

ANALISA MEKANIK PENYEBAB KEGAGALAN *CONCENTRATOR BOWL LOCK RING* PADA ALAT *CENTRIFUGE* DI PPK KEBUN MAMBANG MUDA

Zulfikar*

*) Dosen Kopertis Wilayah I

Abstract

This research is an investigation into the cause of the failure on the part of the Bowl Concentrator Centrifuge tool. Centrifuge is latex and water separator in the rubber processing plant (PPK). The centrifuge type is LRH 410 that just operates approximately 247 hours of work with working volume 410 liters / hour. The failure happened on the centrifuge no. 8, which is characterized by the loss of lock ring on the concentrator bowl after working for 15 minutes. The research objections are (1) determine the tensile strength of the material, (2) hardness of materials, and (3) the composition of the materials for the failure lock ring that is compared to the standard lock ring (good). The research included visiting sites to the scene to collect initial data failures and send samples to the Central Laboratory of Impact and Fracture Materials Research Center, USU. Tensile testing is done using the metric system E8M-99 ASTM standards. Hardness test using The Brinell hardness test method. Analysis of the microstructure on the lock ring (specimen) aims to determine the microstructure of the specimen. Tensile test results obtained that the yield strength of the material lock ring to fail only 57% of the yield strength of the lock ring comparison. Based on material hardness test shows that the locks ring that has failed hardness values and lower fatigue strength than the material lock ring comparison. Based on the test results obtained by the composition of that material that failed to lock ring has a lower hardness compared to the reference material. Thus the lock ring material that fails will wear faster.

Keywords: Lock Ring, Failure Mechanics, Yield Strength, Hardness, Material Composition.

1. PENDAHULUAN

Penelitian ini merupakan kegiatan penyelidikan penyebab kegagalan pada alat Centrifuge khususnya pada bagian Concentrator Bowl. Ada beberapa parameter penyebab yang akan diteliti, seperti kesalahan prosedur operasional, cacat produk, dll. Kegiatan ini dilaksanakan di Pabrik Pengolahan Karet (PPK) PTPN 3 yang berlokasi di Kebun Membang Muda, Kabupaten Asahan. Lokasi pabrik dan letak alat centrifuge diperlihatkan pada gambar 1 dan 2.

Pada lokasi seperti diperlihatkan pada gambar 2 terdapat 12 unit alat *centrifuge* yang masing-masing berfungsi untuk mengeluarkan kandungan air dari dalam lateks. Jenis alat centrifuge yang dipergunakan ialah jenis LRH 410 yang baru beroperasi sekitar 247 jam kerja. Pada kondisi terpasang, jumlah lateks yang masuk ke dalam *centrifugal bowl* adalah 410 liter/jam, akan tetapi realisasi yang

dilakukan sehari-hari adalah 380 liter/jam. Cara kerja alat ini ialah dengan melakukan gerakan memutar terhadap sumbunya dengan kecepatan putar berkisar 6000 s.d. 7000 rpm. Pada putaran tersebut pemisahan lateks dan air dapat terjadi dengan baik.

Alat centrifuge no. 8 mengalami kerusakan yang ditandai dengan lepasnya *lock ring* pada *concentrator bowl* alat tersebut setelah bekerja selama 15 menit. Bentuk kegagalan yang dialami diperlihatkan pada gambar 3.

Analisa mikro adalah suatu analisa mengenai struktur logam melalui pembesaran dengan menggunakan mikroskop khusus metalografi. Dengan analisa mikro struktur, dapat diamati bentuk dan ukuran kristal logam, kerusakan logam akibat proses deformasi, proses perlakuan panas, dan perbedaan komposisi. Sifat-sifat logam terutama sifat mekanis dan sifat teknologis sangat mempengaruhi oleh mikro struktur logam dan paduannya, disamping komposisi kimianya. Struktur mikro dari logam dapat diubah

dengan jalan perlakuan panas ataupun dengan proses perubahan bentuk (deformasi) dari logam yang akan diuji.



Gambar 1. Lokasi PPK Membang Muda PTPN 3



Gambar 2. Lokasi alat centrifuge

Uji komposisi merupakan pengujian yang berfungsi untuk mengetahui seberapa besar atau seberapa banyak jumlah suatu kandungan yang terdapat pada suatu logam, baik logam ferro maupun logam non ferro. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui jenis dari material lock ring, dilihat dari komposisi penyusun yang terdapat pada material tersebut menggunakan peralatan spektrometer

Untuk mengetahui penyebab kegagalan tersebut maka dilakukan penelitian dengan tujuan sebagai berikut: (1) mengetahui kekuatan tarik bahan, (2) komposisi bahan, dan (3) kekerasan bahan untuk jenis lock ring yang mengalami kegagalan dibandingkan dengan lock ring standar (bagus).



(a)



(b)



(c)

Gambar 3. Keadaan centrifuge yang mengalami kegagalan: (a) alat centrifuge, (b) bagian-bagian yang mengalami kegagalan, dan (c) lock ring

2. METODOLOGI

Penelitian ini meliputi visiting site ke lokasi kejadian untuk mengumpulkan data-data awal kegagalan yang terjadi dan mengirimkan sampel ke Laboratorium Pusat Riset Impak dan Keretakan Material, Departemen Teknik Mesin, Universitas

Sumatera Utara, untuk dilakukan pengujian. Komponen-komponen yang dibawa ke Laboratorium tersebut diperlihatkan pada gambar 4 dan tabel 1.



Gambar 4. Komponen-komponen centrifuge yang mengalami kerusakan.

Tabel 1. Data-data awal penelitian

No.	Nama Komponen	Jlh.
1.	Lock Ring Bowl No. VIII merk SMS LRH 410 code number: 874	1 unit
2.	Bowl Body SMS LRH 410	1 unit
3.	Distributor Bowl SMS LRH 410	1 unit
4.	Bowl Hood SMS LRH 410	1 unit
5.	Top Disc	1 unit
6.	Bowl Disc	1 set
7.	Bottom Disc	1 unit
8.	Lock Ring Ex Alfa laval	1 unit
9.	Lock Ring Baru SMS	1 unit
10.	Bowl Disk	2 unit

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Lock ring berfungsi untuk mengunci *bowl body concentrator* dan *top disk*, menggunakan sambungan ulir. Lock ring dikunci dengan cara diputar berlawanan dengan arah jarum jam. Kondisi ini diperlihatkan pada gambar 5.

Saat kejadian, *lock ring* terlepas dari *bowl body concentrator*, dan terlempar ke atas mengenai struktur penyangga dari atap pabrik (gambar 6). Hasil inspeksi visual pada ulir *lock ring* dan *bowl body concentrator* menunjukkan bahwa terjadi perubahan bentuk dari kedua ulir tersebut (gambar 7). Perubahan bentuk itu diperkirakan mengakibatkan

kelonggaran pada sambungan sehingga terjadi konsentrasi tegangan pada dasar ulir (*fillet*).



Gambar 5. Posisi lock ring dan top disk.



Gambar 6. Pola benturan akibat lepasnya *lock ring*.

Berdasarkan hasil inspeksi visual juga diperoleh bahwa kegagalan diperkirakan terjadi akibat gagalnya sambungan ulir pada *lock ring* (penyambung *bowl body* dengan *upper bowl*). Masa operasi mesin selama 40 hari (247 jam kerja) mengindikasikan bahwa kegagalan pada *lock ring* terjadi karena ketidakmampuan material menahan beban statik. Oleh karena itu, sangat beralasan untuk dilakukan pengujian uji mekanik komponen *lock ring* untuk mendapatkan antara lain: Kekuatan *yield* dan *ultimate*, modulus elastisitas, dan kekerasan, serta *fraktografi permukaan*.

Bahan untuk pengujian tarik diambil langsung dari bagian *lock ring* yang berasal dari PPK Kebun Mambang Muda, dan dipotong sesuai standar yang diperlukan untuk proses pengujian. Terdapat 2 (dua) *lock ring* yang telah diambil spesimennya yaitu *lock ring* gagal sebagai spesimen 1 dan *lock ring* pambanding (berfungsi) sebagai spesimen 2. Setiap *lock ring* mempunyai 3 (tiga) spesimen seperti ditunjukkan pada gambar 8 s.d. 10.

Pengujian dilakukan menggunakan system metric dengan standar ASTM E8M-99.

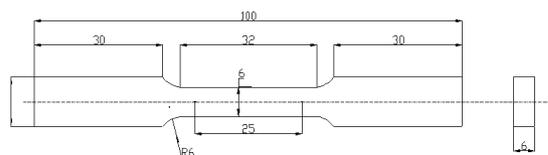


Gambar 7. Deformasi pada ulir lock ring.

Pengujian tarik dilakukan menggunakan mesin uji Tarnotest UPH 100kN (Germany) terhadap material lock ring. Sampel uji diambil sebanyak tiga buah dan hasilnya seperti ditabulasikan pada Tabel 2 dan 3. Adapun diagram Tegangan-Regangan masing-masing jenis spesimen diperlihatkan pada Gambar 11 dan 12.



Gambar 8. Alat pembentuk spesimen uji tarik.



Gambar 9. Ukuran standar ASTM E8M-99.



Gambar 10. Bentuk spesimen uji tarik dari bahan lock ring.

Tabel 2. Hasil pengujian tarik lock ring yang mengalami kegagalan.

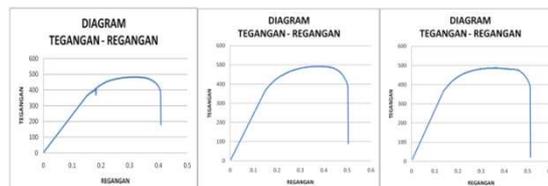
No.	Penampang uji (mm ²)			Beban Maksimum Fu (N)	Teg. Uluh σ_y (MPa)	Teg. Tarik Maks. σ_t (MPa)	Elastisitas E (MPa)	Reg.e (%)
	t	w	L					
1	6,10	5,90	32	17408,95	363,49	483,72	206950,62	40,81
2	6,10	5,90	32	17712,60	369,12	492,15	207643,82	50,31
3	6,10	5,90	32	17611,38	369,12	489,34	206991,29	51,13
Rata-rata					367,24	488,40	207195,24	47,41

Keterangan: t = tebal spesimen, w = lebar spesimen, A = length of reduced section

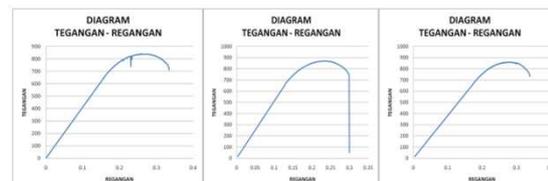
Tabel 3. Hasil pengujian tarik lock ring pembeding (berfungsi).

No.	Penampang uji (mm ²)			Beban Maksimum Fu (N)	Teg. Uluh σ_y (Mpa)	Teg. Tarik Maks. σ_t (Mpa)	Elastisitas E (Mpa)	Reg.e (%)
	t	w	L					
1	6,20	5,90	32	30769,31	631,56	841,15	206844,75	33,50
2	6,20	5,90	32	31781,46	652,31	868,82	206711,73	29,97
3	6,20	5,90	32	31477,82	646,08	860,52	206715,35	33,88
Rata-rata					643,32	856,83	206757,28	32,45

Keterangan: t = tebal spesimen, w = lebar spesimen, A = length of reduced section



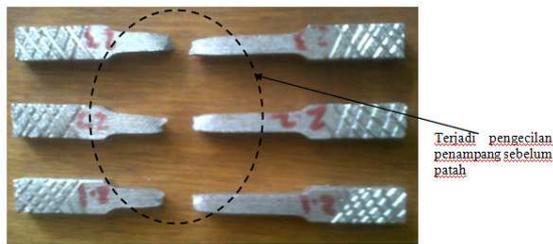
Gambar 11. Grafik tegangan vs regangan hasil pengujian tarik lock ring yang mengalami kegagalan



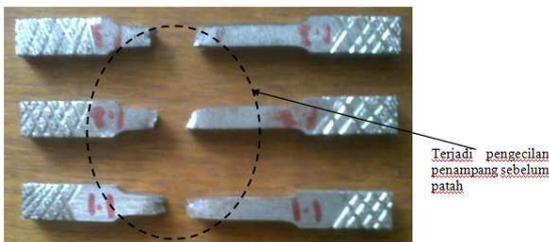
Gambar 12. Grafik tegangan vs regangan hasil pengujian tarik lock ring pembeding.

Bentuk patahan spesimen uji tarik memperlihatkan bentuk patahan yang ulet, dimana permukaan patahan terlihat tidak rata.

Bentuk patahan spesimen uji tarik seperti diperlihatkan pada Gambar 13 dan 14.



Gambar 13. Bentuk kepatahan hasil pengujian tarik lock ring yang mengalami kegagalan.



Gambar 14. Bentuk kepatahan hasil pengujian tarik lock ring pembanding

Uji kekerasan untuk spesimen ini menggunakan uji kekerasan Brinell, sehingga menghasilkan data nilai kekerasan (BHN). Spesimen diambil langsung dari bagian lock ring dan dipotong sesuai standar yang diperlukan untuk proses pengujian. Terdapat 2 (dua) lock ring yang telah diambil spesimennya yaitu lock ring gagal sebagai spesimen 1 dan lock ring pembanding (berfungsi) sebagai spesimen 2. Ukuran Spesimen adalah 20 mm x 20 mm x 1 cm (panjang x lebar x tebal). Bentuk spesimen sebelum dan setelah pengujian seperti ditunjuk pada Gambar 15.

Hasil uji kekerasan Brinell ditunjukkan pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil uji kekerasan metode Brinell.

No	Spesimen	Harga Kekerasan Brinell
1	Lock ring yang mengalami kegagalan	150 HB
2	Lock ring pembanding (berfungsi)	285 HN

Dari hasil uji tarik diperoleh bahwa kekerasan permukaan lock ring gagal hanya 53% dari kekerasan permukaan lock ring pembanding.



(a) Spesimen sebelum dilakukan pengujian



(b) Spesimen setelah dilakukan pengujian

Gambar 15. Spesimen uji kekerasan Brinell.

Analisa mikrostruktur pada lock ring (spesimen) ini bertujuan untuk mengetahui struktur mikro dari spesimen. Penampang spesimen dihaluskan dengan kertas amplas dari nomor 200, 400, 600, 800 dan 1000 secara berturut-turut dengan bantuan mesin polishing table unit dan kemudian dipoles. Langkah ini bertujuan untuk mengkilapkan permukaan spesimen agar selama pengamatan dapat diperoleh pantulan sinar yang baik. Selain itu, selama langkah pemolesan ini diharapkan bahwa partikel abrasive dari kertas amplas sebelumnya dapat hilang. Pemolesan yang dilakukan dengan bantuan mesin polishing table unit dengan autosol sebagai bahan poles. Hasil dari persiapan bahan spesimen seperti ditunjukkan pada Gambar 16.



Gambar 16. Spesimen uji mikrostruktur.

Setelah penampang uji terhindar dari goresan-goresan, penampang tersebut dietsa dengan larutan nital 2,5% selama beberapa detik. Selama proses etsa, bahan etsa akan bereaksi dan melarutkan bahan-bahan tertentu dari struktur logam sehingga struktur-struktur yang terbentuk dapat dibedakan dengan jelas satu dengan yang lainnya. Setelah proses etsa dilakukan, lalu spesimen dicuci dengan aquades untuk menetralkan bahan etsa. Kemudian struktur diamati dan diambil gambarnya dengan mikroskopik optik.



Gambar 17. Foto mikro lock ring yang mengalami kegagalan dengan perbesaran 800 kali.



Gambar 18. Foto mikro lock ring standar (bagus).

Dari hasil pengujian, untuk kedua spesimen lock ring, foto mikro dapat dilihat pada Gambar 17 dan 18. Terlihat dengan jelas bahwa lock ring yang mengalami kegagalan mempunyai kandungan karbon sedikit pada

permukaannya. Hal ini mengindikasikan bahwa material lock ring yang gagal ini mempunyai nilai kekerasan dan kekuatan fatik yang rendah jika dibandingkan dengan material lock ring pembanding (bagus).

Hasil pengujian komposisi yang telah dilakukan menggunakan spectrometer, diperlihatkan pada Tabel 5 dan 6.

Tabel 5. Hasil uji komposisi material lock ring yang mengalami kegagalan.

Penembakan pertama									
Unsur	C	Si	S	P	Mn	Ni	Cr	Mo	V
Jumlah	0,2231	0,3237	0,0013	0,0162	0,6340	0,0514	0,0457	0,0157	0,0054
Unsur	Cu	W	Ti	Sn	Al	Pb	Fe		
Jumlah	0,074	0,0023	0,0061	0,0051	0,0111	0,0004	98,58		
Penembakan Kedua									
Unsur	C	Si	S	P	Mn	Ni	Cr	Mo	V
Jumlah	0,2236	0,3246	0,0010	0,0156	0,6360	0,0512	0,0459	0,0157	0,0052
Unsur	Cu	W	Ti	Sn	Al	Pb	Fe		
Jumlah	0,074	0,0021	0,0061	0,0051	0,0110	0,0003	98,58		
Penembakan Ketiga									
Unsur	C	Si	S	P	Mn	Ni	Cr	Mo	V
Jumlah	0,2242	0,3260	0,0013	0,0152	0,6377	0,0511	0,0459	0,0158	0,0054
Unsur	Cu	W	Ti	Sn	Al	Pb	Fe		
Jumlah	0,074	0,0027	0,0058	0,0051	0,0112	0,0003	98,58		
Rata-Rata									
	0,2236	0,3248	0,0012	0,0156	0,6359	0,0512	0,0459	0,0158	0,0053
	0,074	0,0024	0,0060	0,0051	0,0111	0,0003	98,58		

Tabel 6. Hasil uji komposisi material lock ring pembanding.

Penembakan pertama									
Unsur	C	Si	S	P	Mn	Ni	Cr	Mo	V
Jumlah	0,4140	0,3278	0,0121	0,0376	0,6670	0,1052	0,9871	0,0502	0,0073
Unsur	Cu	W	Ti	Sn	Al	Pb	Fe		
Jumlah	0,224	0,0381	0,0027	0,0295	0,0581	0,0009	97,04		
Penembakan Kedua									
Unsur	C	Si	S	P	Mn	Ni	Cr	Mo	V
Jumlah	0,4071	0,3236	0,0090	0,0361	0,6360	0,1051	0,9912	0,0491	0,0072
Unsur	Cu	W	Ti	Sn	Al	Pb	Fe		
Jumlah	0,226	0,0367	0,0025	0,0296	0,0570	0,0007	97,05		
Penembakan Ketiga									
Unsur	C	Si	S	P	Mn	Ni	Cr	Mo	V
Jumlah	0,4073	0,3238	0,0063	0,0352	0,6700	0,1052	0,9923	0,0488	0,0072
Unsur	Cu	W	Ti	Sn	Al	Pb	Fe		
Jumlah	0,227	0,0365	0,0024	0,0298	0,0564	0,0009	97,05		
Rata-Rata									
	0,4095	0,3251	0,0092	0,0363	0,6690	0,1052	0,9902	0,0494	0,0073
	0,226	0,0371	0,0025	0,0296	0,0571	0,0008	97,05		

Material lock ring yang mengalami kegagalan mengandung unsur carbon 0,2236% yang berarti masuk ke dalam golongan baja karbon rendah atau baja lunak, dengan unsur utama alloy Mn sebesar 0,6359%. Material lock ring pembanding (bagus) mengandung unsur carbon 0,4095% yang berarti masuk ke dalam golongan baja karbon sedang, dengan unsur utama alloy Cr sebesar 0,9902%.

KESIMPULAN

Dari hasil uji tarik diperoleh bahwa kekuatan yield material lock ring gagal hanya 57% dari kekuatan yield lock ring pembanding

Lock ring yang mengalami kegagalan mempunyai kandungan karbon sedikit pada permukaannya dan mengindikasikan bahwa material lock ring yang gagal ini mempunyai nilai kekerasan dan kekuatan fatik yang rendah jika dibandingkan dengan material lock ring pembanding (bagus).

Jenis Material lock ring yang mengalami kegagalan adalah AISI – 1020, yang merupakan baja karbon rendah atau baja lunak. Permasalahan yang sering timbul pada penggunaan material jenis adalah laju keausan tinggi dan umur pendek karena sering mengalami kegagalan yang dimulai dari permukaan / bidang kontak. Baja ini memiliki kekerasan rendah sehingga cepat aus. Material lock ring pembanding (bagus) adalah AISI – 5132 yang mengandung unsur carbon 0,4095% dan termasuk dalam golongan baja karbon sedang. Baja karbon sedang banyak digunakan sebagai baja untuk struktur mesin, poros, roda gigi, baut dan mur.

KEPUSTAKAAN

Bloch, H.P., and Geitner, F.K., 1999, *Practical Machinery Management for Process Plants: Machinery Failure Analysis And Troubleshooting, Vol. 2*, 3rd Ed., Houston: Gulf Professional Pub.

Callister, William D, et. al., 1994, *Material science and engineering (an introduction)*, New York: Mc. Graw-Hill.

Hosford, W.F., 2005, *Mechanical Behaviour of Materials*, New York: Cambridge University Press, University of Michigan

Shigley, J. E., 2006, *Mechanical Engineering Design*, 8th Ed., New York: McGraw-Hill, Inc.

Surdia, Tata, dan Saito, S., 2005, *Pengetahuan Bahan Teknik*, Cetakan Keenam, Jakarta: Pradnya Paramita.

West, Conshohocken, 2003, *Annual Book of ASTM Standard*, ASTM