

REDESAIN MESIN UNCOILER TIPE FIN N BERKAPASITAS COIL 850 Kg**(¹)Suwarno¹, (²)Moch. Mas'ud, (³)Wisma Soedarmadji****(^{1,2,3})Program Studi Teknik Mesin Universitas Yudharta Pasuruan****ABSTRAK**

Mesin uncoiler tipe Fin N merupakan mesin uncoiler yang sering mengalami kerusakan akibat beban overload yang dimuatnya. Mesin uncoiler tipe Fin N digunakan untuk dapat meningkatkan kapasitas mesin uncoiler tipe Fin N 850 kg, sehingga proses produksi menjadi lebih efektif dan dapat meningkatkan produktivitas pekerja. Tujuan perancangan ini adalah meredesain mesin uncoiler tipe Fin N dengan kapasitas 850 Kg, sedangkan metode penelitian yang dilakukan oleh peneliti yaitu identifikasi masalah, kajian pustaka, membuat konsep perencanaan, pemilihan komponen-komponen mesin uncoiler tipe Fin N, melakukan analisis perhitungan tiap komponen-komponen mesin uncoiler tipe Fin N. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa mesin uncoiler tipe fin N dapat memiliki kapasitas muat coil 850 kg dengan menggunakan 1) poros berdimensi 85 mm, 2) pasak poros 25x14, 3) pasak gear box 20x12, 4) bantalan tipe Roller Contact Bearing dan 5) baut pengunci coil tipe M85. Selain itu, rangka mesin yang awalnya menyatu dengan rumah bearing menjadi rangka independen serta menempel dengan pillow block.

Kata Kunci: Uncoiler tipe Fin N, Kapasitas**ABSTRACT**

Fin N type uncoiler machine is a machine uncoiler are often damaged a result of overload load contains. Fin N-type uncoiler machine is used to improve the capacity of uncoiler machine type Fin N 850 kg, so the production process becomes more effective and can increase employee productivity. The purpose of this design is redesign the machine uncoiler-type Fin N with a capacity of 850 kg, while the method of research conducted by researchers is the identification of the problem, literature review, draft planning, selection engine components uncoiler type of Fin N, analyzing the calculation of each component Fin N-type uncoiler machine. The results of this study indicate that the machine uncoiler types of fins N can have a load capacity of coil of 850 kg by using 1) shaft 85 mm, 2) peg shaft 25x14, 3) peg gear box 20x12, 4) bearing type Roller Contact Bearings and 5) bolt M85-type coil lock. In addition, the machine frame is initially merges with the house bearing became independent framework as well as sticking with a pillow block.

Keywords: Uncoiler Fin N type, Capacity**1. Pendahuluan**

PT. XYZ Pasuruan merupakan salah satu perusahaan manufaktur yang bergerak dalam bidang teknologi penukar panas (*Heat Exchanger*). Dalam proses produksinya banyak menggunakan material dari plat-plat logam dalam bentuk *coil* yang kemudian dipotong sesuai dengan dimensi yang diinginkan untuk selanjutnya dilakukan proses *shaping* dan *assembly*. Salah satu dari mesin pemotong logam plat ini adalah mesin *uncoiler* yang berfungsi sebagai pemutar *coil*, sehingga *coil* terurai dan dapat dilakukan proses *shaping* dan *cutting*.

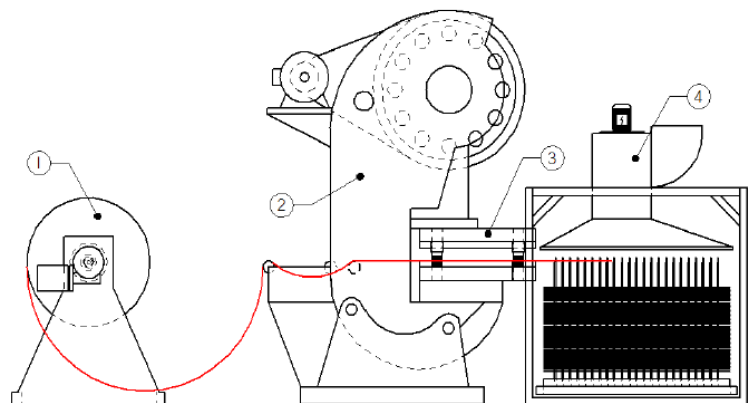
Mesin *uncoiler* tipe Fin N merupakan mesin *uncoiler* yang sering mengalami kerusakan dalam proses produksinya, hal ini dapat dilihat dari frekuensi perbaikan mesin *uncoiler* tipe Fin N yang lebih tinggi dibandingkan dengan jenis mesin *uncoiler* tipe lainnya. Berdasarkan hasil

¹ warno.3no@gmail.com

observasi di lapangan data kerusakan yang sering dialami oleh mesin *uncoiler* tipe Fin N adalah sebagai berikut: 1) Poros melengkung dan terlepas dari rumah *bearing* dikarenakan pengunci *snap ring* rusak, 2) Pasak rusak dikarenakan tidak kuat menahan beban putaran dari motor, 3) *Bearing* pecah dikarenakan putaran poros tidak *balance* (seimbang). Dari data kerusakan tersebut bahwa mesin *uncoiler* tipe Fin N memuat *coil* dengan beban yang melebihi kapasitas mesin, sehingga secara tidak langsung hal tersebut menyebabkan tidak kuatnya konstruksi mesin *uncoiler* dan tidak berfungsinya beberapa komponen mesin *uncoiler* karena mengalami kerusakan akibat beban *overload* yang dimuatnya. Tujuan dari penelitian ini antara lain yaitu: merancang mesin *uncoiler* tipe Fin N diameter 1100 mm dengan berat maksimum 850 kg.

2. Tinjauan Pustaka

Mesin *uncoiler* merupakan pelengkap mesin pemotong plat yang berfungsi sebagai pemutar gulungan material, sehingga gulungan material tersebut dapat terurai dan mudah untuk dilakukan proses *shaping* dan *cutting*. Dalam perancangan ini komponen pendukung yang akan dirancang adalah: a) poros, b) pasak, c) *bearing*. Gambar di bawah ini merupakan jenis mesin *uncoiler* tipe Fin N yang digunakan.



Gambar 2.1: Rangkaian Mesin Fin N

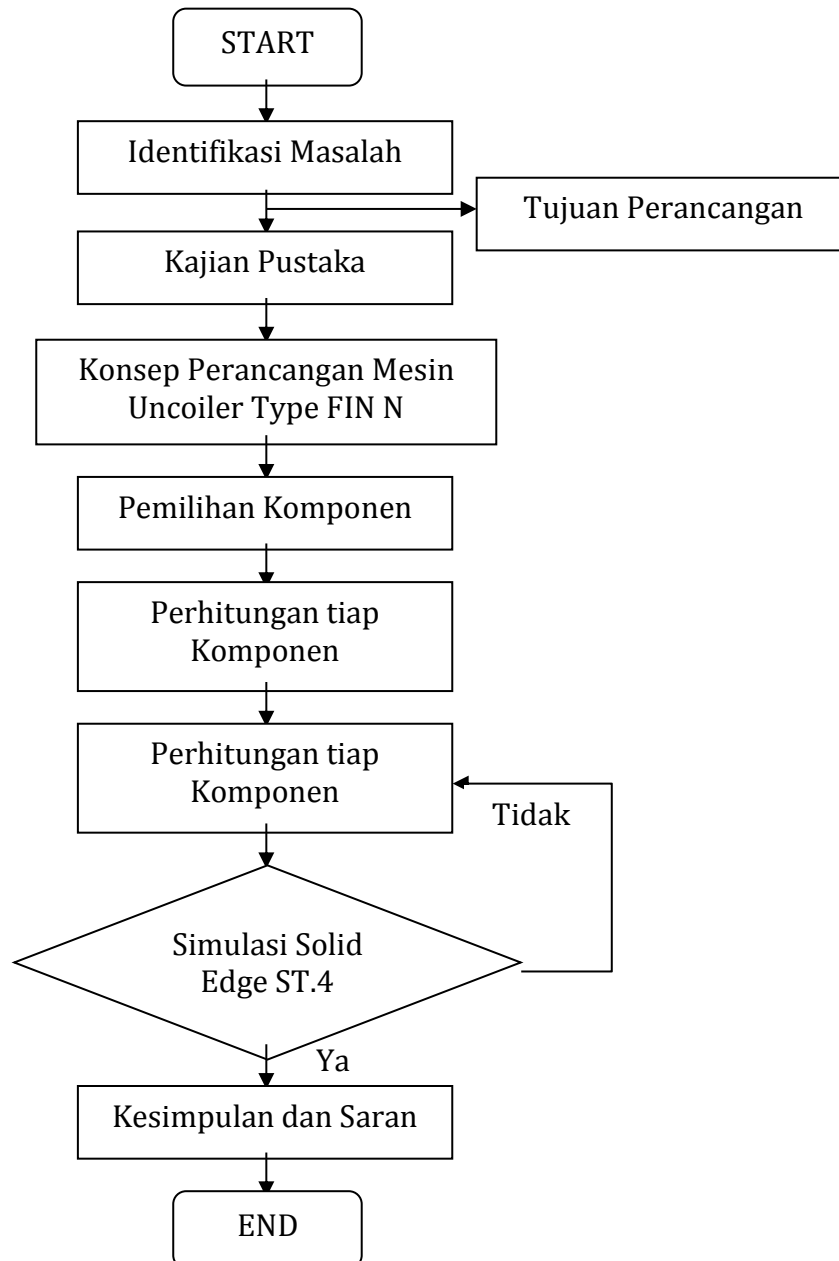
Tabie, et.al (2014), menyatakan bahwa dalam mendesain optimalisasi mekanisme *tipping*, ada beberapa pertimbangan, yaitu meningkatkan nilai kendala untuk optimalisasi komponen, mempertimbangkan perbedaan material, mempertimbangkan perbedaan geometri dan kerugian aspek desain. Sehingga desain yang diminimalkan dapat efisien sehingga beban *linkage* yang dapat direduksi yaitu 35,4% dari berat *linkage* keseluruhan, berat sepeda roda tiga yang dapat direduksi yaitu 10,77% dari berat keseluruhan dan torsi yang disyaratkan lebih kecil dari torsi awal yaitu diantara 20 Nm- 45 Nm.

Menurut Fran (2014), mesin *notching* memiliki kapasitas 51200 kg dengan pertimbangan gaya pemotongan maksimal pada plat. Adapun komponen mesin *notching* meliputi rangka, meja, jig pisau, stoper, hidrolik power unit dan actuator hidrolik. Perancangan mesin *notching* ini memiliki spesifikasi antara lain gaya potong yang dibutuhkan untuk membentuk komponen terbuat dari material baja dengan $\sigma_u = 40 \text{ kg/mm}^2$ dan memiliki ketebalan 4 mm. Pisau terbuat dari bahan AISI A2 dengan panjang pemotongan 200 mm. komponen hasil perancangan adalah pisau atas, pisau bawah 1, pisau bawah 2, stopper, pengunci, handle pengunci, klem stoper, jig pisau, meja, actuator, rangka mesin.

Jenniria (2013), mengungkapkan bahwa prototip mesin penghancur plastik dengan daya motor listrik 3 fasa mempunyai dimensi P x L x T = 90cm x 60cm x 130cm, *Performance* (Kemampuan) dari alat Penghancur Plastik sesuai standar ketentuan yang ada di pasaran. Menurut Mott (2009) poros adalah komponen alat mekanis yang mentransmisikan gerak putaran dan daya. Dimana poros merupakan satu kesatuan dari sebarang sistem mekanis dan daya ditransmisikan dari penggerak utama (motor listrik atau motor bakar) ke bagian lain yang berputar dari sistem. menurut Sularso, et.al (2008) poros merupakan salah satu bagian yang terpenting dari setiap mesin yang berfungsi mentransmisikan tenaga bersama-sama dengan putaran.

Menurut Sugito (2005) bahwa dalam merencanakan konstruksi uncoiler yang baru perlu dianalisa masalah-masalah yang timbul seperti bertabrakannya meja dengan coil, silinder hidrolik pembending bocor, kekuatan poros, bearing dan mur baut yang tidak aman. Sehingga konstruksi yang baru didesain agar mesin potong plat baja tersebut dapat digunakan untuk coil diameter 2500 mm dan berat maksimum 25 ton dengan baik. Sehingga kapasitas uncoiler mesin potong plat tersebut meningkat. Hasilnya adalah uncoiler mesin potong plat dapat memiliki kapasitas yang lebih besar dari semula coil diameter 1500 mm dan berat 15 ton menjadi 2500 mm dan berat maksimum 25 ton.

3. Metodologi Penelitian



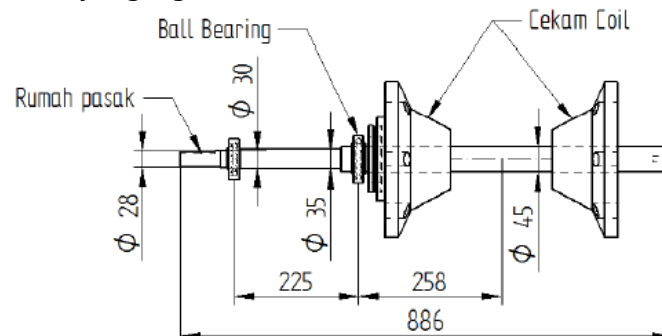
Gambar 3.1: Diagram Alir Penelitian

4. Hasil Pembahasan

Untuk meredesain mesin *uncoiler* tipe Fin N ini berkapasitas *coil* 850 Kg ada beberapa komponen-komponen mesin yang harus diperhitungkan ulang untuk mencapai kapasitas mesin yang diinginkan, yaitu:

4.1 Poros

Menurut Khurmi et.al (2005) perlu diketahui terlebih dahulu jenis material yang akan digunakan dengan tujuan untuk menentukan kuat tarik *ultimate* maupun tegangan geser dan lentur yang diijinkan. Sebagai tahap awal yang perlu dilakukan adalah menghitung beban-beban yang dikenakan pada poros yang ada saat ini untuk mengetahui tegangan tarik *ultimate* yang terjadi dan menentukan jenis material yang digunakan.



Gambar 4.1: Desain Poros Mesin Uncoiler Tipe Fin N

Adapun proses perhitungan yang dilakukan, yaitu menghitung beban total yang diterima oleh poros diketahui : Berat *coil* saat ini (m_1) = 400 Kg, Berat cekam *coil* kanan dan kiri (m_2) = 2 x 23,085 = 46,170 Kg sehingga berat total yang diterima oleh poros adalah 446,170 Kg. selanjutnya beban total yang ditahan oleh poros rencana, yaitu: $W = m_{total} \times g = 446,170 \times 9,81 \text{ m/s} = 4.376,928 \text{ N}$. Sebelum menganalisis torsi yang dibutuhkan untuk memutar *coil*, maka perlu diketahui terlebih dahulu putaran sudut dan momen inersia yang terjadi pada poros untuk melakukan suatu putaran. Dari hasil percobaan diketahui data sebagai berikut: Jari-jari luar *coil* (r_0) = 375 mm, Jari-jari dalam *coil* (r_1) = 90 mm, jumlah putaran *coil* per menit (n) = 18 rpm. Menurut Qomaruddin (2012) didapatkan:

☞ Percepatan sudut (α)

$$\omega t = \omega_0 + \alpha \cdot t$$

$$24 \times \left(\frac{\pi}{30} \right) = 0 + \alpha \cdot (60) = 1,884 \text{ rad/s} = 60 \cdot \alpha$$

$$\alpha = \frac{1,884}{60} = 0,031 \text{ rad/s}^2$$

☞ Momen inersia (I)

$$\begin{aligned} I &= \frac{1}{2} \cdot m \cdot (r_0^2 + r_1^2) \\ &= \frac{1}{2} \times 446,170 \times (375)^2 + (90)^2 \\ &= 33178316,625 \text{ kg /mm}^2 \end{aligned}$$

☞ Momen puntir (T)

$$\begin{aligned} T &= I \times \alpha \\ &= 33178316,625 \times 0,031 \\ &= 1041799,142 \text{ N.mm} \end{aligned}$$

☞ Momen Bending (M)

$$\begin{aligned} M &= W \times l \\ &= 4376,928 \times 258 \\ &= 1129247,347 \text{ N.mm} \end{aligned}$$

Untuk menentukan jenis material yang digunakan pada poros rencana, maka perlu dihitung momen puntir ekivalen, momen lentur ekivalen dan tegangan geser maupun tegangan lentur poros yang diijinkan. Menurut Khurmi et.al (2005)

☞ Momen Puntir Ekivalen (T_e)

$$\begin{aligned} T_e &= \sqrt{(K_m \cdot xM)^2 + (K_t \cdot xT)^2} \\ &= \sqrt{(1,5 \times 1129247,347)^2 + (1 \times 1041799,142)^2} \\ &= 1988603,652 \text{ N.mm} \end{aligned}$$

☞ Tegangan Geser yang Diiijinkan (τ)

$$\begin{aligned} T_e &= \frac{\pi}{16} \cdot \tau \cdot d^3 \\ 1988603,652 &= \frac{3,14}{16} \cdot \tau \cdot (45)^3 \\ 1988603,652 &= 17883,281 \cdot \tau \\ \tau &= \frac{1988603,652}{17883,281} = 111,199 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

☞ Kuat tarik elastis (σ_{el})

$$\sigma_{el} = \frac{\tau}{0,3} = \frac{111,199}{0,3} = 371 \text{ N/mm}^2$$

☞ Kuat tarik ultimate (σ_u)

$$\sigma_u = \frac{\tau}{0,18} = \frac{111,199}{0,18} = 617,772 \approx 618 \text{ N/mm}^2$$

☞ Tegangan tarik (σ_t) dan tegangan bending (σ_b) yang diijinkan

$$\begin{aligned} \sigma_t &= 0,60 \sigma_{el} \\ &= 0,60 \times 371 = 222,398 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Beban yang diterima poros dengan melakukan simulasi pada program Solid Edge ST 4, diperoleh data sebagai berikut: Berat *coil* saat ini (m_1) = 850 Kg; Berat cekam *coil* kanan dan kiri (m_2) = 2 x 23, 085 = 46,170 Kg, maka: berat total (m_{total}) yang diterima oleh poros: 896,170 Kg. Beban total yang ditahan oleh poros rencana, yaitu: $W = m_{total} \times g = 896,170 \times 9,81 = 8.791,428 \text{ N}$. Sehingga torsi yang terjadi pada poros diketahui: Jari-jari luar *coil* (r_0) = 550 mm, Jari-jari dalam *coil* (r_1) = 90 mm, Jumlah putaran *coil* per menit (n) = 11 rpm, maka:

☞ Percepatan sudut (α)

$$\begin{aligned} \omega t &= \omega_0 + \alpha \cdot t \\ 24 \times \left(\frac{\pi}{30} \right) &= 0 + \alpha \cdot (60) = 1,884 \text{ rad/s} = 60 \cdot \alpha \\ \alpha &= \frac{1,884}{60} = 0,031 \text{ rad/s}^2 \end{aligned}$$

☞ Momen inersia (I)

$$\begin{aligned} I &= \frac{1}{2} \cdot m \cdot (r_0^2 + r_1^2) \\ &= \frac{1}{2} \times 896,170 \times (550)^2 + (90)^2 \\ &= 139175201 \text{ kg/mm}^2 \end{aligned}$$

☞ Momen puntir (T)

$$\begin{aligned} T &= I \times \alpha \\ &= 139175201 \times 0,042 \\ &= 4370101,311 \text{ N.mm} \end{aligned}$$

☞ Momen Bending (M)

$$\begin{aligned} M &= W \times l \\ &= 8.791,428 \times 280 \\ &= 2.461.599,756 \text{ N.mm} \end{aligned}$$

☞ Momen Puntir Ekivalen (T_e)

$$\begin{aligned} T_e &= \sqrt{(K_m \times M)^2 + (K_t \times T)^2} \\ &= \sqrt{(1,5 \times 2461599,756)^2 + (1 \times 4370101,311)^2} \\ &= 5721153,776 \text{ N.mm} \end{aligned}$$

☞ Momen Bending Ekivalen (M_e)

$$\begin{aligned} M_e &= \frac{1}{2} \left[K_m \times M + \sqrt{(K_m \times M)^2 + (K_t \times T)^2} \right] \\ &= \frac{1}{2} [1,5 \times 2461599,756 + 5721153,776] \\ &= 4706776,705 \text{ N.mm} \end{aligned}$$

☞ Tegangan Geser Poros (τ)

$$\begin{aligned} \tau &= 0,18 \sigma_u \\ &= 0,18 (700) = 126 \text{ N/mm}^2. \end{aligned}$$

☞ Tegangan Lentur Poros yang Diiijinkan (σ_t)

$$\begin{aligned} \sigma_t &= \sigma_b = 0,36 \sigma_u \\ \sigma_t &= \sigma_b = 0,36 (700) = 252 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Menurut Khurmi (2005), diameter poros didapatkan: $T_e = \frac{\pi}{16} \cdot \tau \cdot d^3$ sehingga:

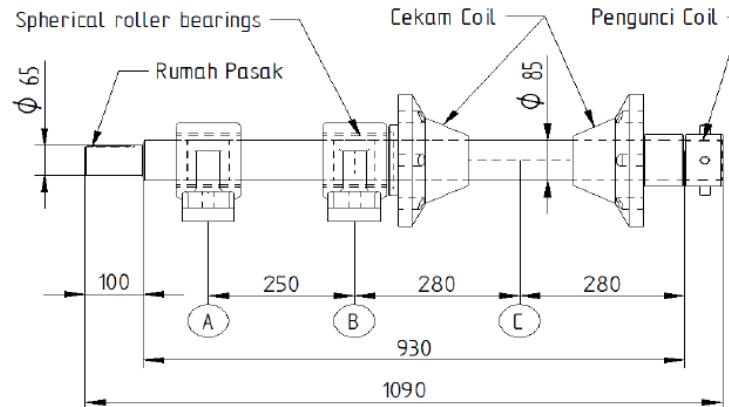
$$5721153,776 = \frac{3,14}{16} \cdot 126 \cdot (d)^3$$

$$5721153,776 = 24729 \cdot d^3$$

$$d^3 = \frac{5721153,776}{24729} = 61,39 \text{ mm} \approx 65 \text{ mm}$$

Sesuai standar dimensi poros jika nilai defleksi lentur poros berdiameter 65 mm tidak bisa menerima atau menahan beban sebesar 850 Kg, sehingga diameter poros harus dibesarkan menjadi 85 mm terbuat dari material 45 C 8 dengan berat 45150 Kg yang dikalikan dengan gaya gravitasi sebesar 9,81 m/s, sehingga diperoleh beban poros (W) sebesar 442,922 N dan beban F sebesar 9.013 N, maka menurut Sularso, (2008) didapatkan: $y = 3,23 \times 10^{-4} \frac{F l_1^2 J_2^2}{d_s^4 l}$ sehingga

$3,23 \times 10^{-4} \frac{(9013)(280)^2 (250)^2}{(85)^4 \times 1090} = 0,251 \text{ mm} < 0,30 \text{ mm}$. Berdasarkan perhitungan maka diameter poros yang digunakan adalah 85 mm.



Gambar 4.2: Diameter poros yang digunakan

4.2 Pasak

Pada mesin *uncoiler* tipe Fin N ini, jenis pasak yang digunakan yaitu pasak benam. bentuk pasak yang direncanakan untuk mesin *uncoiler* tipe Fin N yaitu pasak berpenampang segi panjang dengan bentuk prisma tirus yang disalah satu sisinya diberi kepala berbentuk setengah lingkaran untuk memudahkan proses pencabutan pasak. Bahan pasak dipilih material 40 C 8 dengan kuat tarik *ultimate* (σ_u) sebesar 670 N/mm^2 . Untuk lebar (w) dan dan tebal (t) pasak didapatkan: $w = 20 \text{ mm}$, $t = 12 \text{ mm}$. Maka Menurut Khurmi, (2005) didapatkan:

☞ Tegangan Geser Pasak

$$\begin{aligned}\tau &= 0,18 \sigma_u \\ &= 0,18 (670) = 120,6 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

☞ Kuat Geser Pasak (T_k)

$$\begin{aligned}T_k &= l \times w \times \tau \times \frac{d}{2} \\ &= l \times 20 \times 120,6 \times \frac{65}{2} = 78,390 \text{ l N.mm}\end{aligned}$$

☞ Tegangan Torsi Poros (T_s)

$$\begin{aligned}T_s &= \frac{\pi}{16} \cdot \tau \cdot d^3 \\ &= \frac{3,14}{16} \cdot 120,6 \cdot (85)^3 \\ &= 6499755,844 \text{ N.mm}\end{aligned}$$

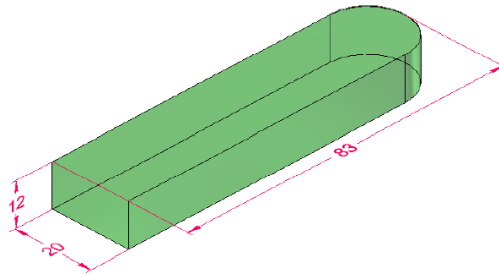
☞ Panjang Pasak (l)

$$l = \frac{T_s}{T_k} = \frac{6499755,844}{78390} = 82,91 \text{ mm} \approx 83 \text{ mm}$$

☞ Nilai Koreksi Pasak $\frac{w}{d} = \frac{22}{85} = 0,25 \approx 25\%$

☞ Panjang Pasak $\frac{l_k}{d} = \frac{83}{85} = 0,97$

Sehingga didapatkan dimensi pasak sebagai berikut: Dimensi Pasak = 20 x 12 mm, Panjang = 83 mm, Bahan = 40 C 8.



Gambar 4.3: Dimensi Pasak

4.3 Bantalan

Untuk mengetahui jenis bantalan yang digunakan pada mesin *uncoiler* tipe fin N, maka harus ditentukan gaya-gaya yang bekerja pada bantalan. Jenis bantalan yang digunakan pada mesin *uncoiler* tipe fin N adalah tipe *Roller Contact Bearing* sedangkan gaya yang bekerja bantalan yaitu gaya radial yang diakibatkan oleh berat *coil* dan berat poros, maka beban radial yang terjadi pada bantalan didapatkan data-data sebagai berikut: berat *coil* yang terjadi pada poros (W) = 8.791,428 N, $l_1 = 250$ mm, $l_2 = 530$ mm. Menurut Khurmi (2005) didapatkan:

☞ Beban Radial (R_f)

$$R_f \times l_1 = W \times l_2$$

$$R_f \times 250 = 8.791,428 \times 530$$

$$R_f = 4.659.456,840 / 250 \text{ mm} = 18.638, 827 \text{ N}$$

☞ Beban Statis Ekivalen

$$W_{OR} = X_0.W_R + Y_0.W_A$$

$$= (1 \times 18.638, 827 \text{ N}) + (0 \times 0) = 18.638, 827 \text{ N}$$

☞ Beban Dinamis Ekivalen

$$W = X.V.W_R + Y.W_A$$

$$= (1 \times 1 \times 18.638, 827) + (2,9 \times 0) = 18.638, 827 \text{ N}$$

☞ Umur Pakai Bantalan

Rata-rata umur pakai bantalan (*bearing*) yaitu 5 tahun dengan pemakaian 10 jam per hari, maka didapatkan: $LH = \text{Tahun} \times \text{Jumlah hari per tahun} \times \text{jam kerja per hari}$

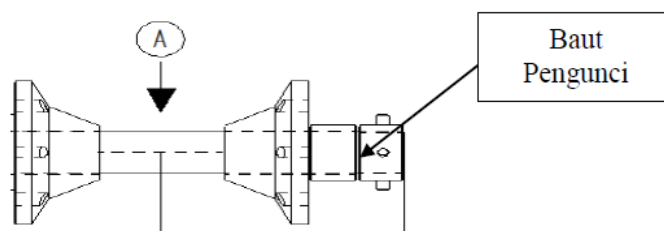
$$= 5 \times 300 \times 20 = 30.000 \text{ Jam.}$$

Sehingga: $L = 60N.LH \text{ Revolutions}$

$$= 60 \times 10 \times 30.000 \text{ Jam} = 18.000.000 \text{ rev.}$$

4.4 Baut dan Mur

Baut yang digunakan pada mesin *uncoiler* ini direncanakan terletak pada bagian ujung poros dan berfungsi sebagai pengunci cekam *coil*, sehingga *coil* tidak mengalami pergeseran.



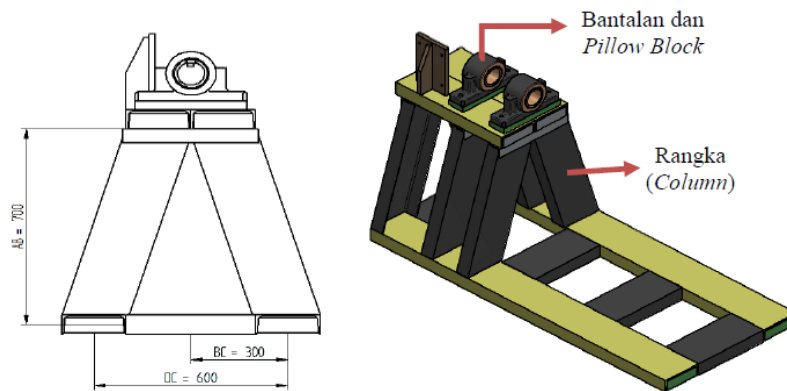
Gambar 4.4: Baut Pengunci

Dalam perancangan ini baut yang digunakan untuk mesin *uncoiler* tipe fin N adalah baut M85 dan didapatkan: $d = 85$ mm, $d_c = 72,5$ mm, $p = 12$ mm, $A_c = 4.128 \text{ mm}^2$, Torsi poros rencana (T) =

5.721.153,776 N.mm, Beban yang ditahan poros (W) = 8.791,428 N, Tegangan tarik yang diijinkan (σ_t) = 252 N/mm², Tegangan geser material yang diijinkan (τ) = 126 N/mm², Ketebalan atau lebar ulir (t) = $p/2 = 12/2 = 6$ mm.

4.5 Rangka

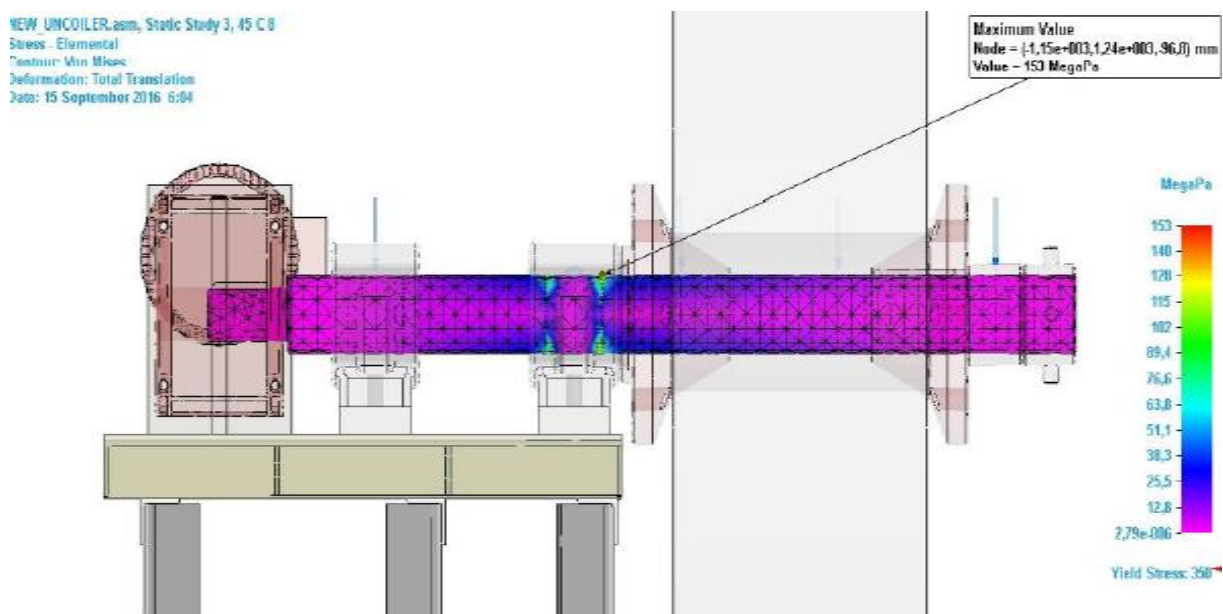
Mesin *uncoiler* tipe Fin N ini, rangka berfungsi sebagai penompang komponen-komponen mesin seperti poros, bantalan dan *coil*. Gambar 6 dibawah ini merupakan desain rencana rangka mesin *uncoiler* tipe Fin N.



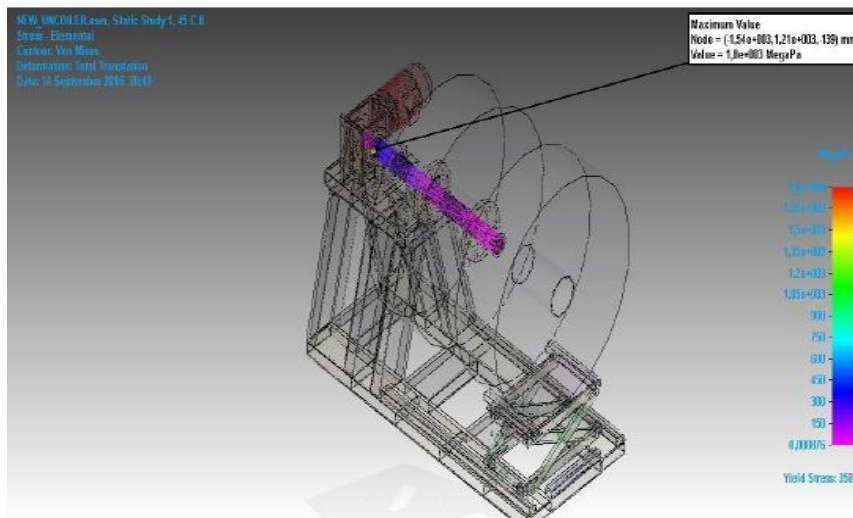
Gambar 4.5: Desain Rangka Mesin *Uncoiler* Tipe Fin N

4.6 Simulasi Poros

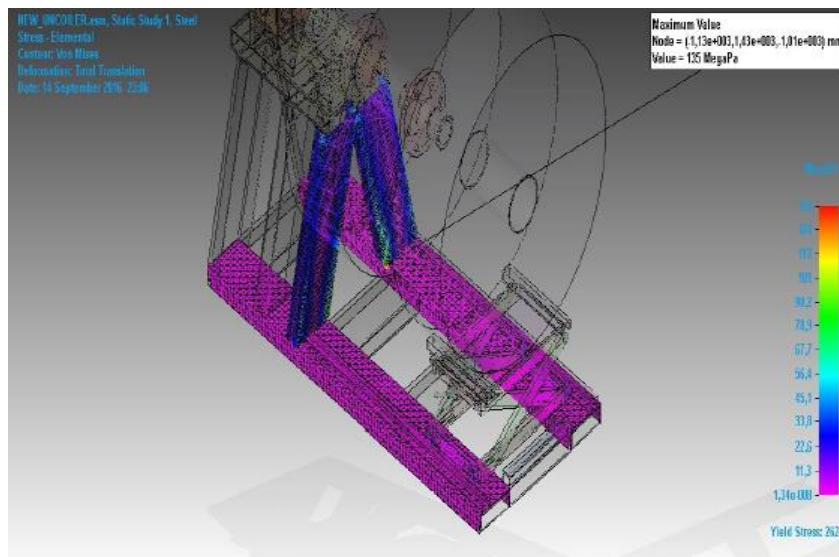
Simulasi poros pada Mesin *Uncoiler* Tipe Fin N menggunakan aplikasi *Finite Element* dari Software Solid Edge ST.4, hal ini dilakukan untuk mengetahui beban maksimum dan minimum yang terjadi pada komponen-komponen tersebut. Hasil simulasi dari *finite element* dengan menggunakan Software Solid Edge ST.4 untuk masing-masing komponen mesin *uncoiler* ditunjukkan pada gambar 7, 8 dan 9 dibawah ini.



Gambar 4.6: Simulasi poros untuk beban bending



Gambar 4.7: Simulasi poros dengan beban puntir



Gambar 4.8: Simulasi frame dengan beban bending

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan mesin *uncoiler* tipe fin N, ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Dimensi poros 85 mm, hal ini dikarenakan beban poros bertambah yaitu 850 kg.
2. Dimensi pasak poros 25 x 14 x 115 mm.
3. Desain *bearing* menggunakan tipe *roller contact bearing* karena berubahnya dimensi poros.
4. Baut pengunci coil menggunakan ukuran M85.
5. Rangka mesin terpisah dari rumah *bearing* dan menempel dengan *pillow block* dikarenakan dimensi *bearing* semakin besar.

DAFTAR PUSTAKA

- Franz N. A. 2014. Perancangan Mesin *Notching* Untuk Proses *Sheet Metal Forming*. *E-Jurnal Teknik Mesin, Vol.1 No.2 Juli 2014*.
- Jenniria R. 2013. Analisis Perancangan Mesin Penghancur Plastik. *Jurnal Dinamis, Volume II, No.12, Januari 2013*.

- Khurmi,R.S. et.al 2005. *A text Book of Mechine Design*. New Delhi. Euarsia Publishing House (PVT.) LTD.
- Mott, L Robert. 2009.*Elemen-elemen Mesin Dalam Perancangan Mekanis Buku 1*. Yogyakarta.
- Sularso dan Suga, K. 2008. *Dasar Perencanaan Dan Pemilihan Elemen Mesin*. Jakarta: PT Pradnya Paramita.
- Sugito, Enrico Stefanus. 2005. Perencanaan modifikasi *uncoiler* mesin pemotong plat baja kapasitas *coil* diameter 1500 mm dengan berat 15 ton menjadi 2500 mm dengan berat maksimum 25 ton. *Jurnal Universitas Kristen Petra*
- V. M. Tabie. 2014. Weight Optimization Of A Lift-Tipping Mechanism For Small Solid Waste Collection Truck. *International Journal Of Scientific & Technology Research* Volume 3, Issue 7, July 2014.