

JURNAL PENELITIAN SAINTIKA

(Sains, Teknologi, dan Rekayasa)

VOL : 7 Nomor : 2 BULAN / TAHUN SEPTEMBER 2007

- | | |
|--|--|
| Riski Elpari Siregar | Pengaruh Fraksi Fasa Martensit Terhadap Kekuatan Lelah Baja Karbon Sedang |
| Simon Sembiring | Karakteristik Keramik Cordierite Berbasis Silika Sekam Padi Pada Temperatur Rendah (Low Temperature) |
| H. Sugeng Wiyono | Evaluasi Kinerja Jembatan Siak I Pekanbaru, Riau |
| Roslina Siregar, Ashar Hasairin; | Studi Kandungan Zat Tamin Pada Organ Famili Euphorbiaceae |
| Rahmawaty, Bustami Syam, Samsul Rizal, Basuki Wirjoseptono | Pengujian Marka Kerucut Dengan Dasar Beton Yang Dikenai Beban Impak |
| Izwar Lubis, Bustami Syam, Samsul Rizal, Tugiman | Simulasi Distribusi Tegangan Pada Helm Sepeda Motor Non-Standard Yang Dikenai Beban Impak Kecepatan Tinggi |
| Weriono, Bustami Syam, Samsul Rizal, Basuki Wirjoseptono | Penyelidikan Pengaruh Beban Impakdesain Kerucut Lalu Lintas Jalan Dengan Dasar Karet |
| Andi Bahar | Pengaruh Lengkungan Pipa, Panjang Pipa Dan Debit Cairan Terhadap Penurunan Tekanan Pada Aliran Dua Fase Cair-Gas Searah Horizontal |
| Hidir Efendi, Bisrul Hapis Tambunan | Kaji Eksperimental Terjadinya Flooding Pada Aliran Dua Fase |
| Iskandar Tambunan | Studi Pengaruh Perlakuan Rapid Load Terhadap Karakteristik Konsolidasi Tanah Lempung Montmorillonite Desa Betutu Kecamatan Namupakam, Kabupaten Deli Serdang |



LEMBAGA PENELITIAN
UNIVERSITAS NEGERI MEDAN

Jl. Willem Iskandar Pasar V Medan Estate (20221)
Telp. (061) 6636757, Fax (061) 6613319

JURNAL PENELITIAN

SAINTIKA

(Sains, Teknologi, dan Rekayasa)

Vol: 7 nomor: 2 BULAN/TAHUN: SEPTEMBER 2007

ISSN: 1412-2995

Akreditasi No. 23a/DIKTI/Kep/2004

Ketua Dewan Editor

DR. Ridwan A Sari

(Ketua Lembaga Penelitian Unimed)

Sekretaris Dewan Editor

Drs. Eddiyanto, Ph.D

(Sekretaris Lembaga Penelitian Unimed)

Dewan Editor

Prof. Basuki Wirdjo Sentono, MS, Ph.D. (USU)

Prof. Dayar Arbain, B Pharm Drs, Apt, Ph.D. (UNAND)

Prof. Dr. Feliatra, DEA. (UNRI)

Dr. Ir. Bachrian Lubis, M.Sc. (USU)

Prof. Dr. Manihar Situmorang, M.Sc. (UNIMED)

Dr. Ir. Usman Baafai, DIPL. ING. (USU)

Dr. Ir. Alfiansyah Yulinar BC. (UNSYIAH)

Dr. Saib Suwilo, M.Sc. (USU)

Ir. Is Sulistyati Purwaningsih, Ph.D. (UNRI)

Dr. Ir. Adjar Pranoto (UNAND)

Editor Teknik

Ir. Riski Elpari Siregar, MT

Muhammad Yusuf Hasibuan, S.Si, M.Si

Sirkulasi dan Pemasaran

Drs. R.M. Barus

Alamat penyunting dan Tata Usaha: Gedung Lembaga Penelitian Universitas Negeri Medan, Lantai II, Jl. Willem Iskandar Pasar V Medan 20221, Telp (061) 6636757 Fax (061) 6614002, 6613319, e-mail: lpunimed@ yahoo.com

Jurnal Penelitian SAINTIKA (Sains, Teknologi dan Rekayasa) diterbitkan sejak Maret 2001 oleh Lembaga Penelitian UNIMED

Penyunting menerima manuskrip artikel yang belum pernah dipublikasikan dalam media lain. Naskah diketik diatas kertas HVS A4, spasi ganda maksimal 12 halaman dengan format seperti tercantum pada balaman kulit dalam belakang.

Naskah akan dimuat dalam jurnal ini setelah lulus evaluasi dari tim penyunting

DAFTAR ISI

Pengaruh Fraksi Fasa Martensit Terhadap Kekuatan Lelah Baja Karbon Sedang Oleh: Riski Elpari Siregar	55-60
Karakteristik Keramik Cordierite Berbasis Silika Sekam Padi Pada Temperatur Rendah (Low Temperature) Oleh: Simon Sembiring	61-66
Evaluasi Kinerja Jembatan Siak I Pekanbaru, Riau Oleh: H. Sugeng Wiyono	67-71
Studi Kandungan Zat Tannin Pada Organ Famili Euphorbiaceae Oleh: Rosliana Siregar, Ashar Hasairia	72-76
Pengujian Marka Kerucut Dengan Dasar Beton Yang Dikenai Beban Impak Oleh: Rahmawaty, Bustami Syam, Samsul Rizal, Basuki Wirjosentono:	77-87
Simulasi Distribusi Tegangan Pada Helm Sepeda Motor Non-Standard Yang Dikenai Beban Impak Kecepatan Tinggi Oleh: Izwar Lubis, Bustami Syam, Samsul Rizal, Tugiman:	88-94
Penyelidikan Pengaruh Beban Impakdesain Kerucut Lalu Lintas Jalan Dengan Dasar Karet Oleh: Weriono, Bustami Syam, Samsul Rizal, Basuki Wirjosentono	95-104
Pengaruh Lengkungan Pipa, Panjang Pipa Dan Debit Cairan Terhadap Penurunan Tekanan Pada Aliran Dua Fase Cair-Gas Searah Horizontal Oleh: Andi Bahar	105-109
Kaji Eksperimental Terjadinya Flooding Pada Aliran Dua Fase Oleh: Hidir Efendi, Bisrul Hapis Tambunan	110-115
Studi Pengaruh Perlakuan Rapid Load Terhadap Karakteristik Konsolidasi Tanah Lempung Montmorillonite Desa Betutur Kecamatan Namupakam, Kabupaten Deli Serdang Oleh: Iskandar Tambunan	116-120

PENGARUH FRAKSI FASA MARTENSIT TERHADAP KEKUATAN LELAH BAJA KARBON SEDANG

Riski Elpari Siregar

Lab Pengujian Bahan
Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik UNIMED

e-mail: riskielatr@yahoo.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perubahan fraksi fasa martensit terhadap kekuatan lelah baja karbon sedang hasil perlakuan panas, dengan ditetapkannya pengaruh persentase fraksi fasa martensit maka permasalahan perlakuan panas yang optimum dapat dilakukan, dalam tulisan ini hanya dibahas pengaruh fraksi fasa terhadap kekuatan lelah baja karbon sedang yang diberi perlakuan panas. Untuk memperoleh hubungan kekuatan lelah dengan fraksi fasa martensit dilakukan dengan mengubah fraksi fasa dengan cara memvariasikan temperatur austenisasi baja karbon sedang, kemudian dilakukan pengujian kekuatan lelah dengan metode perubahannya beban putar lentur (cantilever rotating bending). Hasil pengujian diperoleh kekuatan lelah baja karbon sedang hasil perlakuan panas terbaik diperoleh pada fraksi fasa martensit 23,11% dengan kekuatan lelah naik dari 370 M.Pa menjadi 501 M.Pa dengan perlakuan panas 775°C, dari analisis data secara tabular dapat diketahui perlakuan panas yang tepat menghasilkan kekuatan lelah baja karbon sedang.

ABSTRACT

This research aim to know phase diffraction influence to strength of steel fatigue, phase diffraction varies by the way of test specimen given by heat treatment with temperature of 725°C, 750°C, 775°C, 800°C, 825°C, 850°C, and 875°C then temper at temperature of 150°C during 1 hour. Then done testing of strength of fatigue apply fatigue testing machine cantilever rotating bending, for inspection of phase diffraction each specimen applied by X-Ray Diffraction. Amazing result obtained by plastic strength ridge gone up out of 370 MPa, become 501 MPa, at austenisation temperature of 775°C with martensite phase diffraction of 23,11 %.

Kata Kunci: Fraksi fasa, Uji Lelah, Temperatur Austenisasi, Baja karbon sedang, kekuatan lelah

1. PENDAHULUAN

Perbaikan sifat mekanik baja karbon melalui perlakuan panas yang tepat akan diperoleh mikrostruktur yang sesuai dengan tujuan penggunaan baja karbon hasil perlakuan panas. Dari hasil perlakuan panas baja dapat dibuat menjadi tipe mikro struktur dual phase steel "baja dengan mikro struktur ferrite dan martensit" dimana baja dengan tipe ini paling banyak dipergunakan pada komponen kendaraan konsep masa depan (ULSAB-AVC 2001).

Sifat mekanik setelah perlakuan panas berubah ini dapat dilihat dari (Margono, 1989), pada uji lelah dengan tipe pembebanan aksial pada udara laboratorium, dengan material baja KS1018 yang diproduksi dengan cold work, komposisi kimia tetap dengan persentase martensit dari 36,4% s.d. 68,6% yang dirubah dengan cara memberi temperatur austenisasi yang berbeda diperoleh kekuatan lelah

naik dengan pada persentase martensit dari 36,4% sampai 40 %, setelah itu kekuatan lelahnya turun.

Grosse (2002), pada penelitian uji lelah siklus rendah putaran 1000 sampai 105 siklus, persentase fasa martensit dari 0 sampai 4%, bahan spesimen baja pir karat XCrNiTi18.10, kekuatan lelah naik linier pada persentase martensit dari 0 sampai 4%, dan menyatakan penelitian masih banyak yang belum diketahui hubungan antara persentase martensit dan kekuatan lelah.

Sudhakar (2000), meneliti pertumbuhan retak lelah pada baja martensit fasa ganda pada lingkungan udara laboratorium bahan dasar C 1003 steel variasi persentase fraksi fasa martensit dirubah dengan memberi temperatur austenisasi yang berbeda sehingga diperoleh persentase fraksi fasa antara 32% dan 76%, hasil penelitian menunjukkan perjalanan retak turun dan ketangguhan meningkat dengan bertambahnya persentase fasa martensit.

Dalam kuadrag yang diukurkan Bohler, untuk baja karbon sedang Machinery Steels EMS 43, perbaikan sifat mekanik dilakukan melalui perlakuan panas dengan temperatur 800°C sampai 850°C kemudian dituangkan dengan air. Dari hasil perlakuan panas ini diperoleh harga kekerasan dan kekuatan tarik, namun besar batas kekuatan lelehnya belum diketahui. Sedangkan untuk menjamin beroperasi dan amannya baja karbon sebagai bahan poros memerlukan data batas kekuatan leleh yang tidak diperoleh dari katalog.

1.1. Perencanaan Masalah

Dari uraian di atas dapat dilihat bahwa perubahan fraksi fasa martensit memberi efek perubahan sifat mekanik baja karbon, namun untuk pengujian leleh rotating bending belum dilakukan maka di sini akan diteliti pengaruh perubahan fraksi fasa martensit terhadap kekuatan leleh baja karbon dengan pengujian uji leleh putar lentur (rotating bending) dengan kondisi lingkungan pengujian pada udara laboratorium.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh fraksi fasa martensit terhadap kekuatan leleh baja karbon.

Dari hasil penelitian ini akan diketahui pengaruh fraksi fasa martensit terhadap kekuatan leleh baja karbon, dimana hal ini akan bermanfaat terhadap beberapa hal, antara lain:

Dengan diketahui hubungan fraksi fasa martensit terhadap kekuatan leleh akan dapat direncanakan jumlah fraksi fasa martensit yang optimum terhadap kekuatan leleh baja karbon jika diplikasikan pada poros.

Hasil penelitian ini akan bermanfaat terhadap pengembangan lima material.

Dengan melakukan penelitian ini akan menambah wawasan peneliti dalam pengembangan diri dan ilmu pengetahuan dalam hal proses pembelajaran.

2. METODE PENELITIAN

Untuk menganalisa hubungan antara pengaruh persentase fraksi fasa martensit dengan kekuatan leleh dilakukan pengambilan data utama dan data pendukung untuk memperoleh kesimpulan pada beberapa tempat yang dapat dilihat pada Tabel 2.

2.1. Bahan Dan Ukuran Spesimen

Untuk mengetahui bagaimana hubungan antara temperatur austenitasi dengan kekuatan leleh dilakukan pengujian dengan bahan baja karbon sedang, dengan komposisi kimia seperti pada tabel 1.

Spesimen pengujian kekuatan leleh dibentuk sesuai standar ASTM E466, gambar 1.

2.2. Peralatan Pengujian

Penelitian menggunakan alat uji rotating

bending (Gambar 2) dengan type tumpuan centrifiver yang dilakukan pada laboratorium dan Workshop yang dilakukan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Negeri Medan.

Perlakuan panas menggunakan dapur dengan spesifikasi Merek Nabertherm, model NG1/13, Nomor Seri 11612/W, Tahun Pembuatan 1995, Temperatur maksimum 1300°C, Arus 19 A, Frekuensi 50 Hz dan Voltase 400 Volt 3 fasa.

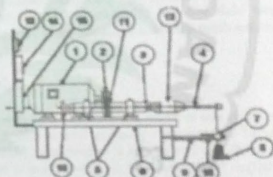
Untuk melihat apakah struktur yang terbentuk memang martensit dilakukan dengan Mikroskop Metalography, Merek Olympus type BX42M

Tabel 1. Komposisi kimia spesimen

Material	Unsur				
	C	Si	Mn	P	S
EMS43	0,45	0,19	0,71	0,014	0,015



Gambar 1. Spesimen Uji Rotating Bending (ASTM E466)



1	Motor Listrik 50 Kw	8	Pati dukungan kontaktor
2	Pulley	10	Switc on/off
3	Pipria	11	Roll
4	Spesimen	12	Pengikat Spesimen
5	Bantalan	13	Counter Waktu
6	Mesa Dukukan Mesin Uji	14	Magnetik Switch
7	Lua Pengikat Kontaktor	15	Counter putaran
8	Beban	16	Sensor Putaran

Gambar 2. Mesin Uji Fatigue Rotating Bending (Putar Lentur)

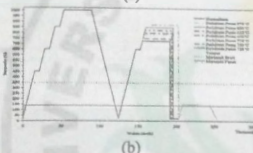
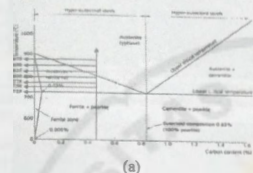
2.3. Perlakuan Panas.

Temperatur perlakuan panas dilakukan berdasarkan diagram kesetimbangan baja karbon (Serdia, 1992), Gambar 3a, dimana dari diagram tampak bahwa daerah pemanasan dimulai dari temperatur daerah fasa campuran seperti daerah fasa austenit murni, dan perlakuan panas direncanakan seperti Gambar 3b, yang dihitung dan direncanakan berdasarkan (Holman, 1987), (Incropera, 1981), (Kreith, 1991) dan (Brooks, 1979)

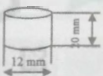
Metalography

Untuk mengambil data mikro struktur dilakukan melalui metalography menggunakan metode dari (Voort, 1984), dan penentuan jenis fasa yang terjadi

digunakan (Bain 1961), dan
 <http://www.tnm.com.ac.uk/phase-trans>



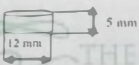
Gambar 3: (a) Perencanaan Temperatur Austerisasi, (b) Hubungan Waktu Dengan Temperatur Heat Treatment



Gambar 4 Ukuran Spesimen Uji Metallography

Diffraksi Sinar -X

Untuk memeriksa fasa dilakukan dengan difraksi sinar-x



Gambar 5. Ukuran Spesimen Uji Difraksi Sinar -X

Selanjutnya dilakukan proses penggesaman dengan menggunakan etsa umum yaitu Nitral 5%, kemudian dilakukan pengambilan photo. Data hasil kemudian dihitung dengan (Cullity 1987) untuk memperoleh fraksi fasa.

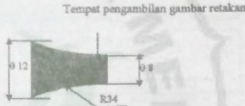
Scanning Electron Microscope (SEM)

Spesimen yang gagal pada siklus N106 dilakukan scanning pada daerah patahan hal ini dilakukan karena besar tegangan yang terjadi sama dengan tegangan batas kekuatan leleh spesimen, ini

dibuktikan dengan diperolehnya spesimen yang tidak patah sampai pada siklus N10⁷.

Untuk melakukan pengambilan gambar SEM spesimen dipotong pada daerah patahan seperti Gambar 6 dimana retak yang terjadi diperiksa pada permukaan spesimen bukan pada interface.

Hasil SEM diperiksa panjang dan lebar retak yang diperoleh, dimana pengukuran dilakukan dengan cara mengukur gambar SEM dengan memperbarkan skala perbesarannya. Misalnya jika pembesaran 500 kali, sementara panjang garis referensi yang diberikan pada gambar adalah 10 mm, maka garis ini sebanding dengan 10/500 = 20 µm.



Gambar 6 Spesimen Uji SEM

Variabel yang Diamati

Pengamatan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah, bagaimana pengaruh kekuatan leleh dihubungkan dengan persentase fasa martensit. Untuk meyakinkan hubungan tersebut diperiksa sifat kekerasan material setelah.

Pengolahan Data Dan Pembuatan Kurva Siklus Putaran (S-N)

Data dari hasil pengujian diolah terlebih dulu dengan menggunakan Microsoft Excel 2002.

Untuk meningkatkan batas kekuatan leleh baja karbon sedang dilakukan perlakuan panas, kemudian dilakukan pengujian leleh dengan type pengujian pembebanan rotating bending, dimana lingkungan pengujian adalah udara laboratorium, kemudian dilakukan pemeriksaan mikrostruktur.

Data hasil pengujian yang diperoleh kemudian dilakukan analisa untuk memperoleh bagaimana hubungan antara perlakuan panas dan batas kekuatan leleh, perlakuan panas dengan mikrostruktur yang terjadi, bagaimana hubungan antara persentase fraksi fasa dan batas kekuatan leleh dan bagaimana hubungan batas kekuatan leleh dengan retak yang terjadi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Uji Leleh

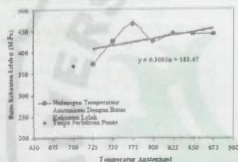
Hasil pengujian hasil pada perlakuan panas spesimen untuk temperatur austerisasi yang direncanakan dapat dilihat pada tabel 2.

Untuk hubungan antara temperature perlakuan panas dengan kekuatan leleh diperoleh bahwa kekuatan leleh naik dengan naiknya temperature

austenisasi, hal ini dapat dilihat pada gambar 7

Tabel 2: Batas Kekuatan Lelah dan Kecepatan Penurunan Kekuatan Lelah

No	Temperatur austenisasi	Batas Kekuatan Lelah (M.Pa)	Kemiringan kurva γ_m
1	725 °C	383	1033,4x
2	750 °C	391	1581,4x
3	775 °C	427	1160x
4	800 °C	454	1167,2x
5	825 °C	411	1411,4x
6	850 °C	447	988,78x
7	875 °C	494	1071,4x

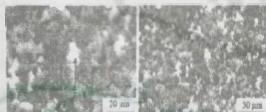


Gambar 7 Hubungan Antara Temperatur Austenisasi dan Batas Kekuatan Lelah

Hasil Metallografi dan Difraksi Sinar X

Pemeriksaan persentase fraksi fasa martensit dengan menggunakan difraksi sinar x, diperoleh hubungan antara persentase fraksi fasa martensit dengan batas kekuatan lelah pada Gambar 8.

Hasil metallografi spesimen yang sebelum mengalami perlakuan panas (Gambar 8) dapat dilihat terbentuknya struktur ferrit (F), perlit (P) dan carbid (C) yang ukuran dan besarnya tidak teratur.

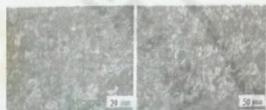


Gambar 8 Mikro struktur sebelum diberi perlakuan panas, Etsa Nital 5%.

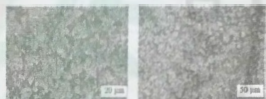
Pada temperatur austenisasi hasil metallografi pada perlakuan panas 725 °C (Gambar 9) menunjukkan mikro struktur yang mirip dengan hasil metallografi pada Gambar 8 yang merupakan hasil normalisasi baja, ini menunjukkan bahwa pada perlakuan panas 725°C yang terjadi adalah proses normalisasi dimana hal ini belum mempengaruhi komposisi mikro struktur awal, Gambar 10, tampak adanya struktur martensit (M) dengan jumlah yang sedikit.



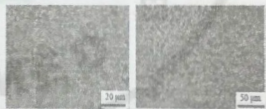
Gambar 9 Mikro Struktur Spesimen Hasil Quenching Pada Temperatur Austenisasi 7250C, Etsa Nital 5%, 0,82% Martensit



Gambar 10 Mikro Struktur Spesimen Hasil Quenching Pada Temperatur Austenisasi 7500C, Etsa Nital 5%, 10,48% martensit



Gambar 11 Mikro Struktur Spesimen Hasil Quenching Pada Temperatur Austenisasi 7750C, Etsa Nital 5%, 23,11% martensit



Gambar 12 Mikro Struktur Spesimen Hasil Quenching Pada Temperatur Austenisasi 8000C, Etsa Nital 5%, 56,13% martensit



Gambar 13 Mikro Struktur Spesimen Hasil Quenching Pada Temperatur Austenisasi 8250C, Etsa Nital 5%, 80,47% martensit

Pada temperatur austenisasi 750°C, dari hasil metallografi Gambar 10 dapat dilihat adanya perubahan komposisi mikro struktur, ditandai dengan terbentuknya fasa baru yaitu martensit yang dikenal

dengan bentuk garis-garis sejajar yang belum begitu jelas, namun struktur austenit masih lebih banyak.

Pada temperatur austenisasi 775°C, diperoleh hasil metalografi pada Gambar 11. Tampak struktur martensit telah semakin bertambah, dalam hal ini dapat dilihat dari hasil perubahan intensitas hasil uji xrd.

Pada temperatur austenisasi 800°C, diperoleh hasil metalografi pada Gambar 12. Tampak muncul struktur baru yang belum jelas dan fasa martensit telah semakin bertambah.

Pada temperatur austenisasi 8250C, diperoleh hasil metalografi pada Gambar 13. Tampak struktur baru yang pada temperatur austenisasi 8000C belum jelas, namun pada temperatur austenisasi 8250C telah dapat diidentifikasi dengan difraksi sinar-x.

Pada temperatur austenisasi 850°C, dengan hasil metalografi pada Gambar 14 dan hasil uji xrd, tampak bahwa fraksi fasa martensit semakin dominan yaitu sekitar 84,62%, namun mikro struktur carbida tetap ada muncul.

Pada temperatur austenisasi 875°C, dengan hasil metalografi Gambar 15, dan dari hasil analisa difraksi sinar-x, diperoleh fasa martensit 96,44%, namun fasa carbida tetap ada.

3.2. PEMBAHASAN

Dari hasil pengujian difraksi sinar x, pemeriksaan mikro struktur, dan uji leleh diperoleh grafik hubungan antara fraksi fasa martensit seperti gambar 16.

Hasil analisa menunjukkan kemungkinan bahwa kekuatan leleh tetinggi baja karbon sedang yang diberi perlakuan panas adalah pada persentase martensit sekitar 0,01%. Jika hal ini dibandingkan dengan hasil pengujian Margono dengan menggunakan baja karbon rendah ada perbedaan yang menyolok, dari gambar 17 dapat dilihat bahwa kekuatan leleh adalah naik linier sesuai dengan bertambahnya persentaser martensit



Gambar 14 Mikro Struktur Spesimen Hasil Quenching Pada Temperatur Austenisasi 850°C, Etsa Nital 5%, 84,62% martensit

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. KESIMPULAN

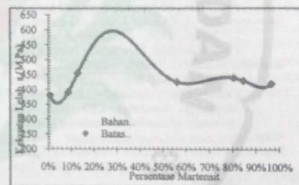
Dari hasil penelitian pengaruh fraksi fasa martensit terhadap kekuatan leleh baja karbon sedang

yang telah dilakukan dari pembahasan dapat ditarik kesimpulan

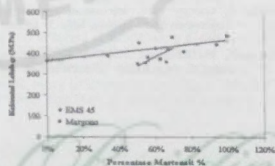
Kekuatan leleh baja karbon rendah diperoleh pada persentase praiki fasa martensit yang tebaik untuk baja karbon sedang martensit adalah 24,34%, yang bersesuaian dengan temperatur austenisasi 775°C.



Gambar 15 Mikro Struktur Spesimen Hasil Quenching Pada Temperatur Austenisasi 8750C, Etsa Nital 5%, 96,44% martensit



Gambar 16 Hubungan Antara Persentase Martensit Dengan Batas Kekuatan Leleh



Gambar 17 Hubungan Persentase Praiki Fasa Martensit Dengan Batas Kekuatan Leleh Baja Karbon Martensit

4.2. SARAN

Dari hasil penelitian pengaruh fraksi fasa martensit terhadap kekuatan leleh baja karbon sedang yang telah dilakukan disarankan untuk keperluan penggunaan bahan yang memerlukan kekuatan tarik dan kekerasan tinggi baja karbon sedang martensit temperatur austenisasi tinggi dapat dipergunakan,

dan ini tidak berlaku untuk pengembangan selanjutnya.

Untuk pengembangan lebih lanjut, analisis selanjutnya perlu dilakukan dalam kondisi perlakuan panas responser untuk analisis antara 750°C sampai 800°C.

DAFTAR PUSTAKA

- Adams, D.M., 2002, *Fatigue Analysis and Assessment of Machinery and Structural Components: 128 Case Production Examples From Field Use* Indonesia Pratik, Jakarta: Yayasan Pratik Sat, ANINDIA, SOCIETY of ASTM STANDARDS 2, 1342-01, vol 200, 2002.
- Asmussen, E., 1990, *The Science and Engineering of Materials*, 2nd Edition, London: Chapman & Hall.
- Bain, C. Edgar, Pearson, W. Sherrill, 1962, *Alloying Elements in Steel*, Second Edition, Metals Park, Ohio: American Society for Metals.
- Banarjee, S.K., A. Chatterjee, and Sankaranarayanan, L., 1990, *Fundamentals of Metal Fatigue Analysis*, New Jersey: Prentice Hall.
- Banarjee, S.K., D.S., 2002, *Development in Materials Based Steels: Role of The Slag Deformation, Material Science and Metallurgy*, Cambridge CB2 3RQ, U.K.: University of Cambridge, Pascahika Negeri.
- <http://www.metallurgy.co.uk/steels.html>
- Brooks, S. Charles, 1979, *Hot Treatment of Ferritic Alloys*, Washington: McGraw-Hill Book Company.
- Callias, S. D., 1978, *Elements of X-Ray Diffraction*, Second Edition, Massachusetts, Addison-Wesley Publishing Company, Inc.
- Dharm, E. George, 1961, *Mechanical Metallurgy*, Yogyakarta: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Green, H., McMillan, L.K., 1982, *Iron-Induced Martensitic Transformation of* *Mechanical Aspects During The Low Cycle Fatigue Process*, Berlin/Heidelberg: Viley, Pp. 143-157, 1987, *Steel Transfer*, Sixth Edition, Singapore: Mc-Graw Hill Book.
- Isomura, F., Frank, D., and P. David, 1981, *Fundamentals of Steel Transfer*, New York: John Wiley & Sons.
- Jain, C.S., 198, Pagan, and V.S. Balas, 1981, *Corrosion Fatigue of Metals in Marine Environment*, New York: Springer-Verlag.
- Krishna, P., 1981, *Principles of Steel Transfer*, Pratik Sat, Jakarta: Pratik Sat.
- Parsons, Francis G., and William G. Steeds, 2002, *Estimating Fatigue Curves With the Baseline Fatigue-Limit Model*, Department of Mathematics and Program in Statistics Washington State University.
- Shigley, Joseph Edward dan Mischke, Charles R., 1989, *Mechanical Engineering Design*, Fifth Edition, New York: McGraw-Hill Book Company.
- Sudhakar K.V and E.S. Dwarakadasan, 2000, *A Study On Fatigue Crack Growth In Dual Phase Martensitic Steel In Air Environment*, Ind. Mater. Sci., Vol. 23, No. 3, June 2000, pp. 185-189. © Indian Academy of Sciences.
- Wahyuni Sugeng, 1998, *Proses dan Teknik Endapan Martensit Terhadap Sifat Mekanik Pada Baja Karbon*, Universitas Indonesia, Jakarta, 1999. (Skripsi Tulis S1 Teknik Sipil/Indonesian)
- Suharto Ago, H., 2002, *128 Case Production Examples From Field Use* Indonesia Pratik, Jakarta: Yayasan Pratik Sat.
- Surti, Dwi, Sirendia, Satrio, 1982, *Pengolahan Baja Karbon*, Jakarta: Pratiya Paramita.
- Thirring, J.L., 1988, *Engineering Material*, Volume One, 2nd Edition, Singapore: Longman.
- ULSAB-AVC, 2000, *ADVANCED VEHICLE CONCEPT Technical Transfer Dispatch #1 Body Structure Material VC, ULSAB-AVC Consortium, 26 May.*
- Voor Vande, 1984, *Metallography Principles and Practice*, New York: McGraw-Hill.

THE
Character Building
 UNIVERSITY