

**REKAYASA NICKEL CHROMIUM MOLYBDENUM STEEL (SCN CR M<sub>2</sub>) SEBAGAI MATERIAL SCREW PRESS KELAPA SAWIT DENGAN TEKNIK PENGECORAN LOGAM DAN HEAT TREATMENT UNTUK PENINGKATAN KONSISTENSI MASA PAKAI**

ENGINEERING OF NICKEL CHROMIUM MOLYBDENUM STEEL (SCN CR M<sub>2</sub>) AS A MATERIAL SCREW OF PALM OIL WITH TECHNIQUES METAL CLEANING AND HEAT TREATMENT FOR IMPROVING CONSISTENCY OF USE

Tim Peneliti:

Pander Sitindaon, Jimmy G. Simanjuntak, Azwardi, Hitman Pardosi

Email : [p\\_sitindaon@yahoo.com](mailto:p_sitindaon@yahoo.com)

**Abstrak**

*Screw press* merupakan komponen utama pada mesin pengestraksi minyak mentah sawit (CPO) dari tandan buah segar. Masa pakai produk lokal dinilai masih rendah yaitu sekitar 600 jam operasi dan produk lokal dapat mencapai masa pakai sekitar 800 jam operasi. Pada kegiatan ini telah dilakukan supervisi manufaktur *screw press* dengan menggunakan *nickel chromium molybdenum steel*, dari hasil uji coba dapat diketahui bahwa masa pakai melebihi masa pakai *screw press* import dengan kisaran 1000 s/d 1800 jam operasi. Terjadinya ketidak konsistenan masa pakai *screw press* ini dapat diakibatkan oleh komposisi material dan proses *heat treatment* yang digunakan. Tujuan dari kegiatan rekayasa ini adalah untuk peningkatan mutu dan menjamin masa pakai *screw press* yang konsisten sekitar 1300 s/d 1500 jam operasi. Metode yang akan digunakan pada perbaikan mutu *screw press* ini adalah melakukan manufaktur *screw press* dari *nickel chromium molybdenum steel* dan dikombinasikan dengan proses *heat treatment*.

**Kata kunci:** *screw press*, masa pakai, kelapa sawit, *heat treatment*, pengecoran

**Abstract**

*The screw press is a major component of the crude palm oil (CPO) extraction machine from fresh fruit bunches. The life span of local products is still considered low at around 600 hours of operation and local products can reach a lifetime of around 800 hours of operation. In this activity the supervision of screw press manufacturing was carried out using nickel chromium molybdenum steel, from the results of the test it was found that the service life exceeded the lifetime of the screw press with a range of 1000 to 1800 operating hours. The occurrence of screw press lifetime inconsistency can be caused by the composition of the material and the heat treatment process used. The purpose of this engineering activity is to improve quality and ensure a consistent screw press life of around 1300 to 1500 hours of operation. The method to be used in the repair of the quality of the screw press is manufacturing a screw press from nickel chromium molybdenum steel and combined with a heat treatment process.*

**Keywords:** *screw press*, lifetime, oil palm, *heat treatment*, casting

**PENDAHULUAN**

Pada proses pengolahan tandan buah kelapa sawit segar (TBS) menjadi minyak kelapa sawit (CPO) digunakan mesin *press*, dan komponen utama pada mesin *press* digunakan *screw press* yang terbuat dari baja cor. Pemasok *screw press* saat ini ada yang berasal dari import maupun lokal, produk import memiliki *life time* rata-rata mencapai

800 jam operasi, lebih tinggi dari produk lokal dengan *life time* hanya mencapai rata-rata 600 jam operasi. Pada tahun 2010, Baristand Industri Medan melakukan kerjasama dengan PTPN-4 dalam rangka pengembangan unit *Foundry* Dolok Ilir. Pengembangan yang dilakukan adalah untuk meningkatkan kemampuan Unit *Foundry* Dolok Ilir agar dapat melakukan pembuatan coran besi dan baja termasuk

paduannya. Pada kegiatan tersebut telah dilakukan supervisi manufaktur *screw press* dengan menggunakan *nickel chromium molybdenum steel*, karena *screw press* merupakan komponen yang utama dan paling banyak digunakan, dari hasil uji coba dapat diketahui bahwa

masa pakai melebihi masa pakai *screw press* import dengan kisaran 1000 s/d 1800 jam operasi. Menurut informasi yang diperoleh dari pemakai *screw press*, bahwa ketahanan aus sudah baik tetapi sering patah pada bagian pangkal *screw press* setelah dioperasikan selama lebih dari 1000 jam, selain itu dikeluhkan juga bahwa mereka tidak dapat memprediksi dengan baik tentang penggantian *screw press* karena masa pakainya tidak konsisten.

### Manfaat dan Keunggulan Produk

Dengan terlaksananya kerekayasaan ini maka kualitas *screw press* lokal dapat meningkat dengan *life time* yang konsisten yang akan memberikan dampak pengurangan ketergantungan terhadap *screw press* import. Industri yang menggunakan teknologi ini adalah IKM pengecoran logam dalam bidang teknologi proses dan pengguna hasil teknologi adalah industri pengolahan kelapa sawit, berjumlah sekitar 1000 unit yang sebagian besar berada di Sumatera, Kalimantan dan Sulawesi.

### Maksud dan Tujuan Litbangyasa

Adapun maksud dari penelitian ini adalah melakukan perbaikan proses *heat treatment* produk *screw press*, dengan melakukan *hardening*, *quenching* menggunakan oli serta melakukan *tempering*, agar diperoleh perbaikan sifat mekanis sehingga umur pakai yang relatif stabil.

### Material Screw Press Kelapa Sawit

Sifat mekanik dari coran sangat dipengaruhi oleh unsur-unsur yang membentuk coran tersebut. Setiap unsur memberi pengaruh yang berbeda terhadap struktur mikro pada coran dan sifat coran sangat tergantung pada jenis struktur mikro yang terjadi. Selain itu perubahan struktur

mikro juga dapat dilakukan melalui proses perlakuan panas.

Tabel 1. *Chemical Composition of High Tensile Strength Carbon and Low Alloy Steel Casting for Structural Purpose JIS G 5111 (1975)*

Materials	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo
Nickel chromium molybdenum steel SCN Cr M 2	0,25-0,35	0,30-0,60	0,90-1,50	≤ 0,040	≤ 0,040	1,60-2,00	0,30-0,90	0,15-0,35

Tabel 2. *Mechanical Properties of High Tensile Strength Carbon Steel Casting and Low Alloy Steel castings for Structural Purposes JIS G 5111 (1975)*

Materials	Heat treatment		Tension Test			Hardness test
	A	B	Yield point (kgf/mm <sup>2</sup> )	Tensile strength (kgf/mm <sup>2</sup> )	Elongation (%)	(HB)
SCN Cr M 2	A		≥ 60	≥ 80	≥ 10	≥ 223
	B		≥ 80	≥ 100	≥ 10	≥ 229

\* Heat treatment

A: normalizing (850-950°C)

and then tempering (550-650°C)

B: quenching (850-950°C) and then tempering (550-650°C)

### Pengaruh Unsur Paduan Pada Baja

Baja merupakan campuran besi dan karbon. Dimana kandungan karbon lain yang disebut paduan, seperti mangan (Mn), silikon (Si), sulfur (S), kromium (Cr), vanadium (Vn), molibden (Mo), wolfram (Wo), dan posfor (P). Untuk mengatasi kekurangan sifat yang dimiliki oleh baja, maka dilakukan penambahan unsur. Tujuan utama dalam penambahan unsur adalah untuk mengurangi sifat yang tidak diinginkan pada baja karbon. Pengaruh Kromium (Cr)

Sifat kromium (Cr) dapat menurunkan laju pendinginan kritis (kromium sejumlah 1,5 % cukup meningkatkan kekerasan dalam minyak). Pengaruh Molibden (Mo)

Molibden meningkatkan kadar kekerasan, ketangguhan, keuletan, ketahanan baja terhadap temperatur yang tinggi, juga bisa menurunkan *temperembritment*. Kombinasi krom dan nikel akan menghasilkan titik luluh dan kekuatan tarik yang tinggi.

### Pengaruh Nikel ( Ni )

Nikel memberi pengaruh sama seperti Mn yaitu menurunkan suhu kritis dan kecepatan pendinginan kritis. Ni membuat struktur butiran menjadi halus dan menambah keuletan. Nikel sangat penting untuk kekuatan dan ketangguhan dalam baja dengan cara mempengaruhi proses transformasi fasanya. Jika Ni banyak maka austenite akan stabil hingga mencapai temperatur kamar.

### Pemilihan Bahan Baku

Bahan baku yang tersedia terdiri dari scrap baja konstruksi berupa potongan-potongan plat baja dan baja profil yang dihasilkan dari pekerjaan konstruksi, scrap baja coran berbagai jenis dan ukuran yang berasal dari komponen mesin-mesin pabrik pengolahan kelapa sawit yang telah afkir yang tidak diketahui asal pembuatannya. Selain itu, scrap balik berupa potongan-potongan saluran tuang dan coran yang gagal yang dihasilkan pada pengecoran juga terdiri dari material yang berbeda.

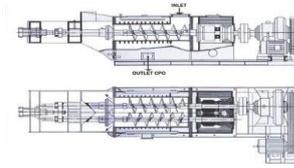
Tabel 3. Komposisi Bahan Baku

No	Unsur	Coran Baja US 12
1.	Karbon	0.1272
2.	Silikon	0.3111
3.	Sulfur	0.0174
4.	Phospor	0.0264
5.	Mangan	0.3685
6.	Nikel	0.2945
7.	Chrom	1.1920
8.	Molibden	0.0199
9.	Vanadium	0.0060
10.	Cuprum	0.1600
11.	Wolfram	0.0053
12.	Titanium	0.0011
13.	Stannum	0.0070
14.	Aluminium	0.0496
15.	Plumbum	0.0026
16.	Ferro	97.410

### Screw press Kelapa Sawit

Mesin *screw press* kelapa sawit merupakan alat yang biasanya digunakan dalam proses pemisahan minyak di mesin digester. *Screw press* merupakan komponen utama pada mesin pengeksraksi minyak mentah sawit (CPO) dari tandan buah segar. Pabrik minyak kelapa sawit (PKS)

memproses bahan baku berupa buah sawit atau sering disebut tandan buah segar (TBS) menjadi minyak kelapa sawit CPO dan inti sawit (Palm Kernel).



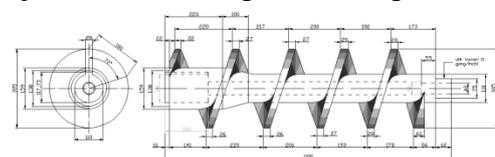
Gambar 1. Mesin *Press* Kelapa Sawit

### Tekanan kerja *screw press*

Pengerak poros *screw press* dilakukan dengan *electromotor* yang dipindahkan dengan *belt*, gigi dan *hydraulic*. Power dengan putaran sebesar 19-12 rpm untuk menggerakkan alat *screw*. Efektifitas tekanan ini tergantung pada tekanan tahanan lawan pada *adjusting cone*. Tekanan pada *hydraulic cone* yang sesuai untuk *single stage pressing* diberikan tekanan pada tahap awal 40-50 bar dan pada *double pressing* menggunakan tekanan pertama 30-35 bar dan pada pengepressan kedua diberi tekanan 40-50 bar.

### Pengecoran

Manufaktur *screw press* dilakukan dengan teknik pengecoran logam oleh karena itu dibutuhkan beberapa proses seperti pembuatan pola, pembuatan cetakan, peleburan, pemesinan. Order yang diterima oleh unit pengecoran dapat berupa gambar teknik atau produk jadi. Pada gambar teknik harus jelas ukurannya sehingga mudah diterjemahkan dalam pembuatan pola.

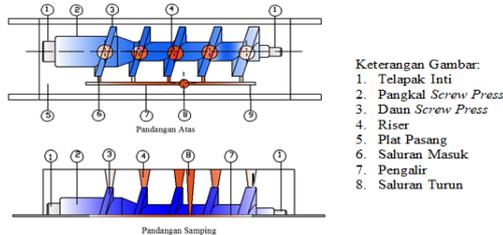


Gambar 2. *Screw press* tipe AP 17

### Perancangan dan Pembuatan Pola

Hal pertama yang dilakukan pada pembuatan pola adalah mengubah gambar perencanaan menjadi gambar untuk pengecoran. Dalam hal ini dipertimbangkan bagaimana membuat coran yang baik, bagaimana menurunkan biaya pembuatan cetakan, bagaimana membuat pola yang mudah, bagaimana menstabilkan inti, dan bagaimana untuk

mempermudah pembongkaran cetakan, kemudian menetapkan arah cetakan atas (cup) dan cetakan bawah (drag), posisi permukaan pisah (parting line), bagian yang dibuat oleh cetakan utama dan bagian yang dibuat oleh inti.



Gambar 3. Rancangan Pola Screw Press

### Pembuatan Cetakan

Jenis cetakan yang digunakan adalah cetakan pasir dengan bahan pengikat *water glass* dan dikeraskan dengan cara meniupkan gas  $CO_2$ , cetakan jenis ini cocok digunakan untuk coran yang menggunakan bahan baja. Cetakan dibuat dua bagian atau lebih tergantung dari permukaan pisah dari pola yang digunakan. Pasir muka dibuat pada permukaan pola dan pasir yang lebih kasar digunakan sebagai pengisi kotak cetakan.

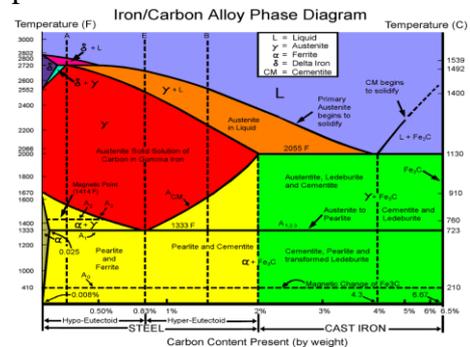
### Prosedur Peleburan

Untuk mendapatkan material cor yang direncanakan, dilakukan operasi peleburan dengan menggunakan tanur listrik induksi. Secara umum proses peleburan logam adalah sama tetapi ada hal-hal spesifik menyangkut pemakaian bahan paduan, bahan penolong, suhu dan lain-lain. Jenis material cor yang akan digunakan pada pembuatan *screw press* ditentukan terlebih dahulu, kemudian dari standar yang digunakan diperoleh komposisi kimia. Untuk membuat material cor ini digunakan bahan baku. Dalam pemilihan bahan baku, komposisi bahan baku yang tersedia dicocokkan dengan komposisi material cor yang akan dilebur (paling mendekati) agar pemakaian bahan paduan dapat sesedikit mungkin.

### Perlakuan Panas (Heat Treatment)

Sifat mekanik tidak hanya tergantung pada komposisi kimia suatu paduan, tetapi juga tergantung pada struktur mikronya. Proses perlakuan panas adalah kombinasi dari operasi pemanasan dan pendinginan

dengan kecepatan tertentu yang dilakukan terhadap logam atau paduan dalam keadaan padat, sebagai suatu upaya untuk memperoleh sifat-sifat tertentu.



Gambar 4. Diagram Near Equilibrium Ferrite-Cementite (Fe-Fe<sub>3</sub>C)

### Pemilihan Bahan Baku

Bahan baku yang tersedia terdiri dari scrap baja konstruksi berupa potongan-potongan plat baja dan baja profil yang dihasilkan dari pekerjaan konstruksi, scrap baja coran berbagai jenis dan ukuran yang berasal dari komponen mesin-mesin pabrik pengolahan kelapa sawit yang telah afkir yang tidak diketahui asal pembuatannya. Selain itu, scrap balik berupa potongan-potongan saluran tuang dan coran yang gagal yang dihasilkan pada pengecoran juga terdiri dari material yang berbeda. Untuk mempermudah pemilihan bahan baku maka semua bahan baku harus dikelompokkan menurut jenisnya dan komposisinya.

## METODOLOGI PENELITIAN

### Pendekatan dan Kerangka Teoritis

Dalam pelaksanaan kegiatan rekayasa ini, beberapa tahapan proses yang akan dilakukan antara lain:

#### Survey:

Kegiatan yang dilaksanakan dalam survey adalah untuk memperoleh data dari berbagai pihak yang terkait dengan proses dan pengguna *screw press*. Pada bidang proses akan dilakukan pemilihan bahan baku, pemeriksaan pola, proses pembuatan cetakan, peleburan dan penuangan, pemeriksaan coran, pemesinan dan proses *heat treatment*. Proses tersebut harus dilakukan dengan baik dan konsisten karena

kesalahan dalam satu proses akan mengakibatkan mempengaruhi kualitas proses selanjutnya.

**Strudi literatur:**

Literatur yang dirujuk adalah literatur yang menyangkut teknologi pengecoran, karakteristik material teknik, dan jurnal yang berkaitan dengan manufaktur *screw press*. Berdasarkan literatur dapat dipilih material yang akan digunakan untuk material *screw press*.

**Bahan baku:**

Setelah material ditentukan maka berdasarkan standar dapat diketahui komposisi kimianya. Pemilihan bahan baku juga didasarkan atas komposisi yang akan dibuat, oleh karena itu diperlukan pengujian bahan baku agar dapat diramu dan dilebur.

**Manufaktur *screw press*:**

*Screw press* dihasilkan melalui teknik pengecoran logam telah memiliki karakteristik tertentu, yang terbentuk dari unsur-unsur paduan.

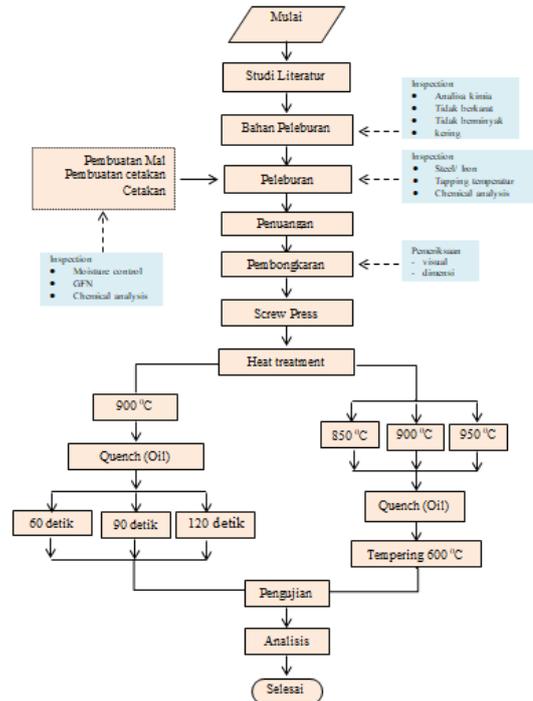
**Heat treatment:**

Untuk memperbaiki karakteristik coran hasil peleburan dilakukan *heat treatment*. *Screw press* memerlukan kekerasan yang tinggi pada bagian luar agar tahan terhadap gesekan, sedangkan bagian dalam memerlukan keuletan yang tinggi agar dapat menahan beban dinamis pada saat *screw press* dioperasikan. Kombinasi dari kedua karakteristik ini tidak dapat dihasilkan hanya melalui proses pengecoran tetapi dengan mengkombinasikannya melalui proses *heat treatment* yang tepat.

**Pengujian:**

*Screw press* yang dihasilkan dari setiap variasi proses *heat treatment*, dilakukan pengujian mekanik. Proses manufaktur *screw press* yang menghasilkan karakteristik terbaik dibuat sebagai acuan untuk manufaktur *screw press* selanjutnya.

**Flow Chart Proses**



Gambar 5. Diagram Alir Kerekayasaan

**Bahan dan Peralatan**

Bahan yang digunakan pada kerekayasaan ini terdiri dari bahan baku skrap baja dan bahan pembawa paduan seperti *carburizer*, *ferro silikon*, *ferro mangan*, *ferro chromium*, *ferro molibdenum* dan nikel. Selain itu juga digunakan bahan untuk pembuatan mal, cetakan. Peralatan utama yang digunakan pada proses peleburan adalah tanur listrik induksi frekuensi menengah kapasitas 500 kg/charge.

**Ruang Lingkup dan Lokasi Kegiatan Penelitian**

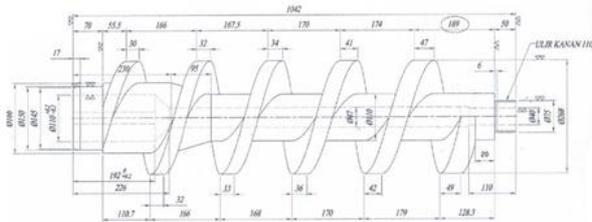
Ruang lingkup penelitian ini mencakup seluruh proses untuk peningkatan mutu *screw press* hingga diperoleh konsistensi masa pakai *screw press* sekitar 1300-1500 jam, mulai dari membuat desain awal, desain rinci, manufaktur dan uji unjuk kerja. Kegiatan rekayasa ini dilakukan di beberapa tempat sesuai dengan kegiatannya yaitu:

- Desain awal dan rinci: Baristand Medan
- Manufaktur : IKM Pengecoran Logam
- Uji unjuk kerja : Pabrik Kelapa Sawit
- Waktu penelitian : 12 (dua belas) bulan

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Perancangan Coran

Ada beberapa tipe *screw press* yang digunakan pada PKS di lingkungan PTPN-4, tergantung pada jenis mesin *press* yang telah terpasang pada pabrik tersebut. Pada kegiatan ini tipe *screw press* yang dibuat disesuaikan dengan tipe *screw press* yang digunakan pada PKS Adolina agar dapat diaplikasikan pada pabrik tersebut.



Gambar 4.1 *Screw Press* Tipe US 12

Dari Gambar 4.1 dibuat gambar pengecoran dengan mempertimbangkan penambahan ukuran penyusutan, permukaan pisah, dudukan core, kemiringan pola, letak dan ukuran sistim saluran dan riser, dari gambar pengecoran ini dibuat mal yang akan digunakan pada pembuatan cetakan.

Perbandingan volume dengan luas permukaan disebut modulus, logam yang dicor pada cetakan yang memiliki modulus yang sama akan membeku dalam waktu yang sama, karena *riser* harus beku paling akhir maka modulus *riser* harus lebih besar dari modulus coran agar *riser* dapat menambah logam cair pada coran yang sedang membeku.

Agar *riser* beku paling akhir maka dibuat modul *riser* lebih besar dari modul coran dengan perbandingan:

$$M_{\text{coran}} : M_{\text{leher}} : M_{\text{riser}} = 1 : 1.1 : 1.2$$

Dari volume *riser*, hanya 14 % logam cair yang dapat mengisi coran

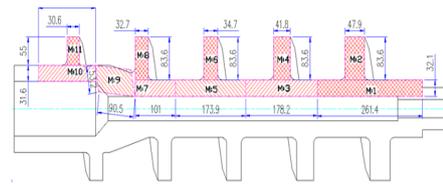
$$V_{\text{penyusutan}} = (V_{\text{coran}} + V_{\text{riser}}) \times S/100$$

S = Penyusutan volume

Ukuran *Riser*:  $H = 1.5 D$ , H = Tinggi *riser*,

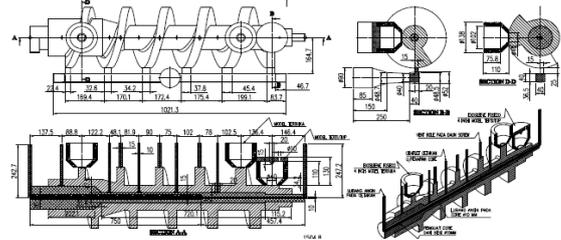
D = Diameter *riser*

Untuk memudahkan perhitungan modulus, maka coran dibagi menjadi beberapa bagian sesuai dengan bentuk coran, seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 6. Irisan *Screw Press*

Dari nilai modulus di atas, modulus paling besar adalah modulus M2 dan M9, maka penempatan riser akan dilakukan pada kedua posisi dengan modulus terbesar.



Gambar 7. *Lay out* Pengecoran

### Pembuatan Mal

Mal berfungsi untuk membentuk rongga pada cetakan pasir, untuk mengatasi penyusutan logam maka dilakukan penambahan ukuran penyusutan dan pemesinan. Mal dibuat dari kayu jelutung dengan permukaan yang dihaluskan agar pasir tidak melekat pada mal saat pencetakan dilakukan.



Gambar 8. Mal *Screw Press* dan Kotak Inti

Karena mal kayu *screw press* termasuk dalam kategori besar dan rumit dengan tingkat keausan mal yang tinggi, maka untuk menjaga kualitas dan ketahanannya maka mal dibuat dari bahan logam.



Gambar 9. Mal *Screw Press* dari Bahan Logam

### Pembuatan Cetakan

Pada pembuatan cetakan, mal dan sistim saluran merupakan satu kesatuan yang diset sesuai dengan *lay-out*. Cetakan dibuat dari pasir cetak dengan menggunakan bahan

perekat *water glass* sebanyak 4 - 6 %. Pasir cetak dimasukkan dalam *mixer* dan ditambah dengan *water glass* lalu diaduk selama dua menit.



Gambar 10. Cetakan *Screw Press*

### Peleburan dan Penuangan

Material yang digunakan pada rekayasa ini dipilih dari material *High Tensile Strength Low Alloy Steel Casting for Structural Purpose*, jenis yang dipilih adalah *Nickel Chromium Molybdenum Steel* dengan komposisi:

C : 0.25 - 0.35; Si: 0.30 - 0.60;  
Mn: 0.90 - 1.50; P : 0.04; S: 0.04;  
Ni: 0.20 - 0.30; Cr : 0.30 - 0.90;  
Mo : 0.15 - 0.35.



Gambar 11. Proses Peleburan dengan Tanur Induksi

### Pembongkaran Coran

Setelah coran dingin pada suhu sekitar 100°C, coran dikeluarkan dari dalam cetakan dengan cara membongkar cetakan. Pembersihan coran dilakukan untuk menghilangkan pasir yang melekat pada coran. Setelah coran bersih dari pasir yang melekat, saluran masuk, *riser*, lobang udara dan serpihan juga harus dipotong.



Gambar 12. Coran Coran *Screw Press*

### Heat Treatment

Setelah *screw press* selesai dicor, dibersihkan dan sistem saluran dipotong.

Coran yang baik dilunakkan dengan *full annealing* bersama dengan sampel uji U block. Tujuan *annealing* ini adalah untuk melunakkan coran *screw press* agar dapat dimesin untuk memperoleh bentuk dan ukuran sebenarnya. Ada dua jenis *heat treatment* yang dilakukan yaitu: *Oil hardening* pada suhu yang berbeda dan *temper* pada suhu yang sama, dan *oil hardening* pada suhu yang sama dengan lama celup yang berbeda.

### Pengujian

#### a. Pengujian Komposisi kimia

Pengujian komposisi kimia dilakukan dengan menggunakan *spectrometer*, permukaan sampel uji dipoles pada mesin poles agar permukaannya rata lalu dilakukan pengujian

Tabel 4. Hasil Uji Komposisi Kimia

Material	Unsur (%)						
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni
Screw Press Litbangyasa	0.261	0.385	0.930	0.022	0.021	0.530	0.173
	Mo	Al	Cu	Co	Ti	Nb	V
	0.239	0.001	0.090	0.001	0.000	0.001	0.100
	W	Pb	Mg	B	Sb	Sn	Zn
	0.007	0.006	0.000	0.000	0.001	0.00	0.00
	As	Bi	Ce	Zr	La	Se	N
	0.008	0.001	0.002	0.001	0.000	0.002	0.019

#### b. Pengujian Tarik

Pengujian tarik dilakukan dengan menggunakan *Universal Tensile Test Machine* kapasitas 50 ton.

Tabel 5. Hasil Uji Tarik Oil *Hardening* dan temper 600°C dengan Variasi suhu

No.	Heat Treatment	Kuat tarik (kgf/mm <sup>2</sup> )	Elongasi (%)
		σmaks	ε
1.	<i>Annealing</i>	101.2	13.0
2.	850°C	133.8	10.6
3.	900°C	168.6	10.4
4.	950°C	148.9	9.7

Tabel 6. Hasil Uji Tarik Oil *Hardening* pada suhu 900°C dengan Variasi lama celup

No.	Lama Celup	Kuat tarik (kgf/mm <sup>2</sup> )	Elongasi (%)
		σmaks	ε
1.	<i>Annealing</i>	91.0	14.9
2.	60 detik	130.9	11.5
3.	90 detik	143.2	11.4
4.	120 detik	153.5	11.0

c. Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan dilakukan dengan alat uji kekerasan menggunakan metode *Rockwell Ball*, dengan ukuran *ball* 1/16 inchi dan pembebanan 100 kg.

Tabel 7. Hasil Uji Kekerasan Oil *Hardening* dan temper 600°C dengan Variasi suhu

No.	Suhu <i>Hardening</i> (°C)	Kekerasan (HRC)
1.	<i>Annealing</i>	9.5
2.	850	26.4
3.	900	32.4
4.	950	27.3

Tabel 8. Hasil Uji Kekerasan Oil *Hardening* pada suhu 900°C dengan Variasi lama celup

No.	Lama celup (detik)	Suhu sisa (°C)	Kekerasan (HRC)
1.	<i>Annealing</i>	-	9.5
2.	60	320	25.3
3.	90	260	28.6
4.	120	200	37.9

d. Pengujian Impak

Uji impak diperlukan untuk mengetahui kemampuan material jika dibebani secara tiba-tiba. Suatu material dikatakan tangguh bila memiliki kemampuan menyerap beban kejut yang besar tanpa terjadi retak/ terdeformasi dengan mudah. Pengujian impak dilakukan menurut metode *Charpy*.

Tabel 9. Hasil Uji Impak Oil *Hardening* dengan Variasi Suhu

No.	<i>Hardening</i>	E (kgm)	NI (kgm/cm <sup>2</sup> )
1.	<i>Annealing</i>	3.6	4.94
2.	850	2.7	3.51
3.	900	2.3	3.21
4.	950	1.7	2.17

Tabel 10. Hasil Uji Impak Oil *Hardening* dengan Variasi Lama Celup

No.	<i>Hardening</i>	E (kgm)	NI (kgm/cm <sup>2</sup> )
1.	<i>Annealing</i>	3.6	4.94
2.	60 detik	2.5	3.26

3.	90 detik	2.3	2.95
4.	120 detik	1.7	2.34

e. Pengujian Keausan

Keausan yang terjadi pada suatu material disebabkan oleh adanya beberapa mekanisme yang berbeda dan terbentuk oleh beberapa parameter yang bervariasi meliputi bahan, lingkungan, kondisi operasi, dan geometri permukaan benda yang terjadi keausan.

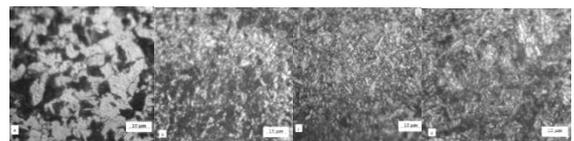
Tabel 11. Hasil Uji Keausan *Hardening* Variasi Suhu

No.	Sampel		Lama uji (3.5 jam)
	<i>Heat Treatment</i>	Diameter (mm)	Laju Keausan (gr/mm <sup>2</sup> .jam)
1.	<i>Annealing</i>	21.6	0.0014
2.	850°C	22.6	0.0016
3.	900°C	22.4	0.0018
4.	950°C	22.4	0.0020

Tabel 12. Hasil Uji Keausan Variasi Lama Celup

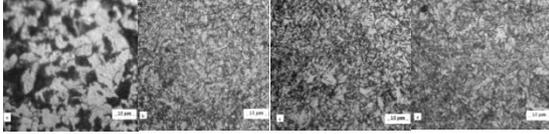
No.	Sampel		Lama uji (3.5 jam)
	<i>Heat Treatment</i>	Diameter (mm)	Laju Keausan (gr/mm <sup>2</sup> .jam)
1.	<i>Annealing</i>	21.6	0.0014
2.	60 detik	22.3	0.0015
3.	90 detik	23.5	0.0017
4.	120 detik	22.4	0.0019

Hasil pengamatan struktur mikro dari sampel yang di *hardening* dengan variasi suhu ditunjukkan pada Gambar 13 dan *hardening* dengan variasi lama celup ditunjukkan pada Gambar 14.



Gambar 13. Foto Struktur Mikro Sampel Uji Oli *Hardening* dan *Tempering* dengan Variasi Suhu.

- a. *Annealing*, b. pemanasan 850°C, c. pemanasan 900°C, d. pemanasan 900°C. Etsa Nital, pembesaran 400 kali



Gambar 14. Foto Struktur Mikro Sampel Uji Oli *Hardening* dengan Variasi Lama Celup. a. *Annealing*, b. 60 detik, c. 90 detik, d. 120 detik. Etsa Nital, pembesaran 400 kali

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Rekayasa *nickel chromium molybdenum steel* (SCN CR M<sub>2</sub>) sebagai material *screw press* kelapa sawit dengan teknik pengecoran logam dan *heat treatment* untuk peningkatan konsistensi masa pakai, dilaksanakan pada anggaran tahun 2018. Dengan selesainya kerekayasaan ini dapat disimpulkan:

1. Telah dihasilkan tiga set *screw press* kelapa sawit yang terbuat dari material *nickel chromium molybdenum steel*.
2. Proses *heat treatment* yang digunakan adalah:
  - *Annealing*, pemanasan pada suhu 900°C dan didinginkan di dalam *furnace*.
  - *Hardening*, pemanasan pada suhu 850°C didinginkan dalam oli dan ditemper pada suhu 600°C, lalu didinginkan di udara.
3. *Screw press* hasil rekayasa akan digunakan pada lingkungan yang sebenarnya di PKS Adolina PTPN-4 Serdang Bedage.

### Saran

Proses *heat treatment* dengan variasi lama celup belum dapat dipertimbangkan karena penerapannya sulit dilakukan pada *screw press*. Proses *heat treatment* dengan variasi lama celup masih banyak variabel yang perlu didalami sehingga masih memerlukan penelitian lebih lanjut.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad Ghufron, 2016. *Analisa Keausan Point Contact Menggunakan Tribometer pin-on-disc dan pemodelan global incremental wear model dengan variasi Pembebanan*. Semarang
- George E. Dieter, 1981. *Mechanical Metallurgy*. Tokyo: Kosaido Printing Co.
- Heine Richad W., Carl R. Loper Jr., Rosenthal Philip C, 1967. *Principles of Metal Casting*. New York: Mc Graw-Hill Book Company.
- Hattori.K. *Practice of Riserling in Steel Casting Foundry Engineering Nagoya International Training Centre Japan International Cooperation Agency (JICA)*
- Kalpakistan, Scmid, 2003. *Manufacturing Processes for Engineering Material*. Prantice Hall.
- Mahesh B. Davanageri, 2015. *Influence of Heat Treatment on Microstructure, Hardness and Wear Behavior of Super Duplex Stainless Steel AISI 2507*, *American Journal of Materials Science*
- Obata.R. *Fundamental of Riserling Foundry Engineering Nagoya International Training Centre Japan International Cooperation Agency (JICA)*
- Robert F. Mehl, 1972. *Atlas of Microstructures of Industrial Alloy*, *American Society for Metals Vol. 7 Metals Fark Ohio*.
- Tata Surdia, Kenji Chijiwa, 1975. *Teknik Pengecoran Logam*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Tri Sugeru Gumilar Permana, 2014. *Analisa Uji Keausan Material St 37 Hasil Carburizing dan Hardening dengan Menggunakan Mesin Uji Keausan Horizontal, Steman*.