



## PENENTUAN KEBOCORAN MESIN UJI KOROSI FRETTING

Sriyono, Ari Satmoko, Abdul Hafid, Febrianto, Joko Prasetio, Ahmad Abtokhi,  
Edy Sumarno, Ismu Handoyo, Nur Rahmah Hidayati, Histori

### ABSTRAK

**PENENTUAN KEBOCORAN MESIN UJI KOROSI FRETTING.** Mesin fretting merupakan peralatan yang dapat dipergunakan untuk melakukan penelitian korosi yang diakibatkan oleh adanya beban dan getaran. Pada pembangkit uap PLTN, proses korosi yang terjadi, salah satu penyebabnya diakibatkan oleh adanya gesekan antara tabung-tabung pembangkit uap dengan material pengikat tabung (*bending*). Karena laju alir fluida yang sangat tinggi maka gesekan yang terjadi sangat besar dan membebani material *bending* sehingga hal ini dapat mempercepat proses korosi. Proses semacam inilah yang dapat disimulasikan dengan mesin fretting, yang merupakan bagian dari Untai Uji Korosi. Setelah dilakukan uji coba maka ternyata mesin fretting telah rusak yaitu adanya kebocoran atau leakage pada bagian penempatan spesimen uji. Oleh karena itu dilakukan pembongkaran, uji radiografi dan *drawing ulang* mesin fretting. Dari hasil radiografi dapat disimpulkan bahwa kebocoran terjadi diakibatkan adanya retak atau crack pada seal bellows dari komponen support dinamik poros utama Mesin Fretting.

### ABSTRACT

**THE LEAKAGE DETERMINATION ON CORROSION FRETTING MACHINE.** Fretting machine is an experimental loop to learn fretting corrosion phenomena which is caused by loading and vibration. On the steam generator, one of the corrosion process that's occurred, it can be caused by vibration between tubes and bending material. Because of high flow rate inside the tube, the high frequency vibration will appeared so it can make the corrosion on bending material more faster. This process can be simulate by fretting machine. This machine has already damaged because of leakage. So it will be repaired by dismantling, radiography testing and redrawing. From the result of radiography, the leakage is caused by cracking on bellows seals of the dynamic main support.

### PENDAHULUAN

Permasalahan korosi pada pembangkit uap Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir sangat kompleks. Korosi yang terjadi biasanya diakibatkan oleh adanya ion-ion tertentu di dalam air pendingin primer ataupun sekunder. Disamping penyebab oleh adanya reaksi kimia antara ion-ion yang terlarut dengan material, proses korosi juga dapat dipercepat oleh adanya beban/tekanan juga oleh adanya getaran/vibrasi. Untuk mengetahui fenomena korosi yang terjadi di dalam pembangkit uap ini maka dapat dilakukan suatu penelitian dengan menggunakan Untai Uji Korosi (*Primary Loop*)

Untai Uji Korosi ini mempunyai dua bagian yaitu dinamik *test section* dan *fretting test section*. Pada bagian uji dinamik ini berguna untuk mensimulasikan fenomena korosi yang terjadi diakibatkan oleh adanya laju alir atau dikenal dengan

korosi erosi. Sedangkan bagian uji *fretting* berguna untuk mensimulasikan fenomena korosi yang terjadi diakibatkan oleh adanya gesekan antara tabung-tabung pembangkit uap dengan material pengikat tabung-tabung pembangkit uap (*bending*).

Karena laju alir yang sangat tinggi (500 kg/detik), maka keadaan ini akan mengakibatkan tabung-tabung pembangkit uap membebani material *bending*. Adanya gesekan sekaligus ditambah adanya beban (*load*) maka akan mempercepat laju korosi yang terjadi.

Pada mesin *fretting*, maka fenomena ini dapat disimulasikan dengan memberikan variasi parameter vibrasi, dan beban terhadap material spesimen uji. Karena adanya kebocoran/leakage pada mesin *fretting* maka peralatan ini belum dapat dioptimalkan. Langkah pertama untuk mengoptimalkan Untai Uji ini adalah dengan cara memperbaiki kebocorannya terlebih dahulu.

Kegiatan ini bertujuan untuk memastikan letak adanya kebocoran pada mesin *fretting* yang dilakukan dengan pengujian radiografi.

## TEORI

### Fungsi Mesin *Fretting*

Mesin *fretting* ini merupakan bagian dari Untai Uji. Pengujian korosi *fretting* dilakukan dengan cara mengontakkan dua spesimen uji yang berbeda materialnya, kemudian diberikan getaran dengan frekuensi tertentu. Setelah beberapa waktu tertentu, proses korosi yang terjadi dapat dianalisa dengan metode kimia air ataupun metode *metalografi*. Metode yang paling mudah adalah metode kimia air yaitu dengan cara melakukan pengambilan sampel air kemudian unsur-unsur yang terkandung di dalam sampel dianalisa dengan AAS (*Atomic Absorbent Spectrometry*). Dari hasil analisa dapat dibandingkan antara unsur-unsur sebelum eksperimen dengan unsur-unsur yang terkandung setelah eksperimen.

Cara lain untuk mengetahui seberapa jauh proses korosi telah terjadi di antara kedua spesimen adalah dengan metode *metalografi*. Dari hasil *metalografi* akan dapat dilihat sejauh mana proses korosi telah merusak permukaan spesimen.

Oleh karena mesin *fretting* ini berguna untuk mempelajari proses korosi *fretting* yang terjadi pada pembangkit uap PLTN, maka kondisi eksperimen dari mesin *fretting* ini harus sedapat mungkin mensimulasikan kondisi operasi pembangkit PWR maupun PHWR. Walaupun demikian, hasil dari eksperimen *fretting* ini sangat tergantung pada beberapa parameter operasi yaitu :

- Jenis dan kualitas material yang digunakan.
- Kondisi lingkungan fluida yang dipergunakan
- Parameter getaran (vibrasi) yang diberikan kepada spesimen uji.

Peralatan eksperimental Mesin *Fretting* ini terdiri dari beberapa bagian yang merupakan satu kesatuan dengan bagian uji dinamik. Masing-masing pengujian ini dapat dikerjakan bersamaan ataupun sendiri-sendiri tergantung kebutuhan penelitian yang diinginkan.

Mesin *Fretting* dibagi menjadi beberapa sub-sistem yaitu a.l :

1. *Autoclave*
2. Pendingin (*Cooling*)
3. Struktur Penyangga (*Support Structure*)
4. *Vibrator* dan sistem kontrolnya.
5. *Load transducer*
6. Instrumentasi pendeteksian sampel

*Autoclave* dibuat dari bahan *stainless steel*, yang didalamnya terdapat rongga guna penempatan spesimen uji. Spesimen uji ini dirancang berbentuk khusus sesuai dengan ruang yang disediakan. Ada dua macam bentuk spesimen uji, yaitu berbentuk *fisso* dan *mobile* seperti terlihat pada Gambar 1 dan Gambar 2. Spesimen berbentuk *fisso* berguna apabila material yang dipakai sangat murah sehingga sampel dapat dibuat dari material yang sama (bagian uji dengan *supportnya*). Sedangkan untuk spesimen uji berbentuk *mobile* dibuat apabila material yang akan diuji sangat mahal harganya. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa pembuatan spesimen uji selalu berkaitan dengan segi biaya atau ekonomi.

Sistem pendingin pada Untai Uji Korosi atau dikenal dengan ECWS (*Equipment Cooling Water System*) berguna untuk mendinginkan kembali uap yang terbentuk pada aliran sekunder atau pula untuk mendinginkan aliran primer pada keadaan tertentu. Sedangkan vibrator atau shaker berguna untuk menimbulkan getaran dengan frekuensi tertentu yang akan dikenakan ke spesimen uji (Gambar 3). Getaran yang diinginkan ini disesuaikan dengan kondisi operasi pembangkit uap yang sesungguhnya. Dari berbagai komponen yang ada ini dihubungkan oleh sistem instrumentasi sehingga parameter yang ada dapat dikendalikan dengan mudah melalui kontrol panel pada Gambar 4.

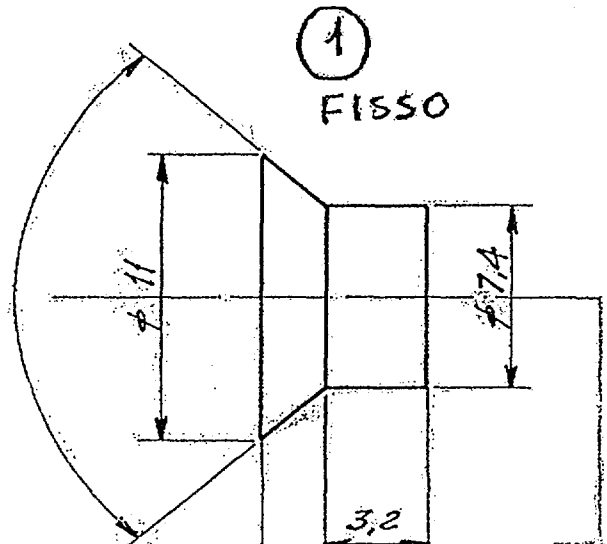
Sedangkan untuk pendeteksian kontak antar sampel digunakanlah komponen yang disebut dengan *load transducer* yang berguna untuk mengetahui

apakah kedua sampel telah mengalami kontak dan juga mengetahui berapa besar gaya antar kedua sampel tersebut.

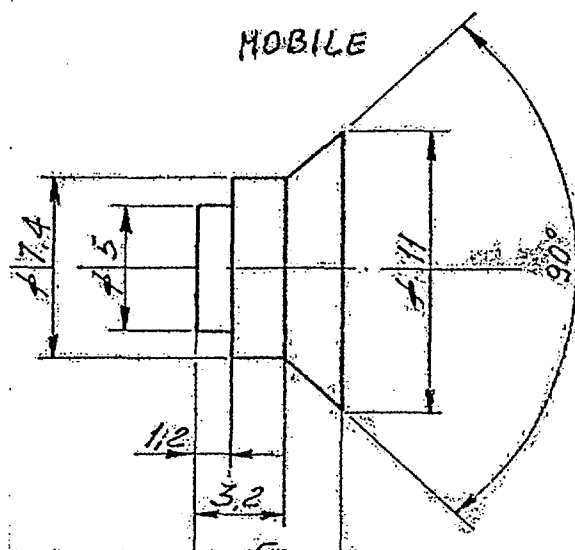
Data pengoperasian mesin *fretting* dan asesoriesnya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data desain mesin Fretting

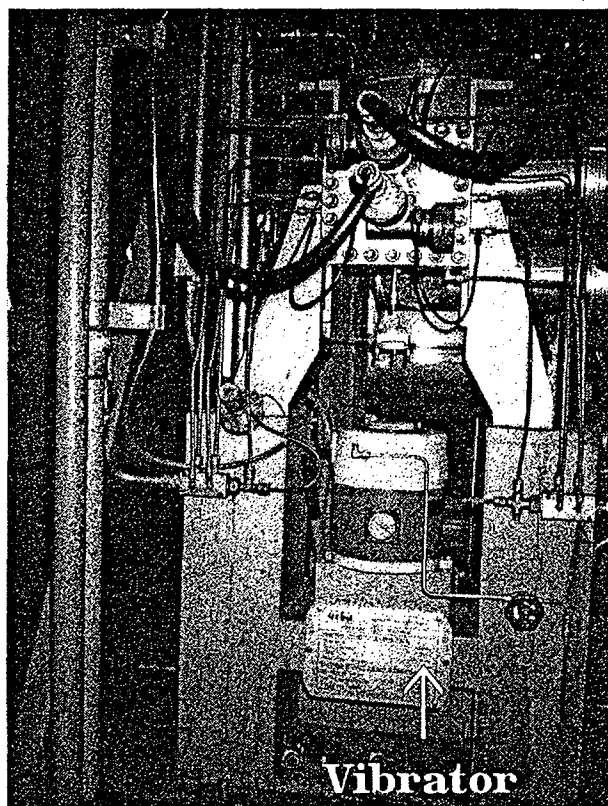
Data Termohidrolik Mesin <i>Fretting</i>		
Desain tekanan	:	10 MPa
Desain suhu	:	311 °C
Data Desain Vibrator Elektromagnetik		
Range Frekuensi	:	5 ± 500 Hz
Amplitudo getaran	:	1 ± 0.05 mm (frekuensi rendah) 0.05 ± 0.001 mm (frekuensi tinggi)
Gaya eksitasi	:	500 N
Data desain <i>Load Transducer</i>		
Tegangan input	:	3 Volt (RMS)
Range frekuensi	:	50 - 10 KHz
Sensitifitas	:	180 mV/V/mm
Nominal jangkauan linier	:	± 2.5 mm



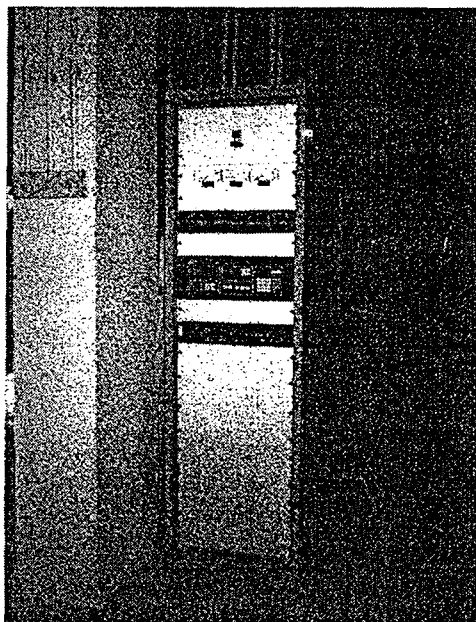
Gambar 1 . Spesimen uji Mesin *Fretting* berbentuk Fisso



Gambar 2. Spesimen uji Mesin *Fretting* berbentuk Mobile



Gambar 3. Vibrator Mesin *Fretting*



Gambar 4. Kontrol panel Mesin *Fretting*

#### TATA KERJA

Penentuan kebocoran mesin *fretting* dilakukan berdasarkan langkah-langkah sebagai berikut :

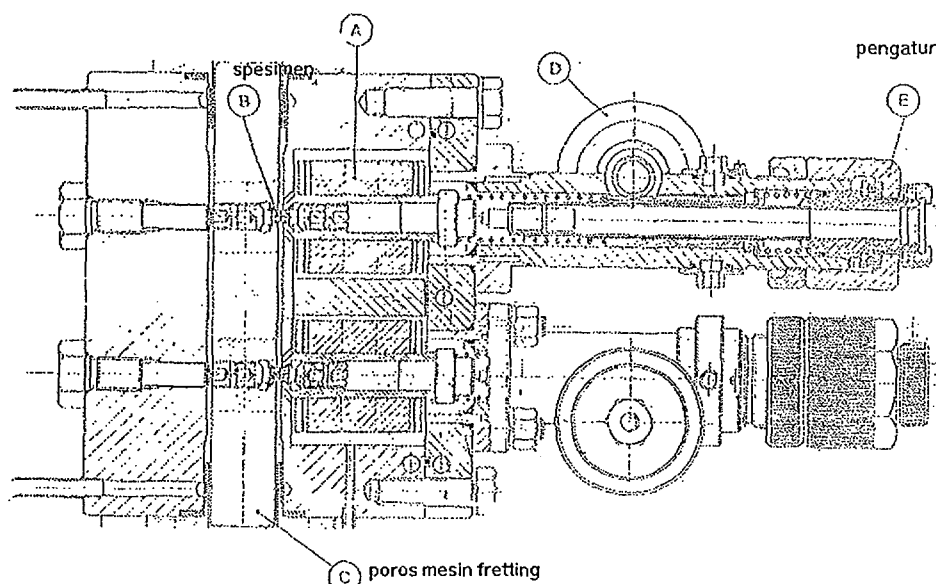
1. Operasi dingin Untai Uji Korosi, tujuan dari operasi ini dilakukan untuk mengetahui letak kebocoran dari mesin *fretting*, dan seberapa jauh pengaruhnya terhadap eksperimen yang akan dilakukan.
2. Pembongkaran Untai Uji sekaligus pengerjaan drawing ulang Mesin *Fretting*.
3. Uji Radiografi. Setelah Mesin *fretting* dibongkar maka komponen dimana terjadi kebocoran dilepas dan dibawa ke Laboratorium Balai Teknologi Uji untuk dilakukan uji radiografi.
4. Pembongkaran komponen yang rusak. Dikarenakan kita harus mengetahui spesifikasi *seal bellows* yang telah rusak maka dilakukan pembongkaran dengan merusak komponen.

#### HASIL DAN PEMBAHASAN

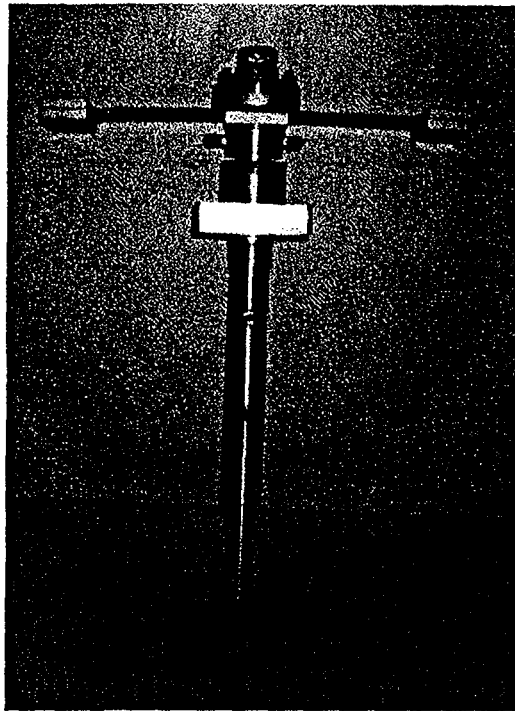
Tujuan utama dari kegiatan ini sebenarnya adalah untuk mengoptimalkan peralatan Untai Uji Korosi terutama pada bagian mesin *fretting*-nya. Langkah pertama yang dilakukan adalah pengoperasian dingin mesin *fretting* dan pembuatan spesimen uji. Setelah operasi dingin terlaksana diharapkan kita dapat melakukan penelitian dengan kondisi sebenarnya.

Pengoperasian awal pada mesin *fretting* ini adalah berupa operasi dingin yaitu berupa sirkulasi aliran primer tanpa menghidupkan elektrikal heater. Dari hasil eksperimen dingin ternyata setelah dilakukan pengecekan terdapat kebocoran pada poros utama mesin *fretting*. Karena hal inilah maka operasi dihentikan. Untuk menindak lanjuti hasil temuan ini maka dilakukanlah pembongkaran mesin *fretting*. Gambar diagram dari mesin *fretting* ini dapat dilihat pada Gambar 5.

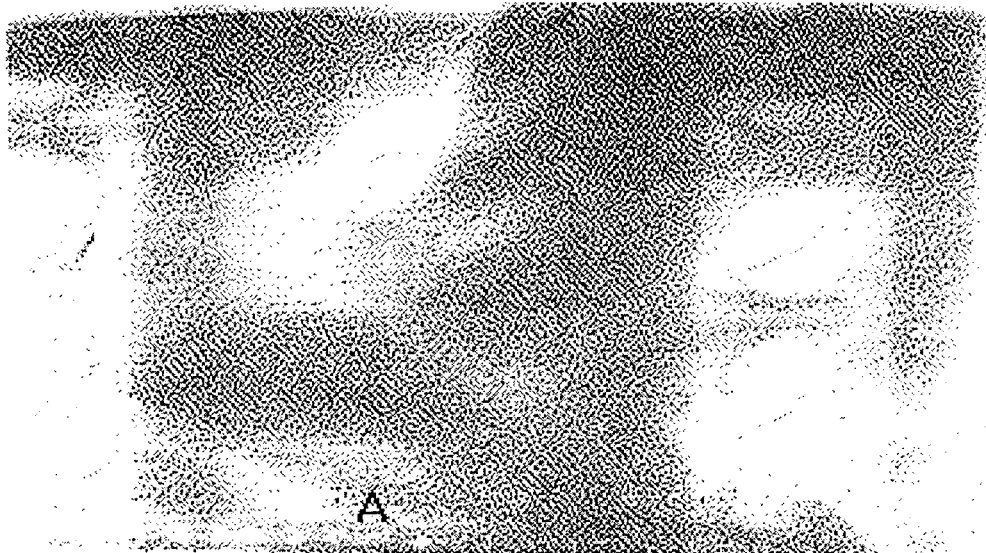
Setelah dilakukan pembongkaran diketahui bahwa kerusakan ini terjadi pada support dinamik dari poros penempatan spesimen ujiannya. Sebenarnya pada Mesin *Fretting* ini terdapat dua komponen support dinamik, yaitu bagian atas dan bawah (Gambar 6). Kerusakan yang terjadi adalah komponen support dinamik bagian bawah. Untuk mengetahui letak kebocoran di dalam *support* dinamik tersebut dilakukan pengujian radiografi. Hasil dari pengujian radiografi ini dapat dilihat pada Gambar 7 dan Gambar 8.



Gambar 5. Bagian-bagian Mesin *Fretting*

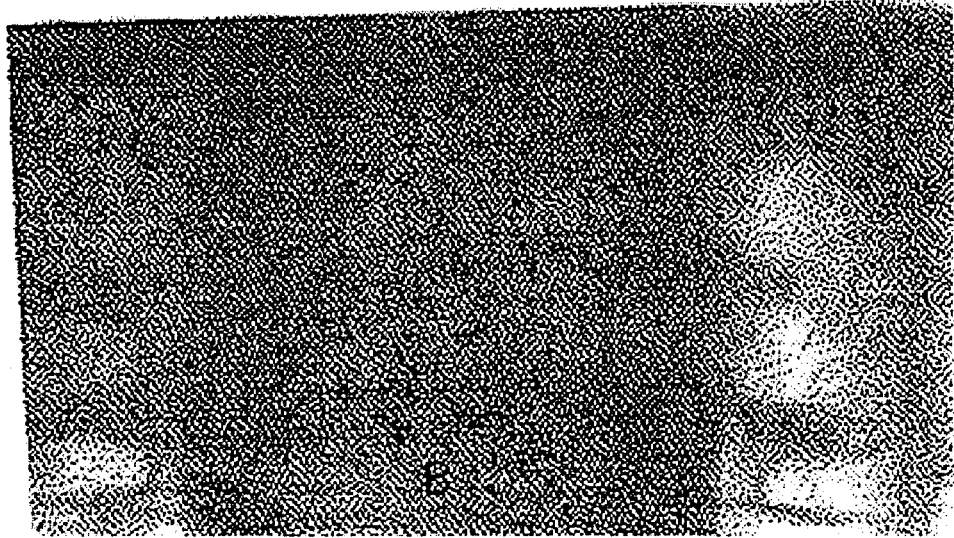


Gambar 6 . Poros mesin *fretting* dengan lobang penempatan spesimen uji



Gambar 7. Hasil radiografi dipandang dari sisi A

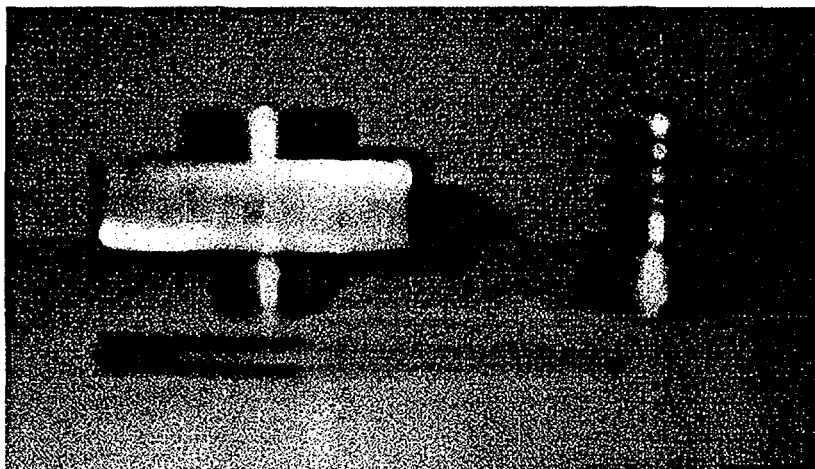




Gambar 8. Hasil radiografi dipandang dari sisi B

Dari Gambar 8, terlihat bahwa seal bellows yang ada pada komponen mesin *fretting* masih dalam keadaan baik. Tetapi dari Gambar 7 terlihat adanya gambar putus pada sisi kiri *seal bellows* tersebut. Hal ini menandakan bahwa kebocoran pada mesin *fretting* sebenarnya disebabkan oleh adanya *crack* atau retak pada *seal bellows* komponen *support* dinamik poros mesin *fretting*.

Karena komponen yang rusak ini harus diperbaiki, maka harus diketahui pula bentuk dimensi *seal bellows* maupun spesifikasinya. Oleh sebab itu maka dilakukan pengujian merusak dari komponen ini. Hasil pengujian rusak dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9 . Support dinamik mesin *fretting* yang telah rusak penyebab kebocoran

## KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil pengujian Mesin Fretting, kebocoran yang terjadi diakibatkan oleh adanya kerusakan atau *crack* pada *seal bellows*. Hal ini ditunjukkan dari pembacaan film radiografi maupun pembongkaran komponen support dinamik. Kerusakan mesin fretting ini selanjutnya akan diperbaiki dengan pembuatan suku cadang yang baru ataupun pembelian *seal bellows*.

## DAFTAR PUSTAKA

1. AECL, *Energia Nucleare Energie Alternative*, Rome, Italia, 1987.
2. SEDRIKS, A. JOHN, *Corrosion of Stainless Steel*, John Wiley & Sons, New York, 1979.
3. TRETHERWEY, KR; CHAMBERLAIN, J, *Korosi Untuk Rekayasawan*, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 1991.
4. MITROVIC, SPANOVIC et.al, *The Effect of Cl Ions on The Passivation of Fe26Cr Alloy*, National Research Council Of Canada, 1987
5. FEBRIANTO, *Penelitian Korosi Lobang Pada Logam Besi Dengan Analisa Spektrum Fluktuasi Arus Korosi*, PPTKR BATAN, 1992
6. ANSALDO, *Untai Uji Korosi (Primary Loop)*, Italia, 1987
7. WESTINGHOUSE, *Pressurized Water Reactor Training Manual Book*, USA, 1977
8. SYAHNIZA, *Pengukuran Korosi Lobang Terhadap Pengaruh Klorida Pada Material Pembangkit uap (SS316 dan SS314) dengan Potensiodinamik*, Universitas Andalas, Padang, 1996.