

## Perancangan Alat *Reference Point Portable* (REPOBLE) untuk Optimalisasi dan Akurasi Pengukuran Level BBM pada Mobil Tangki (Studi Kasus di Pertamina Maos, Cilacap)

Faries Fardian Anggoma\*, Nurwidiana Nurwidiana

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Sultan Agung Semarang  
Jl. Kaligawe Raya No.Km.4, Terboyo Kulon, Kec. Genuk, Kota Semarang, Jawa Tengah 50112  
\*E-mail: faries.anggoma@gmail.com

Diajukan: 21-08-2024; Diterima: 19-12-2024; Diterbitkan: 21-12-2024

### Abstrak

Pengukuran level bahan bakar minyak (BBM) dalam mobil tangki adalah aspek krusial dalam proses distribusi BBM. Penelitian ini bertujuan untuk mengatasi permasalahan akurasi dalam pengukuran level bahan bakar minyak (BBM) pada mobil tangki di Pertamina Maos. Perbedaan hasil pengukuran BBM pada Pertamina dan SPBU menyebabkan kesalahan dalam klaim biaya dan menurunkan tingkat kepuasan pelanggan. Sebagai solusinya, dirancanglah alat ukur portable yang dinamai REPOBLE, yang didesain untuk meningkatkan kecepatan dan akurasi pengukuran BBM. Metode perancangan yang digunakan adalah pendekatan sistematis *Pahl dan Beitz* dan *Design for Manufacture* (DFM), yang mencakup analisis kebutuhan, konsep desain, pengembangan produk, dan pengujian prototipe. Hasil pengujian menunjukkan bahwa REPOBLE mampu mengurangi waktu rata-rata pengukuran dari 56,7 detik menjadi 28,3 detik, selisih dalam persen kenaikan waktu pengukuran adalah 50,09%. Akurasi pengukuran level BBM berkurang dari rata-rata 2,05mm menjadi rata-rata 0,675mm, selisih akurasi pengukuran dalam persen adalah 67,07%. Alat ini juga berkontribusi positif terhadap peningkatan kepuasan pelanggan, dengan hasil survei menunjukkan nilai rata-rata *Customer Satisfaction Index* (CSI) sebesar 4,12. Oleh karena itu, penelitian ini berhasil menunjukkan bahwa REPOBLE efektif dalam meningkatkan efisiensi dan akurasi pengukuran BBM, serta berpotensi mengurangi biaya klaim dan meningkatkan kepuasan pelanggan.

**Kata kunci:** Alat ukur level BBM; Akurasi pengukuran volume BBM; Waktu pengisian BBM; *Customer Satisfaction Index* (CSI); Pengukuran manual BBM; Referensi titik pengukuran portable (REPOBLE); SPBU

### Abstract

Fuel level measurement in tank cars is a crucial aspect in the fuel distribution process. This research aims to overcome the accuracy problem in measuring the fuel oil (BBM) level in tank cars at Pertamina Maos. The difference in fuel measurement results at Pertamina and gas stations causes cost claims errors and reduces customer satisfaction. As a solution, a portable measuring instrument named REPOBLE was designed to increase the speed and accuracy of fuel measurement. The design method used is the *Pahl and Beitz* systematic approach and *Design for Manufacture* (DFM), which includes needs analysis, design concept, product development, and prototype testing. The test results show that REPOBLE can reduce the average measurement time from 56.7 seconds to 28.3 seconds, the difference in percent increase in measurement time is 50.09%. Fuel level measurement accuracy was reduced from an average of 2.05mm to an average of 0.675mm, the difference in measurement accuracy in percent is 67.07%. This tool also contributes positively to increasing customer satisfaction, with survey results showing an average *Customer Satisfaction Index* (CSI) score of 4.12. Therefore, this study demonstrated that REPOBLE effectively improves fuel measurement efficiency and accuracy, reduces claim costs, and improves customer satisfaction.

**Keywords:** Fuel level measuring instrument; Fuel volume measurement accuracy; Fuel filling time; *Customer Satisfaction Index* (CSI); Manual fuel measurement; Portable measuring point reference (REPOBLE); SPBU

## 1. Pendahuluan

Pengukuran level bahan bakar minyak (BBM) dalam mobil tangki adalah aspek krusial dalam proses distribusi BBM yang berpengaruh langsung pada akurasi pengisian, efisiensi operasional, dan keselamatan kerja [1]. Pertamina Maos, yang terletak di Marketing Regional Jawa Bagian Tengah, bertanggung jawab untuk mendistribusikan BBM ke 152 titik SPBU dan 302 titik Pertashop di 10 kabupaten di wilayah Jawa Tengah bagian Selatan. Kegiatan distribusi ini menuntut ketepatan dan akurasi dalam pengukuran level BBM untuk memastikan bahwa konsumen menerima BBM dalam jumlah yang tepat, mutu yang sesuai, dan pada waktu yang dijadwalkan [2]. Namun, proses pengukuran BBM pada mobil tangki

saat ini masih menghadapi berbagai tantangan. Proses pengiriman BBM dari Pertamina ke SPBU melibatkan beberapa tahapan yang kompleks, mulai dari perencanaan hingga pengiriman fisik [3].

Saat ini, pengukuran volume BBM di mobil tangki di Pertamina Maos masih dilakukan secara manual menggunakan stick atau metode dipping. Pengukuran BBM dalam tangki menggunakan stick adalah metode manual yang sering digunakan untuk menentukan jumlah bahan bakar di dalam tangki penyimpanan [4]. Pengukuran saat ini bisa diligit pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Pengukuran menggunakan stik ukur

Gambar 1 menunjukkan stick pengukur dimasukkan secara vertikal ke dalam tangki hingga mencapai dasar. Setelah itu, stick diangkat dengan hati-hati dan diperiksa untuk melihat tanda bahan bakar yang menempel. Stick biasanya memiliki skala pengukuran yang menunjukkan tingkat bahan bakar. Hasil pembacaan ini kemudian dibandingkan dengan tabel kalibrasi tangki yang menunjukkan volume BBM yang sesuai dengan tinggi yang terbaca pada stick. Tabel 1 menunjukkan durasi waktu, pengukuran dan selisih dalam pengukur level BBM secara manual.

**Tabel 1.** Selisih Pengukuran Level BBM dengan Stik

Pengukuran Level BBM hanya dengan Stik				
No. Mobil Tangki	Waktu (detik)	Pengukuran di Gate Keeper (mm)	Pengukuran di SPBU (mm)	Selisih pengukuran (mm)
B9141SFU	53	1623	1620	3
E9256YB	54	1620	1618	2
E9557YB	59	1622	1621	1
E9260YB	61	1624	1621	3
B9520TEI	62	1620	1620	0
E9453YB	52	1622	1622	0
E9560YB	51	1619	1617	2
E9454YB	53	1625	1623	2
E9854YA	54	1618	1617	1
E9553YB	55	1620	1618	2
B9505TEI	54	1623	1620	3
E9389YB	55	1622	1620	2
E9457YB	57	1626	1623	3

R1845EK	58	1621	1619	2
R1990BS	51	1622	1619	3
AA1859EF	54	1622	1619	3
AA1876EF	65	1619	1617	2
R8772BR	61	1625	1623	2
E9390YB	58	1623	1620	3
B9504TEI	67	1623	1621	2

Tabel 1 menunjukkan hasil pengukuran yang dilakukan oleh operator Pertamina sebelum pengiriman, dan oleh operator SPBU setelah bahan bakar sampai di lokasi. Metode manual ini tidak hanya memakan waktu yang cukup lama, tetapi juga rentan terhadap kesalahan manusia yang dapat menyebabkan ketidakakuratan pengukuran. Ketidakakuratan ini sering kali mengakibatkan perbedaan volume antara pengisian di depot dan penerimaan di SPBU, yang pada gilirannya dapat memicu klaim dan memerlukan investigasi lebih lanjut. Tabel 2 menunjukkan nilai klaim dari bulan Maret 2023- Juni 2023.

**Tabel 2.** Jumlah nilai klaim

Bulan	No	No. SPBU	Total Nilai Klaim (Rp)
			Tanpa Repoble (Rp)
Maret 2023	1	44.543.06	Rp. 197.400
	2	44.543.06	Rp. 394.800
April 2023	1	44.543.06	Rp. 314.400
	2	44.543.06	Rp. 26.200
	3	44.543.06	Rp. 576.400
Mei 2023	1	44.532.15	Rp. 203.490
	2	44.532.15	Rp. 95.760
Juni 2023	1	44.531.01	Rp. 41.200
<b>Total</b>			<b>Rp. 1.849.650</b>

Tabel 2 menunjukkan bahwa total keseluruhan klaim selama periode Maret hingga Juni 2023 mencapai 469 liter BBM, dengan nilai nominal sebesar Rp 1.849.650. Angka ini mencerminkan jumlah selisih bahan bakar yang telah diajukan untuk klaim dalam kurun waktu tersebut.

Dari studi literatur yang dilakukan ditemui beberapa peneliti dalam mengukur level BBM seperti [5] mengulas teknologi otomatis untuk mengukur ketinggian bahan bakar minyak (BBM) dalam tangki dan mengirimkan informasi ketinggian ke telepon seluler pemilik melalui SMS. Menggunakan sensor Ultrasonic PING dan mikrokontroler Arduino Uno, data ketinggian BBM ditampilkan di layar LCD dan dikirim via modul GSM. Penelitian [6] mengembangkan sistem pengukuran bahan bakar minyak menggunakan Arduino Uno dan sensor aliran air YF-S401. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem ini memiliki rata-rata akurasi pengukuran sebesar 50,10%.

Mengembangkan sistem pengukuran volume tangki pendam BBM secara realtime menggunakan sensor ultrasonik dan NodeMCU ESP8266. Hasil pengukuran cukup akurat dengan rata-rata error sekitar 1,3% yang disebabkan oleh lengkungan pada tangki [7]. Penelitian [8] mengevaluasi perbedaan hasil pengukuran volume bahan bakar menggunakan

metode dipping manual dan sensor Automatic Tank Gauge (ATG) di stasiun pengisian bahan bakar. Penelitian [9] mengembangkan indikator bahan bakar digital berbasis mikrokontroler Arduino untuk sepeda motor, mengatasi ketidakakuratan indikator konvensional. Penelitian [10] di PLTGU Grati memiliki tangki bahan bakar minyak. Penelitian ini merancang sistem monitoring menggunakan sensor ultrasonic HC-SR04 untuk level, sensor suhu DS18B20, sensor api SEN-0004, dan sensor asap MQ-7.

Beberapa penelitian yang menggunakan metode Pahl dan Beitz dalam perancangan alat seperti [11], [12], [13] Konsep ini terdiri dari beberapa tahap yang terstruktur, bertujuan untuk memastikan bahwa proses perancangan dilakukan secara efisien dan efektif, menghasilkan produk yang memenuhi kebutuhan pengguna dan spesifikasi teknis. Menjadi alasan dalam penelitian ini menggunakan metode Pahl dan Beitz dan di dukung dengan metode Design for Manufacture (DFM).

Penelitian ini memiliki keunggulan dibandingkan riset sebelumnya yang berfokus pada keakuratan dan kecepatan pengukuran. REPOBLE dirancang untuk mendukung metode manual dengan peningkatan akurasi yang signifikan, khususnya pada pengukuran tangki mobil tangki dalam distribusi BBM, yang masih jarang dibahas. Alat ini lebih praktis dan ekonomis dibandingkan sistem otomatis, dengan biaya rendah dan umur pakai yang panjang. Menggunakan metode Pahl dan Beitz serta prinsip *Design for Manufacture* (DFM), alat ini dirancang untuk memenuhi kebutuhan teknis sekaligus mudah diproduksi.

## 2. Material dan Metodologi

### 2.1. Material

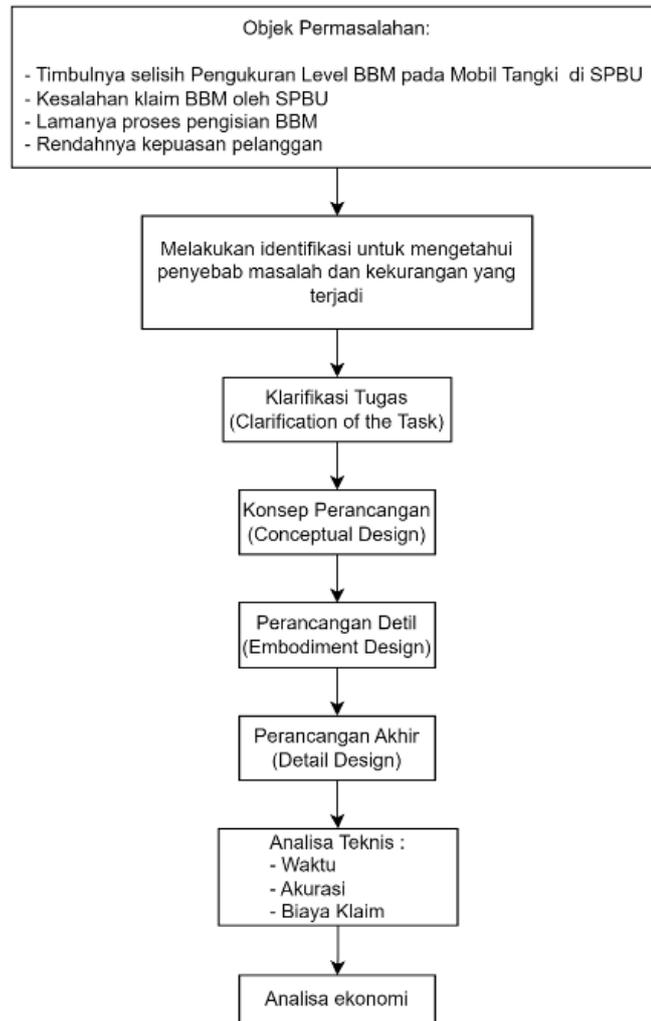
Materi atau data yang digunakan dalam penelitian ini mencakup data pengiriman BBM dari Pertamina ke SPBU. Data yang dianalisis meliputi waktu pengisian BBM, data terkait akurasi volume BBM, serta nilai klaim yang diajukan akibat selisih hasil pengukuran.

### 2.2. Metode Penelitian

#### A. Perancangan Alat

Penelitian ini bertujuan untuk merancang alat yang dapat melakukan pengukuran BBM secara akurat, efisien, dan cepat. Menggunakan metode Pahl dan Beitz yang sistematis [14], diharapkan alat yang dihasilkan dapat memenuhi spesifikasi teknis serta kebutuhan pengguna, sehingga dapat mengatasi permasalahan yang ada dan meningkatkan kinerja distribusi BBM. Pengembangan produk adalah proses sistematis yang dilakukan oleh perusahaan untuk menciptakan produk baru atau menyempurnakan produk yang sudah ada dengan tujuan memenuhi kebutuhan dan keinginan konsumen serta mencapai keunggulan kompetitif di pasar [15]. Proses ini mencakup berbagai tahapan, mulai dari ide awal hingga peluncuran produk ke pasar, serta evaluasi pasca-peluncuran [16]. Kerangka perancangan alat ukur level BBM pada Gambar 2.

Gambar 2 menunjukkan kerangka perancangan alat ukur level BBM. Alur pertama dengan mendapatkan objek permasalahan, identifikasi, dan menrapkan metode Pahl dan Beitz. Analisis teknis yang dilakukan adalah analisis waktu, akurasi dan biaya klaim. Analisa ekonomi untuk mengetahui biaya pembuatan alat, penghematan waktu, ketepatan akurasi, biaya klaim, dan kepuasan pelanggan dari penggunaan alat ini. Analisa dilakukan dengan membandingkan kinerja alat usulan dengan alat yang telah ada.



**Gambar 2.** Kerangka perancangan alat ukur level BBM

## B. Tahapan Penelitian

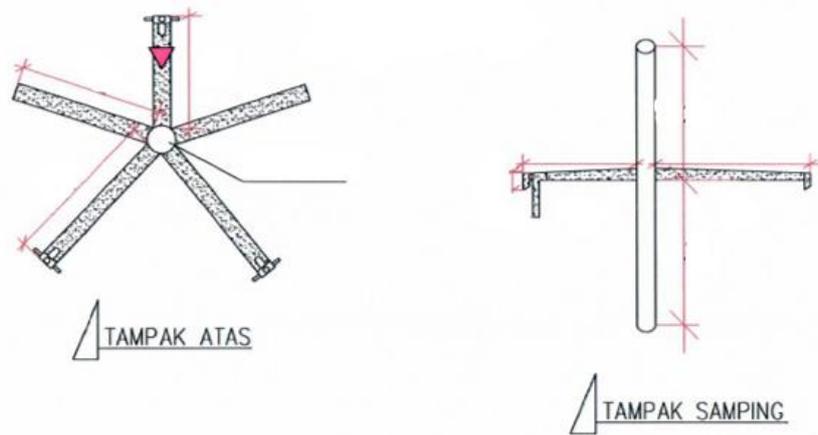
### 1. Klarifikasi Tugas (*Clarification of the Task*)

Ketidakakuratan pengukuran level BBM pada mobil tangki di Pertamina Maos disebabkan oleh beberapa faktor, termasuk tidak adanya titik acuan pengukuran yang konsisten, perbedaan metode pengukuran antara stik manual dan alat elektronik, serta kesalahan manusia dalam membaca dan mencatat hasil pengukuran. Hal ini menyebabkan perbedaan volume BBM yang diukur saat pengisian di depot dan penerimaan di SPBU, yang dapat memicu klaim dari SPBU karena merasa menerima BBM kurang dari seharusnya. Ketidakakuratan ini berpotensi menimbulkan kerugian finansial dan menurunkan kepercayaan pelanggan serta mitra bisnis terhadap keandalan Pertamina. Untuk itu, diperlukan alat pengukuran yang lebih akurat dan konsisten untuk meningkatkan efisiensi operasional dan kepercayaan pihak terkait.

### 2. Konsep Perancangan (*Coceptual Design*)

Konsep perancangan alat tambahan atau pendukung untuk pengukuran level BBM bertujuan untuk meningkatkan akurasi, efisiensi, dan keandalan proses pengukuran. Perancangan alat REPOBLE dirancang untuk ditempatkan pada mainhole, dilengkapi dengan lubang khusus yang memungkinkan pengenalan stik ukur ke dalamnya untuk melakukan pengukuran. Alat ini tampak seperti cakram atau alat pengukur yang dipasang di atas mainhole (lubang

inspeksi) mobil tangki. Alat tersebut memiliki beberapa lengan yang memancar dari pusat, membentuk struktur seperti jaring yang dapat digunakan sebagai acuan atau pengukur level BBM. Dengan adanya lengan-lengan yang menyebar, alat ini dapat memastikan pengukuran dilakukan pada posisi yang sama setiap kali, membantu mengurangi kesalahan yang disebabkan oleh variasi posisi pengukuran. Konsep awal alat Repoble seperti pada Gambar 3 di bawah.



**Gambar 3.** Perancangan Repoble awal

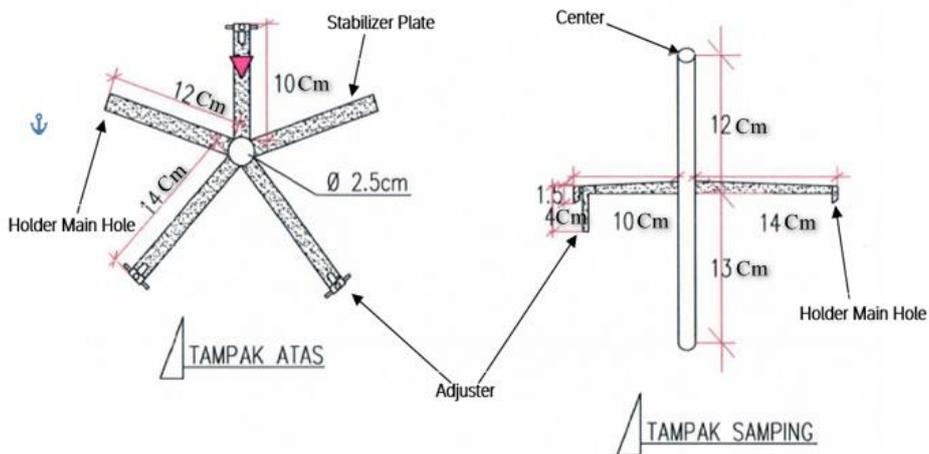
Gambar 3 menunjukkan konsep awal dari alat repoble, yang ditampilkan dalam dua pandangan: tampak atas dan tampak samping. Alat ini berfungsi untuk memberikan titik acuan yang konsisten saat mengukur level BBM di dalam tangki. Desain alat ini dirancang untuk stabilitas dan presisi dalam pengukuran level cairan di dalam tangki mobil.

3. Perancangan Detail (*Embodiment Design*)

Perancangan detail dalam tahap ini menggunakan metode *Design for Manufacture* (DFM). Berikut keterangan lebih detail.

1) Analisis Desain

Dilakukan modifikasi dan peningkatan desain pada alat Repoble. Langkah-langkah yang diambil meliputi penyesuaian dimensi komponen, optimasi struktur untuk meningkatkan keseimbangan, serta pemilihan material yang lebih tahan lama. Rancangan alat Repoble dapat dilihat pada Gambar 4.



**Gambar 4.** Rancangan Repoble

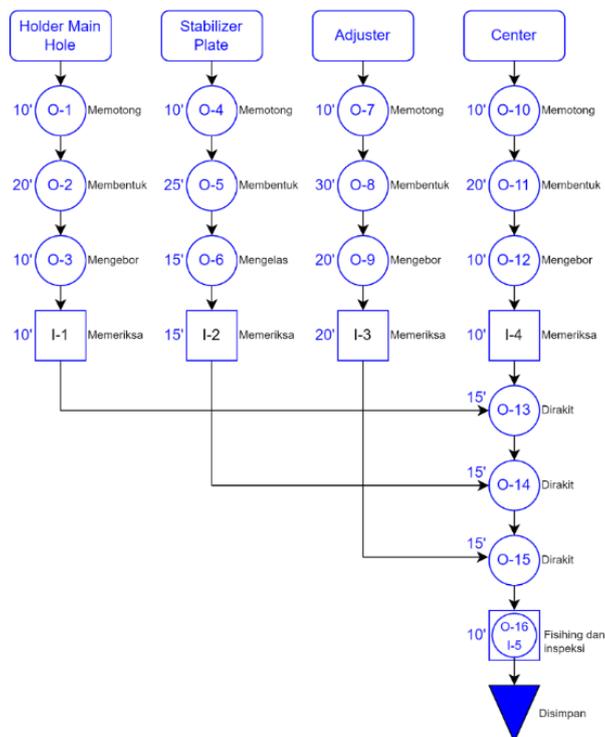
Gambar 4 menampilkan desain yang diperbarui dari alat pengukur level BBM, yang terlihat dari dua perspektif: tampak atas dan tampak samping. Berikut menyajikan detail dari masing-masing komponen yang digunakan dalam pembuatan Repoble bisa dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Detail Desain Komponen

Komponen	Jumlah	Bahan	Jenis Bahan	Ukuran	Spesifikasi	Fungsi
<b>Holder Main Hole</b>	6	Stainle ss steel	Pipa Hollow Bulat	Panjang 10 cm, Diameter 2,5 cm	Ketahanan korosi tinggi, kuat dan tahan lama	Menyediakan penopang utama untuk stabilitas
<b>Stabilizer Plate</b>	1	Stainle ss steel	Plat	Segitiga menyesuaikan, Diameter 2,5 cm	Ketahanan korosi tinggi, mudah dibentuk	Memberikan kestabilan tambahan pada struktur
<b>Adjuster</b>	1	Stainle ss steel	Plat	Panjang total 14 cm, Detail 4 cm dan 10 cm	Kuat, tahan lama, dapat disesuaikan ukurannya	Memungkinkan penyesuaian posisi atau sudut
<b>Center</b>	1	Stainle ss steel	Pipa Hollow Bulat	Panjang total 14 cm, Diameter menyesuaikan	Kuat, tahan lama, tahan korosi	Menghubungkan komponen secara sentral
<b>Baut dan Mur</b>	12	Baja Alloy	Baut dan Mur	Diameter menyesuaikan, panjang 2 cm	Tahan korosi, kuat untuk sambungan mekanik	Menyambungkan komponen secara mekanis

Tabel 3 menunjukkan detail desain komponen yang digunakan dalam pembuatan alat Repoble. Komponen terdiri dari Holder Main Hole, Stabilizer Plate, Adjuster, Center, Baut dan Mur. Informasi lengkap dengan jumlah, bahan yang digunakan, ukuran, spesifikasi dan fungsinya.

OPC atau Operation Process Chart adalah sebuah diagram yang digunakan untuk menggambarkan urutan dan langkah-langkah dalam proses produksi atau pembuatan alat repoble. Rancangan *Operation Process Chart* Pembuatan Alat Repoble dapat dilihat pada Gambar 5.



**Gambar 5.** Operation Process Chart Pembuatan Alat Repoble

Gambar 5 merupakan peta operasi pembuatan alat memerlukan 16 operasi, 5 inspeksi, 1 operasi dan inspeksi, serta 1 penyimpanan. Pembuatan 1 unit alat memerlukan waktu 320 menit = 5 jam 20 menit.

2) Pemilihan Material

Memilih material yang sesuai dengan standar keselamatan untuk produk BBM dan kemudian memproduksi alat tersebut. Dalam hal ini, digunakan pipa baja tahan karat yang memenuhi standar ASTM A269 TP316L, yang spesifikasinya cocok untuk industri gas dan minyak. Material ini dipilih karena ketahanannya terhadap korosi dan kekuatannya dalam lingkungan industri gas dan minyak yang keras.

3) Pemilihan Proses Manufaktur

Setiap tahap fabrikasi, termasuk pemotongan dan pembentukan sesuai desain, serta pengelasan untuk memastikan sambungan yang kuat dan kedap, diawasi ketat untuk mematuhi standar keselamatan dan kualitas. Perakitan akhir melibatkan pengujian untuk memastikan alat berfungsi sesuai spesifikasi, termasuk uji kekuatan, ketahanan tekanan, dan verifikasi ketahanan korosi.

4) Optimasi Proses Produksi

Optimasi proses produksi dalam penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi, mengurangi biaya, dan memastikan kualitas alat pengukur level BBM sesuai dengan standar yang telah ditetapkan.

4. Perancangan Akhir (*Detail Design*)

Perancangan Akhir dari alat Repoble, yang merupakan hasil dari serangkaian percobaan dan perbaikan yang telah dilakukan. Perancangan akhir ini mencakup pengembangan dan penyempurnaan desain alat yang bertujuan untuk meningkatkan akurasi dan keandalan dalam pengukuran level BBM pada mobil tangki. Pengukuran level BBM menggunakan stik dengan bantuan alat Repoble dilakukan untuk meningkatkan akurasi dan konsistensi hasil pengukuran. Alat Repoble dipasang di atas mainhole tangki mobil, berfungsi sebagai titik acuan tetap untuk memastikan bahwa setiap pengukuran dilakukan dari posisi yang sama. Proses pengukuran dimulai dengan persiapan peralatan, di mana stik ukur (dip stick) dan Repoble dipastikan dalam kondisi baik. Repoble yang memiliki lengan memancar dari pusatnya, diposisikan di atas mainhole, memungkinkan stik ukur dimasukkan melalui pusat alat ini hingga mencapai dasar tangki. Rancangan akhir alat Repoble dapat dilihat pada Gambar 6.



**Gambar 6.** Rancangan akhir alat Repoble

Gambar 6 menunjukkan bahwa alat ini membantu menjaga stabilitas stik, memastikan bahwa pengukuran dilakukan dengan mantap dan konsisten. Setelah stik mencapai dasar dan diangkat kembali, petugas membaca skala pada stik untuk menentukan ketinggian BBM yang ada.

### 3. Hasil dan pembahasan

Pengukuran level BBM menggunakan stik dengan bantuan alat Repoble dilakukan untuk meningkatkan akurasi dan konsistensi hasil pengukuran. Alat Repoble dipasang di atas mainhole tangki mobil, berfungsi sebagai titik acuan tetap untuk memastikan bahwa setiap pengukuran dilakukan dari posisi yang sama. Proses pengujian alat *Reference Point Portable* (REPOBLE) yang telah dirancang dan dikembangkan untuk mengoptimalkan dan meningkatkan akurasi pengukuran level BBM pada mobil tangki. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa alat yang telah dibuat sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan dan dapat berfungsi dengan baik di lapangan. Pengukuran level BBM menggunakan stik dan alat Repoble dapat dilihat pada Gambar 7.

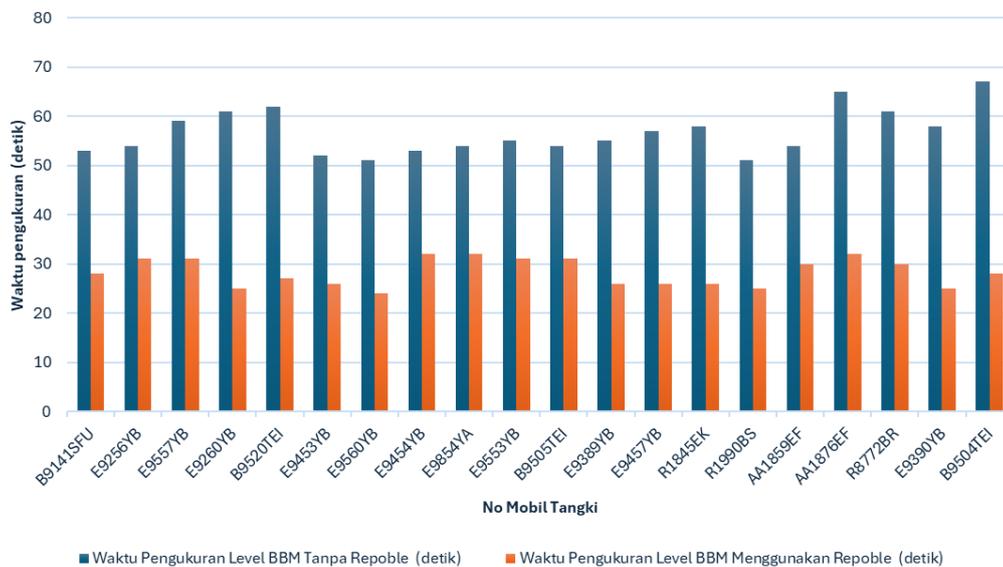


**Gambar 7.** Pengukuran BBM dengan stik dan Repoble

Gambar 7 menunjukkan pengukuran dan pengujian pengukuran level BBM menggunakan stik dan alat Repoble yang bertujuan untuk memastikan bahwa alat yang telah dibuat sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan dan dapat berfungsi dengan baik di lapangan.

#### A. Durasi waktu pengukuran

Durasi waktu pengukuran mengacu pada waktu yang diperlukan untuk melakukan pengukuran level BBM di tangki, baik secara manual maupun menggunakan alat khusus seperti *Reference Point Portable* (REPOBLE). Perbandingan pengukuran durasi waktu antara tanpa menggunakan Repoble dan yang menggunakan Repoble pada Gambar 8.

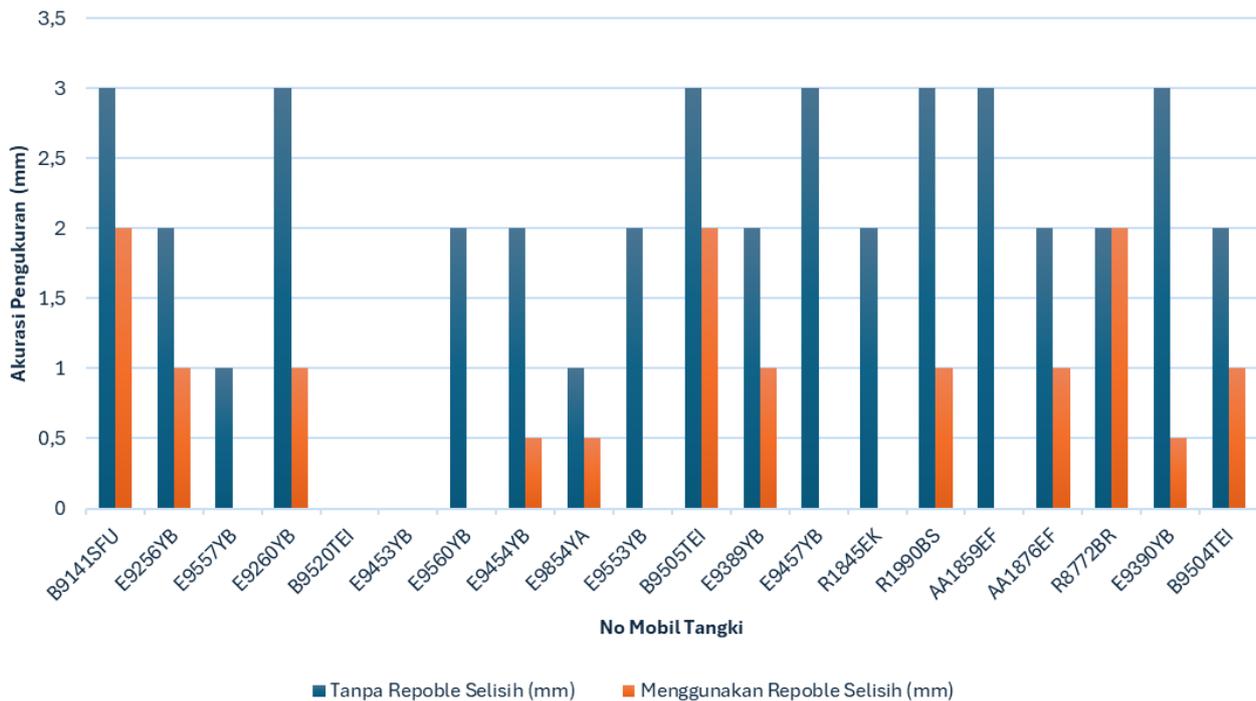


**Gambar 8.** Grafik perbandingan waktu pengukuran

Gambar 8 menunjukkan perbandingan selisih waktu pengukuran tanpa menggunakan REPOBLE menunjukkan bahwa untuk setiap pengukuran level BBM dibutuhkan waktu rata-rata 56,7 detik. Pengukuran menggunakan REPOBLE mengurangi waktu pengukuran menjadi rata-rata 28,3 detik. Selisih dalam persen kenaikan waktu pengukuran adalah 50,09%.

**B. Akurasi dalam pengukuran**

Akurasi pengukuran dalam membandingkan metode pengukuran tradisional tanpa alat REPOBLE dengan metode yang menggunakan alat tersebut. Perbandingan akurasi pengukuran level BBM tanpa menggunakan Repoble dan yang menggunakan Repoble dapat dilihat pada Gambar 9.



**Gambar 9.** Grafik perbandingan akurasi pengukuran BBM

Gambar 9 menunjukkan perbandingan akurasi pengukuran level BBM tanpa menggunakan REPOBLE menunjukkan adanya selisih atau ketidaksesuaian sebesar 2,05 mm. Pengukuran Level BBM menggunakan REPOBLE menghasilkan selisih yang jauh lebih kecil, yaitu 0,675 mm. Selisih akurasi pengukuran dalam persen adalah 67,07%.

**C. Nilai Klaim**

Nilai klaim menjadi indikator penting untuk menilai efektivitas alat tersebut. Sebelum implementasi REPOBLE, nilai klaim yang tercatat menunjukkan besarnya perbedaan dalam pengukuran BBM yang dapat menyebabkan ketidakakuratan dan ketidakpercayaan dalam sistem distribusi BBM. Setelah implementasi REPOBLE, nilai klaim akan berkurang secara signifikan, menunjukkan bahwa alat tersebut mampu memberikan pengukuran yang lebih akurat dan konsisten. Hasil dari perbandingan nilai kalim tanpa menggunakan Repoble dan yang menggunakan Repoble dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 menunjukkan setelah menggunakan alat Repoble pada bulan April 2024 – Juli 2024 tidak ada klaim atau nilai klaim Rp 0,- Dengan adanya Alat Repoble Pertamina tidak perlu membayar klaim kepada pelanggan.

**Tabel 4.** Perbandingan nilai klaim

Bulan	No	No. SPBU	Total Nilai Klaim (Rp)				
			Tanpa Repoble (Rp)		Bulan	Menggunakan Repoble (Rp)	
Maret 2023	1	44.543.06	Rp	197.400	April 2024	Rp	-
	2	44.543.06	Rp	394.800		Rp	-
April 2023	1	44.543.06	Rp	314.400	Mei 2024	Rp	-
	2	44.543.06	Rp	26.200		Rp	-
	3	44.543.06	Rp	576.400		Rp	-
Mei 2023	1	44.532.15	Rp	203.490	Juni 2024	Rp	-
	2	44.532.15	Rp	95.760		Rp	-
Juni 2023	1	44.531.01	Rp	41.200	Juli 2024	Rp	-
<b>Total</b>			<b>Rp</b>	<b>1.849.650</b>	<b>Total</b>	<b>Rp</b>	<b>-</b>

#### D. Analisa Ekonomi

Rincian lengkap mengenai biaya yang dikeluarkan dalam pembuatan alat Repoble mencakup biaya material, tenaga kerja, serta biaya overhead. Biaya ini meliputi semua aspek yang terlibat, mulai dari pengadaan bahan baku, upah tenaga kerja yang terlibat dalam proses produksi yang dapat dilihat pada Tabel 5.

**Tabel 5.** Total Biaya Produksi

Jenis Biaya	Total (IDR)
Total Material	350.000
Total Tenaga Kerja	315.000
Total Overhead	85.000
<b>Total Biaya Produksi</b>	<b>750.000</b>

Tabel 5 menunjukkan total biaya produksi alat Repoble. Dengan alokasi biaya ini, total biaya produksi alat *Reference Point Portable* (REPOBLE) adalah sebesar Rp 750.000. Alat REPOBLE dirancang untuk digunakan dengan perkiraan waktu selama 5 tahun. Dari analisis biaya tersebut, didapatkan bahwa biaya pembuatan per tahun adalah Rp 150.000.

#### E. Customer Satisfaction Index (CSI)

Hasil CSI didapatkan dengan mengajukan beberapa pertanyaan kepada 20 SPBU dengan jenis pertanyaan sebagai berikut :

- Apakah Quantity BBM yang Anda terima sesuai dengan standar kualitas PT. Pertamina?
- Apakah Quality BBM yang Anda terima sesuai dengan standar kualitas PT. Pertamina?
- Apakah customer service memberikan informasi dan pelayanan dengan tepat dan benar?
- Apakah waktu pengiriman BBM sesuai dengan jadwal yang diinginkan ?
- Apakah pelayanan AMT sopan, ramah, dan memuaskan?

Jawaban survey:

- Nilai (1) Sangat Tidak Setuju

- Nilai (2) Tidak Setuju
- Nilai (3) Netral
- Nilai (4) Setuju
- Nilai (5) Sangat Setuju

**Tabel 6** Nilai *Customer Satisfaction Index* (CSI)

Nilai	Jawaban Survey Kepuasan Pelanggan					Total Nilai
	A	B	C	D	E	
Rata-rata	4,35	4,1	4,05	4,05	4,05	4,12

Tabel 6 hasil survei CSI yang dilakukan, diperoleh nilai rata-rata untuk pertanyaan-pertanyaan sebagai berikut: pertanyaan A sebesar 4,35, pertanyaan B sebesar 4,1, pertanyaan C sebesar 4,05, pertanyaan D sebesar 4,05, dan pertanyaan E sebesar 4,05. Dari data tersebut, nilai rata-rata keseluruhan adalah 4,12. Angka ini menunjukkan bahwa dengan adanya alat Repoble dapat memberikan kepuasan kepada pelanggan khususnya untuk masalah quantity.

#### 4. Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa REPOBLE berhasil meningkatkan efisiensi dan akurasi pengukuran level BBM pada mobil tangki. Alat ini mampu mengurangi waktu pengukuran dari rata-rata 56,7 detik menjadi 28,3 detik, dengan peningkatan efisiensi sebesar 50,09%. Akurasi pengukuran juga meningkat, dengan selisih rata-rata berkurang dari 2,05 mm menjadi 0,675 mm (peningkatan akurasi 67,07%). Implementasi REPOBLE mengurangi klaim terkait selisih volume BBM dan meningkatkan kepuasan pelanggan dengan nilai rata-rata CSI sebesar 4,12, melampaui target minimum. Dengan biaya pembuatan sebesar Rp 750.000 per unit dan umur pakai hingga 5 tahun, REPOBLE menawarkan solusi ekonomis untuk distribusi BBM.

Namun, penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Pertama, alat REPOBLE masih bergantung pada metode manual, sehingga tetap ada potensi kesalahan operator dalam membaca hasil pengukuran. Kedua, penelitian ini terbatas pada uji coba di depot dan SPBU dengan skala kecil sehingga validitas untuk penggunaan di berbagai kondisi operasional mungkin perlu ditinjau lebih lanjut. Ketiga, desain alat belum mengintegrasikan sistem otomatisasi yang dapat meningkatkan efisiensi lebih jauh.

Untuk perbaikan ke depan, pengembangan alat dapat mencakup integrasi teknologi sensor atau sistem otomatis yang tetap mempertahankan kesederhanaan dan efisiensi biaya. Penelitian juga dapat diperluas ke wilayah lain dengan skala yang lebih besar untuk menguji konsistensi dan ketahanan alat di berbagai kondisi lingkungan operasional. Dengan desain yang sederhana, biaya rendah, dan efektivitas yang telah terbukti, REPOBLE memiliki potensi besar untuk terus dikembangkan menjadi solusi yang lebih canggih dan universal dalam pengukuran BBM di sektor distribusi.

#### Daftar Pustaka

- [1] S. Ghaleh, M. Omidvari, P. Nassiri, M. Momeni, and S. Mohammadreza Miri Lavasani, "Pattern of safety risk assessment in road fleet transportation of hazardous materials (oil materials)," *Saf Sci*, vol. 116, pp. 1–12, Jul. 2019, doi: 10.1016/j.ssci.2019.02.039.

- [2] M. M. Aliabadi, I. Mohammadfam, and S. Khorshidikia, "Human error identification and risk assessment in loading and unloading of petroleum products by road trucks using the SHERPA and fuzzy inference system method," *Heliyon*, vol. 10, no. 15, p. e34072, Aug. 2024, doi: 10.1016/j.heliyon.2024.e34072.
- [3] A. S. dos Santos and U. Tortato, "ANALYSIS OF ASPECTS OF LOGISTICS USED BY GRUPO MIME: A STUDY OF DISTRIBUTION AND NETWORK OF FUEL STATIONS," in *POMS 22nd Annual Conference*, Reno, Nevada, EUA, May 2011.
- [4] C. Ren, "Fuel Loss Analysis and Compliance Management in Gas Stations," *Academic Journal of Engineering and Technology Science*, vol. 5, no. 6, 2022, doi: 10.25236/AJETS.2022.050601.
- [5] D. Yayan Sukma, feranita Feranita, E. Safrianti, and C. Idrus, "Teknologi Informasi dan Otomatisasi Pengukuran Ketinggian BBM dalam Tangki Minyak Berbasis Arduino Uno," *Seminar FORTEI*, 2019.
- [6] O. Yusuf Barokah, "RANCANG BANGUN SISTEM PENAKARAN DEBIT BAHAN BAKAR MINYAK PREMIUM, PERTALITE DAN PERTAMAX TURBO DENGAN MENGGUNAKAN ARDUINO UNO," Universitas Islam Riau, Pekanbaru, 2022.
- [7] T. Tianur, F. Ramdan, H. Hendriko, and J. JAenuidin, "Pengukuran Volume Tangki Pendam BBM Menggunakan Metode Luas Lingkaran dan Tembereng," *Jurnal ELEMENTER*, vol. 8, no. 2, Nov. 2022.
- [8] K. Widiyati, "Pengujian Batasan Selisih [25 Mm] Antara Level Dipping Vs Level Atg Di Spbu Pptr Berdasarkan Api Mpms Dan Tko Pelaksanaan Pemeriksaan Persediaan Product Hydrocarbon," 2020.
- [9] R. S. Arifin, D. Fernandez, M. Martias, W. Purwanto, K. K. Mikrokontroler, and B. Bakar, "Perancangan dan Pengembangan Alat Indikator Bahan Bakar Digital untuk Sepeda Motor Berbasis Mikrokontroler Arduino A Digital Fuel Indicator Tool Design and Development for Motorcycles Based on The Arduino Microcontroller," *Jurnal Teknologi dan Pendidikan Vokasi Indonesia*, vol. 02, no. 01, 2024, doi: 10.24036/jtpvi.v2i1.129.
- [10] M. Saddam, Y. Jurusan, T. Elektro, G. Priyandoko, J. T. Elektro, and S. Setiawidayat, "Prototipe Sistem Monitoring dan Controlling HSD Tank PLTGU Grati Berbasis IoT," *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering*, vol. 4, no. 2, 2022.
- [11] O. Dwi Wicaksono and E. Prayogi, "Perancangan B-Axis pada Mesin Bubut Konvensional untuk Proses Perbaikan Katup Bola (Ball Valve)," *Jurnal Syntax Admiration*, vol. 2, no. 3, pp. 453–464, Mar. 2021, doi: 10.46799/jsa.v2i3.196.
- [12] E. Maulana, D. Mahandika, and A. H. Bahrudin, "Design of refuse derived fuel (RDF) printing machine with a capacity of 50 kg/h," *Teknika: Jurnal Sains dan Teknologi*, vol. 17, no. 1, p. 58, May 2021, doi: 10.36055/tjst.v17i1.10824.
- [13] R. D. Astuti, B. Suhardi, P. W. Laksono, A. W. Rosida, and M. J. Atthariq, "Design of Intervention for Operator in the Inspection Department of PT. XY Using Pahl and Beitz Method," in *Proceedings of the 6th Asia Pacific Conference on Manufacturing Systems and 4th International Manufacturing Engineering Conference*, Surakarta, Sep. 2023, pp. 67–85. doi: 10.1007/978-981-99-1245-2\_7.
- [14] G. Pahl, W. Beitz, J. Feldhusen, and K.-H. Grote, *Engineering Design*, 3rd ed. London: Springer London, 2007. doi: 10.1007/978-1-84628-319-2.
- [15] K. Dhargalkar, K. Shinde, and Y. Arora, "A universal new product development and upgradation framework," *J Innov Entrep*, vol. 5, no. 1, p. 27, Dec. 2016, doi: 10.1186/s13731-016-0055-7.

- [16] P. Kruachottikul, P. Dumrongvute, P. Tea-makorn, S. Kittikowit, and A. Amrapala, "New product development process and case studies for deep-tech academic research to commercialization," *J Innov Entrep*, vol. 12, no. 1, p. 48, Jul. 2023, doi: 10.1186/s13731-023-00311-1.