

ANALISA KEKUATAN SAMBUNGAN DAN SISTEM PNEUMATIK LOCK BAND SERVICE PADA MESIN ATB-I3

Hafiidh Kusumajati¹⁾

Teknik Mesin-Politeknik Gajah Tunggal
hafidjati7@gmail.com

Ahmad Zohari²⁾

Teknik Mesin-Politeknik Gajah Tunggal
zohari2980@gmail.com

Tita Latifah Ahmad, S.T., M.T.³⁾

Teknologi Industri-Politeknik Gajah Tunggal
titalatifahahmad@gmail.com

Keywords :

Lock Band
Sambungan Las
Sambungan Baut
Pneumatik

Abstract :

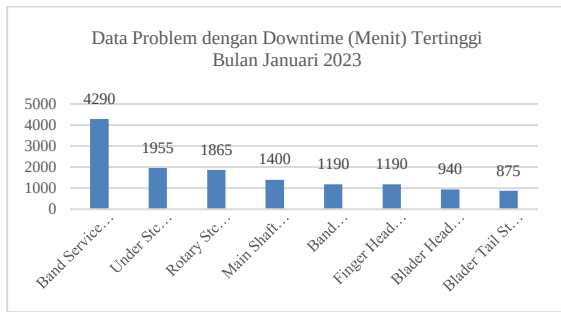
Section A2 is a team from the Engineering Department in charge of Section building and Section Venting Plant A. In Section A2 the band service problem is the problem with the highest downtime and the ATB-I3 engine is the machine with the highest downtime due to the band service problem. The high downtime band service is caused by a problem with the lock band service system, namely the motion locking system on the band service component. Therefore, a modification was made by changing the design of the lock band service. Modifications made require components such as ACM B50 S60 pneumatic cylinders, 10 mm plates, and proximity sensors. After the modification is complete, downtime calculations are performed as well as MTTR and MTTF calculations to determine the availability of values. Based on the calculations made by the author, after the modification there was a decrease in downtime of 52.97% and an increase in availability of 1.64% compared to before the modification.

PENDAHULUAN

PT XYZ merupakan salah satu perusahaan manufaktur yang memproduksi beberapa jenis ban untuk truk, bus, mobil penumpang, sepeda motor dan kendaraan tambang. Ban yang dihasilkan PT XYZ mempunyai 2 jenis, yaitu radial dan bias dengan tipe tube dan tubeless. PT XYZ memiliki beberapa plant dalam proses produksinya, salah satunya adalah Plant A, yaitu tempat produksi ban bias untuk truk, bus, dan kendaraan tambang. Proses produksi Plant A terbagi dalam beberapa Section, yaitu Section Topping Calender, Section Bias Cutting dan Squeegee, Section Tread Extruder, Section Bead Gromet, Section Building, dan Section Curing.

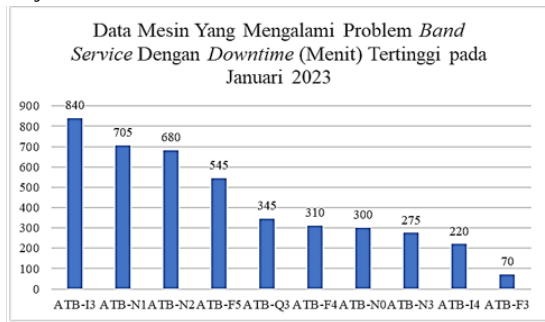
Proses produksi Plant A selalu dituntut berjalan dengan baik dan produktif sehingga membutuhkan mesin yang handal dan prima. Plant A didukung oleh Departemen Engineering A yang bertugas untuk memastikan mesin produksi yang ada dalam keadaan

siap pakai. Departemen Engineering A terbagi ke dalam beberapa Section, yaitu Section A1, A2, dan A3. Section A1 bertugas di area material Plant A yang terdiri dari Section Topping Calender, Section Bias Cutting dan Squeegee, Section Tread Extruder, dan Section Bead Gromet. Section A2 bertugas pada Section building dan Section Venting Plant A. Section Berdasarkan observasi yang dilakukan oleh penulis, pada Section A2 memiliki downtime mesin yang cukup tinggi. Dalam kurun waktu Januari 2023, downtime akibat kerusakan mesin pada Section A2 terjadi sebesar 19.290 menit. Gambar 1 menunjukkan beberapa komponen mesin yang memiliki downtime tertinggi. Gambar 1 merupakan beberapa problem yang memiliki downtime tertinggi. Band Service Problem memiliki downtime sebesar 4.290 menit, Under Stc Problem memiliki downtime sebesar 1.955 menit dan Rotary Stc Problem memiliki downtime sebesar 1.865 menit.



Gambar I. Data Problem Bulan Januari 2023

Band Service memiliki downtime tertinggi, yaitu sebesar 4.290 menit. Band Service merupakan komponen mesin building yang bekerja memasang band/ply ke green tire. Setelah mengetahui permasalahan band service tersebut, penulis melakukan observasi lebih lanjut untuk mengetahui pada mesin apa saja masalah band service terjadi.

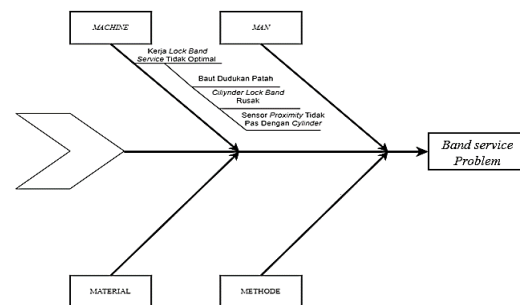


Gambar II. Data Mesin Problem Band Service pada Januari 2023

Berdasarkan Gambar 2, terdapat 3 mesin yang mengalami band service problem. Mesin ATB-I3, ATB-N1, dan ATB-N2 merupakan 3 mesin yang memiliki downtime tertinggi akibat band service problem. ATB-I3 memiliki downtime sebesar 840 menit, dan ATB-N1 memiliki downtime sebesar 705 menit, Mesin ATB-N2 memiliki downtime sebesar 680 menit. Downtime merupakan waktu yang hilang akibat perbaikan mesin sehingga berpotensi membuat target produksi tidak tercapai (Hartono & Fatkhurozi, 2021).

Dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), modifikasi didefinisikan sebagai perubahan yang dilakukan pada suatu benda atau sistem agar menjadi lebih baik atau sesuai dengan kebutuhan. Modifikasi mesin dapat menurunkan frekuensi stop mesin sebesar 98,8% dan menurunkan downtime sebesar 44% (Dela Elfiana et al., 2019).

Penulis menggunakan fishbone diagram untuk mencari sebab-akibat dari masalah kerusakan band service tinggi. Fishbone diagram merupakan suatu metode untuk menganalisa penyebab dari suatu masalah melalui identifikasi pada beberapa bagian, yaitu machine, metode, material, dan man (Eviyanti, 2021). Analisa fishbone diagram diharapkan dapat membantu penulis mengetahui hal apa yang menjadi penyebab tingginya downtime band service problem. Sumber masalah yang ada akan menjadi acuan penulis untuk mengetahui hal apa yang perlu dilakukan modifikasi. Gambar 3 merupakan fishbone diagram dari downtime band service problem yang tinggi.



Gambar III. Fishbone Diagram Band Service

Berdasarkan analisa diagram fishbone pada Gambar 3, gerakan band service yang tidak stabil disebabkan oleh beberapa faktor, yaitu pada faktor machine, baut dudukan cylinder lock band service patah dan cylinder lock band service sering rusak karena tidak kuat menahan guncangan dari band service. Selain itu sensor proximity tidak pas dengan cylinder lock band service yang mengakibatkan fungsi kerja dari lock band service tidak berjalan.

Kondisi aktual dari band service dan lock band service pada mesin ATB-I3 dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar IV. Band Service mesin ATB - I3

Berdasarkan penjelasan yang telah diuraikan, maka penulis mencoba memperbaiki permasalahan tersebut dengan melakukan modifikasi lock band service pada mesin ATB-I3. Modifikasi yang dilakukan membutuhkan komponen berupa cylinder pneumatic, linear guideway, sensor proximity, dan plat besi 10 mm.

Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, permasalahan yang dapat dirumuskan adalah sebagai berikut:

1. Band service problem merupakan kerusakan yang paling sering terjadi pada Section Building Plant A.
2. Mesin ATB-I3 merupakan mesin yang memiliki downtime tertinggi akibat *band service problem*.

Pertanyaan Penelitian

1. Bagaimana desain modifikasi *lockband service* yang efektif pada mesin ATB-I3?
2. Bagaimana perhitungan kekuatan material dan sambungan *lockband service* pada mesin ATB-I3?
3. Bagaimana pengaplikasian dan cara kerja sensor *proximity* pada mesin ATB-I3?
4. Apakah modifikasi *lock band service* dapat menurunkan *downtime* dan meningkatkan *availability band service* pada mesin ATB-I3?

Batasan Masalah

1. Pengamatan dan penelitian dilakukan pada mesin jenis SAMSON di *Section Building Plant A*.
2. Pengamatan dan modifikasi dilakukan pada mesin ATB-I3.
3. Pada penelitian ini tidak memperhitungkan biaya penelitian.
4. Perancangan desain menggunakan aplikasi Solidworks.
5. Pengolahan data menggunakan aplikasi Minitab 19.

Tujuan Penelitian

1. Mendesain dan memodifikasi *lock band service* pada mesin ATB-I3.
2. Mengetahui kekuatan sambungan desain *lock band service* pada Mesin ATB- I3.
3. Mengetahui perhitungan sistem pneumatik yang digunakan pada *lock band service*.
4. Mengetahui apakah modifikasi *lock band service* dapat menurunkan *downtime* dan meningkatkan *availability band service* pada mesin ATB-I3.

Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini, yaitu menyediakan *lock band service* yang lebih efektif digunakan pada mesin ATB I-3.

TINJAUAN PUSTAKA

Studi Pustaka

Dalam penelitian yang akan dilakukan, perlu adanya kajian dari berbagai sumber penelitian terdahulu sebagai bahan pertimbangan mengenai kelemahan atau kelebihan yang ada pada penelitian terdahulu. Kajian tersebut diambil dari berbagai referensi sumber informasi seperti buku, jurnal, dan laporan skripsi atau tugas akhir yang pernah dilakukan sebelumnya dapat ditunjukkan pada Tabel I.

Tabel I. Kajian Sebelumnya

No	Nama, Tahun	Judul	Hasil Kajian
1	(Rudy Febri Indriyanto, 2018)	Sistem Pengepresan Dengan Penggerak Pneumatik Pada Mesin Press Dan Potong Untuk Pembuatan Kantong Plastik Ukuran 400 X 550 mm	Penulis telah melakukan analisa sistem pneumatik dengan diameter silinder 20 mm dan diameter torak 8 mm tekanan udara yang dialirkan sebesar 3 bar. Gaya <i>outstroke</i> yang dihasilkan sebesar 96 N sedangkan gaya <i>instroke</i> sebesar 80 N.
2	(Bayu Ismoyo, 2021)	Modifikasi Sistem Kendali Pneumatik Alat Press Tread Pada Building Section Mesin 02.03 Tire Motorcycle	Penulis telah melakukan perencanaan perhitungan diameter silinder, gaya <i>outstroke</i> , gaya <i>instroke</i> , aliran debit kompresor dan daya kompresor sistem pneumatik.
3	(Adam Damiri Kemal R. I., 2021)	Kaji Sifat Mekanik Sambungan Las <i>Butt Weld</i> Dan <i>Double Lap Joint</i> Pada Material Baja Karbon Rendah	Penulis melakukan analisa kekuatan tarik sambungan las <i>butt weld</i> dan <i>double lap joint</i> . Kekuatan tarik yang didapatkan dari sambungan <i>butt weld</i> lebih besar dibandingkan <i>double lap joint</i> .

(Sumber Kajian Penulis, 2022)

Landasan Teori

Tegangan

Tegangan adalah pertambahan panjang ukuran suatu benda akibat dikenai gaya. Gaya yang bekerja berbanding searah dengan panjang benda dan berbanding terbalik dengan luas penampangnya. Tegangan dapat dihitung menggunakan persamaan (Shita et al., 2021) :

$$\sigma = \frac{P}{A}$$

Tegangan Izin

Tegangan izin adalah tegangan yang diizinkan atau tegangan maksimum agar benda tersebut tidak mengalami kegagalan. Untuk menentukan tegangan yang diizinkan, harus dapat diperhitungkan terhadap tegangan maksimal dengan suatu faktor yang dinamakan dengan faktor keamanan (Wulandari & Agusty, 2021):

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

Beban Benda

1. Massa Benda

Untuk mengetahui massa suatu benda dengan diketahui volume dan massa jenis dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut (Nugaha Gusniar & Putra, 2021):

$$m = v \times \rho$$

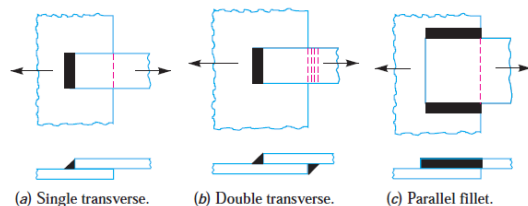
2. Perhitungan Beban pada Bidang Datar

Untuk menentukan berat dari benda yang berada pada bidang datar dari gaya-gaya yang ada pada benda tersebut dapat menggunakan rumus sebagai berikut (Nugaha Gusniar & Putra, 2021) :

$$W = m \times g$$

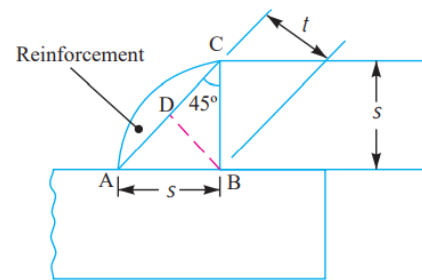
Sambungan Las

Las adalah proses menyambung benda padat dengan cara mencairkan kawat las melalui pemanasan. Panas yang dibutuhkan untuk mencairkan kawat las diperoleh dengan pembakaran gas (dalam hal ini gas *welding*) atau dengan busur listrik. Faktor yang mempengaruhi hasil pengelasan yaitu cara pembuatan konstruksi las yang sesuai rencana dan spesifikasi.



Gambar V. Sambungan las fillet

Kekuatan Sambungan Las



Gambar VI. Dimensi bagian sambungan las

Berdasarkan gambar di atas maka jarak ketebalan throat (t) adalah jarak yang paling kecil. Sehingga dapat diketahui rumus luas area sambungan las adalah sebagai berikut (Khurmi & Gupta, 2005):

$$t = s \times \sin 45^\circ$$

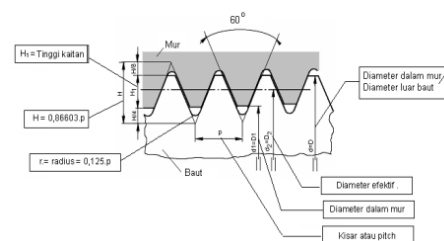
$$A = 0,707 \times l \times s$$

Jika σ_t adalah tegangan tarik yang diizinkan untuk proses pengelasan logam, maka kekuatan tarik untuk metode pengelasan fillet tunggal (single fillet weld) adalah sebagai berikut (Khurmi & Gupta, 2005):

$$P = 0,707 \times s \times l \times \sigma_t$$

Sambungan Baut

Sambungan baut adalah sambungan yang tidak permanen atau tetap sehingga sambungan ini dapat dibuka kembali tanpa merusaknya. Sambungan ini terdiri dari baut dan mur, dimana sambungan ini sering digunakan untuk menggabungkan 2 buah komponen pada mesin (Widiyanto, 2013).



Gambar VII. Ulir sambungan baut

Kekuatan Sambungan Baut

1. Tegangan tarik pada baut merupakan gaya luar yang bekerja searah dengan sumbu baut, untuk menghitung tegangan tarik pada baut menggunakan persamaan sebagai berikut (Khurmi & Gupta, 2005):

$$P = \frac{\pi}{4} \times d_c^2 \times \sigma_t$$

2. Tegangan geser pada baut dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut (Khurmi & Gupta, 2005):

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

Faktor Keamanan

Faktor keamanan (*safety factor*) merupakan faktor yang dipakai untuk menguji keamanan suatu komponen. Nilai aspek keamanan bisa dikatakan aman apabila memiliki nilai lebih dari satu. Fungsi dari aspek keamanan adalah untuk mencegah kegagalan (Hardiputra et al., 2018).

$$FS = \frac{\sigma_{maks}}{\sigma_{allowable}}$$

Sistem Pneumatik

Pneumatik bersumber dari kata “pneuma” yang berarti udara atau napas. Pneumatik berkaitan erat dengan penggunaan udara bertekanan. Prinsip sistem pneumatik berasal dari Hukum Boyle yang menyatakan apabila volume udara diperkecil maka tekanan udara akan bertambah sesuai dengan perubahan volume yang diberikan. Contohnya apabila volume udara diperkecil setengahnya, maka tekanan udara akan meningkat dua kalinya. (Wirawan Sumbodo, 2017)

Perhitungan Sistem Pneumatik

1. Perhitungan ukuran diameter silinder

$$F = A x P$$

2. Perhitungan gaya yang dihasilkan silinder pneumatik sebagai berikut (Bayu Ismoyo, 2021) :

$$F_{maju} = A x P$$

$$A_{maju} = \frac{\pi}{4} x D^2$$

$$F_{mundur} = A x P$$

$$A_{mundur} = \frac{\pi}{4} x (D^2 - d^2)$$

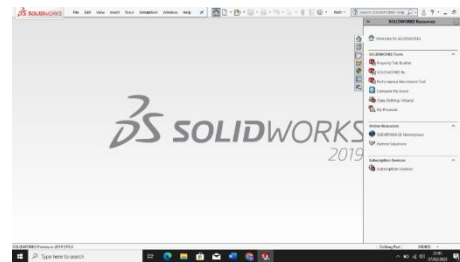
3. Perhitungan konsumsi udara satu langkah piston (Bayu Ismoyo, 2021) :

$$V_{maju} = \frac{\pi}{4} D^2 x h$$

$$V_{mundur} = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) x h$$

Solidworks

Solidworks merupakan perangkat lunak yang digunakan untuk membuat desain suatu produk dari sederhana hingga kompleks. Dengan menggunakan solidworks, desain yang kita buat dapat disimulasikan dan dianalisa kekuatan dari desain yang kita buat. Perangkat lunak yang sejenisnya antara lain Catia, Inventor, Autocad, dll (Wibisono, 2018).

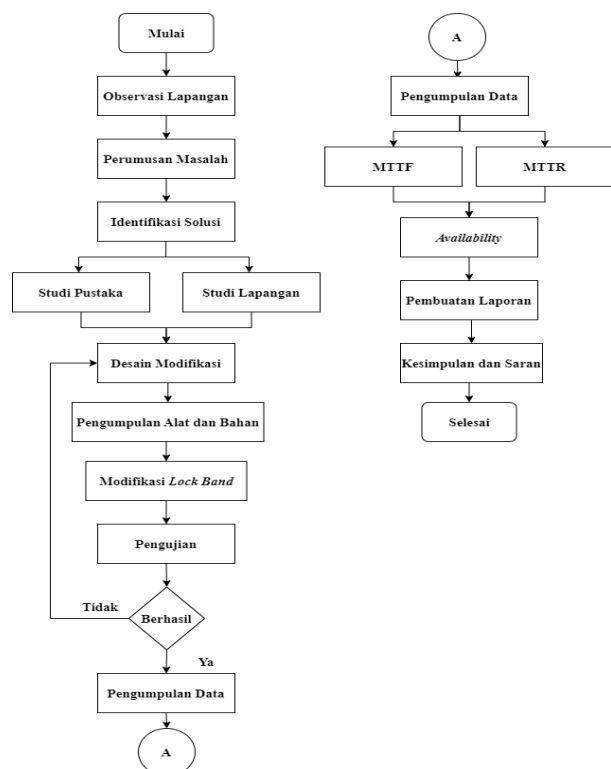


Gambar VIII. Solidworks

METODOLOGI PENELITIAN

Alur Penelitian

Gambar VII menunjukkan alur penelitian pada penelitian ini.



Gambar IX. Alur Penelitian

Penjelasan Alur Penelitian

1. Observasi Lapangan

Pada tahap ini dilakukan observasi secara langsung di pabrik untuk melihat dan memahami kondisi secara aktual serta menggali informasi terkait permasalahan terkait permasalahan apa yang akan dibahas dalam penelitian

2. Perumusan Masalah

Pada tahap ini peneliti melakukan identifikasi terhadap masalah yang ada. Selain itu pada tahap ini, peneliti juga melakukan observasi sehingga memungkinkan untuk peneliti mendapatkan data untuk dijadikan latar belakang serta berpikir mengenai solusi apa yang tepat untuk menyelesaikan masalah

3. Identifikasi Solusi

Pada tahap ini peneliti memikirkan dan mencari solusi terbaik untuk menyelesaikan masalah pada penelitian ini. Untuk mendapatkan solusi yang tepat peneliti mengumpulkan sumber informasi seperti buku ilmiah, internet, maupun Kajian-Kajian sebelumnya yang berhubungan dengan masalah pada penelitian ini.

4. Studi Pustaka dan Lapangan

Pada tahap ini peneliti mencari referensi atau informasi yang dapat membantu peneliti dalam mengatasi masalah pada penelitian ini. Referensi yang menjadi acuan yaitu jurnal yang berhubungan dengan permasalahan yang dihadapi ataupun penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya. Sedangkan tahap studi lapangan peneliti mencari referensi berdasarkan pekerjaan perbaikan yang berhubungan dengan masalah pada penelitian ini. Selain itu pada tahap studi lapangan peneliti juga menjadikan arahan dari teknisi di lapangan sebagai referensi.

5. Desain Modifikasi

Pada tahap ini setelah mendapatkan solusi peneliti mulai melakukan perancangan modifikasi dengan membuat desain modifikasi yang diharapkan.

6. Pengumpulan Alat dan Bahan

Pada tahap ini setelah mengetahui desain yang diharapkan peneliti mulai mempersiapkan alat dan bahan apa saja yang dibutuhkan untuk membuat rancangan modifikasi tersebut. Pada tahap ini peneliti juga memilih bahan apa yang sesuai dengan cara kerja dari alat yang dimodifikasi.

7. Rancang Bangun Lock Band Service

Pada tahap ini peneliti mulai melakukan modifikasi terhadap lock band service dengan berdasar pada

desain dan komponen material yang sudah dipilih sebelumnya.

8. Pengujian

Pada tahap ini peneliti akan melakukan pengujian terhadap modifikasi yang telah dilakukan. Apabila modifikasi terdapat masalah dalam pengujiannya, maka peneliti akan kembali melakukan modifikasi kembali pada rancangan yang telah dibuat, jika tidak maka modifikasi dianggap berhasil.

9. Pengumpulan Data

Pada tahap ini peneliti akan melakukan pengumpulan data terkait berhasil atau tidaknya modifikasi yang dilakukan. Pengumpulan data akan dilakukan dengan mencari data kerusakan pada sistem oracle.

10. Pengolahan Data

Pada tahap ini peneliti akan melakukan pengolahan data dengan software Minitab 19. Software Minitab 19 digunakan untuk mencari distribusi data apa yang mendekati data yang didapatkan penulis. Pada tahap ini peneliti akan mencari nilai MTTR, MTTF, dan Availability.

11. Analisa dan Pembahasan

Pada tahap ini peneliti akan melakukan analisa terhadap data-data yang sudah didapatkan setelah modifikasi dibandingkan data-data sebelum modifikasi. Hal ini dilakukan untuk mengetahui berhasil atau tidaknya modifikasi yang telah dilakukan.

Alat dan Bahan Penelitian

Tabel II. Alat dan bahan penelitian

No	Alat	No	Bahan	Spesifikasi
1	Mesin Bor	1	Plat 10 mm	ASTM A36
2	Gerinda Tangan	2	Besi Siku	ASTM A36
3	Mesin Las Listrik	3	Besi Silinder D 20mm	ASTM A36
4	Kunci L	4	Plat 0,5 mm	ASTM A36
5	Kunci Pas	5	Silinder Pneumatik	ACM N B50 S60
6	Kedok Las	6	Linear Guideway	HIWIN HWG25CA
7	Palu Las	7	Rel Linear Guideway	HIWIN HWG25CA
8	Penitik	8	Baut M12	ASTM A325
9	Mata Bor	9	Baut M8	ASTM A325
10	Tap M12 dan M8	10	Selang PVC	8 mm
11	Penggaris	11	Fitting Pneumatik	3/8" x 8 mm
12	Jangka Sorong	12	Kawat Las	RB-26 E-6013
13	Obeng	13	Sensor Proximity	

Jadwal Penelitian

Tabel III. jadwal penelitian

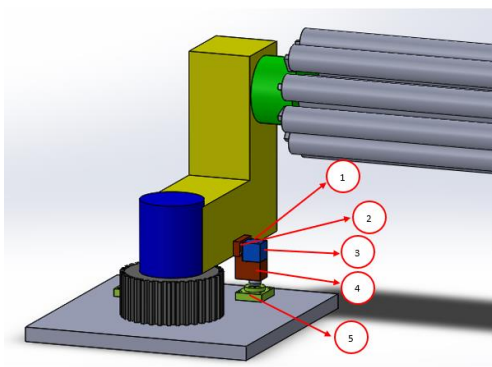
No	Kegiatan	Bulan ke					
		1	2	3	4	5	6
1	Observasi Lapangan	■					
2	Identifikasi Masalah	■					
3	Identifikasi Solusi	■					
4	Studi Pustaka dan Lapangan	■					
5	Desain Modifikasi		■				
6	Pengumpulan Alat dan		■	■			
7	Rancang Bangun Modifikasi			■	■		
8	Pengujian				■	■	
9	Pengumpulan Data					■	
10	Pengolahan Data						■
11	Analisa dan Pembahasan						■

HASIL KAJIAN DAN PEMBAHASAN

Gambaran Umum Alat

1. Sebelum modifikasi

Lock band service pada mesin ATB I-3 sering terjadi problem yang pada mekanisme penguncian silinder pneumatik. Baut pengikat silinder pengunci juga sering patah. Kondisi ini menimbulkan waktu berkurang dalam proses produksi karena harus dilakukan perbaikan. Kondisi awal lock band service sebelum dilakukannya modifikasi dapat dilihat pada Gambar 9.



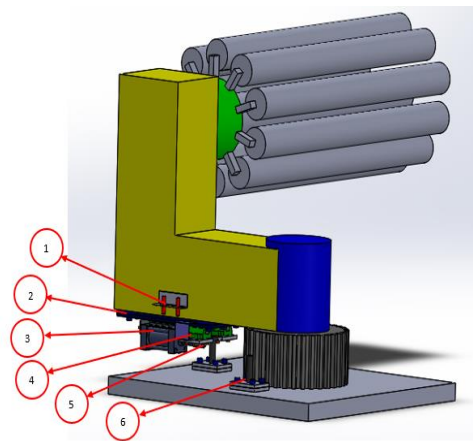
Gambar X. Lock band service sebelum modifikasi

Tabel IV. Komponen sebelum modifikasi

No	Nama Komponen	Spesifikasi	Fungsi
1	Silinder pengunci	Diameter piston 12 mm stroke 40mm	Mengunci <i>band service</i> saat gerak <i>outstroke</i>
2	Dudukan silinder	Tebal 10 mm	Sebagai dudukan silinder pengunci yang dibaut pada <i>body</i> mesin
3	Sensor <i>reed switch</i>	-	Mendeteksi posisi piston silinder
4	Baut	M10 x 1,5	Menggabungkan dudukan silinder dengan <i>body</i> mesin
5	Penahan	Tebal 10 mm	Penahan piston silinder untuk penguncian

2. Sesudah modifikasi

Pada alat modifikasi lock band service ini terjadi perubahan mekanisme penguncian yang sebelumnya secara vertikal menjadi horizontal. Cara kerja penguncian pada lock band service juga dimodifikasi menggunakan silinder pneumatik yang mendorong plat pengunci ke dalam pin pengunci. Penyambungan alat modifikasi ini menggunakan plat dudukan terlebih dahulu yang dilas pada body mesin, kemudian digabungkan dengan sambungan baut untuk mengikat plat alas yang berisi komponen alat modifikasi.



Gambar XI. Lock band service sesudah modifikasi

Tabel V. Komponen sesudah modifikasi

No	Nama Komponen	Spesifikasi	Fungsi
1	Sensor <i>Proximity</i>	E2E-X2F1	Mendeteksi posisi piston silinder
2	Plat alas	Tebal 10 mm	Sebagai dudukan alat modifikasi
3	Silinder pengunci	Diameter piston 20 mm, <i>stroke</i> 60 mm	Mendorong plat pengunci
4	<i>Linear guideway</i> dan rel	HGW 25 CA	Pendukung gerak linear plat pengunci
5	Plat pengunci	Tebal 10 mm	Pengunci <i>band service</i>
6	Pin pengunci	Diameter 20 mm, plat tebal 10 mm	Penahan pengunci <i>band service</i>
7	Baut	M12 x 1,75 dan M8 x 1,25	Untuk menghubungkan plat

Perhitungan Massa Komponen

Perhitungan massa komponen dilakukan berdasarkan ukuran dan jenis material menggunakan software solidworks 2019 untuk mencari volume dari setiap komponen. Selanjutnya, perhitungan massa dari suatu benda dapat dihitung dengan cara mengkalikan volume benda dengan massa jenis material yang digunakan. Komponen dari alat modifikasi lock band service ini terbagi menjadi dua yaitu alat pengunci dan pin. Berikut perhitungan berat setiap komponen pada alat modifikasi:

1. Berat komponen alat pengunci

Tabel VI. berat komponen alat pengunci

No.	Nama Komponen	Jumlah Komponen	Beban Komponen	Total Beban
1.	Plat alas	1	62,13 N	62,13 N
2.	Plat dudukan	2	9,21 N	18,42 N
3.	Plat pengunci	1	13,03 N	13,03 N
4.	Silinder ulir M16	1	0,63 N	0,63 N
5.	Baut L M12	5	0,32 N	1,6 N
6.	Baut L M8	26	0,13 N	3,38 N
7.	Besi siku	2	1,91 N	3,82 N
8.	<i>Linear guideway</i>	2	5,78 N	11,56 N
9.	Rel <i>linear guideway</i>	2	7,54 N	15,08 N
10.	Silinder pneumatik	1	13,6 N	13,6 N
11.	Plat <i>proximity</i>	1	0,54 N	0,54 N
TOTAL BEBAN				143,79 N

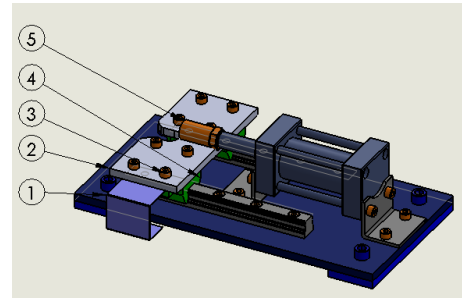
2. Berat komponen pin

Tabel VII. berat komponen pin

No.	Nama Komponen	Jumlah Komponen	Beban Komponen	Total Beban
1.	Plat pin <i>lock</i>	2	6,17 N	12,34 N
2.	Pin <i>lock</i>	1	1,2 N	1,2 N
3.	Baut M12	4	0,32 N	1,28 N
TOTAL BEBAN				14,82 N

Perhitungan Sistem Pneumatik

1. Perhitungan gaya silinder pneumatik

**Gambar XII.** Komponen yang akan didorong silinder pneumatik**Tabel VIII.** Beban sistem pneumatik

No	Nama Komponen	Jumlah Komponen	Beban Komponen	Jumlah Beban
1	Plat <i>proximity</i>	1	0,54 N	0,54 N
2	Plat <i>lock band</i>	1	13,03 N	13,03 N
3	Baut M8	8	0,13 N	0,13 N
4	<i>Linear Guideway</i>	2	5,78 N	5,78 N
5	Mur M16	1	0,63 N	0,63 N
Total				26,8 N

Gaya yang dihasilkan saat silinder maju dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$F_{maju} = A \times P$$

$$F_{maju} = \left(\frac{\pi}{4}\right) \times D^2 \times P$$

$$F_{maju} = \left(\frac{3,14}{4}\right) \times (50\text{mm})^2 \times 0,7 \text{ N/mm}^2$$

$$F_{maju} = 1.373,75 \text{ N}$$

Gaya yang dihasilkan saat silinder mundur dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$F_{mundur} = A \times P$$

$$F_{mundur} = \left(\frac{\pi}{4}\right) \times (D^2 - d^2) \times P$$

$$F_{mundur} = \left(\frac{3,14}{4}\right) \times (50^2 - 20^2) \times 0,7 \text{ N/mm}^2$$

$$F_{mundur} = (0,785) \times (2.500 - 400) \times 0,7 \text{ N/mm}^2$$

$$F_{mundur} = 0,785 \times 2.100 \text{ mm}^2 \times 0,7 \text{ N/mm}^2$$

$$F_{mundur} = 1.153,95 \text{ N}$$

2. Perhitungan konsumsi udara

Konsumsi udara saat silinder pneumatik bergerak maju sebagai berikut :

$$V_{maju} = \left(\frac{\pi}{4}\right) \times D^2 \times h$$

$$V_{maju} = \left(\frac{3,14}{4}\right) \times (50\text{mm})^2 \times 60\text{mm}$$

$$V_{maju} = 117.750 \text{ mm}^3 \approx 0,11775 \text{ liter}$$

Konsumsi udara saat silinder pneumatik bergerak mundur sebagai berikut :

$$V_{mundur} = \left(\frac{\pi}{4}\right) \times (D^2 - d^2) \times h$$

$$V_{mundur} = \left(\frac{3,14}{4}\right) \times (50^2 - 20^2) \times 60\text{mm}$$

$$V_{mundur} = 0,785 \times (2500 - 400) \times 60\text{mm}$$

$$V_{mundur} = 0,785 \times 2.100 \times 60\text{mm}$$

$$V_{mundur} = 98.910 \text{ mm}^3 \approx 0,09891 \text{ liter}$$

Perhitungan Sambungan Las

1. Kekuatan sambungan las silinder m16 dengan plat lock band

Panjang pengelasan yang akan dilakukan adalah 30 mm. Tebal las (s) yang direkomendasikan untuk tebal plat (t) 10 mm adalah 6 mm. Tegangan tarik izin sambungan las dapat menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\sigma_{ijin} = \frac{\sigma t}{FS}$$

$$\sigma_{ijin} = \frac{427,47\text{N/mm}^2}{8}$$

$$\sigma_{ijin} = 54,43 \text{ N/mm}^2$$

Beban maksimal pengelasan dapat menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$P = 0,707 \times s \times l \times \sigma_{ijin}$$

$$P = 0,707 \times 6 \text{ mm} \times 30 \text{ mm} \times 54,43 \text{ N/mm}^2$$

$$P = 6.926,76 \text{ N}$$

2. Kekuatan sambungan pin lock dengan plat pin lock

Panjang pengelasan (l) yang akan dilakukan adalah 62,8 mm. Tebal las (s) yang direkomendasikan untuk tebal plat (t) 10 mm adalah 6 mm. Tegangan tarik izin sambungan las dapat menggunakan persamaan sebagai berikut :

tegangan tarik izin sambungan las dapat menggunakan persamaan (2.12) sebagai berikut :

$$\sigma_{ijin} = \frac{\sigma t}{FS}$$

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

$$\sigma_{ijin} = 106,86 \text{ N/mm}^2$$

Beban maksimal pengelasan dapat menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$P = 0,707 \times s \times l \times \sigma_{ijin}$$

$$P = 0,707 \times 6 \text{ mm} \times 62,8 \text{ mm} \times 106,86 \text{ N/mm}^2$$

$$P = 28.467,24 \text{ N}$$

3. Kekuatan sambungan plat pin lock dengan alas mesin

Panjang pengelasan (l) yang akan dilakukan adalah 370 mm. Tebal las (s) yang direkomendasikan untuk tebal plat (t) 10 mm adalah 6 mm. Tegangan tarik izin sambungan las dapat menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\sigma_{ijin} = \frac{\sigma t}{FS}$$

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

$$\sigma_{ijin} = 106,86 \text{ N/mm}^2$$

Beban maksimal pengelasan dapat menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$P = 0,707 \times s \times l \times \sigma_{ijin}$$

$$P = 0,707 \times 6 \text{ mm} \times 370 \text{ mm} \times 106,86 \text{ N/mm}^2$$

$$P = 167.721,04 \text{ N}$$

4. Kekuatan sambungan las plat dudukan dan alas mesin

Panjang pengelasan (l) yang akan dilakukan adalah 325 mm. Tebal las (s) yang direkomendasikan untuk tebal plat (t) 10 mm adalah 6 mm. Tegangan tarik izin

sambungan las dapat menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\sigma_{ijin} = \frac{\sigma t}{FS}$$

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

$$\sigma_{ijin} = 106,86 N/mm^2$$

Beban maksimal pengelasan dapat menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$P = 0,707 \times s \times l \times \sigma_{ijin}$$

$$P = 0,707 \times 6 \text{ mm} \times 325 \text{ mm} \times 106,86 N/mm^2$$

$$P = 147.322,54 N$$

Perhitungan Sambungan Baut

1. Perhitungan sambungan baut plat alas dengan plat dudukan

Beban yang akan diterima oleh baut sebesar 124,49 N. Tegangan geser pada baut dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

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

$$124,49 = \frac{\pi}{4} \times 12^2 \times \tau \times 5$$

$$124,49 = 565,2 \times \tau$$

$$\tau = \frac{124,49}{565,2}$$

$$\tau = 0,22 N/mm^2$$

2. Perhitungan sambungan baut silinder pneumatik dengan besi siku

Beban yang akan diterima oleh baut sebesar 44,22 N. Tegangan geser pada baut dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

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

$$44,22 = \frac{\pi}{4} \times 8^2 \times \tau \times 4$$

$$44,22 = 200,96 \times \tau$$

$$\tau = \frac{44,22}{200,96}$$

$$\tau = 0,22 N/mm^2$$

3. Perhitungan sambungan baut plat pengunci dengan linear guideway

Beban yang akan diterima oleh baut sebesar 25,22 N. Tegangan geser pada baut dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

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

$$25,22 = \frac{\pi}{4} \times 8^2 \times \tau \times 8$$

$$25,22 = 401,92 \times \tau$$

$$\tau = \frac{25,22}{401,92}$$

$$\tau = 0,00063 N/mm^2$$

4. Perhitungan sambungan baut plat pin lock

Beban yang akan diterima oleh baut sebesar 13,54 N. Tegangan geser pada baut dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

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

$$13,54 = \frac{\pi}{4} \times 12^2 \times \tau \times 4$$

$$13,54 = 565,2 \times \tau$$

$$\tau = \frac{13,54}{565,2}$$

$$\tau = 0,024 N/mm^2$$

KESIMPULAN

1. Terdapat dua komponen modifikasi yaitu alat pengunci dan pin dengan beban sebesar 143,79 N dan 14,82 N.
2. Gaya yang dihasilkan oleh silinder pneumatik saat outstroke sebesar 1.373,75 N dan saat instroke 1.153,95 N.
3. Perhitungan semua sambungan las yang ada pada alat modifikasi aman karena beban yang dapat diterima sambungan las lebih besar dari beban yang akan diterima.
4. Perhitungan semua sambungan baut yang ada pada alat modifikasi aman karena tegangan yang

terjadi pada baut lebih kecil dari tegangan yang diizinkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Khurmi, R. S., & Gupta, J. K. (2005). *A Textbook of Machine Design* (Issue 1). EURASIA PUBLISHING HOUSE (PVT.) LTD.
- Sularso, & Suga, K. (2004). *Dasar Perencanaan Elemen Mesin* (11th ed.). Pradnya Paramita.
- Widiyanto, E. Y. (2013). *Elemen Mesin*. Bandung: KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN.
- Wirawan Sumbodo, R. S. (2017). *Pneumatik dan Hidrolik*. Deepublish.
- Adam Damiri Kemal, R. I. (2021). Analisis Perancangan Sambungan Las dan Baut Pada Rancang Bangun Mesin Press Motor Shaft Removal Sumbersible Axial Flow Pump 2,2 kW sampai 22 kW. Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin.
- Bayu Ismoyo, M. R. (2021). Modifikasi Sistem Kendali Pneumatik Alat Press Tread Pada Building Section Mesin 02.03 Tire Motorcycle. Indonesian Journal of Engineering and Technology (INAJET).
- Iwan Nugraha Gusniar, A. S. (2021). Perhitungan Beban Statik pada Rangka Mesin Pengering Padi Menggunakan Baja AISI 1020. Jurnal Teknik Mesin (JTM).
- Shita, U., Hartono, B., & Yuliaji, D. (2021). Studi Eksperimental Distribusi Tegangan Baut Pada Kopling Tetap Jenis Flens. *Jurnal ALMIKANIK*, 2(4).
- Wulandari, A. I., & Agusty, C. L. (2021). 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. In *Jurnal Ilmiah Teknologi Maritim* (Vol. 15, Issue 1).