

**OPTIMALISASI *AIR BLISTER PRICKING UNIT* MESIN *TOPPING*  
*CALENDER***



KHOIRUL FAUZI  
NIM : 41323120017

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MERCUBUANA  
JAKARTA 2025

LAPORAN TUGAS AKHIR

OPTIMALISASI *AIR BLISTER PRICKING UNIT* MESIN *TOPPING CALENDER*



UNIVERSITAS  
Disusun Oleh :  
MERCU BUANA

Nama : Khoirul Fauzi  
NIM : 41323120017  
Program Studi : Teknik Mesin

DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH  
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)  
MARET 2025

## HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Khoirul Fauzi

NIM : 41323120017

Program Studi : Teknik Mesin

Judul Laporan skripsi : Optimalisasi *Air Blister Pricking Unit* Mesin *Topping Calender*

Telah berhasil dipertahankan pada sidang dihadapan Dewan Juri Penguji dan diterima sebagai bagian dari persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata 1 pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana.

Disahkan oleh :

Pembimbing : Dr. Eng. Imam Hidayat, S.T., M.T.

NIDN : 0005087502

()

Penguji 1 : Hadi Pranoto, S.T., M.T., Ph.D.

NIDN : 302077304

()

Penguji 2 : Nurato, S.T., M.T., Ph.D

NIDN : 313047302

()

Jakarta, 16 Agustus 2025

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

()

Dr. Zulfia Fitri Ikatrianasari, M.T  
NIDN : 0307037202

Kaprodi Teknik Mesin

()

Dr.Eng. Imam Hidayat, S.T., M.T.  
NIDN : 0005087502

## HALAMAN PERYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Khoirul Fauzi

NIM : 41323120017

Program Studi : Teknik Mesin

Judul Tugas Akhir : Optimalisasi *Air Blister Pricking Unit* Mesin *Topping Calender*

Dengan ini menyatakan bahwa saya melakukan Tugas Akhir dengan sesungguhnya dan hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya saya sendiri dan benar keasliannya. Apabila Teryata di kemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

Jakarta, 11 Agustus 2025



  
Khoirul Fauzi

## PENGHARGAAN

Segala puji bagi Allah SWT, berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini. Tidak lupa penulis juga ingin menyampaikan rasa terimakasih sedalam-dalamnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses penulisan Tugas Akhir ini. Ucapan terima kasih ini dipersembahkan untuk orang-orang yang telah berjasa dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini, yaitu:

Pada kesempatan ini, kami mengucapkan terima kasih kepada;

1. Bapak Prof. Dr. Andi Ardiansyah, M.Eng selaku Rektor Universitas Mercubuana.
2. Ibu Dr. Zulfa Fitri Iktrianasari selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercubuana.
3. Bapak Dr. Eng. Imam Hidayat, ST., MT selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercubuana sekaligus Pembimbing pada tugas akhir ini.
4. Bapak Marmono dan Ibu Turni selaku orang tua penulis yang selalu mendoakan, memberi motivasi dan pengorbanannya baik segi moril maupun materil kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Seluruh teman – teman Teknik Mesin angkatan 44.
6. Semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu

Masih banyak lagi pihak-pihak yang telah membantu dalam penyusunan Tugas Akhir ini yang tidak tersebut. Penulisan Tugas Akhir ini tidak akan selesai tanpa adanya dukungan dari pihak-pihak tersebut. Penulis menyadari masih banyak kekurangan di dalam diri penulis, sehingga penulis juga memohon maaf apabila ada kesalahan baik itu disengaja atau tidak disengaja.

Jakarta, 11 Agustus 2025



Khoirul Fauzi

## ABSTRAK

Dalam industri manufaktur ban, kestabilan sistem pneumatik merupakan faktor penting yang memengaruhi kualitas hasil produksi. Salah satu unit penting adalah *air blister pricking unit* pada mesin *topping calender* yang berfungsi menghilangkan udara terperangkap dalam lapisan *carcass*. Sistem ini sebelumnya menggunakan satu regulator pusat untuk mendistribusikan tekanan ke delapan silinder, sehingga terjadi ketidakseimbangan tekanan, keausan pisau yang tidak merata, dan tingginya tingkat produk gagal. Penelitian ini bertujuan mengoptimalkan distribusi tekanan dengan mengganti diameter saluran udara dari 4 mm menjadi 6 mm serta menambahkan regulator individual pada setiap silinder. Metode kuantitatif eksperimental digunakan dengan desain *one group pretest-posttest*, di mana sistem diuji sebelum dan sesudah modifikasi. Hasil menunjukkan bahwa *pressure drop* menurun hingga 46%, tekanan menjadi seragam di 2 bar, masa pakai pisau meningkat dari 20 menjadi 74 hari, dan produk gagal menurun sebesar 51,7%. Temuan ini menunjukkan bahwa pengaturan tekanan individual efektif dalam meningkatkan efisiensi sistem, umur komponen, dan kualitas produk. Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengevaluasi variasi material dan konfigurasi jalur pipa, menguji ketahanan sistem dalam jangka panjang, serta mengintegrasikan pemantauan tekanan berbasis sensor digital guna meningkatkan keandalan dan penerapan metode ini pada skala produksi yang lebih besar.

**Kata Kunci:** sistem pneumatik, pressure drop, regulator individual, keausan pisau, kegagalan produk

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

## **OPTIMIZATION OF AIR BLISTER PRICKING UNIT TOPPING CALENDER MACHINE**

### **ABSTRACT**

*In tire manufacturing, the stability of pneumatic systems is a key factor affecting product quality. One critical unit is the air blister pricking unit on the topping calender machine, which functions to remove trapped air within the carcass layer. The existing system relied on a single central regulator to distribute pressure to eight cylinders, resulting in pressure imbalance, uneven pricking blade wear, and a high rate of defective products. This study aims to optimize pressure distribution by replacing the air supply line diameter from 4 mm to 6 mm and installing individual regulators for each cylinder. An applied quantitative experimental method was employed using a one-group pretest–posttest design, in which the system was tested before and after modification. The results indicate a 46% reduction in pressure drop, uniform pressure at 2 bar, an increase in blade lifetime from 20 to 74 days, and a 51.7% reduction in defective products. These findings demonstrate that individual pressure regulation is effective in improving system efficiency, component lifespan, and product quality consistency. Future work is recommended to evaluate the effect of different pipe materials and configurations, conduct long-term durability testing, and integrate digital sensor-based pressure monitoring to enhance system reliability and scalability for larger production lines.*

**Keywords:** *pneumatic system, pressure drop, individual regulator, blade lifespan, open cord*



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

## DAFTAR ISI

|                                                        |             |
|--------------------------------------------------------|-------------|
| <b>HALAMAN PENGESAHAN</b>                              | <b>i</b>    |
| <b>HALAMAN PERYATAAN</b>                               | <b>ii</b>   |
| <b>PENGHARGAAN</b>                                     | <b>iii</b>  |
| <b>ABSTRAK</b>                                         | <b>iv</b>   |
| <b><i>ABSTRACT</i></b>                                 | <b>v</b>    |
| <b>DAFTAR ISI</b>                                      | <b>vi</b>   |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b>                                   | <b>viii</b> |
| <b>DAFTAR TABEL DAFTAR</b>                             | <b>ix</b>   |
| <b>DAFTAR SIMBOL</b>                                   | <b>x</b>    |
| <br>                                                   |             |
| <b>BAB I PENDAHULUAN</b>                               | <b>1</b>    |
| 1.1 LATAR BELAKANG                                     | 1           |
| 1.2 RUMUSAN MASALAH                                    | 4           |
| 1.3 TUJUAN PENELITIAN                                  | 4           |
| 1.4 MANFAAT PENELITIAN                                 | 4           |
| 1.5 RUANG LINGKUP DAN BATASAN MASALAH                  | 4           |
| 1.6 SISTEMATIKA PENULISAN                              | 5           |
| <br>                                                   |             |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>                         | <b>6</b>    |
| 2.1 Penelitian Terdahulu                               | 6           |
| 2.2 Mesin <i>Topping calender</i>                      | 12          |
| 2.2.1 <i>Komponen Utama Mesin Topping Calender</i>     | <b>13</b>   |
| 2.3 Pneumatik                                          | 18          |
| 2.3.1 <i>Komponen utama Pneumatik</i>                  | 18          |
| 2.3.2 <i>Kelebihan dan Kekurangan Sistem Pneumatik</i> | 20          |

|                |                                                                     |           |
|----------------|---------------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.3.3          | <i>Menentukan Komponen pneumatik</i>                                | 22        |
| 2.3.4          | <i>Kerugian tekanan (pressure drop)</i>                             | 24        |
| <b>BAB III</b> | <b>METODE PENELITIAN</b>                                            | <b>29</b> |
| 3.1            | DIAGRAM ALIR                                                        | 29        |
| 3.2            | TAHAP PERSIAPAN                                                     | 30        |
| 3.3            | TAHAP MODIFIKASI                                                    | 31        |
| 2.4            | TAHAP PENGOLAHAN DATA                                               | 33        |
| 3.5            | SPEKIFIKASI SISTEM PNEUMATIK <i>AIR BLISTER PRICKING UNIT</i>       | 34        |
| <b>BAB IV</b>  | <b>PEMBAHASAN</b>                                                   | <b>35</b> |
| 4.1            | Analisis penyebab perbedaan tekanan pada silinder.                  | 35        |
| 4.1.1          | <i>Konsumsi udara</i>                                               | 36        |
| 4.1.2          | <i>Pressure drop pada Silinder dengan saluran udara 4 mm</i>        | 38        |
| 4.1.3          | <i>Pressure drop pada Silinder dengan saluran udara 6 mm</i>        | 40        |
| 4.1.4          | <i>Perbandingan pressure drop pada silinder</i>                     | 41        |
| 4.2            | Optimalisasi <i>air blister pricking unit</i>                       | 44        |
| 4.3            | Masa pakai pisau <i>Pricking</i>                                    | 47        |
| 4.3.1          | <i>Perbandingan kegagalan produk sebelum dan sesudah modifikasi</i> | 50        |
| 4.4            | Standarisasi Penggantian Pisau <i>Pricking</i>                      | 51        |
| <b>BAB V</b>   | <b>KESIMPULAN DAN SARAN</b>                                         | <b>53</b> |
| 5.1            | KESIMPULAN                                                          | 53        |
| 5.2            | SARAN                                                               | 54        |

## DAFTAR GAMBAR

|                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 1.1 Grafik kegagalan produk periode Nov 2024 - Feb 2025       | 2  |
| Gambar 2.2 Ilustrasi bagian <i>Air Blister Pricking unit</i>         | 2  |
| Gambar 3.3 data Periode pergantian pisau <i>Pricking</i>             | 3  |
| Gambar 2. 1 Mesin topping calender                                   | 13 |
| Gambar 2. 2 Mesin <i>Open Mill</i>                                   | 14 |
| Gambar 2. 3 <i>let Off Accumulator</i>                               | 15 |
| Gambar 2. 4 Pre heating                                              | 15 |
| Gambar 2. 5 <i>air blister Pricking unit</i>                         | 16 |
| Gambar 2. 6 <i>roll calender</i>                                     | 16 |
| Gambar 2. 7 <i>Cooling Unit</i>                                      | 17 |
| Gambar 2. 8 <i>wind Up</i>                                           | 17 |
| Gambar 2. 9 Sistem Pneumatik                                         | 18 |
| Gambar 2. 10 Selenoid Valve                                          | 19 |
| Gambar 2. 11 Regulator                                               | 19 |
| Gambar 2. 12 Double Acting Cylinder                                  | 19 |
| Gambar 2. 13 Selang Pneumatik                                        | 20 |
| Gambar 2. 14 Saluran Pipa                                            | 20 |
| Gambar 2. 15 <i>moody diagram</i>                                    | 28 |
| Gambar 3. 1 Diagram Alir                                             | 30 |
| Gambar 3. 2 sistem pneumatik <i>air blister Pricking</i> saat ini    | 31 |
| Gambar 3. 3 Rencana Modifikasi Air Blister Pricking                  | 32 |
| Gambar 4. 1 Sistem Pneumatik air blister <i>Pricking unit</i>        | 35 |
| Gambar 4. 2 Grafik perbandingan pressure drop diameter 4 mm dan 6 mm | 42 |
| Gambar 4. 3 grafik pressure drop terhadap jarak                      | 43 |
| Gambar 4. 4 Rangkaian Sistem Pneumatik After modifikasi              | 44 |
| Gambar 4. 5 sistem pneumatik <i>Air blister</i> sebelum dimodifikasi | 45 |
| Gambar 4. 6 Sistem Pneumatik <i>Air blister</i> setelah modifikasi   | 45 |
| Gambar 4. 7 Tampak kondisi pisau <i>Pricking</i>                     | 47 |

## DAFTAR TABEL

|                                                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu                                 | 6  |
| Tabel 4. 1 Jarak sumber angin dengan silinder                   | 36 |
| Tabel 4. 2 Volume udara pada sistem pneumatik dia. 4 mm         | 37 |
| Tabel 4. 3 Volume udara pada sistem pneumatik dia. 6 mm         | 40 |
| Tabel 4. 4 <i>Pressure drop</i> dan tekanan effective dia. 6 mm | 41 |
| Tabel 4. 5 Perbandingan Pessure drop saluran dia. 4 mm dan 6 mm | 41 |
| Tabel 4. 6 Laju Keausan Pisau <i>Pricking</i>                   | 48 |
| Tabel 4. 7 Jarak akhir mata pisau                               | 49 |
| Tabel 4. 8 Kegagalan produk yang dihasilkan                     | 50 |
| Tabel 4. 9 Tabel Standarisasi Penggantian Pisau <i>Pricking</i> | 51 |



## DAFTAR SIMBOL

|                           |                                                                |
|---------------------------|----------------------------------------------------------------|
| $F$                       | = Gaya tekanan press (Newton)                                  |
| $m$                       | = Massa tekanan press (Kg)                                     |
| $g$                       | = Gaya Gravitasi ( $9,81 \text{ m/s}^2$ )                      |
| $P$                       | = Tekanan Kerja (bar)                                          |
| $R$                       | = Gesekan (N) yaitu: 3-20%                                     |
| $D$                       | = Diameter piston (mm)                                         |
| $A_1$                     | = Luas penampang silinder tanpa batang torak ( $\text{m}^2$ )  |
| $P$                       | = Tekanan Udara ( $\text{N/m}^2$ )                             |
| $A_2$                     | = Luas penampang silinder dengan batang torak ( $\text{m}^2$ ) |
| $d$                       | = Diameter rod piston (mm)                                     |
| $V_1, V_2$                | = volume udara (liter)                                         |
| $H$                       | = panjang langkah (mm)                                         |
| $\Delta p$                | = kehilangan tekanan (bar)                                     |
| $f$                       | = faktor gesekan                                               |
| $L$                       | = panjang saluran (m)                                          |
| $\rho$                    | = masa jenis udara ( $\text{kg/m}^3$ )                         |
| $v$                       | = kecepatan aliran udara ( $\text{m/s}$ )                      |
| $V_{\text{leak}}$         | = Volume kebocoran pada sistem ( $\text{m}^3$ )                |
| $V_{\text{system}}$       | = Volume total pada sistem ( $\text{m}^3$ )                    |
| $\Delta P_{\text{total}}$ | = total penurunan tekanan (bar)                                |
| $P_{\text{atm}}$          | = tekanan atmosfer (1 bar)                                     |
| $dP$                      | = tekanan yang turun selama pengujian (bar)                    |
| $dt$                      | = waktu pengujian tekanan turun (menit)                        |
| $Re$                      | = <i>Reynold Number</i>                                        |
| $e/D$                     | = <i>Relatif roughness</i>                                     |