



Pengukuran Volume Tangki Pendam BBM Menggunakan Metode Luas Lingkaran dan Tembereng

Tianur¹, Fauzi Ramdan², Hendriko³, Jajang Jaenudin⁴

¹Politeknik Caltex Riau, Teknik Mekatronika, email: tian@pcr.ac.id

²Politeknik Caltex Riau, Teknik Mekatronika, email: fauzi18tm@mahasiswa.pcr.ac.id

³Politeknik Caltex Riau, Teknik Mekatronika, email: hendriko@pcr.ac.id

⁴Politeknik Caltex Riau, Teknik Mekatronika, email: jajang@pcr.ac.id

[1] Abstrak

Proses pengukuran volume tangki pendam BBM di SPBU yang saat ini digunakan, masih banyak melakukan proses pengukuran secara manual menggunakan garis ukur atau dipstik. Penelitian ini mengembangkan sistem pengukuran volume tangki pendam BBM secara realtime. Sistem pengukuran ini mengirimkan data pengukuran ke server selama sistem terhubung ke jaringan internet. Sistem pengukuran ini menggunakan sensor ultrasonik untuk mengukur ketinggian permukaan BBM dan menggunakan NodeMCU ESP8266 sebagai kontroler dan pengiriman melalui media wifi. Sensor ultrasonik diarahkan ke dalam tangki pendam dengan posisi tegak lurus terhadap permukaan cairan. Hasil pengukuran jarak diperoleh melalui perhitungan waktu pemancaran transmiter sampai diterima kembali oleh receiver, kemudian perhitungan volume tangki peroleh dari hasil perhitungan jarak di masukan ke dalam persamaan luas tembereng lingkaran tangki yang diproses menggunakan NodeMCU ESP8266 sebagai pengendali utama. Hasil pengukuran volume dikirim oleh NodeMCU ESP8266 ke webserver untuk ditampilkan ke halaman website dan disimpan ke database. Hasil pengukuran volume tangki cukup akurat namun masih terdapat error rata-rata sekitar 1,3%, ini dipengaruhi oleh sedikit lengkungan yang ada pada tangki.

Kata kunci: Sensor Ultrasonik, NodeMCU ESP8266, Volume Tangki Pendam.

[2] Abstract

The process of the gas station's fuel tank volume measurement that is used today is still mostly done manually using a measuring line or dipstick. This research develops a real-time fuel tank volume measurement system. This system sends measurement data to server if the system is connected to internet network. This system uses ultrasonik sensors to measure level of the fuel surface and uses NodeMCU ESP8266 as a controller and delivery via Wi-Fi. The ultrasonik sensor is directed into the buried tank in a position perpendicular to the surface of the liquid. The distance measurement results are obtained by calculating the transmitting time of the transmitter until it is received back by the receiver. Then, the calculation of the tank volume obtained from the distance calculation results is inserted into the equation for the area of the tank circle which is processed using the NodeMCU ESP8266 as the main controller. The volume measurement results are sent by the NodeMCU ESP8266 to webserver to be displayed on website and saved to database. The results of measuring the volume of the tank are quite accurate but there is still an average error of about 1.3. This is influenced by the slight bend in the tank.

Keywords: *Ultrasonik sensor, NodeMCU ESP8266, Buried Tank Volume*

1. Pendahuluan

Meningkatnya jumlah kendaraan di masyarakat menyebabkan meningkatnya kebutuhan bahan bakar minyak (BBM). Kebutuhan tersebut harus terus dapat dipenuhi oleh penyedia bahan bakar atau Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU). Setiap SPBU memiliki tangki yang digunakan untuk menyimpan persediaan BBM yang akan di distribusikan ke masyarakat. Tangki pendam merupakan salah satu tempat penyimpanan bahan bakar di setiap SPBU yang umumnya berupa tangki yang berada dibawah permukaan tanah [1].

Persediaan BBM di dalam tangki harus selalu di monitor untuk menjaga ketersediaan BBM yang akan di distribusikan ke masyarakat. Pemeriksaan BBM pada SPBU umumnya dilakukan secara manual yaitu diukur menggunakan tongkat ukur atau dipstik yang dimasukan ke dalam tangki. Batas dipstik yang tercelup ini digunakan sebagai ketinggian bahan bakar yang terdapat didalam tangki tersebut [2].

Proses pengukuran secara manual harus dilakukan secara berkala agar persediaan BBM selalu tersedia. Pengukuran dengan cara ini dinilai kurang praktis dan efisien baik tenaga maupun waktu. Hasil pengukuran secara manual juga tidak terlalu akurat karena dipengaruhi posisi tongkat ukur yang dicelupkan ke dalam tangki. Dan juga ada kemungkinan kesalahan baca dan pencatatan yang dilakukan secara manual yang dapat menyebabkan perbedaan yang signifikan antara hasil pengukuran dan data sebenarnya.

Ada beberapa penelitian tentang pengukuran volume atau level cairan yang dirancang dan dibuat dengan metode tertentu, diantaranya penelitian Siregar dkk [3] yang merancang Model Sistem Monitoring Tangki BBM yang ditampilkan pada Web Aplikasi dan Sms *Gateway*. Siregar dan Raymond menggunakan kontroler Arduino sebagai pengolah data, sedangkan sensor yang digunakan adalah sensor ultrasonik, sensor suhu LM35, menggunakan bahasa pemrograman PHP, Gammu SMS *Gateway* dan Visual C# serta memanfaatkan media komunikasi wireless untuk membangun sebuah sistem Telemetry. Sistem pengukuran penelitian ini menampilkan hasil pengukuran berupa level.

Pada penelitian Tambunan dkk [1] merancang suatu sistem monitoring volume minyak pada tangki pendam dengan sensor ultrasonik dengan menampilkan tinggi permukaan minyak pada lcd. Pada penelitian ini membuat suatu sistem monitoring BBM yang dilengkapi peringatan dini jika persediaan BBM didalam tangki menipis. Sistem ini terdiri dari *transmitter*, *receiver* ultrasonik yang diarahkan ke dalam tangki. Hasil pengukuran jarak berbanding lurus dengan waktu tempuh sinyal ultrasonik yang diterima oleh *receiver*, hasil pengukuran tersebut diproses oleh mikrokontroler ATmega8535 kemudian ditampilkan pada LCD.

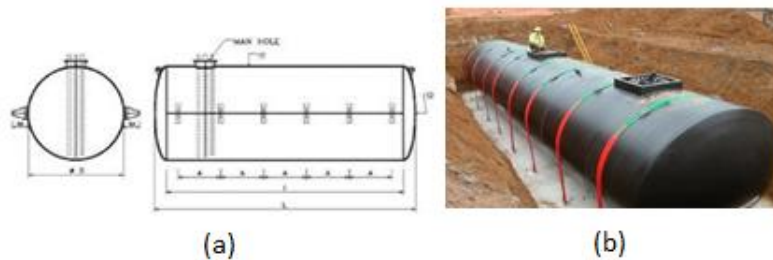
Sedangkan dalam penelitian yang dilakukan oleh Wandani [4] yaitu membuat prototipe sistem monitoring BBM berbasis NODEMCU dan *Internet Of Things* (IoT). Sistem ini menggunakan sensor ultrasonik dengan koreksi temperatur. Pada sistem monitoring menggunakan sensor HC-SR04, sensor DS18S20, NodeMCU dan teknologi IoT yang dapat mengetahui akurasi dan presisi dari prototipe sistem monitoring sebelum dan sesudah diberikan koreksi temperatur. Informasi mengenai hasil pengukuran ditampilkan pada laman *freeboard*.

Oleh karena itu, pada penelitian ini mengembangkan alat monitoring volume tangki pendam SPBU. Alat ini mengukur dan menghitung volume minyak dalam tangki secara otomatis dan menampilkannya pada Nextion HMI LCD Display TFT. Alat ini juga menampilkan data volume minyak pada tangki pendam pada halaman web dan mengirim notifikasi jika volume minyak dalam tangki sudah mau habis.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Tangki Pendam

Tangki Pendam merupakan salah satu tempat penyimpanan bahan bakar minyak yang dimiliki oleh SPBU. Proses pengukuran harus dilakukan secara berkala untuk selalu mengetahui persediaan BBM agar persediaan BBM dapat terpenuhi. Pengukuran masih dilakukan secara manual menggunakan dipstik oleh petugas SPBU dan hasil pengukuran kurang akurat.



Gambar 2.1 (a) Desain Tangki Pendam SPBU Pertamina, (b) Bentuk Fisik Tangki Pendam SPBU Pertamina[1]

2.2 Sensor Ultrasonik SRF05

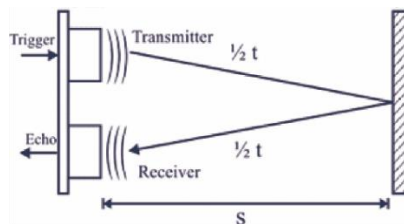
Sensor ultrasonik ini digunakan untuk mengukur jarak permukaan minyak di dalam tangki. Hasil pengukuran jarak ini dikonversi menjadi volume bahan bakar yang tersedia di dalam tangki. Prinsip kerja dari sensor ultrasonik ini adalah memancarkan suara ultrasonik kemudian menghitung waktu tempuh suara ultrasonik tersebut kembali [5].



Gambar 2.2 Sensor Ultrasonik SRF05[5]

2.3 Metode Time of Light (ToF)

Metode time of light merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mencari waktu tempuh mulai dari gelombang ultrasonik dipancarkan hingga gelombang ultrasonik tersebut pertama kali dapat ditangkap oleh penerima. Gambar 2.3 menunjukkan prinsip pengukuran jarak dengan transduser pemancar dan transduser penerima yang ada pada pengamat dengan posisi sejajar [1].



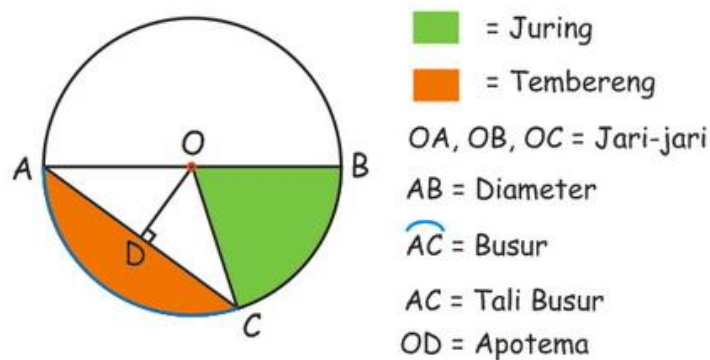
Gambar 2.3 Prinsip Pengukuran Jarak Menggunakan Metode Time of Light [1]

2.4 NodeMCU ESP8266

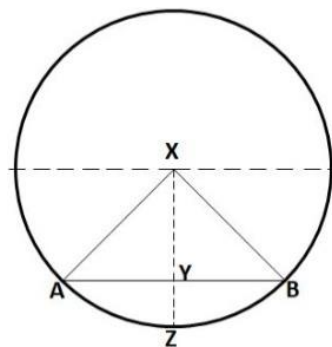
NodeMCU ESP8266 adalah platform *open source* yang dapat menghubungkan objek dan memungkinkan transfer data menggunakan protokol Wi-Fi. Selain itu, NodeMCU ESP8266 juga menyediakan beberapa fitur yang paling penting dari mikrokontroler seperti GPIO, PWM, ADC, dan lain-lain. NodeMCU (Node Micro Controller Unit) adalah perangkat keras yang dikembangkan oleh Espressif Systems. NodeMCU ESP8266 berisi elemen penting komputer seperti CPU, RAM, jaringan (WiFi), sistem operasi modern dan SDK. Hal ini menjadikannya sebagai pilihan yang sangat baik untuk semua jenis proyek *Internet of Things* (IoT) [6].

2.5 Rumus Perhitungan Volume

Tangki pendam SPBU memiliki bentuk fisik seperti tabung dengan posisi tidur (horizontal). Sehingga perhitungan volume tabung tidak seperti perhitungan tabung posisi berdiri. Untuk menghitung volume BBM perlu mengetahui unsur-unsur dari lingkaran untuk mencari luas tembereng.



Gambar 2. 4 Unsur lingkaran



Gambar 2. 5 Variabel pada lingkaran

$$\text{Luas Lingkaran} = \pi \times r^2 \quad (1)$$

$$\text{Volume Tangki} = \text{Luas Lingkaran} \times \text{Panjang Tangki} \quad (2)$$

$$\text{Luas juring AZBX} = x / 360 \times \text{Luas lingkaran} \quad (3)$$

$$\text{Luas segitiga ABX} = AB \times XY / 2 \quad (4)$$

$$\text{Luas tembereng AZB} = \text{Luas juring AZBX} - \text{Luas segitiga ABX} \quad (5)$$

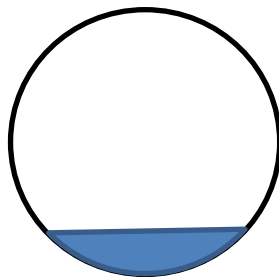
Dengan mengetahui unsur dan variabel dari lingkaran seperti yang ditunjukkan Gambar 2.4 dan Gambar 2.5, maka dapat dihitung berapa volume BBM yang terdapat dalam tangki.

Jika tinggi permukaan BBM yang diukur kurang dari jari-jari tangki seperti yang ditunjukkan Gambar 2.6.a, maka volume BBM dapat dihitung menggunakan persamaan (1) berikut,

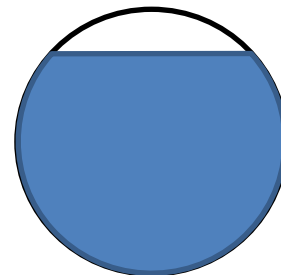
$$\text{Volume BBM} = \text{Luas Tembereng} \times \text{Panjang Tangki} \tag{6}$$

Jika tinggi permukaan BBM yang diukur melebihi jari-jari tangki seperti yang ditunjukkan Gambar 2.6.b, maka volume BBM dapat dihitung menggunakan persamaan (2) berikut,

$$\text{Volume BBM} = \text{Volume Tangki} - (\text{Luas Tembereng} \times \text{Panjang Tangki}) \tag{7}$$



a. Tinggi BBM kurang dari jari-jari tangki



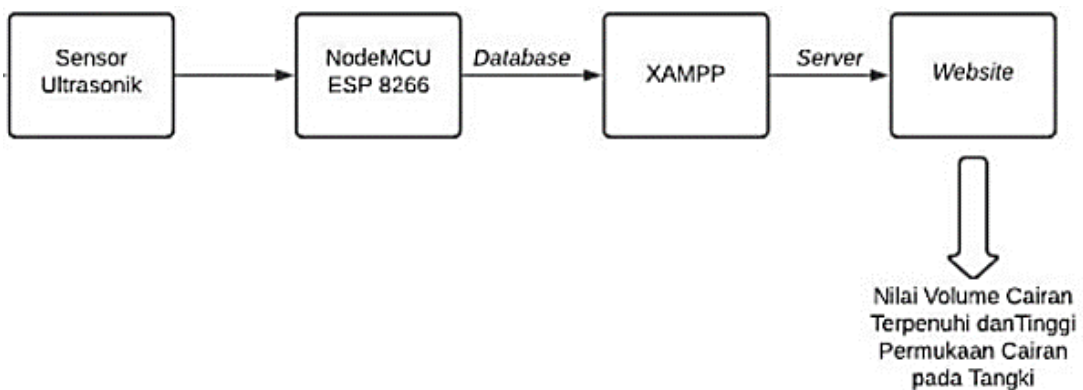
b. Tinggi BBM melebihi dari jari-jari tangki

Gambar 2. 6 Ilustrasi perhitungan volume tangki BBM

3. Perancangan

3.1 Diagram Blok Sistem Monitoring Volume Tangki Pendam

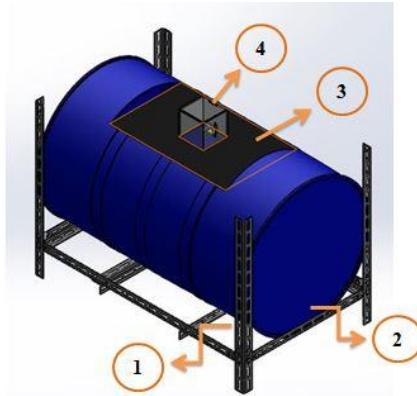
Diagram blok sistem ini ditunjukkan pada Gambar 3.1. Sensor ultrasonik membaca ketinggian permukaan BBM yang kemudian di proses oleh ESP8266. ESP8266 mengirimkan data yang telah diproses untuk ditampilkan di website.



Gambar 3. 1 Diagram Blok Sistem Monitoring

3.2 Perancangan Mekanik

Pada penetian ini menggunakan drum plastik dengan kapasitas 200liter sebagai media penampung zat cair untuk simulasi pengujian. Drum ini memiliki dimensi panjang 930mm dan diameter 580mm. Gambar 3.2 merupakan gambar desain alat yang digunakan dalam proses pengujian.



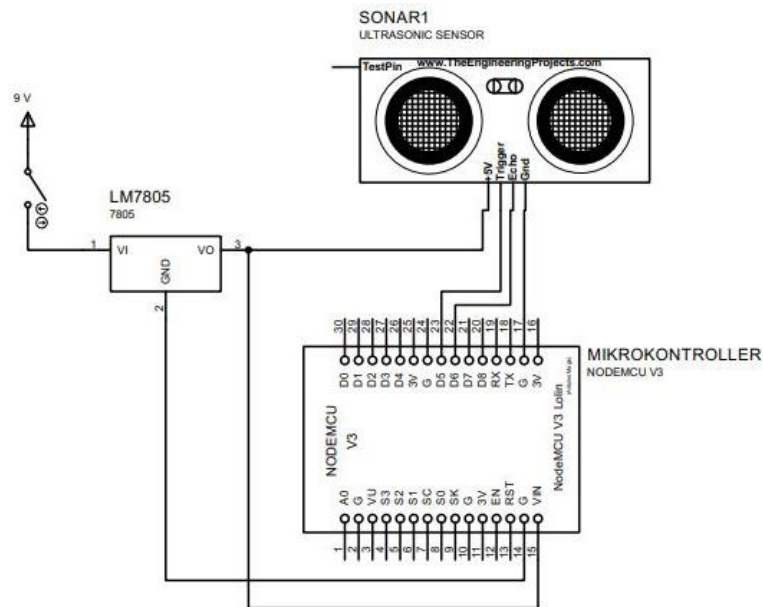
Gambar 3. 2 Desain Sistem Pengukuran Volume Tangki Pendam

Keterangan:

1. Kerangka Tangki
2. Tangki Plastik Kapasitas 200 liter
3. Tutup Tangki
4. Panel Box (Sensor Ultrasonik dan NodeMCU)

3.3 Diagram Blok Sistem Monitoring Volume Tangki Pendam

Rangkaian elektronika yang digunakan pada Sistem Pengukuran Volume Tangki Pendam ini seperti pada Gambar 3.3. Pada rangkaian ini menggunakan nodemcu esp8266 sebagai mikrokontroler yang berfungsi sebagai kontroler yang memproses data pembacaan sensor ultrasonik. Rangkaian ini menggunakan sensor ultrasonik SRF05 sebagai mendeteksi tinggi permukaan BBM yang ada di dalam tangki pendam.



Gambar 3. 3 Rangkaian Sensor ultrasonik dan ESP8266

4. Pengujian dan Data

Pada Gambar 4.1 merupakan bentuk miniatur dari tangki pendam yang digunakan untuk simulasi sistem pengukuran volume tangki pendam. Sensor dan rangkaian kontroler diletakkan pada bagian atas luar tangki.



a. Tampak samping

b. Tampak depan

c. Tampak atas

Gambar 4. 1 Hasil Pengerjaan Rancang Bangun Sistem Monitoring Volume Tangki

Sebelum melakukan pengujian, pertama yang dilakukan adalah menentukan variabel panjang tangki dan diameter (lebar) tangki yang digunakan. Variabel tersebut dimasukan melalui halaman web untuk disimpan pada server. XAMPP menjalankan apache dan mysql dimana Apache berfungsi untuk menjalankan server dengan alamat website *localhost*. Mysql berfungsi untuk mengaktifkan database untuk menyimpan data-data yang terbaca oleh sensor.

The screenshot shows a web browser window with the URL `localhost/project/tangki/`. The form contains three input fields:

- Lebar Tangki**: 88
- Tinggi Tangki**: 54
- Jarak Sensor ke Permukaan Tangki**: 2

A **Submit** button is located below the input fields.

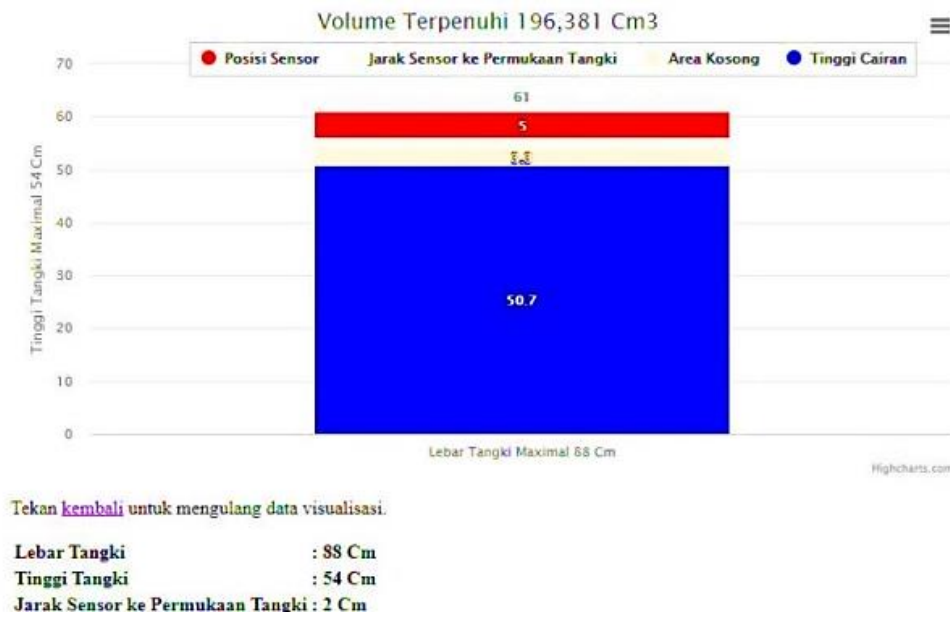
Gambar 4. 2 Tampilan halaman web untuk pengisian variabel tangki

Pada halaman yang ditunjukkan Gambar 4.2, data ukuran tangki dan jarak sensor ke tangki pada *website* berfungsi sebagai memasukkan nilai lebar dan tinggi tangki yang ingin diukur, dan nilai jarak sensor ke permukaan tangki.

Gambar 4.3 menunjukkan tampilan tinggi permukaan BBM di dalam tangki yang terbaca oleh sensor ultrasonik. Data yang ditampilkan sudah merupakan data hasil perhitungan dengan menggunakan rumus pada persamaan (6) dan Persamaan (7).

Data yang diambil dalam pengujian ini adalah data pembacaan sensor terhadap tinggi permukaan cairan yang ada dalam tangki setiap penambahan 3liter air. Peralatan dan bahan yang dibutuhkan pengujian ketepatan sensor menghitung tinggi cairan pada setiap penambahan 3liter adalah,

- Gelas Ukur
- Alat Ukur Meteran
- Air



Gambar 4. 3 Tampilan tinggi permukaan BBM pada website

Tabel 4.1 Data pengukuran volume cairan pada setiap penambahan 3 liter

No.	Tangki		Sensor		Error %
	Tinggi Permukaan Cairan	Volume Cairan	Tinggi Permukaan Cairan	Volume Cairan	Volume Cairan
1	0 cm	0 L	0 cm	0 L	0 %
2	2,5 cm	3 L	2,6 cm	3,6 L	20 %
3	3,9 cm	6 L	4 cm	6,7 L	11,6 %
4	4,9 cm	9 L	5 cm	9,3 L	3,3 %
5	5,9 cm	12 L	6 cm	12,2 L	1,6 %
.
.
.
51	47,9 cm	189 L	48 cm	189,4 L	0,2 %
52	48,9 cm	192 L	49 cm	192,3 L	0,1 %
53	50 cm	195 L	50 cm	194,9 L	0,05 %
Rata-rata					1,3 %

Prosedur / langkah-langkah yang harus dilakukan saat pengujian sensor menghitung tinggi cairan pada setiap penambahan 3liter adalah sebagai berikut,

1. Memasukkan air sebanyak 3liter kedalam tangki menggunakan gelas ukur.
2. Mencatat hasil perhitungan pada sensor.
3. Mengulangi langkah 1 dan 2 hingga mencapai volume air 195liter.
4. Menganalisis data yang telah didapatkan.

Data hasil pengukuran volume cairan pada setiap penambahan 3liter adalah seperti yang ditampilkan pada Tabel 4.1.

Pada data pengukuran volume cairan tangki pada setiap penambahan 3liter didapatkan rata-rata error sebesar 1,3 % karena terbatasnya akurasi dari pendeteksian sensor dan bentuk tangki yang memiliki lekukan pada sisi tangki

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem pengukuran ini menghasilkan data yang sangat baik dalam proses pengukuran volume tangki.
2. Kualitas dan kinerja sensor ultrasonik sangat besar dalam mempengaruhi ketepatan hasil pengukuran.
3. Hasil pengukuran volume tangki masih terdapat error rata-rata sekitar 1,3%, ini dipengaruhi oleh sedikit lengkungan yang ada pada tangki.

5.2 Saran

Setelah proses perancangan, pembuatan dan pengambilan data pada artikel ini, penulis menyadari beberapa hal yang perlu diperhatikan antara lain.

1. Tangki harus benar-benar dalam keadaan rata (tidak boleh miring).
2. Menguji kualitas sensor sebelum digunakan agar mendapatkan hasil yang baik.
3. Menjaga permukaan cairan agar tidak ada beriak saat melakukan pengukuran

[6] Daftar Pustaka

- [1] M. S. Tambun, N. Sudjarwanto, A. Trisanto, and A. L. Belakang, "Rancang Bangun Model Monitoring Underground Tank SPBU Menggunakan Gelombang Ultrasonik Berbasis Mikrokontroler," *J. Rekayasa dan Teknol. Elektro Ranc.*, vol. 9, pp. 1–14, 2015.
- [2] J. Aurum, "STANDAR OPERASI DAN PROSEDUR PENGELOLAAN SPBU PERTAMINA," vol. Edisi i, pp. 1–100, 2004.
- [3] R. R. A. Siregar and R. Raymond, "Model Sistem Monitoring Tangki Bahan Bakar Minyak Spbu Dengan Menggunakan Web Aplikasi dan Sms Gateway," *JETri*, vol. 12, no. 2, pp. 59–72, 2015.
- [4] F. M. Wandani, "Rancang Bangun Prototipe Sistem Monitoring Tangki pendam SPBU Berbasis NodeMCU dan Internet of Things (IoT) Menggunakan Sensor Ultrasonik dengan Koreksi Temperatur," 2017.
- [5] Nicholas, "Distance Measurement with an Ultrasonik Sensor HY-SRF05," *PROJECT HUB*, 2017.
- [6] E. Sucipto and Tianur, "Jurnal Politeknik Caltex Riau Rancang Bangun Ransel Skateboard Listrik dengan Motor DC Brushless," *J. Elektro dan Mesin Terap.*, vol. 6, no. 2, pp. 10–18, 2020.