

PROCEEDING

ISBN 979-96022-45-7



SEMINAR NASIONAL MATERIAL TEKNIK

"Perkembangan Material Teknik dalam Industri Logam, Manufaktur dan Kimia"

Ruang Auditorium Gedung Pasca Sarjana ITS
21 - 22 Maret 2002



Program Studi
Teknik Material ITS



Himpunan Mahasiswa
Teknik Material ITS



Seminar Material Teknik 2002



"Perkembangan Material Teknik dalam Industri Logam, Manufaktur dan Kimia"

Surabaya, 21-22 Maret 2002

KAMIS, 21 MARET 2002

Event : Opening And Panel Discussion
Venue : Main Room
Chairperson : Rochman Rochiem

Time Range

07.³⁰ - 08.³⁰

08.³⁰ - 08.⁴⁰

08.⁴⁰ - 08.⁵⁰

08.⁵⁰ - 09.⁰⁰

09.⁰⁰ - 09.¹⁰

09.¹⁰ - 09.³⁰

09.³⁰ - 09.⁵⁰

09.⁵⁰ - 10.¹⁰

10.¹⁰ - 10.³⁰

10.³⁰ - 11.⁰⁰

Registration

Opened by Master of Ceremony

Sambutan Ketua pelaksana SEMATEK 2002

Sambutan Ketua Program Studi Teknik Material

Sambutan Rektor ITS sekaligus pembukaan

COFFEE BREAK

Keynote Speech oleh Kepala Dinas Teknologi PERTAMINA :

Ir. Sunoto Murbini

Keynote Speech oleh Direktur Operasional PT Dok dan Perkapalan Kodja Bahari

Persero : Ir. Irnanda Laksanawan, MSc.Eng

Keynote Speech oleh Dekan Fakultas Teknologi Industri :

Ir. Achmad Roesyadi, MSc

Diskusi Panel

Technical Program

Main Room,

Session Number

: I

Session Title

: Polymer, Composite and Non Ferrous Materials

Chairperson

: Moh. Faried

Time Range	Title	Presenter	Institution	Moderator
11. ⁰⁰ - 11. ²⁵	Pemanfaatan Limbah Kayu dan Bambu untuk Kayu Laminasi Kapal	Widodo, AB Rosyid, DM	Program Pasca Sarjana Teknologi Kelautan ITS	Sulistijono
11. ²⁵ - 11. ⁵⁰	Analisa Pertumbuhan Delaminasi Pada Pembebanan Fatik Mode I Komposit Laminat GFRP	Sulistijono, Agung Purniawan	Program Studi T. Material ITS	Subowo
11. ⁵⁰ - 12. ¹⁵	Pengaruh Proses Quench Temper terhadap Umur Lelah Baja SUP 9 (Uji Fatik dan Prediksi Metode 4 Titik)	Subowo, Hari Subiyanto	Jurusan T. Mesin ITS	Sulistijono
12. ¹⁵ - 13. ⁰⁰	LUNCH and REST			
13. ⁰⁰ - 13. ²⁵	Karakteristik Mekanik, Mekanisme Kerusakan dan Metode Repair Komposit GFRP Pada Pembebanan Statik dan Dinamik	Sulistijono	Program Studi T. Material ITS	Widodo, AB

Ruang Auditorium Gedung Pasca Sarjana ITS



Jadwal Acara



Seminar Material Teknik 2002



"Perkembangan Material Teknik dalam Industri Logam, Manufaktur dan Kimia"

Surabaya, 21-22 Maret 2002

Session Number : II
Session Title : Metallurgy and Process
Chairperson : Rochman Rochiem

Time Range	Title	Presenter	Institution	Moderator
13. ²⁵ -13. ⁵⁰	Pengaruh Katalis Oksida dan Krom Terhadap Emisi Gas CO, HC dan Daya Mesin Pada Kendaraan Bermotor	Mahirul M, Arif Cahyono	Jurusan T. Mesin ITS, Jurusan T. Lingkungan ITS	Arif Basuki
13. ⁵⁰ -14. ¹⁵	Stabilisasi Austenit dengan Deformasi di Daerah Interkritis dan Pengaruhnya Terhadap Sifat Tarik Baja TRIP 0,4C	Arif Basuki	Program Studi T. Material ITB	I Nyoman Jujur
14. ¹⁵ -14. ⁴⁰	Pembuatan Stainless Steel Dari Bahan Baku Ferro Nikel Pomalaa	I Nyoman Jujur	BPPT Material	Benny Bandanadjaja
14. ⁴⁰ -15. ³⁰	COFFEE BREAK			
15. ³⁰ -15. ⁵⁵	Analisis Perubahan Sifat Mekanik dan Struktur Mikro Besi Cor Nodular 700 Setelah Mengalami Proses Perlakuan Panas	Benny Bandanadjaja	Jurusan Pengecoran POLMAN Bandung	Hery Sonawan
15. ⁵⁵ -16. ³⁰	Karakteristik hasil Pengelasan Baja Hadfield terhadap Baja Karbon dengan Menggunakan Proses SMAW dan Kombinasi Elektroda E316L + E7018	Hery Sonawan, Rochim Suratman	Jurusan T. Mesin UNPAS	Mahirul M
16. ³⁰ -16. ³⁰	Closed by Master of Ceremony			

Second Room,
Session Number : III
Session Title : Corrosion and Prevent of Corrosion
Chairperson : Sadino

Time Range	Title	Presenter	Institution	Moderator
11. ⁰⁰ -11. ²⁵	Sistem Matematika Modeling sebagai Pengendalian Korosi Instalasi Baja pada Industri Kimia	Suharto, Bambang Susilo Widodo	Jurusan T. Mesin UNIBRAW, Fak Perikanan UNIBRAW	Harsisto
11. ²⁵ -11. ⁵⁰	Korosi Baja Api 5L GRIT X 52 di Media Tanah Jabotabek dan Pengendaliannya dengan Anoda Karbon Seng	Harsisto	Puslit Metalurgi LIPI	Koos Sarjono
11. ⁵⁰ -12. ¹⁵	Analisa Korosi dari U-Tube Paduan Nikel di Bagian bawah pada Sisi Sebelah Dalam Pada Sebuah Heat-Exchanger	Koos Sarjono	UPT-LUK BPPT	Yusuf Affandi
12. ¹⁵ -13. ⁰⁰	LUNCH and REST			
13. ⁰⁰ -13. ²⁵	Penerapan Material Logam Incoloy 800H Pada Peralatan Industri Minyak dan Gas	Yusuf Affandi, Tri Wibowo, M. Margono	UPT-LUK BPPT	Deden Supriyatman
13. ²⁵ -13. ⁵⁰	Corrosion in Indonesian Oil and Gas Industry with Special Discussion on Top of Line	Deden Supriyatman	TotalFinaElf E&P Indonesia	Suharto



Ruang Auditorium Gedung Pasca Sarjana ITS

Jadwal Acara



Seminar Material Teknik 2002



"Perkembangan Material Teknik dalam Industri Logam, Manufaktur dan Kimia"

Surabaya, 21-22 Maret 2002

Technical Program

Main Room

Session Number

: IV

Session Title

: Fatigue, Fracture Mechanism and Failure Analysis

Chairperson

: Sadino

Time Range	Title	Presenter	Institution	Moderator
10. ³⁰ -10. ³⁵	Kegagalan Pada Weld Repair	Husaini Ardy	Program Studi T. Material ITB	Rochim S
10. ³⁵ -11. ²⁰	Analisa Kegagalan Tangki Bahan Bakar	Rochim Suratman, Harsisto	Program Studi T. Material ITB, Puslit Metalurgi LIPI	Agus S
11. ³⁰ -13. ⁰⁰	LUNCH and REST			
13. ⁰⁰ -13. ²⁵	Meningkatkan Kemampuan Analisa Kegagalan bagi Pengelola Industri yang Terkait Dalam Rangka Meningkatkan Daya Saing Industri di Era Pasar Bebas	Agus Suprpto	Jurusan T. Mesin UNMER Malang	Rochman Rochiem
13. ²⁵ -13. ⁵⁰	Pengaruh Perlakuan Panas Terhadap Sifat Mekanis Pada Aluminium 2024 T3	Rochman Rochiem	Program Studi T. Material ITS	T Banta V
13. ⁵⁰ -14. ¹⁵	Analisa Kegagalan Crank Shaft Pompa Air	T. Banta V, Husaini Ardy, Komang Bagiasna	Pertamina UP V, Program Studi T. Material ITB	Ilham Hatta
14. ¹⁵ -14. ⁴⁰	Evaluasi Sisa Umur Material Teknik yang Telah Digunakan Untuk Pipa Ketel Uap Berdasarkan Ekstrapolasi Data Hasil Uji Creep	Ilham Hatta	UPT-LUK BPPT	Abdul Rahman K
14. ⁴⁰ -15. ³⁰	COFFEE BREAK			
15. ³⁰ -15. ⁵⁵	Perilaku Lelah Sambungan Las Pada Plat Baja St.37	Abdul Rahman Kusasi	UPT-LUK BPPT	Anwar
15. ⁵⁵ -16. ²⁰	Meningkatkan Kekuatan Lelah Logam Dengan Menghaluskan Permukaan Hasil Permesinan	Anwar	UPT-LUK BPPT	Kirman
16. ²⁰ -16. ⁴⁵	Analisis Perpatahan Pada Baut Kompresor	Kirman	UPT-LUK BPPT	Soeharto
16. ⁴⁵ -17. ¹⁰	Aplikasi Statistik Weibull Pada Patah Belah Untuk Baja Feritik Tabung Reaktor Nuklir	Soeharto	Jurusan T. Mesin ITS	Husaini A
17. ¹⁰ -17. ³⁰	Closed SEMATEK 2002 by Chief of Materials Engineering Study Program			



Ruang Auditorium Gedung Pasca Sarjana ITS

Jadwal Acara



Seminar Material Teknik 2002



“Perkembangan Material Teknik dalam Industri Logam, Manufaktur dan Kimia”

Surabaya, 21-22 Maret 2002

Session Number : II
 Session Title : Metallurgy and Process
 Chairperson : Agung Purniawan

Time Range	Title	Presenter	Institution	Moderator
13. ⁵⁰ -14. ¹⁵	Pengaruh Titanium dan Boron Terhadap Struktur Mikro dan Sifat-Sifat Mekanis Logam Las Baja C-Mn	M Noer Ilman	Jurusan T. Mesin UGM	Moh Faried
14. ¹⁵ -14. ⁴⁰	Analisa Perilaku Mekanik Komposit Stratifi Kayu Laminasi Kondisi Higrotermal	Moh Faried	Program Studi T.Material ITS	Sadino
14. ⁴⁰ -15. ³⁰	COFFEE BREAK			
15. ³⁰ -15. ⁵⁵	Pertumbuhan Grafit Pada Proses Melcablizing Besi Cor Meleabel	Sadino	Program Studi T. Material ITS	Suhariyanto
15. ⁵⁵ -16. ²⁰	Pengaruh Temperatur Heat-Solution Terhadap Sifat Mekanis dari Struktur Mikro Pada Paduan Al-7%Si Dengan Perlakuan Panas T6	Suhariyanto, Heru Mirmanto	Jurusan T. Mesin ITS	M Noer Ilman
16. ²⁰ -16. ³⁰	Closed by Master of Ceremony			

JUMAT, 22 MARET 2002

Event : Panel Discussion
 Venue : Main Room
 Chairperson : Muchtar Karokaro

07. ³⁰ -08. ³⁰	Registration
08. ³⁰ -08. ⁴⁰	Opened by Master of Ceremony
08. ⁴⁰ -09. ⁰⁰	Keynote Speech Oleh Kepala Balai Penelitian Teknologi Proses dan Produk Balai Besar Industri Logam dan Mesin Deperindag: Dr.Ir. Abdul Wachid, MSc
09. ⁰⁰ -09. ²⁰	Keynote Speech Oleh Manager Pemasaran PT Bima Bosma Indra : Dr.Ir. Fuad Achmadi, MSc
09. ²⁰ -09. ⁴⁰	Keynote Speech Oleh Kepala Puslit Ilmu Bahan dan Bahan dasar ITS : Ir. Eddy Yahya, MSc, Ph.D
09. ⁴⁰ -10. ¹⁰	Diskusi Panel
10. ¹⁰ -10. ³⁰	COFFEE BREAK



Ruang Auditorium Gedung Pasca Sarjana ITS

Jadwal Acara



Seminar Material Teknik 2002



"Perkembangan Material Teknik dalam Industri Logam, Manufaktur dan Kimia"

Surabaya, 21-22 Maret 2002

Second Room,
 Session Number : V
 Session Title : Manufacture Technology and Process
 Chairperson : Moh. Faried

Time Range	Title	Presenter	Institution	Moderator
10. ³⁰ -10. ⁵⁵	Pengaruh Implantasi Ion Nitrogen Terhadap Umur Pahat Bubut Baja Kecepatan Tinggi	Soelarso Pani	Jurusan T. Mesin Univ. Proklamasi 45 Yogyakarta	Agus Hadi W
10. ⁵⁵ -11. ³⁰	Komputasi dan Simulasi Proses Pembentukan Super Plastic Forming/Diffusion Bonding (SPF/DB)	Agus Hadi W	BPPT Material	Ismet P Ilyas
11. ³⁰ -13. ⁰⁰	LUNCH And REST			
13. ⁰⁰ -13. ²⁵	Rapid Prototyping and Tooling : Teknologi Manufaktur Maju Yang Menjanjikan Dalam Siklus Pengembangan Produk	Ismet P Ilyas	Jurusan T. Perancangan Manufaktur POLMAN Bandung	I Made Londen
13. ²⁵ -13. ⁵⁰	Software QFD Sebagai Alat Bantu Perancangan Untuk Manufaktur	I Made Londen Batan	Jurusan T. Mesin ITS	Muhyin
13. ⁵⁰ -14. ¹⁵	Studi Pengelasan Titik Dari Dua Baja Yang Berbeda Jenis Baja SPCD dan Baja SSPDX, Serta Pengaruh Arus dan Tekanan Elektroda	Muhyin	Jurusan T. Mesin UNTAG Surabaya	Agus S. P
14. ¹⁵ -14. ⁴⁰	Studi Tentang Pengaruh Tekanan di Dalam Pipa Terhadap Ovalisasi Penampang Akibat Proses Bending	Agus SP, Panca K, Sumantri CW	Jurusan T. Mesin ITS	Soelarso Pani
14. ⁴⁰ -15. ³⁰	COFFEE BREAK			

Session Number : IV
 Session Title : Fatigue, Fracture Mechanism and Failure Analysis
 Chairperson : Rochman Rochiem

Time Range	Title	Presenter	Institution	Moderator
15. ³⁰ -15. ⁵⁵	Metode Plastic Mechanism Untuk Analisis Kekuatan Struktur Baja Ringan	Harkali Setiyono	UPT-LUK BPPT	Andi M Kadir
15. ⁵⁵ -16. ²⁰	Perilaku Retak Lelah dan Kekuatan Sisa Struktur Terpadu Dengan Retak Awal Pada Tepi Stiffener	Andi M Kadir	UPT-LUK BPPT	M Syahril
16. ²⁰ -16. ⁴⁵	Analisa Kerusakan Material Tube Boiler Akibat "Over Pressure"	M Syahril, Budi ST, M Margono	UPT-LUK BPPT	Suhariyanto
16. ⁴⁵ -17. ¹⁰	Kaji Eksperimen Tentang Pengaruh Cu dan Zn Terhadap Kekerasan, Kekuatan Tarik dan Struktur Mikro Pada Aluminium [356]	Suhariyanto	Jurusan T. Mesin ITS	Harkali S
17. ¹⁰ -17. ³⁰	Closed SEMATEK 2002 by Chief of Materials Engineering Study Program			



Ruang Auditorium Gedung Pasca Sarjana ITS

Jadwal Acara

MENINGKATKAN KEMAMPUAN ANALISA KEGAGALAN BAGI PENGELOLA INDUSTRI YANG TERKAIT DALAM RANGKA MENINGKATKAN DAYA SAING INDUSTRI DI ERA PASAR BEBAS

Agus Suprpto*

*Dosen Teknik Mesin UNMER Malang

ABSTRAK

Terbatasnya pengelola industri yang berkualitas dan mampu menganalisa suatu kegagalan komponen/peralatan, menyebabkan industri sangat tergantung dengan jasa konsultan luar negeri. Kegagalan suatu komponen/peralatan yang dapat mempengaruhi proses produksi, yang mana bisa menimbulkan kerugian-kerugian yang tidak diinginkan, contohnya biaya perbaikan dan penggantian komponen menjadi membengkak, hilangnya waktu kerja. Oleh karena itu pengelola industri yang terkait harus memahami dan mendalami analisa kegagalan komponen yang dapat mencegah terulangnya kegagalan pada tempat yang sama, sehingga dapat menekan biaya produksi. Dengan demikian industri mampu bersaing secara global.

ABSTRACT

Limited engineer/expert failure analysts of component, causing the industries very dependent on the foreign consultant's services. The common approach can soon become costly in purchasing of replacement parts, repair cost, and downtime, which affects productivity. Therefor engineer has to understand the primary causes of the failure of a component which can often lead to correct the problem and prevention of recurrence of the failure, so it can press production cost, so that the industry have an ability to compete globally.

PENDAHULUAN

Di era pasar bebas yang biasa pula disebut sebagai era dunia tanpa batas (*borderless world*) seolah-olah antar negara dengan negara lain tidak ada lagi batasan yang nyata, pada saat itu akan berlaku kondisi dimana hanya mereka yang punya daya saing yang akan mampu untuk bertahan dan berkembang. Untuk itu tidak ada pilihan lain bagi industri/perusahaan yang ingin tetap eksis, harus berusaha untuk meningkatkan efisiensi, yang antara lain bisa dilakukan dengan cara meningkatkan kemampuan pengelola/sumber daya manusia di industri tersebut di bidang analisa kegagalan. Dengan kemampuan yang tinggi di bidang analisa kegagalan komponen/peralatan akan dapat dihindari membengkaknya biaya produksi, yang disebabkan oleh kemacetan/terganggunya proses produksi, penggantian atau perbaikan komponen/peralatan, hilangnya waktu kerja, atau juga kerusakan gedung maupun kemungkinan jatuhnya korban jiwa. Dengan demikian biaya produksinya bisa ditekan sehingga harga produk menjadi lebih murah. Oleh karena itu pengelola/sumber daya manusia yang terkait didalam perusahaan harus meningkatkan kemampuannya untuk memecahkan masalah kegagalan komponen. Untuk itu perlu memahami dan mendalami tentang mekanisme kegagalan,





langkah utama dalam analisa kegagalan serta *fractography* dan *metallography* untuk mengungkap penyebab kegagalan.

ANALISA KEGAGALAN KOMPONEN

Definisi Kegagalan Komponen

Menurut Bradley (1985), suatu komponen dikatakan mengalami kegagalan apabila:

- Sama sekali tidak dapat dioperasikan.
- Dapat dioperasikan tetapi tidak dapat berfungsi dengan baik.
- Kerusakan yang serius sehingga tidak aman apabila dioperasikan dan harus segera diganti untuk perbaikan atau diganti dengan yang baru.

Klasifikasi Penyebab Utama Kegagalan

Menurut Bradley (1985), penyebab utama kegagalan dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

- Kesalahan dalam desain atau kesalahan pemilihan bahan.
- Kesalahan dalam proses pengerjaan/pemasangan.
- Kesalahan dalam operasi.

Kegagalan yang disebabkan oleh kesalahan dalam desain atau kesalahan pemilihan bahan, meliputi:

- Kriteria desain yang meleset dari kondisi operasi yang sebenarnya: beban, lingkungan, suhu operasi dan seterusnya.
- Data material yang tidak mencukupi, misalnya hanya data uji tarik, padahal bebannya dinamik/*fatigue* dan seterusnya.

Kegagalan yang disebabkan oleh kesalahan dalam proses pengerjaan/pemasangan, meliputi:

- Cacat yang disebabkan oleh kesalahan komposisi.
- Cacat yang timbul pada saat proses pembuatan *ingot* dan pengecoran.
- Cacat yang disebabkan oleh pengelasan dan perlakuan panas.
- Terjadinya *misalignment*.
- Pemaksaan dalam perakitan.





Kegagalan yang disebabkan oleh kesalahan dalam operasi (termasuk pengawasan dan perawatan), meliputi:

- Kondisi operasi yang tidak normal/berlebihan: beban, temperatur operasi, lingkungan operasi.
- Perawatan dan perbaikan yang kurang tepat.

Mekanisme Kegagalan Komponen

Kegagalan komponen dapat disebabkan oleh mekanisme yang berbeda seperti, *creep*, *thermal fatigue*, *stress corrosion cracking* dan *stress rupture* sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 1.

Table 1: Jenis mekanisme kegagalan (Bradley, 1985)

1. Creep	7. Corrosion-erosion	13. Hydrogen embrittlement
2. Stress rupture	8. Crevice corrosion	14. Liquid metal embrittlement
3. Fatigue	9. Galvanic corrosion	
4. Thermal fatigue/cyclic	10. Pitting corrosion	
5. Corrosion fatigue	11. Stress corrosion cracking	
6. Selective leaching corrosion	12. Atmosphere and general Corrosion	

Langkah Utama dalam Analisa Kegagalan

Tujuan analisa kegagalan ada dua (Agus, 2000a), yaitu :

1. Mencari atau mengungkap penyebab utama kegagalan.
2. Menentukan tindakan perbaikan untuk mencegah terulangnya kegagalan pada tempat yang sama.

Analisa kegagalan yang tepat harus mempertimbangkan kemungkinan semua parameter dan mekanisme yang berhubungan dengan kegagalan. Umumnya, langkah/ tahapan utama dapat ditetapkan untuk melakukan penyelidikan, akan tetapi masing-masing kegagalan mempunyai keunikan tersendiri sehingga urutan/tahapannya bervariasi. Oleh karena itu perlu ditetapkan langkah-langkah yang paling tepat untuk mendukung analisa kegagalan sesuai dengan keunikan masing-masing .



American Society for Metals (1975), menetapkan langkah-langkah/tahapan dalam analisa kegagalan sebagai berikut:

1. Pengumpulan data dan pemilihan sampel.
2. Pemeriksaan awal terhadap komponen yang gagal; Pengujian tak merusak.
3. Pengujian mekanik.
4. Pemilihan, identifikasi, penjagaan/pengawetan dan pembersihan sampel.
5. Pemeriksaan makroskopis dan analisa permukaan patahan (*Fractography*).
6. Pemeriksaan dan analisa mikroskopis (*micro fractographs*).
7. Pemilihan, persiapan dan pemeriksaan metalografi.
8. Menentukan mekanisme kegagalan.
9. Analisa kimia.
10. Analisa retakan.
11. Pengujian pada kondisi simulasi.
12. Analisa semua fakta, merumuskan kesimpulan dan menulis laporan.

Fractography

Fractography adalah ilmu yang mempelajari ciri-ciri permukaan patahan untuk memberi informasi yang diperlukan dalam mengidentifikasi model kegagalan. Ciri-ciri permukaan patahan sering menunjukkan awal retakan, arah penalaran retakan dan sitem tegangan pada komponen/peralatan yang gagal.

Patahan dapat diklasifikasikan dalam dua katagori umum, yaitu Patah Ulet dan Patah Getas sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 2. *Patah ulet* terjadi dengan ditandai adanya deformasi plastis yang cukup besar, sehingga permukaan patahannya kasar dan berserabut. *Patah getas*, laju penalaran retaknya lebih besar dibanding dengan patah ulet. Patah getas hampir tidak disertai dengan deformasi plastis. Permukaan patahannya mengkilap, granular dan relatif rata.

Metallography

Metallography digunakan untuk mengamati ciri-ciri struktur mikro bahan pada komponen yang gagal, apakah komponen mendapat perlakuan panas yang tepat atau komponen tersebut mengalami panas yang



berlebihan selama beroperasi. Peranan metallography dan fractography adalah sangat penting dalam menganalisa kegagalan untuk membantu mengungkap penyebab kegagalan (Agus, 2000b).

Table 2. Klasifikasi model patahan (Gabriel, 1985)

Ductile fracture	Brittle fracture
1. Tensile overload	1. Intergranular fracture mechanisms a. Stress corrosion cracking b. Liquid-metal embrittlement c. Hydrogen embrittlement d. Creep e. Grain boundary embrittlement
2. Shear overload a. Transverse shear b. Torsional shear	
3. Bending overload	
	2. Transgranular fracture mechanisms a. Cleavage b. Stress corrosion cracking c. Fatigue

Contoh Studi Kasus

Studi Kasus Pipa *Superheater*

Studi kasus pipa *superheater* yang digunakan di pabrik kertas telah beroperasi selama 10 tahun, bahan bakar yang dipakai adalah oli. Bahan pipa adalah SA 213 dengan diameter luar 51 mm dan ketebalan dinding 3,2 mm. Adapun temperatur uapnya adalah 330°C serta tekanan operasinya 45 bar.

Fractography menggunakan pengamatan secara visual, sedangkan Pengujian strukturmikro menggunakan SEM (*Scanning Electron Microscope*) lihat Gambar 1 & 2.

Berdasarkan hasil dan analisa yang telah dilakukan oleh Agus (2000b) pada kasus ini dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut : Kegagalan pipa *superheater* diawali oleh *creep*, diikuti *thermal fatigue* dan *stress corrosion cracking* dan akhirnya oleh *local overheating*.

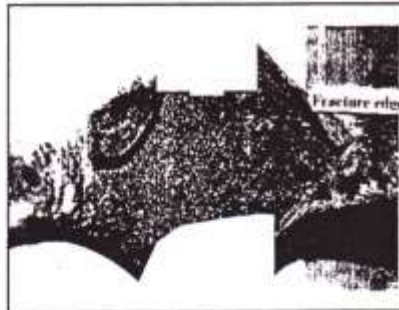




Studi Kasus Baut Unigrator

Baut yang digunakan untuk mengikat hammer pada unigrator di Stasiun Gilingan Pabrik Gula telah mengalami kegagalan, permukaan patahannya dapat dilihat pada Gambar 3. Berdasarkan hasil dan analisa yang telah dilakukan oleh Khairulzulyadaen (2001) pada kasus baut unigrator dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Jenis patahan yang dialami oleh baut unigrator adalah jenis patah lelah, ini ditandai oleh adanya garis-garis melingkar yang teratur pada permukaan patahan yang relatif halus dan adanya daerah patah statis.
2. Kegagalan baut unigrator disebabkan oleh nilai kekerasan yang dimiliki terlalu tinggi bila dibandingkan dengan nilai kekerasan baut unigrator yang belum mengalami kegagalan, sehingga material tersebut menjadi getas yang menyebabkan ketangguhannya kurang.
3. Tingginya nilai kekerasan pada baut unigrator yang mengalami kegagalan disebabkan oleh proses heat treatment, ini dapat dilihat pada foto struktur mikro.



Gambar 1. Fracture edge



500 X

Gambar 2. Struktur mikro



Gambar 3. Permukaan patahan baut unigrator



Meningkatkan Kemampuan Analisis Kegagalan bagi Pengelola Industri Terkait dalam Menghadapi Pasar Bebas

Dengan meningkatkan kemampuan pengelola dalam menganalisa kegagalan dapat mencegah terulangnya kegagalan pada tempat yang sama, sehingga dapat menekan biaya penggantian atau perbaikan komponen, selanjutnya dapat meningkatkan efisiensi biaya produksi. Hal ini tentu saja dapat meningkatkan daya saing industri/perusahaan, sehingga industri tersebut mampu bersaing dengan industri lain yang sejenis. Dengan kondisi tersebut, industri dapat bertahan dan berkembang di era pasar bebas.

Penutup

Dari uraian di depan bisa dilihat betapa pentingnya upaya untuk meningkatkan kemampuan dalam memahami dan mendalami analisa kegagalan. Karena hal tersebut ternyata mampu menekan biaya produksi bagi suatu industri dalam menghadapi globalisasi.

Daftar Pustaka

1. Bradley, W.L. 1985. *Failure investigation: Principles and practice*. Tait, R.B. and Garrett, G.G. (Eds), *Fracture & Fracture Mechanics*. New York: Pergamon Press Ltd. 3-16.
2. Agus, S. 2000a. *The Characteristics and Failure Mechanisms of Creep and Creep- Thermal Cycling of Superheater Tube*. Thesis published. Johor Bahru-Malaysia: Faculty of Mechanical Engineering - Universiti Teknologi Malaysia. 6.
3. American Society for Metals (Ed.). 1975. *Failure Analysis and Prevention*. Metal Handbook, 8th Ed., vol 10, ASM, Ohio, USA: Metal Park. 526-527, 529, 535-542
4. Gabriel, B.L. (Ed.). 1985. *SEM: A User's Manual for Materials Science*. American Society for Metals. OH: Metals Park. 100-103
5. Agus, S. 2000b. *Pemahaman Ciri-ciri Permukaan Patahan dan Struktur Mikro Bahan Untuk Mengungkap Penyebab Kegagalan pada Pipa Superheater*. Published in : Proceeding Piping Technology Seminar, Brawijaya University, Malang-Indonesia. 157-161
6. Khairulzulayadaen. 2001. *Analisa Kegagalan pada Baut Unigrator di PG. Kebon Agung Malang*. Skripsi tidak diterbitkan. Malang: Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Merdeka Malang.