

Analisis Penyebab Kerusakan *Hub Screw Press* dan Optimasi Teknik Pemeliharaan Terhadap Mesin Pabrik Pengolahan Kelapa Sawit

Irwan Anwar¹, Afdal², Denur³, Dedi Dermawan⁴

¹Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam Riau

²Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Eka Sakti Padang

³Prodi Mesin Otomotif Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Riau

⁴Prodi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Riau

Abstract

This study investigated the failures of screw press hub in PKS (Pabrik Kelapa Sawit), the incident can often occurred routinely in every 4 month, that is caused to research it and identify the failure site (where in the product failure occurred), identify the failure mechanism such as the physical phenomena involved in failure, determined the root cause of failures like the design, defect or loads which led to failure, and most important is to recommend methods how to prevent the future similar failures in service or or occurs in manufacturing or during production processing, improve the component or structure device and giving optimization or any solutions for maintenance standard operating procedure (SOP) of machine during production processing. Generally principal methods in evaluating the failures are by collecting of background data and specimen samples, visual examination and photography, mechanical testing (hardness), chemical analysis, macroscopic and microscopic examination, selection, preparation and analysis metallographic sections.

Keywords: *hub, failure, fatigue, standard operating procedure (SOP).*

Abstrak

Hub dari mesin screw press terpasang pada poros melalui alur pasak diikat dengan elemen pasak (key) dan berfungsi untuk meneruskan daya dan putaran dari speed reducer ke worm screw, kondisi ini pada saat tertentu mengalami kelonggaran ketika dioperasikan, karena pengaruh friksi pada bidang pasak dengan alur pasak dari poros sehingga alur pasak dari hub yang juga ada beban dinamis puntir, rotating bending serta beban lentur memberi efek samping friksi atau gesekan pada pasak dengan alur pasak hub dari poros screw press, sehingga terjadi konsentrasi tegangan pada daerah alur pasak dan material yang mengalami fatigue atau kelelahan secara kontiniu, serta timbul retak awal pada material hub screw press, khususnya pada permukaan fillet, kemudian terus menjalar ke dalam dan akhirnya patah (fracture). Insiden kerusakan ini terjadi pada suatu pabrik pengolahan kelapa sawit secara rutin sebelum 4 (empat) bulan pakai. Oleh sebab itu perlu dilakukan penelitian, analisis, mencari dan mengetahui penyebab failure/kerusakan (Root Caused Failure Analysis). Penelitian ini diawali dengan pemeriksaan visual, kemudian dilanjutkan dengan uji laboratorium yang meliputi uji metalografi, uji fraktografi, uji kekerasan, uji komposisi kimia dan menentukan tindakan preventif untuk meminimalisir kerusakan hub screw press. Inisiatif selanjutnya melakukan optimisasi teknik pemeliharaan terhadap mesin pabrik PKS dengan memprioritaskan prosedur pengoperasian mesin screw press, yang sesuai standar operating prosedur (SOP buku manual) mesin pabrik produk asal, disamping itu melakukan kontrol kualitas terhadap fabrikasi material hub, seperti uji komposisi kimia, uji kekerasan, microscopic, makroskopis, uji metallographi, dan membandingkan specimen uji dengan material produk standar pabrik, diikuti dengan supervisi terhadap optimisasi teknik pemeliharaan yang ditetapkan.

Kata kunci: *hub, kerusakan, kelelahan, standard operating procedure (SOP).*

1. Pendahuluan

Pengolahan Kelapa Sawit pada dasarnya adalah merubah bahan olah yang berupa Tandan Buah Segar (TBS) menjadi Minyak mentah (CPO) dan Inti Kelapa Sawit (*Palm Kernel*). Proses aktivitas produksi tersebut bisa menjadi terganggu jika terjadi kerusakan yang tidak diharapkan pada salah satu mesin-mesin yang sedang beroperasi, sehingga mengakibatkan kerugian yang besar bagi pabrik itu sendiri, .contoh menumpuknya tandan buah segar (TBS) yang siap untuk diolah, berkurangnya stock CPO (*Crude Palm Oil*). hanya gara-gara kerusakan pada salah satu komponen mesin-mesin yang sedang beroperasi. Berdasarkan uraian diatas penelitian ini berusaha mengungkapkan hubungan antara analisis penyebab kerusakan (*failure*) komponen mesin dengan kehandalan atau reliability mesin yang relevan dengan optimisasi aplikasi teknik pemeliharaan mesin yang beroperasi pada pabrik PKS.

Berdasarkan latar belakang masalah tersebut, maka dapat dibuat rumusan masalah yang relevan dengan penelitian ini, yaitu Bagaimana cara mencegah

kerusakan (*failure*) yang sama tidak terjadi lagi kedepannya dan optimasi teknik pemeliharaan yang tepat untuk diterapkan di pabrik PKS tersebut.

2. Metodologi

Bahan dan data penelitian dilakukan di Puspitek Serpong Tangerang, metode yang dipakai adalah dengan melakukan pemeriksaan dan pengukuran terhadap komponen mesin yang mengalami kerusakan (*failure*) dalam hal ini hub screw press, spesimen ini kondisinya dapat dilihat komponen pada Gambar 1 Disamping itu melakukan studi lapangan yang meliputi wawancara , observasi dan dokumentasi seperti interview dengan pihak pabrik, observasi untuk mendapatkan data & fakta yang ada yang relevan dengan spesimen uji yang diteliti, serta studi pustaka dilakukan dengan dengan cara mempelajari dan memahami serta mengambil dari beberapa literatur buku-buku, jurnal lainnya yang relevan dan fokus pada topik penelitian yang dilakukan.



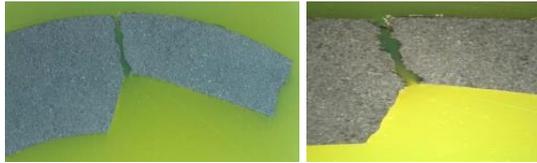
Gambar 1. Pengukuran dan Pemeriksaan Spesimen Uji



Gambar 2. Kontur patahan permukaan hub screw press

Penelitian ini menggunakan peralatan mesin uji kekerasan (*Vickers Hardness Test*). Pengujian makrofraktografi dilakukan dengan menggunakan alat *streomicroscope* merk *WILD HEERBRUGG* pengujian mikrofraktografi bertujuan untuk melihat permukaan retak (*fracture part surface*) dengan variasi pembesaran hingga 10.000 x, digunakan seperangkat alat bernama *Tabletop Microscope TM-1000*.

Pengujian metallografi yang berfungsi untuk melihat struktur mikro penampang specimen uji dilakukan menggunakan alat *Metallo Plant Leitz Wetzlar Germany*. Dan untuk menguji kandungan unsur kimia pada permukaan potongan specimen uji digunakan alat *EDAX spectrometer*

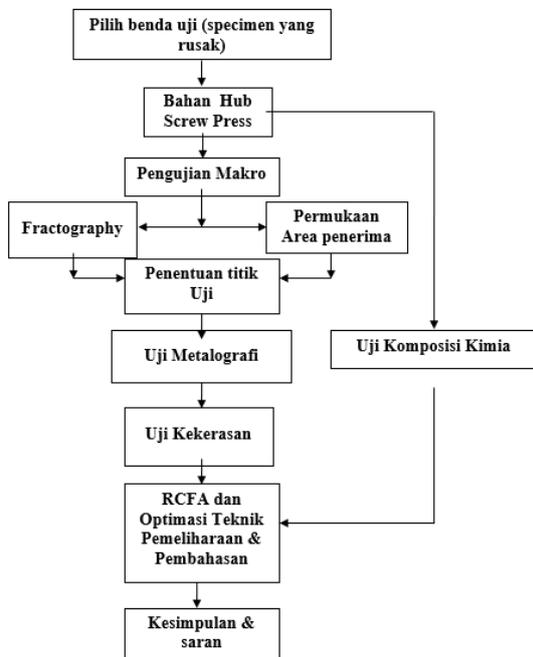


Gambar 3. Hasil Uji Metallografi



Gambar 4. Alat Uji Komposisi

Prosedur penelitian yang dilakukan terkait dengan analisa kegagalan/kerusakan sesuai dengan diagram alirnya sebagai berikut:



Pemeriksaan Visual



Gambar 5. Hub screw press in failure



Gambar 6. Retak awal Hub

3. Hasil dan Pembahasan

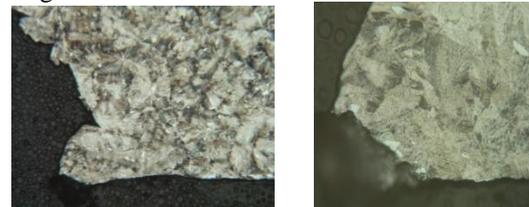
Pengujian Komposisi Kimia

Komposisi kimia spesimen *hub screw press* adalah; kandungan unsur besi (Fe) 96,64 %, karbon (C) 0,33 %, Silicon (Si) 0,45 % , Mangan (Mn) 1,32 % , Molibden (Mo) 0,10 % , Chrom (Cr) 0,67 % . , Nickel (Ni) 1,12 % , Cuprum (Cu) 0,11 % , *Alluminium* (Al) 0,11 % , Vanadium (V) 0,0054 % , Wolfram (W) 0,072, Sulfur (S) 0,032 % , Phospor (P) 0,040 % , Titan (Ti) , Nb, B, 0.0 % , dapat dinyatakan bahan uji tergolong baja karbon rendah (*low carbon steel*), sedangkan menurut baja karbon sedang mempunyai kandungan karbon (C) 0.35 – 0.5 % .

No	Fe	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	Cu	Al	V	W	Ti	Nb	B	S	P
%	96,64	0,33	0,45	1,32	0,67	1,12	0,10	0,11	0,11	0,0054	0,072	0,0	0,0	0,0	0,032	0,040

Pengujian Fraktografi

Dari hasil pengujian dapat dilihat struktur mikro sebagai berikut:



Gambar 7. Struktur mikro daerah patah berupa perlitik dengan austemite (putih) dan bentuk retak transgranular yang menunjukkan adanya beban tarik/bentur yang cukup tinggi



Gambar 8. Retak batas butir, menunjukkan retak tegang

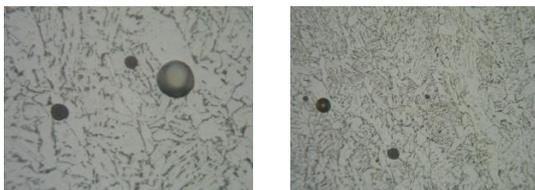
Pengujian Metalografi

Hasil foto terhadap beberapa titik didaerah sekitar awal retakan ditunjukkan pada gambar dibawah memperlihatkan dengan jelas bahwa penjalaran retak dimulai dari permukaan hub terus menjalar ke arah bagian dalam, diakibatkan karena beban torsi dan rotating bending akibat longgarnya pasak pada hub sehingga timbul fatigue. Dari gambar tersebut juga terlihat bahwa struktur mikro dari material hub screw press adalah austenit



Gambar 9. Hasil pengujian metalografi

Pengujian Struktur Mikro

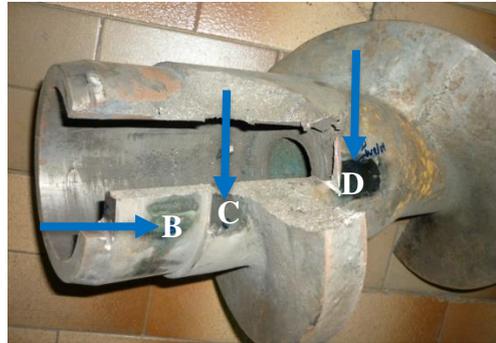


Gambar 10. Hasil uji struktur mikro

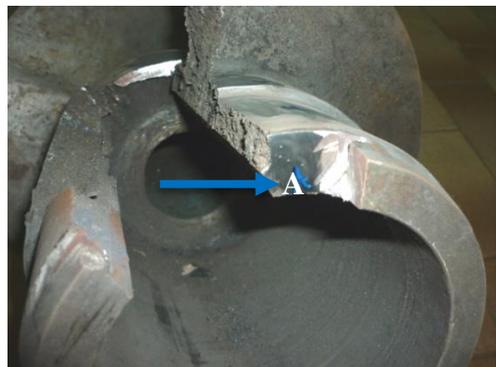
Hasil uji struktur mikro dapat dilihat bahwa ferrite berwarna agak terang lebih dominan dari pearlite yang berwarna gelap (hitam), sehingga kekerasan material hub yang rusak berkurang, jika dibandingkan dengan kekerasan material hub standar yang lebih banyak unsur kadar C $\pm 0,42\%$, sedangkan pada material hub yang rusak unsur C $\pm 0,33\%$

Pengujian kekerasan

Hasilnya pada lokasi tertentu terdapat nilai kekerasan bervariasi mulai dari lokasi A, lokasi B, lokasi C dan lokasi D semuanya dapat dilihat pada tabel dan gambar dibawah ini.



Gambar 11. Hub tampak atas



Gambar 12. Hub tampak samping

Hasil Uji Kekerasan

Tabel 1.
Hasil Uji Kekerasan.

No.	Nilai kekerasan Brinell (HB)			
	Lokasi A	Lokasi B	Lokasi C	Lokasi D
1	159	152	157	230
2	155	149	148	227
3	159	151	149	211
Rata-rata	157,667	150,667	151,333	222,667

Dari hasil pengujian kekerasan seperti pada tabel 1 dapat di lihat bahwa pada bagian permukaan *hub screw press* nilai kekerasannya relatif lebih tinggi dibanding dengan bagian dalam. Di samping itu dari hasil rata-rata nilai kekerasan material hub uji (222,667 HB), sebab % kadar $\pm 0,33\%$ C artinya lebih rendah dibandingkan dengan material hub screw standar yaitu $\pm 0,4\%$ C. sedangkan nilai kekerasan material standar (245-290 HB) lebih keras dibandingkan dengan material hub yang rusak.

Penyebab Kerusakan Hub Screw Press

Berdasarkan hasil pemeriksaan secara visual dan hasil pemeriksaan laboratorium dapat diperkirakan indikasi terjadinya patah pada *Hub Screw Press* diakibatkan oleh beberapa faktor, antara lain:

1. Pengaruh longgarnya pasak pada alur pasak *hub screw* dengan poros, dan karena terjadinya konsentrasi tegangan pada daerah alur pasak sehingga menyebabkan *rotating bending* pada *hub screw press*. Hal tersebut dapat dideteksi dengan adanya retakan awal / kerusakan pada material *hub screw press*.
2. Efek *rotating bending* ini mengakibatkan longgarnya pasak pada daerah alur pasak kedudukan *tooth whell* yang kemudian menyebabkan terjadinya hentakan/ benturan antara kedua roda gigi (*tooth whell*), sehingga mengakibatkan pada daerah *fillet* mengalami dorongan balik dari roda gigi pemutar. Kejadian tersebut terus berlangsung selama beroperasinya *hub screw press*, sehingga menyebabkan terjadinya kelelahan pada hub yang berlanjut menjadi retak awal pada permukaan hub, dan terus menjalar sampai pada patah akhir, seperti terlihat pada gambar diatas.
3. Kekuatan maupun kekerasan hub material yang rusak lebih rendah, karena % 0,33 C sedangkan material hub standar % 0,42 C, sehingga pada daerah *fillet* dan alur pasak terjadi konsentrasi tegangan yang tidak sebanding dengan kekuatan material standar (lihat tabel), di samping itu juga terlihat kekerasan pada permukaan hub screw press dengan bagian dalam terlihat berbeda dan semakin menurun (lihat tabel).

Selain ketiga faktor diatas, kerusakan *Hub Screw Press* juga dipengaruhi oleh faktor operasional. Hal tersebut dimungkinkan karena beberapa alasan, antara lain:

1. Media yang diolah, dalam hal ini bubur/ adonan buah kelapa sawit kurang halus, dikarenakan penyortiran buah kurang baik dan bubur/ adonan buah kelapa sawit terlalu padat/ adonan kasar, kadar airnya kurang. menyebabkan *worm screw* dalam berputar mengalami perlambatan sehingga terjadi overload beban, proses kerja menjadi lebih berat.
2. Intensitas tekanan naik pada screw press, yang disebabkan oleh alasan diatas (1) dan cairan pada *Hidraulic Cone Guide* sudah mengalami penurunan kualitas (Viskositasnya berkurang dari standar), sehingga pengaturan *Adjusting Cone* tidak sesuai dengan tekanan standar (30-70 kg/cm²).

3. Kurang berfungsinya sistim pengaturan atau kontrol suplay daya, sehingga pada saat terjadi tekanan kerja yang berlebih pada *screw press*, sistim kontrol tidak *mampu* untuk menurunkan daya motor secara otomatis.

4. Simpulan

Berdasarkan pengujian dan analisa data hasil specimen uji hub screw press, diketahui material hub adalah baja carbón rendah (*Low carbon steel*) sehingga dapat ditarik beberapa kesimpulan bahwa kerusakan hub poros screw press bermula dari retaknya bidang permukaan hub dan pasak karena efek samping terjadinya konsentrasi tegangan pada pasak yang mengalami friksi (gesekan) sehingga timbul vibrasi (getaran) & abnormal noise berlanjut dengan terjadinya kelonggaran pada pasak pengunci *worm screw press* akibat pengaruh beban *rotating bending* pada hub dan poros. faktor inilah awal yang menyebabkan hub tersebut retak karena kelelahan (*fatigue*). Dan berakhir dengan patahnya material hub screw press, operasi mesin terhenti karena terjadi failure dan fracture pada komponen mesin.

Solusi dan saran untuk mencegah, mengatasi permasalahan ini supaya kerusakan yang sama tidak terjadi lagi kedepannya, maka perlu dilakukan Optimasi Teknik Pemeliharaan Terhadap Mesin PKS dengan tujuan umur pakai (*lifetime*) dari komponen sesuai dengan ketentuan standar produksi pabrik, adalah sebagai berikut :

1. Melakukan evaluasi terhadap sistim teknik pemeliharaan yang sudah ditetapkan
2. Melaksanakan supervisi terhadap aplikasi pemeliharaan mesin pengolahan kelapa sawit sesuai dengan konsep SOP pemeliharaan .
3. Memberikan pelatihan dan training terhadap peningkatan skill maintenans operator mesin PKS.
4. Memilih salah satu sistim teknik pemeliharaan rutin dan terjadwal seperti; *Preventive Maintenance Predictive Maintenance* maupun *Total Productive Maintenance*, sebagai tindak lanjut dari hasil *Root Caused Failure Analysis* (RCFA)
5. Dengan memberikan perlakuan panas atau *Heat Treatment* terhadap suku cadang (*spare part*) yang sudah ada, khususnya terhadap material Hub Screw Press sebelum dipakai, setelah proses *machining*.
6. Mengkondisikan mesin beroperasi pada putaran rendah dengan tujuan supaya tegangan nominal terjadi lebih kecil dari tegangan yang terjadi, sedangkan untuk putaran normal (14 rpm) tegangan nominal lebih besar dari tegangan yang terjadi.
7. Kontrol kualitas terhadap fabrikasi pasak/ alur pasak pada *Hub Screw Press* dan stopper/hub pada *worm screw* dengan toleransi yang ketat, sehingga

kelonggaran pemasangan pasak yang menyebabkan terjadi vibrasi/getaran dapat dihindarkan.

Daftar Pustaka

- [1] Ponten M. Naibaho, "Teknologi Pengolahan Kelapa Sawit", Pusat Penelitian Kelapa Sawit, Medan, 1996
- [2] D.N. Adnyana, "Analisa Kerusakan/Kegagalan dan Pencegahan," Diktat Kuliah Magister Teknik Mesin ISTN, Jakarta 2008
- [3] Heinz P. Bloch, Fred K. Geitner, "Practical Machinery Management for Process Plant, Volume 2, Machinery Failure Analysis and Trobel-shooting", Gulf-Publishing Company, Houston, Texas, 1983.
- [4] Hadi Sunandio, "Analisa Kegagalan: Pelatihan Dasar Metalurgi dan Analisa Kerusakan", LUK-BPPT, Jakarta, 2000
- [5] W.O. Alexander, "Dasar Metalurgi Untuk Rekayasawan", PT. Gramedia Pusaka Utama, Jakarta, 1995.
- [6] Emil Muhammad jawas, "Penelitian Struktur dan Kekerasan Material Sudu Pompa Benam", Tesis Magister Teknik Mesin ISTN, Jakarta, 2004.