

## Analisis Pembebanan Rangka Penopang Tangki IBC *Dumping Table* Hidrolik

Ampala Khoryanton\*, Ardien Devri Karuniawan, Farika Tono Putri

Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Semarang,

Jl. Prof. Sudarto, SH, Semarang, 50275

\*E-mail: ampala.khoryanton@polines.ac.id

Diterima: 10-08-2022; Direvisi: 08-08-2023; Dipublikasi: 21-08-2023

### Abstrak

Keamanan konstruksi menjadi salah satu tujuan dalam perancangan karena berkaitan dengan faktor keamanan dalam lingkungan kerja. *Dumping table* merupakan alat bantu yang digunakan dalam proses penuangan oli dari tangki IBC menuju tempat penimbangan. Mekanisme kerja *dumping table* hidrolik adalah untuk memiringkan tangki IBC kapasitas 1000 liter yang berisi oli Shell Catenex S-579. Massa total tangki IBC tersebut adalah 900 kg. Material rangka penyusun *dumping table* hidrolik adalah ASTM A36. Rangka dudukan tangki IBC dan dudukan silinder menjadi beban utama dalam konstruksi ini. Metode penelitian yang digunakan adalah simulasi *finite element method* (FEM) dengan *software SOLIDWORKS*. Keamanan konstruksi dilihat melalui *factor of safety* (FOS), tegangan *von mises*, serta *strain*. Konstruksi ini memiliki tegangan *von mises* pada dudukan silinder hidrolik sebesar 1.222,582 MPa dan pada rangka dudukan tangki sebesar 116.223 MPa atau lebih kecil dari kekuatan *yield*. Dari hasil simulasi diketahui bahwa tidak terjadi regangan serta hasil simulasi pada FOS secara umum berwarna merah menunjukkan jika keseluruhan konstruksi berada dalam batas aman.

**Kata kunci:** ASTM A36; *Dumping table*; *factor of safety*; *finite element method*; tegangan

### Abstract

*Construction safety becomes a goal in the design because it is related to safety factors in the work environment. Dumping table is a tool used in the process of pouring oil from the IBC tank to the weighing station. The working mechanism of the hydraulic dumping table is to tilt the 1000 liter capacity IBC tank containing Shell Catenex S-579 oil. The total mass of the IBC tank is 900 kg. The frame material for making hydraulic dumping tables is ASTM A36. The IBC tank mount frame and cylinder mount are the main loads in this construction. The research method used is finite element method (FEM) simulation with solidwork software. Security is seen through the factor of safety (FOS), von mises stress, and strain. This construction has a von mises stress on the hydraulic cylinder mount of 1,222,582 Mpa and on the tank mount frame of 116,223 Mpa or less than the yield strength. From the simulation results, it is known that there is no strain and the simulation results in FOS generally indicate that the overall construction is within safe limits.*

**Keywords:** ASTM A36; *Dumping tables*; *factor of safety*; *finite elements*; *stress*

### 1. Pendahuluan

PT. Elastomix Indonesia adalah perusahaan manufaktur produk *rubber master batch* yang berlokasi di Kawasan Industri Mitra, Karawang, Jawa Barat. Pada salah satu proses produksinya terdapat tahap penimbangan material oli sebagai bahan dalam pembuatan produk. Oli tersebut terdapat di dalam tangki IBC yang kemudian dinaikkan keatas *dumping table* hidrolik untuk mempermudah proses penimbangan kebutuhan oli sesuai dengan *receipt*. *Dumping table* hidrolik merupakan alat bantu untuk memiringkan tangki IBC yang digunakan pada proses *oil weighting* di PT. Elastomix Indonesia. Proses perancangan dapat menghasilkan sebuah rancangan produk seperti gambar kerja dan kebutuhan lain yang diperlukan [1]. Sistem hidrolik merupakan bentuk perubahan atau daya dengan menggunakan media penghantar berupa fluida cair untuk memperoleh daya yang lebih besar dari awal yang dikeluarkan [2]. Konstruksi *dumping table* hidrolik terbuat dari bahan *American Society for Testing and Materials* (ASTM) A36 dengan profil I dan U. Baja ASTM A36 tergolong baja karbon rendah yang mempunyai fungsi untuk bangunan konstruksi seperti pipa, tanki, dan juga bisa digunakan untuk bahan pembuatan kapal [3]. Pengelasan (*welding*) adalah teknik penyambungan logam dengan cara mencairkan sebagian logam induk dan logam pengisi dengan atau tanpa logam penambah dan menghasilkan logam

kontinyu [4]. Metode penyambungan konstruksi ini menggunakan pengelasan *shielded metal arc welding* (SMAW). SMAW merupakan proses las busur manual dimana panas pengelasan dihasilkan oleh busur listrik antara elektroda terumpan berpelindung *flux* dengan benda kerja [5]. Untuk mengetahui keamanan konstruksi *dumping table* hidrolik pada saat digunakan perlu dilakukan sebuah simulasi *finite element method* (FEM) menggunakan *software SOLIDWORKS* sesuai dengan desain *dumping table* hidrolik yang sudah ada. Dengan demikian dapat diketahui tegangan, regangan, dan *factor of safety* yang terjadi pada *dumping table* hidrolik ini. Kekuatan bahan mengkaji kekuatan bahan dalam kaitannya dengan gaya luar yang bekerja pada sebuah benda dan pengaruhnya terhadap gaya dalam benda. Benda tidak dianggap sebagai kaku sempurna (*perfectly rigid*) dan dilakukan perhitungan deformasi benda pada beberapa macam gaya yang bekerja [6]. Tegangan dan regangan adalah konsep yang penting dalam peninjauan baik kekuatan maupun kekakuan. Keduanya merupakan konsekuensi yang tidak dapat dipisahkan dari bekerjanya suatu beban terhadap suatu bahan struktur [7]. Tegangan merupakan beberapa sistem gaya atau beban eksternal yang bekerja pada benda yang mana terjadi dengan gaya persatuan luas [8]. *Factor of safety* digunakan untuk mencari tegangan maksimum yang diizinkan untuk memastikan tegangan yang terjadi tidak melebihi tegangan yang diizinkan agar konstruksi dapat dikategorikan aman [9]. Gambar 1 menunjukkan *dumping table hidrolik* yang menjadi fokus dalam penelitian ini.



**Gambar 1.** *Dumping table* hidrolik

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisa kekuatan rangka *dumping table* hidrolik. Salah satu metode yang banyak digunakan untuk menganalisa karakteristik material adalah metode elemen hingga, FEM atau *finite element analysis* (FEA) [10]. Penelitian ini memiliki kebaruan dibandingkan dengan penelitian serupa sebelumnya dalam hal studi kasus industri yang unik dan memiliki parameter yang tidak sama dengan studi kasus yang lain.

## **2. Material dan metodologi**

Metode pada penelitian ini adalah dengan melakukan simulasi tegangan, regangan, dan *factor of safety* dari hasil rancangan konstruksi yang dibuat.. Gambar 2 menunjukkan diagram alir penelitian yang dilakukan pada studi ini.



**Gambar 2.** Diagram alir penelitian

Dalam tahap-tahap perancangan, pertimbangan-pertimbangan yang perlu diperhatikan dalam memulai perancangan peralatan meliputi jenis-jenis pembebanan yang direncanakan, jenis-jenis tegangan yang ditimbulkan akibat pembebanan tersebut dan pemilihan kebutuhan material [11]. Dari Gambar 1. dapat diketahui bahwa pada *dumping table* hidrolik terdapat komponen rangka penopang tangki dan rangka dudukan silinder hidrolik yang ditunjukkan oleh Gambar 3. Kedua rangka ini terbuat dari material ASTM A36 dengan profil U yang dirangkai sedemikian rupa sehingga menyesuaikan dimensi tangki IBC kapasitas 1000 liter.

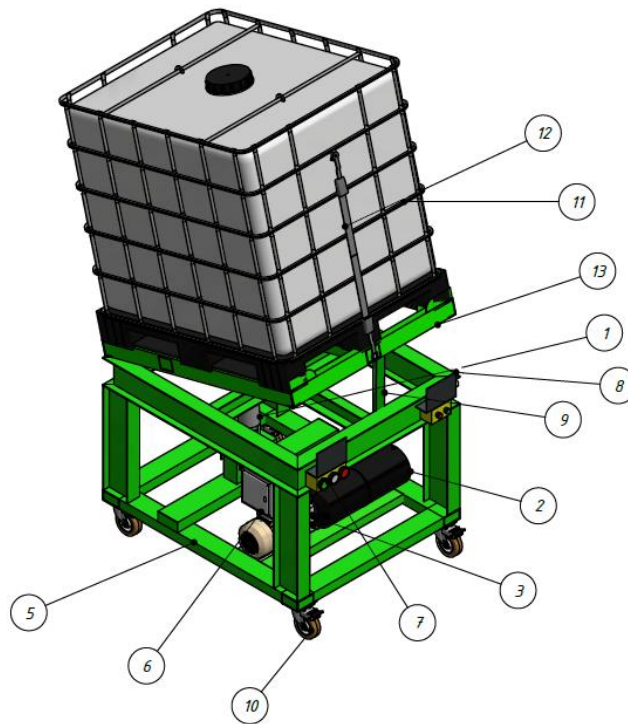
**Tabel 1.** Sifat mekanik ASTM A36 [12]

Sifat Mekanik	Nilai dan satuan
<i>Density</i>	7845 kg/m <sup>3</sup>
<i>Tensile strenght: ultimate</i>	590 MPa
<i>Tensile strenght: yield</i>	374 MPa
<i>Modulus of elasticity</i>	200 GPa
<i>Ratio: Poisson's</i>	0.29
<i>Heat capacity (nature: specific at 100°C)</i>	0.486 kJ/kg-K
<i>Thermal conductivity (at 100°C )</i>	50,7 W/mK
<i>Melting points</i>	1521°C

Dari Tabel 1, dapat diketahui terkait sifat-sifat mekanik dari material ASTM A36 yang akan digunakan sebagai dasar analisis menggunakan simulasi FEM dengan *software SOLIDWORKS*. Pengujian diawali dengan mengidentifikasi dimensi dari *dumping table* hidrolik, kemudian mendesain *dumping table* hidrolik menggunakan *solidwork* dan selanjutnya dilakukan simulasi FEM. Dari hasil simulasi FEM dapat dilakukan analisis mengenai tegangan, regangan, dan *factor of safety*. Pengujian simulasi *finite element* dilakukan pada rangka dudukan tangki IBC dan rangka dudukan silinder hidrolik. Dari hasil simulasi yang dihasilkan dapat diketahui nilai dari tegangan, regangan dan *safety factors* dari setiap rangka [13]. Seluruh komponen rangka dudukan tangki IBC dan dudukan silinder hidrolik menggunakan material baja ASTM A36. Alasan pemilihan material baja ASTM A36 masuk dalam kategori baja dengan tingkat karbon rendah yang memiliki keuletan tinggi, mudah dimachining [14-15].

### 3. Hasil dan pembahasan

Gambar 3 menunjukkan komponen-komponen penyusun *dumping table*. Keterangan nama komponen pada *dumping table* tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.



**Gambar 3.** Desain *dumping table* hidrolik

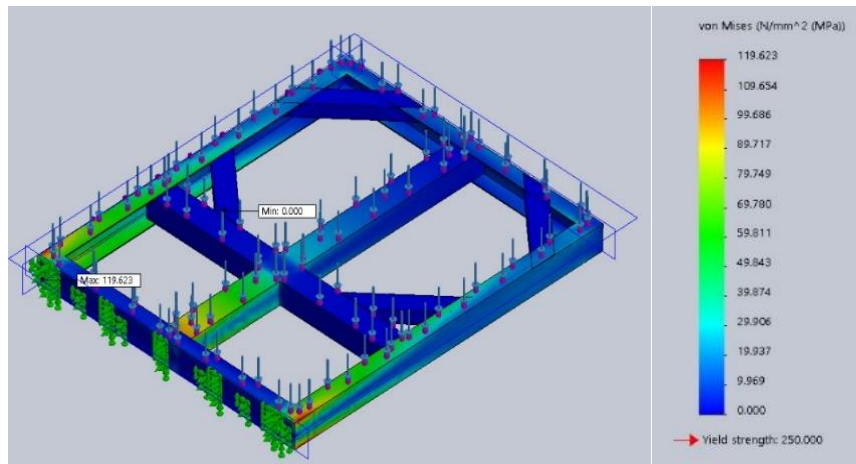
**Tabel 2.** Daftar komponen *dumping table* hidrolik

No.	Nama Komponen	No.	Nama Komponen
1.	Silinder hidrolik <i>single acting</i>	8.	<i>Cover</i> pelindung
2.	Tangki oli hidrolik	9.	Tiang penahan kemiringan
3.	<i>Hydraulic power unit</i>	10.	<i>Castor wheels</i>
4.	Engsel	11.	Tangki IBC
5.	Rangka penopang tangki IBC	12.	Tali penahan tangki
6.	<i>Box panel</i>	13.	Rangka dudukan tangki IBC
7.	<i>Push button</i>		

Dari desain yang telah dibuat, selanjutnya dilakukan simulasi finite element pada rangka dudukan tangki dan dudukan silinder hidrolik.

#### 3.1. Tegangan rangka dudukan tangki IBC

Gambar 4 merupakan simulasi tegangan yang terjadi pada rangka dudukan tangki IBC. Material yang digunakan pada seluruh komponen rangka dudukan tangki IBC adalah ASTM A36.

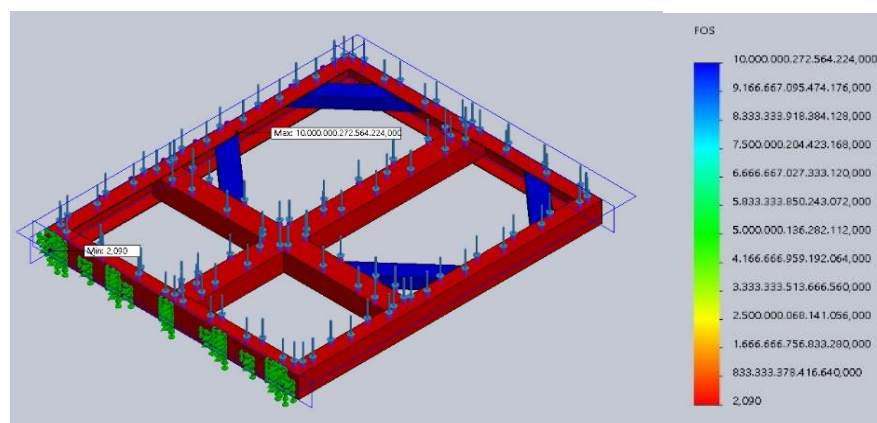


**Gambar 4.** Simulasi tegangan rangka dudukan tangki IBC

Massa total dari tangki IBC berisi oli Shell Catenex S-570 sebanyak 1000 liter adalah 900 kg atau setara dengan 8829 N. Dengan simulasi pembebanan merata yang diterima rangka dudukan tangki IBC seperti pada Gambar 4 dapat diketahui bahwa tegangan minimal pada rangka adalah 0 Mpa yang ditunjukkan oleh zona berwarna biru. Sedangkan tegangan maksimal yang terjadi adalah sebesar 119.623 Mpa yang mana ditunjukkan pada zona berwarna merah. Berdasarkan Gambar 4 dapat diketahui bahwa konstruksi ini memiliki *yield strength* sebesar 250.000. Berdasarkan simulasi tegangan yang ditunjukkan, dapat diambil kesimpulan bahwa konstruksi rangka dudukan tangki IBC masih aman saat digunakan dengan pembebanan sebesar 8829 N karena dari hasil simulasi dapat diketahui bahwa mayoritas tegangan yang terjadi pada rangka masih berada pada zona biru.

### 3.2. *Safety factor* rangka dudukan tangki IBC

Gambar 5 merupakan simulasi *factor of safety* dudukan tangki IBC. Dengan pembebanan merata yang diterima oleh rangka dudukan tangki IBC sebesar 8829 N didapatkan nilai faktor sebesar 2,090. Hal ini menunjukkan bahwa konstruksi rangka dudukan tangki IBC dalam kondisi aman ketika menerima pembebanan yang terjadi.

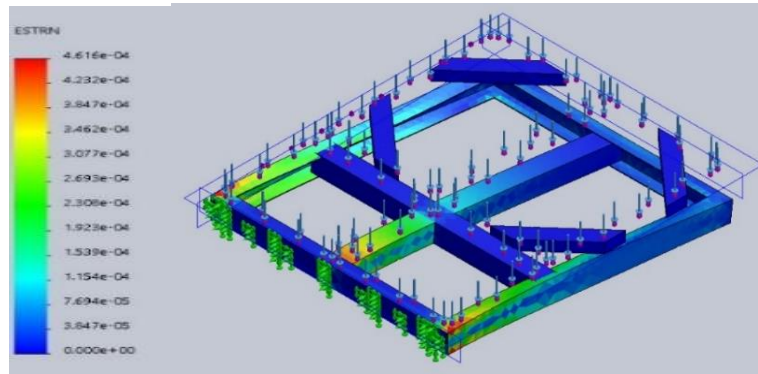


**Gambar 5.** *Safety factor* rangka dudukan tangki IBC

Nilai *factor of safety* sebesar 2 sesuai dengan hasil simulasi yang ditunjukkan pada Gambar 5 sejalan dengan standar rekomendasi dimana *dumping table* digunakan pada lingkungan *loading* beban dengan faktor berat beban sebagai pertimbangan utama yaitu sebesar 1.3-1.5.

### 3.3. Regangan rangka penopang tangki IBC

Gambar 6 merupakan simulasi regangan yang terjadi pada rangka dudukan tangki IBC. Regangan terjadi akibat pemuatan beban yang terus-menerus [15]. Dari Gambar 6 dapat diketahui bahwa regangan maksimal pada rangka dudukan tangki IBC  $0.000e+00$  atau pada simulasi ditunjukkan dengan zona berwarna biru. Sedangkan regangan maksimal yang terjadi pada rangka dudukan tangki IBC sebesar  $4.616e-04$  atau yang ditunjukkan oleh zona warna merah pada simulasi.

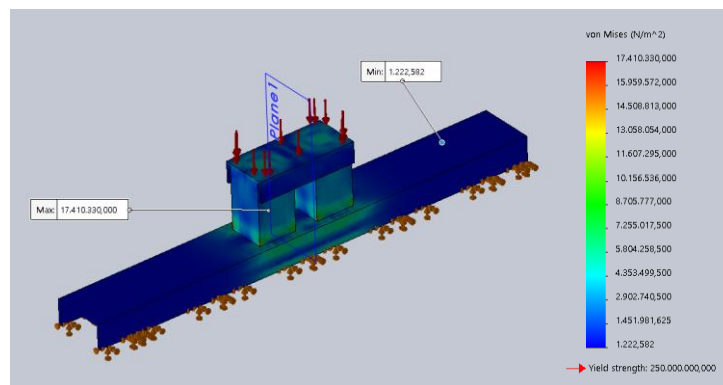


Gambar 6. Regangan rangka dudukan tangki IBC

Dari Gambar 6 dapat diketahui bahwa mayoritas rangka dudukan tangki IBC menerima beban merata dari tangki IBC sebesar 8829 N berada di zona biru atau dalam regangan yang rendah. Selain itu terdapat pula bagian rangka yang mengalami regangan sedang dan menengah yang ditunjukkan oleh zona berwarna hijau dan biru. Zona yang ditunjukkan oleh warna merah merupakan zona yang mengalami regangan maksimal. Berdasarkan simulasi yang disajikan pada gambar 6 dapat disimpulkan bahwa konstruksi masih aman ketika mengalami regangan yang terjadi.

### 3.4. Tegangan rangka penopang silinder hidrolik

Massa total dari silinder hidrolik adalah 15 kg atau setara dengan 147,2 N. Diketahui bahwa beban tangki IBC berisi 1000 liter oli Shell Catenex S-579 adalah 8829 N, jadi beban total yang diterima oleh rangka penopang silinder hidrolik adalah 8976,2 N. Dengan simulasi pembebanan yang diterima rangka dudukan tangki IBC seperti pada Gambar 7 dapat diketahui bahwa tegangan minimal pada rangka adalah 1,222.6 Mpa yang ditunjukkan oleh zona berwarna biru. Sedangkan tegangan maksimal yang terjadi adalah sebesar 17.410.330 Mpa yang mana ditunjukkan pada zona berwarna merah.



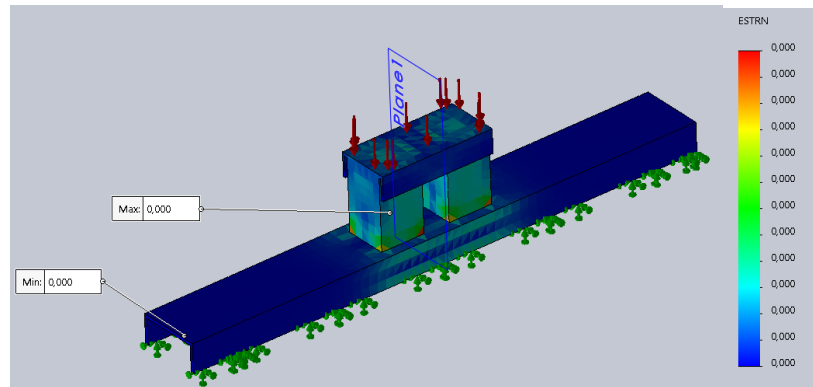
Gambar 7. Simulasi tegangan rangka penopang silinder hidrolik

Berdasarkan Gambar 7 dapat diketahui bahwa konstruksi ini memiliki *yield strength* sebesar 250.000.000. Berdasarkan simulasi tegangan yang ditunjukkan, dapat diambil kesimpulan bahwa konstruksi rangka dudukan tangki IBC masih

aman saat digunakan dengan pembebanan sebesar 8976,2 N karena dari hasil simulasi dapat diketahui bahwa mayoritas tegangan yang terjadi pada rangka masih berada pada zona biru.

### 3.5. Regangan rangka penopang silinder hidrolik

Gambar 8 merupakan simulasi regangan yang terjadi pada rangka dudukan tangki IBC. Dari Gambar 8 dapat diketahui bahwa tidak terjadi regangan yang diakibatkan oleh pembebanan yang diterima.

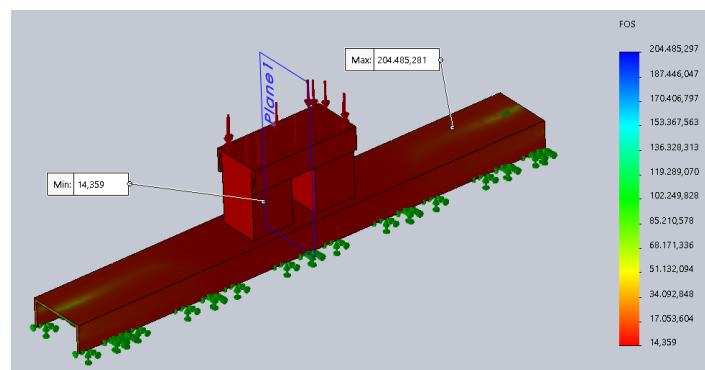


**Gambar 8.** Simulasi regangan rangka penopang silinder hidrolik

Dari simulasi Gambar 8 dapat diketahui bahwa konstruksi rangka dudukan silinder hidrolik sangat aman ketika mengalami pembebanan.

### 3.6. *Safety factor* rangka penopang silinder hidrolik

Gambar 9 merupakan simulasi *safety factor* rangka penopang silinder hidrolik. Seluruh Rangka penopang silinder hidrolik ini terbuat dari material ASTM A36. Dengan pembebanan merata yang diterima oleh rangka dudukan tangki IBC sebesar 8829 N didapatkan nilai faktor sebesar 14,359. Hal ini menunjukkan bahwa konstruksi rangka dudukan tangki IBC dalam kondisi sangat aman ketika menerima pembebanan yang terjadi.



**Gambar 9.** Simulasi *safety factor* rangka penopang silinder hidrolik

## 4. Kesimpulan

Hasil simulasi FEM menggunakan *SOLIDWORKS* dari rangka dudukan tangki IBC dan dudukan silinder hidrolik menunjukkan nilai tegangan, regangan, dan *factor of safety* yang nilainya masih dibawah nilai maksimalnya. Jadi berdasarkan simulasi yang dilakukan, konstruksi rangka dudukan tangki IBC dan dudukan silinder hidrolik aman untuk digunakan.

## Daftar Pustaka

- [1] Ferdiansyah, H. A. Mengurangi Kerusakan Produk *Wafer Sheet Cream* dengan Memodifikasi Tray KKV *Cooler Line 16 Material SS 316* di PT Kresno Bersaudara Engineering. Indonesia: Politeknik Negeri Semarang; 2021.
- [2] Sobirin, N. Rancang Bangun Gravity Roller Conveyor pada Proses *Milling Surface Hopper* Guna Mengurangi *Cycle Time* di *Line Crankcase Old Departement Machining* PT Kubota Indonesia. Indonesia: Politeknik Negeri Semarang; 2021.
- [3] Suprayogi, A., dan Tjahjanti, P. H. Analisa Surface Preparation pada Plat Baja ASTM A36. Prosiding Seminar Nasional Dan Gelar Produk; 2017. 188–197.
- [4] Afan, M. Bin, Purwanton, P., Muliati, M., dan Rahim, B. Pengaruh Kuat Arus Listrik Pengelasan Terhadap Kekuatan Tarik dan Struktur Mikro Las SMAW dengan Elektroda E7016. *Jurnal Rekayasa Mesin*. 2020; 15(1), 20.
- [5] Maulana, Y. (2017). Analisis Kekuatan Tarik Baja St37 Pasca Pengelasan Dengan Variasi Media Pendingin Menggunakan Smaw. *AL-JAZARI JURNAL ILMIAH TEKNIK MESIN*, 1(2).
- [6] Zainuri, A. (2008). *Kekuatan Bahan (Strength of Materials)*. Yogyakarta: ANDI Yogyakarta.
- [7] Anis, M. (2016). *Pengaruh Lama Waktu Perebusan Terhadap Sifat Kuat Tekan Dan*. December 2015.
- [8] Khurmi, R. S., & Gupta, J. K. (2005). a Textbook of. *Garden, I*, 14.
- [9] Yatimah, Dhurotul. (2021). Rancang Bangun Penyemprot Udara Otomatis Berbasis *Electropneumatic* Menggunakan *Sensor Infrared BF4R* pada Mesin Labeling Guna Meningkatkan Efisiensi Proses *Labelling Cap* di PT. Cosmetic Mirror Indonesia.
- [10] Fahd Riyal Pris, Budhi M Suyitno, & Amin Suhadi. (2019). Analisis Kekuatan Velg Aluminium Alloy 17 Inc Dari Berbagai Desain Menggunakan Metode Finite Element Analysis (Fea). *Teknobiz : Jurnal Ilmiah Program Studi Magister Teknik Mesin*, 9(2), 33–39. <https://doi.org/10.35814/teknobiz.v9i2.558>
- [11] Meladiyani, E., Permana, B., Marsudi, M., & Zayadi, A. (2019). Perancangan Alat Pengangkat Sistem Hidrolik Tipe H Pada Tempat Pencucian Mobil Dengan Kapasitas Maximum 2.5 Ton. *Jurnal Ilmiah Giga*, 21(1), 33. <https://doi.org/10.47313/jig.v21i1.582>
- [12] Sastry, C. C., Hariharan, P., Pradeep Kumar, M., & Muthu Manickam, M. A. (2019). Experimental investigation on boring of HSLA ASTM A36 steel under dry, wet, and cryogenic environments. *Materials and Manufacturing Processes*, 34(12), 1352–1379. <https://doi.org/10.1080/10426914.2019.1643477>.
- [13] Arifanto, M., & Santoso, E. (2015). *Meningkatkan Efisiensi Line Painting Propeller Shaft Kategori 2 Dan 3 Dengan Metode Line Balancing Di Pt Inti Ganda Perdana*. 10(8), 1–9.
- [14] Ali, M. S., Praktikno, H., & Dhanistha, W. L. (2019). Analisis Pengaruh Variasi Sudut Blasting Dengan Coating Campuran Epoxy dan Aluminium Serbuk terhadap Kekuatan Adhesi, Prediksi Laju Korosi, dan Morfologi pada Plat Baja ASTM A36. *Jurnal Teknik ITS*, 8(1). <https://doi.org/10.12962/j23373539.v8i1.39068>.
- [15] Bakri, M. (2017). Penerapan Data Mining untuk Clustering Kualitas Batu Bara dalam Proses Pembakaran di PLTU Sebalang Menggunakan Metode K-Means. *Jurnal Teknoinfo*, 11(1), 6. <https://doi.org/10.33365/jti.v11i1.3>