

# PROCEEDING

# SEMINAR NASIONAL TEKNIK MESIN 3



30 APRIL 2008  
UNIVERSITAS KRISTEN PETRA  
SURABAYA

REKAYASA DAN INOVASI DESAIN  
MELALUI KERJASAMA RISET  
PERGURUAN TINGGI DAN INDUSTRI  
UNTUK TERUS MEMBANGUN DAN  
MEMAJUKAN BANGSA

Tim Editor :  
Joni Dewanto  
Willyanto Anggono



**JURUSAN TEKNIK MESIN**  
**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**  
**UNIVERSITAS KRISTEN PETRA**  
Jl. Siwalankerto 142-144 Surabaya 60236

ISBN 978-979-25-4412-1

# Proceeding

**SEMINAR NASIONAL TEKNIK MESIN 3**  
**"REKAYASA DAN INOVASI DESAIN MELALUI**  
**KERJASAMA RISET PERGURUAN TINGGI DAN**  
**INDUSTRI UNTUK TERUS MEMBANGUN DAN**  
**MEMAJUKAN BANGSA"**  
SURABAYA, 30 APRIL 2008



Jurusan Teknik Mesin  
Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Kristen Petra  
Jl. Siwalankerto 142-144, Surabaya 60236

## KATA PENGANTAR

Kerjasama antara Perguruan Tinggi dan Industri dalam riset, rekayasa dan inovasi desain merupakan strategi yang perlu dibangun untuk meningkatkan kemampuan industri nasional. Sehingga peran para peneliti dan praktisi yang serasi dengan saling tukar menukar informasi menjadi sebuah kebutuhan yang tidak dapat dihindari. Pada kesempatan ini Jurusan Teknik Mesin UK Petra untuk yang ketiga kalinya mengadakan Seminar Nasional Teknik Mesin, sebagai media untuk maksud tersebut.

Tema seminar kali ini adalah **Rekayasa dan Inovasi Desain Melalui Kerjasama Riset Perguruan Tinggi dan Industri Untuk Terus Membangun dan Memajukan Bangsa**. Sebuah tema dengan jangkauan bidang keilmuan cukup luas, diantaranya: Konversi Energi, Teknologi Pengembangan Material dan Proses Manufaktur, Rekayasa Desain dan Sistem Komponen Mesin, Teknologi Perancangan dan Pengembangan Produk, Otomotif dan Teknologi Transportasi, Otomasi dan Robotika Industri, Tribologi Industri dan Teknologi Pelumasan, Teknologi Tepat Guna, Perawatan dan Manajemen Teknologi, Pengendalian Emisi Gas Buang dan Lingkungan Hidup, Teknologi Persenjataan Militer dan Logistik serta Industrial Artificial Intelligence Application. Dengan topik-topik beragam yang ditawarkan, diharapkan media ini dapat dimanfaatkan oleh banyak pihak untuk ikut ambil bagian dalam diskusi ilmiah hasil-hasil penelitian dan pengalaman empirik di industri.

Dalam kesempatan ini dipresentasikan 92 makalah terpilih, yang dikirim oleh peneliti dan akademisi perguruan tinggi negeri maupun swasta diberbagai kawasan di Indonesia. Sesuai dengan *issue* yang sedang dihadapi dunia saat ini, maka makalah yang paling banyak disampaikan adalah mengenai Konversi Energi. Disusul oleh makalah tentang Material dan Proses Manufaktur, Otomotif serta Otomasi Industri. Sedang mengenai Teknologi Tepat Guna, hingga batas waktu yang ditetapkan tidak ada yang memasukkan makalah.

Kiranya segenap upaya yang telah dilakukan berguna bagi kemajuan dan penguasaan Iptek di Indonesia serta meningkatkan kemampuan Industri Nasional, khususnya dalam menghadapi era pasar global. Selamat berseminar.

Joni Dewanto  
Willyanto Anggono

## SUSUNAN PANITIA

### **Panitia Pelaksana:**

Pelindung	: Ketua Jurusan Teknik Mesin UK. Petra.
Ketua Panitia	: Ian Hardianto Siahaan, S.T., M.T.
Sekretaris	: Ir. Ninuk Jonoadji, M.T.
Bendahara	: Amelia Sugondo, S.T.,M.T.
Acara	: Ir. Ekadewi Anggraini Handoyo, M.Sc.
Editor	: Ir. Joni Dewanto, M.S. Willyanto Anggono, S.T.,M.Sc.
Publikasi	: Stefanus Ongkodjojo, S.T., M.Sc.

### **Tim Pengarah (Reviewer):**

Prof. Dr. Ir. I Nyoman Sutantra, M. Sc., Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Dr. Ing. Suwandi Sugondo, PT. Agindo.

Dr. Ir. I Wajan Berata, DEA., Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Houtman P Siregar, PhD., Intistitut Teknologi Indonesia.

Ir. Rini Dharmastiti, M.Sc., PhD., U niversitas Gadjah Mada.

Dr. Juliana Anggono, S.T., M.Sc., Universitas Kristen Petra.

Dr. Ir. Winarto, M.Sc., Universitas ndonesia.

Ir. Sunaryo, PhD, C.Eng, MRINA, MIMarEst., Universitas Indonesia.

### **Keynote Speaker:**

Prof. Dr. Ir. I Nyoman Sutantra, M. Sc., Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

## DAFTAR ISI

<b>SAMBUTAN KETUA JURUSAN TEKNIK MESIN UK. PETRA .....</b>	<b>ii</b>
<b>SAMBUTAN KETUA PANITIA.....</b>	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>iv</b>
<b>SUSUNAN PANITIA.....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vi</b>
<b>DI-KONVERSI ENERGI</b>	
1. Analisa Energi Dan Eksergi Pada Turbin Gas Ge Lm6000 Pc Sprint Di Pt. Meta Epsi Pejebe Power Generation (Hasan Basri dan Bonni Ariwibowo).	1
2. Analisa Kerusakan Pipe Superheater Boiler Pltu # 3 (Winarto dan Indri Fauziah).	10
3. Analisis Kinerja Penghemat Bahan Bakar Yang Berbasis Elektromagnetik Untuk Motor Bensin (Houtman P. Siregar).	15
4. Distribusi tekanan di sepanjang pipa pada daerah campuran pompa jet tipe terpusat dengan nosel sirkular dan elips (Ainul Ghurri).	22
5. Analisis Pengaruh Sudut Pengarah Injeksi Udara Terhadap Panjang Nyala Api Difusi Bahan Bakar Propana Pada Burner Gas Tipe "Ejected Combustor" (I Made Kartika Dhiputra, NK. Caturwati, <u>Ombun Sihombing</u> , Tri Nugroho).	29
6. Efek Panjang Aliran Hidrodinamik (inlet) Untuk Menentukan ( Yanuar, Niasian S, Henky S Nugroho)	38
7. Efektivitas Sirip Longitudinal Profil Segitiga Keadaan Tak Tunak Dengan Nilai $K=K(T)$ (PK Purwadi).	42
8. Flow Field And Propagation Of A Perturbed Jet (Hariyo P. S. Pratomo, Klaus Bremhorst).	50
9. Hydrothermal processing of municipal waste incinerator fly Ash for the development of chemically stabilised materials (Athanasius P. Bayuseno).	57
10. Kaji Eksperimental Mesin Refrigerasi Siklus Kompresi Uap Hibrida Dengan Memanfaatkan Panas Buang Perangkat Pengkondisian Udara Untuk Pemanas Air (Water Heater) Menggunakan Refrigeran Hidrokarbon Substitusi R-22 (Azridjal Aziz).	64
11. Kajian Perhitungan Kebutuhan Modul Surya Sebagai Sumber Energi Mesin Pendingin Pada Truk Transportasi Buah Dan Sayuran (Sumeru, Ade Suryatman Margana).	69
12. Konsep Pembangkitan Energi Listrik dengan Sistem Generator Sinkron Linier (Tajuddin Nur).	76

13. Kaji Sistem Siklus Gabungan Pada Pembangkit Listrik Turbin Gas Di Pt. Meta Epsi Pejebe Power Generation Berkapasitas 2x40 Mw (Hasan Basri dan Gugi Tri Handoko).	80
14. Karakteristik Temperatur Maksimum Nyala Api Pembakaran Non Difusi Gas Propana Dengan Teknik Pencitraan Nyala ( <i>Infra Red Thermography</i> ) (I Made Kartika Dhiputra, Eko Warsito, Cokorda Prapti Mahandari).	89
15. Listrik Energi Surya 3000 VA, 8A, 3 x 220 V, 50 Hz, (Ir Suprpto, MT dan Nurman ST)	93
16. Performansi Mesin Refrigerasi Hibrida pada Perangkat Pengkondisian Udara Menggunakan Refrigeran Hidrokarbon Substitusi R-22 (Azridjal Aziz)	96
17. Perubahan Panjang Nyala Api Pada Fenomena " <i>Flame Lift-Up</i> " Akibat Letak Ketinggian Posisi Ring " <i>Flame-Hold</i> " (I Made Kartika Dhiputra, Hamdan Hartono A., Cokorda Prapti Mahandari ).	101
18. Pengaruh Pergeseran Waktu Injeksi Terhadap Performa Dan Opasitas Motor Diesel (Arifin Nur ).	105
19. Penggunaan Serabut Kelapa Sebagai Bantalan Pada <i>Evaporative Cooler</i> (Ir. Ekadewi A. Handoyo, MSc., Fandi Dwiputra Suprianto, ST, MSc. Selrianus).	111
20. Pengaruh Suhu Terhadap Sifat Fisik Dan Konversi Biodiesel Pada Transesterifikasi Minyak Kelapa ( Dr. Slamet Wahyudi ST.,MT dan Wulandari, ST) .	118
21. Rancang Bangun Dan Analisis Pengujian Mesin Pendingin Temperatur Rendah Berkapasitas Kecil Menggunakan Metode <i>Cascade</i> (Sumeru, Andriyanto Setyawan)	124
22. Reduksi Emisi Gas Buang CO dan HC pada Motor Bensin dengan Menggunakan Katalitis Zeolit (Philip Kristanto).	133
23. Reduksi Emisi Nox Pada Motor Bakar Diesel Dengan Menggunakan Metode Injeksi Ganda (A.Praptijanto, A. Saepudin, A.Muharam1, Wuryaningsih).	139
24. Studi Banding Performansi Motor Disel Isuzu 4 JA-1 Injeksi Langsung Sistim Force Induction Dengan dan Tanpa Intercooler (Philip Kristanto).	146
25. Studi Eksperimental Dan Numerik Karakteristik Boundary Layer Pada Permukaan Pelat Datar Dengan Gangguan Sebuah Obstacle Berbentuk Circular (Wawan Aries Widodo dan Sutardi).	153
26. Studi Eksperimental Dan Numerik Karakteristik Boundary Layer Pada Permukaan Pelat Datar Dengan Gangguan Sebuah Obstacle Berbentuk Rectangular (Sutardi ; WawanAries Widodo).	161
27. Three-Dimensional Radiative Heat Transfer Computation By Monte Carlo Method Using Object Oriented Programming (Yatna Yuwana Martawirya, Hendi Riyanto, Franky Simamora).	169

## **D2-TEKNOLOGI PENGEMBANGAN MATERIAL DAN PROSES MANUFAKTUR**

1. Analisis Kekuatan Komposit Berpenguat Serat Bambu Untuk Material Badan Perahu (Sunaryo).	177
2. Bahan Komposit Arang Limbah Serbuk Gergaji Kayu Glugu- Epoxy (Studi: laju keausan, kekuatan impak, koefisien gesek) (I Gusti Ketut Puja).	181
3. DEPOSISI <i>DIAMOND-LIKE CARBON</i> (DLC) DENGAN METODE PLASMA CVD (Putut Marwoto).	186
4. Effect Of Cutting Edge Preparation And Cutting Speed On Performance Of Ceramic Cutting Tool (Hendriko).	192
5. Kajian terhadap pengaruh Ketebalan pada Kualitas dan mampu bentuk dengan Menggunakan simulasi pada proses injection molding (Amelia Sugondo).	198
6. Pantulan Gelombang Ultrasonik pada Interface Cu-SnBi (M.Rosyid Ridlo,H Kato).	203
7. Pemanfaatan <i>Shape Memory Effect</i> pada Material Cerdas Ni -Ti Sebagai Bahan Micro Actuator Gripper Robot (Tjuk Oerbandono).	206
8. Pengaruh Inhibitor Asam Askorbat (Vitamin C) terhadap baja Karbon AISI 1045 dan AISI 4140 dalam Media Larutan HCl (Asam Klorida) (Robertoes Koekoeh K. W., ST, M.Eng, Mahros Darsin, ST, MSc).	213
9. Pengaruh Tekstur Bidang Geser (111) terhadap Kekuatan Tarik Pelat Aluminium Murni Komersil A1100P (Yudy Surya Irawan).	219
10. Pengembangan Pemodelan 3d Produk Berbasis <i>Feature</i> Berdasarkan Algoritma <i>Feature</i> Pengurangan (Yatna Yuwana Martawirya, Faizal Wahyu Prabowo).	224
11. Pengaruh Perlakuan Panas dan Variasi Komposisi Campuran Perunggu Bahan Gamelan Bali terhadap Ketangguhan Retak (I Ketut Gede Sugita, I Gusti Ngurah Priambadi., Cok Istri Putri Kusuma K).	231
12. Pengolahan Data CMM Untuk Proses Reverse Engineering Produk 3 Dimensi (Mufid Djoko Purwanto, Indra Nurhadi, Yatna Yuwana).	236
13. Pengaruh Orientasi serat dan fraksi volume terhadap sifat tarik bahan komposit laminat serat woven Rami –Polyester (Edy Yusuf, Heru SB.Rochardjo).	243
14. Pengembangan Kodifikasi Material Kayu Produksi di Indonesia untuk Mendukung Sistem Informasi Manufaktur (Paryana Puspaputra, Indera Nurhadi, Yatna Yuwana Martawirya).	248
15. Pengaruh Variasi Daya Terhadap Ketebalan Permukaan Lapisan Tembaga Pada Baja Dengan Proses Elektroplating (Dwi Nugroho, Suhardjono).	253
16. Aplikasi Dan Pengujian Kriteria Niyama (Prediksi Centerline Shrinkage) Dalam Perancangan Coran Baja (Mochamad Achyarsyah).	258
17. Perbaikan Proses Pembuatan Pola <i>Volute Casing</i> Pompa Sentrifugal (Agus Susilo B.S dan Sigit Yoewono ).	263
18. Perbaikan Sifat Keterbentukan Baja Komersial C-Mn Menjadi Setara Baja Berfasa Ganda Untuk Material Otomotif (Prita Dewi Basoeki).	266
19. Sifat Mekanik Komposit Polyester-Tapis Kelapa akibat Waktu Perlakuan Kimia Serat ( Ngakan Putu Gede Suardana, Ni Made Dwidiani).	273

20. Studi *Quenching Media* pada proses Hardening Material Baja Paduan SK3 Mod (Susila Candra, Witantyo, Aldo Rendra Djoenaedy). 276
21. Pengaruh Kandungan Fly Ash Terhadap Ketahanan Nyala Api Panel Komposit *Geopolymer* Limbah Fly Ash - *Polyster* (Kuncoro Diharjo, Jamasri dan Feris Firdaus) 281

#### D3-REKAYASA DESAIN SISTEM DAN KOMPONEN MESIN

1. Analisa Kegagalan *Chain Link* - Rantai Excavator (Deni Ferdian, Winarto, D.M Nurjaya). 287
2. Algoritma Penambahan *Feature* Pada Pemodelan Produk 3d Disertai Dengan Metoda Pencahayaan (Yatna Yuwana Martawirya, Bernat Hasiholan Gultom). 291
3. Analisis Implementasi *Cad Free Software* Guna Meningkatkan Produktivitas Proses Desain ( The Jaya Suteja, Peter Setiawan). 298
4. Pengaruh *Stress Ratio* terhadap Kondisi *Residual Stress* di Daerah Ujung Retak pada Model Center Crack Specimen 3-Dimensi (Moch. Agus Choiron, M. Robith Himami HP., Anindito Purnowidodo). 302
5. Pengembangan Metode Pencetakan Briket Yang Menggunakan Dua Penekan Dari Dua Arah Berbeda Dan Mengaplikasikannya Pada Prototipe Mesin Pencetak Briket ( Ir. Hery Sonawan, MT.). 311
6. Proses Pembuatan Rangka Dalam Permodelan Produk Secara Konvensional (Muhammad Redho Kurnia, Kadek Heri Sanjaya). 316
7. Upaya Penyeimbang *Shaking Force* Pada *Engine* Sepeda Motor *Yamaha Crypton* Akibat Bertambahnya Volume Silinder (Iwan Agustian). 321

#### D4-TEKNOLOGI PERANCANGAN DAN PENGEMBANGAN PRODUK

1. Aplikasi Mechanical Desktop Dan 3ds Max Software Pada Perancangan Virtual Reality Mobil Pengangkut Sampah Sistem Tertutup Studi Kasus: Perancangan Mobil Pengangkut Sampah Kapasitas 1 Ton (Willyanto Anggono, Ninuk Djonoedji, Hardy Santoso). 329
2. Perancangan Sistem dan Algoritma Identifikasi Obyek 3 Dimensi dengan Pemanfaatan Laser Pointer sebagai Pembangkit Berkas (Stefanus Ongkodjojo, Rudi Adipranata, dan Stanley Adiwena Oentaryo ). 334
3. Studi Pengaruh Jarak Celah Terhadap Kualitas Biji Kopi Pada Mesin Pengupas Biji Kopi (Amelia Sugondo, Ian Hardianto Siahaan). 342

#### D5-OTOMOTIF DAN TEKNOLOGI TRANSPORTASI

1. Efektivitas Kekencangan Sabuk Pengaman Tipe-Z Dalam Pengendalian Gerak Penumpang Saat Trabrakan (Ary Subagia, Riyan Hari Wijaya). 346
2. Kajian Getaran Akibat Vortek (VIV) dan Getaran Torsional (TV) dalam Interaksi Fluida-Struktur (FSI) (Ridho Hantoro, I Ketut Aria Pria Utama, Erwandi). 353
3. Kajian Metode Rancang Bangun Prototipe Mobil Hibrid Seri (Kadek Heri Sanjaya, Sunarto Kaleg, Moh. Redho Kurnia ). 360





## STUDI QUENCHING MEDIA PADA PROSES HARDENING MATERIAL BAJA PADUAN SK3 Mod

Susila Candra, Witantyo dan Aldo Rendra Djoenaedy

Teknik Manufaktur, Fakultas Teknik, Univ.Surabaya

Jl. Raya Kalirungkt Surabaya 60292, 031-1981258

E-mail: [susilac@yahoo.com](mailto:susilac@yahoo.com) dan [susila\\_c@ubaya.ac.id](mailto:susila_c@ubaya.ac.id)

### ABSTRAK

Salah satu faktor yang dapat mempengaruhi nilai kerasan material pada Hardening adalah kemampuan cooling rate dari Quenching Media. Paper ini akan mencoba melakukan studi Quenching Media alternatif dengan harga relatif murah dan memiliki karakteristik minimal mendekati Quenching Media standard seperti Issodur 220. Quenching Media alternatif yang dipilih adalah Oli Mesin baru, Oli Mesin bekas, Oli Gardan Baru dan bekas. Pada tahap awal dilakukan pengamatan kecepatan pendinginan Quenching media alternatif tersebut, kemudian dibandingkan dengan Quenching Media bermerek yaitu Issodur 220. Hasil percobaan diperoleh data bahwa cooling rate keempat Quenching Media alternatif dan sebuah Quenching Media Issodur 220 adalah sebagai berikut: oli mesin bekas memiliki kecepatan pendinginan  $48,6^\circ$  per detik, Oli bekas gardan mampu mendinginkan material uji dengan kecepatan pendinginan  $44^\circ$ C per detik. Sedangkan jika dibanding dengan kemampuan pendinginan Quenching Media Issodur 220 yaitu  $56^\circ$  per detik, maka oli mesin bekas diperkirakan memiliki kemampuan sebagai Quenching Media. Tahap berikutnya adalah menguji kemampuan Quenching media dalam mengeraskan material uji. Oli Mesin bekas mampu mengeraskan Baja SK3 Mod sampai dengan 60 HRC, sedangkan tiga Oli quenching yang lain hanya dapat menghasilkan dibawah 58 HRC. Jika dibanding dengan Issodur 220, dimana daalm penggunaannya dapat menghasilkan kekerasan material 62 HRC, maka Oli Mesin bekas dapat menjadi Quenching Media alternatif dengan capaian kemampuan mengeraskan mendekati Issodur220.

Key Word : Punch and Die, Quenching Media, Hardening.

### 1. Pendahuluan

Hardening material merupakan salah satu proses heat treatment (perlakuan panas) yang bertujuan mengeraskan material. Industri Manufaktur yang paling banyak melakukan proses ini adalah industri pembuatan punch and die (matres).

Punch and die untuk aplikasi proses pembentukan dingin, biasa dikeraskan sampai sekitar angka kekerasannya 60 HRC dan kemudian ditempering akhirnya mencapai sekitar 56 HRC. Adapun beberapa parameter/variabel proses heat treatment yang perlu dikendalikan agar kekerasan material memenuhi standard, diantaranya :

1. Temperatur pemanasan
2. Waktu pemanasan / holding time
3. Kecepatan pendinginan
4. Volume pencelupan

Khusus mengenai parameter kecepatan pendinginan, sangat tergantung quenching media yang digunakan. Sedangkan faktor yang menjadi pertimbangan dalam pemilihan quenching media antara lain

- Kualitas pendinginan cukup baik
- Mudah menyerap dan mendistribusikan panas
- Viskositas quenching media
- Tidak membahayakan operator (seperti timbul asap

dan bau yang membahayakan serta tidak mudah terbakar dsb)

- Tidak menimbulkan reaksi kimia yang ekstrim sehingga dapat menurunkan kualitas material.

Jenis quenching media yang sering digunakan di industri beraneka ragam, dengan standard mutu tertentu dan sudah pasti telah teruji kualitasnya. Tetapi jika dilihat dari sisi yang lain seperti harga, maka masih dirasa cukup mahal (khusus quenching media bermerek).

Dari uraian di atas maka dilakukanlah studi ini untuk menyelidiki beberapa jenis quenching media alternatif yang berhara relatif murah dengan kemampuan mendekati quenching media bermerek. Dan harapannya dapat bermanfaat bagi industri yang berkecimpung di bidang heat treatment. Penelitian/studi ini dilakukan dengan mencoba mengenal karakteristik quenching media bermerek dan membandingkan dengan media quenching alternatif, seperti oli mesin dan gardan baik bekas maupun baru. Studi ini tetap mempertimbangkan faktor teknis yang harus dimiliki oleh sebuah quenching media tersebut di atas, yang akhirnya dapat mendekati standard minimal yang diinginkan, terkait pencapaian angka kekerasan. sebuah punch and die.

## 2. Metodologi Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan:

- Metode statistik sederhana dalam menampilkan data yaitu dengan melakukan *ploting* data serta menginterpretasinya (seperti kecepatan pendinginan 5 jenis quenching media pada material baja SK3 Mod). Pengolahan kekerasan material dilakukan dengan membuat rata-rata angka kekerasan dari minimal 10 replikasi data untuk satu set parameter (Temperatur pencelupan dan *holding time*).
- *Set up* percobaan dilakukan sebagai berikut :
  - a. Material Uji Baja SK3 Mod yang dipotong menyerupai die dengan dimensi : diameter 55 mm, tebal 20 mm.



Gambar 1. Specimen Uji SK3 Mod

- b. Quenching media alternatif dipilih yang mudah didapat dengan harga relatif murah yaitu Oli Mesin baru, Oli Mesin bekas, Oli Gardan baru dan Oli Gardan bekas. Dengan masing-masing bervolume 20 liter. Sedang Quenching media berstandar menggunakan merek X.



Gambar 2. Quenching Media

Merek dan karakteristik Oli yang dipakai sebagai *quenching media* alternatif adalah:

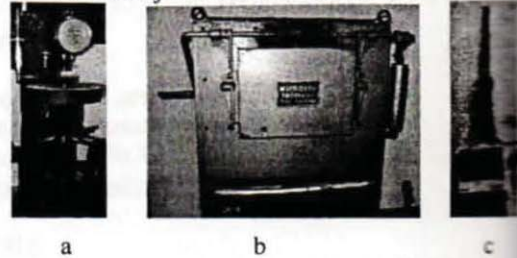
- Oli mesin baru merek meditrans SEA 40
- Oli mesin bekas yang dipakai adalah oli bekas mesin diesel ber- SAE antara 20 s/d 40
- Oli gardan baru merek RORED
- Oli gardan bekas umumnya merek RORED

Sedang *quenching media* standard yang dipergunakan sebagai pembanding adalah jenis *quenching media* yang umum dipakai di industri dengan merk Issodur 220.

- c. Penelitian dilakukan di Lab PBT Teknik Manufaktur Ubaya. Dimana peralatan yang dipakai dalam penelitian ini adalah:

1. Termocouple type K (OMRON) dan Temperature Controller Type E5CSZ-R1T (OMRON)
2. Furnace OFFENBAU HOFMANN LINZ AUSTRIA TYPE K-1.

## 3. Alat uji kekerasan Rockwell C.



Gambar 3. Peralatan Penelitian: a. Alat Uji Kekerasan ; b. Furnace ; c. Termocopel dan Termocontroller

- d. Variabel peoawa yaitu temperatur pencelupan (*quenching*) antara 810-850°C dan *holding time* antara 10 s.d 50 menit.

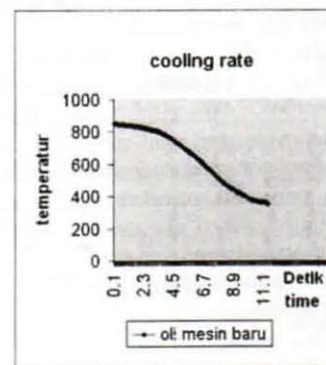
## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1. Cooling Rate tiap Quenching Media

Dari pengukuran *cooling rate* dengan menggunakan termocople dan termocontroller serta menggunakan PLC direkam penurunan temperatur mulai temperatur awal 850°C sampai dengan temperatur akhir pengukuran sekitar 300°C. Dengan diasumsikan penurunannya linier, kemudian dapat dihitung harga *cooling rate* pada rentang penurunan temperatur tersebut.

Untuk Oli mesin baru, dengan volume sebesar 20 liter diperoleh data kecepatan pendinginan dari oli mesin bekas yaitu sebesar .

$$\text{Cooling rate} = \frac{(\text{Tawal} - \text{Takhir})}{\text{waktu}} = \frac{(850 - 352)}{11.4} = 43.7 \text{ } ^\circ\text{C/s}$$

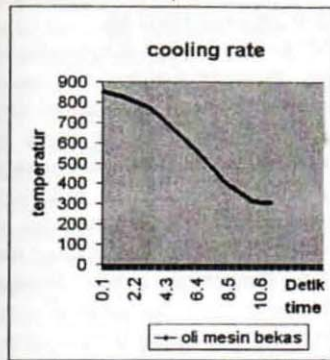


Gambar 4. Cooling Rate untuk Oli Mesin Baru

Sedang Oli mesin bekas, dengan volume sama diperoleh data kecepatan pendinginan dari oli mesin bekas yaitu sebesar

$$\text{Cooling rate} = \frac{(\text{Tawal} - \text{Takhir})}{\text{waktu}} = \frac{(850 - 306)}{11.2}$$

$$= 48.57 \text{ } ^\circ\text{C/s}$$

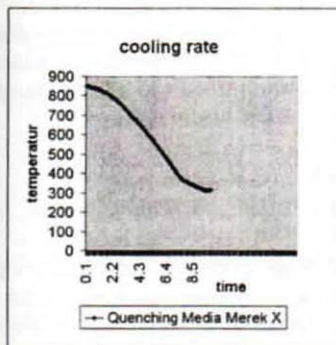


Gambar 5. Cooling Rate untuk Oli Mesin Bekas

Kemudian dua Oli yang lain yaitu Oli Gardan baru dan bekas measing-mesing memiliki kemampuan mendinginkan material uji dengan *cooling rate* :  $38.4^\circ\text{C/sec}$ . dan  $40.3^\circ\text{C/sec}$ .

Sedangkan sebagai pembandingan kecepatan pendinginan dari *quenching media* Issodur 220 yaitu sebesar

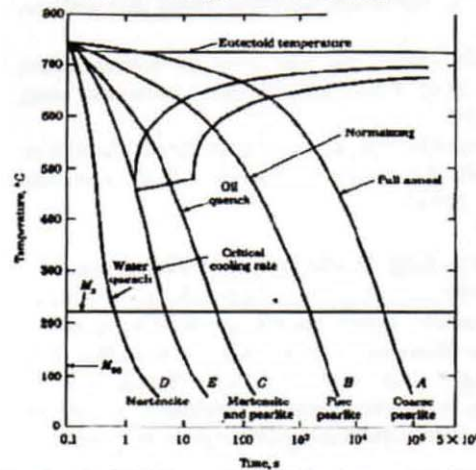
$$\text{Cooling rate} = \frac{(\text{Tawal} - \text{Takhir})}{\text{waktu}} = \frac{(850 - 312)}{9.6} = 56.04 \text{ } ^\circ\text{C/s}$$



Gambar 6. Cooling Rate : Quenching Media Issodur

Jika dibandingkan kemampuan Oli Mesin bekas diatas, berdasarkan nilai *cooling rate*-nya, terlihat mendekati kemampuan *cooling rate* Quenching Media Issodur 220. Maka diperkirakan Oli mesin bekas kemampuan mengeraskan juga mendekati kemampuan *Quenching Media* standard Issodur 220, seperti penjelasan di sub bab berikut..

### CCT diagram Steel



Gambar 7. CCT diagram Steel dan kurva *Cooling Rate* berdasar jenis pendingin.

Gambar 7 memberikan perkiraan bahwa beberapa *quenching media* pada aplikasi *quenching* material baja. Dikaitkan dengan informasi tersebut, Oli Mesin bekas dan *quenching media* Issodur 220 memiliki karakteristik *cooling rate* mendekati kurva E.

Oli Mesin bekas memiliki viskositas yang tidak terlalu tinggi. Hal ini yang menjadikan kemampuan menyerap panas dan sekaligus melepas panas menjadi cukup baik. Meskipun saat dipergunakan terlihat ada efek yang kurang baik yaitu timbul asap yang relatif banyak dan mudah terbentuk kerak pada permukaan material uji (meskipun mudah dibersihkan). Sedangkan *quenching media* standard (Issodur 220) memiliki viskositas tidak terlalu tinggi dan kemampuan daya serap dan pelepasan panas sangat baik. Demikian juga efek, munculnya asap sangat sedikit, bahkan cenderung tidak ada. Dan untuk beberapa kali pemakaian terlihat sangat tidak mudah panas (untuk beberapa kali pencelupan).

Dengan karakteristik kemampuan *cooling rate* kedua jenis *quenching media* tersebut, maka material uji akan sangat mungkin berstruktur mikro *Martensite* dan sedikit *Perlite*. Sehingga diperkirakan akan menghasilkan nilai kekerasan yang cukup baik.

Sedangkan tiga *quenching media* yaitu Oli Mesin baru, Oli Gardan baru dan bekas memiliki karakteristik sebagai berikut:

- Oli Mesin diesel baru: Viskositasnya dirasa masih relatif tinggi (kental), baik Oli Gardan baik yang baru maupun bekas. Sehingga kemampuan melepas panas kurang baik, meskipun kemampuan menyerap panas cukup baik, akibatnya *cooling rate* semua dibawah  $44^\circ\text{C/s}$ . Dan ini dikategorikan *cooling rate* lambat.
- Ketiga jenis oli ini memiliki kelemahan saat digunakan yaitu asap yang dihasilkan ketika pencelupan dilangsungkan sangat banyak, dan

kerak yang dihasilkan dan menempel pada material uji sangat banyak. Hal ini kemungkinan faktor penghambat pelepasan panas dari material uji.

Oleh karenanya, tiga jenis *quenching media* tersebut akan tidak menghasilkan kekerasan yang diharapkan.

Pengujian dan pembahasan pengaruh *quenching media* terhadap nilai kekerasan akan dijabarkan pada sub bab berikut.

### 3.2. Quenching Media terhadap Kekerasan

Setelah aktifitas *quenching* dengan menggunakan lima *quenching media* tersebut, kemudian dilakukan pengujian kekerasan kepada lima *quenching media* tersebut di atas dengan metode pengujian kekerasan menurut Rockwell. Diperoleh data kekerasan seperti ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 1. Nilai kekerasan Rockwell C pada material uji SK3 Mod hasil pencelupan dengan Oli Mesin Bekas

No	Subu - Temperatur					
	810 - 30	810 - 50	830 - 40	830 - 40	830 - 54	850 - 30 850 - 50
1	56.5	56.5	60	59	56	57
2	57	56.5	61	59	57	56
3	55.5	56.5	61	60.5	56.5	56.5
4	56.5	57	60	60.5	57.5	57
5	55.5	56.5	60.5	59.5	57.5	56.5
6	57	58	59.5	59	57	56.5
7	57	58	59.5	59.5	57.5	56
8	56.5	56.5	60.5	60.5	56.5	56
9	57	58	59.5	60.5	56.5	56
10	57	57.5	60.5	59.5	57	55.5
11	56.5	57	60.5	59.5	56	56
12	56.5	57	60.5	59	57	56
Kekerasan	56.54	57.083	60.25	59.67	56.82	56.46

Ket: Rata-rata kekerasan maksimal sekitar **60** HRC  
Tabel 1. Nilai kekerasan Rockwell C pada material uji SK3 Mod hasil pencelupan dengan Quenching Media standard Merek X

No	Subu - Temperatur					
	810 - 30	810 - 50	830 - 40	830 - 40	830 - 40	850 - 50
1	58.5	58	61	57.5	62	55
2	58	55.5	61.5	57.5	62	55.5
3	58.5	55.5	61.5	57.5	62	55.5
4	58.5	55	61	55	62.5	55.5
5	58.5	55.5	62	55	62.5	55
6	58.5	55	61.5	55	62	55.5
7	58.5	55	61	55.5	62	55
8	58.5	55	61.5	57.5	62	55.5
9	58	55	61	58.5	61.5	55
10	58.5	55	61.5	55	62	55.5
11	58	55.5	62	55	62	55.5
12	58.5	55	61.5	55.5	62.5	55.5
13	58	55	61.5	55	62	55.5
14	58.5	55.5	62	55.5	62	55
15	58.5	55.5	62	55.5	62	55.5
Kekerasan	58.07	55.73	61.50	55.23	62.43	62.53

Ket: Rata-rata kekerasan maksimal sekitar **62** HRC

Sedangkan nilai kekerasan material uji dengan *quenching media* Oli Mesin baru, Oli Gardan baru dan Oli Gardan bekas dibawah HRC 58.

Jika dilihat ke empat *quenching media* alternatif tersebut di atas, memang kemampuan *cooling rate* yang paling mendekati Issodur 220 adalah Oli Mesin bekas. Sehingga kemampuan untuk dapat merubah struktur mikro *Martensite* masih dapat dimungkinkan dengan *setting variabel* temperatur pencelupan dan *holding time* yang sesuai. Dengan petunjuk standard variabel temperatur *quenching* dan *holding time* yang disarankan oleh *quenching media* Issodur 220, ternyata Oli Mesin bekas juga dapat menghasilkan angka kekerasan material cukup tinggi, yaitu sekitar 60 HRC. Sehingga jika selesai di *hardening* perlu dilakukan proses *tempering* untuk menghilangkan tegangan sisa, maka kekerasan standard untuk sebuah *Punch and die* sebesar 56 HRC masih mudah dapat tercapai. Proses *tempering* umumnya diperlukan setelah *quenching*, karena hampir semua material setelah *quenching* dari temperatur panas umumnya akan mengalami tegangan setempat atau tegangan sisa. Jika tegangan sisa sangat besar maka kegetasan akan muncul pada material tersebut, dan material cenderung mudah pecah.

Sedangkan tiga *quenching media* yang lainnya yaitu Oli Mesin baru, Oli Gardan baru dan bekas menghasilkan kekerasan maksimal 58 HRC dan jika proses *tempering* dilakukan kemungkinan nilai kekerasannya akan berharga dibawah 56 HRC.

Jadi dari empat *quenching media* alternatif diatas, yang memiliki kemampuan mendekati kemampuan *quenching media* standard *hardening* (Issodur 220) adalah Oli Mesin bekas.

### 4. Kesimpulan

Dari hasil studi *quenching media* diatas dihasilkan bahwa :

- *Cooling rate* sebagai salah satu faktor dalam proses *hardening* sangat tergantung dari jenis dan karakteristik *quenching media*. Karakteristik *quenching media* yang dapat mempengaruhi *cooling rate* antara lain viskositas (kekentalan), unsur yang memicu munculnya kerak saat *quenching*.
- *Cooling rate* oleh *quenching media* alternatif yang mendekati harapan adalah Oli Mesin bekas. Hal ini karena kemampuan mendinginkannya mendekati *quenching media* standard (Issodur 220). Meskipun unsur pengotor atau unsur pemicu terbentuknya kerak masih menjadi kelemahan pada jenis Oli ini.
- Angka kekerasan yang dapat dihasilkan dengan menggunakan Oli Mesin bekas rata-rata sekitar 60 HRC. Hal ini 2 digit dibawah angka kekerasan jika menggunakan *quenching media* Issodur 220.
- Harga Oli Mesin bekas relatif sangat murah, sehingga *quenching media* Oli mesin bekas dapat dijadikan *quenching media* alternatif.



#### 5. Daftar Pustaka

1. Amanto, hari dan Daryanto 1999. "Ilmu Bahan". Jakarta : Bumi Aksara
2. Cochran, W . G & Cox, G . M. "Experimental Design". John Wiley & sons Publishing.
3. Dieter, George E. 1986. "Mechanical Metallurgi, 3<sup>rd</sup> Edition". Mc Graw Hill Book Company, Singapore
4. Montgomery, Douglas C. "Design And Analysis Of Experiments". John Wiley & sons Publishing.
5. Pense & Henkel. *Structure And Properties of Engineering Materials, fifth Edition*. Mc Graw Hill Book Company, Singapore.