



INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research

Volume 5 Nomor 3 Tahun 2025 Page 2358-2374

E-ISSN 2807-4238 and P-ISSN 2807-4246

Website: <https://j-innovative.org/index.php/Innovative>

Analisis Efisiensi Penggunaan Automatic Tank Gauge (ATG) di Pertamina Berdasarkan Pendekatan Quality, Cost, Delivery, Safety, dan Morale (QCDSM)

Banyu Sugara Budiman^{1✉}, Dwi Indra Prasetya², Agus Andriansyah³

Universitas Pelita Bangsa

Email: banyu.budiman@gmail.com^{1✉}

Abstrak

Automatic Tank Gauge (ATG) adalah sistem otomatis yang digunakan untuk mengukur level dan memantau stok bahan bakar secara real-time, yang bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi operasional. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efisiensi penggunaan ATG di Pertamina berdasarkan pendekatan *Quality, Cost, Delivery, Safety, dan Morale* (QCDSM). Pendekatan ini digunakan untuk mengevaluasi kinerja sistem ATG dalam aspek kualitas pengukuran, efisiensi biaya, ketepatan waktu pengiriman, keselamatan operasional, serta dampaknya terhadap moral karyawan. Metode penelitian yang digunakan adalah pendekatan kuantitatif dengan pengumpulan data melalui observasi langsung, wawancara, dan studi dokumen terkait. Hasil analisis menunjukkan bahwa penggunaan ATG secara signifikan meningkatkan akurasi inventarisasi stok bahan bakar, mengurangi biaya operasional, dan meningkatkan efisiensi waktu. Selain itu, implementasi ATG juga memberikan dampak positif terhadap keselamatan kerja dan moral karyawan melalui pengurangan risiko *human error* dan beban kerja manual.

Kata Kunci: *ATG, Pertamina, BBM, QCDSM*

Abstract

Automatic Tank Gauge (ATG) is an automatic system used to measure levels and monitor fuel stocks in real-time, which aims to improve operational efficiency and accuracy. This study aims to analyze the efficiency of ATG use in Pertamina based on the Quality, Cost, Delivery, Safety, and Morale (QCDSM) approach. This approach is used to evaluate the performance of the ATG system in terms of measurement quality, cost efficiency, delivery timeliness, operational safety, and its impact on employee morale. The research method used is a quantitative approach with data collection through direct observation, interviews, and related document studies. The results of the analysis show that the use of ATG significantly improves the accuracy of fuel stock inventory, reduces operational costs, and increases time efficiency. In addition, the implementation of ATG also has a positive impact on work safety and employee morale by reducing the risk of human error and manual workload.

Keywords: *ATG, Pertamina, BBM, QCDSM*

PENDAHULUAN

PT Pertamina Patra Niaga (PT PPN) didirikan pada tahun 2004 sebagai perusahaan yang fokus pada bisnis hilir minyak dan gas. Awalnya bernama PT Elnusa Harapan pada tahun 1997, perusahaan ini berubah nama menjadi PT Pertamina Patra Niaga pada tahun 2011 sebagai bagian dari upaya penyesuaian identitas anak perusahaan Pertamina. Nama dan logo baru mencerminkan komitmen PT PPN untuk terus berkembang, memberikan layanan yang unggul dan fleksibel, serta menawarkan harga yang kompetitif kepada mitra bisnisnya.

Menurut Soedaryo (2010), identitas perusahaan yang jelas dan terintegrasi dengan identitas induknya sangat penting untuk mendukung keberhasilan perusahaan dalam jangka panjang. Hal ini mencakup visi dan misi yang selaras dengan strategi besar perusahaan induk. Dalam hal ini, perubahan nama yang dilakukan PT PPN menjadi langkah strategis yang dapat menciptakan konsistensi dalam pesan yang ingin disampaikan kepada pasar dan pemangku kepentingan.

Permasalahan yang ditemukan di lapangan adalah adanya perbedaan hasil pengukuran manual dengan stok aktual. Human error, seperti kesalahan pembacaan, kehilangan data, dan risiko kecelakaan kerja karena kelelahan, juga menjadi kendala. Hal ini berdampak pada keterlambatan pengiriman BBM ke SPBU, yang dapat menurunkan kepuasan pelanggan. Sebagai contoh, Ekawati (2013) menekankan bahwa kesalahan dalam pengelolaan data dan pengukuran yang tidak akurat dapat menyebabkan inefisiensi operasional, yang pada gilirannya berdampak pada kinerja perusahaan secara keseluruhan.

Ketepatan dalam pengukuran sangat diperlukan untuk menghindari kerugian yang diakibatkan oleh kesalahan pengelolaan stok.

Sebagai solusi, Pertamina berinovasi dengan menggunakan Automatic Tank Gauge (ATG) untuk meningkatkan akurasi pengukuran stok BBM di tangki timbun. ATG meminimalkan risiko kesalahan pengukuran, memastikan stok lebih akurat, dan mengurangi risiko kecelakaan kerja. Alat ini memungkinkan pengukuran otomatis yang dapat dipantau langsung dari control room, sehingga operasional menjadi lebih efisien dan aman. Menurut Hadikusuma (2007), penggunaan teknologi canggih dalam operasional, seperti ATG, sangat membantu dalam meningkatkan ketepatan data dan meminimalisir human error, sehingga dapat meningkatkan efisiensi dan produktivitas perusahaan.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan efektivitas metode manual dan Automatic Tank Gauge (ATG) dalam pengukuran level cairan pada tangki timbun dari berbagai aspek. Aspek yang dikaji meliputi tingkat akurasi pengukuran (Quality), biaya operasional jangka pendek dan panjang (Cost), waktu pengukuran (Delivery), potensi risiko keselamatan (Safety), serta dampak terhadap motivasi kerja operator (Morale). Aspek-aspek ini penting untuk memahami dampak dari perubahan teknologi terhadap kinerja operasional dan kesejahteraan tenaga kerja. Dalam hal ini, Djamali (2002) menekankan bahwa teknologi yang diterapkan dalam suatu perusahaan harus mempertimbangkan tidak hanya efisiensi teknis, tetapi juga dampaknya terhadap aspek sosial, seperti keselamatan kerja dan motivasi karyawan.

Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk menentukan metode pengukuran yang paling efisien, aman, dan efektif berdasarkan analisis menyeluruh dari kelima aspek tersebut. Hal ini mengacu pada prinsip-prinsip dalam hukum dan regulasi yang menuntut perusahaan untuk tidak hanya memprioritaskan efisiensi operasional, tetapi juga menjaga keselamatan dan kesejahteraan karyawan, sebagaimana diungkapkan oleh Lumban Tobing (1999), yang berpendapat bahwa kebijakan perusahaan harus mencakup semua aspek yang dapat memengaruhi kinerja dan keselamatan dalam operasional sehari-hari.

Dengan demikian, penelitian ini memberikan kontribusi penting untuk menentukan pilihan teknologi yang paling sesuai dengan kebutuhan operasional perusahaan, baik dari segi akurasi, efisiensi, keselamatan, dan motivasi kerja, yang semuanya berperan dalam meningkatkan kinerja jangka panjang perusahaan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di PT Pertamina Fuel Terminal Cikampek antara Januari hingga Desember 2024 dengan menggunakan metode deskriptif kuantitatif. Tujuan penelitian adalah untuk menganalisis efektivitas penggunaan Automatic Tank Gauge (ATG) dalam pengukuran level cairan di tangki timbun dan membandingkannya dengan metode pengukuran manual. Populasi penelitian mencakup semua ATG yang terpasang di tangki timbun BBM di PT Pertamina Fuel Terminal Cikampek, dengan sampel diambil dari data laporan hasil pengukuran ATG dan pengukuran verifikasi ATG selama tahun 2024.

Teknik pengumpulan data mencakup wawancara, observasi lapangan, dan studi pustaka. Data yang terkumpul kemudian dianalisis menggunakan pendekatan QCDSM (Quality, Cost, Delivery, Safety, Morale) untuk mengevaluasi efektivitas penggunaan ATG. Analisis dilakukan melalui lima langkah utama: pertama, *Quality Analysis* untuk membandingkan akurasi dan konsistensi data antara pengukuran manual dan ATG. Kedua, *Cost Analysis* untuk menilai biaya operasional yang terkait dengan pengukuran manual. Ketiga, *Delivery Analysis* untuk menghitung waktu pengukuran dan risiko keterlambatan pengiriman BBM ke SPBU. Keempat, *Safety Analysis* untuk menilai risiko kecelakaan kerja dalam penggunaan metode manual dan potensi pengurangan risiko dengan ATG. Terakhir, *Morale Analysis* untuk mengukur dampak penggunaan ATG terhadap motivasi kerja operator, kepercayaan diri, dan efisiensi kerja mereka.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Proses Pengambilan Data Secara Kualitas (Quality)

Setelah dilakukan pengukuran di tanki timbun, maka dilakukan pengambilan data untuk keseluruhan tanki produk yang digunakan. Proses pengambilan data ini dilakukan secara acak berdasarkan jenis produk, dan kegiatan yang ada pada tanki tersebut. Hasil dari pengukuran dibandingkan antara pengukuran manual dan pengukuran yang dilakukan dengan menggunakan automatic tank gauge (ATG).

Ada beberapa variable yang diukur pada proses pengukuran tanki ini yaitu pengukuran level cairan, pengukuran suhu produk dan pengukuran density. Seluruh variable yang telah diukur akan dibandingkan hasilnya dengan pengukuran yang dilakukan menggunakan ATG. Jika terjadi selisih melebihi toleransi (± 3 mm) maka akan dilakukan kalibrasi terhadap ATG yang digunakan.

Pengukuran level dilakukan dengan memasukan depth tape beserta displacer kedalam tangki melalui dipping slot. Sebelumnya, meteran depth tape dilapisi pasta minyak dan displacer dilapisi pasta air, depth tape untuk mengukur level minyak sedangkan displacer sebagai pemberat dan pengukur level air. Contoh data pengukuran level tinggi cairan pada tanki timbun yang dilakukan secara manual dan ATG dapat dilihat pada table 1 ini.

Tabel 1. Data Pengukuran Level Tanki

No.	No Tangki	Produk	ATG		Dipping Manual		Selisih
			Level Cairan (mm)	Level Air (mm)	Level Cairan (mm)	Level Air (mm)	Level Cairan (mm)
1	T01	Pertalite	8839 mm	0	8837 mm	0	2 mm
2	T07	Solar	8894 mm	0	8894 mm	0	0 mm
3	T04	Pertamax	1550 mm	0	1550 mm	0	0 mm
4	T03	Pertalite	9126 mm	0	9125 mm	0	1 mm
5	T06	Pertamina Dex	6382 mm	0	6380 mm	0	2 mm
6	T09	Pertamax	6954 mm	0	6955 mm	0	1 mm
7	T04	Pertamax	9173 mm	0	9174 mm	0	1 mm
8	T01	Pertalite	9106 mm	0	9106 mm	0	0 mm
9	T07	Solar	8575 mm	0	8576 mm	0	1 mm
10	T09	Pertamax	6903 mm	0	6906 mm	0	3 mm
11	T03	Pertalite	9319 mm	0	9320 mm	0	1 mm
12	T02	Pertalite	776 mm	0	779 mm	0	3 mm
13	T02	Pertalite	9127 mm	0	9127 mm	0	0 mm
14	T08	Solar	9081 mm	0	9083 mm	0	2 mm
15	T06	Pertamina Dex	7982 mm	0	7982 mm	0	0 mm
16	T11	FAME	1269 mm	0	1266 mm	0	3 mm
17	T08	Solar	4281 mm	0	4281 mm	0	0 mm

Sumber: data diolah, 2024

Setelah dilakukan pengukuran level cairan dan ketinggian air jika ada maka Langkah selanjutnya adalah dilakukan pengukuran suhu dan density pada produk. Untuk pengukuran suhu maka alat yang digunakan adalah thermometer.

Ada beberapa cara pengambilan ukuran suhu dalam tanki sesuai dengan ketinggian minyak yang ada ditanki tersebut, untuk proses pengambilan suhu dapat dilihat pada gambar 1 berikut ini.

TINGGI MINYAK DALAM TANKI	POSISI KEDALAMAN PENGUKURAN	SUHU HASIL PENGUKURAN
LEBIH DARI 5 M	a. 1 M DI BAWAH PERMUKAAN b. DI TENGAH c. 1 M DIATAS DASAR	$\frac{a + b + c}{3}$
ANTARA 3 – 5 M	a. 1 M DI BAWAH PERMUKAAN b. 1 M DIATAS DASAR	$\frac{b + c}{2}$
KURANG DARI 3 M	a. DI TENGAH	a

Gambar 1. Metode Pengukuran Suhu

Untuk pengukuran suhu sebaiknya langsung dilakukan ketika sudah diambil dari dalam tanki untuk menghindari adanya pengaruh suhu dari luar yang mengakibatkan perbedaan suhu yang bisa mempengaruhi hitungan. Contoh data perhitungan suhu tanki untuk tanki yang dilakukan secara acak dapat dilihat pada table 2 berikut ini

Tabel 2. Data Pengukuran Suhu Tanki

No.	No Tangki	Produk	ATG	Dipping Manual
			Temp. (°C)	Temp. (°C)
1	T01	Pertalite	30.08 ⁰ C	30.00 ⁰ C
2	T07	Solar	30.45 ⁰ C	30.00 ⁰ C
3	T04	Pertamax	29.04 ⁰ C	29.00 ⁰ C
4	T03	Pertalite	30.25 ⁰ C	30.00 ⁰ C
5	T06	Pertamina Dex	29.15 ⁰ C	29.00 ⁰ C
6	T09	Pertamax	29.28 ⁰ C	29.00 ⁰ C
7	T04	Pertamax	30.56 ⁰ C	30.50 ⁰ C
8	T01	Pertalite	30.15 ⁰ C	30.00 ⁰ C
9	T07	Solar	30.57 ⁰ C	30.07 ⁰ C
10	T09	Pertamax	29.20 ⁰ C	29.00 ⁰ C
11	T03	Pertalite	29.89 ⁰ C	29.80 ⁰ C
12	T02	Pertalite	29.70 ⁰ C	29.20 ⁰ C
13	T02	Pertalite	30.04 ⁰ C	30.00 ⁰ C
14	T08	Solar	30.45 ⁰ C	30.25 ⁰ C
15	T06	Pertamina Dex	29.36 ⁰ C	29.86 ⁰ C

Sumber: data diolah, 2024

Pengumpulan Data Secara Biaya (Cost)

Data yang diambil terkait biaya adalah resiko biaya yang akan timbul jika terjadi kecelakaan kerja akibat kelelahan dalam melakukan pengukuran. Biaya yang dibahas termasuk biaya secara tidak langsung yang harus ditanggung perusahaan saat terjadi kecelakaan tersebut. Selain biaya yang muncul karena kecelakaan kerja, resiko biaya yang akan muncul saat pengukuran tanki secara manual adalah biaya kerusakan alat ukur, kerusakan pada produk, biaya yang timbul akibat berhentinya operational karena terhambat karena lamanya pengukuran yang dilakukan secara manual. Jika dibandingkan dengan ATG maka biaya tersebut dapat diminimalisasi dengan mudah bahkan risikonya bisa dihilangkan. Untuk biaya pemasangan ATG memang lebih mahal tetapi bisa digunakan untuk jangka panjang sedangkan pengukuran secara manual memang murah tapi tetap harus ada biaya tambahan untuk biaya operator dilapangan.

Pengumpulan Data Secara Pengiriman (Delivery)

Data waktu yang diambil saat penelitian ini adalah data waktu pengerjaan untuk melakukan pengukuran yang dilakukan secara manual dan dibandingkan dengan waktu pengukuran secara ATG. Waktu ini termasuk waktu untuk melakukan pengukuran level cairan, pengukuran suhu dan pengukuran density yang dilakukan sebanyak 3x pengukuran atau sampai didapatkan nilai pengukuran yang identik.

Setelah dilakukan pengujian dilapangan secara langsung maka didapatkan data hasil pengukuran manual membutuhkan waktu +- 45 menit untuk 1 tanki jika jumlah tanki yang ada di FT Cikampek ada 10 tanki maka jika pengukuran ini dilakukan manual jumlah waktu yang dibutuhkan adalah 450 menit. Sedangkan jika pengukuran menggunakan ATG maka waktu yang dibutuhkan adalah realtime dan tidak ada delay untuk pengukuran.

Dengan adanya waktu delay saat dilakukan pengukuran manual maka resiko untuk delay pengiriman ke SPBU juga akan semakin tinggi namun jika pengukuran dilakukan secara ATG maka pengiriman akan bisa lebih cepat sampai ke konsumen sehingga bisa menambah nilai citra kepercayaan konsumen kepada perusahaan.

Data yang diambil akan dibedakan antara pengukuran secara manual dengan yang dilakukan secara ATG. Untuk lebih detail tentang pengumpulan data ini bisa dilihat dari table 3 ini.

Tabel 3. Data Waktu Pengukuran Tanki

Kategori	Pengukuran Manual	Automatic Tank Gauge (ATG)
Waktu Pengukuran	Persiapan alat: 5 menit	Persiapan sistem ATG real time
	Waktu pengukuran: 10 menit	Waktu pengukuran: instan pengukuran
	Pencatatan hasil: 5 menit	<ul style="list-style-type: none"> Pencatatan otomatis oleh sistem ATG
Frekuensi Pengukuran	Tergantung pada jadwal atau jumlah tangki (10 kali/hari)	<ul style="list-style-type: none"> Pemantauan terus-menerus (setiap detik atau menit)
Downtime (Waktu Henti)	Kerusakan alat atau kesalahan manusia: 20 menit	Kegagalan sensor atau sistem: 30 menit
	<ul style="list-style-type: none"> Waktu henti karena kesalahan alat manual 	<ul style="list-style-type: none"> Waktu henti karena masalah perangkat keras
Waktu Tanggapan terhadap Kesalahan	Deteksi dan perbaikan kesalahan manual: 10 menit	Deteksi otomatis & notifikasi: 0,01 menit
	<ul style="list-style-type: none"> Waktu yang dibutuhkan operator untuk memperbaiki kesalahan 	<ul style="list-style-type: none"> Waktu untuk ATG memberi notifikasi & perbaikan otomatis

Sumber: data diolah, 2024

Pengumpulan Data Secara Keamanan (Safety)

Data yang dikumpulkan adalah data resiko kecelakaan kerja yang akan terjadi saat melakukan pengukuran secara manual yang akan dibandingkan dengan resiko yang akan timbul saat dilakukan pengukuran secara ATG. Resiko kecelakaan kerja yang akan terjadi saat melakukan pengukuran manual dikumpulkan dengan metode HAZOP (*Hazard and Operability Study*), metode ini bertujuan untuk dapat mengidentifikasi bahaya yang timbul atau potensial resiko yang akan terjadi saat melakukan suatu kegiatan. Bahaya ini bisa berasal dari faktor orang, faktor alat maupun faktor lingkungan saat melakukan pengukuran. Untuk detail data HAZOP bisa dilihat ditabel 4.

Tabel 4. Pengukuran HAZOP

No	Parameter	Deviasi	Penyebab Potensial	Konsekuensi	Pencegahan / Deteksi	Tindakan Perbaikan
1	Tinggi cairan (level)	Pengukuran salah (over/under)	Stik pengukur rusak, kesalahan operator,	Estimasi volume cairan salah, kerusakan pada	Kalibrasi stik pengukur, pelatihan operator secara berkala	Pemeliharaan rutin alat pengukur, kalibrasi berkala

			pengukuran tidak presisi	pompa atau sistem		
2	Pengukuran level cairan	Akses terbatas	Tangki terlalu penuh, akses ke permukaan cairan terhalang	Tidak bisa mengambil pengukuran, waktu pengukuran terhambat	Memastikan akses mudah ke tangki, pemeriksaan sebelum pengukuran	Pastikan jalur akses tidak terhalang, buat prosedur pengukuran yang aman
3	Pengukuran manual	Kecelakaan fisik (jatuh, tergelincir)	Kondisi tangki licin, area pengukuran tidak aman, alat pengukur berat	Cedera pada operator, kecelakaan fisik	Penyediaan alat pelindung diri (APD), pemeriksaan area kerja	Pastikan pelatihan keselamatan, gunakan pelindung keselamatan dan APD
4	Pengukuran manual	Kontaminasi cairan pada alat ukur	Penggunaan stik pengukur yang tercemar atau terkontaminasi	Penyebaran kontaminan ke lingkungan, kerusakan pada cairan yang ditangani	Pemeriksaan kebersihan alat pengukur	Pastikan alat ukur selalu bersih dan bebas kontaminasi sebelum digunakan
5	Pengukuran manual	Pengukuran terlalu dalam atau tidak sesuai	Penggunaan alat pengukur yang salah, tidak mengikuti prosedur	Kerusakan pada instrumen atau cairan, hasil pengukuran tidak akurat	Pengawasan oleh operator yang berpengalaman	Pelatihan operator untuk menggunakan alat dengan benar
6	Pengukuran manual	Kegagalan komunikasi antar tim	Kesalahan informasi antara operator dan supervisor	Proses operasional terganggu, kesalahan dalam pengolahan data	Sistem komunikasi yang jelas dan alat komunikasi yang handal	Penggunaan sistem komunikasi yang lebih baik, pelatihan koordinasi tim
7	Pengukuran manual	Pencemaran lingkungan (tumpahan)	Stik pengukur atau alat terjatuh ke dalam tangki atau tercemar	Tumpahan bahan kimia atau cairan berbahaya ke lingkungan	Pemasangan penampung tumpahan, periksa area sekitar tangki	Pastikan alat pengukur terpasang dengan aman, sediakan

						wadah penampung
8	Pengukuran manual	Paparan terhadap bahan berbahaya	Operator terpapar cairan berbahaya di dalam tangki	Risiko kesehatan akibat paparan bahan kimia atau gas berbahaya	Penggunaan APD, detektor gas	Pastikan penggunaan masker, sarung tangan, dan pelatihan penggunaan APD

Sumber: data diolah, 2024

Pengumpulan Data Secara Semangat Bekerja (Morale)

Untuk pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan quisioner dan diberikan kepada operator pengukuran yang ada dilapangan, quisioner yang disajikan berupa pertanyaan terhadap kepuasan dalam menggunakan ATG sebagai alat pengukuran dan juga pertanyaan mengenai pengukuran secara manual.

Tabel 5. Quisioner pengukuran manual dan ATG

Uraian Pertanyaan	Op 1	Op2	Op3	Op4	Op5	Op6	Op7	Op8
[Saya merasa terlibat dan diberi tanggung jawab yang jelas dalam pekerjaan saya sebagai operator.]	5	4	5	4	5	5	5	4
[Saya merasa bahwa pengukuran manual memberikan hasil yang cukup akurat dan dapat diandalkan.]	2	2	2	5	3	2	2	3
[Pengukuran manual membutuhkan waktu yang cukup lama dan mempengaruhi efisiensi pekerjaan saya.]	5	5	5	4	4	5	5	4
[Pengukuran manual sering kali menyebabkan kesalahan, yang mempengaruhi hasil dan dapat menyebabkan masalah lebih lanjut.]	4	4	4	5	5	4	5	5
[Pengukuran manual memerlukan usaha fisik yang cukup berat, seperti penggunaan alat yang berat atau bekerja di area yang berbahaya.]	4	4	4	4	4	4	4	4
[Pengukuran dengan ATG lebih akurat dibandingkan dengan metode manual]	5	5	5	5	5	5	5	5
[Pengukuran dengan ATG sangat efisien dan menghemat waktu dibandingkan pengukuran manual]	5	4	5	5	5	4	5	5

[Penggunaan ATG mengurangi keterlibatan saya dalam pengukuran, sehingga saya merasa kurang terlibat dengan pekerjaan]	3	3	3	3	3	3	2	3
[Saya merasa sistem ATG mudah digunakan dan tidak memerlukan pelatihan yang rumit]	5	4	4	5	4	4	5	5
[Saya sering menghadapi masalah teknis (seperti kerusakan alat, kesalahan sensor) saat menggunakan ATG.]	2	2	2	2	2	2	2	2

Sumber: data diolah, 2024

Analisa secara Kualitas (Quality Analysys)

Dari data pengukuran yang telah dilakukan, analisis dapat dilakukan untuk membandingkan hasil pengukuran antara metode manual dan Automatic Tank Gauge (ATG). Analisis ini fokus pada dua aspek utama, yaitu akurasi dan konsistensi pengukuran.

Akurasi pengukuran mengukur sejauh mana hasil pengukuran mendekati nilai yang sebenarnya. Pengukuran dilakukan dengan dua metode, yaitu ATG dan Dipping Manual. Selisih antara kedua metode ini menunjukkan akurasi masing-masing.

Dari data yang didapat, sebagian besar selisih antara pengukuran ATG dan Dipping Manual berada dalam rentang 0 mm hingga 3 mm, yang menunjukkan tingkat akurasi yang sangat baik. Beberapa contoh pengukuran dengan selisih 0 mm (hasil yang identik) antara ATG dan Dipping Manual adalah:

- T07 (Solar) = 8894 mm (ATG) vs 8894 mm (Manual)
- T13 (Pertalite) = 9127 mm (ATG) vs 9127 mm (Manual)

Beberapa tangki lainnya juga menunjukkan selisih yang sangat kecil, yaitu antara 1 mm hingga 3 mm, yang masih dalam batas toleransi yang dapat diterima. Selisih kecil ini menunjukkan bahwa kedua metode pengukuran menghasilkan hasil yang hampir identik dan dapat diandalkan.

Konsistensi pengukuran mengukur sejauh mana pengukuran yang dilakukan dengan metode yang sama menghasilkan hasil yang serupa setiap kali. Data menunjukkan bahwa pengukuran dengan ATG sangat konsisten, dengan sedikit variasi, karena tidak dipengaruhi oleh faktor manusia. Beberapa tangki yang menunjukkan selisih 0 mm antara ATG dan Dipping Manual, seperti T07, T13, dan T08, mengindikasikan bahwa kedua metode memberikan hasil yang sangat konsisten.

Meskipun pengukuran manual menunjukkan konsistensi yang baik dengan selisih kecil, tetap ada potensi variasi kecil karena faktor manusia, seperti kesalahan operator. Sebaliknya, ATG memberikan konsistensi yang lebih tinggi karena sifatnya yang otomatis.

Secara keseluruhan, meskipun pengukuran manual memiliki konsistensi yang baik, ATG memberikan hasil yang lebih akurat dan konsisten, mengurangi potensi kesalahan yang disebabkan oleh faktor manusia.

Analisa secara Cost (Cost Analysys)

Penelitian ini menganalisis biaya pengukuran baik secara manual maupun dengan menggunakan Automatic Tank Gauge (ATG) dalam beberapa aspek: investasi awal, biaya operasional, biaya pemeliharaan, dan biaya kesalahan pengukuran.

1. Biaya Investasi Awal

- Pengukuran Manual: Alat pengukur manual seperti stik pengukur memiliki biaya pembelian yang rendah dan tidak memerlukan instalasi khusus. Pelatihan untuk operator juga tidak mahal.
- 2. ATG: Biaya investasi untuk ATG lebih tinggi karena memerlukan perangkat canggih seperti sensor radar dan perangkat lunak.

3. Biaya Operasional

- Pengukuran Manual: Memerlukan biaya tenaga kerja untuk operator yang melakukan pengukuran secara berkala. Pengukuran manual memakan waktu lebih lama, yang dapat menurunkan efisiensi operasional.
- ATG: Menggunakan daya listrik untuk beroperasi dan membutuhkan pemeliharaan perangkat lunak serta pengawasan teknis untuk memastikan pengukuran yang akurat.

Meskipun ATG mengurangi biaya tenaga kerja, pengukuran manual membutuhkan lebih banyak waktu dan keterlibatan manusia, yang meningkatkan biaya operasional.

4. Biaya Pemeliharaan

- Pengukuran Manual: Pemeliharaan alat manual relatif murah dan hanya memerlukan kalibrasi sesekali.
- ATG: Pemeliharaan ATG lebih mahal dan melibatkan kalibrasi sensor, penggantian komponen, dan pembaruan perangkat lunak yang memerlukan biaya teknisi profesional.

Pemeliharaan manual lebih murah, namun ATG menawarkan keakuratan dan konsistensi yang lebih baik, mengurangi kebutuhan akan perbaikan operasional.

5. Biaya Kesalahan Pengukuran

- Pengukuran Manual: Pengukuran manual berisiko kesalahan manusia, seperti overfill atau underfill, yang dapat menyebabkan kerugian produk, downtime, atau

pelanggaran regulasi. Koreksi kesalahan juga memerlukan waktu tambahan dan biaya.

- ATG: ATG lebih akurat dan mengurangi kemungkinan kesalahan manusia. Sistem ini memiliki peringatan dini untuk mendeteksi masalah, yang memungkinkan koreksi lebih cepat dan mengurangi biaya kesalahan.

Meskipun ATG lebih mahal untuk investasi awal dan pemeliharaan, sistem ini lebih andal dan mengurangi biaya yang ditimbulkan oleh kesalahan pengukuran.

Secara keseluruhan, meskipun pengukuran manual lebih murah di awal, ATG menawarkan keuntungan jangka panjang dengan mengurangi biaya operasional, pemeliharaan, dan kesalahan pengukuran.

Analisa secara Waktu (Delivery Analysys)

Dalam sistem pengukuran, waktu yang dibutuhkan dan frekuensi pengukuran berpengaruh besar pada efisiensi dan kecepatan hasil yang didapatkan. Semakin cepat hasil pengukuran keluar, semakin cepat proses perhitungan dan distribusi produk ke konsumen.

1. Frekuensi Pengukuran

- Pengukuran Manual: Pengukuran manual memakan waktu sekitar 20 menit untuk setiap siklus. Dengan waktu yang lama, hanya sekitar 10 kali pengukuran dapat dilakukan dalam sehari. Hal ini membuat pemantauan level cairan menjadi kurang fleksibel dan lebih lambat. Jika terjadi perubahan level cairan di antara pengukuran manual, bisa ada kesalahan dalam pemantauan.
- ATG: Sistem ATG dapat melakukan pemantauan real-time, yaitu mengukur level cairan setiap detik atau menit. Ini memungkinkan pemantauan yang lebih sering dan lebih tepat waktu, serta mengurangi kesalahan yang bisa terjadi antara pengukuran manual.

ATG jauh lebih unggul dalam hal frekuensi pengukuran karena dapat melakukan pemantauan secara terus-menerus dan lebih sering. Pengukuran manual lebih terbatas karena waktu yang diperlukan untuk setiap siklus.

2. Kecepatan Pengukuran

- Pengukuran Manual: Memerlukan waktu yang lebih lama karena melibatkan banyak langkah manual, mulai dari persiapan alat, pengukuran, hingga pencatatan hasil. Kecepatan pengukuran menjadi lambat dan bisa mengurangi efisiensi operasional.

- ATG: Sistem ATG lebih cepat karena dilakukan secara otomatis dan data dapat diperoleh hampir seketika. Kecepatan pengukuran yang tinggi memungkinkan keputusan lebih cepat diambil untuk pengelolaan level cairan.

Kecepatan pengukuran dengan ATG jauh lebih tinggi karena pengukuran dilakukan otomatis dan data tersedia lebih cepat.

Analisa Secara Keselamatan Kerja (Safety Analysis)

Berdasarkan hasil HAZOP untuk pengukuran manual di tangki timbun, beberapa potensi bahaya telah diidentifikasi beserta dampaknya dan tindakan mitigasi yang diusulkan. Salah satu masalah utama yang dapat terjadi adalah kesalahan pengukuran yang disebabkan oleh kerusakan alat ukur, kesalahan operator, atau pengukuran yang tidak presisi. Hal ini dapat menyebabkan estimasi volume cairan yang salah, yang berdampak pada kesalahan dalam pengelolaan stok, pengisian atau pengosongan tangki yang tidak efisien, bahkan kerusakan pada pompa. Untuk mencegah hal ini, penting dilakukan kalibrasi rutin pada alat ukur, pelatihan bagi operator, dan pemeliharaan alat secara berkala. Tindakan ini akan membantu mengurangi risiko kesalahan pengukuran. Selain itu, masalah akses terbatas yang disebabkan oleh halangan atau hambatan menuju tangki timbun juga dapat mengganggu pengukuran, yang dapat menyebabkan keterlambatan operasional. Pencegahannya melibatkan memastikan akses yang bebas hambatan, yang memerlukan prosedur operasional yang baik serta kesadaran operator.

Kecelakaan fisik juga menjadi perhatian penting, terutama jika lingkungan kerja licin atau operator tidak menggunakan alat pelindung diri (APD) dengan benar. Kecelakaan ini dapat menghambat operasional pengukuran, dan untuk menghindarinya, penyediaan APD, pelatihan keselamatan, serta menjaga lingkungan kerja tetap aman dan tidak licin sangat diperlukan. Masalah lain yang dapat terjadi adalah kontaminasi cairan pada alat ukur, yang dapat disebabkan oleh penggunaan alat yang tidak bersih. Hal ini berisiko mencemari cairan yang sedang diukur, bahkan dapat mencemari lingkungan atau produk. Pencegahan dilakukan dengan memeriksa dan membersihkan alat ukur sebelum digunakan, yang memerlukan disiplin ketat dalam prosesnya. Selain itu, pengukuran yang terlalu dalam atau tidak sesuai dengan prosedur yang benar dapat merusak alat ukur dan menghasilkan pengukuran yang tidak akurat, yang akan mempengaruhi pengelolaan tangki dan bahan. Penggunaan alat ukur yang tepat dan pelatihan operator yang baik menjadi langkah utama untuk mencegah deviasi ini.

Kegagalan komunikasi antar tim, seperti kesalahan komunikasi antara operator dan supervisor, juga dapat menyebabkan pengelolaan atau pengambilan keputusan yang salah, mengganggu operasional. Untuk meminimalkan masalah ini, sistem komunikasi yang jelas dan alat komunikasi yang dapat diandalkan harus diterapkan. Potensi pencemaran lingkungan akibat tumpahan, yang dapat disebabkan oleh alat ukur yang terjatuh atau terkontaminasi, juga menjadi risiko, terutama jika bahan yang diukur berbahaya. Pencegahan tumpahan sangat penting, dengan menyediakan penampung tumpahan dan prosedur penanganan yang tepat. Keberhasilan mitigasi ini sangat bergantung pada kesiapan operator untuk merespons segera. Terakhir, paparan terhadap bahan berbahaya, baik cairan atau gas, yang dapat mengancam kesehatan operator, adalah risiko utama. Pencegahannya melibatkan penggunaan APD, pelatihan keselamatan, serta pemasangan sistem deteksi gas untuk bahan kimia atau gas berbahaya yang mungkin terdeteksi di area pengukuran.

Secara keseluruhan, penerapan tindakan mitigasi yang diusulkan cukup efektif dalam mengurangi risiko yang terkait dengan pengukuran manual di tangki timbun. Namun, keberhasilannya sangat bergantung pada penerapan disiplin yang ketat, pengawasan yang teratur, dan prosedur operasional yang jelas untuk memastikan keselamatan dan efisiensi operasional.

Analisa secara Motivasi Kerja (Morale Analysys)

Dalam konteks QCDSM (Quality, Cost, Delivery, Safety, Morale), bagian *Morale* merujuk pada kepuasan, motivasi, dan keterlibatan operator dalam pekerjaan mereka. Berdasarkan hasil kuisioner, tingkat keterlibatan operator sangat tinggi, di mana mereka merasa dihargai dan diberdayakan, yang berkontribusi pada motivasi mereka. Namun, pengukuran manual dianggap tidak akurat oleh banyak operator, yang menurunkan rasa percaya diri dan moral mereka. Pengukuran manual yang memakan waktu dan sering kali salah juga menambah ketidakpastian, menyebabkan stres fisik, dan mengurangi kepuasan kerja.

Sebaliknya, penggunaan sistem otomatis seperti Automatic Tank Gauge (ATG) meningkatkan moral operator karena pengukuran yang lebih akurat dan dapat diandalkan, mengurangi ketidakpastian dan stres fisik. ATG juga meningkatkan efisiensi, mengurangi waktu pengukuran, dan membuat pekerjaan terasa lebih ringan, meskipun keterlibatan langsung operator berkurang. Kemudahan penggunaan ATG dan minimnya masalah teknis juga berkontribusi pada kepuasan dan motivasi mereka. Secara keseluruhan, penggunaan

ATG lebih meningkatkan moral dibandingkan dengan pengukuran manual yang memiliki kelemahan dalam akurasi, waktu, dan kesalahan.

SIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa Automatic Tank Gauge (ATG) lebih unggul dibandingkan pengukuran manual dalam aspek akurasi, biaya operasional, kecepatan, keselamatan, dan moral operator berdasarkan pendekatan QCDSM. Meskipun investasi awal ATG tinggi, sistem ini memberikan hasil pengukuran yang lebih akurat, cepat, dan konsisten dengan biaya pemeliharaan lebih rendah. ATG juga meningkatkan keselamatan kerja dan motivasi operator melalui otomatisasi, mengurangi risiko kecelakaan dan beban kerja manual. Secara keseluruhan, ATG lebih efektif dan efisien untuk mendukung operasional Pertamina, terutama dalam pemantauan stok bahan bakar secara real-time.

DAFTAR PUSTAKA

- Afiasi. (n.d.). Analisis manajemen risiko dengan metode AS/NZS 4360:2004 pada tangki timbun minyak di Riau. *Afiasi: Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 7(1), 218–226.
- Cantika, N. A., Fathimahhayati, L. D., & Pawitra, T. A. (2022). Penilaian risiko K3 pada pengaliran BBM ke tangki timbun dengan menggunakan metode HAZOP dan FTA. *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, 8(1), 67–74. <https://doi.org/10.30656/intech.v8i1.4640>
- Heriyanto, A. (2013). Automatic tank gauging (ATG). *Jurnal ESDM*, 5(1), 56–63.
- Hidayah, A., Wasito, R., Universitas Internasional, & Semen Indonesia. (n.d.). Flow supply chain. *Flow Supply Chain*.
- Iballe, T. F., & Institut Teknologi Sepuluh Nopember. (2019). Studi instalasi dan performansi automatic tank gauge smartradar pages. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.25600.17924>
- Institute of Petroleum, Royal Dutch, & American Petroleum Institute. (2019). Fasilitas penimbunan.
- Kurniawan, I., Ernawati, E., & Salamah, N. A. (2023). Analisis perbaikan defect run out pada product ban sepeda dengan QCC method di PT. H.AI. *Jurnal Tekno Insentif*, 17(2), 138–149. <https://doi.org/10.36787/jti.v17i2.1140>
- Pirdaus, A. F. S., Pirdaus, & Departemen Teknik Sistem Perkapalan FT-UH. (2021). Desain sistem monitoring volume cairan tangki menggunakan Scilab. In R. Rahimuddin & H. Hasan (Eds.), *Sarjana Teknik*.

- Pradani, M. V. W., Handayani, N. U., & Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro. (2021). Analisis proses pengukuran level ketinggian BBM tangki timbun dengan metode DMAIC: Studi kasus fuel terminal BBM Tanjung Gerem, PT Pertamina MOR III. Journal-article.
- Prototipe sistem monitoring level cairan BBM pada tangki pendam SPBU menggunakan Internet of Things (IoT). (2024). Jurnal Teknik Elektro dan Komputer TRIAC. <https://journal.trunojoyo.ac.id/triac>
- PT Pertamina Patra Niaga. (n.d.). Annual report 2023 of PT Pertamina Patra Niaga.
- Putra, A. (n.d.). Pengukuran & perhitungan isi minyak. Pengukuran & Perhitungan Isi Minyak.
- Stani, A. H., Ariani, C. D., Supriyadi, N. D., & Gazian, N. M. I. (2023). Implementation of the QCDMSE strategy in the community empowerment program to utilize the Sulawesi Masked Owls as a natural predator for rodents. *Prospect Jurnal Pemberdayaan Masyarakat*, 2(2), 94–103. <https://doi.org/10.55381/jpm.v2i2.107>
- Sulistyo, H., Akbar, F. F., & Program Studi Metrologi dan Instrumentasi, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Bandung. (2014). Prototipe automatic tank gauging optik untuk pengukuran level fluida statik. *J.Oto.Ktrl.Inst (J.Auto.Ctrl.Inst)*, 6(2), 121–123.