

MODIFIKASI DUDUKAN *SLIP RING* DAN *CARBON BRUSH* PADA MESIN ITL.01.TL.01

Fadillah Fachrulizal¹⁾

Teknik Mesin-Politeknik Gajah Tunggal

fadillahfachrulizal@gmail.com

Dharmanto²⁾

Teknik Mesin, Politeknik Gajah Tunggal

dharmanto@poltek-gt.ac.id

Bibit Hartono²⁾

Teknik Mesin, Politeknik Gajah Tunggal

B12thartono@gmail.com

Keywords :

Modification
Inner liner
Heater
Cutter
ITL.01.TL.01 machine

Abstract :

The aim of this research is to modify the heating system of the ITL.01.TL.01 machine used in the cutting process of inner liners. The variation in inner liner length, ranging from 73 to 78 meters, results from manual cutting using scissors due to damage to the existing heating system. This inconsistency in inner liner length causes issues with production efficiency and consistency, necessitating modifications to improve machine performance. In this research, an in-depth analysis was conducted on the causes of damage to the heating system, as well as the design of the necessary technical modifications. This approach involves identifying and testing the components of the heating system and implementing changes aimed at repairing and enhancing the performance of the ITL.01.TL.01 machine. The results of these modifications are expected to provide solutions to the problem of inconsistent inner liner length. After the modifications, the inner liner length was successfully standardized to 76 meters. Trials conducted showed that the modified heating system could produce more consistent cutting and improve the machine's operational efficiency. Therefore, this research is expected to make a significant contribution to the related industry by providing more reliable and efficient technical solutions and reducing reliance on manual cutting methods.

PENDAHULUAN

Berkembangnya dunia teknologi yang sangat cepat, menuntut manusia untuk menciptakan teknologi yang dapat menunjang pekerjaan manusia menjadi lebih mudah, dari pekerjaan yang membutuhkan mobilitas dan tenaga besar menjadi lebih ringan dengan adanya otomatisasi yang tercipta dari teknologi. Teknologi di era modern ini menjadi hal yang sangat penting didalam perindustrian, berbagai macam teknologi telah lahir mulai dari teknologi yang bersifat pengembangan dari yang sebelumnya (modifikasi) hingga teknologi yang belum ada sebelumnya. Dengan adanya pertumbuhan teknologi yang pesat 10 tahun terakhir khususnya, meningkatkan persaingan antar perusahaan untuk selalu berupaya meningkatkan teknologi yang ada di perusahaannya dengan membuat inovasi baru.

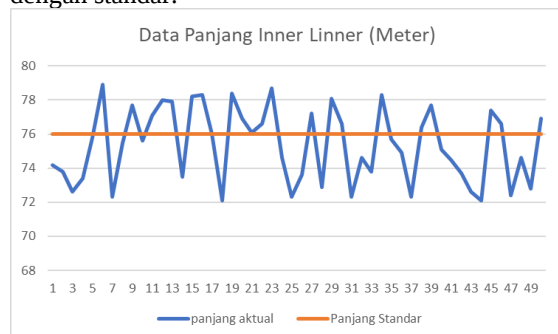
Dalam melakukan inovasi teknologi, perusahaan pasti selalu mempertimbangkan kualitas, kuantitas, dan kepuasan konsumen apakah masih terjamin atau tidak, dengan mempertimbangkan cost

yang digunakan untuk upaya inovasi seminimal mungkin namun tetap menjamin kualitas dan kuantitas produk. Di perusahaan PT. XYZ selalu berupaya untuk meningkatkan teknologi yang ada, dengan membentuk tim *improvement* di setiap plant.

PT. XYZ terus berinovasi dengan memodifikasi sistem *cutting* pada mesin ITL untuk meningkatkan efisiensi dan presisi dalam proses produksi. Modifikasi ini menggunakan sistem *slip ring* untuk mengalirkan listrik menuju *heater*, yang mampu digunakan untuk mengalirkan listrik terhadap *cutter* yang berputar. Selain itu, sistem ini dilengkapi dengan *thermocouple* yang dapat menstabilkan panas *cutter* secara otomatis sesuai dengan ketebalan material yang diproses. Dengan peningkatan ini, PT. XYZ dapat mengoptimalkan penggunaan *cost* dan mengurangi panjang *inner liner* yang bervariasi.

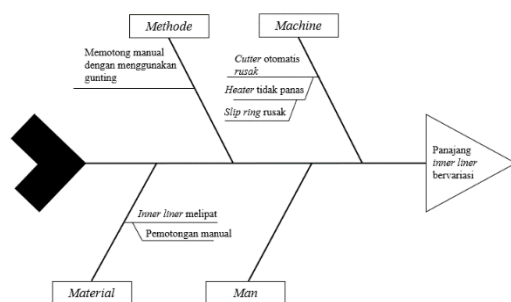
Ketika material *inner liner* mencapai panjang 76 meter. Maka, *cutting* otomatis bekerja memotong material *inner liner*. Tetapi terjadi kerusakan pada *slip ring* tipe Kubler SR085-2-2-v14. Sehingga membuat

sistem *cutting* otomatis tidak dapat bekerja. *Slip ring* tipe Kubler SR085-2-2-v14 cukup susah untuk didapatkan karena *sparepart* adalah *original* mesin dan untuk membelinya butuh waktu yang cukup lama. Oleh karena itu, menyebabkan operator memotong manual dengan menggunakan gunting dan itu sangat berbahaya untuk keselamatan operator. Dengan pemotongan manual tersebut menyebabkan panjang *inner liner* bervariasi dan menghambat pada proses *building* sehingga operator harus melakukan *top up* untuk menambah *inner liner*. Oleh sebab itu, *cycle time* berkurang dan target produksi tidak tercapai. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 1, bahwa dalam sehari terdapat banyak variasi panjang material tidak sesuai dengan standar.



Gambar 1. Data Panjang *Inner Linner* pada Mesin ITL.01

Berdasarkan Gambar 1, dapat dilihat variasi panjang *inner liner* setiap harinya. Oleh karena itu, permasalahan di analisis dengan menggunakan *diagram fishbone* sebagai berikut :



Gambar 2. *Diagram fishbone*

Berdasarkan analisa permasalahan tersebut perlu adanya modifikasi sistem *heater*. Modifikasi alat tersebut dilakukan atas dasar beberapa unsur, yaitu unsur manusia, mesin dan metode yang ada pada sistem *cutting* dengan menggunakan *slipring* tipe Kubler SR085-2-2-v14. Dimana pada kondisi saat ini, *cutting* otomatis tidak bekerja dan menggunakan pemotongan manual.

Modifikasi ini di *design* dengan menggunakan *software design*. *Software* ini sering digunakan dalam pembuatan model 3D dan memiliki tiga tampilan utama. Pertama adalah *part*, yang berfungsi untuk menggambar model. Kedua adalah *assembly*, yang

digunakan untuk merakit atau menggabungkan berbagai model *part* menjadi satu konstruksi sesuai kebutuhan. Terakhir, ada *drawing*, yang digunakan untuk menyajikan model *part* atau *assembly* yang sudah dibuat sehingga siap untuk dicetak dan digunakan sebagai lembar kerja di industri.gaja

Pada modifikasi ini, dilakukan penggantian *slip ring* dengan menggunakan *slip ring* yang mudah didapatkan dengan perawatan yang sederhana. Oleh karena itu, *Slip ring* yang digunakan yaitu *slip ring custom* dengan material *brass*. Sehingga, dapat dibuat dimana saja.

Slip ring terbuat dari bahan kuningan atau tembaga dan dipasang pada poros menggunakan bahan isolasi. *Slip ring* ini berputar bersama-sama dengan poros dan rotor. Ada dua *slip ring*, masing-masing berfungsi untuk menggeser sikat arang, satu untuk sikat arang positif dan satu untuk sikat arang negatif. Fungsi dari *slip ring* ini adalah untuk mengalirkan arus penguat magnet ke lilitan magnet pada rotor [2].

Pada rancang bangun modifikasi sistem *cutting wind up* ini menggunakan beberapa komponen. Seperti, baut M8, *plat* besi dudukan, tutup *carbon brush*, rumah *carbon brush*, isolator, besi dudukan isolator, baut dan mur M6, *sock as slip ring*, *slip ring*, dan *carbon brush* dengan pegas. Isolator disini menggunakan maerial jenis PTFE (*Polytetrafluroethylene*).

Polytetrafluroethylene merupakan daftar dari nama dagang bahan plastik yang bermanfaat adalah *Poly Tetra Fluoro Ethylene* (PTFE). PTFE merupakan divisi kelas dari plastik yang disebut *fluoropolymers*. PTFE adalah bahan yang bagus jika komponen mesin terkena panas karena dapat melapisi bagian-bagian atau komponen tersebut, pakaian, dan gesekan, lalu berfungsi sebagai peralatan laboratorium yang harus tahan korosif bahan kimia, dan sebagai lapisan untuk peralatan masak dan peralatan lainnya[3].

Beban komponen yang digunakan pada modifikasi harus diketahui. Sehingga, perhitungan selanjutnya dapat dicari. Untuk mendapatkan massa sebuah objek, dapat dihitung dengan menggunakan persamaan yang memperhatikan volume dan massa jenis objek tersebut.

$$m = \rho \times v \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan:

m = Massa (kg)

v = Volume (m^3)

ρ = Massa jenis (kg/m^3)

Untuk menghitung berat sebuah objek yang berada pada bidang datar dengan mempertimbangkan gaya-gaya yang bekerja pada objek tersebut, dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$W = m \times g \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan:

W = Berat benda (N)

m = Massa benda (kg)

g = Gaya gravitasi (m/s^2)

Pada modifikasi ini menggunakan 2 jenis sambungan untuk mengikat antar komponen. Sambungan yang digunakan yaitu, sambungan las dan sambungan baut. Untuk menentukan kekuatan sambungan aman untuk digunakan maka dilakukan perhitungan. Sehingga, sambungan itu aman untuk mesin dan operator.

Sambungan Pengelasan adalah kategori sambungan yang terdiri dari berbagai material atau plat yang disatukan melalui proses pengelasan. Terdapat beberapa macam jenis sambungan las yang umumnya digunakan, termasuk *Butt Joint*, *Fillet (T) Joint*, *Corner Joint*, dan *Lap Joint*, yang merupakan jenis sambungan utama dalam proses pengelasan [4]

Sambungan pengelasan dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

1. Luas area pengelasan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$A_1 = \sin L_1 \times s \times L_1 \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan:

A_1 = Luas area 1 (mm^2)

s = Sisi (mm)

2. Kekuatan las dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$P = \sin L_1 \times s \times L_1 \times \sigma_t + \sin L_2 \times L_2 \times \sigma_i \quad (4)$$

Keterangan:

P = Kekuatan las (N)

s = Sisi (mm)

L_1 = Sisi awal (mm)

L_2 = Sisi miring (mm)

σ_t = Tegangan tarik (N/mm^2)

σ_i = Tegangan ijin (N/mm^2)

Selain sambungan las kekuatan sambungan baut dapat dihitung dengan menggunakan beberapa persamaan. Sambungan baut adalah jenis sambungan yang tidak tetap yang berarti untuk pemasangan dan pelepasan sambungan tidak perlu untuk merusak sambungan dan konstruksi [5]. Penggunaan sambungan baut banyak digunakan karena relatif murah, mudah penggunaannya, dan tidak merusak komponen. Untuk menghitung besarnya gaya yang diterima pada baut dapat menggunakan rumus :

$$F = \frac{\pi}{4} \times d^2 \times \tau \times n \dots\dots\dots(5)$$

Dimana:

F = Gaya (N)

τ = Tegangan (N/mm^2)

d = Diameter baut (mm)

n = Jumlah lubang / baut

Dalam menghitung kekuatan sambungan harus memperhatikan tegangan yang terjadi pada setiap sambungan. Tegangan merupakan ketahanan terhadap pembebanan yang diberikan per satuan luas. Gaya yang bekerja pada suatu struktur akan mengalami deformasi. Molekul benda akan

membentuk suatu tahanan saat benda mengalami deformasi [6].

Untuk menghitung tegangan yang terjadi pada modifikasi ini dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

1. Tegangan Izin

$$\sigma_{izin} = \frac{\sigma_t}{FS} \dots\dots\dots(6)$$

Dimana :

σ_{izin} = Tegangan izin

σ_t = Tegangan *ultimate*

FS = *Factor of safety*

2. Tegangan Geser

Tegangan geser yang diijinkan (τ) diambil 30% dari batas elastis tarik (σ_{el}), tetapi tidak boleh melebihi 18% tegangan tarik *ultimate* (σ_u). dengan kata lain, tegangan geser yang diijinkan adalah :

$$\tau = 0,3 \sigma_{el} \text{ atau } 0,18 \sigma_u \dots\dots\dots(7)$$

3. Tegangan Normal

Tegangan normal muncul ketika gaya bekerja tegak lurus terhadap penampang material. Tegangan normal bisa berupa tegangan tarik atau tegangan tekan.

$$\tau = \frac{P}{A} \dots\dots\dots(8)$$

Di mana:

σ = Tegangan normal (N/mm^2 atau MPa)

P = Gaya normal (N)

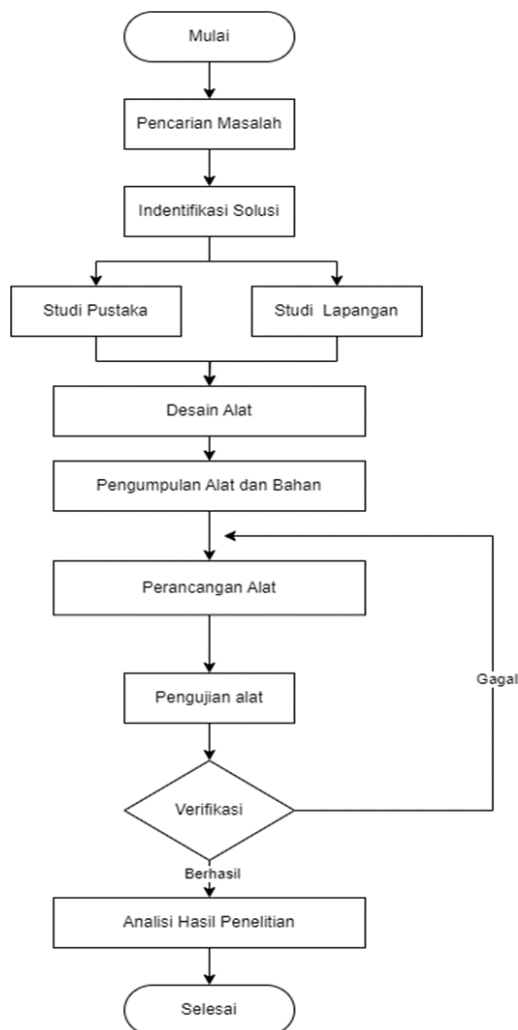
A = Luas penampang (mm^2)

Setelah Melakukan perhitungan dan dibandingkan dengan tegangan izin material. Maka, sambungan dapat diketahui apakah sambungan itu aman untuk digunakan atau tidak.

Penyelesaian masalah dengan metode PDCA (*Plan-Do-Check-Action*) merupakan pendekatan sistematis yang digunakan untuk mengidentifikasi, menganalisis, dan memperbaiki masalah atau kelemahan dalam suatu proses atau sistem. Sehingga dapat menghilangkan variasi panjang *inner liner* yang terjadi pada mesin ITL.01.TL.01. Dengan memperhatikan keamanan untuk mesin dan operator sehingga produksi berjalan lancar tanpa ada kendala.

METODOLOGI KAJIAN

Alur Penelitian



Gambar 3. Alur Penelitian

Detail Alur Penelitian

1. Pencarian Masalah

Tahapan ini melakukan pengenalan terhadap situasi keadaan di lapangan untuk mengetahui proses serta sistem kerja di lapangan dan mengetahui permasalahan yang sering terjadi. Pada proses ini ditemukan sebuah permasalahan berupa proses kerja yang dilakukan dengan cara manual serta mendapati resiko bahaya di lapangan dan membuat material mempunyai panjang yang bervariasi.

2. Identifikasi Solusi

Identifikasi solusi merupakan tahap untuk merumuskan serta menjelaskan tujuan dari penelitian yang dilakukan di bagian material khususnya pada saat proses *cutting inner liner*.

3. Studi Pustaka

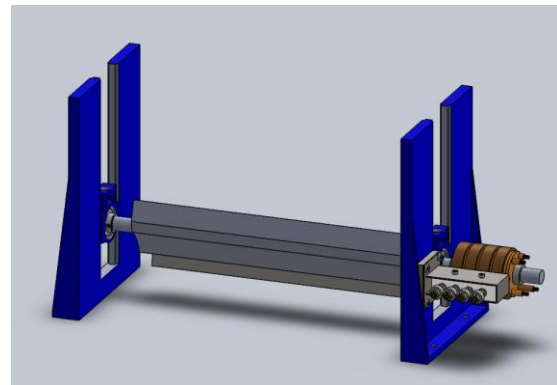
Pada tahap studi pustaka dilakukan studi terhadap kegiatan-kegiatan atau penelitian-penelitian serupa serta pencarian tentang teori yang terkait dengan penelitian yang dilakukan yang tertulis dalam buku, jurnal, maupun artikel ilmiah yang dijadikan untuk referensi atau pedoman agar penelitian lebih terarah dan memiliki teori dasar yang kuat.

4. Studi Lapangan

Pada tahap studi lapangan melibatkan pengumpulan data langsung dari lokasi atau konteks relevan melalui berbagai metode seperti observasi, wawancara, dan eksperimen untuk mendapatkan pemahaman mendalam tentang fenomena yang diteliti, memverifikasi teori-teori yang ada, serta mengumpulkan data empiris yang diperlukan untuk analisis dan interpretasi.

5. Desain Alat

Pada tahap ini dilakukan desain dudukan carbon brush dan modifikasi sistem *slip ring* untuk mengalirkan daya pada *heater* mesin *cutting*. Gambar 4 merupakan desain modifikasi system *cutting* yang dibuat dengan menggunakan *solidworks*.



Gambar 4. Design Mekanisme Modifikasi System
(Sumber : Hasil Kajian Penulis, 2024)

6. Pengumpulan Alat dan Bahan

Pada tahapan ini dilakukan penentuan alat dan bahan yang akan digunakan untuk menunjang keberhasilan modifikasi sistem *cutting wind up* pada mesin ITL.01.TL.01. Bahan yang digunakan pada modifikasi ini menggunakan material yang berbahan isolator listrik seperti *Polyether ether ketone*. Dan untuk kerangkanya menggunakan besi ASTM A36.

7. Perancangan Alat

Pada tahap ini dilakukan perancangan alat sesuai dengan desain yang sudah dibuat. Mulai dari perancangan dudukan untuk menopang *carbon brush* yang berfungsi untuk mengalirkan energi listrik kepada *slip ring*. Sehingga, dapat memanaskan sistem *heater* dan membuat cutter bisa memotong *inner liner*.

8. Pengujian Alat

Pada tahap ini dilakukan pengujian terhadap dudukan dan *slipring* pada sistem *heater* mesin *cutting*. Apakah sudah sesuai dengan standar atau masih terdapat kendala. Selain itu juga dilakukan pengujian terhadap desain kerangka alat yang telah dibuat. Apakah sudah sesuai dengan spesifikasi yang dirancang atau belum. Apabila masih terjadi ketidaksesuaian dengan standar dan spesifikasi yang dibutuhkan kembali ke tahap perancangan alat.

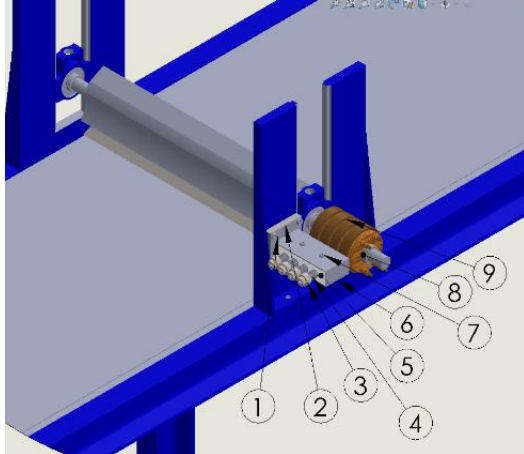
9. Penerapan Alat

Pada tahap ini setelah *heater* di modifikasi sesuai dengan standar dan spesifikasi yang

dibutuhkan dilakukan penerapan alat di mesin *cutting* wind up ITL 01. Sehingga dapat menggantikan *sparepart* yang sulit didapatkan.

HASIL KAJIAN DAN PEMBAHASAN

Desain Modifikasi Sistem *Cutting*



Gambar 5. Gambaran modifikasi yang akan dilakukan

Masing-masing komponen di jelaskan pada Tabel di bawah ini:

Tabel 1. Komponen Modifikasi

No	Nama Komponen	Tipe	Fungsi
1	Baut M8x12	Allen bolt	Pengikat besi plat dengan besi dudukan <i>carbon brush</i> dan pengunci <i>sock slipring</i>
2	Plat besi dudukan	ASTM A36 ukuran 50 mm x 50 mm	Sebagai dudukan <i>carbon brush</i>
3	Tutup <i>carbon Brush</i>	Mur M16	Sebagian tutup <i>carbon brush</i> dan menahan pegas <i>carbon brush</i>
4	Rumah <i>carbon brush</i>	Baut M16	Sebagai rumah <i>carbon brush</i>

Tabel 1. Lanjutan

5	Isolator Listrik	<i>Polyether ether ketone</i> (PEEK) ukuran 120 mm x 30 mm x 60 mm	Sebagai isolator <i>carbon brush</i>
---	------------------	--	--------------------------------------

6	Dudukan Isolator	ASTM A36 dengan ukuran 130 mm x 35 mm x 60 mm	Sebagai dudukan isolator dan rumah <i>carbon brush</i>
7	Baut dan Mur M6	Allen bolt	Pengikat isolator dengan besi dudukan <i>carbon brush</i>
8	<i>Sock As Slipring</i>	ASTM A36 ukuran diameter luar 35 mm dan diameter dalam 25 mm	Pengunci <i>slipring</i> dengan As cutter
9	<i>Slipring</i>	Tembaga dengan isolator ebonit	Sebagai penerima listrik dari <i>carbon brush</i> dan dialirkan menuju <i>heater</i>
10	<i>Carbon brush</i> dengan pegas	<i>Carbon brush rod</i>	Sebagai konduktor listrik terhadap <i>slipring</i>

Perhitungan Massa

Pada perhitungan ini bertujuan untuk mencari tahu nilai berat setiap komponen hal ini dilakukan untuk mempermudah perhitungan selanjutnya. Pada perhitungan ini menggunakan *Software Solidwork 2020* sebagai media untuk mencari *volume* dari setiap komponen yang dimana pada setiap komponen memiliki jenis *material* yang berbeda dan untuk pemilihan *material* dari setiap komponen. Dengan menggunakan rumus di bawah ini :

1. Massa Benda

Untuk mendapatkan massa sebuah objek, dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (1) yang memperhatikan volume dan massa jenis objek tersebut.

$$m = \rho \times v$$

Keterangan:

m = Massa (kg)

v = Volume (m^3)

ρ = Massa jenis (kg/m^3)

2. Berat Benda

Untuk menghitung berat sebuah objek yang berada pada bidang datar dengan mempertimbangkan gaya-gaya yang bekerja pada objek tersebut, dapat menggunakan persamaan (2) sebagai berikut:

$$W = m \times g$$

Keterangan:

W = Berat benda (N)

m = Massa benda (kg)

g = Gaya gravitasi (m/s²)

Untuk menghitung massa dan berat benda maka harus diketahui massa jenis material yang digunakan. Massa jenis material di tunjukan pada tabel di bawah ini:

Tabel 2. Massa Jenis Material

No	Material	Massa Jenis
1	ASTM A36	7.850 kg/m ³
2	Polyether ether ketone	1320 kg/m ³
3	ASTM A325	7.700 kg/m ³
4	Brass	8400 kg/m ³
5	Ebonit (hard rubber)	0,0011 g/mm ³
6	Copper	8400 kg/m ³

Hasil perhitungan massa dan beban pada komponen yang digunakan pada modifikasi *system cutting* pada mesin ITL.01.TL.01 di tunjukan pada table di bawah ini:

Tabel 3. Massa dan Berat Komponen

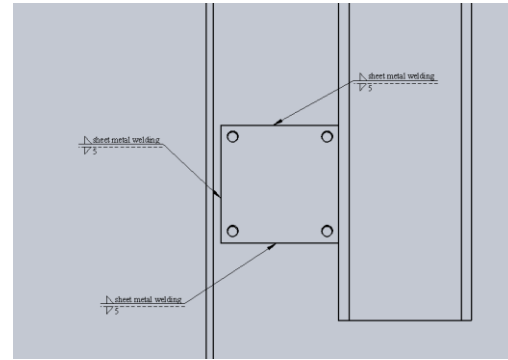
No	Nama Komponen	Massa	Berat
1	Baut M8x12	0,008008kg	0,0784784 N
2	Plat besi dudukan	0,586733 kg	5,74998 N
3	Tutup carbon brush	0,030057 kg	0,2946 N
4	Rumah carbon brush	0,041114 kg	0,403 N
5	Isolator Listrik	0,23087 kg	2,26 N
6	Dudukan Isolator	0,37209 kg	3,65 N
7	Baut dan Mur M6	0,00945 kg	0,09261 N
8	Sock As Slipring	0,557404 kg	5,4626 N

Tabel 3. Lanjutan

9	Slipring Carbon	2,996 kg	29,3554 N
10	brush dengan pegas	0,004170584 kg	0,040717232 N

Sambungan Pengelasan

1. Sambungan Las Besi Plat Dudukan Pada Rangka



Gambar 6. Seketsa Pengelasan besi plat dudukan

Panjang pengelasan yang dilakukan pada plat dengan tebal 12 mm yaitu 80 mm. Maka, dilakukan perhitungan untuk mengetahui kekuatan sambungan las tersebut dibawah ini:

a. Tegangan Tarik Izin

Pengelasan bagian ini menggunakan elektroda jenis RB 26 yang memiliki tegangan tarik sebesar 62 Ksi atau sama dengan 427,47 N/mm². Dengan ketentuan 1 Ksi bernilai 6,89 N/mm². *Factor of Safety* yang digunakan untuk material jenis steel pada beban diam. Maka untuk menghitung tegangan tarik izin sambungan las dapat menggunakan persamaan (6) sebagai berikut:

$$\sigma_{izin} = \frac{\sigma_t}{FS}$$

$$\sigma_{izin} = \frac{427,47 \text{ N/mm}^2}{4}$$

$$\sigma_{izin} = 106 \text{ N/mm}^2$$

b. Beban Maksimal Pengelasan

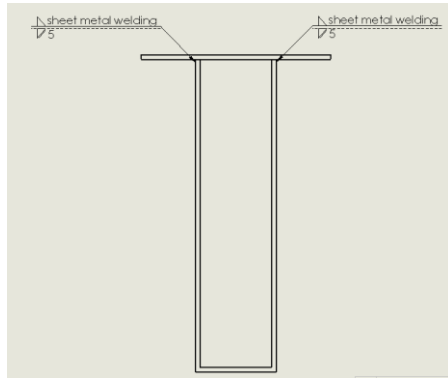
$$P = 0,707 \times S \times L \times \sigma_{ijin}$$

$$P = 0,707 \times 6 \text{ mm} \times 80 \text{ mm} \times 106 \text{ N/mm}^2$$

$$P = 35.972,16 \text{ N}$$

Berdasarkan hasil perhitungan, kekuatan maksimal sambungan las tersebut adalah 35.972,16 N. Beban yang akan diterima sambungan las ini adalah beban dari dudukan isolator, isolator, 4 rumah carbon brush, 4 tutup carbon brush, 4 baut M8, 2 baut M6 dan 2 mur M6 dengan total sebesar 1,53 kg atau sebesar 15,0042 N. Jadi, sambungan pengelasan tersebut masih dinyatakan aman, karena tegangan yang diizinkan sebesar 106 N/mm² dan tegangan yang diterima sebesar 15,0042 N/mm².

2. Sambungan Las Besi Dudukan Carbon Brush



Gambar 7. Seketsa pengelasanudukan *carbon brush*

Panjang pengelasan yang dilakukan pada plat dengan tebal 3 mm yaitu 60 mm. Maka, dilakukan perhitungan untuk mengetahui kekuatan sambungan las tersebut dibawah ini:

a. Tegangan Tarik Izin

Pengelasan bagian ini menggunakan elektroda jenis RB 26 yang memiliki tegangan tarik sebesar 62 Ksi atau sama dengan 427,47 N/mm². Dengan ketentuan 1 Ksi bernilai 6,89 N/mm². *Factor of Safety* yang digunakan untuk *material* jenis *steel* pada beban diam. Maka untuk menghitung tegangan tarik izin sambungan las dapat menggunakan persamaan (6) sebagai berikut:

$$\sigma_{izin} = \frac{\sigma_t}{FS}$$

$$\sigma_{izin} = \frac{427,47 \text{ N/mm}^2}{4}$$

$$\sigma_{izin} = 106 \text{ N/mm}^2$$

b. Beban Maksimal Pengelasan

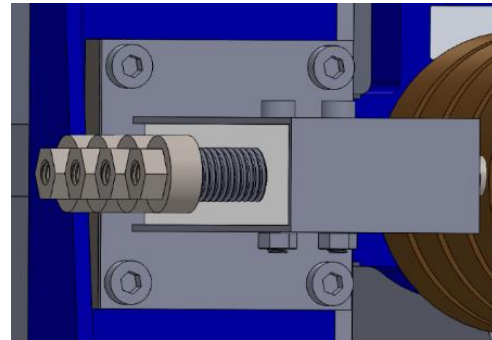
$$P = 0,707 \times S \times L \times \sigma_{ijin}$$

$$P = 0,707 \times 3 \text{ mm} \times 60 \text{ mm} \times 106 \text{ N/mm}^2$$

$$P = 13.489,56 \text{ N}$$

Berdasarkan hasil perhitungan, beban maksimal yang diizinkan sambungan las tersebut adalah 13.489,56 N. Beban yang akan diterima sambungan las ini adalah beban dari isolator, rumah *carbon brush* dan tutup *carbon brush* Sebesar 0,5446 kg atau 5,4464 N. Jadi, sambungan pengelasan tersebut masih dinyatakan aman, karena tegangan yang diizinkan sebesar 106 N/mm² dan tegangan yang diterima sebesar 5,4464 N/mm².

Sambungan Baut



Gambar 8. Sambungan baut padaudukan *carbon brush*

Beban yang diterima baut adalah besi penyangga dan komponen lainnya yaitu : 9,0964 N. Sehingga, dapat dihitung tegangan geser dan tegangan izin yang terjadi pada baut tersebut.

1. Tegangan geser pada baut

$$P = \frac{\pi}{4} \times d^2 \times \tau \times n$$

$$8,9336 = \frac{\pi}{4} \times 8^2 \times \tau \times 4$$

$$8,9336 = 64\pi\tau$$

$$\tau = \frac{8,9336}{64\pi}$$

$$\tau = \frac{8,9336}{64 \times 3,14}$$

$$\tau = \frac{8,9336}{200,96}$$

$$\tau = 0,04445 \text{ N/mm}^2$$

2. Tegangan yang diizinkan

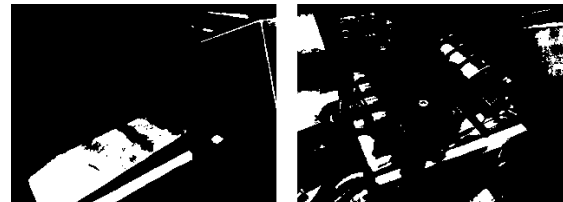
$$FS = \frac{\sigma_{izin}}{\sigma_{geser}}$$

$$4 = \frac{\sigma_{1izin}}{0,04445 \text{ N/mm}^2}$$

$$\sigma_{izin} = 0,1778 \text{ N/mm}^2$$

Dengan baut yang digunakan ASTM A325 dengan besar nilai $\sigma_t = 830 \text{ Mpa} = 830 \text{ N/mm}^2$ dengan terganagan geser sebesar 0,04445 N/mm² untuk 4 baut maka terganagan geser baut aman karena nilai tegangan standar melebihi kebutuhan.

Hasil Setelah Dilakukan Modifikasi



a. Sebelum Modifikasi

b. Sesudah Modifikasi

Gambar 9. Sebelum dan Sesudah Modifikasi
(Sumber: Data hasil Kajian, 2024)

Dapat dilihat pada Gambar 25 (a) merupakan sistem *cutting* sebelum di modifikasi, dimana pada sistem pemanas *cutter* rusak dan tidak dapat berfungsi. Dan pada sistem kontrol *heater* harus dilakukan rekondisi. Kemudian pada Gambar 25 (b) merupakan sistem *cutting* sesudah di modifikasi, terlihat pada sistem pemanas *cutter* terdapat *slipring* danudukan yang dapat menahan *carbon brush*. Dimana *carbon brush* berfungsi untuk mengalirkan listrik kepada *heater* yang dapat memanaskan *cutter*.

Dengan berhasilnya modifikasi sistem *cutting wind up* maka dapat dilihat panjang *inner liner* pada tabel dibawah ini :

Tabel 4. Data Panjang *Inner Liner*

Data Setelah Modifikasi		
Tanggal	Shift	Data Panjang Inner Linner (Meter)
13 May 2024	D/1	77,0
13 May 2024	D/1	75,9
13 May 2024	D/1	77,1
13 May 2024	D/1	75,8
13 May 2024	D/1	76,4
13 May 2024	D/1	76,1
13 May 2024	D/1	75,3
13 May 2024	D/1	77,5
13 May 2024	D/1	76,7
13 May 2024	D/1	77,6
14 May 2024	A/1	75,9
14 May 2024	A/1	77,1
14 May 2024	A/1	77,3
14 May 2024	A/1	75,4
14 May 2024	A/1	76,6

Tabel 4. Lanjutan

14 May 2024	A/1	77,0
14 May 2024	A/1	77,3
14 May 2024	A/1	77,8
14 May 2024	A/1	75,6
14 May 2024	A/1	76,8
15 May 2024	A/1	76,2
15 May 2024	A/1	77,4

15 May 2024	A/1	75,6
15 May 2024	A/1	76,8
15 May 2024	A/1	77,3
15 May 2024	A/1	75,7
15 May 2024	A/1	76,2
15 May 2024	A/1	77,4
15 May 2024	A/1	77,0
15 May 2024	A/1	76,8
16 May 2024	A/1	75,9
16 May 2024	A/1	75,7
16 May 2024	A/1	76,5
16 May 2024	A/1	76,7
16 May 2024	A/1	76,1
16 May 2024	A/1	76,9
16 May 2024	A/1	77,2
16 May 2024	A/1	76,0
16 May 2024	A/1	77,5
16 May 2024	A/1	75,2
20 May 2024	B/1	76,0
20 May 2024	B/1	75,4
20 May 2024	B/1	76,7
20 May 2024	B/1	75,3
20 May 2024	B/1	76,5
20 May 2024	B/1	77,6
20 May 2024	B/1	77,3
20 May 2024	B/1	75,2
20 May 2024	B/1	76,7
20 May 2024	B/1	77,9
Total		3826,9
Average		76,53

KESIMPULAN

Pemilihan material untuk modifikasi *system cutting wind up* menggunakan material yang bersifat isolator dan konduktor listrik. Untuk menghindari terjadinya arus pendek yang dapat menyebabkan kerusakan *system*. Dengan memperhatikan kekuatan material dan elemen mesin yang digunakan. Serta, *safety* yang digunakan untuk modifikasi ini. Oleh karena itu, modifikasi berhasil 100 % dan berjalan sesuai yang diharapkan. Hasil perhitungan kekuatan material memiliki tegangan aktual sebesar 9,0964 N sedangkan baut dengan material ASTM A325 memiliki *yield strength* sebesar 830 N/mm².

Sambungan baut dinyatakan aman karena nilai yield strength lebih besar dari nilai beban yang diterima baut. Pada kekuatan pengelasan 1 dan 2 menerima beban sebesar 15,0442 N dan 5,4464 N. pengelasan ini menggunakan elektroda jenis RB 26 yang mempunyai nilai *yield strength* sebesar 427,27 N/mm². Sambungan pengelasan ini dinyatakan aman karena nilai *yield strength* lebih besar dari beban yang diterima di kedua sambungan las tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- A. Dwi Yulianto and dan Mulyadi, "Plate Mold dengan Software Simulasi (Solidworks 3D)," *Journal of Technical Engineering: Piston*, vol. 3, no. 2, pp. 6–16, 2020.
- Zulvawarman, "ANALISIS PENGGUNAAN BRUSH LIFTING DEVICE (BLD) PADA MOTOR WEG MILL DRIVE 8700 KW RAW MILL INDARUNG VI PT SEMEN PADANG," 2023.
- Y. Irawan, "KARAKTERISTIK PDIV DAN VBD MATERIAL POLYCARBONATE DAN POLYTETRAFLUROETHYLENE YANG DIBERI PERLAKUAN PASCA PEMULIHAN," 2021.
- Y. R. Fauzi, A. Khalid, and A. Barry, "Pengaruh variasi bevel pada proses pengelasan SMAW terhadap kekuatan tarik material," *ARMATUR: Artiker Teknik Mesin & Manufaktur*, vol. 3, no. 2, pp. 58–63, 2022.
- M. A. Siregar, R. A. Nasution, P. A. C. Siregar, and I. Tanjung, *Buku Ajar Rancangan Mesin Dasar Kode MK TTMA-430203*. UMSUPRESS, 2022. Accessed: Jun. 27, 2024. [Online]. Available: https://books.google.co.id/books?hl=id&lr=&id=K1yjEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT9&dq=buku+menghitung+sambungan+baut&ots=dr-SeNppvl&sig=r4HB2Uvr7LUz5xpMILLSEwssfM8&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
- A. I. Wulandari and C. L. Agusty, "ANALISIS TEGANGAN REGANGAN PADA PELAT DECK DAN BOTTOM KAPAL FERRY RO-RO MENGGUNAKAN FINITE ELEMENT METHOD Stress Stain Analysis on Deck and Bottom Plate of Ferry Ro-Ro Ship with Finite Element Method," 2021.