

# KALPIKA

*JURNAL ILMU TEKNIK MESIN*

Volume 1, Nomor 1, APRIL 2015

**JURNAL**

**Ir. Tatang Subagdja, MT & Andrie Kurniawan**

*ANALISIS PENGARUH FOULING PADA HEAT EXCHANGER SHELL AND TUBE KOMPRESOR GEMINI FS504*

**Ir. Hidayat & David Hasiholan Dolok Saribu**

*ANALISIS EFISIENSI KETEL UAP UNTUK MESIN PRESS DI PT-XYZ*

**Denny Prumanto, ST., MT & Achmad Jaelani**

*ANALISIS KEGAGALAN CENTER FRAME LOWER PADA EXCAVATOR HITACHI 20 TON*

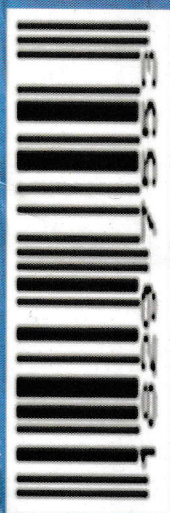
**Ir. Muchayar, MT & Farifudin Dwi Ariyanto**

*ANALISIS DAYA TAHAN BUSI NGK TIPE BP 6 HS PADA SEPEDA MOTOR YAMAHA MIO*

**Sunarno, ST & David Togu Hasudungan Sirait**

*ANALISIS AERODINAMIS SUHU TURBIN ANGIN SUMBU HORIZONTAL*

J. KALPIKA	VOL.1	N0.1	HAL 1-36	JAKARTA APRIL 2015	ISSN 18297553
------------	-------	------	----------	-----------------------	------------------







# KALPIKA

*Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*

Volume 1, Nomor 1, April 2015

## STAF REDAKSI

- Penasihat** : Dr. Harjono Padmono Putro, S.Kom., M.Kom
- Ketua** : Ir. JP. Damanik, M.Si
- Penyunting** : Prof . Dr. Ir. Bambang Teguh P, DEA  
Dr. Didit S. R, MM  
Dr. Suwanda, ST., MT  
Ir. Muchayar, MT  
Chotim Subandi, S Kom, MT
- Penyunting Pelaksana** : Afri Sujarwanto, ST  
Andika, ST
- Sekretariat** : Satrio Y, ST  
Sutarto

## Alamat redaksi

Universitas Krisnadwipayana  
Kampus Jatiwaringin, Jakarta PO. BOX 7774/Jat.CM  
Telp. : 021-846 2229, Fax : 021-84998529  
E-mail : Jurnal\_kalpika@wowmail.com  
[Jurnal\\_kalpika@gmail.com](mailto:Jurnal_kalpika@gmail.com)

JAKARTA 13077

JURNAL

## DAFTAR ISI

1. Analisis Pengaruh *Fouling* Pada *Heat Exchanger Shelland Tube* Kompresor Gemini Fs504  
Oleh : Ir. Tatang Subagdja, MT & Andrie Kurniawan..... 1 - 6
2. Analisis Efisiensi Ketel Uap Untuk Mesin Press Di PT-XYZ  
Oleh : Ir. Hidayat & David Hasiholan Dolok Saribu..... 7 - 13
3. Analisis kegagalan *center frame lower* pada *Excavator* hitachi 20 ton  
Oleh : Ir. Denny Prumanto, MT & Achmad Jaelani..... 14 - 20
4. Analisis Daya Tahan Busi Ngk Tipe BP 6 HS Pada Sepeda Motor Yamaha Mio  
Oleh : Ir. Muchayar, MT & Sarifudin Dwi Ariyanto ..... 21 – 28
5. Analisis Aerodinamis Sudu Turbin Angin Sumbu Horizontal  
Oleh : Sunarnno, ST & David Togu Hasudungan Sirait..... 29 - 36

## Dari Redaksi

Ulang tahun adalah sinar matahari. Begitulah sering dikatakan orang-orang bijak maksudnya, beranjak dari ulang tahun, masa depan diharapkan akan senantiasa bersinar-sinar seperti matahari.

Akan tetapi , sinar matahari "terpaksa" harus kami lihat secara berbeda , dalam kaitan dengan ulang tahun pertama *kalpika*. Sinar matahari bagi kami, adalah simbol sumber energi yang, oleh karena itu, harus kami mentaatkan seefektif dan seefisien mungkin, sinar matahari sebagai symbol, kami para pengurus *kalpika*. ingin terus menerus berenergi alias bersemangat untuk menghadirkan *kalpika* kepada anda tepat pada waktunya melalui simbol matahari, berangkat dari ulang tahun pertama, *kalpika* ingin bertekad senantiasa mengunjungi anda. bukan malah surut dan kemudian lenyap ditelan waktu.

*Kalpika*, sebagai jurnal yang bervisi sebagai wadah unggulan penelitian (dalam makna luas), mengenai teknik dunia permesinan, setidaknya sudah mengawali kiprahnya melalui sajian naskah yang bervariasi (namun tetap terikat oleh visinya), mulai dari penelitian murni empirik hingga penelitian yang bersifat terobosan filosofis. Hingga tahun pertama kelahirannya, *kalpika* pun sudah membuktikan konsistennya pada jadwal terbit. Hal ini, tentu saja berkat hubungan baik dengan relasi-relasi kami, terutama para kontribusi naskah. Oleh karena itu, dalam rangkamenjelang hari ulang tahun pertama *kalpika*, kami ingin mengucapkan terimakasih para relasi kami itu, termasuk juga kepada Anda, para pembaca.

Ulang tahun adalah sinar matahari. Ungkapan orang-orang bijak, dalam kaitan ini, akan kami jadikan simbol mengenai sinar matahari yang setia mengunjungi kita setiap pagi. Kami pun akan berupaya setia mengunjungi Anda sesuai jadwal, Kontaklah terus kami, berilah kami masukan konstruktif, sehingga kesetiaan kami senantiasa terjaga.

Selamat membaca (Red)



# ANALISIS KEGAGALAN CENTER FRAME LOWER PADA EXCAVATOR HITACHI 20 TON

**Denny Prumanto, ST., MT & Achmad Jaelani**  
Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Krisnadwipayana  
Kampus Jatiwaringin, Jakarta 13007  
Tlp : 021-846229, 021-8462230, 021-8462231, Fax : 021-8462461

## Abstract

*Center Frame Lower the main part of the trickling Hydraulic Excavator. Trackling function is as a tool Hydrolic Excavator driving in runs. Trackling the lower part of the Hydrolic Excavator. Because it is a bottom at Hydrolic Excavator, Trackring become the foundation of the other part. Excess load may result in damage to the Trackling. Besides unfavorable manufacturing process can also reduce the quality of the product. It is necessary for further observation of such defects. "Failure Analysis Center Frame Lower on Excavator Hitachi 20 Ton" This is a discussion that is through research / experimental and theoretical research in finding the cause of the damage. From the test results after suffering a broken seen reduced early after suffering a broken element, besides the hardness value below the value of the initial material hardness. In the sample broke, broken lower voltage value. Welded joints of samples broke at the weld material, there were no indications of fatigue fracture. Shape static fracture surface is broken, it can be seen from the results of welds is less than perfect. Visual observation of the surface of the sample above shows brittle fracture appears shiny and grained. Fault with these characteristics also called granular fracture or cleavage facture. Initial fracture occurs in the HAZ due to static loads. The microstructure of the weld boundary area, there are micro cracks due to corrosion.*

## Abstrak

Center Frame Lower merupakan Bagian utama dari Trackling Hydrolic Excavator. Fungsi Trackling adalah sebagai alat penggerak Hydrolic Excavator dalam berjalan. Trackling merupakan bagian paling bawah pada Hydrolic Excavator. Karena merupakan bagian bawah pada Hydrolic Excavator, Trackring menjadi tumpuan bagian lain. Beban berlebih dapat mengakibatkan timbulnya kerusakan pada Trackling. Selain itu Proses pembuatan yang kurang baik juga dapat mengurangi kualitas Produk tersebut. Untuk itu perlu dilakukan pengamatan lebih lanjut mengenai kerusakan tersebut. "Analisis Kegagalan Center Frame Lower pada Excavator Hitachi 20 Ton" ini merupakan bahasan yang melalui riset/penelitian secara eksperimental dan teoritis dalam menemukan penyebab kerusakannya. Dari hasil pengujian setelah mengalami patah terlihat berkurangnya unsur awal setelah mengalami patah, selain itu nilai kekerasannya dibawah nilai kekerasan bahan awal. Pada sampel yang mengalami patah, nilai tegangan patah lebih kecil. Sambungan las dari sampel yang mengalami patah pada material las, tidak ditemukan adanya indikasi patah lelah. Bentuk permukaan patahan bersifat patah statik, hal tersebut dapat dilihat dari hasil lasan yang kurang sempurna. Dari pengamatan visual permukaan sampel diatas terlihat patahan getas nampak berkilat dan berbutir. Patahan dengan ciri-ciri tersebut dinamakan juga granular fracture atau cleavage facture. Awal patah terjadi pada daerah HAZ akibat beban statik. Struktur mikro daerah batas las, terdapat retak mikro akibat korosi.

**Kata Kunci : Kegagalan, Center Frame Lower, Excavator, 20 Ton.**



## 1. Pendahuluan

### 1.1. Latar Belakang

Seiring perkembangan jaman, Kebutuhan peralatan berat untuk pembangunan konstruksi dan pertambangan semakin kompleks, sehingga manusia merancang *excavator* menjadi semakin sempurna. Pada awalnya fungsi *excavator* hanyalah sebagai alat penggali tanah yang berjalan di atas rel kereta api dan hanya dimotori oleh mesin uap serta menggunakan system manual berupa seling dan rantai untuk menggerakkan *bucket* (alat kerja / alat keruk), dan hanya bisa berputar 90 derajat.

*Center Frame Lower* merupakan Bagian utama dari *Trackling Hydrolic Excavator*. Fungsi *Trackling* adalah sebagai alat penggerak *Hydrolic Excavator* dalam berjalan. *Trackling* merupakan bagian paling bawah pada *Hydrolic Excavator*. Karena merupakan bagian bawah pada *Hydrolic Excavator*, *Trackring* menjadi tumpuan bagian lain. Banyak beban dinamis yang terjadi pada bagian *Hydrolic Excavator* lainnya seperti ; *Main Frame* , *Boom and Arm*. Hal itu memungkinkan *Trackling* menahan beban tersebut. Beban berlebih dapat mengakibatkan timbulnya kerusakan pada *Trackling*. Selain itu Proses pembuatan yang kurang baik juga dapat mengurangi kualitas Produk tersebut. Untuk itu perlu dilakukan pengamatan lebih lanjut mengenai kerusakan tersebut.

Atas dasar hal itu, maka penulis mencoba untuk mencari tahu lebih lanjut mengenai kerusakan tersebut dengan mengambil judul Tugas Akhir "*Analisis Kegagalan Center Frame Lower pada Excavator Hitachi 20 Ton*" dan mencoba menganalisa kerusakan tersebut secara teoritis dan eksperimental.

### 1.2. Perumusan Masalah

1. Bagaimana kerusakan material *Center Frame Lower* sebagai bagian utama *Trackling Hydrolic Excavator* ?
2. Faktor apakah yang mempengaruhi terjadinya kerusakan *Center Frame Lower* ?

### 1.3. Batasan Masalah

1. Pengujian material dilakukan dengan metode eksperimental
2. Model *Hydrolic Excavator* yang diambil adalah *type Hydrolic Excavator* 20 ton Hitachi.
3. Proses pengamatan dilakukan pada *Trackling* yang telah mengalami patah pada bagian *Center Frame Lower*.

### 1.4. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui penyebab kerusakan *Center Frame Lower* pada *Trackling Hydrolic Excavator type* 20 ton.
2. Memberikan solusi agar dilakukan perbaikan pada setiap proses dan penggunaan produk.

### 1.5. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian kali ini diharapkan dapat bermanfaat dan menjadi masukan bagi PT.Hitachi Construction Machinery Indonesia, khususnya dalam proses pembuatan *Center Frame Lower* agar dapat menciptakan produk yang berkualitas baik. Sehingga dapat bersaing dengan produsen *Hydrolic Excavator* lainnya dalam era globalisasi ini, dimana kebutuhan akan *Hydrolic Excavator* sangat besar.

Sedangkan untuk instansi kampus, diharapkan dapat bermanfaat sebagai sumbangan literatur atau bahan untuk penelitian selanjutnya. Serta untuk diri sendiri diharapkan dapat menambah wawasan tentang analisis kegagalan pada *Hydrolic Excavator*.



## 1.6. Hipotesis

Apabila pada pembuatan *Center Frame Lower excavator* 20 ton mengalami proses fabrikasi yang tidak sempurna maka akan mengalami kerusakan produk.

## 1.7. Metode Penelitian

1. Metode Ekperimental, yaitu pengujian laboratorium
2. Metode Teoritis

## 2. Landasan Teori

### 2.1. Sejarah Excavator

*Excavator* pertama kali diciptakan pada tahun 1835 oleh seorang pemuda berusia 22 tahun bernama William Smith Otis, yang merupakan seorang ahli mekanik asal Amerika Serikat. William Smith Otis adalah anak dari pasangan Isaac Otis dan Tryphena Hannah Smith yang lahir pada tanggal 20 september 1813 di Pelham, Massachussetts, USA. William memulai karyanya sejak berusia 20 tahun dimana pada waktu itu dia mulai menunjukkan kecerdasannya.

Secara umum komponen *Excavator* sebagai alat berat terdiri dari;

1. *Bucket*, merupakan komponen utama dan khasnya dari excavator. Alat ini digunakan untuk menggali atau mengeruk tanah.
2. *Bucket cylinder*, adalah alat yang berfungsi untuk menggerakkan *bucket*.
3. *Arm*, adalah suatu alat yang berfungsi untuk menggerakkan *bucket* naik turun.
4. *Arm cylinder*, adalah alat yang berfungsi untuk menggerakkan *arm*.
5. *Boom*, adalah tuas utama yang digunakan untuk menggerakkan *arm* naik turun.
6. *Boom cylinder*, adalah alat untuk menggerakkan *boom*.
7. *Tracker*, adalah alat untuk menggerakkan *excavator*.

8. Kabin, adalah alat yang digunakan operator untuk menggerakkan *excavator*.

### 2.2. Klasifikasi dan Sifat-Sifat Bahan

Bahan adalah suatu material dimana suatu benda itu dibentuk bukan selalu satu jenis bahan tertentu, tetapi didapat dari berbagai jenis bahan yang menjadi satu kesatuan sifat. Sukar untuk membedakan definisi antara material dengan material teknik yang memang khusus untuk bahan-bahan yang dipergunakan untuk produk teknik sehingga diperlukan memberikan definisi apa itu material dan apa itu material teknik.

Baja karbon biasanya dapat dibedakan menurut macamnya, golongan, tingkat dan kualitas. Menurut tingkat baja karbon biasanya dibagi menjadi baja karbon rendah, baja karbon sedang, dan baja karbon tinggi

### 2.3. Proses Pengelasan

Menurut DIN (Deutch Industrie Normen) las adalah suatu ikatan metalurgi pada sambungan logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair. Dari definisi tersebut dapat dijabarkan lebih lanjut bahwa las adalah sambungan setempat dari beberapa batang logam dengan menggunakan energi panas.

Proses pengelasan berkaitan dengan lempengan baja yang dibuat dari kristal besi dan karbon sesuai struktur mikronya, dengan bentuk dan arah tertentu. Lalu sebagian dari lempengan logam tersebut dipanaskan hingga meleleh. Kalau tepi lempengan logam itu disatukan, terbentuklah sambungan. Umumnya, pada proses pengelasan juga ditambahkan dengan bahan penyambung seperti kawat atau batang las. Kalau campuran tersebut sudah dingin, molekul kawat las yang semula merupakan bagian lain kini menyatu.



## 2.4. Retak pada Daerah Las

Retak las dapat dibagi dalam dua kelompok yaitu kelompok retak dingin dan kelompok retak panas. Retak dingin adalah retak yang terjadi di daerah las pada suhu dibawah suhu transformasi martensit ( $M_s$ ) yang tingginya kira-kira  $300^\circ\text{C}$ , sedangkan retak panas adalah retak yang terjadi pada suhu diatas  $550^\circ\text{C}$ .

Retak dingin terjadi tidak hanya pada daerah HAZ, tetapi juga pada logam las. Retak dingin pada daerah pengaruh panass yang sering terjadi dapat dilihat dalam gambar 2.9. Retak dingin utama pada daerah ini adalah retak bawah manik las, retak akar, dan retak kaki. Sedangkan retak dingin pada logam las biasanya adalah retak memanjang dan retak melintang.

## 2.5. Perhitungan Kekuatan Sambungan

Besarnya konsentrasi tegangan yang terjadi di dalam las sudut dapat mencapai antara 6 sampai 8 kali pada akar las dan antara 2 sampai 6 kali pada kaki las. Kekuatan tarik dari sambungan las sudut didasarkan atas beban patah dan dihitung dengan persamaan berikut :

$$\text{Tegangan patah } \sigma = \frac{P}{htLn} = \sqrt{2} \frac{F}{hLn} \quad (\text{kg/mm}^2) \quad (\text{Persamaan 2.6. Daftar Pustaka/Referensi No.5})$$

Di mana :

- P = beban tarikan patah (kg)
- L = panjang kaki (mm)
- N = jumlah sambungan sudut
- $h_t$  = tebal leher teoritis (mm)
- h = ukuran sudut (mm)

Perhitungan tegangan untuk menghitung Center Frame Lower menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\sigma = \frac{P}{ht} \quad (\text{kg/mm}^2)$$

## 2.6. Failure

Kegagalan mekanik dapat didefinisikan sebagai perubahan ukuran, bentuk atau struktur properti material, mesin, atau bagian *part* mesin itu sendiri

yang berpengaruh pada fungsi mesin tersebut (*Jack A. Collins, Failure of Materials in Mechanical Design*). Merupakan tanggung jawab utama dari perancang mesin untuk menjamin rancangan yang dibuat sesuai dengan kebutuhan pasar. Dalam analisa kegagalan sangat diperlukan pengetahuan mengenai kegagalan itu sendiri, prediksi kegagalan dan pencegahan akan kegagalan tersebut. Setiap rancangan dilakukan dengan tujuan untuk menciptakan dan optimasi apa yang manusia inginkan. Dalam pengertian mengenai perancangan mesin yang sempurna maka suatu rancangan mesin yang meskipun akan mengalami kegagalan diharapkan dapat memberikan *life time* yang terbaik.

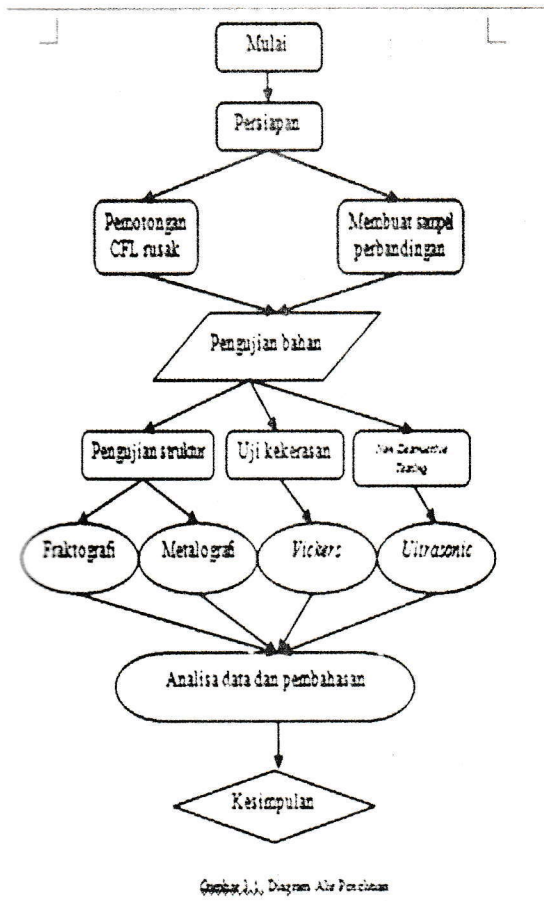
## 2.7. Fatigue

*Fatigue* adalah salah satu jenis kerusakan/kegagalan yang diakibatkan oleh beban berulang (*Donald J Wuppy, Understanding How Component Fail*). Ada 3 fase didalam kerusakan akibat fatigue yaitu ; pengintian retak (*crack initiation*), perambatan retak (*crack propagation*) dan patah static (*fracture*). Formasi dipicu oleh inti retak yang dapat berawal dari lokasi yang paling lemah kemudian terjadi pembebanan bolak balik yang menyebabkan local plastisitas sehingga terjadi perambatan retak hingga mencapai ukuran retak kritis dan akhirnya gagal. Kerusakan jenis ini paling banyak terjadi didunia teknik yaitu kira-kira 90 % dari semua kerusakan/kegagalan yang sering terjadi.

## 3. METODE PENELITIAN

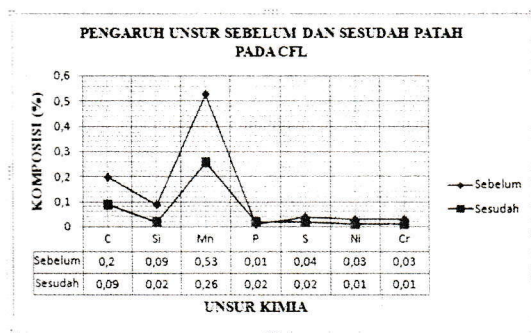
### 3.1. Prosedur Penelitian





#### 4. Perhitungan dan Pembahasan

##### 4.1. Pengaruh Unsur Kimia Sebelum dan Sesudah Patah pada *Center Frame Lower* (CFL)

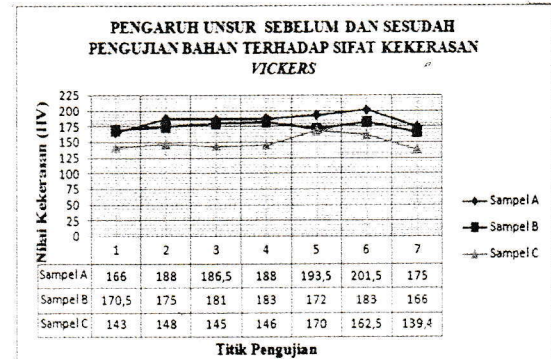


Grafik 4.1. Pengaruh Unsur Sebelum dan Sesudah Patah pada CFL

Pada grafik diatas terlihat persentase unsur setelah mengalami patah hampir semua berada dibawah persentase komposisi awal. Hal ini membuktikan bahwa salah satu penyebab patah pada *Center Frame*

*Lower* adalah berkurangnya persentase awal komposisi kimia pada bahan *Center Frame Lower*.

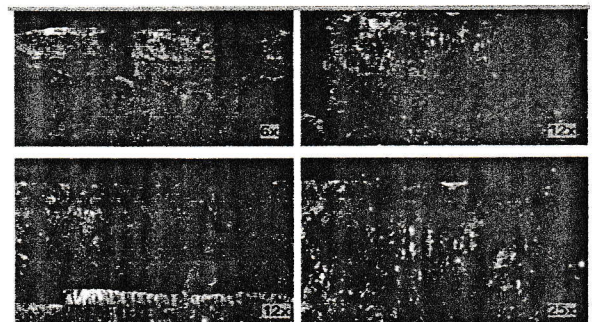
##### 4.2. Pengaruh Unsur Sebelum dan Sesudah Pengujian Bahan Terhadap Sifat Kekerasan *Vickers*



Grafik 4.2. Pengaruh Unsur Sebelum dan Sesudah Pengujian Bahan Terhadap Sifat Kekerasan *Vickers*

Dari hasil pengujian kekerasan *Vickers* terlihat pada grafik di atas bahwa nilai kekerasan pada sampel C (patah) lebih rendah dari pada sampel A dan Sampel B dengan nilai rata-rata kekerasan mencapai 150,5 HV. Sedangkan nilai kekerasan yang tertinggi adalah sampel A yang merupakan sampel pembandingan dengan pengelasan 2F dengan nilai rata-rata kekerasan 185,5.

##### 4.4. Analisis Pengamatan Fraktografi dan Metalografi

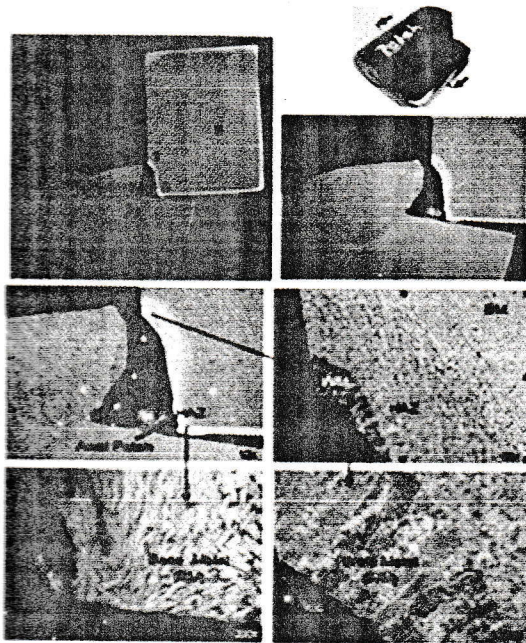


Gambar 4.1. Pengamatan Fraktografi

pada photo makro menunjukkan dengan jelas permukaan patahan dari hasil proses las yang tidak sempurna. Dari pengamatan visual permukaan sampel



diatas terlihat patahan getas nampak berkilat dan berbutir. Patahan dengan ciri-ciri tersebut dinamakan juga *granular fracture* atau *cleavage fracture*.



Sampel potongan melintang las, pada photo makro etsa terlihat awal patah dimulai dari daerah HAZ (lihat panah) akibat beban statik. Struktur mikro daerah batas las, terdapat retak mikro akibat korosi. Struktur mikro material batas las dengan material dasar, tidak ditemukan adanya retak/cacat sedangkan struktur mikro material pelat bawah berupa ferit ( $\alpha$ ) dan perlit ( $\alpha+Fe_3C$ ). Etsa: nital 2%.

## 5. Kesimpulan Dan Saran

### 5.1. Kesimpulan

1. Salah satu penyebab patah pada *Center Frame Lower* adalah berkurangnya persentase awal komposisi kimia pada bahan *Center Frame Lower*.
2. Nilai kekerasan pada sampel C (patah) lebih rendah dari pada sampel A dan Sampel B dengan nilai rata-rata kekerasan mencapai 150,5 HV. Sedangkan nilai kekerasan yang tertinggi adalah sampel A yang merupakan sampel

pembandingan dengan pengelasan 2F dengan nilai rata-rata kekerasan 185,5.

3. Tegangan patah pada Sampel C (patah) lebih kecil dari pada tegangan patah pada Sampel A dan B yang merupakan sampel pembandingan pengelasan yang baik. Hasil perhitungan tegangan patah yang lebih kecil menjadi bukti sampel tersebut lebih rentan mengalami kerusakan/patah.
4. Sambungan las dari sampel yang mengalami patah pada material las, tidak ditemukan adanya indikasi patah lelah. Bentuk permukaan patahan bersifat patah statik, hal tersebut dapat dilihat dari hasil lasan yang kurang sempurna.
5. Dari pengamatan visual permukaan sampel patah terlihat patahan getas nampak berkilat dan berbutir. Patahan dengan ciri-ciri tersebut dinamakan juga *granular fracture* atau *cleavage fracture*.
6. Penetrasi yang baik adalah pada sampel A, dimana pada sampel tersebut dilakukan pengelasan dengan posisi 2F.
7. Penyebab utama kerusakan adalah akibat pergerakan dinamis excavator.

### 5.2. Saran

1. Dalam proses pengelasan *Center Frame Lower* harusnya dilakukan dengan posisi 2F.karena pada posisi ini penetrasi pengelasan sangat baik, nilai kekerasan bahan tinggi, dan tegangan patah yang lebih kecil, hal ini dapat mengurangi potensi *Center Frame Lower* mengalami kegagalan berupa patah pada daerah las.
2. Untuk Membuat suatu produk, hendaknya dilakukan oleh orang yang memahami prosedur pekerjaan. Begitu juga dalam pembuatan *Excavator*, khususnya *Center Frame Lower*. Hendaknya



operator las yang bersangkutan mendapat pelatihan lebih dahulu agar dapat mengetahui proses pengelasan yang baik.

#### **6. Daftar Pustaka**

1. E. Dieter George; Metalurgi Mekanik Jilid 1, Erlangga, Jakarta, 1996.
2. E. Dieter George; Metalurgi Mekanik Jilid 2, Erlangga, Jakarta, 1996.
3. Sallman R.E; Metalurgi Fisik Modern, Gramedia, Jakarta, 1991.
4. S. Clark Donald, R. Varney Wilbur; *Physical Metallurgi*, D. Van Nostrand Company Inc, Canada, 1952
5. Wiryosumarto Harsono, Okumura Toshie; Teknologi Pengelasan Logam, Pradnya Paramita, Jakarta, 1981