

ANALISA KEKUATAN GUIDE UPPER RIM SEBAGAI ALAT BANTU BEAM UP PADA PROSES POST CURE INFLATION (PCI) MESIN CURING

Ahmad Zohari

Teknik Mesin, Politeknik Gajah Tunggal

Tangerang, Banten

zohari@gmail.com

ABSTRAK

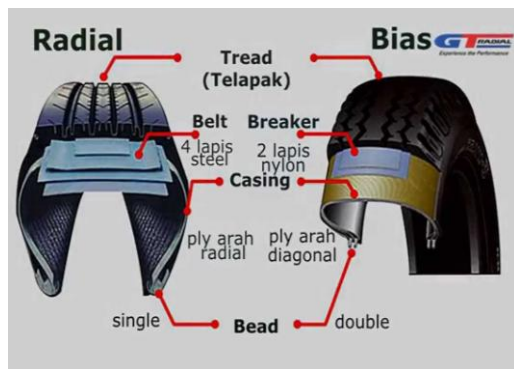
Pembuatan ban terdiri dari beberapa proses yang saling berkaitan, mulai dari proses pencampuran raw material (mixing) hingga proses memasak greentyre menjadi ban (curing). Proses curing menggunakan mesin Post Cure Inflation (PCI) yang berfungsi untuk menyeragamkan kontur ban dan menstabilkan konstruksi ban. Mesin Post Cure Inflation menggunakan dua sistem pneumatik, yaitu sistem pneumatik untuk proses mengangkat greentyre dari low rim ke up rim (proses beam up) dan sistem pneumatik pada up rim untuk menahan dan penekanan bead to bead ban. Kerusakan sistem pneumatik pada up rim menyebabkan up rim terlalu ke bawah sehingga saat proses beam up menjadi berat dan sering menyebabkan macet. Hal ini membuat operator menggunakan alat bantu untuk mengangkat low rim agar proses beam up menjadi lancar. Tindakan operator tersebut selain menguras tenaga juga dapat membahayakan keselamatan. Berdasarkan permasalahan tersebut, peneliti ingin memodifikasi mesin Post Cure Inflation, terutama pada sistem pneumatik up rim. Metode yang digunakan untuk modifikasi dengan menambahkan guide upper rim yang berfungsi menyangga up rim agar tidak terlalu ke bawah. Komponen - komponen dari guide upper rim, terdiri dari: guide up rim untuk dudukan up rim, baut guide untuk tiang penyangga, mur untuk pengikat baut guide, dan plat untuk penyangga yang di las pada rangka mesin Post Cure Inflation. Berdasarkan perhitungan dapat disimpulkan bahwa rancangan guide upper rim aman untuk menopang beban up rim sebesar 1449 N. Hal ini dibuktikan oleh tegangan yang dimiliki oleh baut guide M30 dengan bahan S45C sebesar $0,65 \text{ N/mm}^2$ tidak melebihi dari tegangan izin yang dimiliki oleh bahan S45C sebesar 145 N/mm^2 , dan tegangan geser maksimum pada pengelasan plat di kanal sebesar $5,356 \text{ N/mm}^2$ tidak melebihi tegangan geser izin pengelasan sebesar 107 N/mm^2 .

Kata Kunci : Curing, Post Cure Inflation (PCI), beam up, Guide upper rim.

I. PENDAHULUAN

Ban merupakan peranti yang menutupi velg suatu roda. Ban berfungsi untuk meredam getaran, menyeimbangkan, mengontrol, dan juga sebagai penahan beban kendaraan saat melaju. Pembuatan ban terdiri dari beberapa proses yang saling berkaitan, mulai dari proses pencampuran raw material (mixing) hingga proses memasak greentyre menjadi ban (curing). Pada proses curing ini terdapat proses Post Cure Inflation PCI yang

bertujuan untuk menyeragamkan dan membentuk kontur ban, serta proses pendinginan ban. Proses PCI menggunakan mold sesuai ukuran rim ban yang akan dibuat. Mold tersebut yang akan menghasilkan kontur ban. Urutan proses PCI adalah sebagai berikut: Greentyre yang diletakkan di low rim selanjutnya menuju up rim (proses beam up), setelah low rim dan up rim menyatu,.



Gambar 1 Konstruksi ban

lalu bladder yg berada ditengah-tengah rim diberikan tekanan sekitar 10 kg/cm² yang bertujuan untuk mendorong greentyre agar menempel pada mold dan membentuk kontur ban. Pada mesin *Post Cure Inflation (PCI)* terdapat dua sistem pneumatik, yaitu silinder pneumatik dengan seling untuk proses *beam up*, dan pneumatik *up rim PCI* untuk penekanan *bead to bead* ban. Sistem pneumatik yang berada di *up rim* berfungsi untuk menekan *bead to bead* ban.

Ketika proses *beam up*, *lower rim* mengangkat ban menuju *up rim* sampai menekan *limit beam*. Kerusakan yang terjadi pada sistem pneumatik *up rim*, menyebabkan posisi *up rim* turun sehingga sistem pneumatik pada *lower rim* bekerja ekstra keras karena harus mengangkat ban sekaligus mengangkat *up rim*, sehingga membutuhkan tekanan angin yang lebih besar untuk menekan *limit beam*. Pada situasi seperti ini, terkadang operator mencongkel *lower rim*, menarik seling, ataupun hal lainnya agar *low rim* menyentuh *limit beam*. Tindakan tersebut selain diluar prosedur juga membahayakan keselamatan mereka.

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka peneliti berkeinginan memodifikasi *PCI* mesin *curing* dengan menambahkan *guide upper rim* pada *up rim* agar proses *beam up* dapat berjalan

lancar. Oleh karena itu, penulis memilih judul “Analisa Kekuatan Guide Upper Rim Sebagai Alat Bantu Beam Up Pada Proses Post Cure Inflation (Pci) Mesin Curing.”

II. LANDASAN TEORI

II.1. Studi Pustaka

Studi pustaka pertama adalah penelitian yang dilakukan oleh Haryoko dari Politeknik ABCD Jurusan Teknik Mesin yang berjudul “Modifikasi Rotary Stitcher Mesin Building Manual”. Studi pustaka kedua adalah penelitian yang dilakukan oleh Cahya Sutowo dari Universitas Muhammadiyah Jakarta Jurusan Mesin yang berjudul “Analisa Dongkrak Ulir Dengan Beban 4000 kg”. Studi pustaka ketiga adalah penelitian yang dilakukan oleh Putri Yulianti dari Universitas Bakrie Jurusan Teknik Industri yang berjudul “Analisis Machinability pada Operasi Pembubutan Material S45C”.

II.2. Tegangan Tarik

Tegangan tarik adalah apabila sepasang gaya tarik aksial menarik suatu batang, dan akibatnya batang ini cenderung menjadi meregang atau bertambah panjang, maka gaya tersebut dinamakan gaya tarik, dan gaya - gaya tersebut menghasilkan tegangan tarik dalam (internal) aksial pada batang di suatu bidang yang terletak tegak lurus atau normal terhadap sumbunya.

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

II.3. Tegangan Tekan

Tegangan tekan apabila sepasang gaya aksial menekan suatu barang dan akibatnya cenderung untuk memperpendek atau menekan batang tersebut, gaya ini disebut gaya tekan dan menghasilkan tegangan - tegangan tekan dalam aksial batang di suatu bidang yang

tegak lurus atau normal terhadap sumbunya.

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

II.4. Modulus Elastisitas

Hooke's Law menyatakan bahwa material yang diberi beban dengan batas elastis, serta tegangan berbanding lurus dengan regangan.

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} = \frac{P \times l}{A \times \delta l}$$

II.5. Sambungan Baut

II.5.1. Tegangan Geser Pada Ulir

Tegangan geser pada ulir adalah rata - rata tegangan geser pada baut ini didapat dengan melakukan pendekatan.

$$\tau_s = \frac{P}{\pi d_c \times b \times n}$$

Dimana, (b) tebal ulir (mm), (dc) *minor* diameter (mm), dan (n) jumlah ulir.

II.5.2. Tegangan geser untuk mur :

$$\tau_n = \frac{P}{\pi d \times b \times n}$$

Dimana, (d) *major* diameter (mm), (b) tebal ulir (mm), (n) jumlah ulir (mm).

II.5.3. Tegangan Tekan Antara Ulir

Tegangan tekan yang terjadi antara ulir (σ_c) dapat dihitung dengan menggunakan perhitungan.

$$\sigma_c = \frac{P}{\pi [d^2 - (d_c)^2] n}$$

Dimana, (d) *major* diameter (mm), (dc) *minor* diameter (mm), (n) jumlah ulir yang terkait.

II.5.4. Tegangan Tarik Baut

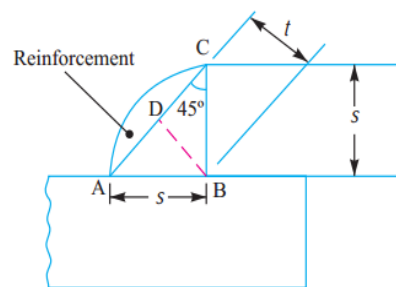
Tegangan tarik pada baut merupakan gaya luar yang bekerja segaris dengan sumbu pada baut, dapat dihitung dengan perhitungan.

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

Dimana, (dc) *minor* diameter (mm), (σ_t) tegangan tarik ijin (N/mm²), (P) gaya luar (N).

II.5.6. Perangkat Pengunci

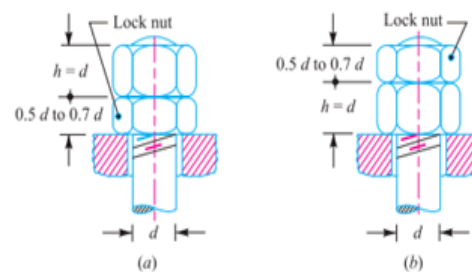
Perangkat pengunci adalah Ketika terjadi beban statik pada sebuah pengunci (baut), biasanya kekencangannya akan tetap kencang atau tidak terpengaruh oleh beban static



Gambar 2. Perangkat pengunci.

II.6. Sambungan Las

Sambungan las *fillet parallel* dirancang untuk kekuatan geser, luas minimum las atau *throat area* yaitu, [4] :



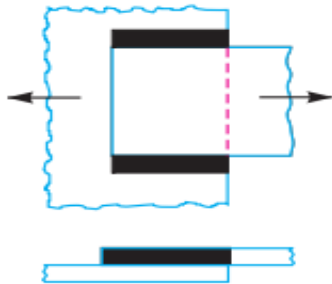
Gambar 3. .Fillet dari las parallel [5]

$$A = \text{Sin } 45^\circ \times s \times$$

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

Jika σ_t adalah tegangan tarik yang diijinkan untuk logam las, maka kekuatan tarik sambungan untuk las *fillet parallel*, [4] :

$P = \text{throat area} \times \text{tegangan geser ijin}$
 $P = 0,707 s \times l \times \sigma_t$ dan kekuatan tarik dari sambungan untuk las *fillet parallel ganda*, [4] :



Gambar 4. *Parallel fillet welded* [5]

$$P = 2 \times 0,707 \times s \times l \times \tau$$

$$P = 1,414 s \times l \times \tau$$

II.7. Beban Eksentris Sambungan Las

Sebuah beban eksentris dapat menekan di berbagai posisi pada sambungan las. Tegangan yang ditimbulkan pada sambungan las bisa dengan sifat yang berbeda ataupun sifat yang sama. Induksi tegangan yang dikombinasikan tergantung pada sifat dari tegangan. Ketika tegangan geser dan tegangan tekuk terjadi pada sambungan, maka tegangan maksimum sebagai berikut [5],

tegangan normal maksimum,

$$\sigma_{t(\max)} = \frac{\sigma_b}{2} + \frac{1}{2} \sqrt{(\sigma_b)^2 + 4 \tau^2}$$
 dan tegangan geser maksimum,

$$\tau_{\max} = \frac{1}{2} \sqrt{(\sigma_b)^2 + 4 \tau^2}$$

Dimana, σ_b = Tegangan *bending*
 τ = Tegangan geser

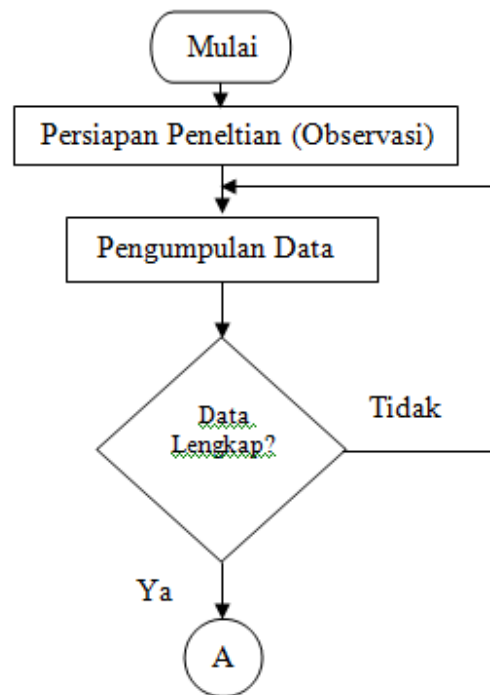
Tegangan *bending*,

$$\sigma_b = \frac{M}{Z}$$

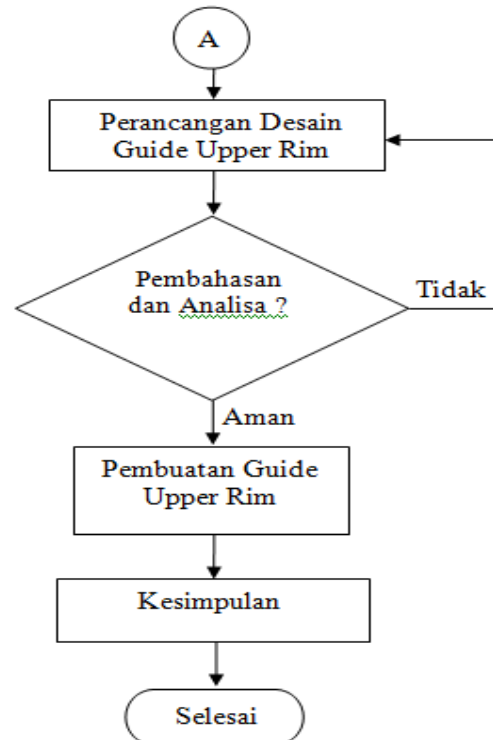
Dimana, M = Momen tekuk ($P \times e$)
 Z = Modulus section

III. METODOLOGI PENELITIAN

III.1. Alur Penelitian



Gambar 4. Alur Penelitian

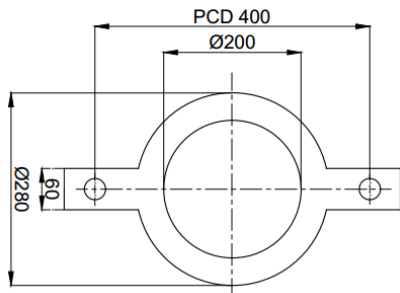


Gambar 5. Alur Penelitian

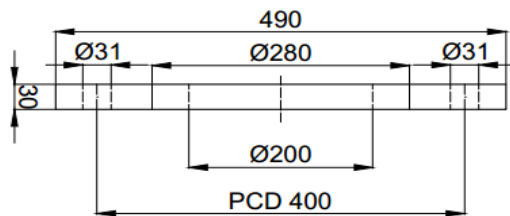
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

IV.1. Guide Upper Rim

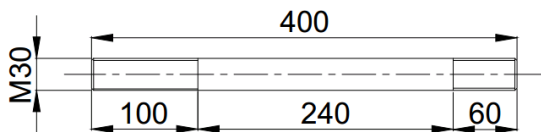
Penulis dan tim *PE Daily Engineering Plant A* mengusulkan modifikasi yang akan dilakukan di mesin *Post Cure Inflation (PCI) ATC - I3*. Modifikasi yang akan dilakukan adalah dengan menambahkan *guide upper rim*. Berikut ini adalah dimensi komponen dari *guide upper rim* dengan satuan millimeter (mm).



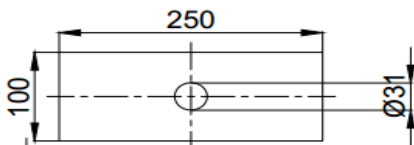
Gambar 6. Guide up rim tampak atas



Gambar 7. Guide up rim tampak samping



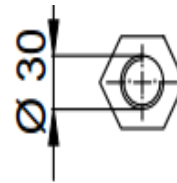
Gambar 8. Baut guide



Gambar 9. Plat penyangga atas tampak atas

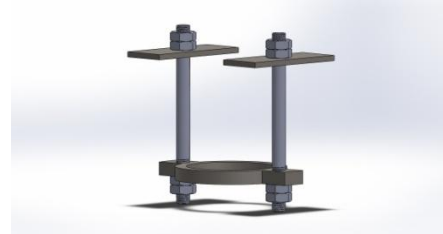


Gambar 10. Plat penyangga atas tampak samping

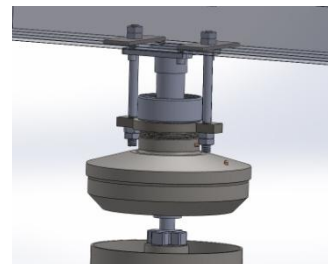


Gambar 11. Mur M30

IV.2 Hasil Akhir Modifikasi



Gambar 12 . Guide upper rim



Gambar 13. Guide upper rim dengan kerangka tengah transparan

IV.3. Beban Pada Guide Up Rim

1. *Adjuster up rim* : 17,4 kg
2. *Up rim* : 62,5 kg
3. *Dudukan up rim* : 65 kg

Maka total beban yang diterima oleh *guide upper rim* adalah $17,4 + 62,5 + 65 = 144,9$ kg. Asumsi gravitasi = 10 m/s^2 , maka bebannya adalah 1449 N.

IV.4. Tegangan Izin S45C

Faktor keamanan untuk bahan *steel* dalam keadaan *steady load*, maka didapat faktor keamanan sebesar 4. Berikut ini adalah persamaan untuk menghitung tegangan izin :

$$\text{Allowable stress} = \frac{\text{Ultimate Stress}}{\text{Factor of safety}}$$

$$\text{Allowable stress} = \frac{580 \text{ N/mm}^2}{4}$$

$$\text{Allowable stress} = 145 \text{ N/mm}^2$$

IV.5. Tegangan Izin S25C

Faktor keamanan untuk bahan *steel* dalam keadaan *steady load*, maka didapat faktor keamanan sebesar 4. Berikut ini adalah persamaan untuk menghitung tegangan izin :

$$\text{Allowable stress} = \frac{\text{Ultimate Stress}}{\text{Factor of safety}}$$

$$\text{Allowable stress} = \frac{1.158 \text{ N/mm}^2}{4}$$

$$\text{Allowable stress} = 289,5 \text{ N/mm}^2$$

IV.6. Tegangan Izin SS41

Faktor keamanan untuk bahan *steel* dalam keadaan *steady load*, maka didapat faktor keamanan sebesar 4. Berikut ini adalah persamaan untuk menghitung tegangan izin :

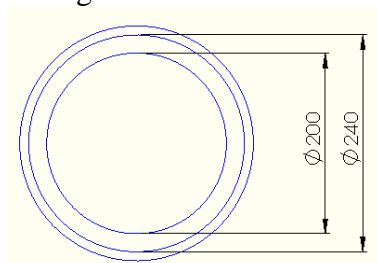
$$\text{Allowable stress} = \frac{\text{Ultimate Stress}}{\text{Factor of safety}}$$

$$\text{Allowable stress} = \frac{510 \text{ N/mm}^2}{4}$$

$$\text{Allowable stress} = 127,5 \text{ N/mm}^2$$

IV.7. Tegangan Guide Up Rim

Beban yang diterima adalah 1449 N. Tegangan yang ada pada guide up rim adalah sebagai berikut :



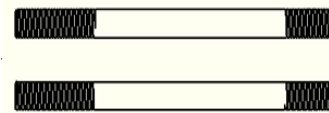
Gambar 14. Ad juster tampak atas

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

$$\sigma_c = \frac{1.449 \text{ N}}{13.816 \text{ mm}^2}$$

$$\sigma_c = 0,105 \text{ N/mm}^2$$

IV.8. Tegangan Pada Baut



Gambar 15. Baut guide

Tegangan geser pada ulir,

$$\tau_s = \frac{P}{\pi d_c \times b \times n}$$

$$\tau_s = \frac{1.449 \text{ N}}{\pi 25,706 \text{ mm} \times 3,5 \text{ mm} \times 4}$$

$$\tau_s = \frac{1.130,036}{1.449 \text{ N}}$$

$$\tau_s = 1,28 \text{ N/mm}^2$$

Tegangan geser pada mur,

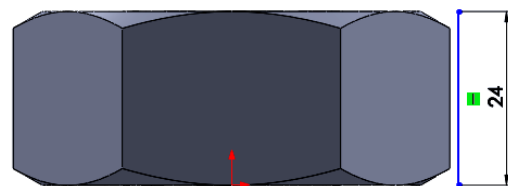
$$\tau_n = \frac{P}{\pi d \times b \times n}$$

$$\tau_n = \frac{1.449 \text{ N}}{\pi 30 \text{ mm} \times 3,5 \text{ mm} \times 4}$$

$$\tau_n = \frac{1318,8}{1.449 \text{ N}}$$

$$\tau_n = 1,0987 \text{ N/mm}^2$$

Tegangan tekan yang terjadi pada ulir terkait, mencari n (jumlah ulir yang terkait) dengan *pitch* (b) 3,5 mm dan tinggi mur 24 mm, maka $n = 24/3,5 = 6,857 \approx 7$



Gambar 16. Mur tampak samping

$$\sigma_c = \frac{P}{\pi [d^2 - (d_c)^2] n}$$

$$\sigma_c = \frac{1.449}{\pi [30^2 - (25,706)^2] 7}$$

$$\sigma_c = \frac{5257,66}{1.449}$$

$$\sigma_c = 0,276 \text{ N/mm}^2$$

Tegangan tarik karena gaya luar,

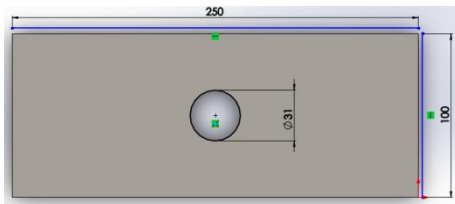
$$P = \frac{\pi}{4} (d_c)^2 \sigma_t \cdot n$$

$$1.449 \text{ N} = \frac{\pi}{4} (25,706)^2 \sigma_t \cdot 4$$

$$1.449 \text{ N} = 2074,9 \sigma_t$$

$$\sigma_t = 0,698 \text{ N/mm}^2$$

IV.9. Plat Penyangga Atas



Gambar 17. Plat penyangga atas tampak atas

Section modulus bagian 1,

$$Z = \frac{b h^2}{6}$$

$$Z = \frac{100 \text{ mm} \times (250 \text{ mm})^2}{6}$$

$$Z = 1.041.666,67 \text{ mm}^3$$

Section modulus bagian 2.

$$Z = \frac{\pi d^3}{32}$$

$$Z = \frac{\pi 31^3}{32}$$

$$Z = 2.923,242 \text{ mm}^3$$

Section modulus (Z) untuk plat penyangga atas adalah (bagian 1 – bagian 2),

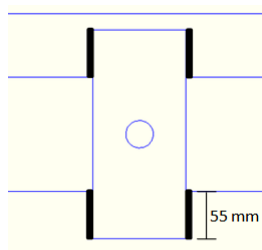
$$1.041.666,67 - 2.923,242 = 1.038.743,43 \text{ mm}^3$$

$$M = W.L = 724,5 \times 70 = 50.715 \text{ N.mm}$$

Tegangan tekuk Plat penyangga atas,

$$\sigma_b = \frac{M}{Z} = \frac{50.715}{1.038.743,43} = 0,0488 \text{ N/mm}^2$$

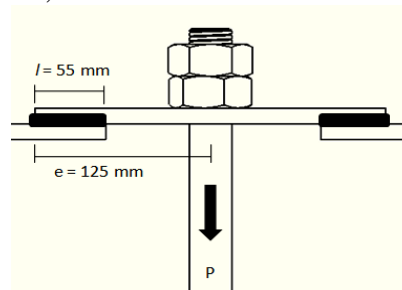
IV.9.1. Kekuatan Las



Gambar 18. Pengelasan plat penyangga atas

Perhitungan *parallel fillet welded joints* dengan beban eksentris, sebagai berikut berdasarkan data diketahui :

- e = 125 mm (jarak pembebanan)
- s = 6 mm (mengikuti ketebalan las)
- l = 55 mm (panjang pengelasan)
- P = 724,5 N



Gambar 19. Pembebanan eksentris lasan plat penyangga atas

Luas area dari kampuh pengelasan,

$$A = 4 \times 0,707 \text{ s} \times l$$

$$A = 4 \times 0,707 \times 6 \times 55$$

$$A = 933,24 \text{ mm}^2$$

∴ Tegangan geser pada lasan (asumsi beban terdistribusi seragam)

$$\tau = \frac{P}{A} = \frac{724,5}{933,24} = 0,776 \text{ N/mm}^2$$

Bagian modulus dari lasan melalui leher las,

$$Z = \frac{0,707 \text{ s} \times l^2}{6} \times 4$$

$$Z = \frac{0,707 \times 6 \times 55^2}{6} \times 4$$

$$Z = 8.554,7 \text{ mm}^3$$

Momen tekuk,

$$M = P \times e = 724,5 \times 125 = 90.562,5$$

N/mm

∴ Tegangan tekuk ,

$$\sigma_b = \frac{M}{Z} = \frac{90.562,5}{8.554,7} = 10,6 \text{ N/mm}^2$$

Kita tahu bahwa tegangan normal maksimal,

$$\sigma_{t(\text{max})} = \frac{1}{2} \sigma_b + \frac{1}{2} \sqrt{(\sigma_b)^2 + 4 \tau^2}$$

$$\sigma_{t(\text{max})} = \frac{1}{2} 10,6 + \frac{1}{2} \sqrt{(10,6)^2 + 4 (0,776)^2}$$

$$\sigma_{t(\max)} = 5,3 + 5,35$$

$$\sigma_{t(\max)} = 10,65 \text{ N/mm}^2$$

Dan tegangan geser maksimum,

$$\tau_{\max} = \frac{1}{2} \sqrt{(\sigma_b)^2 + 4 \tau^2}$$

$$\tau_{\max} = \frac{1}{2} \sqrt{(10,6)^2 + 4 (0,776)^2}$$

$$\tau_{\max} = 5,356 \text{ N/mm}^2$$

V. KESIMPULAN DAN SARAN

V.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan dari hasil perhitungan dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa komponen *guide upper rim*, yaitu :
 - a. Desain dari *guide up rim* yang dirancang memiliki tegangan yang tidak melebihi tegangan izin, ataupun kekuatan tarik dari bahan S45C. Oleh karena itu, desain *guide up rim* ini dinyatakan aman.
 - b. Desain batang *guide* dan baut *guide* yang dirancang memiliki tegangan - tegangan yang tidak melebihi tegangan izin, ataupun kekuatan tarik dari bahan S45C. Oleh karena itu, desain batang *guide* dan baut *guide* dinyatakan aman. Mur yang dipakai untuk mengunci dari baut *guide* menggunakan baut dengan bahan S25C, sedangkan perangkat pengunci yang digunakan untuk mengunci baut *guide* adalah *Lock Nut*
 - c. Desain plat penyangga atas yang dirancang dan metode pengelasan yang dipakai, yaitu *parallel fillet welded* dengan beban eksentris dinyatakan aman.

V.2. Saran

Usaha untuk meningkatkan kinerja dari *guide upper rim Post Cure Inflation*

disarankan untuk setiap mesin *Post Cure Inflation (PCI)* merekondisikan kembali *centered* ban yang ada di mesin *curing. Centered* ini berfungsi sebagai pengatur posisi ban yang telah dimasak agar ban tersebut *center* atau tepat di tengah sebelum dilakukannya proses *beam up*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Haryoko, *Modifikasi Rotary Stitcher Mesin Building Manual*. Tugas Akhir Diploma III, Program Studi Teknik Mesin, Politeknik ABCD, Tangerang 2014.
- [2] Cahyo Sutowo, *Analisa Dongkrak Ulir Dengan Beban 4000 kg*. Skripsi, Jurusan Mesin, Universitas Muhammadiyah Jakarta, Jakarta 2009.
- [3] Putri Yulianto, *Analisis Machinability Pada Operasi Pembubutan Material S45C*. Tugas Akhir, Program Studi Teknik Industri, Universitas Bakrie. Jakarta 2015.
- [4] Jatu Krisdiyanto, *Analisis Efisiensi Kompresor Pada PCI (Post Cure Inflation)*
- [5] R.S Khurmi dan J.K. Gupta, *perancangan Mekanis, Perancangan Elemen Mesin Terpadu 2*. Yogyakarta 2009. R.S Khurmi, J.K. Gupta. *A Text Book Of Machine Design (S.I. Units)*. New Delhi, 2005
- [6] Danang Priantoro, *Perancangan Modifikasi Pemasangan Gum Sheet Assembly Di Mesin KBC 3*. Tugas Akhir Diploma III, Program Studi Teknik Mesin, Politeknik ABCD, Tangerang.
- [7] Sularso, Kiyokatsu Suga. *Dasar Perencanaan Dan Pemilihan Elemen Mesin*. PT. Pradnya Paramita, Jakarta, 1983
- [8] www.steel-grades.com/, diakses pada 12 Mei 2015