

PROTOTYPE PENGUKUR KETINGGIAN INDEKS PENUNJUK PADA TANGKI UKUR MOBIL BERBASIS *Internet of Things***R. Bagus Ali Hastaryadi¹⁾, Marsha Anjani Gusmiarni²⁾, Nandang Gunawan Tunggal Waras³⁾**^{1,2,3}Program Studi Metrologi dan Instrumentasi, Akademi Metrologi dan InstrumentasiEmail: bagusali076@gmail.com**Abstract**

Car Measuring Tank is a type of tank that is combined with a vehicle so that this measuring tank can be moved from one place to another easily. TUM includes UTTP which must be tested and retested every two years. In the TUM test, there is a determination of the indicator index by measuring the height of the liquid (t2) and the distance of the liquid surface to the manhole or the height of empty space (t1). This activity if done manually is less practical, because you have to find the position of the deep stick immersion limit in the liquid to determine the height of the liquid and use a measuring cross to measure the distance of empty space. In addition, it also allows for scale reading errors (parallax) on the measuring instruments used. Associated with efficiency and fulfillment of needs, measuring the height of the index on the TUM test / test repeat is an important thing to do. Thus, a prototype based on Internet of Things (IoT) technology was made that can be accessed through the Blynk application, able to provide results in real time. The component used is the ESP32 WiFi module as a transmitter combined with an ultrasonic sensor. This hcsr-04 ultrasonic sensor will detect the index height on the TUM by utilizing ultrasonic waves. The test results showed that this prototype had an average error of 1,29% and an accuracy of 98,71%. This system is expected to contribute in facilitating TUM test / test repeat activities effectively and efficiently.

Abstrak

Tangki Ukur Mobil merupakan suatu jenis tangki yang digabungkan dengan sebuah kendaraan sehingga tangki ukur ini bisa dipindahkan dari satu tempat ke tempat lainnya dengan mudah. TUM termasuk UTTP yang wajib ditera/ tera ulang setiap dua tahun sekali. Dalam pengujian TUM, terdapat penentuan indeks penunjuk dengan cara mengukur tinggi cairan (t2) dan jarak permukaan cairan hingga manhole atau ketinggian ruang kosong (t1). Kegiatan tersebut jika dilakukan secara manual kurang praktis, karena harus mencari posisi batas tercelupnya *dip stick* di dalam zat cair tersebut untuk mengetahui tinggi cairan dan menggunakan salib ukur untuk mengukur jarak ruang kosong. Selain itu juga memungkinkan terjadinya kesalahan pembacaan skala (paralaks) pada alat ukur yang digunakan. Dikaitkan dengan efisiensi dan pemenuhan kebutuhan, pengukuran ketinggian indeks pada tera/tera ulang TUM menjadi hal penting untuk dilakukan. Dengan demikian dibuatlah prototipe berbasis teknologi *Internet of Things* (IoT) yang dapat diakses melalui aplikasi *Blynk*, mampu memberikan hasil secara *realtime*. Komponen yang digunakan berupa modul WiFi ESP32 sebagai transmitter yang dipadukan dengan sensor ultrasonik HCSR-04. Sensor ultrasonik ini akan mendeteksi ketinggian indeks pada TUM dengan memanfaatkan gelombang ultrasonik. Hasil pengujian menunjukkan bahwa prototipe ini memiliki rata-rata error 1,29% dan akurasi 98,71%. Sistem ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam mempermudah kegiatan tera/ tera ulang TUM secara efektif dan efisien.

Article History

Submitted: 8 Mei 2024

Accepted: 14 Mei 2024

Published: 15 Mei 2024

Key Words

Car Measuring Tank, Internet of Things, indicator index, ultrasonic sensor, ESP32

Sejarah Artikel

Submitted: 8 Mei 2024

Accepted: 14 Mei 2024

Published: 15 Mei 2024

Kata KunciTangki Ukur Mobil, *Internet of Things*, ketinggian indeks penunjuk, sensor ultrasonik, ESP32

Pendahuluan

Undang-undang Nomor 2 tahun 1981 tentang Metrologi Legal (UURL) memiliki tujuan melindungi kepentingan umum melalui jaminan kebenaran pengukuran dan adanya ketertiban dan kepastian hukum dalam pemakaian satuan ukur, standar acuan, metode pengukuran, dan alat ukur, takar, timbang dan perlengkapannya (UTTP). Pada pasal 12 memuat bahwa terdapat UTTP yang wajib ditera dan ditera ulang, dibebaskan dari tera atau tera ulang, atau dari kedua-duanya dengan syarat-syaratnya harus dipenuhi (Presiden Republik Indonesia, 1981). Dalam melaksanakan amanat tersebut telah ditetapkan Peraturan Menteri Perdagangan Republik Indonesia No. 76 Tahun 2018 tentang Alat-alat Ukur, Takar, Timbangan dan Perlengkapannya yang Wajib Ditera dan Ditera Ulang. Adapun UTTP yang wajib ditera dan ditera ulang adalah UTTP yang dipakai untuk keperluan menentukan hasil pengukuran, penakaran, atau penimbangan untuk kepentingan umum, usaha, menyerahkan atau menerima barang, menentukan pungutan atau upah, menentukan produk akhir dalam perusahaan, dan melaksanakan peraturan perundang-undangan (Menteri Perdagangan Republik Indonesia, 2018).

Salah satu contoh UTTP yang digunakan dalam kegiatan transaksi khususnya Bahan Bakar Minyak adalah tangki ukur mobil. Tangki ukur mobil yang selanjutnya disingkat TUM adalah tangki ukur yang dapat digunakan untuk piranti pengukuran volume cairan, ditempatkan tetap di atas landasan mobil atau dihubungkan secara terpisah pada mobil tersebut, yang dapat dibagi lagi menjadi beberapa kompartemen. Berdasarkan Peraturan Menteri Perdagangan Republik Indonesia No. 67 tahun 2018 Alat-alat Ukur, Takar, Timbangan dan Perlengkapannya yang Wajib Ditera dan Ditera Ulang, TUM merupakan salah satu UTTP yang wajib ditera/tera ulang. Proses pengujian tangki ukur ini diatur dalam Syarat Teknis Tangki Ukur Mobil Bahan Bakar Minyak pada Surat Keputusan Direktur Jenderal Perdagangan Dalam Negeri Nomor 34/PDN/2010. Dalam kegiatan tera/tera ulang terdapat pengujian-pengujian yang dilakukan sebagai syarat agar ditentukan sah atau batalnya. Pengujian TUM dapat dilakukan dengan Metode Gravimetrik (penimbangan) atau Metode Volumetrik (penakaran masuk atau penakaran keluar) dan harus dilaksanakan di instalasi pengujian (laboratorium) TUM yang berada di UPT/UPTD Metrologi atau di instalasi pengujian lain (Direktur Jenderal Perdagangan dalam Negeri, 2010).

Tangki Ukur Mobil (TUM) merupakan alat ukur volume statis yang berfungsi sebagai alat ukur dan sekaligus sebagai alat pengangkut. Indeks penunjuk volume nominal pada TUM dijadikan acuan bagi pemilik stasiun pengisian bahan bakar umum (SPBU) sebagai alat ukur untuk menerima bahan bakar minyak (BBM) dari Depot/ Instalasi Pertamina berdasarkan penyerahan yang dilakukan melalui suatu meter arus volumetrik. Sehingga sebagai alat ukur yang dipergunakan untuk bertransaksi maka TUM termasuk alat ukur yang diatur dalam Metrologi Legal yang perlu ditera dan tera ulang (Ahmad, 2016).

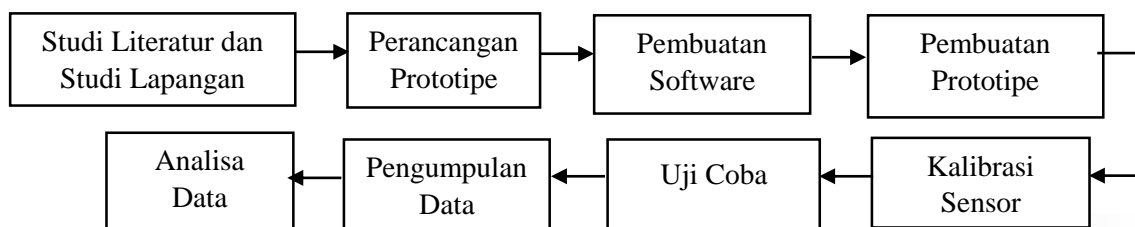
Pada tahun 2019 Fitri Puspitasari dan kawan-kawan telah dilakukan penelitian Sensor Ultrasonik HCSR-04 Berbasis Arduino Due untuk Sistem Monitoring Ketinggian. Pembuatan dan uji coba prototipe dilakukan di laboratorium. Uji coba sistem telemetri (secara *realtime*) diaplikasikan untuk mengukur ketinggian level air pada tandon air di sebuah kandang ternak ayam broiler. Pembuatan dan pengujian prototipe alat dilakukan pada perangkat keras dengan

pengambilan data menggunakan ESP3266 yang didesain untuk komunikasi berbasis wifi. Modul ESP3266 ini memiliki output serial TTL dan GPIO. ESP3266 juga memiliki kemampuan untuk networking yang lengkap dan menyatu baik sebagai client maupun sebagai Access Point. Data tersebut dapat di akses melalui aplikasi *Blynk* pada smartphone dan melalui website secara *realtime* (Puspasari et al., 2019).

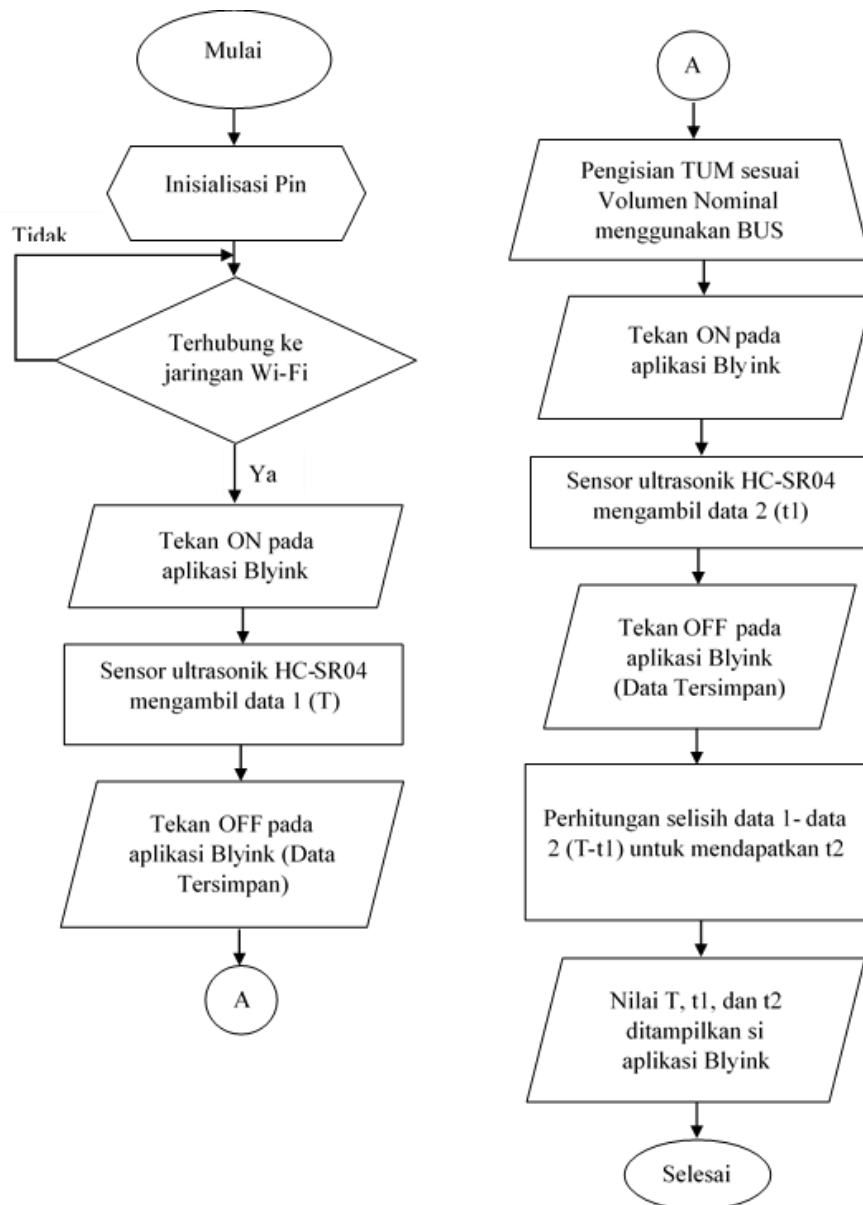
Penelitian yang akan dilakukan merupakan pengembangan terhadap penelitian di atas dengan berbasis Internet of Things. Internet of Things (IoT) menurut Rekomendasi ITU-T Y.2060 didefinisikan sebagai sebuah penemuan yang mampu menyelesaikan permasalahan yang ada melalui penggabungan teknologi dan dampak sosial(Sari, 2022). Penelitian ini masih menggunakan komponen yang sama seperti Sensor Ultrasonik HCSR-04. Reflektivitas bunyi ultrasonik di permukaan zat padat hampir sama dengan reflektivitas bunyi ultrasonik di permukaan zat cair namun, gelombang bunyi ultrasonik akan diserap oleh tekstil dan busa(Yudha & Sani, 2017). Mikrokontroler yang digunakan yaitu ESP32 yang memiliki keunggulan dibandingkan dengan mikrokontroler yang lain, mulai dari pin out yang lebih banyak, pin analog yang lebih banyak, memori yang lebih besar, serta terdapat low energy Bluetooth 4.0. Selain itu mikrokontroler ini sudah tersedia modul WiFi dalam chip prosesor dual core yang berjalan di instruksi Xtensa LX16 sehingga sangat mendukung untuk membuat sistem aplikasi Internet of Things.(Ardi et al., 2021). Sedangkan objek penelitian yang digunakan berbeda dengan penelitian sebelumnya. Penelitian ini menggunakan objek penelitian berupa Tangki Ukur Mobil kapasitas 1000 liter untuk menentukan ketinggian indeks penunjuk. Selain itu, sensor yang digunakan telah dikalibrasi menggunakan standar ukuran besaran panjang yaitu komparator sidang 1 meter untuk menghasilkan hasil pengukuran yang lebih akurat dengan memasukkan persamaan regresi yang didapat serta pada program juga ditambahkan nilai koreksi seperti ketebalan kotak komponen yang digunakan. Setelah dilakukan kalibrasi maka hasil pembacaan prototipe ini dibandingkan dengan salib ukur dan *dip stick*.

Metode Penelitian

Pengumpulan dan pengambilan data untuk mendukung hasil penelitian dilakukan melalui beberapa tahap yang disajikan dalam diagram blok pada Gambar 1. Diagram Blok Alur Penelitian berikut ini.



Gambar 1. Diagram Blok Alur Penelitian



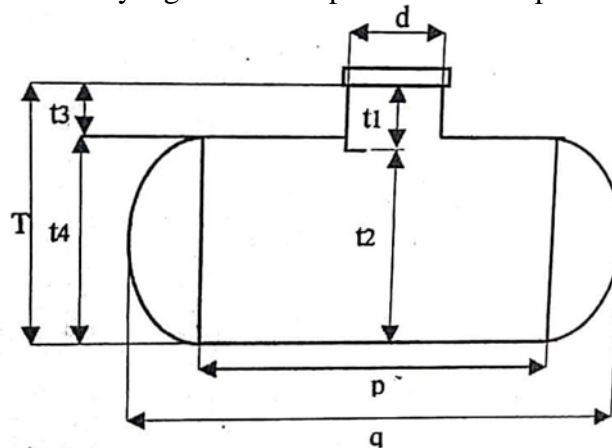
Gambar 2. Diagram Alir Sistem Pengukur Ketinggian Indeks

Pada Gambar 2. ditampilkan ilustrasi mengenai urutan langkah proses pengukuran ketinggian indeks. Langkah awal yang dilakukan adalah menyalakan *hotspot* dari *handphone* agar mikrokontroler dapat tersambung dengan Wi-Fi. Aktifkan Blynk dan tekan ON pada tombol 1, maka akan mendeteksi jarak dasar tangki hingga bibir manhole (T). Tekan tombol menjadi OFF untuk menyimpan hasil pengukuran. Lalu isi Tangki Ukur Mobil dengan cairan menggunakan Bejana Ukur Standar (BUS) sesuai volume nominal. Tekan ON pada tombol 2 maka akan dideteksi jarak permukaan air dengan bibir manhole (t1). Tekan tombol menjadi OFF untuk menyimpan hasil pengukuran. Dari perolehan kedua data tersebut maka program akan otomatis menyelisihkan hasil data tersebut untuk menentukan ketinggian cairan (t2). Lalu *Blynk* akan menampilkan hasil pengukuran T, t1 dan t2. *Blynk* adalah sebuah layanan aplikasi yang digunakan untuk

mengontrol mikrokontroler dari jaringan internet. Aplikasi yang disediakan oleh *blynk* sendiri masih butuh disusun sesuai dengan kebutuhan. Penggunaan aplikasi *blynk* pada penelitian ini didasari oleh mudahnya implementasi program *blynk* dengan mikrokontroler, mudahnya pemasangan pada smartphone, penyusunan tampilan aplikasi bisa disesuaikan sendiri sesuai dengan selera, dan aplikasi *blynk* ini gratis (Prayitno et al., 2017).

Deskripsi Prototipe

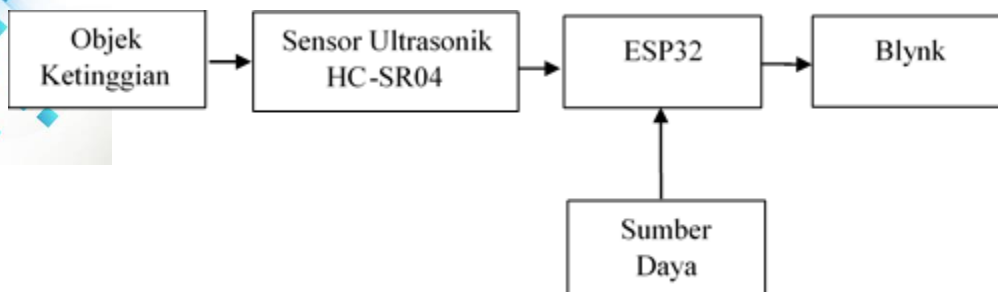
Prototipe alat ukur ketinggian indeks penunjuk pada Tangki Ukur Mobil berbasis *Internet of Things* (IoT) merupakan alat untuk mengetahui tinggi indeks penunjuk yang diukur dengan menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04. Pada lembaran hasil pengukuran (tera TUM), terdapat kode T, t1 dan t2 seperti pada Gambar 3. Konstruksi Tangki Ukur Mobil. T yang dimaksud adalah jarak dasar tangki hingga bibir manhole. T1 merupakan jarak dari bibir manhole sampai permukaan cairan atau ketinggian ruang kosong. Sedangkan t2 merupakan tinggi cairan sesuai volume nominal. Mula-mula Sensor ultrasonik HC-SR04 akan mendeteksi jarak T dalam keadaan Tangki Ukur Mobil kosong. Lalu setelah mendapatkan nilai T, Tangki Ukur Mobil diisi air dari Bejana Ukur Standar sesuai dengan volume nominal. Lalu akan diperoleh nilai T1. Selanjutnya untuk mendapatkan nilai T2 maka dapat menyelisihkan hasil dari T dan T2. Sehingga dapat menghasilkan data T, T1 dan T2 yang akan ditampilkan melalui aplikasi *Blynk*.



Gambar 3. Konstruksi Tanki Ukur Mobil

Sistem Sensorik

Sistem sensorik yang diimplementasikan pada prototipe alat ukur ketinggian indeks penunjuk pada TUM berbasis *internet of things* (IoT) melibatkan pemanfaatan sensor ultrasonik HC-SR04 yang dihubungkan dengan mikrokontroler ESP32. Selain itu, platform *Blynk* juga terlibat dalam proses ini, dimana data yang terdeteksi akan ditampilkan melalui aplikasi *Blynk*. Sistem sensorik ditampilkan pada Gambar 4. berikut ini.



Gambar 4. Diagram Blok Sistem

Fungsi dari setiap blok tersebut adalah sebagai berikut:

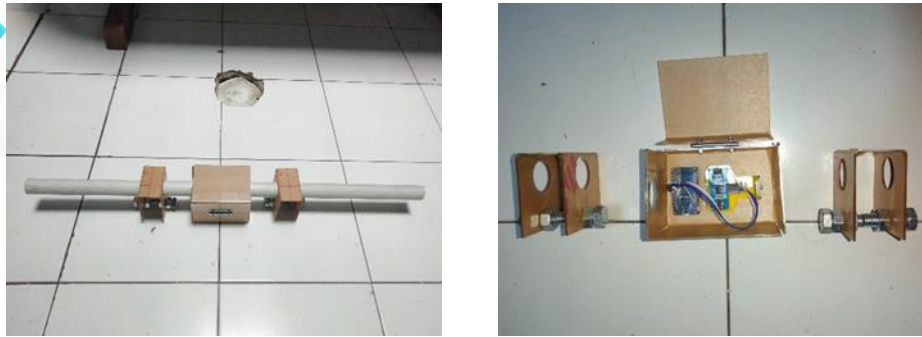
- Objek air dan jarak dari plat dasar TUM hingga bibir manhole berperan sebagai bahan uji yang akan diukur oleh sistem pada prototipe yang telah dibuat.
- Sensor ultrasonik HC-SR04 berfungsi untuk mendeteksi perbedaan ketinggian antara alat dan objek yang diukur berdasarkan pantulan gelombang ultrasoniknya.
- ESP32 merupakan mikrokontroler yang bertugas mengolah data dari sensor ultrasonik yang mencakup konversi sinyal analog menjadi sinyal digital.
- Sumber daya berupa *Power Bank* memberikan supply tegangan ke mikrokontroler sehingga memastikan adanya aliran arus dalam rangkaian.
- Blynk* bertindak sebagai antarmuka untuk menampilkan data hasil pengukuran setelah melalui proses pengolahan di mikrokontroler.

Hasil dan Pembahasan

Pada bagian ini memuat tiga aspek utama akan dibahas, yaitu hasil prototipe, hasil validasi karakteristik sensor yang digunakan dalam prototipe, dan hasil pengujian prototipe.

Hasil Prototipe

Prototipe Pengukur Ketinggian Indeks Penunjuk pada Tangki Ukur Mobil *Berbasis Internet of Things* telah berhasil dibuat sesuai dengan desain yang dibuat. Dimensi kotak prototipe alat ukur ketinggian indeks penunjuk pada tangki ukur ini adalah 12,5 cm x 8,5 cm x 8,5cm dilengkapi dengan engsel untuk memudahkan pengecekan komponen. Selain itu juga terdapat bagian klem atau penjepit yang berfungsi untuk menjepit bibir manhole agar tidak bergerak saat dilakukan pengukuran. Bagian tersebut juga terbuat dari akrilik berbahan sama dengan bagian kotak komponen dengan dimensi sesuai desain yang dibuat yaitu 8 cm x 4,5 cm x 8 cm. Dilengkapi dengan baut mur hexagon M10 x 30 mm dan M14 x 40 mm yang dapat diatur menyesuaikan ketebalan plat manhole pada masing-masing klem atau penjepit. Selanjutnya juga digunakan pipa PVC diameter 3,2 cm sebagai penyangga. Berikut gambar prototipe yang berhasil dibuat pada Gambar 5.



(a)

(b)

Keterangan: (a) tampak luar (b) tampak dalam

Gambar 5. Hasil Pembuatan Prototipe

Hasil akhir dari pengukuran objek yang diukur, ditampilkan melalui aplikasi *Blynk* yang diilustrasikan pada Gambar 6. berikut ini.



Gambar 6. Tampilan Hasil Pengukuran pada *Blynk*

Hasil Validasi Sensor Ultrasonik HCSR-4

Proses validasi sensor ultrasonik HCSR-04 dilaksanakan di Laboratorium Dimensi, Akademi Metrologi dan Instrumentasi. Alat standar yang digunakan yaitu Komparator Sidang 1 meter dengan skala terkecil 1 mm. Kegiatan ini dilakukan dengan membandingkan hasil pembacaan sensor dan nilai standar. Pengujian dilakukan dalam rentang titik pengujian mulai dari 140 mm hingga 890 mm dengan interval setiap 30 mm. Terdapat dua jenis pengujian yang dilakukan, yaitu pengujian naik (dari nilai terendah) dan pengujian turun (dari nilai tertinggi).

Masing-masing pengujian dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan. Pada Tabel 1. menunjukkan data hasil rata-rata pembacaan sensor ultrasonik HCSR-04 sebelum divalidasi.

Tabel 1. Hasil Pengujian Sebelum Validasi Sensor

No.	Standar (mm)	Rata-rata (mm)	Hasil Pengukuran (mm)	
			Naik	Turun
1	140	127,50	127,33	127,67
2	170	157,00	157,00	157,00
3	200	186,17	186,33	186,00
4	230	214,00	214,00	214,00
5	260	244,33	243,67	245,00
6	290	274,00	273,00	275,00
7	320	303,67	303,67	303,67
8	350	332,00	331,00	333,00
9	380	362,67	362,67	362,67
10	410	392,17	392,00	392,33
11	440	421,67	421,67	421,67
12	470	451,33	451,00	451,67
13	500	480,67	480,67	480,67
14	530	510,33	510,00	510,67
15	560	539,50	539,33	539,67
16	590	566,33	566,33	566,33
17	620	595,17	594,33	596,00
18	650	623,17	620,00	626,33
19	680	653,50	653,33	653,67
20	710	682,83	682,67	683,00
21	740	712,67	712,67	712,67
22	770	741,67	741,33	742,00
23	800	771,50	771,33	771,67
24	830	796,33	791,33	801,33
25	860	830,83	830,33	831,33
26	890	843,50	847,67	839,33

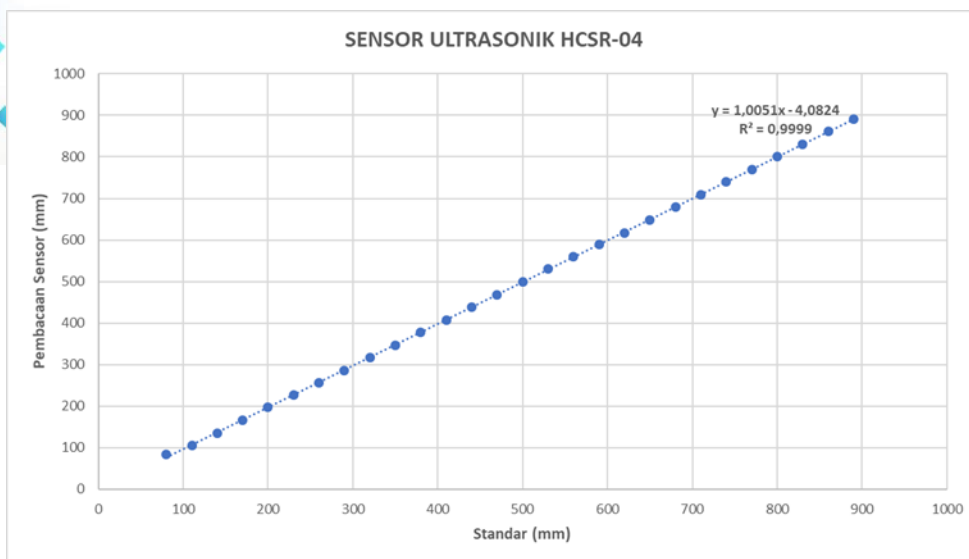
Data yang diperoleh dari sensor ultrasonik HC-SR04 diproses untuk menghitung nilai linearitas sensor. Proses ini menghasilkan grafik regresi linear dengan persamaan yang akan digunakan pada tahap validasi sensor. Hasil validasi sensor ultrasonik HCSR-04 ditampilkan pada Tabel 2. berikut ini.

Tabel 2. Hasil Pengujian Setelah Validasi Prototipe

No.	Standar (mm)	Rata-rata (mm)	STDEV (mm)	Bias (mm)	Akurasi (%)	Presisi (%)	Kesalahan (%)
1	140	135,67	0,52	4,33	95,80	98,86	4,20

2	170	166,17	0,75	3,83	96,42	98,64	3,58
3	200	196,83	0,41	3,17	97,80	99,38	6,00
4	230	226,83	0,41	3,17	98,09	99,46	1,91
5	260	255,50	2,74	4,50	95,11	96,78	4,89
6	290	285,67	2,94	4,33	95,46	96,91	4,54
7	320	316,33	2,58	3,67	96,43	97,55	3,57
8	350	346,50	2,74	3,50	96,65	97,63	3,35
9	380	377,33	2,58	2,67	97,26	97,95	2,74
10	410	407,50	2,74	2,50	97,39	97,98	2,61
11	440	438,17	2,40	1,83	97,95	98,36	2,05
12	470	468,83	2,40	1,17	98,22	98,46	1,78
13	500	498,33	3,78	1,67	97,40	97,73	2,60
14	530	530,00	2,19	0,00	98,76	98,76	1,24
15	560	559,50	2,35	0,50	98,65	98,74	1,35
16	590	588,67	2,58	1,33	98,46	98,68	1,54
17	620	617,50	2,74	2,50	98,27	98,67	1,73
18	650	647,50	2,74	2,50	98,35	98,73	1,65
19	680	678,83	3,60	1,17	98,24	98,41	1,76
20	710	709,33	2,66	0,67	98,78	98,88	1,22
21	740	740,00	3,69	0,00	98,50	98,50	1,50
22	770	770,00	2,97	0,00	98,84	98,84	1,16
23	800	801,67	3,67	1,67	98,42	98,63	1,58
24	830	830,33	2,58	0,33	99,03	99,07	0,97
25	860	861,50	2,81	1,50	98,85	99,02	1,15
26	890	891,50	2,43	1,50	99,01	99,18	0,99
Rata-rata				2,08	97,77	98,45	2,37

Selanjutnya melakukan pengolahan data menggunakan metode regresi linear sederhana. Regresi linear sederhana merupakan sebuah metode statistik yang bertujuan untuk mengenali korelasi antara dua variabel atau lebih, atau menilai dampak variabel penyebab (X) terhadap variabel yang dipengaruhi (Y) (Syahlan et al., 2024). Berikut Gambar 7. Hasil Regresi Linearitas dari Validasi Prototipe.



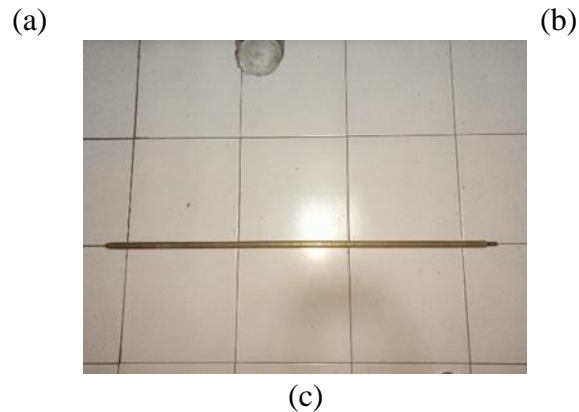
Gambar 7. Grafik Linearitas Validasi Sensor Ultrasonik HCSR-04

Berdasarkan data yang terdapat dalam Tabel 2, dapat disimpulkan bahwa sensor ultrasonik HCSR-04 memiliki rata-rata bias sebesar 2,08 mm, rata-rata akurasi sebesar 97,77 %, rata-rata presisi 98,45 % dan rata-rata error sebesar 2,37 %. Selain itu, pada Gambar 7. terlihat bahwa keduanya memiliki nilai koefisien korelasi dan determinasi yang mendekati 1, menunjukkan adanya hubungan korelasi yang kuat atau hubungan linear antara alat standar dan prototipe menggunakan sensor ultrasonik HCSR-04. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa sensor ultrasonik HCSR-04 mampu memberikan pengukuran yang baik.

Hasil Pengujian Prototipe

Pengujian prototipe dilakukan dengan memasangnya pada lubang manhole Tangki Ukur Mobil. Selanjutnya akan dilakukan pengambilan data T, t1 dan t2 sebanyak sembilan kali pengukuran pada objek yang sama berupa Tangki Ukur Mobil kapasitas 1000 liter milik Akademi Metrologi dan Instrumentasi. Hasil pembacaan tersebut akan dibandingkan menggunakan standar kerja berupa *dipstick* dan salib ukur. *Dipstick* digunakan untuk mengukur jarak dasar tangki hingga manhole (T) dan tinggi cairan (t2). Sedangkan salib ukur digunakan untuk mengukur tinggi ruang kosong atau jarak dari permukaan cairan hingga manhole (t1). Gambar 8. memuat alat yang digunakan dalam proses pengujian prototipe.





Keterangan: (a) Tangki Ukur Mobil (b) salib ukur (c) dipstick
Gambar 8. Alat yang Digunakan Pengujian

Hasil dari pengujian prototipe ini dijabarkan dalam Tabel 3. berikut.

Tabel 3. Hasil Pengujian Prototipe

Pengukuran ke-	Pembacaan Prototipe (mm)			Pembacaan Standar (mm)		
	Salib Ukur	Dipstick		Salib Ukur	Dipstick	
		t1	T		t2	t1
1	158	865	708	159	864	706
2	160	863	703	160	860	705
3	161	859	698	160	863	706
4	159	860	701	155	860	707
5	163	861	699	159	864	705
6	160	861	701	155	860	705
7	161	863	702	160	860	702
8	160	861	701	158	863	704
9	158	860	702	159	862	704
Rata-rata	160	861,44	701,67	158,33	861,78	704,89

Dari data pada Tabel 3. diperoleh hasil karakteristik pengukuran untuk menentukan tingkat akurasi, presisi, dan kesalahan dari prototipe yang dibuat. Data tersebut ditunjukkan dalam Tabel 4. berikut.

Tabel 4. Hasil Akurasi, Presisi dan Kesalahan Pengujian

Ket.	Rata-rata (mm)	Standar (mm)	Standar Deviasi (mm)	Bias (mm)	Akurasi (%)	Presisi (%)	Error (%)
t1	160	158,33	0,8	1,6	97,48	98,50	2,52
T	861,44	861,78	0,05	0,1	99,97	99,98	0,03
t2	701,67	704,89	1,55	3,1	98,90	99,34	1,10
			Rata-rata		98,71	99,23	1,29

Hasil pengujian sensor ultrasonik HCSR-04 menunjukkan bahwa akurasi dalam mengukur jarak dasar tangki hingga manhole (T) yaitu sebesar 99,97% dengan tingkat presisi 99,98% dan error 0,03%. Sedangkan hasil pengujian sensor ultrasonik HCSR-04 dalam mengukur jarak permukaan cairan hingga manhole (t1) memiliki akurasi sebesar 97,48% dengan tingkat presisi sebesar 98,50% dan error 2,52%. Lalu hasil pengujian sensor ultrasonik HCSR-04 dalam mengukur ketinggian cairan (t2) memiliki akurasi sebesar 97,48% dengan tingkat presisi sebesar 98,50% dan error 2,52%.

Kesimpulan

Prototipe alat ukur ketinggian indeks penunjuk pada tangki ukur mobil berbasis *internet of things* (IoT) telah dibuat dengan fungsi mengukur jarak dasar tangki hingga manhole (T), tinggi cairan (t2) dan tinggi ruang kosong atau jarak dari permukaan cairan hingga manhole (t1). Prinsip kerjanya yaitu mengukur jarak suatu objek berupa dasar tangki dan permukaan cairan, lalu diselisihkan untuk diperoleh tinggi cairan. Dari data pengukuran yang diperoleh akan diolah oleh ESP32 menjadi nilai tinggi sesungguhnya yang ditampilkan pada *blynk*. Hasil pengukuran yang dari prototipe pengukur ketinggian indeks penunjuk pada tangki ukur mobil berbasis *internet of things* dapat dikatakan cukup baik dengan rata-rata akurasi pembacaan sebesar 98,71% dan tingkat kepresisian 99,23%. Faktor yang utama yang mempengaruhi kinerja prototipe ini yaitu kualitas koneksi Wi-Fi yang dapat mempengaruhi proses pengiriman data pengukuran sensor ke aplikasi *Blynk*. Koneksi yang stabil dan kuat memungkinkan data sensor untuk diterima dengan lebih cepat. Selain itu kedataran objek yang akan diukur juga mempengaruhi hasil pengukuran sensor. Sehingga ketika dilakukan pengukuran untuk menggunakan *waterpass* sebagai penunjuk kedataran.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Akademi Metrologi dan Instrumentasi Kementerian Perdagangan Republik Indonesia yang telah membiayai penelitian ini.

Referensi

- Ahmad, K. (2016). Pengaruh Pengabaian Koreksi Suhu Terhadap Penentuan Indeks Nominal pada Tangki Ukur Mobil. *Insan Metrologi*, 6.
- Ardi, I. P., Widyatmika, W., Putu, N., Widyanata, A., Wahyu, W., Prastya, A., Darminta, I. K., & Sangka, I. G. N. (2021). *Perbandingan Kinerja Arduino Uno dan ESP32 Terhadap Pengukuran Arus dan Tegangan*. 13(1), 37–45.
- DIREKTUR JENDERAL PERDAGANGAN DALAM NEGERI. (2010). KEPUTUSAN DIREKTUR JENDERAL PERDAGANGAN DALAM NEGERI NO. 34 TAHUN 2010 TENTANG SYARAT TEKNIS TANGKI UKUR MOBIL. In *Kementerian Perindustrian dan Perdagangan RI*.
- Menteri Perdagangan Republik Indonesia. (2018). *PERATURAN MENTERI PERDAGANGAN RI No. 67 TAHUN 2018 TENTANG ALAT-ALAT UKUR, TAKAR, TIMBANG DAN*

PERLENGKAPANNYA YANG WAJIB DITERA DAN DITERA ULANG (p. 6).
https://jdih.kemendag.go.id/pdf/Regulasi/2021/PERMENDAG_NOMOR_21_TAHUN_2021.pdf

- Prayitno, W. A., Muttaqin, A., & Syauqy, D. (2017). Sistem Monitoring Suhu , Kelembaban , dan Pengendali Penyiraman Tanaman Hidroponik menggunakan Blynk Android. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 1(4), 292–297.
- Puspasari, F.-, Fahrurrozi, I.-, Satya, T. P., Setyawan, G.-, Al Fauzan, M. R., & Admoko, E. M. D. (2019). Sensor Ultrasonik HCSR04 Berbasis Arduino Due Untuk Sistem Monitoring Ketinggian. *Jurnal Fisika Dan Aplikasinya*, 15(2), 36.
<https://doi.org/10.12962/j24604682.v15i2.4393>
- Republik, M. P. (1981). *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 1981 tentang Metrologi Legal* (p. 6).
- Sari, Y. (2022). Modul Sistem Internet of Things. In *Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*.
http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-77492-3_16
- Syahlan, A., Sary, I. P., Fathin, M. A., & Rezyan, R. F. (2024). Kalibrasi Sensor Ultrasonik HC-SR04 Pada Prototipe Water Tank Level Control System. *Jurnal Mekanova : Mekanikal, Inovasi Dan Teknologi*, 10(1), 122–133.
- Yudha, P. S. F., & Sani, R. A. (2017). Implementasi Sensor Ultrasonik HCSR-04 sebagai Sensor Parkir Mobil Berbasis Arduino. *Jurnal Einstein*.