

PEMROSESAN *FIXTRUT* MENGGUNAKAN *MILD STEEL* PADA PIPA *SCHEDULE 40 UK.1 INCH*

Abdul Muchlis¹⁾, Sandy Suryady²⁾, Abdul Rahman Agung Ramadhan³⁾

^{1,2,3}Program Studi Teknik Mesin, Universitas Gunadarma

Email: muchlis07@staff.gunadarma.ac.id ¹⁾

Nomor Telp : +62 877 8704 8744

Asal Negara: Indonesia

ABSTRAK

Fixtrut merupakan sebuah pipa *schedule* dengan material *mild steel* yang diberi pengerjaan *cutting*, *punching*, *stamping*, serta pelapisan logam dengan metode *hot dip galvanized*. *Fixtrut* berfungsi untuk menstabilkan antena komunikasi yang telah terpasang pada tower telekomunikasi. Pada penulisan ilmiah ini membahas proses produksi *fixtrut* dan pelapisan logam *hot dip galvanized* di PT. RJU. Pada proses produksi *fixtrut* ini menggunakan metode jenis pabrikan logam, artinya proses yang dilakukan dengan merubah bentuk di benda kerja. Perubahan bentuk ini dapat dilakukan dengan cara memberikan gaya luar sehingga terjadi deformasi plastis. Metode proses produksi *fixtrut* di PT.RJU melalui 6 tahapan, yaitu pemilihan material, *cutting* dengan mesin gerinda, *stamping*, *punching*, pembuatan ventilasi, serta pelapisan *hot dip galvanized*. Pada proses *hot dip galvanized* ada 5 tahapan yang harus dilalui, yaitu *pickling* merupakan pencelupan dengan asam klorida, lalu *rinsing* merupakan pembilasan dengan air bersih, *fluxing* merupakan pencelupan dengan larutan *flux*, *molten zinc bath* merupakan proses galvanisasi dengan temperatur 440 °C – 460 °C, dan terakhir *quenching* merupakan proses pendinginan dengan larutan *chromat*.

Kata kunci: *fixtrut*, *mild steel*, *pipa schedule 40*, *hot dip galvanized*

ABSTRACT

Fixtrut is a scheduled pipe with mild steel material that is given cutting, punching, stamping, and metal coating with the hot dip galvanized method. *Fixtrut* serves to stabilize the communication antenna that has been installed on the telecommunications tower. This scientific writing discusses the production process of *fixtrut* and hot dip galvanized metal coating at PT. RJU. The *fixtrut* production process uses a metal fabrication type method, meaning that the process is carried out by changing the shape of the workpiece. This change in shape can be done to plastic deformation occurs. The *fixtrut* production process method at PT. RJU goes through six stages: material selection, cutting with a grinding machine, stamping, punching, ventilation, and hot dip galvanized coating. In the hot dip galvanizing process, five stages must be passed, namely: pickling, which is dipping with hydrochloric acid, then rinsing to rinse with clean water, fluxing is immersion with flux solution, molten zinc bath is a galvanization process with a temperature of 440 C - 460 C, and lastly Quenching is a cooling process with chromate solution.

Keywords: *fixtrut*, *mild steel*, *schedule 40 pipe*, *hot dip galvanized*.

1. PENDAHULUAN

Industri manufaktur adalah salah satu industri penting keberadaannya di Indonesia, yaitu merupakan suatu proses mengolah bahan baku/mentah menjadi bahan jadi. Perkembangan industri manufaktur yang sangat baik diharapkan mampu menjadi penyangga perekonomian di Indonesia.

Selain industri manufaktur yang sedang berkembang di Indonesia, ada pula industri fabrikasi logam. Fabrikasi logam sendiri adalah proses dimana logam diubah bentuknya menjadi komponen-komponen sesuai keinginan. Bentuk ini dapat berubah dengan cara pemberian gaya luar sehingga terjadi deformasi plastis.

Antenna bracket mounting merupakan sebuah produk yang dihasilkan melalui proses fabrikasi

logam. *Antenna bracket mounting* merupakan komponen yang fungsinya sebagaiudukan/tempat menempelnya antena telekomunikasi yang dipasang pada tower telekomunikasi. Pada produk *antenna bracket mounting* terdapat sebuah komponen bernama *fixtrut*. (Haitsam, 2020; Labibah, 2019; Zaferani et al., 2013)

Fixtrut tersebut merupakan sebuah pipa *schedule* dengan material *mild steel* atau baja lunak, karena kandungan karbon pada material tersebut lebih rendah antara 0.05% hingga 0.25% dari berat totalnya. Besi yang mudah teroksidasi dan menghasilkan karat harus dicampur dengan bahan lain untuk menghasilkan baja atau logam campuran yang kuat menahan karat, serta fitur-fitur ketahanan lainnya yang mendukung panjangnya umur pakai seperti dengan pelapisan galvanis. Fungsi *fixtrut* ini

sendiri adalah untuk menjaga kestabilan sudut dari antenna yang telah terpasang pada tower telekomunikasi. *Fixtrut* tersebut nantinya akan dikaitkan pada *antenna bracket mounting* dan tower dengan menggunakan *clamp*. (Prihany et al., 2022; Winarno, 2016)

Dalam proses produksi pembuatan *fixtrut* pada *antenna bracket mounting* ini pastinya harus memiliki kemampuan dan pengalaman yang nyata di lapangan, melewati berbagai macam proses mulai dari *cutting*, *stamping*, pembuatan *hole*, *hot dip galvanizing*, hingga pengiriman produk kepada konsumen. Seorang *engineer*, harus mampu beradaptasi dengan kemajuan teknologi manufaktur yang terus berkembang. (Ilannuri, 2015; Muchlis et al., 2021)

Tujuan dari penulisan ini adalah mengetahui proses produksi *fixtrut* pada *antenna bracket mounting* proses pelapisan logam dengan metode *hot dip galvanized* di PT Reda Jaya Utama. Metode yang digunakan pada penulisan ini menggunakan studi literatur, studi wawancara, dan praktik kerja lapangan.

2. FABRIKASI DAN METODOLOGI

Fabrikasi logam adalah proses perubahan bentuk pada benda kerja. Perubahan bentuk ini dilakukan dengan pemberian gaya luar hingga terjadi deformasi plastis. Pembentukan logam ini dapat dilakukan dengan cara pengerolan (*rolling*), pembengkokan (*bending*), tempa (*forging*), ekstrusi (*extruding*), penarikan kawat (*wire drawing*), dan penarikan ke dalam (*deep drawing*). Proses ini menggunakan alat bantu (*tooling*) yang berfungsi memberikan gaya ke benda kerja, dan mengarahkan perubahan bentuk sesuai yang diinginkan, secara makroskopis, hasil deformasi seperti perubahan bentuk dan ukuran.

2.1. Tujuan Fabrikasi Logam

Fabrikasi bertujuan untuk mengubah logam mentah menjadi barang-barang yang dapat digunakan. Proses ini melibatkan berbagai teknik untuk membuat produk akhir seperti pemotongan, permesinan, pengelasan, dan pelapisan. (Darmawi, 2018; Suryady & Nugroho, 2022)

2.2. Pelapisan Logam

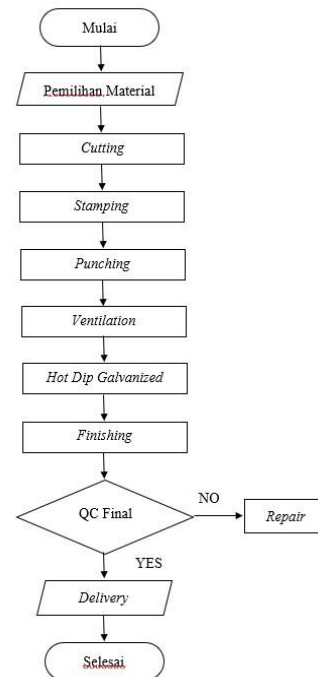
Pelapisan logam adalah cara yang memberikan sifat tertentu pada permukaan benda kerja. Hal ini dimaksudkan agar benda akan mengalami perbaikan, baik dari segi ketahanannya, serta tidak menjamin pula terjadi perbaikan terhadap sifat fisiknya.

Pelapisan biasanya adalah proses *finishing* dari proses produksi suatu produk. Proses dilakukan pada bentuk benda kerja terakhir, atau setelah proses pengerjaan mesin, serta proses penghalusan permukaan benda kerja selesai dilakukan. (Darmawi, 2018; HAFIDH, 2022)

Proses pelapisan memiliki tujuan dalam pemberian sifat tertentu pada suatu permukaan benda. Klasifikasi sifat antara lain bertujuan untuk memperbaiki tampilan luar permukaan, menutupi permukaan logam dari interaksi dengan lingkungan, memberikan sifat khusus pada permukaan logam, antara lain sifat keras, sifat tahan aus, sifat tahan suhu tinggi dan sebagainya. (Faidillah, 2015; Respati, 2006)

2.3. Proses Pembuatan

Proses pembuatan digambarkan dalam diagram alir atau *flowchart* seperti terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Flowchart proses produksi *fixtrut*

Proses dalam penyelesaian penulisan ilmiah ini melalui beberapa tahap sebagai berikut :

1. Observasi
Observasi dilakukan dengan cara survei langsung ke lapangan. Hal ini dilakukan untuk pencarian data.
2. Studi Literatur
Pada studi literatur meliputi mencari dan mempelajari bahan pustaka yang berkaitan dengan segala permasalahan mengenai proses produksi berkaitan dengan fabrikasi logam dan pelapisan logam diperoleh dari berbagai sumber antara lain buku, publikasi-publikasi ilmiah, dan survei mengenai komponen-komponen di pasaran.
3. Data Lapangan
Data lapangan didapatkan secara langsung dengan cara melakukan kerja praktik di PT Reda Jaya Utama. Penulis juga melakukan wawancara kepada staff dan karyawan di Perusahaan tersebut guna melengkapi data-

data yang diperlukan untuk bahan penulisan ilmiah.

4. Pengolahan Data

Data diolah dan dikumpulkan sebagai bahan penulisan ilmiah. Data-data yang diolah seperti spesifikasi mesin yang digunakan, jenis material yang dipakai, serta proses-proses yang dilakukan untuk pembuatan produk *fixtrut*.

5. Perhitungan

Perhitungan ini dilakukan pada proses pengerjaan *cutting* dan *stamping*. Perhitungan ini bertujuan untuk mengetahui nilai POS (*Peripheral operating speed*) atau kecepatan keliling roda gerinda pada saat proses *cutting* dan juga mengetahui kerja dari mesin *stamping* yang digunakan.

6. Pembuatan Laporan

Tahap ini merupakan tahap dari penulisan ilmiah, dimana data-data yang sudah didapatkan akan diolah dalam bentuk penulisan ilmiah.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil dan pembahasan tentang penelitian yang dilakukan diawali dengan proses pemilihan Bahan sampai Pengiriman atau *Delivery*.

3.1. Pemilihan Bahan

Pipa *schedule 40* adalah salah satu jenis pipa yang mempunyai karakteristik ketebalan yang ideal sehingga bisa diaplikasikan untuk berbagai kebutuhan konstruksi dan bangunan, dari saluran gas hingga saluran air, serta untuk bahan konstruksi baja. Kekuatan pipa baja sch-40 juga sangat bagus. Dalam Sifat mekanik dapat dilihat pada Tabel 1. (Li et al., 2018, 2019)

Tabel 1. *Mechanical properties mild steel*

No	Properties	Mild Steel
1	Density	7850 kg/m ³
2	Ultimate Tensile Strength	400-550 MPa
3	Yield Strength	250 MPa
4	Young's Modulus of Elasticity	200 GPa
5	Brinell Hardness	120 BHN
6	Melting Point	1450 °C
7	Thermal Conductivity	50 W/mK
8	Heat Capacity	510 J/gK

3.2. Cutting

Setelah material pipa sch-40 sampai di pabrik selanjutnya akan diproses dengan menggunakan alat potong, yaitu mesin potong tangan. Operator akan mulai menempatkan pipa sch-40 1 *inch* tersebut pada tempat kerjanya dan siap untuk dilakukan pemotongan. Dengan menggunakan mesin potong tersebut pipa sch-40 dipotong dengan dimensi

panjang masing-masing 3000 mm. Ketika material datang pipa sch-40 tersebut memiliki panjang 6000 mm. Pada proses pemotongan tersebut, alat potong dapat bekerja memotong 2 pipa sch-40 sekaligus secara bersamaan, ini bertujuan agar proses lebih efisien dan cepat. Kecepatan keliling roda (POS) roda gerinda dapat dihitung menggunakan rumus :

$$POS = nx \frac{\pi \cdot d}{1000 \cdot 60} \text{ m/s}$$

Keterangan :

POS = Peripheral operating speed atau kecepatan keliling roda gerinda dalam satuan meter/detik.

n = Kecepatan putar roda gerinda / menit (RPM)

d = Diameter roda gerinda dalam satuan (mm)

60 = Konversi satuan menit ke detik

1000 = Konversi satuan meter ke millimeter

Perhitungan kecepatan keliling roda gerinda :

Diketahui : n = 3800 RPM

d = 355 mm

Ditanya : POS (Peripheral operating speed atau kecepatan keliling roda gerinda).

$$POS = nx \frac{3.14 \times 355}{1000 \cdot 60} \text{ m/s}$$

$$POS = 70.6 \text{ m/s}$$

Berdasarkan perhitungan di atas didapat bahwa kecepatan keliling roda gerinda atau POS adalah sebesar 70.6 m/s.

3.3. Stamping

Pemipihan ini dilakukan pada salah satu ujung dari pipa sch-40. Proses pemipihan menggunakan mesin *stamping* dengan mekanisme hidrolik dengan cara memipihkan salah satu ujung dari pipa sch-40 tersebut sampai ketebalan tertentu yang sudah dijadikan standar. Proses *stamping* menggunakan mekanisme hidrolik dibutuhkan untuk mendapatkan gaya kekuatan yang lebih besar mengingat produk yang di *stamp/press* berbahan dasar material yang cukup kuat, yaitu *mild steel*. Tujuan dilakukan proses pemipihan ini adalah untuk nantinya sisi yang mengalami pemipihan akan diproses membuat *hole*/lubang. Lubang tersebut nantinya akan dikaitkan ke baut yang ada pada *clamp* yang nantinya akan disatukan pula dengan produk *antenna bracket mounting*. (Benaloh & de Mare, 1991; Li et al., 2018, 2019; Mori et al., 2017)

Rumus kerja *stamping* dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

$$W = F \cdot h \cdot x$$

Dimana :

W = Kerja Stamping (Nm)

F = Gaya Stamping Maksimal (N)

h = Kedalaman Luka Punch (mm)

x = Faktor Proses

x = Fm/Fmax

Perhitungan Kerja Stamping :

$$\begin{aligned} \text{Diketahui} \quad &: F = 450000 \text{ N} \\ &h = 33,4 \text{ mm} - 6 \text{ mm} = 27,4 \text{ mm} \\ &= 0,0274 \text{ m} \\ &x = 0,5 \end{aligned}$$

Ditanya : W (Kerja stamping)

$$\begin{aligned} W &= 450000 \times 0,0274 \times 0,5 \\ W &= 6165 \text{ Nm} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas didapatkan hasil kerja *stamping* adalah sebesar 6165 Nm.

3.4. Punching

Pada sisi yang dipipihkan akan dibuat *hole* dengan diameter 12 milimeter. Alat yang digunakan untuk membuat *hole* juga sama, yaitu dengan menggunakan mesin stamping dengan metode punching. *Punching* menggunakan alat yang bernama *punch* dan *die*. *Punch* untuk pengepres, sedangkan *die* merupakan cetakan/landasan.

3.5. Ventilation

Ventilasi disini dibuat dengan metode *welding*/pengelasan dengan membuat lubang kecil pada bagian samping sisi yang dipipihkan, lubang kecil tersebut merupakan jalur ventilasi ketika material *fixtrut* dicelupkan pada cairan *zinc* bersuhu panas. Prinsip *draining* adalah jika konstruksi baja/besi dimasukkan ke dalam cairan kimia atau cairan *zinc* bersuhu panas, cairan tersebut harus dapat mengalir keluar dan masuk dengan bebas tanpa hambatan.

3.6. Hot Dip Galvanized

Material dilengkapi dalam pencelupan minimal 98 % seng yang dicairkan murni. Fabrikasi membuat pencelupan sampai temperatur pencelupan. Spesifikasi *American Society for Testing Material* (ASTM) dalam spesifikasi B6, pencelupan dilakukan hingga temperatur 840° F (449°C). Ketebalan dari lapisan dipengaruhi oleh waktu pencelupan yang berdampak pada reaksi dari difusi pencampuran seng dan besi.

Galvanisasi merupakan proses pelapisan seluruh permukaan produk *fixtrut* dengan menggunakan cairan *zinc* panas dengan metode *Hot-Dip Galvanized* (HDP). Tujuan dilakukan proses galvanisasi ini adalah agar produk *fixtrut* tahan terhadap karat dan korosi.

Proses HDP terbagi menjadi 5 tahapan, yaitu *pickling*, *rinsing*, *fluxing*, *molten zinc bath*, dan terakhir *quenching*, yaitu pencelupan pada larutan chromate.

1. Pickling

Pickling merupakan proses pencelupan dengan larutan asam klorida (HCL). Proses ini bertujuan untuk menghilangkan produk *fixtrut* dari kerak dan karat, karena karat tersebut nantinya akan menghambat proses *zinc* cair

melekat sempurna pada batang *fixtrut*. Proses pencelupan berlangsung selama 15-30 menit tergantung banyaknya kerak atau karat pada batang tersebut, jika karat yang terlihat secara kasat mata banyak, maka proses pencelupan akan memakan waktu yang lebih lama, begitupun sebaliknya.

2. Rinsing

Proses *rinsing* merupakan proses pembersihan material dari larutan asam klorida dengan menggunakan air bersih pada temperatur kamar. Produk *fixtrut* yang bebas dari kerak dan karat kemudian dilakukan pembilasan dengan air bersih guna menghilangkan sisa larutan HCL dan dikeringkan.

3. Fluxing

Flux yang digunakan pada proses ini adalah *Flux* berjenis *Hanwa Flux Zinc Ammonium Chloride*. Proses *fluxing* ini berfungsi untuk menghilangkan dan mencegah oksidasi karat serta membantu proses metalurgi pada saat produk *fixtrut* dicelupkan ke dalam cairan *zinc*. Hal ini bertujuan untuk kualitas ikatan mikrostruktur antara logam dasar dan lapisan seng.

4. Molten Zinc Bath

Tahap pencelupan *zinc* dilaksanakan pada suhu 440°C- 460°C untuk menghilangkan dari sisa oksida yang mungkin tersisa setelah proses pembersihan. Saat proses *galvanizing* berlangsung, cairan seng akan melapisi baja dan terbentuk lapisan baja seng kemudian barulah terbentuk lapisan yang sepenuhnya seng pada lapisan terluar baja, Durasi pencelupan kurang lebih 3 menit dan dicelupkan secara perlahan.

5. Quenching

Proses pendinginan yang dilakukan menggunakan metode (*quenching*). Produk *fixtrut* yang sudah dilapisi galvanis dicelupkan ke dalam larutan *sodium chromate* (konsentrasi 0,015%) pada suhu ruangan ataupun dapat juga menggunakan air. Proses ini bertujuan mencegah timbulnya karat putih (*white rust*).

3.7. Finishing

Finishing disini merupakan proses akhir untuk menghaluskan atau merapikan pada komponen *fixtrut* akibat dari proses *Hot Dip Galvanized*. Saat proses tersebut berlangsung, terkadang terjadi gelembung-gelembung kecil yang menempel dan mengeras pada permukaan *fixtrut* yang mengakibatkan permukaannya menjadi kasar. Proses *finishing* yang dilakukan dengan menghaluskan permukaan *fixtrut* menggunakan alat gerinda tangan yang dioperasikan secara manual oleh operator.

3.8. Quality Control

Quality Control Final adalah proses pengecekan seluruh permukaan dari *fixtrut* baik secara visual maupun secara dimensi. Secara visual dilihat permukaan *fixtrut* tersebut secara kasat mata apakah ada retakan atau masih ada bintik-bintik bagian permukaan yang kasar. Jika ditemukan masih ada bagian permukaan yang kasar, maka akan dilakukan proses penghalusan kembali menggunakan gerinda tangan. Sedangkan secara dimensi diukur panjang dari produk *fixtrut* tersebut, yaitu 3000 mm, dan mengukur diameter *hole* menggunakan alat ukur *vernier caliper*. *Hole* yang diperbolehkan adalah 12 mm dengan toleransi 0.5 mm.

Selanjutnya akan dicek ketebalan dari pelapisan galvanis menggunakan alat ukur bernama *Coating Thickness Gauge*. *Coating Thickness Gauge* tersebut digunakan untuk mengukur ketebalan lapisan baik berupa lapisan cat ataupun lapisan *coating* seperti galvanis. Sebagai alat ukur ketebalan lapisan yang *portable* dengan sensor *probe ferrous* dan *non ferrous* dengan prinsip kerja *magnetic induction* juga *eddy current principle* sebagai *coating thickness gauge* amt15 atau alat pengukur ketebalan cat lapisan galvanis juga mempunyai *range* yang lebih fokus di 0~1250 um sehingga toleransi yang akurat ($\pm 3\%+1$)um atau ($\pm 3\%+1.5$)um. Pada batang *fixtrut* ini ketebalan lapisan galvanis yang di anjurkan adalah 70 – 80 um.

3.9. Delivery

Proses Pengiriman ini dilakukan dengan mengirimkan *antenna bracket mounting 1 set full* yang di dalamnya terdapat produk *fixtrut*. Pengiriman akan dilakukan ketika semua part atau produk telah selesai dikerjakan sesuai dengan pesanan.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil Penelitian yang dilakukan di PT. RJU beserta data-data yang diperoleh mengenai *fixtrut* pada *antenna bracket mounting*, maka dapat diambil kesimpulan dalam Proses produksi *fixtrut* termasuk jenis metode fabrikasi logam. Artinya bahan material mengalami perubahan bentuk karena diberi gaya luar oleh proses pengerjaan seperti cutting, stamping, dan punching. Material pipa akan dipotong dengan Panjang 3000 mm menggunakan gerinda potong, kemudian menuju proses stamping untuk memipihkan salah satu ujung pipa tersebut. Dilanjutkan ke proses punching untuk membuat hole pada sisi yang sudah dipipihkan, lubang tersebut berdiameter 12 mm. Kemudian akan dibuat lubang di sisi samping pipa *fixtrut*, lubang kecil tersebut merupakan jalur ventilasi ketika material *fixtrut* dicelupkan pada cairan zinc panas. Kemudian Proses pelapisan logam yang dilakukan dengan metode HDP. Proses HDP terbagi menjadi 5 tahapan yaitu pencelupan dengan cairan HCL (Asam Klorida), pembilasan dengan air bersih, pencelupan pada flux, pencelupan pada

cairan zinc panas, terakhir ada quenching yaitu pencelupan pada larutan chromet.

DAFTAR PUSTAKA

- Benaloh, J., & De Mare, M. (1991). E Cient Broadcast Time-Stamping. *Clarkson University Department Of Mathematics And Computer Science Tr*, 91.
- Darmawi. (2018). *Pelapisan Logam*. Universitas Sriwijaya.
- Faidillah, S. (2015). *Pengaruh Pendinginan Cairan Radiator Coolant (Rc) Ahm Terhadap Kekuatan Tarik Hasil Pengelasan Smaw Pada Plat Baja St 37*. Universitas Muhammadiyah Jember.
- Hafidh, Y. A. L. (2022). *Rancang Dan Bangun Alat Press Briket Secara Hydraulic*.
- Haitsam, L. (2020). *Design And Analysis Of Blank Dies Applied For Bracket Horn By Stamping Process*. President University.
- Ilannuri, A. V. (2015). *Pengaruh Variasi Sudut Bending Pipa Seamless Sch 40 Terhadap Ketahanan Korosi Pada Media Air Laut*.
- Labibah, K. (2019). *Analisis Efisiensi Mesin Stamping Punch Trumpf Dengan Metode Overall Equipment Effectiveness (Studi Kasus Pt. Xyz)*. Universitas Bhayangkara Jakarta Raya.
- Li, L., Li, C.-Q., & Mahmoodian, M. (2019). Effect Of Applied Stress On Corrosion And Mechanical Properties Of Mild Steel. *Journal Of Materials In Civil Engineering*, 31(2), 4018375.
- Li, L., Mahmoodian, M., Li, C.-Q., & Robert, D. (2018). Effect Of Corrosion And Hydrogen Embrittlement On Microstructure And Mechanical Properties Of Mild Steel. *Construction And Building Materials*, 170, 78–90.
- Mori, K., Bariani, P. F., Behrens, B.-A., Brosius, A., Bruschi, S., Maeno, T., Merklein, M., & Yanagimoto, J. (2017). Hot Stamping Of Ultra-High Strength Steel Parts. *Cirp Annals*, 66(2), 755–777.
- Muchlis, A., Suryady, S., & Nugroho, A. (2021). Frame Head Production Process In Category 3 Frame Chassis At Pt. Prime Dual Core. *International Journal Of Science, Technology & Management*, 2(5), 1780–1786.
- Prihany, F. A., Rusmiati, R., & Wardoyo, I. R. E. (2022). Kajian Risiko Kesehatan Dan Keselamatan Kerja Dengan Metode Job Safety Analysis. *Jurnal Penelitian Kesehatan" Suara Forikes"(Journal Of Health Research" Forikes Voice"*, 13(3), 852–855.
- Respati, S. M. B. (2006). Ketebalan Pelapis Pipa Air Untuk Mencegah Dari Korosi Luar Dengan Hot Dipping Galvanic. *Majalah Ilmiah Momentum*, 2(2).
- Suryady, S., & Nugroho, E. A. (2022). Simulasi

Faktor Keamanan Dan Pembebanan Statik Rangka Pada Turbin Angin Savonius. *Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, 1(02), 42–48.

Winarno, E. (2016). *Teknik Menggunakan Perkakas Tangan (Kerja Bangku)*. Deepublish.

Zaferani, S. H., Sharifi, M., Zaarei, D., & Shishesaz, M. R. (2013). Application Of Eco-Friendly Products As Corrosion Inhibitors For Metals In Acid Pickling Processes–A Review. *Journal Of Environmental Chemical Engineering*, 1(4), 652–657.