

## Desain Ulang Silinder Hidrolik Untuk Mengurangi Kegagalan Pada Poros *Low Ring* Mesin Curing B45 GM

Adang Saepudin<sup>1</sup>, M. Yudi M. Sholihin<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Magister Teknik Mesin, Universitas Pancasila, Jakarta, Indonesia  
email: yudi\_m\_s@univpancasila.ac.id

### ABSTRAK

PT. XYZ yang bergerak dalam industri pembuatan ban mengalami kegagalan yang terjadi pada unit mesin curing Type B45 dimana terjadi kegagalan pada bagian poros *low ring*, yang mengakibatkan terhentinya proses produksi. Penelitian dilakukan dengan tujuan, mengidentifikasi masalah yang terjadi. Dari hasil penelitian dapat diidentifikasi penyebab terjadinya kegagalan pada poros yaitu tegangan geser yang terjadi pada poros *low-ring* ( $\tau$ ) lebih besar dari tegangan geser yang diijinkan ( $\tau_a$ ) maka hal ini yang menyebabkan terjadinya retak pada poros tersebut ( $139,507 \text{ N/mm}^2 > 102,35 \text{ N/mm}$ ). Dari hasil analisis gaya silinder ( $F_2$ ), adalah gaya silinder pada saat silinder retract, adalah model yang signifikan dalam penentuan optimasi desain silinder dalam rangka mengurangi kegagalan pada mesin *curing* karena korelasinya paling besar dari ketiga model. Pengaruh diameter silinder terhadap gaya sangat tinggi, hal ini dikarenakan koefisien korelasinya sebesar  $R=0,99985$  menunjukkan mendekati angka 1. Untuk tindakan perbaikan pada masalah tersebut bisa dilakukan dengan cara mendesain ulang silinder hidrolik. Yaitu dengan merubah ukuran silinder dengan luas penampang yang mendapat tekanan hidrolik (2,1 MPa) tidak lebih dari 12957,28 mm<sup>2</sup>.

**Kata Kunci : Kegagalan, Poros, Tegangan.**

### ABSTRACT

PT. XYZ in the tire manufacturing industry experienced a failure that occurred in the Type B45 curing engine unit where there was a failure in the low ring shaft, which resulted in the termination of the production process. Research is conducted with the aim, identifying the problem that occurs. From the results of the study can be identified the cause of the failure of the shaft, namely the shear voltage that occurs in the low-ring shaft ( $\tau$ ) greater than the allowable shear voltage ( $\tau_a$ ) then this causes a crack in the shaft ( $139.507 \text{ N/mm}^2 > 102.35 \text{ N/mm}^2$ ). From the results of cylinder force analysis ( $F_2$ ), is the cylinder force at the time of cylinder retract, is a significant model in determining cylinder design optimization in order to reduce failure in the curing engine because the correlation is greatest of the three models. The effect of the cylinder diameter on the force is very high, this is because the correlation coefficient of  $R = 0.99985$  shows close to the number 1. For remedial action on the problem can be done by redesigning the hydraulic cylinder. That is by changing the size of the cylinder with a cross-sectional area that gets hydraulic pressure (2.1 MPa) no more than 12957.28 mm<sup>2</sup>.

**Keywords: Failure, Shaft, Stress.**

### PENDAHULUAN

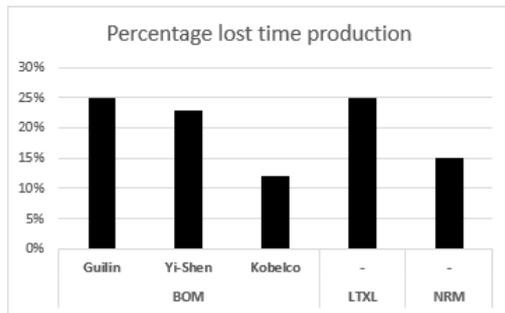
Indonesia sebagai salah satu negara terbesar di dunia yang memiliki berbagai peranan penting di antara negara-negara yang ada di Asia Tenggara. Dengan banyaknya perusahaan yang bergerak dalam industri manufaktur, akan semakin memperketat persaingan pasar. Hal ini yang mendasari setiap perusahaan untuk selalu berusaha meningkatkan kapasitas produksi dengan biaya minimum. Diantaranya dengan peningkatan efisiensi dalam segala hal dan mengurangi *lost time* akibat kerusakan unit produksi.

Setiap terjadi kerusakan pada salah satu komponen maka mesin akan berkurang kemampuannya atau bahkan tidak dapat berjalan

sama sekali. Hal inipun dialami oleh PT. XYZ. Salah satu faktor yang mengakibatkan terhentinya sebagian unit produksi adalah terjadinya kerusakan pada beberapa mesin penunjang produksi, diantaranya yang terjadi pada unit mesin "Curing". Proses curing adalah proses akhir dari pembuatan ban, dimana terjadi proses pembentukan, pencetakan dan pemasakan produk setengah jadi (*green tire*) menjadi produk jadi.

Dari penelitian yang dilakukan dapat dilihat kerugian waktu produksi akibat kerusakan mesin selama 3 bulan yang ditunjukkan pada Gambar 1. Hal inilah yang menjadi dasar pertimbangan penelitian ini dilakukan. Dalam penelitian ini, data yang dipakai adalah data-data

dari pengamatan di lapangan dan sebagian dari data perusahaan.



**Gambar 1** Data persentase

Poros adalah merupakan komponen mekanis yang berfungsi untuk meneruskan tenaga atau putaran. Untuk penggunaan yang terus menerus akibatnya suatu poros sering mengalami kegagalan dalam operasinya. Material memiliki pengaruh terhadap faktor intensitas tegangan, laju perambatan retak dan usia siklus. Semakin tinggi ketangguhan material yang dipengaruhi oleh unsur paduan maka akan memperlambat laju perambatan retak dan meningkatkan usia siklus. Semakin kecil inisiasi retak maka semakin panjang usia siklusnya [1].

Pada penelitian lain mendapatkan faktor penyebab pecahnya poros penghubung adalah terjadinya konsentrasi tegangan yang sangat besar pada daerah di sekitar lubang pasak. Konsentrasi tegangan ini di akibatkan tidak adanya radius pada lubang pasak [2]. Dan di perparah dengan adanya cacat produksi [3]. Salah satu Metode dan teknik untuk meningkatkan efisiensi dan produktifitas produksi adalah dengan cara mendesain ulang, agar sistem bisa bekerja secara optimal [4].

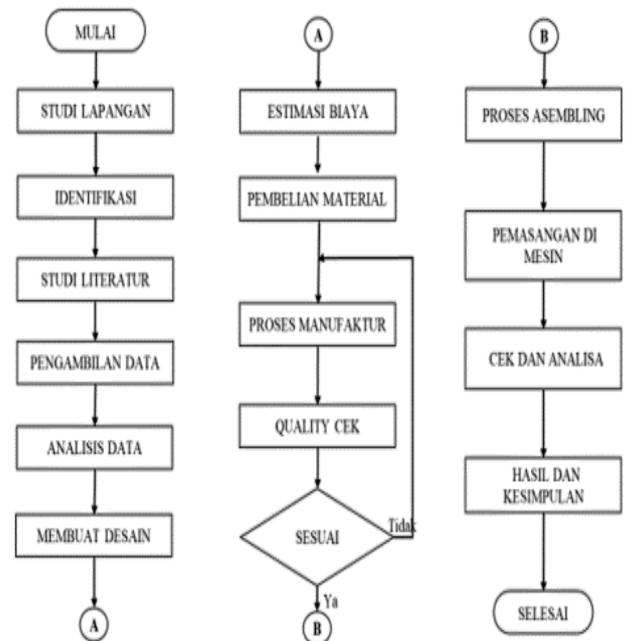
Berdasarkan penjelasan di latar belakang diketahui permasalahan pada penelitian ini.

- Apa yang menyebabkan poros itu patah pada saat beroperasi sehingga mengakibatkan proses produksi berhenti?
- Bagaimana upaya untuk mengurangi resiko kerusakan tersebut?

Tujuan penelitian yang dilakukan adalah Mengidentifikasi penyebab yang mengakibatkan terjadinya retak pada poros low ring. Desain ulang silinder hidrolik untuk mengurangi tegangan pada poros *low ring* penggerak unit *telescope* mesin curing B45 GM.

## METODE PENELITIAN

Berikut diagram alir penelitian yang ditunjukkan dalam Gambar 2.



**Gambar 2** Diagram Alur Metode Penelitian

Langkah awal dalam penelitian ini yaitu Melihat kondisi operasional secara langsung dengan tujuan untuk mengetahui beberapa permasalahan yang terjadi pada saat proses produksi yang diakibatkan terjadinya kerusakan mesin, yang mana kerusakan tersebut memberikan dampak kerugian yang cukup besar terhadap pencapaian hasil produksi. Dalam sebuah penelitian, mengidentifikasi masalah merupakan hal yang sangat penting, karena berdasarkan identifikasi masalah ini akan menentukan tujuan penelitian.

Di dalam studi Literatur ini, perlu mencari literatur-literatur yang pernah dibuat oleh pihak lain yang mempunyai kesamaan dengan tema yang akan dibahas, serta dokumen perusahaan yang berkaitan dengan spesifikasi mesin yang menjadi obyek penelitian.

Penelitian ini dilaksanakan di PT XYZ yang beralamat di Kawasan Industri Surya Cipta Karawang. Dengan obyek penelitian unit mesin *Curing* tipe B 45. Produksi *Guilin Machinery* yang sering mengalami kerusakan pada bagian poros dibanding dengan mesin tipe lain yang sejenis.

*Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) adalah suatu metode yang digunakan untuk mengidentifikasi penyebab dan dampak potensi mode kegagalan pada suatu produk atau proses, serta memprioritaskan tindakan perbaikan pada mode kegagalan yang paling penting. Elemen FMEA dibuat berdasarkan informasi yang mendukung analisis. Dalam proses pembuatan desain ini menggunakan alat bantu Software untuk memudahkan pembuatan gambar berdasarkan data yang didapat dari hasil studi lapangan.

Estimasi biaya sangat penting dalam melakukan desain karena ini akan sangat bergantung dengan biaya yang akan dikeluarkan oleh Perusahaan dalam pembuatan mesin ini. Estimasi biaya yang akan di bahas oleh peneliti diantaranya adalah:

- Biaya Bahan Baku
- Biaya Proses Permesinan
- Biaya Assembling
- Biaya Instalasi

Proses Manufaktur untuk elemen atau part yang akan dibuat dilakukan berdasarkan Gambar kerja yang ada dengan mempertimbangkan ketersediaan material dan peralatan atau mesin yang ada, selanjutnya diambil keputusan apakah akan dilakukan proses manufaktur sendiri atau pihak lain yang mengerjakan dengan mengacu kepada desain yang sudah dibuat.

Kontrol atau pengawasan pada saat pelaksanaan kegiatan untuk mencegah, mendeteksi dan perbaikan apabila ada penyimpangan dalam proses pelaksanaannya. Selanjutnya dilakukan evaluasi untuk melihat hasil yang telah dicapai apakah sudah sesuai dengan yang diharapkan atau perlu pengembangan lebih lanjut.

Berdasarkan rumusan masalah yang ada Dalam penelitian ini agar masalah tidak melebar dari topik utama, maka perlu adanya batasan masalah. Dalam penelitian ini hanya akan membahas pengembangan desain silinder hidrolik untuk menurunkan tegangan yang terjadi pada poros unit penggerak *low ring* dengan jenis mesin curing B45 GM.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian yang dilakukan pada dasarnya melihat dari kerugian yang ditimbulkan dari beberapa kasus/masalah yang muncul yang menyebabkan terganggunya proses operasi sebuah mesin dengan melihat faktor-faktor:

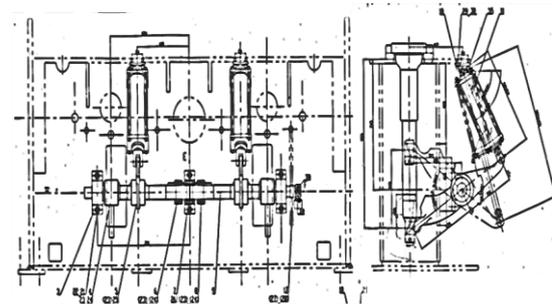
1. Akibat yang ditimbulkan mengakibatkan terhentinya operasi sebuah mesin.
2. Waktu yang dibutuhkan untuk melakukan perbaikan.
3. Biaya yang dibutuhkan untuk melakukan perbaikan.

Mesin yang menjadi objek penelitian adalah pada bagian poros *lower ring* (mesin curing type B 45) yang mengalami kerusakan retak pada poros.



**Gambar 3** Mesin Curing Type B45 GM

Gambar 3 Adalah menunjukkan gambar mesin curing yang menjadi obyek penelitian. Fungsi mesin curing merubah bentuk green tire menjadi sebuah ban (tire) dengan proses pemanasan menggunakan uap panas (steam) dalam ruang tertutup.



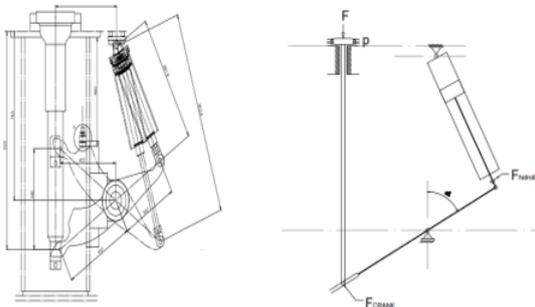
**Gambar 4** Unit *Lower ring*

Unit *lower ring* merupakan bagian rangkaian mekanis yang terdapat pada mesin curing, yang menjadi objek penelitian ditunjukkan pada Gambar 4.

**Tabel 1 RPN**

| No    | Komponen                | S | O | D | RPN | % RPN |
|-------|-------------------------|---|---|---|-----|-------|
| 1     | Poros low ring          | 8 | 1 | 8 | 64  | 36    |
| 2     | Silinder hidrolik bocor | 6 | 2 | 5 | 60  | 34    |
| 3     | Hose silinder           | 5 | 3 | 3 | 30  | 17    |
| 4     | Bag silinder            | 4 | 3 | 2 | 24  | 13    |
| total |                         |   |   |   | 178 | 100   |

Dari Tabel 1. maka didapatkan hasil dari rangkain mekanis unit low ring menunjukkan bahwa poros low ring memiliki kegagalan terbesar dengan persentasi nilai RPN 36% kemudian pada silinder dengan nilai RPN 34%. Kegagalan pada poros low ring salah satunya juga di pengaruhi oleh gaya yang dihasilkan oleh silinder hidrolik

**Gambar 5 Free Body Diagram Low Ring**

Gambar 5. menggambarkan gaya yang terjadi pada rangkaian kontruksi unit low ring.

1. F hidrolik adalah gaya yang dihasilkan pada silinder hidrolik.
2. F crank adalah gaya yang terjadi pada ujung crank.
3. F yang terjadi pada saat proses shaping blader.

**Tabel 2 Pengukuran Lebar Ban & Silinder**

| Lebar Ban | Tinggi Sisi Cetakan | Langkah silinder In | Langkah Silinder Out | Langkah Bag Silinder | Sudut Bag Silinder | Sudut silinder | SIN $\alpha$ |
|-----------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|--------------------|----------------|--------------|
| 145       | 46                  | 320                 | 287                  | 394                  | 53,97              | 80,96          | 0,9875       |
| 155       | 42                  | 320                 | 289                  | 398                  | 54,52              | 81,78          | 0,9897       |
| 165       | 39                  | 320                 | 292                  | 401                  | 54,93              | 82,4           | 0,9912       |
| 175       | 35                  | 320                 | 295                  | 405                  | 55,47              | 83,21          | 0,9929       |
| 185       | 31                  | 320                 | 297                  | 409                  | 56,02              | 84,03          | 0,9945       |
| 195       | 27                  | 320                 | 300                  | 413                  | 56,57              | 84,86          | 0,9959       |
| 205       | 24                  | 320                 | 303                  | 416                  | 56,98              | 85,47          | 0,9968       |
| 215       | 20                  | 320                 | 305                  | 420                  | 57,53              | 86,3           | 0,9979       |
| 235       | 16                  | 320                 | 308                  | 424                  | 58,08              | 87,12          | 0,9987       |
| 0         | 0                   | 320                 | 320                  | 440                  | 60                 | 90             | 1            |

Tabel 2. adalah hasil pengukuran ukuran ban yang dibuat yang nantinya ketika mold/cetakan terpasang berpengaruh terhadap langkah silinder dan jarak, sehingga torsi yang terjadi pada gaya F2 (saat silinder naik) berbeda.

**Tabel 3 Perhitungan Tegangan Geser**

| Lebar Ban | $T=F \times l \times \text{SIN } \alpha$ | $\tau = (5,1 T)/78^3$ |
|-----------|--|-----------------------|
| 145       | 12826164,49                              | 137,8425102           |
| 155       | 12854739,23                              | 138,1496023           |
| 165       | 12874222,02                              | 138,3589834           |
| 175       | 12896302,5                               | 138,5962819           |
| 185       | 12917084,13                              | 138,8196216           |
| 195       | 12935268,06                              | 139,0150439           |
| 205       | 12946957,73                              | 139,1406725           |
| 215       | 12961245,11                              | 139,2942186           |
| 235       | 12971635,92                              | 139,4058885           |
| 0         | 12988521                                 | 139,5873521           |

Tabel 3 adalah perhitungan tegangan geser. Berdasarkan standar ASME material poros untuk S45C dengan tegangan geser yang diizinkan adalah 18 % dari kekuatan tarik ( $\sigma_B$ ). Material poros S45C dengan kekuatan tarik 58 kg/mm<sup>2</sup>. Sehingga hasil  $\tau$ ,  $58 \times 18\% = 10,44 \text{ kg/mm}^2$ , diubah menjadi  $102,35 \text{ N/mm}^2$ . Dari hasil perhitungan ini diketahui bahwa besarnya tegangan geser yang terjadi pada poros low-ring ( $\tau$ ) lebih besar dari tegangan geser yang diijinkan ( $\tau_a$ ) maka hal ini yang menyebabkan terjadinya shaft patah.

$$\tau > \tau_a \text{ maka } 139,507 \text{ N/mm}^2 > 102,35 \text{ N/mm}^2$$

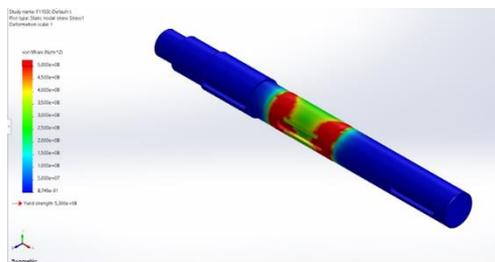
Dari hasil perhitungan yang kita peroleh dapat kita lihat bahwa ukuran atau jenis material yang digunakan dalam disain kontruksi tersebut tidak sesuai dengan beban atau gaya yang diberikan.

Ada beberapa hal yang bisa dilakukan untuk mengatasi kerusakan akibat beban yang tidak sesuai tersebut diantaranya. Yaitu memperbesar diameter poros ( $d_s$ ) yang digunakan pada pembebanan tersebut Idealnya besarnya poros yang harus digunakan Dari perhitungan ini diameter poros ( $d_s$ ) dapat kita perbesar dari 78 mm menjadi 91,91 mm dengan tetap menggunakan jenis material S45C. Untuk mencegah resiko patah dengan mengganti jenis material Bisa menggunakan Baja khrom nikel (JIS G 4102) SNC 2 dengan kekuatan tarik 85 kg/mm<sup>2</sup> (833,56 N/mm<sup>2</sup>) atau Baja khrom (JIS 4104) SCr 22 dengan kekuatan tarik 85 kg/mm<sup>2</sup>. Merubah dimensi silinder dengan menghitung F1 & F2 yang ditunjukkan pada Tabel 4.

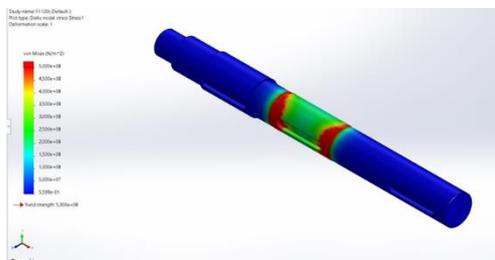
**Tabel 4** Perhitungan F1 & F2

|           |  |            |            |
|-----------|--|------------|------------|
| <b>D</b>  | <b>100</b>                                 | <b>120</b> | <b>150</b> |
| <b>F1</b> | $P \left( \frac{\pi}{4} D^2 \right)$       |            |            |
|           | 16493,36                                   | 23750,44   | 37110,06   |
| <b>d</b>  | <b>50</b>                                  | <b>60</b>  | <b>80</b>  |
| <b>F2</b> | $P \left( \frac{\pi}{4} D^2 - d^2 \right)$ |            |            |
|           | 12370,02                                   | 17812,83   | 26554,31   |

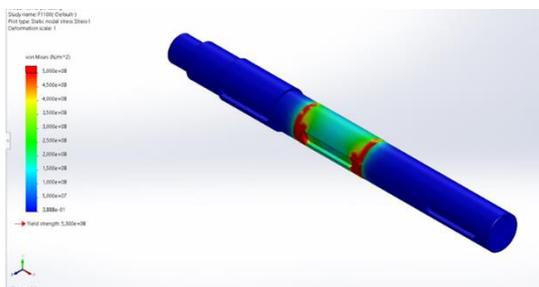
Gambar 6, 7, dan 8 menunjukkan simulasi tegangan yang terjadi pada poros dengan menggunakan silinder yang berdiameter 150 mm, 120 mm, dan 100 mm dengan simulasi *Stress Analysis*.



**Gambar 6.** Simulasi Tegangan D 150 mm



**Gambar 7.** Simulasi Tegangan D 120 mm



**Gambar 8.** Simulasi Tegangan D 100 mm

Dari ketiga dimensi / ukuran silinder yang dapat digunakan adalah silinder dengan ukuran diameter 100 mm dan 120 mm berdasarkan Tabel 4. Dengan pertimbangan nilai optimum gaya dan

*safety* faktor serta tidak berpengaruh terhadap hasil produk pada proses *curing* maka silinder dengan diameter 100 mm yang paling tepat yang dapat digunakan.

Dari ke tiga opsi tindakan perbaikan yang akan kita lakukan perlu kita pertimbangkan pula besarnya biaya yang kita butuhkan serta lamanya waktu yang dibutuhkan untuk mendapat nilai efisien pada saat melakukan perbaikan yang ditunjukkan pada Tabel 5 dan Tabel 6.

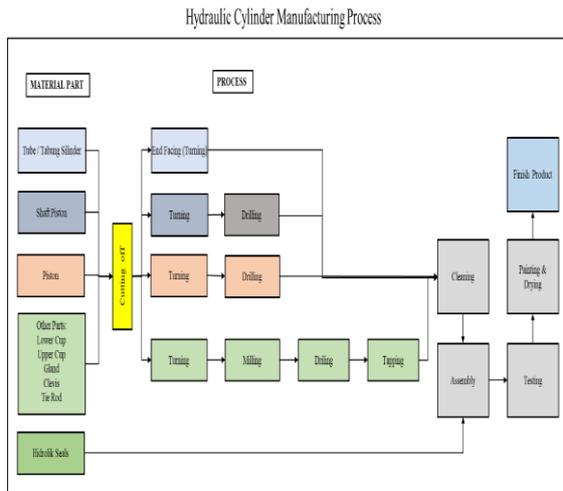
**Tabel 5** Estimasi Biaya Poros *Low Ring*

|  |                                      |         |                |   |
|---|--------------------------------------|---------|----------------|---|
| No  | Uraian                               | Jumlah  | Estimasi biaya | Keterangan  |
| 1   | Pembuatan poros baru                 | 2 Unit  | Rp 6.000.000   | @ Rp. 3.000.000   |
| 2   | Tenaga kerja / <i>Maintenance</i>    | 4 Orang | Rp 3.344.000   | @ Rp. 209.000/7H x(4 Orang x 2 Shift x 2 hari)                                  |
| 3   | Waktu perbaikan/stop produksi        | 2 hari  | Rp -           |   |
| 4   | Kerugian produksi / <i>Lost time</i> | 384 Pcs | Rp 115.200.000 | @ 15 menit/cure process<br>@ Rp. 300.000/produk ban<br>Stop Produksi 2 x 24 jam |

**Tabel 6** Estimasi Biaya Silinder Hidrolik

|  |                                      |         |                |  |
|---|--------------------------------------|---------|----------------|--|
| No  | Uraian                               | Jumlah  | Estimasi biaya | Keterangan   |
| 1   | Pembuatan silinder baru              | 2 Unit  | Rp 26.800.000  | @ Rp. 13.400.000   |
| 2   | Tenaga kerja / <i>Maintenance</i>    | 2 Orang | Rp 59.700      | @ Rp. 209.000/7H   |
| 3   | Waktu perbaikan/stop produksi        | 1 Jam   | Rp -           |  |
| 4   | Kerugian produksi / <i>Lost time</i> | 8 Pcs   | Rp 2.400.000   | @ 15 menit/cure process<br>@ Rp. 300.000/produk ban<br>Stop Produksi 1 jam |

Untuk proses manufaktur silinder hidrolis mencakup tabung, Piston, shaft, gland, mur baut dan seal bisa kita lihat pada Gambar 9.



Gambar 9 Proses Manufaktur

Untuk perhitungan biaya pembuatan silinder hidrolis meliputi biaya material dan biaya proses pemesinan. Biaya ini adalah biaya modal untuk pembuatan pada Tabel 7.

Tabel 7 Biaya Pembuatan

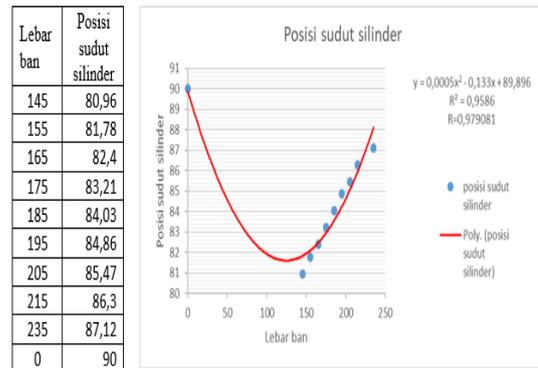
| No    | Komponen        | Material           | Biaya Material | Biaya Proses |
|-------|-----------------|--------------------|----------------|--------------|
| 1     | Tabung/Tube     | SS 304 (ID Honing) | Rp 5.200.000   | Rp 200.000   |
| 2     | Piston          | Bronze             | Rp 300.000     | Rp 450.000   |
| 3     | Shaft Piston    | SS 304             | Rp 1.700.000   | Rp 300.000   |
| 4     | Others Part     | SS 304,S45C        | Rp 3.700.000   | Rp 600.000   |
| 5     | Hydraulic Seals | HPU,NBR            | Rp 950.000     | Rp -         |
| Total |                 |                    | Rp 11.850.000  | Rp 1.550.000 |

Tabel 8 Analisis Resiko

| No | Item   | Item Name | (L) | (I) | Risk Score | Tingkat Resiko |
|----|--------|-----------|-----|-----|------------|----------------|
| 1  | 1 HCA  | Lower Cup | 5   | 10  | 50         | Critical       |
| 2  | 2 HCA  | Tube      | 1   | 0   | 0          | Safe           |
| 3  | 3 HCA  | Rod/Shaft | 4   | 7   | 28         | Critical       |
| 4  | 4 HCA  | Upper Cup | 4   | 5   | 20         | Moderate       |
| 5  | 7 HCA  | Gland     | 4   | 4   | 16         | Moderate       |
| 6  | 10 HCA | Piston    | 4   | 2   | 8          | Moderate       |
| 7  | 13 HCA | Clevis    | 4   | 3   | 12         | Moderate       |
| 8  | 15 HCA | Tie Rod   | 4   | 1   | 4          | Moderate       |

Hasil nilai resiko yang ditunjukkan Tabel 8 pada proses pembuatan silinder hidrolis terdapat 2 item yang berada dalam tingkat resiko yang critical, 5 item dalam kondisi moderate dan 1 item kondisi aman.

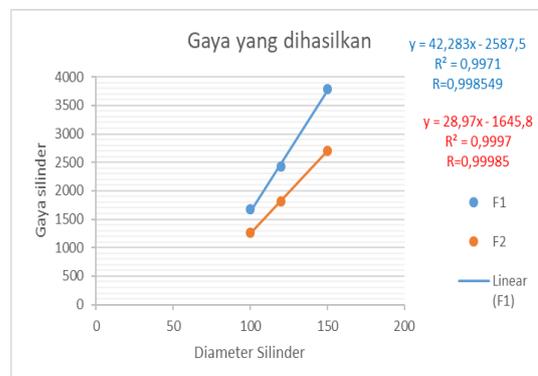
Tabel 8 Grafik Posisi Sudut & Silinder



Berdasarkan Tabel 8 Posisi sudut silinder low ring dipengaruhi oleh ban sebesar 97,9081%. Sisanya sebesar 2,1% dipengaruhi kopling dan spacer tinggi blader, dikarenakan koefisien determinannya sebesar  $R^2 = 0,9586$ . Pada kondisi tidak ada cetakan lebar bannya 0 maka sudut silindernya mencapai 90. Sehingga membentuk penurunan mencapai angka 80,9 pada lebar ban 145 Kemudian naik lagi dari posisi 80,9 sampai ke 87,12 pada lebar ban 235 hal ini dikarenakan langkah silinder tertahan oleh ring blader yang dipengaruhi lebar ban, sehingga membentuk model non linier  $y = 0,0005x^2 - 0,133x + 89,896$  dimana Y adalah posisi sudut silinder low ring dan X adalah lebar ban Pengaruh lebar ban terhadap posisi sudut silinder low ring sangat tinggi hal ini dikarenakan koefisien korelasinya sebesar  $R = 0,979081$  menunjukkan mendekati angka 1, Tabel 9 merupakan F1 & F2.

Tabel 9 F1 & F2

| D  | 150      | 120      | 100      |
|----|----------|----------|----------|
| F1 | 37110,06 | 23750,44 | 16493,36 |
| F2 | 26554,31 | 17812,83 | 12370,02 |



Gambar 10 Gaya Yang dihasilkan Berdasarkan Diameter Silinder

**Tabel 10** Korelasi Gaya & Sudut

| No | Uraian              | Model                            | R <sup>2</sup><br>(Koefisien korelasi) | R (Koefisien korelasi) | Keterangan  |
|----|---------------------|----------------------------------|--|------------------------|---|
| 1  | Posisi sudut sil LR | $y = 0,0005x^2 - 0,133x + 89,83$ | 0,9586                                 | 0,979081               |   |
| 2  | F1 Sil Down         | $y = 42,283x - 2587,5$           | 0,9971                                 | 0,998549               |   |
| 3  | F2 Sil Up           | $y = 28,97x - 1645,8$            | 0,9997                                 | 0,99985                | F2 (gaya sil naik) adalah model yang signifikan dalam penentuan optimasi desain silinder dalam rangka mengurangi kegagalan pada mesin Curing karena korelasinya paling besar dari ketiga model) |

Gambar 10 menunjukkan gaya yang dihasilkan berdasarkan diameter silinder. Dari ketiga model pada Tabel 10 menunjukkan bahwa F2 (gaya silinder naik) adalah model yang signifikan dalam penentuan Pengembangan desain silinder dalam rangka mengurangi kegagalan pada poros mesin curing karena korelasinya paling besar dari ketiga model itu. Gaya silinder low ring (F2) dipengaruhi diameter silinder sebesar 99,97%. Sisanya 0,03% dipengaruhi kondisi tekanan air yang tidak konstan atau adanya kebocoran.

### KESIMPULAN

Dari penelitian ini kesimpulan yang didapatkan adalah:

- Penyebab retak yang terjadi pada poros karena tegangan yang terjadi pada poros lebih besar dari tegangan yang diijinkan, terutama pada saat awal gerakan silinder yang membentuk sudut 90° terhadap sumbu poros.
  - Konstruksi mekanis, dimana tekanan kerja hidrolik yang ada (2,1 Mpa) menghasilkan torsi yang cukup besar terhadap poros, ini dikarenakan pengaruh besarnya silinder yang digunakan dan jarak dari titik pusat poros ketitik gaya yang dihasilkan silinder.
  - Dari hasil perhitungan yang kita peroleh diketahui besarnya tegangan geser yang terjadi pada poros low-ring ( $\tau$ ) lebih besar dari tegangan geser yang diijinkan ( $\tau_a$ ) maka hal ini yang menyebabkan terjadinya shaft patah. Dimana :

$$\tau > \tau_a$$

$$139,507 \text{ N/mm}^2 > 102,35 \text{ N/mm}^2$$

- Desain ulang yang dilakukan adalah dengan merubah ukuran diameter silinder penggerak, dalam hal ini yang dirubah adalah besaran luas penampang/diameter piston silinder. Dari hasil perhitungan dapat dilakukan tindakan dengan merubah ukuran silinder dengan luas penampang yang mendapat

tekanan hidrolik (2,1 MPa)) tidak lebih dari 12957,28 mm<sup>2</sup>.

- Dari hasil perbandingan yang dilakukan dengan pertimbangan nilai optimum gaya dan safety faktor serta tidak berpengaruh terhadap hasil produk pada proses *curing* maka silinder dengan diameter 100 mm yang paling tepat yang dapat digunakan.
- Dari hasil analisis Pengembangan desain silinder F2 (gaya silinder pada saat silinder *retract* adalah model yang signifikan dalam penentuan Pengembangan desain silinder dalam rangka mengurangi kegagalan pada mesin Cur karena korelasinya paling besar dari ketiga model)

### DAFTAR PUSTAKA

- Basri, H., Diniardi, E., & Ramadhan, A. I. (2016). Optimasi Desain Dimensi Silinder Arm pada Hydraulic Excavator PC 1250-7. *Prosiding Semnastek*.
- PHAM, P. N., ITO, K., & IKEO, S. (2017). Energy saving for water hydraulic pushing cylinder in meat slicer. *JFPS International Journal of Fluid Power System*, 10(2), 24-29.
- Djumhariyanto, D. (2016). Analisa Tegangan Poros Roda Mobil Listrik Dengan Metode Elemen Hingga. *J-Proteksion*, 1(1).
- Putra, C. D., Syarif, A., & Isworo, H. (2018). Analisa Kegagalan Menggunakan Metode Failure Mode and Effect Analisis (FMEA) Pada Unit Off-Highway Truck 777D. *Scientific Journal of Mechanical Engineering Kinematika*, 3(1), 33-42.