

Alat Ukur Kedalaman Lubang Digital Dengan Memanfaatkan VL6180X (Hole Depth Digital Gauge Using VL6180X)

Reza Gunadi, Rosalina, Harry Ramza

Abstrak— Di Dunia Industri, Kepresisian dalam pengukuran sangatlah penting, oleh karena itu alat ukur dibuat dengan bentuk digital sehingga memiliki tingkat kepresisian yang tinggi dan mudah dalam penggunaannya. Belum dikembangkannya Alat ukur kedalaman lubang digital membuat beberapa proses di dunia industri menjadi terhambat dan lalai dalam pelaksanaannya. Hal tersebut menyebabkan bahaya kecelakaan terhadap kebocoran lambung kapal melambung tinggi karena belum adanya pengecekan kondisi kapal secara otomatis yang berkala. Selain kecelakaan tersebut, jalanan rusak juga dapat menyebabkan resiko kecelakaan yang tinggi pada pengendara bermotor terutama pada saat kondisi jalan becek. Penelitian ini bertujuan untuk merancang alat yang dapat mengukur kedalaman lubang secara akurat dan mudah dalam pengoperasiannya. Metode yang dipakai dalam perancangan sensor Pendeteksi Kedalaman Lubang ini adalah memanfaatkan sensor VL6180X untuk mendeteksi dan mengukur Kedalaman lubang, microcontroller Atmega 2560 sebagai otak dari pemrosesan data dan LCD karakter 16x2 sebagai output penampil kedalaman lubang. Dari percobaan dan analisis yang dilakukan, dihasilkan bahwa sensor VL6180X efektif dalam mengukur kedalaman lubang dan memiliki toleransi sebesar 1cm pada tiap pengukurannya. Maka disimpulkan, sensor VL6180X dapat digunakan sebagai sensor pengukur kedalaman lubang apabila membuat tingkat kerapatan ukurnya 1cm.

Kata Kunci — Pendeteksi Kedalaman Lubang, VL6180X

I. PENDAHULUAN

Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi sangat memberikan banyak kemudahan untuk umat manusia. Perkembangan teknologi yang sangat pesat memiliki dampak besar bagi kemajuan peradaban. Banyak pekerjaan yang sebelumnya mengharuskan melibatkan kemampuan fisik kini sudah dapat digantikan oleh perangkat otomatis. Bahkan selain memberikan kemudahan dengan otomatisasi, teknologi juga memberikan hasil yang lebih tepat dan akurat dibandingkan pekerjaan manual. Perkembangan teknologi saat ini benar-benar telah diakui dan dirasakan memberikan banyak kemudahan dan kenyamanan bagi kehidupan umat manusia (Dwiningrum, 2012). Tidak terkecuali dalam dunia industri.

Dunia Industri menuntut pekerjaan yang cepat dan akurat. Keakuratan perhitungan dan pembacaan data diperlukan guna mendapatkan hasil yang presisi. Hal tersebut yang membuat di abad ke 21 ini alat ukur digital telah banyak menggantikan alat ukur analog. Diantaranya seperti timbangan digital, termometer digital hingga meteran digital, sudah banyak menggantikan alat ukur analog. Alat ukur digital memiliki kepresisian yang tinggi, tidak dapat di curangi dan mudah dalam pengoperasiannya dibandingkan dengan alat ukur analog.

Hal tersebut sejalan dengan hasil penelitian Fitria Nova Hulu dalam jurnal yang berjudul “Analisis tingkat akurasi timbangan digital dan manual sebagai alat pengukur berat badan anak” yang menyatakan bahwa timbangan digital memiliki tingkat akurasi yang lebih tinggi daripada timbangan analog dengan batas toleransi 5%. (Fitria Nova Hulu, 2018)

Cara kerja alat ukur digital cukup beragam, beberapa menggunakan sumber panas, penambahan lengkungan hingga cahaya sebagai objek ukur untuk menentukan suatu hasil. Timbangan digital memanfaatkan lengkungan besi sebagai objek yang di ukur oleh sensor untuk menentukan berat, sedangkan meteran digital memanfaatkan cahaya laser sebagai objek yang di ukur sensor untuk menentukan jarak.

Salah satu pemanfaatan pemancar cahaya dan sensor cahaya sebagai alat ukur adalah Siti Muzdalifah pada tahun 2019 dalam penelitian perancangan model alat pendeteksi kadar gula. Perancangan model tersebut memanfaatkan Light Emitting Diode (LED). Data yang di tampilkan adalah data yang di ambil dalam bentuk digital dari hasil pembacaan menggunakan sensor (Muzdalifah, 2019).

Salah satu jenis pemancar cahaya yaitu laser dioda juga dapat dimanfaatkan sebagai alat ukur digital dengan disandingkan dengan sensor cahaya, Contoh penggunaannya ada pada meteran digital. Selain itu sensor cahaya tidak selalu menjadi pendamping dalam alat ukur digital, namun juga bisa menjadi sebagai tulang punggung alat ukur digital itu sendiri seperti dalam kasus sensor pendeteksi intensitas cahaya ruangan yang sering kali dikenal juga dengan sebutan LUX meter.

Menurut pusat data dan teknologi informasi (PUSDATIN) dalam Informasi Statistik Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat 2018 mencatat bahwa jalan nasional dalam keadaan rusak ringan sebesar 6,25% dan dalam keadaan rusak berat sebesar 4,37% (Pusat Data dan Teknologi Informasi, 2018). Keadaan tersebut juga meliputi kerusakan permukaan jalan berupa lubang. Dilansir dalam portal berita online Polres Depok sepanjang akhir Januari hingga akhir Februari 2017 mencatat ada 240 kecelakaan yang disebabkan oleh jalan yang berlubang..

Kasus-kasus kecelakaan tersebut ternyata bisa diminimalisir dengan Memaksimalkan perhatian terhadap kondisi jalan. Seperti kecelakaan di jalanan bisa diminimalisir dengan memperbaiki lubang-lubang di jalan yang dapat menyebabkan bahaya bagi pengendara. Pada kapal pun juga dibutuhkan pengecekan berkala agar ketika ada kebocoran segera terdeteksi dan dapat langsung di perbaiki. Maka dari itu dibutuhkan suatu teknologi yang dapat mendeteksi lubang pada jalanan, kapal dan tempat-tempat yang membutuhkan pendataan mengenai keberadaan lubang.

Dari pembahasan yang sudah dijabarkan diatas dimana belum adanya pemanfaatan teknologi dalam perancangan alat digital pengukur kedalaman lubang yang mana dapat dimanfaatkan sebagai pendeteksi kebocoran benda hingga pendeteksi kondisi jalan, maka Penulis bermaksud untuk merancang suatu prototype yang dapat mengukur kedalaman lubang secara otomatis.

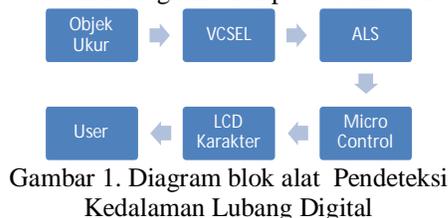
Tujuan umum penelitian ini adalah menciptakan suatu produk yang dapat mengukur dan menampilkan data lubang secara realtime dan dapat dioperasikan dengan mudah. Adapun tujuan khusus penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan Sensitivitas, akurasi, persentase kesalahan, kemampuan Pengulangan dan toleransi sensor.
2. Mengembangkan alat ukur kedalaman lubang digital dengan memanfaatkan sensor VL6180X.

II. METODOLOGI PENELITIAN

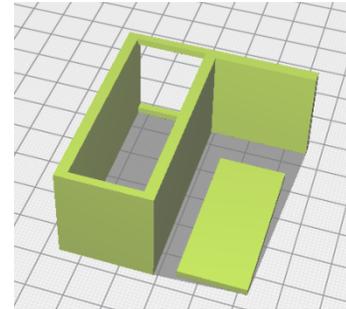
Metode penelitian yang digunakan adalah metode penelitian dan pengembangan (Research and Development atau R&D). Metode penelitian Research and Development yang disingkat R&D adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu, dan menguji keefektifan produk tersebut. (Sugiyono, 2012)

Dalam bidang teknik, desain produk harus dilengkapi dengan penjelasan mengenai bahan-bahan yang digunakan untuk membuat setiap komponen pada produk tersebut, ukuran dan toleransinya, alat yang digunakan untuk mengerjakan, serta prosedur kerja. (Sugiyono, 2012). Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini, secara umum didesain berdasarkan diagram blok pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram blok alat Pendeteksi Kedalaman Lubang Digital

Objek Ukur yang di perlukan dalam pengujian adalah objek ukur yang dapat di atur, sehingga sebuah objek ukur dapat memberikan banyak variasi pada saat pengujian alat. Untuk mewujudkan hal tersebut maka objek ukur akan di buat dengan 3D printing dengan desain seperti gambar 2.



Gambar 2. Desain Objek Ukur

Vertical Cavity Surface Emitting Laser adalah sebuah laser yang memiliki daya pancar yang lebih baik dari laser dioda namun memiliki fungsi dan cara kerja yang sama dengan laser dioda yaitu memancarkan cahaya yang kuat pada satu arah. Bedanya VCSEL memiliki gelombang cahaya 850nm sedangkan laser dioda memiliki gelombang 650nm. Hal tersebut dapat diartikan bahwa VCSEL dapat Memancarkan kuat cahaya yang lebih kuat dengan daya yang sama atau Kuat cahaya yang sama dengan daya yang lebih rendah. Pada alat Pendeteksi Kedalaman Lubang Digital VCSEL berfungsi sebagai pemancar cahaya pada Pendeteksi Kedalaman Lubang Digital. Laser akan dalam kondisi padam selama satu detik dan kemudian menyala selama 0.2 detik sebelum laser memasuki kondisi padam kembali. Hal tersebut akan terus berulang selama proses pengukuran.

ALS (Ambient Light Sensor) merupakan sensor yang dapat mengukur seberapa kuat cahaya yang di terima. ALS berfungsi untuk mendeteksi sinar laser yang di pancarkan kepada objek ukur. Laser dan ALS akan di rangkai sebagai satu kesatuan dalam sensor VL6180X seperti pada gambar 3.



Gambar 3. VL6180X

Micro Control Berfungsi untuk menghitung waktu dari mulai laser di pancarkan hingga sinar laser di deteksi oleh ALS(Ambient Light Sensor). Waktu yang diperlukan dari mulai laser di pancarkan hingga terdeteksi oleh sensor akan di kalikan dengan kecepatan cahaya yaitu $3,00 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$ sehingga menampilkan jarak antara sensor dengan objek ukur.

LCD Karakter yang akan digunakan adalah versi 16x2 yang mana berfungsi sebagai media penampil output kedalaman lubang yang diukur oleh sensor dan telah di proses oleh micro controller. Pengguna dapat mengakses data tersebut dengan cara membaca keterangan pada layar LCD yang telah disediakan dan pengguna dapat menggunakan alat

ukur pendeteksi kedalaman lubang digital ini hanya dengan mengarahkan sensor pada lubang yang akan di deteksi. Perancangan program alat Pendeteksi Kedalaman Lubang Digital dengan bahasa pemrograman C++.

Tahap pengujian dilakukan mengetahui spesifikasi dari alat, pengujian yang dilakukan meliputi:

1. Pengujian Data Utama

Pada tahap ini pengujian akan dilakukan sebanyak 16 jenis kedalaman yang mana masing-masing di lakukan 5 kali pengujian. Pengujian ini bertujuan untuk mencari toleransi sensor, sensitivitas sensor dan akurasi sensor.

2. Pengujian Data Penentuan Range Sensor

Pada tahap ini pengujian akan dilakukan sebanyak 10 jenis kedalaman yang mana masing-masing di lakukan 1 kali pengujian. Pengujian ini bertujuan untuk mencari Kedalaman maksimum yang dapat di ukur oleh Pendeteksi Kedalaman Lubang Digital.

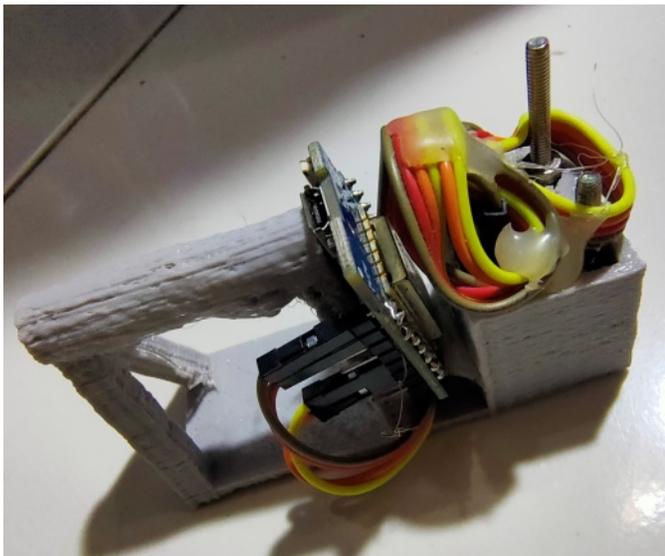
3. Pengujian Sampling sensor

Pengujian akan dilakukan sebanyak 100 jenis kedalaman yang mana masing-masing di lakukan 1 kali pengujian. Pengujian ini bertujuan untuk mencari persentase repeatability sensor.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Perancangan

Gambar 4 dibawah ini merupakan prototipe alat yang dibuat dengan menggunakan printer 3D. Sensor dan Sumber cahaya diletakkan pada bagian ruangan tengah.



Gambar 4. Rancangan alat Pendeteksi Kedalaman Lubang Digital

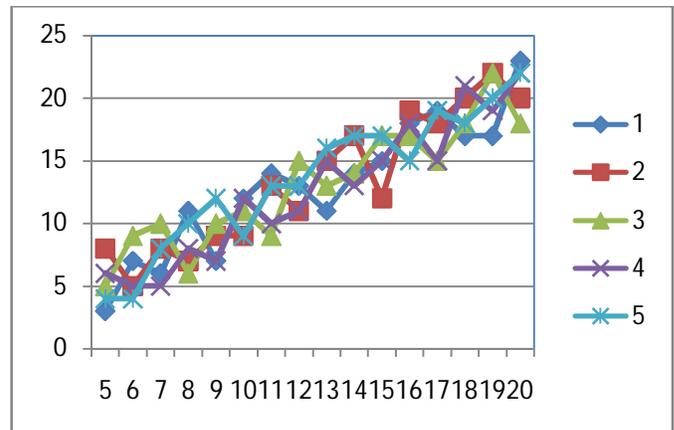
B. Pengujian Data Utama

1) Hasil Pengambilan Data

Dengan Melakukan Metode penelitian yang telah di jelaskan sebelumnya, kemudian didapatkan beberapa data sebagai berikut:

Tabel 1. Data Hasil Pengujian Pembacaan Sensor Pada Kedalaman 5 hingga 20

Kedalaman (mm)	Hasil Uji ke- (mm)				
	1	2	3	4	5
5	3	8	5	6	4
6	7	5	9	5	4
7	6	8	10	5	8
8	11	7	6	8	10
9	7	9	10	7	12
10	12	9	11	12	9
11	14	13	9	10	13
12	13	11	15	11	13
13	11	15	13	15	16
14	14	17	14	13	17
15	15	12	17	15	17
16	18	19	17	18	15
17	19	18	15	15	19
18	17	20	18	21	18
19	17	22	22	19	20
20	23	20	18	22	22



Gambar 5 Grafik Hasil Pengujian Sensor

Tabel 1 merupakan hasil data pengujian kedalaman dengan jumlah sampel kedalaman sebanyak 16 sampel dan di mulai dari 5mm hingga 20mm. Pengambilan data dilakukan sebanyak lima kali pada setiap kedalaman. Gambar 5 merupakan hasil visual dari data Tabel 1. Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa pengujian pertama sampai kelima menampilkan pola acak. Dimana masing-masing kedalaman diuji sebanyak lima kali.

Tabel 2 Data Pengujian Jangkauan Sensor

Waktu	Data Aktual (mm)	Data Uji (mm)
4:36:29	171	172
4:36:30	172	174
4:36:31	173	171
4:36:32	174	175
4:36:34	175	175
4:36:35	176	179
4:36:36	177	179
4:36:37	178	181
4:36:38	179	182
4:36:39	180	0

Tabel 2 menyatakan hasil data pengujian kedalaman. Pengujian ini bertujuan untuk mencari kedalaman terbesar yang dapat dibaca oleh Pendeteksi Kedalaman Lubang Digital. Pengujian ini mengambil 10 sampel dengan ukuran 171mm hingga 180mm. Dari tabel tersebut didapatkan hasil bahwa kedalaman terbesar yang dapat ditampilkan oleh sensor adalah 182mm dan data aktual yang dapat dibaca oleh sensor adalah 179mm.

Tabel 3 Data Sampling Pengulangan

No	Waktu	Kedalaman Uji (mm)
1	23:21:52	52
2	23:21:53	52
3	23:21:54	56
4	23:21:55	55
5	23:21:56	53
6	23:21:57	55
7	23:21:58	54
8	23:21:59	54
9	23:22:00	53
10	23:22:01	54
11	23:22:02	54
12	23:22:03	53
13	23:22:04	53
14	23:22:05	54
15	23:22:06	53
16	23:22:07	52
17	23:22:08	54
18	23:22:09	55
19	23:22:10	54
20	23:22:11	55
21	23:22:12	53
22	23:22:13	52
23	23:22:14	55
24	23:22:15	54
25	23:22:16	53
26	23:22:17	55
27	23:22:18	50
28	23:22:19	55
29	23:22:20	53
30	23:22:21	55
31	23:22:23	53

32	23:22:23	52
33	23:22:24	54
34	23:22:25	52
35	23:22:26	53
36	23:22:27	53
37	23:22:28	54
38	23:22:29	56
39	23:22:30	52
40	23:22:31	54
41	23:22:33	54
42	23:22:34	54
43	23:22:35	53
44	23:22:36	54
45	23:22:37	55
46	23:22:38	56
47	23:22:39	54
48	23:22:40	54
49	23:22:41	53
50	23:22:42	54
51	23:22:43	50
52	23:22:44	52
53	23:22:45	54
54	23:22:46	53
55	23:22:47	55
56	23:22:48	52
57	23:22:49	52
58	23:22:50	55
59	23:22:51	53
60	23:22:52	54
61	23:22:53	55
62	23:22:55	52
63	23:22:55	55
64	23:22:56	54
65	23:22:57	53
66	23:22:58	53
67	23:23:00	53
68	23:23:01	52
69	23:23:02	54
70	23:23:03	53
71	23:23:04	54
72	23:23:05	53
73	23:23:06	51
74	23:23:07	52
75	23:23:08	53
76	23:23:09	54
77	23:23:10	55
78	23:23:11	54
79	23:23:12	54
80	23:23:13	54
81	23:23:14	52
82	23:23:15	54
83	23:23:16	53
84	23:23:17	55
85	23:23:18	52
86	23:23:19	55
87	23:23:20	55
88	23:23:21	54
89	23:23:22	53

90	23:23:23	55
91	23:23:24	56
92	23:23:25	56
93	23:23:26	56
94	23:23:27	55
95	23:23:28	52
96	23:23:29	52
97	23:23:30	55
98	23:23:31	54
99	23:23:32	55
100	23:23:33	54

Tabel 3 adalah hasil data pengujian kedalaman dengan jumlah sampel kedalaman sebanyak 100 sampel dengan objek uji yang memiliki kedalaman sebesar 53mm. Tujuan dilakukan pengambilan data ini adalah untuk menentukan Persentase repeatability Pendeteksi Kedalaman Lubang Digital. Hasil dari output Pendeteksi Kedalaman Lubang Digital menampilkan angka seharusnya yaitu 53mm sebanyak 23 kali sehingga didapatkan repeatability nya 23%.

2) Menentukan Toleransi Sensor

Data yang telah diperoleh dari pengujian awal yang tercantum sebelumnya pada Tabel 4 kemudian di pilah dan di tentukan batas tertinggi dan terendahnya. Data-data tersebut disajikan pada Tabel 6 sebagai berikut:

Tabel 4 Pemilahan Data Ukur Tertinggi dan Terendah pada Setiap kedalaman

Kedalaman (mm)	Hasil Uji (mm)					Nilai Tertinggi	Nilai Terendah
	1	2	3	4	5		
5	3	8	5	6	4	8	3
6	7	5	9	5	4	9	4
7	6	8	10	5	8	10	5
8	11	7	6	8	10	11	6
9	7	9	10	7	12	12	7
10	12	9	11	12	9	12	9
11	14	13	9	10	13	14	9
12	13	11	15	11	13	15	11
13	11	15	13	15	16	16	11
14	14	17	14	13	17	17	13
15	15	12	17	15	17	17	12
16	18	19	17	18	15	19	15
17	19	18	15	15	19	19	15
18	17	20	18	21	18	21	17
19	17	22	22	19	20	22	17
20	23	20	18	22	22	23	18

Kemudian dari data pada Tabel 4 dicari nilai toleransi batas atas dan nilai toleransi batas bawah dengan menggunakan data nilai tertinggi dan nilai seharusnya. Rumus yang digunakan dalam mencari nilai toleransi batas atas dan bawah adalah sebagai berikut, disertai contoh perhitungan salah satu data:

Nilai toleransi Batas Atas
 = Nilai Tertinggi - Nilai Seharusnya (1)

Nilai toleransi Batas Atas pada 5mm = 8mm - 5mm
 = 3mm

Nilai toleransi Batas Bawah
 = Nilai Seharusnya - Nilai Terendah (2)

Nilai toleransi Batas Atas pada 5mm = 5mm - 3mm
 = 2mm

Dari contoh perhitungan di atas guna mendapatkan hasil hitung nilai toleransi batas atas dan nilai toleransi batas bawah untuk keseluruhan data maka di lakukan perhitungan pada semua data dalam tabel dengan menggunakan Ms. Excel dan di dapatkan hasil yang tercantum pada Tabel 5 sebagai berikut:

Tabel 5 Data Pengukuran Toleransi batas atas dan bawah Pada setiap Kedalaman

Kedalaman (mm)	Nilai Tertinggi (mm)	Nilai Terendah (mm)	Toleransi Batas Atas (mm)	Toleransi Batas Bawah (mm)
5	8	3	3	2
6	9	4	3	2
7	10	5	3	2
8	11	6	3	2
9	12	7	3	2
10	12	9	2	1
11	14	9	3	2
12	15	11	3	1
13	16	11	3	2
14	17	13	3	1
15	17	12	2	3
16	19	15	3	1
17	19	15	2	2
18	21	17	3	1
19	22	17	3	2
20	23	18	3	2

Dari Tabel 5 kemudian diambil nilai terbesar dari nilai toleransi atas dan bawah yang kemudian menjadi nilai toleransi pengujian pada setiap kedalaman. Data keseluruhan tercantum pada Tabel 6.

Nilai toleransi diperlukan untuk menentukan berapa mm pergeseran yang dapat terjadi pada setiap pengukuran.

Tabel 6 Data Hasil Perhitungan Nilai Toleransi Total pada setiap Kedalaman

Kedalaman (mm)	Nilai Tertinggi (mm)	Nilai Terendah (mm)	Toleransi Batas Atas (mm)	Toleransi Batas Bawah (mm)	Toleransi ±mm
5	8	3	3	2	3
6	9	4	3	2	3
7	10	5	3	2	3
8	11	6	3	2	3
9	12	7	3	2	3
10	12	9	2	1	2
11	14	9	3	2	3
12	15	11	3	1	3
13	16	11	3	2	3
14	17	13	3	1	3
15	17	12	2	3	3
16	19	15	3	1	3
17	19	15	2	2	2
18	21	17	3	1	3
19	22	17	3	2	3
20	23	18	3	2	3

Tabel 6 dalam menggambarkan batas toleransi atas, batas toleransi bawah dan toleransi total. Dari Grafik di atas maka

dapat dilihat nilai toleransi Pendeteksi Kedalaman Lubang Digital adalah ±3mm

3) Menentukan Sensitivitas sensor

Guna mencari nilai sensitivitas sensor dan trade line sensor sehingga data dapat di ekstrapolasi dengan lebih akurat, diperlukannya perhitungan regresi dari data yang telah di dapatkan. Variabel konstan dan variabel uji diperlukan dalam perhitungan regresi. Kedalaman akan menjadi Variabel konstan sedangkan hasil uji sensor akan menjadi variabel uji. Kestabilan sensor sangat diperhitungkan di dalam perhitungan ini, maka dari itu semua hasil uji akan menjadi pertimbangan dalam perhitungan. Ada lima hasil pengujian pada setiap kedalaman yang mana akan di cari nilai rata-ratanya sehingga variabel uji atau variabel y dapat ditentukan. Mencari nilai rata-rata pada setiap kedalaman dilakukan dengan cara seperti berikut:

$$\text{Rata Rata} = \frac{\text{Hasil Uji ke } - 1 + \text{Hasil Uji ke } - 2 + \dots + \text{Hasil Uji ke } - n}{\text{Total Pengujian}} \dots \dots \dots (3)$$

$$\text{Rata Rata pada kedalaman 5mm} = \frac{3 + 8 + 5 + 6 + 4}{5}$$

Rata Rata pada kedalaman 5mm = 5.2

Tabel 7 Rata-Rata Setiap Kedalaman

Kedalaman (mm)	Hasil Uji (mm)					Rata -rata (mm)
	1	2	3	4	5	
5	3	8	5	6	4	5.2
6	7	5	9	5	4	6
7	6	8	10	5	8	7.4
8	11	7	6	8	10	8.4
9	7	9	10	7	12	9
10	12	9	11	12	9	10.6
11	14	13	9	10	13	11.8
12	13	11	15	11	13	12.6
13	11	15	13	15	16	14
14	14	17	14	13	17	15
15	15	12	17	15	17	15.2
16	18	19	17	18	15	17.4
17	19	18	15	15	19	17.2
18	17	20	18	21	18	18.8
19	17	22	22	19	20	20
20	23	20	18	22	22	21

Maka dari tabel 7 dapat disimpulkan dan dibentuk sebuah tabel data regresi yang dapat dilihat pada Tabel 7. Pada tabel data regresi 7 kedalaman lubang kemudian menjadi variabel tetap atau variabel acuan, yang mana dikenal dengan variabel x. Sedangkan rata-rata yang sudah dicari pada tabel 7 akan menjadi variabel tidak konstan atau variabel uji pada tabel data regresi yang mana juga dikenal sebagai variabel y.

Tabel 8 Tabel Regresi Data rata-rata setiap pengujian

No.	X	Y	XY	X2	Y2
5	5	5.2	26	25	27.04
6	6	6	36	36	36
7	7	7.4	51.8	49	54.76
8	8	8.4	67.2	64	70.56
9	9	9	81	81	81
10	10	10.6	106	100	112.36
11	11	11.8	129.8	121	139.24
12	12	12.6	151.2	144	158.76
13	13	14	182	169	196
14	14	15	210	196	225
15	15	15.2	228	225	231.04
16	16	17.4	278.4	256	302.76
17	17	17.2	292.4	289	295.84
18	18	18.8	338.4	324	353.44
19	19	20	380	361	400
20	20	21	420	400	441
16	200	209.6	2978.2	2840	3124.8

Guna menentukan sensitivitas pada Pendeteksi Kedalaman Lubang Digital, kemudian dilakukan perhitungan regresi dengan menggunakan data-data dari Tabel 8. Berikut merupakan rumus dan perhitungan guna mendapatkan persamaan regresi dengan a sebagai konstanta dan b sebagai sensitivitas sensor.

$$b = \frac{n \times \Sigma xy - \Sigma x \times \Sigma y}{n \times \Sigma x^2 - (\Sigma x)^2} \dots \dots \dots (4)$$

$$b = \frac{16 \times 2978,2 - 200 \times 209,6}{16 \times 2840 - 200^2}$$

$$b = \frac{47657,6 - 41920}{45440 - 40000} = \frac{5737,6}{5440}$$

$$b = 1,0547058824$$

$$a = \bar{y} - b \times \bar{x} \dots \dots \dots (5)$$

$$a = 13,1 - 1,0547058824 \times 12,5$$

$$a = 13,1 - 13.18382353$$

$$a = -0.08382353$$

$$y = a + bX \dots \dots \dots (6)$$

$$y = -0.08382353 + 1,0547058824X$$

4) Validasi Hasil Perhitungan Regresi Sensor

Dari Perhitungan regresi pada pembahasan sebelumnya maka di dapatkan suatu persamaan sebagai berikut:

$$y = -0.08382353 + 1,0547058824X \dots \dots \dots (7)$$

Untuk menguji ketepatan persamaan tersebut, di perlukan perhitungan secara menyeluruh pada setiap kedalaman dengan memasukkan nilai kedalaman sebagai variabel X dan memastikan variabel y mendapatkan sebuah trade line yang lurus serta searah dengan hasil pengujian sensor. Oleh karena itu dibutuhkan perhitungan secara menyeluruh. Contoh perhitungan data dapat dilihat pada perhitungan berikut:

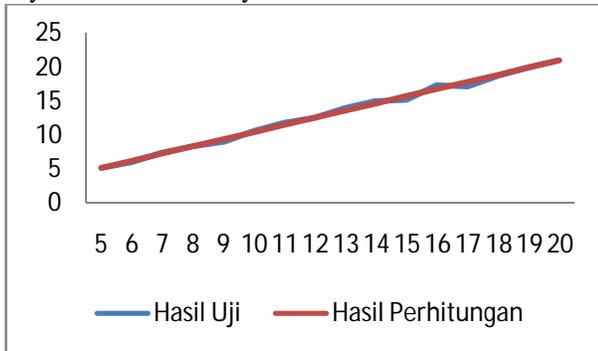
$$y = -0.08382353 + 1,0547058824(5)$$

$$y = 5.189705882$$

Tabel 9 Validasi Perhitungan Regresi dengan Hasil Uji

Kedalaman (mm)	Rata-Rata Hasil Uji Sensor	Hasil Perhitungan Regresi
5	5.2	5.189705882
6	6	6.244411764
7	7.4	7.299117647
8	8.4	8.353823529
9	9	9.408529412
10	10.6	10.46323529
11	11.8	11.51794118
12	12.6	12.57264706
13	14	13.62735294
14	15	14.68205882
15	15.2	15.73676471
16	17.4	16.79147059
17	17.2	17.84617647
18	18.8	18.90088235
19	20	19.95558824
20	21	21.01029412

Kemudian hasil dari perhitungan pada keseluruhan data kedalaman lubang yang ada pada Tabel 9 divisualisasikan berupa grafik pada Gambar 6. Grafik tersebut menggambarkan kedekatan hasil data perhitungan dengan nilai aktual. Dapat dilihat dari grafik tersebut bahwa hasil perhitungan persamaan regresi diatas memiliki trade line dan hasil yang mendekati dengan nilai aktual. Maka nilai persamaan tersebut dapat dinyatakan kebenarannya.



Gambar 6 Grafik Perbandingan Hasil Pengujian dengan Perhitungan Regresi

5) Analisis Akurasi Sensor

Pada Tabel 7 didapatkan Nilai rata-rata dari setiap pengujian kedalaman. Hasil perhitungan rata-rata tersebut tidak hanya digunakan dalam perhitungan regresi namun juga digunakan dalam perhitungan akurasi, yang mana nilai rata-rata tersebut akan menjadi nilai Eksperimen. Berikut rumus dan cara perhitungan akurasi:

$$\%Kesalahan = \frac{|\text{Nilai Sebenarnya} - \text{Nilai Eksperimen}|}{\text{Nilai Sebenarnya}} \times 100\% \quad (8)$$

$$\%Kesalahan = \frac{|5 - 5,2|}{5} \times 100\%$$

$$\%Kesalahan = \frac{0,2}{5} \times 100\%$$

$$\%Kesalahan = 0,04 \times 100\%$$

$$\%Kesalahan = 4\%$$

$$\%Akurasi = 100\% - \%Kesalahan \quad (9)$$

$$\%Akurasi = 100\% - 4\%$$

$$\%Akurasi = 96\%$$

Tabel 10 Akurasi dan kesalahan Pembacaan sensor

Kedalaman (mm)	Rata-rata Hasil Uji (mm)	% Kesalahan	% Akurasi
5	5.2	4	96
6	6	0	100
7	7.4	5.714286	94.28571
8	8.4	5	95
9	9	0	100
10	10.6	6	94
11	11.8	7.272727	92.72727
12	12.6	5	95
13	14	7.692308	92.30769
14	15	7.142857	92.85714
15	15.2	1.333333	98.66667
16	17.4	8.75	91.25
17	17.2	1.176471	98.82353
18	18.8	4.444444	95.55556
19	20	5.263158	94.73684
20	21	5	95

Setelah perhitungan pada keseluruhan data yang kemudian ditampilkan pada Tabel 4-12, kemudian di ambil kesimpulan nilai rata-rata kesalahan, nilai kesalahan ter besar, nilai kesalahan terkecil, nilai rata-rata akurasi, nilai akurasi terbesar dan nilai akurasi terkecil sebagai berikut:

$$\text{Kesalahan Rata Rata} = 4,611849\%$$

$$\text{Kesalahan Terbesar} = 8,75\%$$

$$\text{Kesalahan Terkecil} = 0\%$$

$$\text{Akurasi Rata Rata} = 95,38815\%$$

$$\text{Akurasi Terbesar} = 100\%$$

$$\text{Akurasi Terkecil} = 91,25\%$$

6) Analisis Range Sensor

Pada tabel 2 didapatkan jarak maksimum yang dapat di baca oleh sensor adalah 179mm. Pada kedalaman 180mm sensor menampilkan angka 0 yang mana berarti sensor sudah tidak sanggup mendeteksi kedalaman objek. Mempertimbangkan toleransi alat sebesar ±3mm dan alat dapat membaca hingga maksimum 182mm pada pengujian tersebut maka dapat di asumsikan bahwa 180mm hingga 185mm masih dapat terbaca oleh sensor namun besar kemungkinan sensor tidak dapat membacanya ketika nilai deteksi bergeser ke arah atas sebanyak hingga 3mm. dilihat dari Lembar Data Spesifikasi Sensor VL6180X, VL6180X memiliki Titik buta dari mulai nol hingga 5mm yang mengakibatkan pada jarak nol hingga 5mm VL6180X akan tetap menampilkan angka 5mm. maka dapat di simpul-kan Pendeteksi Kedalaman Lubang Digital ini memiliki kemampuan mengukur kedalaman lubang mulai dari 5mm hingga 179mm.

7) Analisis Kemampuan Pengulangan Sensor

Pada tabel 3 dari jumlah pengujian sebanyak seratus kali didapatkan dua puluh tiga kali hasil uji menunjukkan hasil yang

sama dengan nilai aktual pada objek uji. Maka dapat di rumuskan dan dilakukan perhitungan sebagai berikut:

$$\% \text{ Repeatability sensor} = \frac{\text{Jumlah Nilai uji sama dengan nilai aktual}}{\text{Total Pengujian}} \quad (10)$$

$$\% \text{ Repeatability sensor} = \frac{23}{100}$$

$$\% \text{ Repeatability sensor} = 23\%$$

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil temuan penelitian dari data pengujian dan analisis, maka diperoleh beberapa kesimpulan; bahwa dilihat dari hasil Tabel 1 sampai Tabel 10 Pendeteksi Kedalaman Lubang Digital ini memiliki kerapatan ukur sebesar 1,0547058824mm, akurasi sebesar 91,25%, persentase kesalahan sebesar 8,75% range kedalaman yang dapat di ukur dari mulai 5mm hingga 179mm, kemampuan repeatability sebesar 23% dan memiliki toleransi Sensor sebesar ± 3 mm. Pendeteksi Kedalaman Lubang Digital ini akan optimum apabila diprogram dan di gunakan untuk mengukur kedalaman dengan kerapatan ukur 10mm pada tiap pengukurannya.

PENGHARGAAN

Peneliti mengucapkan terima kasih atas dukungan dan kerja sama dari Laboratorium Elektronika dan Instrument, Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. HAMKA, Jakarta, Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dwiningrum, S. I.A. (2012). Ilmusosial& budaya dasar. Yogyakarta: UNY Press.
- [2] Hulu, Fitria Nova. (2018). Analisis Perbandingan Tingkat Akurasi Timbangan Digital dan Manual sebagai Alat Pengukur Berat Badan Anak. Jurnal Ilmu Komputer dan Bisnis volume 9 no 1.
- [3] Muzdalifah, S. (2019) Perancangan Alat Ukur Kadar Gula Dengan Variasi Panjang Gelombang Menggunakan Light Emitting Diodes (LEDS). Aceh : Unsyiah.
- [4] Pusat Data dan Teknologi Informasi. (2018). Informasi Statistik Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (Diakses di [https://eppid.pu.go.id/assets/vendors/ckfinder/userfiles/files/Buku%20Informasi%20Statistik%202018\(1\).pdf](https://eppid.pu.go.id/assets/vendors/ckfinder/userfiles/files/Buku%20Informasi%20Statistik%202018(1).pdf) pada 20 Mei 2021 pukul 23.36)
- [5] Sugiyono. 2012. Metode penelitian kuantitatif, Kualitatif, Dan R&D. Cetakan ke-17. Alfabeta. Bandung.

Reza Gunadi

Reza Gunadi berasal dari Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. HAMKA, Jakarta, INDONESIA. Penelitian yang sedang dikaji adalah bidang instrumentasi elektronik, Instrument Nirkabel. (e-mail: rezagunadi97@gmail.com).

Rosalina

Reza Gunadi berasal dari Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. HAMKA, Jakarta, INDONESIA. Penelitian yang sedang dikaji adalah bidang instrumentasi elektronik, Instrument Nirkabel. (e-mail: rosalina@uhamka.ac.id).

Harry Ramza

Reza Gunadi berasal dari Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. HAMKA, Jakarta, INDONESIA. Penelitian yang sedang dikaji adalah bidang instrumentasi elektronik, Instrument Nirkabel. (e-mail: hramza@uhamka.ac.id).