

# Modifikasi Sistem Kendali Pneumatik Alat Press Tread Pada Building Section Mesin 02.03 Tire Motorcycle

Bayu Ismoyo<sup>1</sup>, Muhammad Ridwan Arif Cahyono<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Elektronika, Politeknik Gajah Tunggal, 15135, Indonesia

([bayuismoyo29@gmail.com](mailto:bayuismoyo29@gmail.com))

(<sup>2</sup>Jurusan Teknik Elektronika, Politeknik Gajah Tunggal)

([ridwan@poltek-gt.ac.id](mailto:ridwan@poltek-gt.ac.id))

## Abstrak

Pada saat proses pemotongan tread, mesin building membutuhkan alat press tread dengan menggunakan sistem pneumatik sebagai media penggerak untuk mengepres tread agar tidak bergeser saat proses pemotongan. Pada penelitian ini ditemukan permasalahan di mesin building BMC 02.03, dimana terdapat defect TOS (Tread Open Splices) green tire karena tread tidak terpotong dengan sempurna karena tread bergeser yang disebabkan alat press tread tidak bekerja secara efektif saat proses pemotongan. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan modifikasi bagian sistem kendali pneumatik alat press tread pada mesin building BMC 02.03. Penelitian dilakukan dengan fokus pada modifikasi sistem kendali pneumatik yang meliputi pembuatan sistem pneumatik dengan perhitungan perencanaan diameter silinder dengan gesekan sebesar 10%, gaya silinder outstroke, gaya silinder instroke, aliran debit kompresor dan daya kompresor. Metode penelitian yang digunakan adalah pengembangan yang merupakan metode dalam mengembangkan sistem yang telah ada sebelumnya dengan menggunakan cara pengumpulan data pendukung observasi dan analisa perbandingan menggunakan uji paired sample T-test. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini menunjukkan bahwa modifikasi alat press tread berhasil dibuat dan bekerja secara efektif dengan dilakukan modifikasi pada sistem kendali pneumatik, sehingga dapat mempengaruhi hasil dari defect TOS yang sering terjadi. Dengan rata-rata penurunan defect TOS dari data yang telah diambil sebanyak 40 data yaitu sebesar 2 pcs, yang pada awalnya yaitu sebesar 4 pcs menjadi 2 pcs.

**Kata kunci:** Defect, Modifikasi, Pneumatik, Tread, Press Tread.

## Abstract

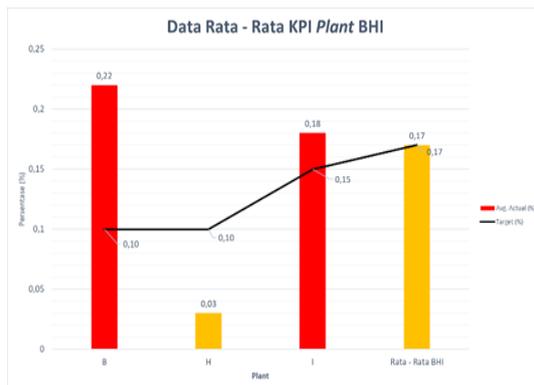
During the tread cutting process, the building machine requires a press tread tool using a pneumatic system as a driving medium to press the tread so that it does not shift during the cutting process. In this study, problems were found in the BMC 02.03 building machine, where there was a defect TOS (Tread Open Splices) green tire. After all, the tread was not cut perfectly because the tread shifted due to the press tread tool not working effectively during the cutting process. This study aims to modify the pneumatic control system for the press tread tool on the BMC 02.03 building machine. The research was conducted with a focus on modifying the pneumatic control system, which includes manufacturing a pneumatic system by calculating the cylinder diameter planning with the friction of 10%, outstroke cylinder force, instroke cylinder force, compressor discharge flow, and compressor power. The research method used is development which is a method in developing a system that has existed before by using data collection supporting observations and comparative analysis using the paired sample T-test. The results obtained from this study indicate that the modification of the tool press tread has been successfully made and works effectively with modifications to the pneumatic control system so that it can affect the results of defects TOS that often occur. With an average decrease in defects, TOS from the data that has been taken as much as 40 data, namely 2 pcs which was initially 4 pcs to 2 pcs.

**Keyword:** Defect, Modification, Pneumatic, Tread, Press Tread.

### I. PENDAHULUAN

Pada perkembangan saat ini yaitu revolusi industri 4.0, yang memiliki potensi besar dalam bidang industri dengan teknologi yang berkemampuan tinggi. Perkembangan dan pembaharuan disetiap mesin merupakan penerapan dari ilmu pengetahuan dan penelitian industri yang terus dilakukan demi mendapatkan hasil produksi yang berkualitas dan bermutu tinggi (Prasetyo dan Sutopo, 2018).

Terdapat Salah satu indikator monitoring kinerja produksi, yaitu *key performance indicator* (KPI). Pada proses *assembly green tire* KPI *defect inprocess green tire hold* memiliki target maksimal 0,17 %.



Gambar 1. Rata-Rata Nilai KPI PT Tire Motorcycle  
 (Sumber: Departemen Produksi, 2020)

Rata-rata Plant BHI nilai aktual KPI tidak melebihi target yaitu sebesar 0,17% namun pada setiap Plant di PT Tire Motor Cycle memiliki target KPI berbeda-beda, untuk Plant B dan H memiliki target KPI sebesar 0,10 %. Sedangkan untuk Plant I memiliki target KPI sebesar 0,15 %. Dari rata-rata KPI per Plant selama tahun 2020, terdapat Plant di PT Tire Motor Cycle yang memiliki nilai KPI melebihi target. Plant B memiliki nilai persentase KPI terbesar dengan nilai 0,22 % atau melebihi 0,12 % dari target KPI Plant B dari rata-rata jumlah produksi *green tire* sebesar 476.816 pcs per bulan. Selanjutnya Plant I yang memiliki persentase KPI melebihi target , yaitu sebesar 0,18 % atau melebihi target sebesar 0,03 % dari rata - rata produksi *green tire* sebesar 902.396 pcs per bulan. Sedangkan untuk Plant H sendiri, memiliki persentase aktual KPI di bawah target yang telah ditetapkan yaitu sebesar 0,03 %.

*Defect TOS (Tread Open Splice)* menyumbang penyebab defect terbesar di Plant B dengan jumlah sebesar 23,12 % dari rata-rata jumlah perbulan sebesar 219. *Defect TOS* merupakan cacat produk karena terbukanya sambungan *tread* pada *green tire*. Ditemukan *defect* tersebut paling banyak pada mesin BMC 02.03 dengan rata-rata *defect* perbulan sebanyak 37 pcs dengan persentase 16,89 %.

Tabel I  
 Mesin Penyumbang Defect TOS

Mesin	Rata-Rata/Bulan (Pcs)	%
02.03	37	16,89 %
02.02	29	13,24 %
02.01	26	11,87 %
02.04	24	10,96 %
02.07	23	10,50 %
04.01	21	9,59 %
04.03	16	7,31 %
02.08	13	5,94 %
02.05	11	5,02 %
04.02	10	4,57 %
Other	9	4,11 %
<b>Total</b>	<b>219</b>	

Permasalahan yang terjadi yaitu pada mesin *building (assembly green tire)* BMC 02.03 dimana pada bagian alat *press tread* dengan penggerak menggunakan sistem pneumatik tidak berjalan secara efektif. Sehingga diperlukan inovasi untuk mengembangkan cara kerja dari alat *press tread* tersebut dengan menggunakan sistem pneumatik yang baru.

Pada penelitian sebelumnya yang melakukan penelitian dengan judul Rancang Bangun Silinder Pneumatik Pada Mesin *Press Plastik Obat Compound*. Hasil kajian yang diperoleh pada penelitian tersebut adalah membuat sistem pneumatik dengan perhitungan perencanaan diameter silinder dengan gesekan sebesar 10%, gaya silinder *outstroke* dan gaya silinder *instroke*, aliran debit kompresor dan daya kompresor. Sehingga mesin *press* yang dihasilkan dengan menggunakan sistem pneumatik dapat berjalan secara optimal (Utomo, 2020). Terdapat pula pada penelitian sebelumnya ditemukan kajian yang berjudul Rancang Bangun Simulator *Lift Pengirim Barang Dengan Pneumatik*. Hasil dari kajian tersebut adalah diperoleh berupa penjelasan sistem pneumatik, kelebihan dan kekurangan sistem pneumatik (Prasetyo, 2016).

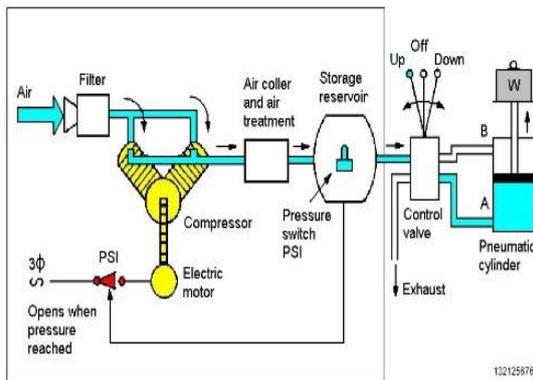
Berdasarkan analisis permasalahan yang terjadi, maka perlu adanya modifikasi pada sistem *press tread* pada mesin *building* BMC 02.03. Modifikasi dari alat tersebut adalah dari sistem kontrol pneumatik. Dimana pada kondisi saat ini, alat *press tread* masih belum bekerja secara efektif.

Modifikasi dilakukan pada *building section* atau proses *assembly green tire* mesin BMC 02.03. Modifikasi yang dilakukan adalah memodifikasi sistem pengendali pneumatik dengan perhitungan tekanan yang ideal untuk digunakan pada alat *press tread*. Modifikasi ini diharapkan dapat membuat alat *press tread* dapat bekerja secara efektif.

## II. TEORI

### A. Pneumatik

Pneumatik berasal dari bahasa Yunani *pneuma* yang berarti udara atau angin, jadi pneumatik mengacu pada udara yang terisi atau bergerak melalui udara (Syahril dan Hidayat, 2018). Pneumatik adalah sistem otomasi yang menggunakan udara terkompresi sebagai media perantara. Udara terkompresi yang diperlukan dari tangki penyimpanan merupakan udara bertekanan yang diperoleh oleh kompresor. Peralatan pneumatik bekerja dengan menggunakan udara yang terkompresi, dalam hal ini udara yang terkompresi didistribusikan ke sistem yang ada untuk memenuhi kapasitas dari sistem tersebut. Untuk memenuhi kebutuhan udara bertekanan maka diperlukan kompresor sebagai pembangkit udara bertekanan (Supriyono, Mulyanto dan M, 2016).



Gambar 2. Sistem Pneumatik  
(Sumber: Putra dan Haris, 2017)

### B. Komponen-Komponen Utama Pneumatik

Terdapat beberapa komponen utama yang digunakan dalam sistem pneumatik. Semua komponen ini harus ada untuk dapat mengoperasikan sistem pneumatik dengan baik (Putra dan Haris, 2017). Berikut ini adalah komponen-komponen utama sistem pneumatik:

1. Sumber Energi (*supply energy*), seperti kompresor, tangki penyimpan udara (*reservoir*), perangkat layanan udara (*air service unit*), perangkat distribusi atau penyalur udara (*air distribution unit*), dan lain-lain.
2. Sistem penggerak, seperti *actuator* silinder kerja ganda, silinder kerja tunggal, dan lain-lain.
3. Komponen mengatur aliran udara (*control element*), seperti katup jenis 3/2, 5/2, *flow regulator*, dan lain-lain.
4. Komponen masukan (*input element*), seperti *push button*, sensor, pedal, *roller* dan lain sebagainya.

### C. Kelebihan Sistem Pneumatik

Dalam penggunaan udara bertekanan sistem pneumatik memiliki beberapa kelebihan antara lain (Prasetyo, 2016):

1. Mudah dialirkan, udara dengan mudah dialirkan dari satu tempat ke tempat lain melalui selang atau pipa.
2. Temperatur yang fleksibel, udara dapat beradaptasi dengan berbagai temperatur yang dibutuhkan bahkan dalam kondisi ekstrim udara tetap dapat bekerja.
3. Aman, udara sangat aman karena tidak mudah meledak dan terbakar, sehingga untuk pengaman sistem pneumatik sangat mudah dilakukan.
4. Bersih, udara yang tersedia di alam sekitar cenderung bersih karena tidak terdapat zat berbahaya dengan kandungan pelumas yang dapat diminimalkan sehingga sistem pneumatik ini aman saat digunakan.
5. Mudah digunakan, udara mudah digunakan baik secara langsung misalnya untuk membersihkan permukaan suatu benda, maupun tidak langsung yaitu menggunakan komponen pneumatik.

### D. Kekurangan Sistem Pneumatik

Selain memiliki kelebihan sistem pneumatik juga memiliki beberapa kekurangan antara lain (Prasetyo, 2016):

1. Memerlukan sistem perangkat penghasil udara, udara bertekanan harus dipersiapkan secara optimal sehingga sistem pneumatik berjalan secara baik, contohnya kondisi yang bersih, kering dan mengandung pelumas yang dibutuhkan untuk peralatan pneumatik, oleh karena itu sistem pneumatik memerlukan sistem peralatan penghasil udara seperti *regulator*, pengering, tabung pelumas, penyaring udara, dan kompresor.
2. Mudah terjadi kebocoran, udara memiliki sifat yaitu menempati ruang atau tempat yang kosong dan udara bertekanan sangat susah dipertahankan saat sistem bekerja, karena itu dibutuhkan *seal* yang digunakan agar udara tidak terjadi kebocoran. Komponen dari sistem pneumatik harus disertai dengan peralatan kedap udara sehingga dapat meminimalkan kejadian kebocoran.
3. Mengeluarkan suara bising, pada sistem pneumatik setelah udara digunakan kemudian dibuang melalui bagian luar sistem, udara yang keluar dari saluran pembuangan tersebut sangat keras dan mengeluarkan suara yang sangat bising. Cara mengatasinya yaitu dengan menggunakan peredam suara yang dipasang pada setiap saluran pembuangannya.

### E. Gaya Normal

Rumus yang digunakan untuk mengetahui gaya normal (N) didapat dari Persamaan (1) dimana perkalian dari tekanan *press* yang dibutuhkan dengan gravitasi (Bahtiar dan Prasetyo, 2018).

$$F = m \times g \quad (1)$$

Dimana:

F = Gaya tekanan *press* (Newton)

m = Massa tekanan *press* (Kg)

g = Gaya Gravitasi (9,81 m/s<sup>2</sup>)

### F. Rumus Perencanaan Diameter Silinder

Ukuran silinder ditentukan oleh besarnya gaya yang diterima oleh silinder dan panjang langkah yang harus dilakukan oleh silinder untuk memindahkan beban. Untuk menentukan besarnya silinder, perlu mengetahui berapa beban yang akan didorong dan diangkat oleh silinder tersebut. Untuk menghitung diameter silinder yang efektif dapat dilakukan perhitungan dengan Persamaan (2) (Bahtiar dan Prasetyo, 2018).

$$F = \left(\frac{\pi}{4} \cdot D^2\right) \cdot P - R \quad (2)$$

Dimana:

F = Gaya piston efektif (N)

P = Tekanan Kerja (bar)

R = Gesekan (N) yaitu: 3-20%

D = Diameter piston (mm)

### G. Gaya *Outstroke* Silinder

Untuk mencari gaya *outstroke* silinder dapat dihitung dari besarnya diameter tabung silinder, diameter piston rod, dan tekanan udara dengan menggunakan Persamaan (3) (Bahtiar dan Prasetyo, 2018).

$$F_{\text{maju}} = A_1 \times P \quad (3)$$

Dimana:

F = Gaya yang diberikan (N)

A<sub>1</sub> = Luas penampang silinder tanpa batang torak (m<sup>2</sup>)

P = Tekanan Udara (N/m<sup>2</sup>)

Mencari gaya maju pada silinder apabila sudah diketahui diameter piston dan tekanan yang diberikan maka terlebih dahulu mencari luas penampang tanpa batang torak menggunakan Persamaan (4) (Bahtiar dan Prasetyo, 2018).

$$A_1 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 \quad (4)$$

Dimana:

A<sub>1</sub> = Luas penampang silinder tanpa batang torak (m<sup>2</sup>)

D = Diameter piston (mm)

### H. Gaya *Instroke* Silinder

Untuk mencari gaya *instroke* silinder dapat dihitung dari besarnya diameter tabung silinder, diameter piston rod, dan tekanan udara dengan

menggunakan Persamaan (5) (Bahtiar dan Prasetyo, 2018).

$$F_{\text{maju}} = A_2 \times P \quad (5)$$

Dimana:

F = Gaya yang diberikan (N)

A<sub>2</sub> = Luas penampang silinder dengan batang torak (m<sup>2</sup>)

P = Tekanan Udara (N/m<sup>2</sup>)

Mencari gaya maju pada silinder apabila sudah diketahui diameter piston dan tekanan yang diberikan maka terlebih dahulu mencari luas penampang tanpa batang torak menggunakan Persamaan (6) (Bahtiar dan Prasetyo, 2018).

$$A_2 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (D^2 - d^2) \quad (6)$$

Dimana:

A<sub>2</sub> = Luas penampang silinder tanpa batang torak (m<sup>2</sup>)

D = Diameter piston (mm)

d = Diameter *rod* piston (mm)

### I. Aliran Debit Kompresor

Untuk mencari konsumsi aliran debit kompresor silinder pneumatik dapat menggunakan Persamaan (7) (Utomo, 2020).

$$Q_s = \left(\frac{\pi}{4}\right) \cdot (D)^2 \cdot (V) \quad (7)$$

Dimana:

Q<sub>s</sub> = Debit kompresor (liter/menit)

D = Diameter silinder (mm)

V = Kecepatan piston (mm/s)

### J. Daya Kompresor

Untuk mencari konsumsi daya kompresor yang digunakan pada silinder pneumatik dapat menggunakan Persamaan (8) (Utomo, 2020).

$$N_s = (Q_s) \cdot (\eta_{\text{tot}}) \quad (8)$$

Dimana:

N<sub>s</sub> = Daya kompresor (liter/menit)

Q<sub>s</sub> = Debit kompresor (liter/detik)

η<sub>tot</sub> = Efisiensi total (0,8)

Q<sub>s</sub> = Aliran debi kompresor (liter/menit)

### K. Perangkat Lunak *Software Festo Fluidsim*

*Festo fluidsim* merupakan perangkat lunak atau *software* yang biasa digunakan untuk menjalankan simulasi pada sistem pneumatik. Hasil rangkaian komponen yang akan digunakan dapat dilihat dari hasil simulasi pada *software festo fluidsim*. Setelah rangkaian sistem selesai dirancang, maka proses simulasi dapat dilakukan. Pengguna dapat melihat kinerja rangkaian yang telah dirancang secara *real time* dan dapat diatur secara *step by step*. Jika terdapat kekurangan kinerja pada sistem yang telah dirancang, maka rangkaian dapat segera diperbaiki (Anditha dan Wangkok, 2017).

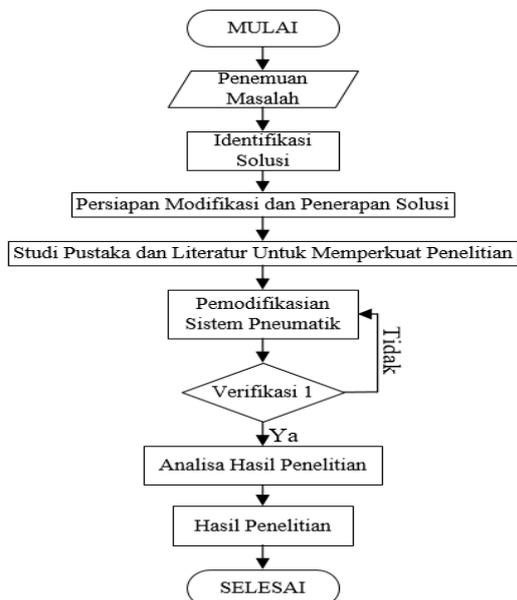


Gambar 3. Software Festo Fluidsim  
(Sumber: SMC Pneumatics, 2020)

### III. METODE

#### A. Alur Penelitian

Dalam melakukan penelitian ini, metode yang digunakan yaitu dengan menggunakan metode pengembangan yang merupakan salah satu metode penelitian guna mengembangkan atau menyempurnakan produk sebelumnya yang telah ada agar lebih efektif (Asmaleni, Hamdani dan Sakti, 2020). Data yang diambil merupakan data *defect* pada tahun 2020 dan melakukan observasi data sampel pada mesin *building* secara langsung untuk menyelesaikan masalah yang terjadi.

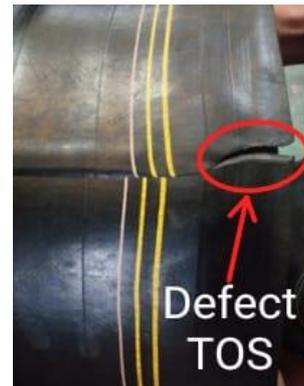


Gambar 4. Flow Chart Alur Penelitian

#### B. Detail Alur Penelitian

##### 1. Penemuan Masalah

Pada proses ini ditemukannya *defect Tread Open Splice* (TOS) pada *Building Section*. Setelah dilakukan identifikasi ternyata penyebab dari *defect* TOS ini adalah potongan *Tread* tidak rata karena terjadi pergeseran saat proses pemotongan. Hal ini disebabkan oleh tidak digunakannya *press tread* karena bekerja kurang efektif.



Gambar 5. Green Tire Defect TOS

##### 2. Identifikasi Solusi

Pada tahap ini kami melakukan pencarian solusi yang tepat untuk masalah tersebut. Dengan metode pengambilan data teknik analisis data kuantitatif dengan statistik deskriptif pada departemen *quality control building* untuk mencari akar permasalahan sehingga menemukan solusi dan menerapkan modifikasi yang sesuai. Tujuan dari tahap ini untuk memodifikasi alat tersebut supaya dapat digunakan secara efektif.

##### 3. Persiapan Modifikasi dan Penerapan Solusi

Pada tahap ini dilakukan persiapan modifikasi dari sistem *press tread* tersebut. Modifikasi yang dilakukan adalah dengan merubah sistem *press* yang semula menggunakan sistem pengungkit kemudian dimodifikasi menjadi sistem pneumatik langsung. Penerapan solusi ini diharapkan dapat mengatasi problem potongan *tread* miring yang dapat menyebabkan *defect Tread Open Splices* (TOS).

##### 4. Studi Pustaka dan Literatur

Pada tahap studi pustaka dan literatur 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.

##### 5. Pemodifikasian Sistem Pneumatik

Pada proses ini dilakukan pemodifikasian alat dengan menggunakan sistem pneumatik yang pada semula menggunakan sistem pengungkit. Dengan menggunakan pengaturan aliran udara dan tekanan yang harus dibuat sesuai standard agar alat *press* dapat beroperasi dengan semestinya.

##### 6. Verifikasi

Pada tahap ini dilakukan pengujian terhadap sistem pneumatik yang akan digunakan.

Apakah sudah sesuai dengan standar atau masih terjadi *error*. Apabila masih terjadi *error* maka akan kembali ke tahap modifikasi sistem pneumatik.

7. Analisa Hasil Penelitian

Pada tahap ini dilakukan analisa perbandingan menggunakan uji *paired sample T test* terhadap sistem pneumatik yang sudah ada sebelumnya pada alat *press tread* kemudian dilakukan pengujian terhadap pemodifikasian sistem pneumatik yang telah dibuat. Parameter tersebut berupa potongan *tread* yang rata dan banyaknya *defect green tire TOS*.

8. Hasil Penelitian

Pada tahap ini dilakukan penarikan kesimpulan terhadap penelitian yang telah didapat berdasarkan analisis pada penelitian yang dilakukan di lapangan.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Gambaran Umum Alat

*Press tread* merupakan salah satu bagian pada mesin *assembly green tire* yang berfungsi untuk menahan *tread* saat proses pemotongan dengan *cutter* agar tidak terjadi pergeseran *tread* karena terbawa oleh *cutter*. Salah satu modifikasi yang dilakukan pada sistem kerja *press tread* adalah sistem kendali pneumatik dan standar tekanan yang digunakan agar *press tread* mampu bekerja secara optimal.

B. Gambaran Alat Sebelum Modifikasi

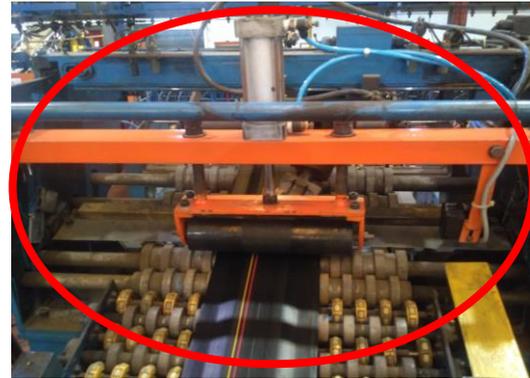
*Press tread* sebelum modifikasi masih menggunakan sistem kerja pengungkit dengan pemasangan silinder pneumatik dipasang secara horizontal. Permukaan *press* menggunakan besi plat pipih dengan panjang 20 cm.



Gambar 6. *Press Tread* Sebelum Modifikasi

C. Gambaran Alat Setelah Modifikasi

*Press tread* yang telah dimodifikasi memiliki beberapa perbedaan, baik dari segi desain maupun segi sistem pneumatiknya. Dimana silinder pneumatik berdiri tegak mengarah vertikal ke bawah dengan beban *roll press*.



Gambar 7. *Press Tread* Setelah Modifikasi

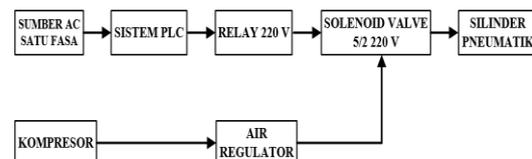
Komponen-komponen sistem kendali pneumatik yang digunakan pada modifikasi alat *press tread* dapat dilihat pada Tabel II.

Tabel II  
 Komponen Modifikasi Pneumatik

No	Komponen	Spesifikasi
1.	Kompresor	25 bar Yamamoto Keiki
2.	Regulator	EMC ER3000-03
3.	Solenoid Valve	Fontal 5/2 Single Coil
4.	Silinder Pneumatik	KCC 50 x 100
5.	Nepel Control Speed	EMC 3/8 x 8 mm
6.	Selang Udara	CDC 8 mm

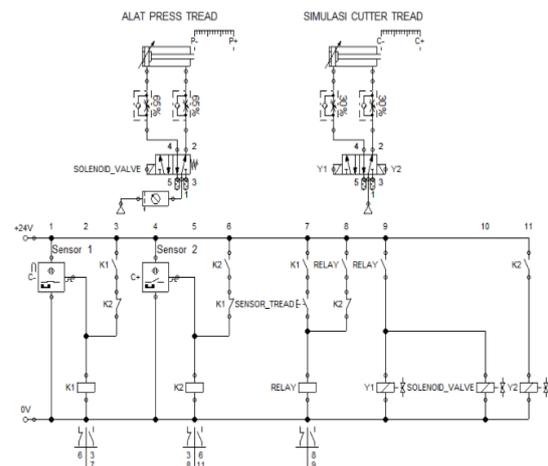
D. Sistem Kendali Pneumatik

Gambar 8 dibawah ini merupakan rangkaian sistem kendali pneumatik yang terdapat pada modifikasi *press tread* pada mesin BMC 02.03 *assembly green tire*.



Gambar 8. Mekanisme Pengendali Pneumatik

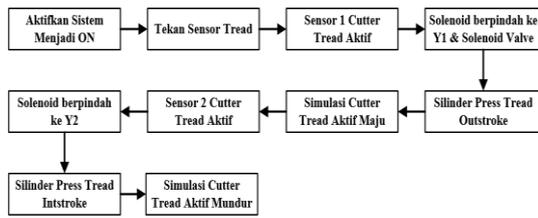
Gambar 9 dibawah ini merupakan rangkaian elektro pneumatik modifikasi *press tread* pada mesin BMC.



Gambar 9. Rangkaian *Festo Fluidsim* Pneumatik

**E. Cara Kerja Rangkaian Pneumatik**

Cara kerja berdasarkan Gambar 10 rangkaian elektro pneumatik yang sudah dibuat melalui aplikasi *festo fluidsim* adalah sebagai berikut:



Gambar 10. Cara Kerja Rangkaian Pneumatik

Penjelasan cara kerja rangkaian:

1. Ketika sistem dijalankan maka sensor 1 (C-) pada cutter akan *stand by* dan mengaktifkan koil (K1).
2. Kemudian ketika sensor *tread* aktif mendeteksi panjang *tread* maka *relay* akan aktif.
3. Setelah *relay* aktif maka akan menyebabkan *solenoid valve* aktif sehingga silinder pneumatik *press tread* bergerak maju untuk mengepres *tread* selama proses pemotongan *tread*.
4. Setelah silinder pneumatik *press tread* bergerak maju *relay* juga secara bersamaan mengaktifkan *solenoid* (Y1) sehingga mengaktifkan sistem *cutter tread* bergerak maju untuk melakukan pemotongan *tread*.
5. Selanjutnya apabila sistem *cutter tread* sudah bergerak maju untuk melakukan pemotongan *tread* maka sensor 2 (C+) akan aktif sehingga mengaktifkan koil (K2).
6. Setelah koil (K2) aktif maka *solenoid* (Y2) menjadi aktif sehingga silinder pneumatik *press tread* bergerak mundur setelah melakukan proses pemotongan *tread*.
7. Kemudian setelah silinder pneumatik *press tread* bergerak mundur maka sistem *cutter tread* akan bergerak mundur setelah melakukan proses pemotongan *tread*.

**F. Silinder Pneumatik**

Silinder Pneumatik yang digunakan adalah 1 Unit Silinder Pneumatik dengan merk KCC, dimensi diameter sebesar 50 mm, Panjang langkah (*Stroke*) 100 mm dan diameter piston rod 20 mm. Penentuan dimensi silinder tersebut berdasarkan silinder yang tersedia dipabrik.

1. Menentukan Diameter Silinder Pneumatik

Untuk menentukan berapa besar diameter silinder yang digunakan hal pertama yang harus dilakukan yaitu menghitung berapa besar gaya yang efektif untuk diberikan pada silinder pneumatik. Untuk mengetahui tekanan *press* efektif yang digunakan adalah dengan menyesuaikan spesifikasi dari *tread* melalui MTS (*Manufacturing Technical Standard*).

Tabel III

<i>Manufacturing Techninal Standart Press</i>		
Kg/cm <sup>2</sup>	Mpa	PSI
1.5 ± 0,5	0,15 ± 0,5	21,34 ± 7,11
2.0 ± 0,5	0,20 ± 0,5	28,45 ± 7,11
2.5 ± 0,5	0,25 ± 0,5	35,56 ± 7,11
3.5 ± 0,5	0,34 ± 0,5	49,78 ± 7,11
4.5 ± 0,5	0,44 ± 0,5	64,01 ± 7,11

(Sumber: Departemen Technical, 2017)

Tabel IV

MTS <i>Pressure Press Green Tire</i> Mesin BMC 02.03	
Kode Size Green Tire	Pressure
G.015	
G.027	
G.100	
G.114	
G.126	
G.138	1,5 Bar
G.140	
G.148	
G.155	
G.310	
G.014	
G.063	
G.071	2 Bar
G.077	
G.087	
G.101	
G.108	2,5 Bar

(Sumber: Departemen Technical, 2017)

Diketahui tekanan *press* yang efektif untuk mengepres *tread* dengan spesifikasi TJ96 untuk green tire G014 adalah sebesar 2 bar. Adapun hal yang perlu diketahui untuk menghitung besar gaya tekanan pada silinder pneumatik yaitu dilihat dari arah pemasangan silinder, pada modifikasi alat *press tread* ini silinder pneumatik dipasang vertikal ke bawah. Gravitasi yang digunakan pada perhitungan ini adalah 9,81 m/s<sup>2</sup>.

Maka berdasarkan perhitungan menggunakan Persamaan (1) untuk menentukan besar diameter silinder didapatkan Gaya tekanan *press* sebesar 392,5 N.

*Pressure* yang diberikan dilapangan sebesar 2 bar. R = 10%. Untuk menentukan besar silinder pneumatik penulis menggunakan Persamaan (2).

Dari perhitungan menggunakan Persamaan (2), maka didapatkan ukuran diameter silinder pneumatik sebesar 52 mm akan tetapi dikarenakan diameter silinder pneumatik sebesar 52 mm tidak tersedia dipabrik, maka pada

penelitian ini penulis menggunakan diameter silinder pneumatik yang tersedia dipabrik yaitu dengan diameter 50 mm. Dengan penggunaan silinder pneumatik yang lebih besar dari perhitungan maka alat yang dihasilkan akan lebih kuat dan aman.

2. Mencari Gaya *Outstroke* Silinder

Berdasarkan penggunaan silinder pneumatik dengan diameter 50 mm maka dapat ditemukan gaya maju silinder dengan menggunakan Persamaan (3) & (4).

Berdasarkan hasil perhitungan, maka gaya yang bekerja pada saat silinder *outstroke* adalah sebesar 392,7 N.

3. Mencari Gaya *Instroke* Silinder

Berdasarkan penggunaan silinder pneumatik dengan diameter 50 mm maka dapat ditemukan gaya mundur silinder dengan menggunakan Persamaan (5) & (6).

Berdasarkan hasil perhitungan, maka gaya yang bekerja pada saat silinder *outstroke* adalah sebesar 329,86 N.

4. Menghitung Aliran Debit Kompresor

Untuk mencari konsumsi aliran debit kompresor silinder pneumatik *double acting* dengan diameter 50 mm, panjang langkah (*stroke*) 100 mm menggunakan Persamaan (7).

Jadi aliran debit kompresor yang dihasilkan berdasarkan perhitungan menggunakan Persamaan (7) untuk menggerakkan silinder pneumatik adalah sebesar 5,88 liter/menit.

5. Menghitung Daya Kompresor

Setelah mendapatkan hasil perhitungan aliran debit kompresor, maka daya kompresor yang digunakan dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan (8).

Berdasarkan hasil perhitungan, maka daya kompresor yang digunakan saat sistem bekerja adalah sebesar 4,70 kW.

G. Pengujian Fungsional Sistem Pneumatik

Pengujian fungsional yang dilakukan adalah untuk melihat dan menguji fungsi dari komponen-komponen yang digunakan untuk modifikasi alat *press tread*, apakah berfungsi dengan baik atau tidak. Hasil Pengujian dapat dilihat pada Tabel V berikut.

Tabel V  
Pengujian Fungsional Komponen Sistem Pneumatik

Komponen	Performance	Keterangan
Silinder <i>Double Acting</i>	Berfungsi sebagai media penggerak untuk mengepres <i>tread</i> .	Berfungsi Baik
<i>Solenoid Valve Single Coil 5/2</i>	Berfungsi untuk menghubungkan udara yang masuk ke dalam silinder.	Berfungsi Baik

Tabel V. Lanjutan

<i>Regulator Filter</i>	Untuk menghubungkan udara yang sudah difilter masuk ke dalam <i>solenoid valve</i> .	Berfungsi Baik
Kompresor	Untuk menghubungkan udara yang bertekanan ke dalam <i>regulator filter</i> .	Berfungsi Baik

Pengujian pada sistem pneumatik selanjutnya adalah dengan melakukan percobaan tekanan silinder yang sesuai untuk digunakan pada alat *press tread*. Peneliti melakukan percobaan dengan menggunakan tekanan 1-4 bar. Tabel VI dibawah ini merupakan hasil pengujian dari percobaan tekanan pada sistem pneumatik.

Tabel VI  
Pengujian Tekanan Silinder Sistem Pneumatik

Item	Keterangan	Hasil
Percobaan Tekanan Silinder	Tekanan 1 bar	Kinerja silinder <i>press</i> lambat & kurang kuat.
	Tekanan 2 bar	Kinerja silinder <i>press</i> sesuai
	Tekanan 3 bar	Kinerja silinder <i>press</i> lebih cepat
	Tekanan 4 bar	Kinerja silinder <i>press</i> bekerja sangat cepat dan kontruksi <i>tread</i> sedikit berubah

Berdasarkan pengujian tekanan silinder pada Tabel VI, maka tekanan yang sesuai untuk digunakan pada alat *press tread* agar bekerja secara efektif untuk mengepres *tread* adalah sebesar 2 bar.

H. Analisis Sebelum dan Setelah Modifikasi

Analisis yang dilakukan pada modifikasi *press tread* ini yaitu dengan menggunakan uji *paired sample T test* dengan pengambilan data sebanyak 40 data setiap melakukan pengujian. Berikut data yang diambil sebelum dan sesudah dilakukannya modifikasi sistem terdapat pada Tabel VII.

Tabel VII  
Data *Defect* TOS Sebelum dan Sesudah Modifikasi

Sam pel Ke-	Sebelum Modifikasi			Setelah Modifikasi		
	Sam pel (Pcs)	Defect TOS (Pcs)	%	Sam pel (Pcs)	Defect TOS (Pcs)	%
1	185	2	1,08	200	1	0,50
2	201	3	1,49	205	2	0,97
3	210	6	2,85	198	2	1,01
4	198	4	2,02	195	3	1,53
5	200	4	2,00	203	1	0,49
6	189	3	1,58	210	2	0,95

Tabel VII. Lanjutan

7	202	4	1,98	203	2	0,98
8	200	1	0,50	200	1	0,50
9	200	3	1,50	205	1	0,48
10	195	5	2,56	195	3	1,53
11	203	4	1,97	200	1	0,50
12	200	6	3,00	205	2	0,97
13	202	1	0,49	200	2	1,00
14	198	5	2,52	195	3	1,53
15	205	4	1,95	200	0	0,00
16	200	5	2,50	200	1	0,50
17	200	1	0,50	194	2	1,03
18	195	6	3,07	201	1	0,49
19	205	3	1,46	205	2	0,97
20	206	3	1,45	200	2	1,00
21	200	5	2,50	205	2	0,97
22	200	4	2,00	201	2	0,99
23	195	2	1,02	205	2	0,97
24	205	4	1,95	200	1	0,50
25	206	5	2,42	198	2	1,01
26	195	5	2,56	196	2	1,02
27	205	3	1,46	200	2	1,00
28	206	2	0,97	203	2	0,98
29	195	5	2,56	203	2	0,98
30	203	4	1,97	201	2	0,99
31	210	3	1,42	198	1	0,50
32	202	5	2,47	200	2	1,00
33	198	6	3,03	202	2	0,99
34	210	4	1,90	194	2	1,03
35	198	3	1,51	196	1	0,51
36	200	5	2,50	196	2	1,02
37	189	4	2,11	200	2	1,00
38	202	3	1,48	202	3	1,48
39	198	3	1,51	201	2	0,99
40	201	2	0,99	198	2	1,01
<b>Tot al</b>	<b>8012</b>	<b>150</b>	<b>8013</b>	<b>72</b>		
$\bar{X}$	<b>200,3</b>	<b>3,75</b>	<b>200,3</b>	<b>1,8</b>		

Untuk melakukan analisis menggunakan uji *paired sample T test*, maka perlu menentukan dasar pengambilan keputusan. Salah satu aspek yang ditentukan adalah nilai signifikan. Dimana nilai signifikan yang umum digunakan yaitu 5 % atau 0,05 (Montolalu & Langi, 2018). Sehingga dasar pengambilan keputusannya adalah sebagai berikut.

1. Jika nilai sig. (2 – failed) < 0,05, dapat diartikan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara persentase data *before* dengan persentase data *after*.
2. Jika nilai sig. (2 – failed) > 0,05, dapat diartikan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara persentase data *before* dengan persentase data *after*.

Berikut adalah hasil dari pengujian uji *paired sample T test* menggunakan aplikasi SPSS terdapat pada Gambar 11.

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1 Defect Sebelum	3,7500	40	1,39137	,21999
Defect Sesudah	1,8000	40	,64847	,10253

Gambar 11. Hasil Pengujian *Paired Sample Statistics*

Dari Gambar 11, dapat diperoleh hasil yaitu rata-rata persentase *defect* TOS pada data sebelum modifikasi yaitu sebanyak 3,75 pcs atau dibulatkan 4 pcs dari 40 kali pengambilan sampel data. Sedangkan pada data setelah modifikasi diperoleh rata-rata *defect* TOS yang terjadi selama pengambilan 40 sampel data yaitu sebanyak 1,80 pcs atau dibulatkan menjadi 2 pcs.

Pair 1	Defect Sebelum - Defect Sesudah	Mean	Std. Deviation	Paired Differences			t	df	Sig. (2-tailed)
				Mean	Lower	Upper			
		1,95000	1,46672	23191	1,48092	2,41908	8,408	39	,000

Gambar 12. Hasil Pengujian *Paired Sample Test*

Pada hasil Gambar 12, diperoleh bahwa nilai sig. (2-tailed) sebesar 0,000. Hal tersebut berarti nilai sig. (2-tailed) kurang dari 0,05, sehingga dapat disimpulkan bahwa adanya modifikasi *press tread* dapat mempengaruhi hasil dari *defect* TOS yang sering terjadi. Dari Gambar 12, rata-rata penurunan *defect* dari data yang telah diambil dari sampel sebanyak 40 data yaitu sebesar 1,95 dibulatkan menjadi 2 pcs/days.

## V. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian modifikasi alat *press tread*, Sistem pneumatik menggunakan silinder *double acting* dengan merk KCC, ukuran 50 x 100 mm, tekanan maksimal 1 Mpa. Tekanan yang diperlukan pada sistem pneumatik pada alat *press tread* adalah sebesar 2 bar agar alat *press tread* bekerja dengan efektif mengacu pada hasil pengujian tekanan silinder sistem pneumatik. Modifikasi alat *press tread* berhasil dibuat dan dapat bekerja secara efektif dengan dilakukan modifikasi pada bagian sistem kendali pneumatik, sehingga dapat mempengaruhi hasil dari *defect* TOS yang sering terjadi. Dapat dilihat pada hasil pengujian *paired sample statistic*, rata-rata

penurunan *defect* TOS dari data yang telah diambil sebanyak 40 data yaitu sebanyak 1,95 pcs atau dibulatkan menjadi 2 pcs/days yang pada awalnya jumlah *defect* yaitu sebanyak 3,75 pcs atau dibulatkan 4 pcs/days menjadi hanya 2 pcs/days.

#### REFERENSI

Anditha, F. I. dan Wangkok, T. K. (2017) “Perancangan Dan Simulasi Elektro Pneumatik Holder Mechanism Pada Sheet Metal Shearing Machine,” *Profisiensi*, 5(1), hal. 51–60.

Asmaleni, P., Hamdani, D. dan Sakti, I. (2020) “Pengembangan Sistem Kontrol Kipas Angin Dan Lampu Otomatis Berbasis Saklar Suara Menggunakan Arduino Uno,” *Jurnal Kumparan Fisika*, 3(1), hal. 59–66. doi: 10.33369/jkf.3.1.59-66.

Bahtiar, Y. L. dan Prasetyo, F. T. (2018) “Mesin Pengpres Plastik Dengan Sistem Penggerak Pneumatik.”

Departemen Produksi (2020) *Key Performance Indicator Building Plant B & H*. Tangerang: PT Tire Motorcycle.

Departemen Technical (2017) *Penjelasan Flow Chart Proses Pada Mesin Building Plant B*. Tangerang: PT Tire Motorcycle.

Montolalu, C. dan Langi, Y. (2018) “Pengaruh Pelatihan Dasar Komputer dan Teknologi Informasi bagi Guru-Guru dengan Uji-T Berpasangan (Paired Sample T-Test),” *d’CARTESIAN*, 7(1), hal. 44. doi: 10.35799/dc.7.1.2018.20113.

Prasetyo, A. A. (2016) “Rancang Bangun Simulator Lift Pengirim Barang Dengan Pneumatik.”

Prasetyo, H. dan Sutopo, W. (2018) “Industri 4.0: Telaah Klasifikasi Aspek Dan Arah Perkembangan Riset,” *J@ti Undip: Jurnal Teknik Industri*, 13(1), hal. 17. doi: 10.14710/jati.13.1.17-26.

Putra, I. E. dan Haris, M. (2017) “Analisa Sistem Pneumatik Alat Pemotong Serat Alam,” *Jurnal Momentum*, 19(2), hal. 50–56. doi: 10.21063/JM.2017.V19.2.50-56.

SMC Pneumatics (2020) *SMC Pneumatics.com*, [Online]. Tersedia pada: <https://www.smc-pneumatics.com/> (Diakses: 7 April 2021).

Supriyono, Mulyanto, T. dan M, F. A. (2016) “Analisis Proses Kerja Mesin Penekuk Plat Pneumatik,” 14(2), hal. 71–82.

Syahril, A. dan Hidayat, M. F. (2018)

“Perancangan Ulang Peralatan Pneumatik Berbasis Programmable Logic Control ( PLC ) Untuk Kegiatan Praktikum,” *Konveksi Energi dan Manufaktur UNJ*, (April), hal. 40–49.

Utomo, B. E. (2020) “Rancang Bangun Silinder Pneumatik Pada Mesin Press Plastik Obat Compound.”