3. Kalibrasi Sensor TDS tersedia pada modul, ketika diuji menggunakan variasi ppm memiliki rata-rata eror 1,056 %.
4. Kalibrasi sensor DS18B20 pada sampel air dingin dan air hangat lalu dilakukan pengujian selama 10 menit yang didapatkan rata-rata eror sebesar 0,683 % pada sampel air dingin, dan pada sampel air hangat rata-rata eror sebesar 0,146 %.
5. Program perekaman data dapat berjalan sesuai dengan desain yang diharapkan sehingga data setiap sensor akan tersimpan pada sd card setiap 1 detik selama program dijalankan.
6. Penentuan status mutu air menggunakan metode *storet* yang diuji pada sampel air bening memiliki kondisi sangat baik dengan total skor 0 dan saat mengukur sampel air keruh memiliki kondisi sedang dengan total skor -15.

REFERENSI

- [1] Astuti, B. C. Kualitas Air Sumur Desa Bantaran Sungai Bengawan Solo Berdasarkan Aspek Kemasyarakatan dan Standar Menteri Kesehatan, *Jurnal Matematika, Saint, dan Teknologi*, 2015; 16(1): pp. 18-25.
- [2] Rafsanjani, T. M., Rahmayani, Bahri, S., Rosita, S. & Nuzula, A. Persepsi Masyarakat Dalam Penerapan Sumur Resapan Di Desa Blang Tambeu Kecamatan Simpang Mamplan Kabupaten Bireuen, *Jurnal Pendidikan, Sains, dan Humaniora*, 2020; 8(3), pp. 518-524.
- [3] Raut, V. & Shelke, S. *Wireless Acquisition System For Water Quality*, 2016 Conference on Advances in Signal Processing (CASP), Pune. 2016, pp. 371-374.
- [4] Das, B. and Jain, P. *Real-Time Water Quality Monitoring System using Internet of Things*, 2017 International Conference on Computer, Communications and Electronics (Comptelix), Jaipur. 2017, pp. 78-82.
- [5] *Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air*, Jakarta: Sekretariat Negara, 2001.

- [6] Amani, F. & Prawiroredjo, K. Alat Ukur Kualitas Air Minum dengan Parameter pH, Suhu, Tingkat Kekeruhan, dan Jumlah Padatan Terlarut, *JETri Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 2016; 14(1): pp. 49-62..
- [7] S. Khodijah, R. R. M and U. Sunarya, Perancangan dan Implementasi Alat Ukur Untuk Penentuan Kualitas Air Berbasis Logika Fuzzy Metode Sugeno, *e-Proceeding of Engineering*, 2017; 4(2), pp. 2207-2212.
- [8] Purnamasari, D. E. Penentuan Status Mutu Air Kali Wonokromo Dengan Metode Storet Dan Indeks Pencemar, Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2017.