

BAB IV

PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pada bab ini akan dijelaskan karakterisasi atau kalibrasi sensor turbidimeter, serta analisis data pengujian pada pembacaan sensor yang dibuat. Dalam proses kalibrasi alat yang dirancang akan dibandingkan dengan alat ukur konvensional LaMotte 2020 yang memiliki kemampuan pembacaan maksimal 1100NTU dengan tingkat akurasi $\pm 3\%$.



Gambar 1.1 LaMotte 2020

4.1 Karakterisasi Sensor

Proses karakterisasi dan kalibrasi sensor turbidimeter dengan cara membandingkan hasil pengukuran sensor metode nephelometri dengan alat ukur konvensional LaMotte 2020. Pada Tabel 3.1 dapat dilihat nilai karakterisasi yang telah dilakukan sebelumnya. Untuk mendapatkan nilai karakterisasi tersebut, dilakukan dengan membuat sampel kekeruhan air menggunakan campuran teh dan air bening, kemudian intensitas pencampuran untuk teh dinaikkan, sehingga nilai kekeruhan air akan berbeda.

Pada Tabel 4.1 menunjukkan nilai sampel yang dibuat untuk pengukuran karakterisasi kekeruhan air.

Tabel 1.1 Sampel Uji

Sampel Ke-	Air Bersih (bening) 2,2 NTU	Air Teh 130 NTU
1	3000ml	100ml
2	3000ml	200ml
3	3000ml	300ml
4	3000ml	400ml
5	3000ml	500ml
6	3000ml	600ml
7	3000ml	700ml
8	3000ml	800ml
9	3000ml	900ml
10	3000ml	1000ml
11	3000ml	1100ml
12	3000ml	1200ml
13	3000ml	1300ml
14	3000ml	1400ml
15	3000ml	1400ml
16	3000ml	1500ml
17	3000ml	1600ml
18	3000ml	1700ml
19	3000ml	1800ml
20	3000ml	1900ml
21	3000ml	2100ml
22	3000ml	2200ml
23	3000ml	2300ml
24	3000ml	2400ml
25	3000ml	2500ml
26	3000ml	2600ml
27	3000ml	2700ml

Setelah membuat sampel uji, maka dilakukan pengukuran secara bersamaan dari sensor turbidimeter yang dibuat, hasil data berupa nilai ADC yang diolah oleh mikrokontroler dan alat ukur konvensional LaMotte 2020 (hasil dalam satuan

NTU), pengambilan dilakukan dengan pengamatan data pada alat ukur konvensional dan untuk data ADC ditampilkan oleh serial monitor Arduino IDE, dengan durasi waktu pengukuran selama 3 menit per sampel. Berikut pembacaan uji yang telah dilakukan yang disajikan oleh Tabel 4.2.

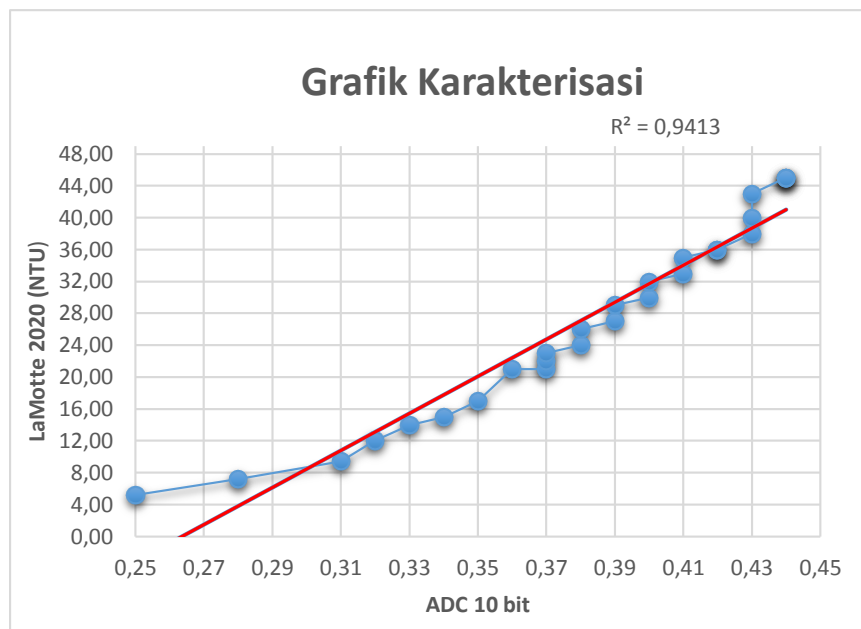
Tabel 1.2 Hasil Pembacaan Sampel Uji

Sampel ke-	ADC Terukur(Volt)	LaMotte 2020 (NTU)
1	0,250	5,20
2	0,280	7,20
3	0,310	9,40
4	0,320	12,00
5	0,330	14,00
6	0,340	15,00
7	0,350	17,00
8	0,360	21,00
9	0,370	21,00
10	0,370	22,00
11	0,370	23,00
12	0,380	24,00
13	0,380	26,00
14	0,390	27,00
15	0,390	29,00
16	0,400	30,00
17	0,400	32,00
18	0,410	33,00
19	0,410	35,00
20	0,420	36,00
21	0,420	36,00
22	0,430	38,00
23	0,430	40,00
24	0,430	43,00
25	0,440	45,00
26	0,440	45,00
27	0,440	45,00

Dari percobaan Tabel 4.2 kemudian data diolah ke dalam persamaan *least square* untuk menentukan nilai kekeruhan air dari nilai ADC, agar sensor yang dirancang memiliki karakteristik yang dibuat untuk mengetahui nilai kekeruhan air yang terkandung.

Tabel 1.3 Data *Least Square* Kekeruhan Air

Sampel ke- N	ADC Terukur (x_i)	LaMotte 2020 (y_i)	$x_i y_i$	x_i^2
1	0,250	5,20	1,30	0,06
2	0,280	7,20	2,02	0,08
3	0,310	9,40	2,91	0,10
4	0,320	12,00	3,84	0,10
5	0,330	14,00	4,62	0,11
6	0,340	15,00	5,10	0,12
7	0,350	17,00	5,95	0,12
8	0,360	21,00	7,56	0,13
9	0,370	21,00	7,77	0,14
10	0,370	22,00	8,14	0,14
11	0,370	23,00	8,51	0,14
12	0,380	24,00	9,12	0,14
13	0,380	26,00	9,88	0,14
14	0,390	27,00	10,53	0,15
15	0,390	29,00	11,31	0,15
16	0,400	30,00	12,00	0,16
17	0,400	32,00	12,80	0,16
18	0,410	33,00	13,53	0,17
19	0,410	35,00	14,35	0,17
20	0,420	36,00	15,12	0,18
21	0,420	36,00	15,12	0,18
22	0,430	38,00	16,34	0,18
23	0,430	40,00	17,20	0,18
24	0,430	43,00	18,49	0,18
25	0,440	45,00	19,80	0,19
26	0,440	45,00	19,80	0,19
27	0,440	45,00	19,80	0,19
Σ	10,260	730,80	292,91	3,96



Gambar 1.2 Grafik ADC terhadap NTU

Dari percobaan dengan data pada Tabel 4.3 kemudian diolah kedalam persamaan *least square* untuk mengukur nilai kekeruhan air dari nilai ADC 10 bit, agar alat yang dibuat dapat menentukan nilai kekeruhan air yang terkandung, dengan pemanfaatan dari data ADC (*Analog Digital Converter*).

$$b = \frac{(27 \times 292,91) - (10,26 \times 730,80)}{(27 \times 3,96) - (10,26)^2}$$

$$b = 232,51$$

$$a = \frac{730,80 - (232,51 \times 10,26)}{27}$$

$$a = - 61,29$$

Hasil substitusi persamaan (2.2) dan (2.3) mendapatkan nilai persamaan *least square* (2.1), persamaan ini yang selanjutnya di masukkan ke dalam program mikrokontroler untuk menghasilkan nilai pembacaan kekeruhan air.

$$y = 232,51x - 61,29$$

Dimana:

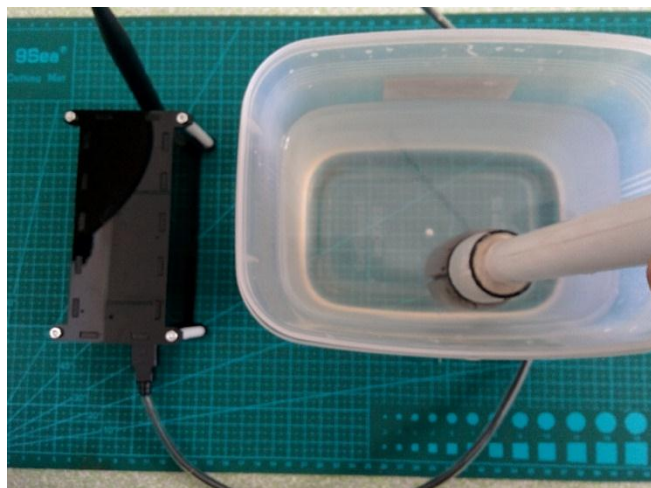
y = nilai kekeruhan air

x = nilai ADC 10 bit dari mikrokontroler

Pada Gambar 4.2 menunjukkan hubungan ADC terhadap NTU. Garis biru pada grafik menunjukkan data ADC dan NTU, kemudian garis berwarna merah merupakan garis linier hubungan antara ADC dan NTU dari sampel. Untuk nilai koefisien determinasinya (R^2) adalah 0,9413.

4.2 Pengujian Sensor Kekeruhan Air

Setelah mendapatkan nilai *least square*, maka nilai tersebut merupakan nilai kalibrasi yang akan di masukkan ke dalam pemrograman mikrokontroler untuk digunakan sebagai konversi nilai ADC input dari sensor turbidimeter yang dibuat dan diolah menjadi nilai satuan NTU. Pada Gambar 4.3 pengambilan data kekeruhan air pada sensor yang dibuat.



Gambar 1.3 Pengambilan Data Kekeruhan air

Hasil akhir sensor yang dibuat akan dibandingkan dengan hasil nilai kekeruhan air yang didapat oleh sensor turbidimeter konvensional, dan kemudian nilai keakuratan sensor dapat diketahui. Keakuratan sensor atau alat ukur dapat

dirumuskan oleh nilai persentase kesalahan relative, maka data hasil pembacaan dimasukkan kedalam persamaan berikut.

$$Error (\%) = \frac{|Y-X|}{Y} \times 100\% \dots\dots\dots (4.1)$$

Dimana :

Y = Nilai ukur konvensional

X = Nilai alat yang dirancang

Data yang didapat dari melakukan percobaan dilakukan dengan durasi waktu selama 3 menit persampel untuk sensor yang dibuat, dan untuk sensor konvensional dengan tiga kali pengulangan untuk satu sampel agar memastikan nilai yang didapat merupakan nilai tetap kekeruhan air pada sampe uji. Hasil pegujian disajikan pada Tabel 4.4.

Tabel 1.4 Pengujian Pembacaan Sensor

No	Jenis Air	<i>Turbidity (NTU)</i>		
		X	Y	<i>Error %</i>
1	Air PDAM	2,20	2,10	± 4,76
2	Air Teh	14,90	15,00	± 0,80
3	Air Sungai Cikapundung	18,30	19.00	± 0,42
4	Air Kopi	195,57	190,00	± 2,93
5	Air Soya	550,72	<i>error</i>	± -

Dari Tabel 4.4 data yang didapat pada pengukuran air soya menunjukkan data dari sensor konvensional menunjukkan *error* sedangkan untuk sensor yang dibuat menunjukkan nilai 550,57NTU. Nilai terbaik yang memiliki mimim *error*

yaitu pada data air teh dan air sungai cikapundung dengan *error* kurang dari 1%, dan nilai 2NTU sampai dengan 200 NTU memiliki *error* di bawah 5%.

Dalam melakukan pengambilan data, faktor-faktor yang sangat berpengaruh pada nilai akurasi yang menyebabkan nilai *error* sensor yang sangat besar adalah pengaruh pancaran cahaya dari luar seperti cahaya matahari, dan dasar wadah media air yang memantulkan cahaya sumber, hal ini berpengaruh besar terhadap akurasi sensor yang dibuat, apabila air sampel yang diambil sangat jernih dan terdapat minim partikel di dalamnya.

Semua pengujian yang dilakukan dengan menggunakan GUI dan data dikirim *wireless* oleh Xbee dari sensor. Berikut Tabel 4.5 pengujian keberhasilan data ditampilkan dan data dikirimkan.

Tabel 1.5 Tabel Pengujian GUI dan Transfer Data

no	Jenis Air	Data Berhasil Ditampilkan		Data Berhasil Ditransmisikan	
		Berhasil	Tidak	Berhasil	Tidak
1	Air PDAM	√		√	
2	Air Teh	√		√	
3	Air Sungai Cikapundung	√		√	
4	Air Kopi	√		√	
5	Air Soya	√		√	

Data sensor kekeruhan dapat dikirimkan melalui *wireless* dan ditampilkan di GUI. Setiap data akan ditampilkan dan *update* setiap 1 detik.