

## SCALE UP DAN IMPLEMENTASI SCREW PRESS UNTUK PABRIK KELAPA SAWIT

### SCALE UP AND IMPLEMENTATION OF SCREW PRESS FOR PALM OIL FACTORY

Pander Sitindaon, Jimmy G. Simanjuntak, Hitman Pardosi, Dewi Kusumawaty

<sup>\*</sup>Fungsional Perekayasa, Balai Riset dan Standardisasi Industri Medan

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

#### ABSTRAK

*Screw press* hasil produk unit Foundry Dolok Ilir milik PTPN-4 di laporkan memiliki umur pakai yang tidak konsisten dan merupakan komponen utama pada mesin pengestraksi minyak mentah sawit (CPO) dari tandan buah segar. Pada tahun 2018 Balai Riset dan Standardisasi Industri Medan melakukan rekayasa material *screw press* menggunakan *nickel chromium molybdenum steel* dengan metode pengecoran logam serta melakukan *heat treatment*, diperoleh umur pakai 1300-1500 jam. Hasil dari rekayasa material tersebut maka dilanjutkan dengan melakukan *scale up* pada industri pengecoran logam, dan melakukan uji coba pada lingkungan sebenarnya di Pabrik Kelapa Sawit, hasil di capai umur pakai 1500-1600 jam.

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

#### ABSTRACT

*The screw press produced by PTPN-4's Dolok Ilir Foundry unit is reported to have an inconsistent use life and is a major component of the crude palm oil (CPO) extracting machine from fresh fruit bunches. In 2018 the Medan Industrial Research and Standardization Institute engineered screw press materials using nickel chromium molybdenum steel with metal casting methods and heat treatments, with a service life of 1300-1500 hours. The results of the engineering materials are then continued by scale up the metal casting industry, and conducting trials in the actual environment at the Palm Oil Mill, the results are reached 1500-1600 hours of service life.*

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

#### PENDAHULUAN

Balai Riset dan Standardisasi Industri Medan melakukan kerjasama dengan Perseroan Terbatas Perkebunan Nusantara-4 (PTPN-4) dalam rangka pengembangan unit Foundry Dolok Ilir. Pengembangan yang dilakukan adalah untuk meningkatkan kemampuan agar dapat melakukan pembuatan coran besi dan baja termasuk paduannya. Pada kegiatan tersebut telah dilakukan supervisi manufaktur *screw press* dengan menggunakan *chromium molybdenum steel*, dan telah berhasil mencapai umur pakai di atas 1000 jam. Namun belakangan ini di peroleh informasi permasalahan dari penggunaan produk dari unit Foundry Dolok Ilir. Menurut informasi yang diperoleh dari pemakai *screw press*, bahwa ketahanan aus sudah baik tetapi sering patah pada bagian pangkal *screw press* setelah dioperasikan sekitar 1000 jam,

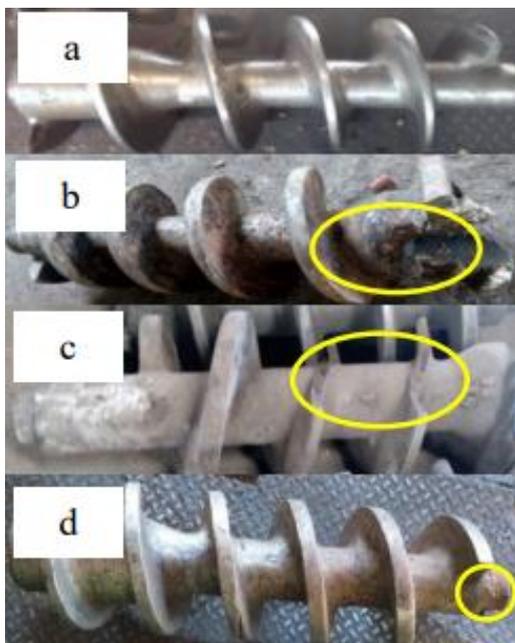
selain itu dikeluhkan juga bahwa mereka tidak dapat memprediksi dengan baik tentang penggantian *screw press* karena masa pakainya tidak konsisten. (Pander dkk, 2018). Untuk meningkatkan konsistensi mutu *screw press*, Balai Riset dan Standardisasi Industri Medan tahun 2018 melakukan rekayasa material untuk menghasilkan *screw press* dengan masa pakai konsisten dan memiliki umur pakai pada kisaran 1300-1500 jam. Setelah hasil dari kegiatan tersebut maka tahun 2019, dilakukan *scale up* pembuat *screw press* pada industri pengecoran logam yang ada di sekitar kota Medan dan dilakukan uji coba pada lingkungan sebenarnya yakni di Pabrik Kelapa Sawit (PKS) milik PTPN-4.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengimplementasikan satu paket teknologi hasil litbangyasa tahun 2018 agar dapat digunakan pada industri pembuatan dan

industri pemakai *screw press* melalui kerjasama industri pengecoran logam dan Pabrik Kelapa Sawit.

### Kondisi mekanis pada *screw press* di lapangan

Mesin *press* kelapa sawit dioperasikan selama 20 jam per hari, penggantian *screw press* normalnya dilakukan setelah dioperasikan selama dua bulan. Material yang tahan terhadap gaya dinamis umumnya adalah material yang memiliki sifat ulet (umumnya bersifat lunak, elastis, kekerasan rendah, tidak tahan aus). Selain beban dinamis *screw press* juga mengalami beban gesek yang terjadi antara daun *screw press* dengan serabut dan biji kelapa sawit yang dapat mengakibatkan kausan *screw press* (Pander, dkk, 2018). Ada dua jenis tipe kegagalan *screw press* yaitu gagal karena aus dan gagal karena patah. Penggantian *screw press* dilakukan karena rusak sebelum masa pakai tercapai, hal ini dapat terjadi karena: Pemasangan pasak longgar, material *screw press* terlalu getas, titik senter mesin penggerak dengan ujung *screw press* tidak segaris, masuknya benda asing pada mesin *press*, beban kerja terlalu besar.



Gambar 1. Bentuk kerusakan *screw press*  
a. aus, b. patah pangkal, c. patah daun,  
d. patah pada bagian ujung

Berdasarkan wawancara dengan pihak pengguna, kegagalan *screw press* mayoritas akibat keausan yang dini.

### 1. *Screw press* Kelapa Sawit

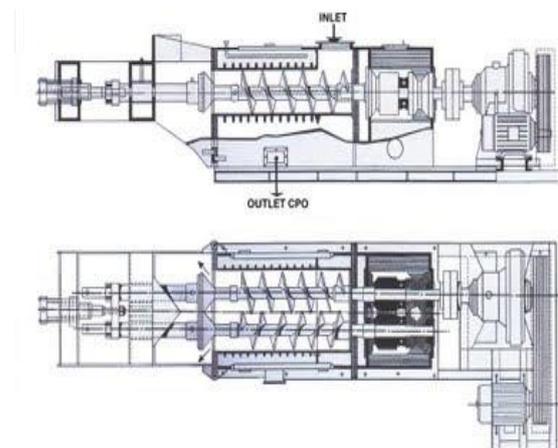
Ada dua tipe mesin *press* yang digunakan dalam Pabrik Kelapa Sawit (PKS), antara lain:

#### 1. *Batch press*

Dalam *batch press*, materi/bahan ditekan dengan menggunakan plunger logam. Plunger yang baik dipindahkan secara manual atau dengan motor. Alat penekan yang digunakan adalah *press spindle* atau tekan hidrolik untuk memindahkan plunger.

#### 2. *Screw press*

Alat pengepress jenis ini memanfaatkan putaran dari *double screw press* dan *press cage* untuk mengekstraksi minyak keluar dari gumpalan *fibre* yang telah dilumatkan di digester. Pengekstrasian minyak ini juga dibantu dengan adanya tekanan kedepan dari *adjusting cone* dengan memanfaatkan tenaga hidrolik.



Gambar 2. Mesin *press* kelapa sawit

Power dengan putaran sebesar 19-12 rpm untuk menggerakkan alat *screw*. 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.

### 2. Material *Screw Press* Kelapa Sawit

Material yang digunakan adalah baja cor yakni *nickel chromium molybdenum steel*

(SCN CR M<sub>2</sub>) sesuai dengan standar JIS G 5111 (1975). Kekuatan material yang tidak sesuai dengan beban dinamis akan mengakibatkan kerusakan pada *screw press* seperti patah atau pecah pada bagian poros. Selain pembebanan dinamis, *screw press* juga bergesekan dengan kelapa sawit yang dipress, gesekan yang mengakibatkan terjadinya keausan yang paling besar pada daun *screw press* diakibatkan oleh biji sawit. Oleh karena itu, material yang digunakan pada pembuatan *screw press* harus memiliki karakteristik yang mampu menahan beban dinamis yang besar dan dengan ketahanan yang baik.

## METODOLOGI

### a. 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*

### b. Pembuatan Cetakan

Jenis cetakan yang digunakan adalah cetakan pasir dengan bahan pengikat *water*

*glass* dan dikeraskan dengan cara meniupkan gas CO<sub>2</sub>, cetakan jenis ini cocok digunakan untuk coran yang menggunakan bahan baja.. Sistik saluran dan riser dipasang pada tempatnya dan pasir dipadatkan dengan menggunakan penumbuk sampai kotak cetakan terisi seluruhnya.

### c. 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.

### d. Perlakuan Panas (*heat treatment*)

Kecepatan pendinginan pada coran akan mempengaruhi struktur mikro dan struktur mikro sangat mempengaruhi sifat-sifat coran, dengan melakukan *heat treatment* maka sifat-sifat coran dapat diperbaiki.

Proses *heat treatment* yang dilakukan ada dua jenis yaitu:

- Proses pengerasan dengan oli dengan variasi suhu dan tempering
- Proses pengerasan dengan oli, dengan variasi waktu

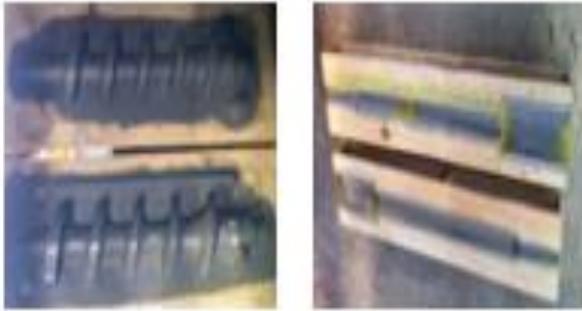
### e. Pemilihan Bahan Baku

Bahan baku yang tersedia terdiri dari skrap baja konstruksi berupa potongan-potongan plat baja dan baja profil yang dihasilkan dari pekerjaan konstruksi, skrap 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, skrap 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.



### g. Pembuatan Mal

Mal dibuat dari kayu jelutung dengan permukaan yang dihaluskan agar pasir tidak melekat pada mal saat pencetakan dilakukan. Sistem saluran seperti saluran turun, pengalir, saluran masuk dan riser juga dibuat dari kayu jelutung (gambar 7).



Gambar 7. Mal screw press dan kotak inti

### h. Pembuatan Cetakan

Pada pembuatan cetakan, mal dan sistem saluran merupakan satu kesatuan yang diset sesuai dengan *lay-out* seperti pada Gambar 6. 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. Pembuatan cetakan dilakukan dengan membuat cetakan bawah terlebih dahulu, mal cetakan bawah dimasukkan pada kotak cetakan lalu diisi dengan pasir cetak. Pasir cetak dipadatkan dengan menggunakan penumbuk kemudian diberi lobang tusuk jarum lalu dialirkan gas CO<sub>2</sub> sampai cetakan mengeras.



Gambar 8. Proses pembuatan cetakan

### i. Pembuatan Ledel Tuang

Ledel tuang yang berisi logam cair dituang ke dalam cetakan dengan cara memiringkan

ledel dengan memutar *handel*. Bagian dalam dari ledel dilapisi dengan bahan refraktori, sebelum digunakan ledel harus terlebih dahulu dipanaskan.



Gambar 9. Ledel yang telah dilapisi

### j. 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:

Tabel 1. Komposisi material

C	Si	Mn	P
0,25 - 0,35	0,30 - 0,60	0,90 - 1,50	0,04
S	Ni	Cr	Mo
0,04	1,6-2,0	0,30 - 0,90	0,15 - 0,35

Untuk menghasilkan material *nickel chromium molybdenum steel* digunakan bahan baku baja dan bahan paduan lalu dilebur pada tanur listrik induksi. Komposisi bahan baku plat baja 3-5mm :

Tabel 2. Komposisi bahan baku

C	Si	Mn	P	S
0,041	0,043	0,188	0,006	0,014

Perhitungan komposisi pada pembuatan material besi tuang silikon rendah dari bahan scrap baja 3 - 5 cm, untuk satu kali peleburan sesuai dengan kapasitas tanur 500kg.

Dari hasil perhitungan diperoleh bahan-bahan yang digunakan untuk 1 kali

peleburan dengan kapasitas tanur 500kg adalah :

Tabel 3. Muatan bahan peleburan

No.	Material	Berat (kg)
1.	Skrap baja	500
2.	Carburizer	1,50
3.	FeSi75	2,65
4.	FeMn75	5,65
5.	Nikel (Ni)	1,20
6.	Ferro Chromium	3,25
7.	Ferro Molibden	1,75
8.	Aluminium	0,1 % : 0,5 kg (proses degasser)
9.	Slag remover	secukupnya (pengeluaran terak)

Tanur yang digunakan pada pembuatan *screw press* ini dipilih dari jenis tanur listrik induksi karena jenis tanur ini dapat digunakan untuk peleburan baja sampai pada suhu di atas 1700°C dan pemaduan bahan dapat dilakukan. Karena kapasitas tanur yang tersedia adalah 500kg/charge, maka peramuhan bahan juga diset sebanyak 500kg.

### k. Pembongkaran Coran

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. Pengerjaan lanjutan masih diperlukan seperti penggerindaan serpihan pada permukaan pisah dan tonjolan-tonjolan dari bekas pemotongan saluran masuk dan riser.



Gambar 10. Pembongkaran *screw press* dari cetakan

### I. Heat Treatment

Setelah *screw press* selesai dicor, dibersihkan dan sistim 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. U *blok* yang telah dilunakkan digunakan sebagai bahan untuk benda uji tarik, kekerasan, impak, keausan, dan metalografi. 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.

### m. Pembuatan Sampel Uji

Pembuatan U *block* ini dilakukan sesuai dengan standar *Test Coupons for Castings*, ASTM 8M – 04, dan digunakan untuk pembuatan benda uji uji tarik, kekerasan, keausan, impak dan metalografi.



Gambar 11. Sampel uji u *block*

Benda uji tarik dibuat dengan standar ASTM E 8M – 04, bahan uji kekerasan dibentuk sesuai dengan standar ASTM A 159 – 83 (2001). Benda uji impak disesuaikan pengujian *Charpy*, ASTM E23 05. Benda uji keausan dibentuk dengan metode *pin on disc* sesuai dengan standar ASTM G99-04.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### a. Komposisi Kimia

Material *screw press* yang dihasilkan adalah *Low Alloy Steel Castings for Structural Purpose*. Pengaturan komposisi kimia material ini dilakukan pada saat peleburan dengan cara mengambil sampel logam cair dan mengujinya pada *spectrometer*.

Tabel 4. Hasil uji komposisi kimia

Unsur %						
C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni
0,380	0,570	0,810	0,003	0,030	1,110	1,620
Mo	Al	Cu	Co	Ti	Nb	V
0,350	0,001	0,201	0,008	0,004	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. Kekuatan Tarik

Dari hasil uji kuat tarik Tabel 4.6, dapat dilihat bahwa material sesuai dengan standar yang ingin di capai yakni 100 kgf/mm<sup>2</sup> dimana hasil uji rata rata diperoleh 141,1 kgf/mm<sup>2</sup>. Pengaruh *heat treatment* terbentuknya *ferrite* halus dan *bainit* dengan butiran yang semakin halus. Pengujian tarik memberikan dua metode pengukuran keuletan bahan yaitu: Persentase perpanjangan (elongation), diukur sebagai penambahan panjang ukur setelah perpatahan terhadap panjang awalnya dan persentase reduksi penampang (reduction area), diukur sebagai pengurangan luas penampang (cross-section) setelah perpatahan terhadap luas penampang awalnya.

### c. Kekerasan

Dari hasil uji kekerasan, setelah sampel dipanaskan pada suhu 850°C dan didinginkan pada oli, strukturnya berubah jadi *ferrite* halus dan *bainit* yang kekerasannya lebih tinggi dari *pearlite*. Pada suhu pemanasan 850°C dan dicelup pada oli maka juga terjadi struktur mikro yang sama tetapi dengan butiran yang lebih halus, hal ini dapat terjadi karena perbedaan suhu pemanasan dengan suhu oli yang lebih tinggi sehingga

laju pendinginan juga lebih tinggi yang mengakibatkan terjadinya struktur mikro *ferrite* halus dan *bainit* yang lebih halus. Semakin halus kristal struktur mikro, kekerasannya juga akan semakin tinggi. Uji kekerasan 253 HV (245 HB) sudah melebihi standar sebesar 233 HB.

### d. Impak

Dari hasil uji impact, penurunan nilai impact ini merupakan indikator yang menunjukkan sifat material yang semakin getas. Perpatahan granular/kristalin, yang dihasilkan oleh mekanisme pembelahan (cleavage) pada butir-butir dari bahan (logam) yang rapuh (brittle). Ditandai dengan permukaan patahan yang datar yang mampu memberikan daya pantul cahaya yang tinggi (mengkilat). Dari bentuk patahan spesimen dan nilai impact yang kecil, baik material yang *dihardening* dengan variasi suhu maupun dengan variasi lama celup termasuk material yang bersifatnya getas.

Tabel 5. Hasil uji impact

No.	Uraian	Hasil Uji
1.	Lebar × tebal bawah takik, (mm)	10,000 × 4,918
2.	Luas penampang takik, (cm <sup>2</sup> )	0,49
3.	Kerja pukul takik, kgfm (Nm)	3,5 (34)
4.	Nilai kerja, kgfm/cm <sup>2</sup> (Nm/cm <sup>2</sup> )	7,1 (70)

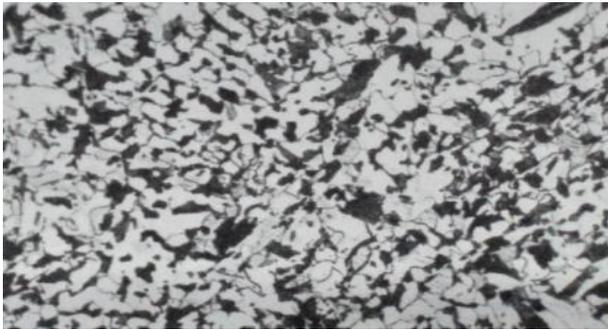
### e. Ketahanan Aus

Sampel uji keausan pada kondisi *annealing*, kehilangan material sampel uji akibat gesekan adalah yang paling rendah, atau dengan perkataan lain bahwa sampel yang *dannealing* memiliki ketahanan gesek yang paling tinggi, dibanding dengan sampel yang *dihardening* dan *tempering*. Sampel uji yang *dihardening* pada suhu 850°C, dan *tempering* pada suhu 600°C, laju keausan sampel uji yang *dannealing* adalah yang paling kecil atau ketahanan ausnya paling tinggi. Pada kondisi sampel yang *dihardening*, semakin tinggi suhu *hardening* yang digunakan semakin tinggi pula laju keausan yang terjadi. 11,0807mg/cm<sup>2</sup>

### f. Metalografi

Sampel uji yang *dannealing* memiliki struktur mikro seperti yang ditunjukkan pada

Gambar 4.18, bagian yang berwarna gelap adalah struktur pearlite dan bagian yang berwarna terang adalah struktur *ferrite*. Setelah dilakukan oli *hardening* dan ditemper pada suhu 600°C, struktur mikronya berubah karena adanya transformasi fasa akibat pemanasan dan pendinginan. Sampel uji yang dipanaskan pada suhu 850°C dan ditemper pada suhu 600°C, strukturnya terdiri dari campuran *ferrite* halus (bagian yang berwarna lebih terang) dan *bainit* yang terdapat pada batas butir (bagian yang berwarna gelap).



Gambar 12. Foto struktur mikro 200X

#### g. Pengujian Unjuk Kerja

Pengujian unjuk kerja *screw press* hasil rekayasa perlu dilakukan agar performansi *screw press* secara menyeluruh dapat diketahui. Pengujian *screw press* pada lingkungan yang sebenarnya telah dilakukan pada Pabrik Kelapa Sawit Ajamu PTPN4 sejak tanggal 22 Oktober 2019 (umur pakai 1600 jam) dan Pabrik Kelapa Sawit Bah Jambi PTPN4 Sawit Adolina dimulai tanggal 30 Oktober 2019 (umur pakai 1500 jam).

#### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil litbangyasa, dapat diambil beberapa kesimpulan, yaitu ;

- Telah dihasilkan paket teknologi pembuatan *screw press* yang dapat diaplikasikan pada industri pengecoran logam yang terbuat dari material *Manganese-chromium molybdenum Steel*.
  - Telah dilakukan implementasi penggunaan *screw press* pada lingkungan yang sebenarnya di Pabrik PTPN4
- Beberapa analisis yang disarankan untuk mengetahui antara lain saran:

- Paket teknologi diharapkan dapat digunakan pada industri pengecoran lainnya selain.
- Perlu juga melakukan implementasi pada Pabrik Kelapa Sawit lainnya/termasuk milik swasta.
- Perbaikan kualitas pada komponen Pabrik Kelapa Sawit lainnya juga menjadi tantangan kedepan bagi tim

#### DAFTAR PUSTAKA

- George E. Dieter, Mechanical Metallurgy. Tokyo: Kosaido Printing Co,1981
- Heine Richad W., Carl R. Loper Jr., Rosenthal Philip C. Principles of Metal Casting. New York: Mc Graw-Hill Book Company, 1967.
- Hattori.K. Practice of Risering in Steel Casting Foundry Engineering Nagoya International Training Centre Japan International Cooperation Agency (JICA).
- Kalpakjian, Scmid. Manufacturing Processes for Engineering Material. Prantice Hall, 2003.
- Obata.R. Fundamental of Risering Foundry Engineering Nagoya International Training Centre Japan International Cooperation Agency (JICA).
- Pander Sitindaon, Jimmy G.S. Haposan Situngkir, 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, Litbangyasa Teknoloji Industri, Balai Riset dan Standardisasi Industri Medan, 2018.
- Robert F. Mehl, Atlas of Microstructures of Industrial Alloy, American Society for Metals Vol. 7 Metals Park Ohio, 1972.
- Tata Surdia, Kenji Chijiwa. Teknik Pengecoran Logam. Jakarta: Pradnya Paramita, 1975.

Tjitro Soejono, Pengaruh Bentuk Riser Terhadap Cacat Penyusutan Produk Cor Aluminium Cetakan Pasir, *Jurnal Teknik Mesin*, Vol. 3, Oktober 2001.

Winte.C.H, Gray Iron Casting Section Sensitivity, Trans. AFS, Vol. 54, 1946. Widodo. R. Analisa Cacat Coran, Politeknik Manufaktur Bandung, 1998.