

BAB VI. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini implementasi monitoring air bersih dapat melakukan evaluasi kualitas air. Berdasarkan usecase testing yang telah dilakukan pada pembahasan sebelumnya, sistem monitoring air bersih dapat mengevaluasi kualitas air pada aquarium, seperti yang ditunjukkan pada tabel 5.1 test case 3 yaitu sistem melakukan deteksi pH, pada saat sistem melakukan pengujian deteksi kekeruhan air ditunjukkan pada tabel 5.2 test case 3, dan proses deteksi ketinggian air ditunjukkan pada tabel 5.3 test case 3

Setelah mendapatkan nilai deteksi, arduino melakukan pengiriman data pada NodeMCU ESP8266 menggunakan komunikasi serial yang ditunjukkan pada tabel 5.5 test case 1 dan 2. Di samping itu NodeMCU berhasil menghubungkan dan mengirimkan data yang terverifikasi dari arduino ke dalam sistem monitoring dan menerima response dari sistem monitoring yang ditunjukkan pada tabel 5.6 test case 8. Verifikasi data merupakan proses dilakukan oleh sistem monitoring untuk memastikan bahwa pengirim adalah perangkat NodeMCU yang diuji pada tabel 5.5 test case nomor 3. Ketika respon yang diterima adalah melakukan pergantian air atau penambahan air, pompa air akan diaktifkan dan sistem akan pengiriman pesan email seperti yang ditunjukkan pada usecase testing pada test case 4.

Data yang tersimpan pada database sistem, ditampilkan pada sistem monitoring berbasis website. Ketika pengguna ingin mengakses website, user terlebih dahulu melakukan proses login seperti yang ditunjukkan pada tabel 5.9 test case 2. Dan melakukan monitoring nilai sensor dalam bentuk grafik seperti pada tabel 5.10 test case 2.

6.1 Implementasi Monitoring Air Bersih pada Aquarium

Sistem Monitoring Air Bersih didesain untuk mempermudah pemilik aquarium dalam melakukan pemantauan kualitas air. Pengguna akan melakukan proses login yang digunakan untuk melakukan pemantauan air pada sistem monitoring air bersih ini. Ketika proses login berhasil, sistem akan menyimpan data session pengguna, dan pengguna dapat melakukan pemantauan data sensor secara real time. Pada sistem monitoring terdapat fitur setting yang dapat memberikan halaman pengaturan sistem yang digunakan untuk melakukan perubahan konfigurasi yang

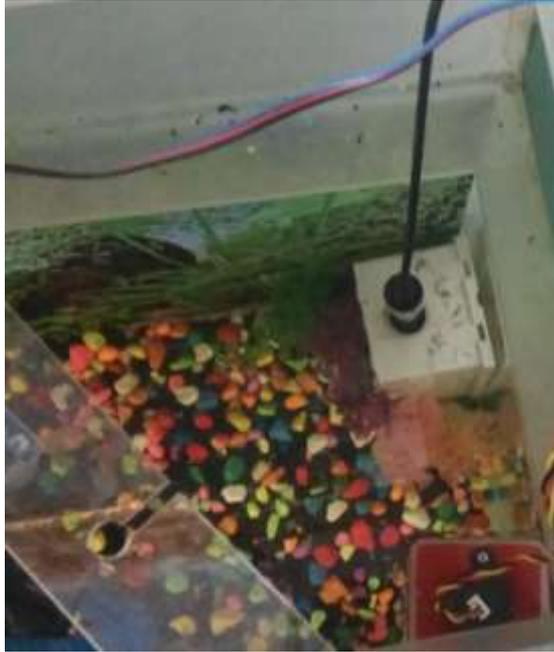
ada dalam penyimpanan sistem monitoring air bersih ini. Hal ini bertujuan agar pengguna dapat melakukan perubahan secara dinamis tanpa mengubah kode atau *script*. Pengguna dapat memantau data yang disimpan pada sistem dalam bentuk grafik dan tabel sensor.



Gambar 6. 1 Perancangan Hardware



Gambar 6. 2 Penampilan Data Sensor pada LCD



Gambar 6. 3 Peletakan Sensor pada Aquarium

6.2 Pengolahan Data pada Arduino

Nilai input dari arduino merupakan nilai ADC yang didapatkan melalui port analog A0, dan A1. Nilai ADC yang dihasilkan dirubah menjadi nilai tegangan dan dilakukan proses kalibrasi. Kalibrasi merupakan sebuah proses yang digunakan untuk menentukan kebenaran suatu alat ukur dengan cara membandingkan nilai – nilai terhadap standard ukur nasional , maupun internasional.

6.2.1 Deteksi pH

Pengujian pH dilakukan dengan melakukan proses kalibrasi menggunakan pH Meter berstandar nasional. Proses kalibrasi digunakan untuk mendapatkan nilai persamaan yang digunakan pendeteksi pH dengan menggunakan metode regresi linier sederhana. Metode regresi linier merupakan sebuah pendekatan yang memodelkan keterikatan antara nilai ph air dan hasil deteksi pH. Proses kalibrasi ph dilakukan dengan cara membandingkan nilai tegangan(volt) pada sensor dengan hasil deteksi nilai ph yang tertera pada alat pH Meter. Untuk mendapatkan nilai tegangan yang dihasilkan oleh deteksi pH akan menggunakan persamaan dibawah ini :

$$Tegangan = \frac{adc \times Vin}{1024}.$$

Dimana :

Tegangan = Output Tegangan Analog,
adc = Nilai analog yang didapatkan,
Vin = tegangan sumber,

Setelah mendapatkan nilai tegangan pada deteksi alat, maka dilakukan proses kalibrasi menggunakan metode linier regresi menggunakan rumus :

$$Y = a + bX.$$

Dimana : Y = Output Tegangan Analog,

X = nilai ph tegangan standar,

a = konstanta,

b = nilai koefisien kemiringan,

dimana a dan b dapat dihitung menggunakan persamaan :

$$a = \frac{(\sum y) \cdot (\sum x^2) - (\sum x) \cdot (\sum xy)}{n \cdot (\sum x^2) - (\sum x)^2}, \text{ dan}$$

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

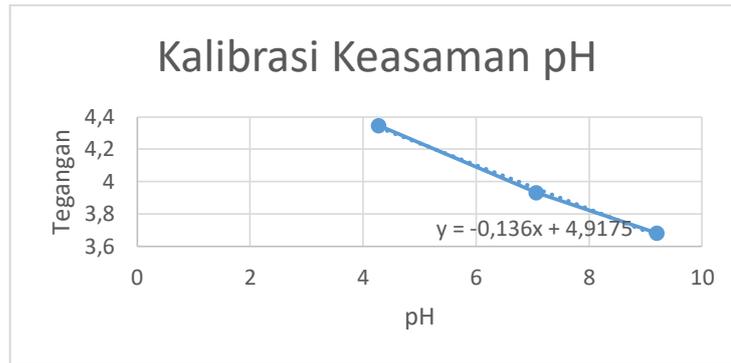
Tabel 6. 1 Tabel Kalibrasi Keasaman pH

No	Nama	pH Meter (X)	Volt alat (y)	x ²	y ²	Xy
1	Larutan pH 4	4,28	4,346	18,3184	18,88772	18,60088
2	Larutan pH 6,86	6,86	3,931	47,0596	15,45276	26,96666
3	Larutan pH 9,18	9,2	3,68	84,64	13,5424	33,856
Jumlah		20,34	11,957	150,018	47,88288	79,42354

Menghasilkan nilai a = -0.1424, dan nilai b = 4,972 . Maka diperoleh grafik dan persamaan berikut ini :

$$Y = (-0,1424)X + (4,972),$$

deteksi = $Y - 4,972 / -0,1424$, dan grafik dibawah ini :



Gambar 5. 30 Grafik Kalibrasi Keasaman pH

Berikut merupakan hasil pengujian deteksi keasaman ph air dapat ditunjukkan pada tabel :

Tabel 6. 2 Tabel Pengujian Keasaman pH

No	Nama Cairan	pH Meter	pH Alat	Akurasi(%)
1	Cairan buffer 4	4,77	4,57	95,80%
2	Cairan buffer 6.86	7,30	7,33	99,59%
3	Cairan buffer 9.18	9,20	9,15	99,45%
4	Air putih pabrik	7,94	7,948	99,89%
5	Air teh pabrik	6,34	6,51	97,39%
6	Air Garam	7,62	7,618	99,99%
7	Air kran	7,28	7,47	97,39%
8	Air aquarium	8,44	8,33	98,70%

Proses deteksi pH mempunyai tingkat akurasi kurang dari 100%. Hal tersebut dikarenakan kalibrasi pH menyebabkan naik dan turunnya voltage. Oleh karena itu diperlukannya proses validasi yang digunakan untuk memastikan nilai keasaman pH stabil dan mempunyai rentan nilai tidak terlalu tinggi dari nilai ph sebelumnya..

6.2.2 Deteksi Kekeruhan

Pengujian sensor kekeruhan dilakukan dengan cara melakukan kalibrasi antara nilai ADC yang didapatkan dari sensor dan diubah ke dalam nilai tegangan dengan satuan volt menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Tegangan} = (\text{Nilai ADC}) \times 5 / 1024.$$

Dilakukan percobaan yang diujikan pada air bermerk aqua yang memiliki nilai kekeruhan 1 NTU. Nilai keluaran yang dihasilkan adalah nilai ADC. Nilai output yang dihasilkan dalam arduino adalah 830. Sehingga diperoleh :

$$\text{Tegangan (VClear)} = 679 \times 5 / 1024$$

$$\text{Tegangan (VClear)} = 3.32 \text{ volt}$$

Hasil kalibrasi didapatkan adalah 3.32 volt, saat keadaan air bersih dengan satuan 1 NTU. Nilai tegangan yang dihasilkan ketika kondisi air bersih, akan dijadikan sebagai nilai acuan untuk mengukur kekeruhan pada pengujian lain dengan nama lain adalah (Vclear).

Percobaan kedua melakukan kalibrasi terhadap nilai kekeruhan air kopi. Pada penelitian sebelumnya nilai kekeruhan air kopi mempunyai satuan 300 NTU. Dalam percobaan kalibrasi air kopi tersebut menghasilkan nilai ADC 77. Oleh karena itu, maka tegangan yang dihasilkan dari proses kalibrasi air kopi :

$$\text{Tegangan (Vkopi)} = 77 \times 5 / 1024$$

$$\text{Tegangan (Vkopi)} = 0.38$$

Setelah mendapatkan nilai tegangan pada deteksi alat, maka dilakukan proses kalibrasi menggunakan metode linier regresi menggunakan rumus :

$$Y = a + bX.$$

Dimana : Y = Output Tegangan Analog,

X = nilai ph tegangan standar,

a = konstanta,

b = nilai koefisien kemiringan,

dimana a dan b dapat dihitung menggunakan persamaan :

$$a = \frac{(\sum y) \cdot (\sum x^2) - (\sum x) \cdot (\sum xy)}{n \cdot (\sum x^2) - (\sum x)^2}, \text{ dan}$$

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

Menghasilkan tabel :

Tabel 6. 3 Tabel Kalibrasi Kekeruhan

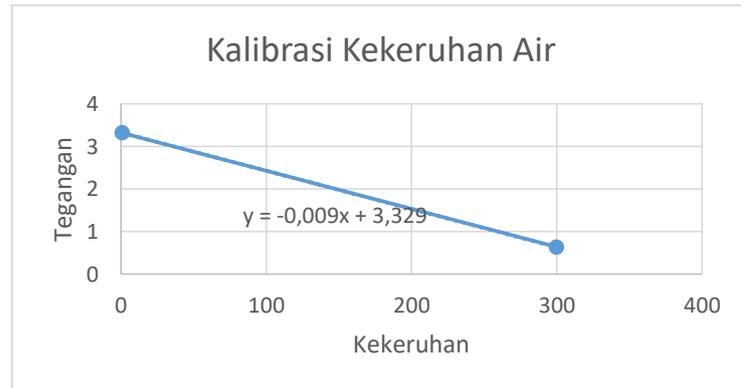
No	Nama	NTU	Volt Alat	x ²	y ²	Xy
1	Air Putih Pabrik	1	3,32	1	11,0224	3,32
2	Air Kopi	300	0,38	90000	0,1444	114
Jumlah		301	3,7	90001	11,1668	117,32

Sumber : Tabel Kekeruhan(Zarkasi et all,2018)

Menghasilkan nilai a = -0.0098, dan nilai b = 3.3298 . Maka diperoleh grafik dan persamaan berikut ini :

$$Y = (-0.0098)X + (3.3298),$$

deteksi = $Y - 3.3298 / -0.0098$, dan grafik dibawah ini :



Berikut Hasil pengujian percobaan kekeruhan beberapa air yang dicampurkan pada beberapa komponen lainnya yang menghasilkan tabel :

Tabel 6. 4 Pengujian Kekeruhan

No	Nama Cairan	Alat
1	Air putih pabrik	1
2	Air Kopi	302
3	Air Susu	194
4	Air Sabun	140
5	Air Sirup	60
6	Air Cuci	135

6.2.3 Deteksi Ketinggian.

Deteksi ketinggian air merupakan proses yang menunjukkan nilai ketinggian air dari permukaan aquarium. Ketinggian air diukur menggunakan sensor HC-SRC04 ultrasonic dengan mengirimkan sinyal ultrasonic yang mempunyai kecepatan(v) bernilai 343m/s. Sehingga menghasilkan sebuah persamaan :

$$S = v \times t$$

Dimana S merupakan jarak antara sensor dan permukaan air. Dan v merupakan kecepatan dengan satuan (m/s). Sinyal pada sensor Ultrasonic dikirimkan menggunakan pin echo kemudian sinyal dipantulkan melalui permukaan air dan diterima menggunakan pin trigger sehingga menghasilkan waktu tempuh dua kali lama. Sehingga menghasilkan sebuah persamaan :

$$S = \frac{v \times t}{2}$$

Nilai satuan jarak signal(S) adalah meter dan nilai satuan waktunya adalah sekon(t). Namun pada sistem dibutuhkan jarak yang menggunakan satuan Sentimeter(cm) dan waktu yang digunakan arduino adalah mikrosekon(ms).

Sehingga nilai kecepatan signal dikonversi menjadi nilai Sentimeter per mikrosekon (cm/ms).

Konversi kecepatan signal menjadi satuan (cm/ms).

$$v = \frac{343 \times 100}{1000000} \text{ atau } \frac{1}{29.1}$$

Sehingga diperoleh sebuah persamaan :

$$S = \frac{t}{2 \times 29.1}$$

Pengujian nilai sensor ketinggian terhadap data uji dengan permukaan datar dan menghasilkan tabel :

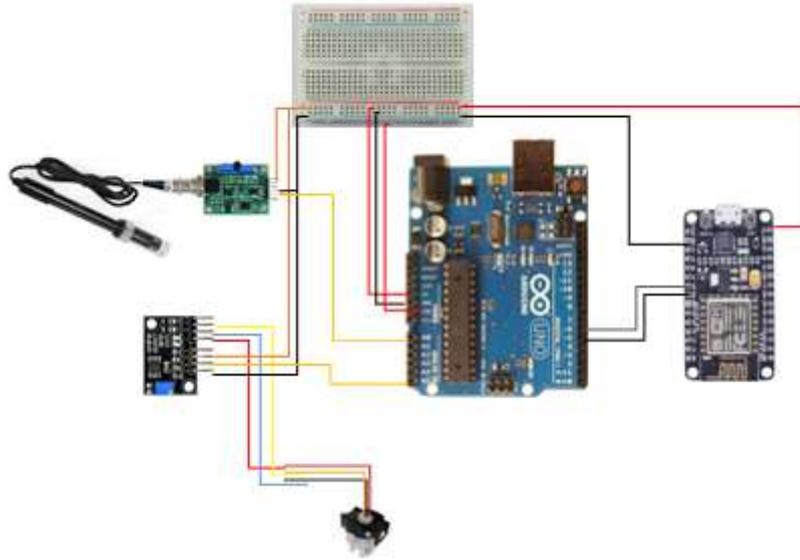
Tabel 6. 5 Hasil Pengujian Deteksi Ketinggian

No	Penggaris(cm)	Hasil Alat(cm)
1	28	28
2	20	20
3	21	21
4	25	25
5	19	19
6	28	28

6.3 Rangkaian Hardware

Arduino Uno merupakan salah satu mikrokontroler yang memiliki 6 kaki pin input yang sangat cocok untuk melakukan penelitian ini, pada penelitian ini sistem monitoring air membutuhkan tiga kriteria input sensor yaitu pH, kekeruhan, dan ketinggian. Oleh karena itu arduino uno difungsikan sebagai induk yang mendapatkan nilai digital dari sensor pH, kekeruhan, dan ketinggian. Selain itu arduino juga mempunyai 13 kaki pin output, dimana 2 pin output digunakan untuk mengontrol kegiatan dari pompa air celup. Terdapat dua kegiatan yang dapat dilakukan oleh pompa air celup yaitu melakukan pengisian dari pengurangan air.

ESP8266 NodeMCU yang difokuskan untuk mengirimkan seluruh data dari arduino ke dalam sistem monitoring. Hal ini bertujuan agar mempermudah untuk mencari solusi ketika melakukan *troubleshooting* dan jika mengganti komponen, maka tidak mengganti script program pada semua komponen. Perancangan hardware dapat digambarkan pada gambar 6.1.



Gambar 6. 4 Gambar Perangkaian Hardware

6.3.1 Pengiriman Data ke Server

ESP8266 NodeMCU merupakan mikrokontroler utama dalam melakukan pengiriman data dari arduino uno ke dalam database server. Arduino uno mengubah nilai input dari semua sensor dan mengubahnya kedalam tipe data char dan mengirimkan semua data sensornya pada ESP8266 NodeMCU menggunakan komunikasi data serial. Komunikasi serial adalah komunikasi yang digunakan untuk mengirimkan data sensor melalui dua kaki pin arduino dan ESP8266 yang berfungsi sebagai kaki tx yaitu pin pengirim(transmitter), dan rx yaitu penerima data(receiver). Pada penelitian ini pin output yang digunakan pada NodeMCU adalah pin output D5 dan D6. Dan pin output yang digunakan Arduino uno sebagai Tx dan Rx adalah pin 5 dan 6. Setelah data didapatkan dari arduino, NodeMCU akan mengirimkan data menggunakan port HTTP ke dalam sistem monitoring dengan menggunakan kode verifikasi sebagai validasi penyimpanan data pada sistem.

6.3.2 Metode pada sistem Monitoring air

Data Sensor yang diinputkan ke dalam sistem monitoring, dianalisa kualitasnya dengan metode fuzzy tsukamoto. Rules yang digunakan terdiri dari tiga aksi yaitu ganti air , tambah air dan normal. Ketika pengiriman data berhasil dilakukan oleh NodeMCU kepada sistem monitoring. Sistem monitoring melakukan tahapan metode fuzzy tsukamoto diantara lainnya adalah menentukan

fuzzifikasi nilai keasaman pH, nilai kekeruhan dan nilai ketinggian air. Proses selanjutnya adalah tahapan inference sistem yang memberikan rules atau menentukan aksi yang harus dilakukan oleh NodeMCU dan menghitung hasil defuzzifikasi dari metode fuzzy tsukamoto.

6.3.3 Response sistem pada hardware

Response yang telah diterima oleh NodeMCU ESP8266, dikirimkan kepada Arduino Uno menggunakan komunikasi serialization berupa nilai ketinggian yang harus diisikan pada Aquarium. Ketika kondisi air kurang baik atau menurun. Terdapat perintah yang dapat dilakukan oleh dua pompa air yang berfungsi sebagai pengisian air dan pengurasan air. Terdapat satu perintah yang membuat pompa air berhenti, yaitu ketika kualitas air baik. Pada saat pengiriman data, pada nilai deteksi ph, terdapat perbedaan nilai yang mempunyai rentan nilai yang sangat tinggi. Hal itu disebabkan oleh naik turunnya tegangan yang digunakan untuk melakukan pengambilan nilai adc dari pin analog arduino, sehingga mempengaruhi kalibrasi dari deteksi pH, dan kekeruhan air, untuk mengatasi hal tersebut, maka dilakukan proses validasi nilai sensor ph, dan nilai kekeruhan. Validasi kalibrasi merupakan suatu proses yang digunakan untuk memastikan bahwa nilai keasaman ph itu benar dan bukan karena terjadinya naik turunnya tegangan arduino. Untuk mendapatkan response dari server diberikan ketika nilai sensor telah dilakukan selama tiga kali proses validasi.

6.4 Hasil Pengiriman Data dan Pemberian Keputusan pada server

Dari hasil pengiriman data dari Arduino uno melalui NodeMCU ESP8266 menghasilkan sebuah tabel :

Tabel 6. 6 Tabel Pengujian Pengiriman Pada Sistem

No	Sensor Kekeruhan	Sensor PH	Sensor Ketinggian	Waktu	Aksi
95	10.7	7.26	28	2020-06-04 11:54:15	-
96	10.11	6.76	28	2020-06-04 11:56:18	-
97	10.62	6.99	27	2020-06-04 11:58:20	-
98	10.72	6.97	28	2020-06-04 12:02:26	Ganti Air
99	11.1	7.11	28	2020-06-04 12:06:29	Ganti Air
100	10.72	7.24	20	2020-06-04 12:09:32	Ganti Air
101	11.33	6.95	8	2020-06-04 12:13:35	Tambah Air
102	9.67	7.19	10	2020-06-04 12:18:38	Tambah Air
103	9.58	7.23	13	2020-06-04 12:23:41	Tambah Air
104	9.86	7.42	16	2020-06-04 12:28:29	Tambah Air

105	10.26	7.38	19	2020-06-04 12:34:11	Tambah Air
106	10.43	7.56	22	2020-06-04 12:36:05	Normal
107	10.28	7.58	22	2020-06-04 12:39:09	Normal
108	11.13	7.62	21	2020-06-04 12:41:14	Normal
109	11.28	7.19	22	2020-06-04 12:44:24	Normal
110	12.72	7.25	22	2020-06-04 12:47:25	Normal
111	12.59	7.51	22	2020-06-04 12:50:29	Normal
112	12.79	7.46	22	2020-06-04 12:54:35	Normal
113	13.07	7.51	22	2020-06-04 12:56:36	Normal
114	13.45	6.39	22	2020-06-04 12:59:41	Normal
115	13.36	7.35	22	2020-06-04 13:01:44	Normal
116	13.91	7.4	22	2020-06-04 13:04:47	Normal
117	14.44	7.59	22	2020-06-04 13:06:32	Normal
118	14.97	6.68	22	2020-06-04 13:09:03	Normal
119	15.2	7.12	22	2020-06-04 13:11:07	Normal

Pada tabel diatas, peneliti melakukan pengambilan data pada aquarium yang digunakan sebagai wadah ikan koi. Pada tabel diatas terdapat response yang diberikan oleh sistem monitoring kualitas air. Pada tabel baris ke-98 terjadi proses pergantian air yang mengakibatkan pompa air pengurusan atau pompa air out diaktifkan dan melakukan pengurusan air pada aquairum, Hal itu menyebabkan nilai ketinggian air dalam air aquarium berkurang. Pada nomor 98 tersebut berhasil melakukan validasi data sensor pH rendah(6.97), sensor kekeruhan air jernih(10,72), dan ketinggian tinggi(28). Sehingga menghasilkan sebuah keputusan untuk melakukan ganti air.

Pada tabel baris ke-101 terjadi proses pengisian air. Hal tersebut disebabkan oleh nilai pH rendah(7.24), nilai kekeruhan jernih(11.33) dan nilai ketinggian air rendah(8). Dari data tersebut, maka rules yang dihasilkan adalah menambah air yang mengakibatkan pompa air penambahan air atau pompa air in aktif dan menonaktifkan pompa air pengurusan atau pompa air out dan mengakibatkan nilai ketinggian air bertambah.

Kemudian pada tabel baris ke-105 terjadi kondisi normal yang berarti kualitas air baik. Hal tersebut disebabkan oleh nilai pH normal (7.42), nilai kekeruhan air jernih(9.86), dan nilai ketinggian air(16). Dari data tersebut, maka rules yang dihasilkan sistem adalah normal yang mengakibatkan pompa air penambahan dan pengurusan air dinonaktifkan.

Pada tabel baris ke-109 sistem mendeteksi nilai ph rendah(7.19), akan tetapi sistem memvalidasi nilai tersebut karena terdapat perbedaan nilai yang sangat tinggi dengan data sebelumnya. Sehingga pembacaan nilai ph tersebut adalah nilai tervalidasi sebelumnya, yaitu ph normal(7.62). Nilai kekeruhan air jernih(11.13), dan nilai ketinggian normal(22). Hal tersebut juga terjadi pada baris ke-114 dan baris ke-118, dimana hasil kalibrasi yang diproses oleh sistem adalah data sebelumnya.