

Evaluasi Volume Operasi Horizontal Storage Tank melalui Metode *Reverse Engineering*

Ratu Mutia Fajarani¹, Yanto^{2*}

¹Program Studi Program Profesi Insinyur, Fakultas Biosains, Teknologi, dan Inovasi, Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya, Jalan Jenderal Sudirman 51, Jakarta 12930

²Prodi Teknik Industri, Fakultas Biosains, Teknologi, dan Inovasi, Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya Jakarta, Jalan Raya Cisauk-Lapan No.10, Sampora, Cisauk, Tangerang, Banten 15345

Article Info	Abstract
<i>Article history:</i> Received 17 July 2025 Accepted 20 May 2026 <i>Keywords:</i> Horizontal Storage Tank, Wall Thickness, Tank Capacity, Liquid Level	<i>Horizontal Storage Tank is a solar storage facility operating at PT X. Due to the aging of the equipment and the limited availability of original design data, reverse engineering was required to recover design parameters and evaluate the tank's operational feasibility. This study aimed to determine the tank's geometry, materials, and pressure capacity based on actual field conditions and achievable volume. The methods used included visual verification, operational and environmental data collection, and mechanical analysis using PV Elite software in accordance with ASME Section VIII Division 1 and related standards. The analysis was conducted under various load combinations, including internal pressure, wind load, earthquake load, and hydrostatic conditions, to determine the minimum thickness and Maximum Allowable Working Pressure (MAWP). The results indicated that Horizontal Storage Tank 946-F-132 still meets engineering requirements and is considered operationally feasible at a design pressure of 7.03 kg/cm², with the lowest calculated MAWP of 18.11 kg/cm². The resulting liquid volume from this tank is 16,158.1 liters.</i>

Info Artikel	Abstrak
<i>Histori Artikel:</i> Diserahkan: 17 Juli 2025 Diterima: 20 Mei 2026 <i>Kata Kunci:</i> Tangki Penyimpanan Horizontal, Ketebalan Dinding, Kapasitas Tangki, Level Cairan	Horizontal Storage Tank merupakan fasilitas penyimpanan Solar yang beroperasi di PT X. Seiring dengan usia peralatan dan keterbatasan ketersediaan data desain asli, diperlukan kegiatan <i>reverse engineering</i> untuk memperoleh kembali parameter desain serta mengevaluasi kelayakan operasi tangki. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan geometri, material, serta kemampuan tekan tangki berdasarkan kondisi aktual di lapangan serta volume yang dapat dicapai. Metode yang digunakan meliputi verifikasi visual, pengumpulan data operasional dan lingkungan, serta analisis mekanik menggunakan perangkat lunak PV Elite mengacu pada ASME Section VIII Division 1 dan standar terkait. Analisis dilakukan terhadap berbagai kombinasi pembebanan, termasuk tekanan internal, beban angin, beban gempa, dan kondisi hidrostatik, guna menentukan ketebalan minimum dan <i>Maximum Allowable Working Pressure</i> (MAWP). Hasil menunjukkan bahwa Horizontal Storage Tank 946-F-132 masih memenuhi persyaratan keteknikan dan dinyatakan layak beroperasi pada tekanan desain sebesar 7,03 kg/cm ² , dengan nilai MAWP terendah hasil perhitungan sebesar 18,11 kg/cm ² . hasil volume cairan dari tangki ini sebesar 16158.1 Liter.

*Corresponding author. Yanto
Email address: yanto@atmajaya.ac.id

1. PENDAHULUAN DAN DASAR TEORI

Storage tank merupakan salah satu peralatan penting dalam industri minyak dan gas yang berfungsi sebagai sarana penyimpanan fluida sebelum didistribusikan atau diproses lebih lanjut. Keandalan dan keselamatan operasi *storage tank* harus selalu terjaga mengingat potensi risiko yang dapat ditimbulkan, seperti kebocoran, kegagalan struktur, maupun kecelakaan kerja. Oleh karena itu, setiap *storage tank* wajib memenuhi persyaratan desain, konstruksi, dan operasi sesuai dengan standar dan kode keteknikan yang berlaku.

Seiring bertambahnya usia peralatan, sering dijumpai kondisi dimana data desain asli *storage tank* tidak tersedia secara lengkap atau telah mengalami perubahan akibat modifikasi dan proses degradasi material selama masa operasi. Kondisi ini menyulitkan proses evaluasi teknis, inspeksi lanjutan, serta perencanaan perawatan atau penggantian peralatan. Salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah metode *reverse engineering*, yaitu proses memperoleh kembali data desain dan karakteristik teknis peralatan berdasarkan kondisi aktual di lapangan. *Reverse engineering* (RE) semakin diakui sebagai metodologi penting untuk merekonstruksi komponen mekanik, khususnya di sektor-sektor bernilai tinggi seperti kedirgantaraan, transportasi, dan energi, di mana dokumentasi teknis seringkali hilang atau sudah usang (Debnath *et al.*, 2025). Metode *reverse engineering* selalu berkaitan dengan pembuatan ulang (*re-fabricate*) dari suatu part atau komponen menggunakan metode CAD/CAM (Rozie *et al.*, 2021). Metode ini sudah diterapkan di berbagai bidang, misalnya konstruksi ulang reaktor biogas (Sukirman, 2014), komponen pada sistem conveyor belt (Febriyanto dan Cahyati, 2025), penggantian preheater Fan 4J1P05 di pabrik (Fadel *et al.*, 2025), perancangan mesin 3D Printer (Daywin *et al.*, 2019), dan di banyak bidang lainnya.

Horizontal Storage Tank merupakan fasilitas penyimpanan Solar milik PT X yang telah beroperasi sejak tahun 1975. Mengingat usia operasi yang relatif lama serta keterbatasan data teknis awal, diperlukan kajian *reverse engineering* untuk mengembalikan informasi data teknis awal serta di kaji ulang kapasitas tangki sesuai dengan ketebalan material sekarang ini. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan *reverse engineering* pada Horizontal Storage Tank dengan mengacu pada ASME Section VIII Division 1 (ASME, 2019) dan standar pendukung lainnya. Analisis dilakukan melalui verifikasi data geometrik dan hardness test untuk pendekatan pemilihan material, evaluasi parameter operasi, serta perhitungan mekanik menggunakan perangkat lunak PV Elite. Hasil kajian ini diharapkan dapat memberikan gambaran tangki, menentukan nilai *Maximum Allowable Working Pressure* (MAWP), menentukan kapasitas fluida yang ingin di isi, serta menjadi acuan teknis bagi kegiatan operasi, inspeksi, dan perencanaan perawatan *storage tank* di masa mendatang.

2. METODE PELAKSANAAN

Metode pelaksanaan pada studi kasus ini menggunakan metode observasi langsung, dan telaah dokumen. Mekanisme juga mengacu pada Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) No. 32 tentang Mekanisme Rekayasa Terbalik (*Reverse Engineering*) Pada Kegiatan Usaha Minyak dan Gas Bumi (Kementerian ESDM Republik Indonesia, 2024). Tahapan penelitian meliputi: 1) Identifikasi masalah Horizontal Storage Tank pada tangki PT X, 2) Pengumpulan data Geometri tangki, 3) Menentukan jenis material dengan pendekatan melalui Hardness test, 4) UT thickness (Ultrasonic Thickness) untuk mendapatkan ketebalan dinding tangki aktual 5) Analisis data menggunakan PV Elite 6) menghitung kapasitas/volume tangki menggunakan Microsoft excel yang telah di buat rumusnya 7) penggambaran ulang (*Re-Design*) sesuai hasil data yang di dapatkan 8)

Menyajikan data hasil sesuai standar ASME VIII div 2 serta pembahasan untuk menarik kesimpulan.

Perhitungan geometri dari Horizontal storage tank didapat dari rumus berikut

$$D = \frac{k}{\pi} \quad (1)$$

dimana D merupakan diameter, k adalah keliling, dan π adalah tetapan (3,14).

Volume cairan di dalam tangki horizontal diperoleh dengan mengalikan luas penampang cairan dengan Panjang efektif silinder tanki. Perhitungan volume dilakukan secara bertahap pada setiap kenaikan tinggi cairan sebesar 1mm. Dan untuk volumenya di dapatkan dengan perhitungan:

$$V = \pi \times \left(\frac{r}{2}\right)^2 \times L \quad (2)$$

dimana V Volume cairan (m³), π adalah tetapan (3,14), L adalah panjang efektif silinder (m), dan r adalah jari-jari silinder (m).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari evaluasi dari Storage tank ini didapatkan informasi bahwa tangki ini tidak mempunyai data sheet dan ketebalan aktualnya. Tabel 1 menyajikan data desain yang digunakan pada *horizontal storage tank* berdasarkan *visual verification*, *standar code* dan *operational data*. Sementara itu, hasil geometri horizontal storage tank berdasarkan data lapangan disajikan pada Gambar 1 dan Gambar 2. Sementara itu, *modeling* dan analisis *horizontal storage tank* dilakukan dengan menggunakan bantuan *software* PV Elite versi 2020 dengan code ASME Section VIII Div 1 (hasilnya pada Gambar 3). Dalam analisis ini *horizontal storage tank* dimodelkan sesuai dengan data-data yang terima.

Tabel 1.

Data desain yang digunakan

Description		Remarks
Name of Equipment		Operation Fuel Tank
Tag No. / Serial No.		946-F-132 / 1584
Type		Horizontal Storage Tank
Nominal Outside Diameter (OD)	(mm)	2438.38
	(inch)	95.99
	(mm)	4800.00
Vessel Length (S/S)	(inch)	188.97
Actual Thickness Min (mm)	Shell	16.98
	Head	15.53
	Shell	SA 516 Gr.70
Material	Head	SA 516 Gr.70
Year Built / Year Used		1975
Corrosion Allowance (mm)		3.00
Joint Efficiency		0.70
Radiography		None
Codes		ASME Section VIII Div.1 Latest Edition
Design Pressure	kg/cm ²	7.03
	Psi	100.00
	°C	150.00
Design Temperature	°F	302.00

1. *Point 0°*:**Table 1. Point 0°**

Parameter Tangki	Nilai	Satuan
Keliling	7660.40	mm
Diameter (D)	2438.38	mm
ID	2403.09	mm
tchk avg 0°	17.64	mm
Jari - Jari	1201.55	mm
Panjang (L)	500.00	cm
	5000.00	mm

Gambar 1.

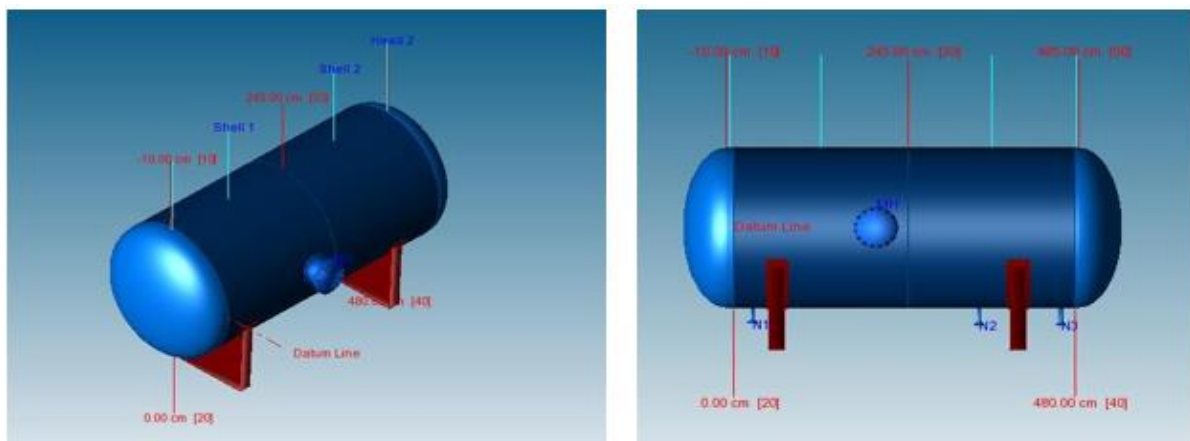
Geometri tanki berdasarkan data lapangan untuk Point 0⁰ dan Point 180⁰.

2. *Point 180°*:**Table 2. Point 180°**

Parameter Tangki	Nilai	Satuan
Keliling	7660.40	mm
Diameter (D)	2438.38	mm
ID	2403.46	mm
tchk avg 0°	17.46	mm
Jari - Jari	1201.73	mm
Panjang (L)	500.00	cm
	5000.00	mm

Gambar 2.

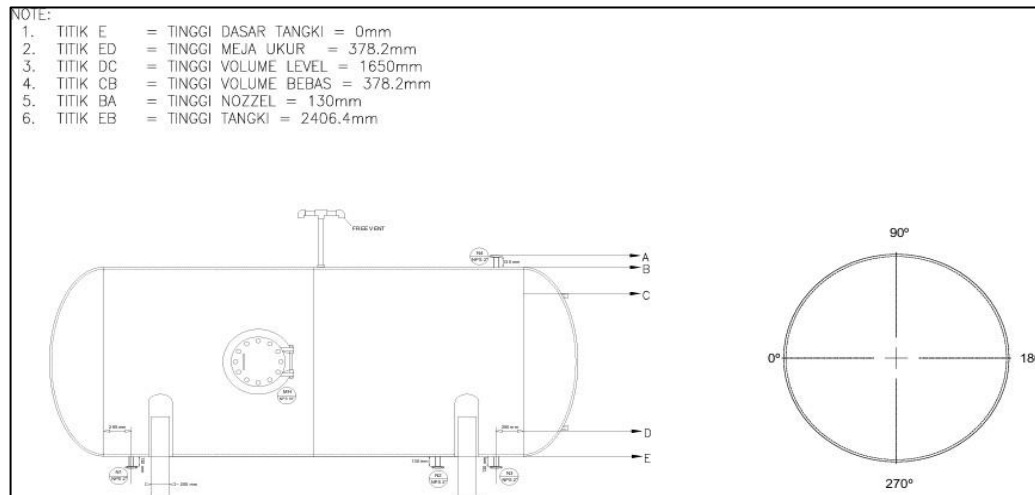
Geometri tanki berdasarkan data lapangan untuk Point 180⁰.

**Gambar 3.**

Modelling dan analisis horizontal storage tank menggunakan software

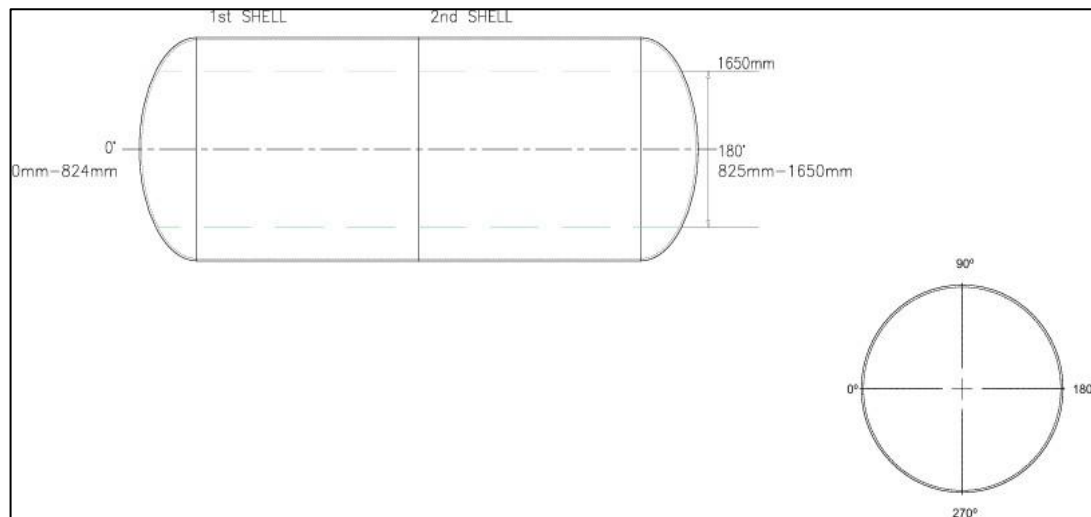
Kapasitas volume per 1mm bisa kita sebut juga tabel volume tangki, yang fungsi datanya menunjukkan kenaikan dari cairan per ketinggian yang ditentukan yaitu 1mm. Penentuan volume standar berfungsi untuk mengkonversi volume minyak pada tangki ke

dalam bentuk volume standar ASME. Volume standar juga digunakan untuk memastikan pendistribusian minyak bumi telah sesuai dan mengurangi resiko kerugian akibat pengadaan material. Tersaji data pada Gambar 4 untuk kasus *horizontal storage tank* ini level cairan dari point D ke C yaitu setinggi 1650mm. Karena *level indicator* yang terpasang pada *storage tank* ini adalah 1650mm dan hasil nya untuk tangki ini volume di ketinggian 1650mm sebesar 16158.1 L. Untuk penyajian data volumenya, disajikan pada Gambar 5.



Gambar.4

Data untuk kasus horizontal storage tank



Gambar 5.

Penyajian data volume

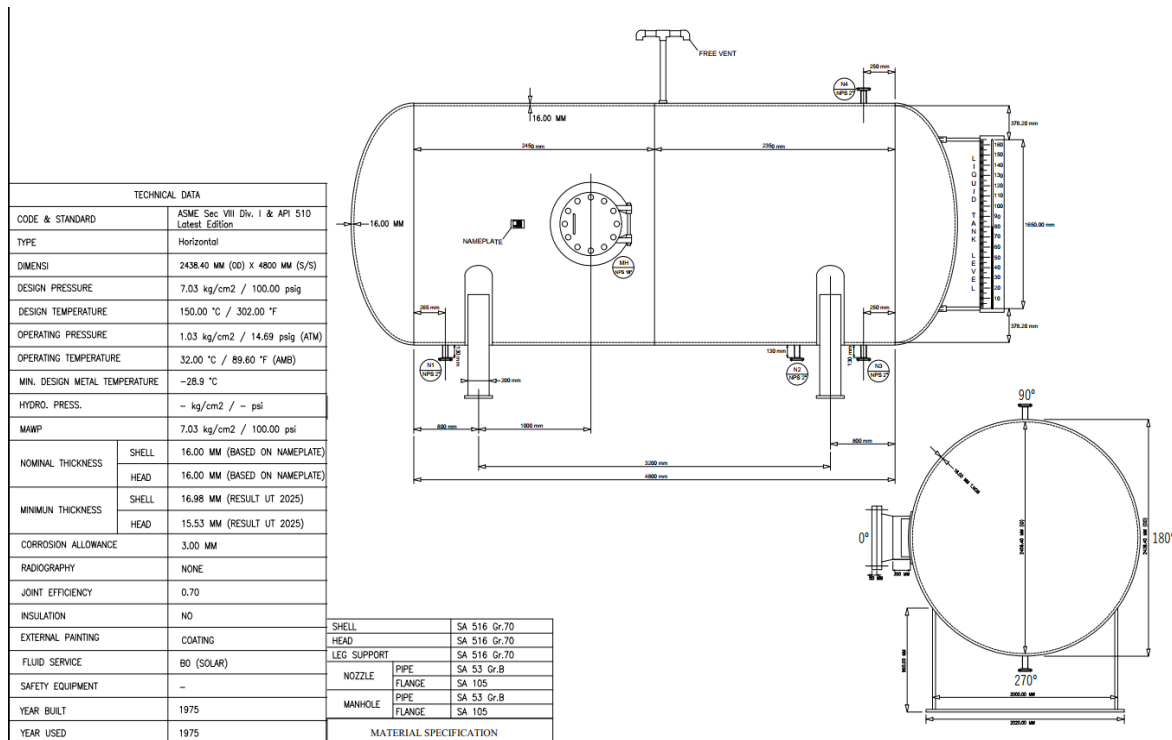
Berdasarkan *modeling* dari *software PV Elite* menunjukkan bahwa *Horizontal storage tank* ini layak beroperasi pada *design pressure* 7.03 kg/cm^2 dan *MAWP Calculation* terendah 18.11 kg/cm^2 . Hasil *MAWP* dan *thickness required* tersaji dalam Tabel 2. Dalam penggunaan data ketebalan aktual untuk perhitungan diameter dan volume *storage tank* didapatkan *datasheet* dan *general arrangement tank* sebagaimana disajikan pada Tabel 3.

Tabel 2.MAWP dan *thickness required*

	<i>Design Pressure</i>	<i>MAWP Calculation</i>	<i>Element Diameter</i>	<i>Actual Thickness</i>	<i>Required Thickness</i>	<i>Selected MAWP</i>
Komponen	kg/cm ²	kg/cm ²	mm	mm	mm	kg/cm ²
Head 1	7.03	18.11	2438.40	15.53	6.06	7.03
Shell 1	7.03	19.69	2438.40	16.98	6.08	
Shell 2	7.03	19.94	2438.40	17.20	6.08	
Head 2	7.03	18.44	2438.40	15.81	6.06	

Tabel 3.*datasheet* yang digunakan

General Data	
Item	: Storage Tank
Technical Data	
Code & Standard	: ASME Sec VIII Div. I Latest Edition;
Type	: Horizontal Storage tank
Dimensi	: 2438.38 mm (OD) x 4800 mm (S/S)
Function	: Operational Fuel Tank
Capacity from liquid level (0-1650mm)	: 16158.1 Liter
Design Pressure	: 7.03 kg/cm ² / 100 psig
Design Temperature	: 150°C / 302°F
Min. Design Metal Temperature	: 28.9°C / 84.02°F
MAWP	: 7.03 kg/cm ²
Minimum Thickness	
- Shell	: 16.98 mm
- Head	: 15.53 mm
Material	
- Shell	: SA 516 Gr. 70
- Head	: SA 516 Gr. 70
Corrosion Allowance	: 3 mm
Joint Efficiency	: 0.70
Insulation	: No
External Painting	: Coating
Fluid Service	: Solar B0
Safety Equipment	: Venting
Year Built / Year Used	: 1975

**Gambar.6***General arrangement tank*

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan *modeling* dari *software PV Elite* menunjukkan bahwa *Horizontal storage tank* ini layak beroperasi pada *design pressure* 7.03 kg/cm^2 dan *MAWP Calculation* terendah 18.11 kg/cm^2 . Dalam perancangan pembangunan *storage tank* disarankan tetap mengacu pada ASME VIII dan mekanisme kementerian ESDM guna menjamin keselamatan peralatan maupun instalasinya. Dalam penelitian ini, perhitungan mewakili dari segi volume utama tangki belum termasuk ke manhole dan nozzle yang harusnya menjadi bahan pertimbangan untuk di hitung juga volume cairannya. Pengujian volume operasi selanjutnya ada baiknya dilanjutkan kembali untuk disambung ke peralatan instalasi selanjutnya.

5. DAFTAR PUSTAKA

1. ASME. (2019). *ASME VIII Div 1: Rules for Construction of Pressure Vessel*. New York: American Society of Mechanical Engineers.
2. Debnath B., Pourfarash, Z, Ghorpade, B., & Rama, S. (2025). Integrating Reverse Engineering for Digital Model Reconstruction and Remanufacturing of Mechanical Components: A Systematic Review. *Metrology*, 5(4), 1-35.
3. Daywin, F. J., Utama, D. W., Kosasih, W., Wiliam, K. (2019). Perancangan MEsin 3D Printer dengan Metode Revers Engineering (Studi Kasus di Laboratorium Mekatronika dan Robotics Universitas Tarumanagara). *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 7(2), 79-89.
4. Febriyanto, & Cahyati, S. (2025). *Reverse Engineering* dan Evaluasi Desain pada Komponen V-Plow Conveyor Belt Jenis Bulk Material Handling menggunakan Metode Elemen Hingga. *TURBO*, 14(2), 717-725.
5. Fadel, M., Sutanto, H., & Yanto (2025). Penerapan Metode Reverse Engineering untuk Penggantian Preheater Fan 4J1P05 di Pabrik Indarung IV PT Semen Padang. *Jurnal Praktik Keinsinyuran*, 2(2), 148-160.

6. Kementerian ESDM Republik Indonesia. (2024). Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) No. 32 tentang Mekanisme Rekayasa Terbalik (*Reverse Engineering*) Pada Kegiatan Usaha Minyak dan Gas Bumi.
7. Rozie, A., F., Nofirman, Adnyana, D. N. (2021). Aplikasi metode reverse engineering dalam menentukan parameter layak pakai pada high speed diesel tank. *e-Prosiding Seminar Nasional Teknologi Industri VIII*. (pp. 278-283).
8. Sukirman. (2020). Konstruksi ulang reactor biogas menggunakan metode reverse engineering. *Teknoin*, 20(1), 1-7.