Vol. XXV No. 18. April 2014
Sains & Teknologi

ISSN 0126-4680

Majalah Ilmiah SRIWIJAYA

PENYISIHAN SENYAWA KADMIUM PADA LIMBAH CAIR PABRIK PULP & KERTAS DENGAN MENGGUNAKAN MEMBRAN KERAMIK
Yuni Eka Putri, Ira Elita, Subriyer Nasir

ACID ACTIVATED BENTONITE AS HETEROGENEOUS CATALYST FOR ESTERIFICATION IN THE SYNTHESIS OF BIODIESEL FROM NYAMPLUNG OIL *(CALOPHYLLUM INOPHYLLUM)*
Siti Utami, Karna Wijaya, Akhmad Syoufian, Ady Mara, Suheryanto

ADSORPSI LEMPUNG BENTONIT ALAM TERHADAP FE^{2+} DAN ZN^{2+} SERTA APLIKASINYA PADA AIR GAMBUT
Widia Purwaningrum, Addy Rachmat, Rini Franika Barus

PENGARUH PROSES PERLAKUAN PANAS *NORMALIZING* DAN QUENCHING DENGAN MEDIA AIR DAN MINYAK SILIKON TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN STRUKTUR MIKRO PADA BAJA KARBON MEDIUM
Nukman dan Harjono

BIODEGRADASI AMONIAK OLEH KULTUR CAMPUR BAKTERI INDIGEN DARI LIMBAH CAIR PABRIK PUPUK SECARA *IN VITRO*
Munawar, Elisa Nurnawati, dan Atika

KOMUNIKASI JARINGAN SENSOR ROBOTIK-BERDASARKAN MANET DENGAN ALGORITMA *PARTICLE SWARM OPTIMIZATION*
Siti Nurmaini dan Bambang Tutuko

BENZOFENON TERPOLIPRENILASI DARI KULIT BATANG *GARCINIA SIZYGIIFOLIA*
Muharni, Elfita, dan Bastian Pramana Putra Siburian

Lembaga Penelitian - Universitas Sriwijaya

MIS	Vol. XXV	No. 18	Halaman 1- 84	Inderalaya, April 2014	ISSN 0126-4680

SAINS & TEKNOLOGI

MAJALAH ILMIAH SRIWIJAYA

Terbit tiga kali dalam setahun pada bulan April, Agustus dan Desember
Berisi tulisan yang diangkat dari hasil penelitian dan kajian analisis – teoritis
ISSN 0126 – 460

Pelindung
Rektor Universitas Sriwijaya

Pembina
Pembantu Rektor I Universitas Sriwijaya

Penanggung Jawab
Ketua Lembaga Penelitian Universitas Sriwijaya

Ketua Penyuting
Dra. Elfiani Tiodora Marbun

Penyuting Ahli
Prof. Dr. Daniel Saputra, M.Sc (Fak. Pertanian)
Prof. dr. MT. Kamaludin M.Sc (Fak. Kedokteran)
Prof. Dr. Zulkardi, M.Komp (FKIP)
Dr. Fitri Suryani Arsyad, M.Sc (Fak. MIPA)
Dr. Ir. Nukman, MT (Fak. Teknik)
Dr. Febrian, SH.,M.H (Fak. Hukum)
Dr. Taufik Marwah, M. Si (Fak.Ekonomi)

Penyuting Pelaksana
Prof. Dr. Ir. H. M. Said, M.Sc
Prof. Dr. Ir. Siti Herlinda, MS
Dr. Rita Inderawati, M.Pd
Dr. Ir. Subriyer, MS

Editor
Drs. Umar
Drs. Ahmad Rivai
Dwi Oktaria Sari, S.Sos
Zabidi Zaini

Sekretariat
Turnalini Bainan, SH
Syamidin Zaiya, SE
Frisiska Oktarina, S.E
Idi Wandri

Alamat Penyuting dan Tata Usaha : Lembaga Penelitian Universitas Sriwijaya
Jln. Raya Palembang – Prabumulih KM. 32 Inderalaya Ogan Ilir Sumatera Selatan 30662. Telp. 0711-581077
Email : lemlit.unsri_lp@yahoo.com Website : lemlit.unsri.ac.id

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, Majalah Ilmiah Sriwijaya Volume XXV, No. 18. April 2014 dapat diterbitkan dan sesuai dengan pembagian bidang ilmu disetiap terbitan. Penerbitan kali ini berisikan tulisan untuk bidang Sains & Teknologi. Pada nomor ini dapat dibaca 7 (tujuh) tulisan yang berhubungan dengan bidang Sains & Teknologi

Sebagai majalah ilmiah serial, maka penerbitan majalah ini sangat tergantung pada kesediaan staf pengajar/dosen/peneliti untuk membuat artikel hasil penelitiannya. Oleh karenanya kami mengajak para staf pengajar/dosen/peneliti yang telah melakukan penelitian untuk mempublikasikan hasil penelitiannya dalam Majalah Ilmiah Sriwijaya – Lembaga Penelitian Universitas Sriwijaya. Kami percaya bahwa melalui majalah ini, para ilmuwan dapat memberikan sumbangan bagi dunia pengetahuan melalui temuan-temuanya.

Semoga Majalah Ilmiah Sriwijaya terbitan Lembaga Penelitian Universitas Sriwijaya dapat terus berkembang dalam menyajikan perkembangan ilmu pengetahuan yang diperoleh baik melalui hasil-hasil penelitian.

Semoga Berkenan di hati para pembaca.

Redaksi

SAINS & TEKNOLOGI
MAJALAH ILMIAH SRIWIJAYA

ISSN 0126-4680
Vol. XXV No. 18, April 2014
Halaman 1 - 84

DAFTAR ISI

MAJALAH ILMIAH SRIWIJAYA

	Halaman
Pengantar	i
Daftar Isi	ii
Penyisihan Senyawa Kadmium Pada Limbah Cair Pabrik Pulp & Kertas Dengan Menggunakan Membran Keramik **Yuni Eka Putri, Ira Elita, Subriyer Nasir**	1
Acid Activated Bentonite As Heterogeneous Catalyst For Esterification In The Synthesis Of Biodiesel From Nyamplung Oil (*Calophyllum Inophyllum*) **Siti Utami, Karna Wijaya, Akhmad Syoufian, Ady Mara, Suheryanto**	14
Adsorpsi Lempung Bentonit Alam Terhadap Fe^{2+} Dan Zn^{2+} Serta Aplikasinya Pada Air Gambut **Widia Purwaningrum, Addy Rachmat, Rini Franika Barus**	32
Pengaruh Proses Perlakuan Panas *Normalizing* dan *Quenching* dengan Media Air Dan Minyak Silikon Terhadap Sifat Mekanik dan Struktur Mikro Pada Baja Karbon Medium **Nukman dan Harjono**	44
Biodegradasi Amoniak Oleh Kultur Campur Bakteri Indigen Dari Limbah Cair Pabrik Pupuk Secara *In Vitro* **Munawar, Elisa Nurnawati, dan Atika**	55
Komunikasi Jaringan Sensor Robotik-Berdasarkan Manet Dengan Algoritma *Particle Swarm Optimization* **Siti Nurmaini dan Bambang Tutuko**	66
Benzofenon Terpoliprenilasi dari Kulit Batang *Garcinia Sizyglifolia* **Muharni, Elfita, dan Bastian Pramana Putra Siburian**	75

- Jurnal Majalah Ilmiah Universitas Sriwijaya diterbitkan berdasar STT Nomor 658/SIT/1979, tanggal 24 Oktober 1979 oleh Lembaga Penelitian – Universitas Sriwijaya. Penyuting menerima sumbangan tulisan yang belum diterbitkan dalam media lain. Naskah diketik di atas kertas HVS Quarto spasi ganda lebih kurang 20 halaman dengan format seperti tercantum pada halaman kulit belakang. Naskah yang masuk dievaluasi dan disunting untuk keseragaman format, istilah dan tata cara lainya.

PENGARUH PROSES PERLAKUAN PANAS *NORMALIZING* DAN *QUENCHING* DENGAN MEDIA AIR DAN MINYAK SILIKON TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN STRUKTUR MIKRO PADA BAJA KARBON MEDIUM

Nukman dan Harjono
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya
Jl. Raya Palembang – Prabumulih km 32 Inderalaya, Ogan Ilir, Kode Pos 30662 Telp./ Fax. (0711) 580272
email:
Harjono355@gmail.com
ir_nukman2001@yahoo.com

ABSTRAK

Penelitian ini membandingkan sifat mekanik baja karbon medium yang tidak mendapat perlakuan panas dan yang mendapat perlakuan panas normalizing, quenching dengan media air dan minyak silikon pada temperatur 850°C dengan waktu 2,5 jam. Dari hasil pengujian kekerasan baja karbon medium setelah mendapat perlakuan panas nilai kekerasan rata-rata (VHN) meningkat, yaitu sebesar 9,067% setelah dinormalizing, setelah diquenching dengan air sebesar 98,146% dan meningkat sebesar 13,600% setelah diquenching dengan minyak silikon. Dari hasil pengujian tarik setelah dinormalizing, tegangan ultimate rata-rata (σu) baja karbon medium hasil non perlakuan panas berkurang 6,277% dan tegangan fracture rata-rata (σ_f) berkurang 10,223% sedangkan rata-rata Perpanjangan (e) meningkat 12,5%. Hasil pengujian tarik setelah diquenching air dan minyak silikon, tegangan ultimate rata-rata (σu) baja non perlakuan panas bertambah 37,013% setelah diquenching air dan bertambah 24,242% setelah diquenching minyak silikon. Untuk tegangan fracture rata-rata (σ_f) bertambah 46,584% setelah diquenching dengan air dan bertambah 32,376% setelah diquenching minyak silikon, sedangkan rata-rata perpanjangan (e) menurun 70,833% setelah diquenching dengan air dan menurun 45,833% setelah diquenching dengan minyak silikon. Dari hasil struktur mikro baja yang tidak mendapat perlakuan panas terdapat ferit dan perlit, sedangkan yang dinormalizing terdapat ferit, perlit dan martensit. Untuk yang diquenching dengan air terdapat ferit, perlit dan simentit, sedangkan yang diquenching minyak silikon terdapat ferit, perlit dan martensit.

Kata kunci : *baja karbon medium, normalizing, quenching air, quenching minyak silikon, uji kekerasan, uji tarik, struktur mikro.*

1. Pendahuluan

Baja adalah material yang paling banyak digunakan sebagai bahan baku penunjang kelancaran proses produksi. Alat produksi harus kuat dan awet sehingga dapat menunjang kelancaran proses produksi. Oleh karena itu agar alat produksi kuat diperlukan bahan baku baja yang kuat pula.

Perlakuan panas adalah istilah yang mengambarkan operasi atau kombinasi dari operasi, yang melibatkan pemanasan terkendali dan pendinginan dari logam atau paduan dalam keadaan padat dengan tujuan untuk mengubah struktur yang ada atau membawa perubahan pada sifat-sifatnya (Sinha, 2003).

Adapun macam-macam perlakuan panas untuk memperbaiki sifat-sifat mekanis baja antara lain: *annealing*, *normalizing*, *hardening* atau *tempering* dan *quenching*. *Hardening* merupakan proses pemanasan baja sampai temperatur di daerah atau di atas daerah kritis disusul dengan pendinginan yang cepat yang dinamakan *quench*. Akibat proses *hardening* pada baja, maka timbul tegangan dalam (*internal stresses*), dan rapuh, sehingga baja tersebut belum cocok untuk segera digunakan. Oleh karena itu pada baja tersebut perlu dilakukan proses lanjut yaitu *temper*.

Udara, air dan minyak sebagai media pendingin biasa dipakai pada proses *quenching* (Totten, 2007).

Pada sisi lain, metode pendinginan dilakukan dalam beberapa cara yaitu dengan penyemprotan atau pencelupan.

Dipilihnya udara, air dan minyak dikarenakan media pendingin tersebut mempunyai sifat dan laju pendinginan yang berbeda, sehingga dimungkinkan akan terlihat perbedaan nilai kekerasan pada spesimen uji.

Salah satu jenis minyak yang sangat berkembang penggunaannya saat ini adalah minyak silikon. Penggunaan minyak ini dipakai dalam banyak bidang antara lain bidang kesehatan rekonstruksi (tubuh manusia) dan bidang keteknikan dalam bidang teknik minyak silikon dipakai sebagai pelumasan.

Dalam penelitian ini media minyak yang dipakai adalah minyak silikon.

1.1 Tujuan Penelitian

1. Untuk membandingkan perbedaan sifat mekanik logam hasil perlakuan panas *normalizing* dan *quenching* dengan media *quenching* air dan minyak silikon.
2. Untuk membandingkan perbedaan struktur mikro logam hasil perlakuan panas *normalizing* dan *quenching* dengan media *quenching* air dan minyak silikon.

1.2 Ruang Lingkup dan Batasan

Ruang lingkup penelitian ini hanya meliputi :

1. Material yang digunakan adalah baja karbon medium.
2. Proses perlakuan panas *normalizing* dan *quenching* mengunakan temperatur 850^{0}C selama 2,5 jam .
3. Proses quenching mengunakan dua media yang brbeda yaitu air dan minyak silikon.
4. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian kekerasan (*vickers*), pengujian tarik dan struktur mikro.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Silikon

Silikon adalah suatu unsur kimia dalam tabel periodik yang memiliki lambang Si dan nomor atom 14 sangat jarang ditemukan dalam bentuk murni di alam. Silikon paling banyak terdistribusi pada debu, pasir, *planetoid*, silikon adalah unsur kedua paling melimpah dikerak bumi (sekitar 28% massa) setelah oksigen.

Silikon memiliki karakteristik yang berbeda pada keadaan padat dan cair. mempunyai konduktivitas *thermal* yang tinggi, sehingga tidak pernah

dipakai untuk menginsulasi benda panas (Nave, 2010).

2.1.1 Silikon Padat

Silikon adalah salah satu *deoxidizers* utama/mengurangi pengaruh buruk dari beberapa unsur pengotor yang digunakan dalam pembutan baja, karena itu silikon menetukan jenis baja yang diproduksi (Totten, 2007).

Campuran silikon-besi (ferrosilikon) terdiri dari unsur silikon dan besi dengan rasio berbagai macam, ferrosilikon paling banyak digunakan oleh industri baja (*Silicon commodities report,* 2011).

2.1.2 Silikon Cair/Kemampuan Pembasahan Minyak

Silikon cair selama dalam media cair dengan temperatur mendidih jauh di bawah temperatur awal benda kerja, ada tiga tahap pelepasan panas yang terjadi yaitu:

a. Lapisan yang mendidih atau selimut uap
b. Tahap titik didih, dan
c. Tahap konveksi (Totten, 2006).

2.1.3 Silikon Berfungsi Sebagai Minyak Rem

Silikon adalah cairan yang tidak menyerap air *(non-hydroscopic)*, dan mengurangi kemungkinan penyebab korosi sehingga sifat dan kemampuan silikon stabil pada temperatur tinggi. Minyak rem ini umumnya digunakan pada kendaraan militer seperti kendaraan tempur. Alasannya adalah silikon tidak merusak cat permukaan luar dari kendaraan yang merupakan hal yang penting dalam penyamaran (http://danialmandala.blogspot.com/2013/12/tentang-minyak-rim-brake-fluid.html).

2.2 Perlakuan Panas (Heat Treatment)

Perlakuan panas merupakan proses yang bertujuan untuk mendapatkan sifat-sifat tertentu dari logam. Dengan cara memberikan panas pada suatu logam dengan temperatur tertentu. Dalam perlakuan panas terdapat beberapa perlakuan antara lain sebagai berikut.

2.2.1 *Annealing* (pelunakan)

Annealing didefinisikan sebagai operasi pemanasan diatas temperatur tertentu dipanaskan dalam temperatur merata dengan diikuti pendinginan yang telah ditentukan secara perlahan-lahan. Untuk mencapai pengembalian sifat yang diinginkan seperti melunakkan material logam, menghilangkan tegangan dalam atau sisa, memperbaiki butir-butir logam (Sinha, 2003).

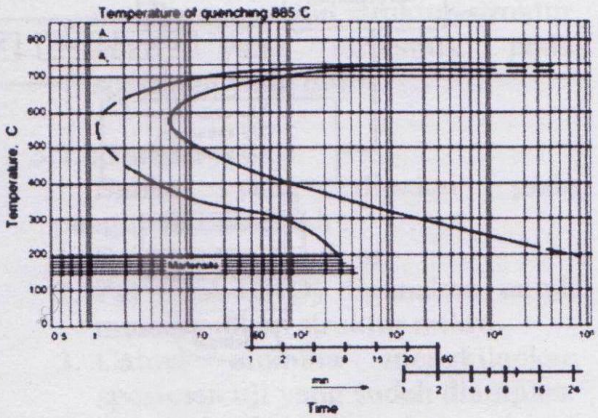
2.2.2 *Normalizing*

Proses *normalizing* adalah proses perlakuan panas terhadap baja dengan tujuan untuk memperhalus butir, memperbaiki mampu mesin, menghilangkan tegangan sisa, yaitu memperbaiki sifat mekanik baja karbon dan baja-baja paduan rendah. Secara umum proses *normalizing* ini dilakukan dengan cara memanaskan baja 850 sampai 900^{0}C kemudian setelah temperatur merata kemudian diikuti dengan pendinginan di udara (Totten, 2006).

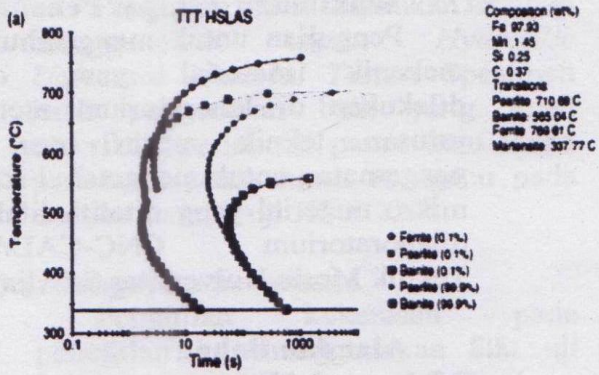
2.2.3 *Quenching*

Quenching adalah sistem pendinginan baja secara cepat dengan cara penyemprotan atau pencelupan serta perendaman produk yang masih panas kedalam media air atau minyak. Sehingga tidak ada waktu yang cukup untuk atom-atom karbon yang telah larut pada *austenite* untuk mengadakan difusi membentuk *sementit* dan *ferit* liat pada gambar 1. Pendinginan yang cepat akan mengubah fase *austenite* menjadi

fase *martensit* dimana akan didapat struktur yang sangat keras. Untuk melihat proses tersebut/dapat dilihat dari diagram TTT (*Time Temperature Transformation*). (gambar 2.2)



Gambar 2. Diagram *isothermal transformation* (Totten, 2006).



Gambar 2. Diagram *time temperature transformation* (Totten, 2006).

2.2.4 *Tempering*

Pemanasan ulang produk baja ini biasa dilakukan untuk produk yang sebelumnya di *quenching*. Setelah di temper, maka diharapkan produk tersebut akan lebih ulet dan liat. *Tempering* ini memberikan efek sebagai berikut :

a. Mengurangi kekerasan.
b. Mengurangi tegangan dalam.
c. Memperbaiki susunan struktur baja. (ASM, 1991).

2.5 Pengujian Sifat Mekanik

Pengujian sifat mekanik dalam penelitian ini meliputi pengujian kekerasan dan pengujian tarik. Pengujian sifat mekanik dilakukan pada material yang di uji yaitu material yang tidak diperlakukan dan yang diperlakukan perlakuan panas. Pengujian ini digunakan sebagai acuan analisa dan kesimpulan pada penelitian.

2.5.1 Pengujian Kekerasan (Vickers)

Pengujian yang banyak dipakai adalah dengan menekankan penekanan tertentu kepada benda uji dengan bebantertentu dan dengan mengukur ukuran bekas penekanan yang terbentuk diatasnya (Surdia dan Saito, 2005).

2.5.2 Pengujian Tarik

Prinsip dasar pengujian tarik adalah dengan cara kedua ujung spesimen dicekam oleh mesin dan ditarik berlawanan arah atau dengan cara menarik salah satu ujung spesimen dan ujung yang lainnya diikat, kemudian diberikan gaya yang konstan sampai spesimen tersebut tak sanggup menerima beban tarik yang diberikan sehingga spesimen tersebut putus dan mesin akan menunjukan angka kekuatan tarik speimen tersebut.

2.5.3 Pengujian Struktur Mikro

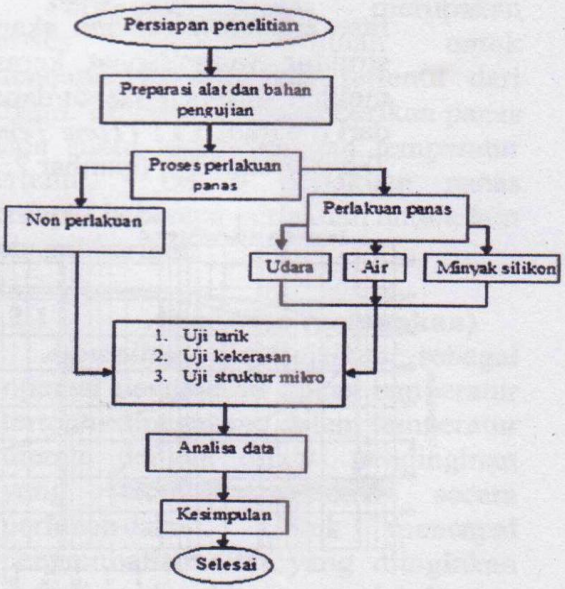
Struktur bahan dalam orde kecil sering disebut struktur mikro. Struktur ini tidak dapat dilihat dengan mata telanjang, tetapi dapat dilihat dengan menggunakan alat pengamat struktur mikro. Adapun manfaat dari pengamatan struktur mikro ini adalah(Sofiyyudin, 2007):

1. Mempelajari hubungan antara sifat-sifat bahan dengan struktur dan cacatpada bahan.
2. Memperkirakan sifat bahan jika hubungan tersebut sudah diketahui.

Persiapan yang harus dilakukan sebelum mengamati struktur mikro adalah pemotongan spesimen, pengampelasan dan pemolesan dilanjutkan pengetsaan. Setelah dipilih bahan uji dan diratakan kedua permukaannya, setelah memastikan rata betul kemudian dilanjutkan dengan proses pengampelasan dengan nomor kekasaran yang berurutan dari yang paling kasar (nomor kecil) sampai yang halus (nomor besar). Pengampelasan yang lama dan penuh kecermatan akan menghasilkan permukaan yang halus dan rata.Selanjutnya melakukan pemolesan menggunakan autosol.Langkah terakhir sebelum melihat struktur mikro adalah dengan mencelupkan spesimen dalam larutan etsa dengan posisi permukaan yang dietsa menghadap keatas. Kemudian spesimen dicuci, dikeringkan dan dilihat atau difoto dengan mikroskop.

3. Metodelogi penelitian

Adapun metodelogi penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Diagram alir penelitian

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Pengujian untuk mengetahui sifat mekanik material yang diteliti dilakukan di laboratorium metalurgi jurusan teknik mesin unsri dan pengamatan untuk mengetahui struktur mikro material yang diteliti dilakukan dilaboratorium CNC-CAD/CAM Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

1. Tungku pemanas digunakan untuk memanaskan spesimen uji sebelum dilakukan proses *normalizing* dan *quenching* dengan media air dan minyak silikon.
2. Mistar digunakan untuk mengukur dimensi spesimen yang akan di uji.
3. Alat uji kekerasan *vickers* digunakan untuk mengetahui nilai kekerasan spesimen yang di uji.
4. Alat uji tarik digunakan untuk mengetahui nilai kemampuan spesimen yang di uji dalam menahan besarnya gaya tarik yang

diberikan. Sampel mengacu standar uji JIS Z 220.1

5. Alat potong gerinda tangan digunakan untuk memotong spesimen uji.
6. Alat uji struktur mikro digunakan untuk mengetahui struktur-struktur mikro yang terbentuk pada spesimen yang diuji.

3.2.2.Bahan

Bahan yang dipakai pada pengujian ini adalah :

1. Baja karbon medium.
2. Zat nital HNO_3 digunakan untuk memunculkan struktur mikro.
3. Cairan alumina mengkilapkan spesimen uji yang sudah diamplas.
4. Alkohol 70% digunakan sebagai cairan penghambat laju korosi.

3.3. Pengujian Tarik

Pengujian tarik dilakukan dengan menggunakan mesin *Hydraulic Universal Material Tester*. Spesimen hasil pengecoran baik yang telah diberikan perlakuan panas atau tanpa perlakuan panas harus mengacu pada standar standar uji JIS Z 2201.

3.4. Pengujian kekerasan

Pengujian kekerasan pada penelitian ini menggunakan alat uji kekerasan (*Vickers Hardness Tester)*dengan indentor penekanan berupa intan yang berbentuk piramida bujur sangkar dengan sudut 136^0.Pembebanan yang diberikan sebesar 30 kgf dengan waktu penekanan selama 10 detik. Setiap spesimenakan diberikan 3 titik pengujian.

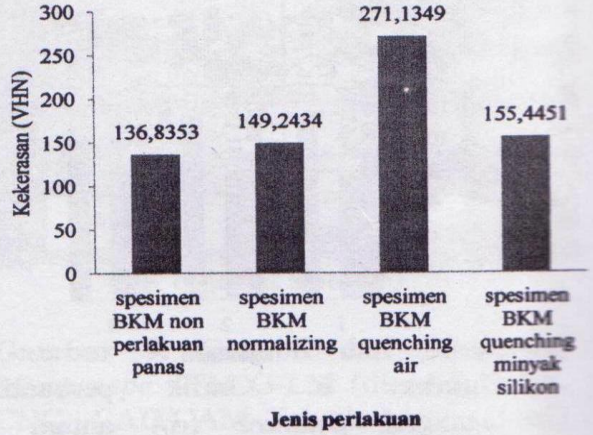
3.5. Pengujian Struktur Mikro

Pengujian struktur mikro pada penelitian ini menggunakan alat uji *Measuring Microscope STM G-LM*.Pengujian ini bertujuan untuk melihat perubahan/perbedaan batas butir pada tiap-tiap spesimen.Dalam pengambilan gambar struktur mikro menggunakan pembesaran 400X dan 1000X agar perbedaan ukuran dan struktur butir yang difoto terlihat dengan jelas.

4. Analisa Pengujian

4.1.Analisa Kekerasan

Dari hasil pengujian kekerasan baja karbon medium dapat dilihat pada gambar 7 dibawah ini, dengan harga kekerasan rata-rata tertinggi pada baja karbon medium *quenching* air sebesar **271,1349** VHN dan berturut-turut menuju posisi terendah yaitu baja karbon medium hasil *quenching* dengan minyak silikon harga kekerasannya sebesar **155,4451** VHN, baja karbon medium hasil dari *normalizing* harga kekerasannya sebesar **149,2434** VHN, dan paling rendah pada baja karbon medium yang tidak diperlakukan panas sebesar **136,8353** VHN.

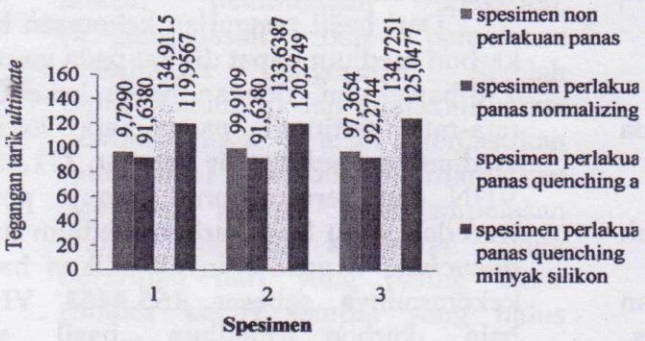


Gambar 4. Perbandingan rata-rata kekerasan Baja Karbon Medium non perlakuan panas dan yang diperlakukan panas.

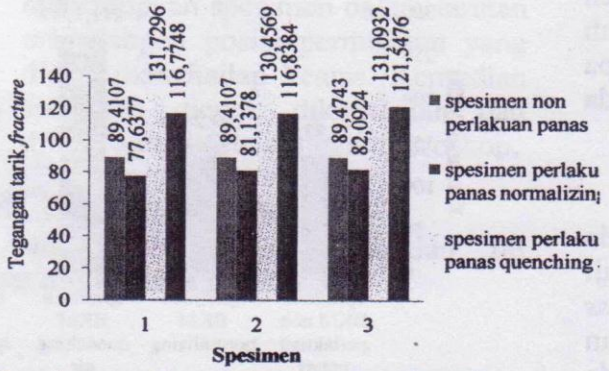
4.2.Analisa Kekuatan Tarik

Dari hasil pengujian diatas dapat dilihat bahwa spesimen uji tarik baja karbon medium hasil non perlakuan panas memiliki kekuatan tarik dan batas patah yang lebih tinggi dari spesimen uji tarik baja karbon medium hasil perlakuan

panas *normalizing*, tetapi perpanjangan pada spesimen baja karbon medium hasil non perlakuan panas terlihat lebih rendah daripada spesimen baja karbon medium hasil perlakuan panas *normalizing*. Grafik hasil pengujian tarik baja karbon medium dapat dilihat pada gambar 5, 6 dan 7.



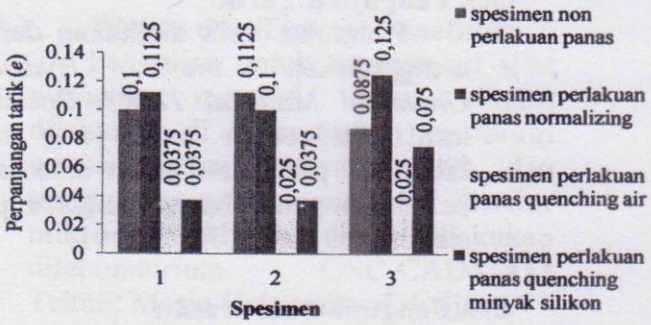
Gambar 5. Grafik Perbandingan tegangan *ultimate* (σ_u) antara hasil specimen uji non perlakuan panas dan diperlakukan panas.



Gambar 6. Grafik perbandingan tegangan *fracture* (σ_f) antara hasil specimen uji non perlakuan panas dan diperlakukan panas.

Tegangan *ultimate* rata-rata baja karbon medium hasil non perlakuan panas berkurang **6,277%** setelah di perlakukan perlakuan panas *normalizing* dan tegangan *fracture* rata-rata berkurang **10,223%** setelah di perlakukan perlakuan panas *normalizing*, sedangkan rata-rata Perpanjangan (*e*) meningkat **12,5%** setelah di perlakukan perlakuan panas *normalizing*.

Untuk spesimen uji tarik baja karbon medium hasil non perlakuan panas memiliki kekuatan tarik dan batas patah yang lebih rendah dari spesimen uji tarik baja karbon medium hasil perlakuan panas *quenching* air dan minyak silikon, tetapi perpanjangan pada spesimen baja karbon medium hasil non perlakuan panas terlihat lebih tinggi daripada spesimen baja karbon medium hasil perlakuan panas *quenching* air dan minyak silikon. Tegangan *ultimate* rata-rata baja karbon medium hasil non perlakuan panas bertambah **37,013%** setelah di perlakukan perlakuan panas *quenching* air dan bertambah **24,242%** setelah di perlakukan perlakuan panas *quenching* minyak silikon.

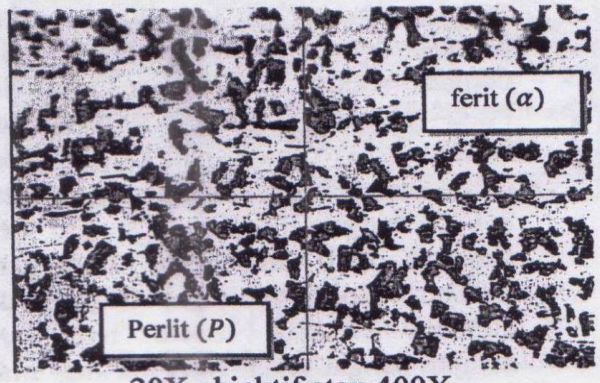


Gambar 7. Grafik perbandingan perpanjangan (*e*) antara hasil specimen uji non perlakuan panas dan diperlakukan panas.

Untuk tegangan *fracture* rata-rata bertambah **46,584%** setelah di perlakukan perlakuan panas *quenching* air dan bertambah **32,376%** setelah di perlakukan perlakuan panas *quenching* minyak silikon, sedangkan rata-rata Perpanjangan (*e*) menurun **70,833%** setelah di perlakukan perlakuan panas *quenching* air dan menurun **45,833%** setelah di perlakukan perlakuan panas *quenching* minyak silikon.

4.3. Pengujian Struktur Mikro

Hasil pengujian struktur mikro pada baja karbon medium non perlakuan panas seperti terlihat pada gambar 8.



20X objektif atau 400X.

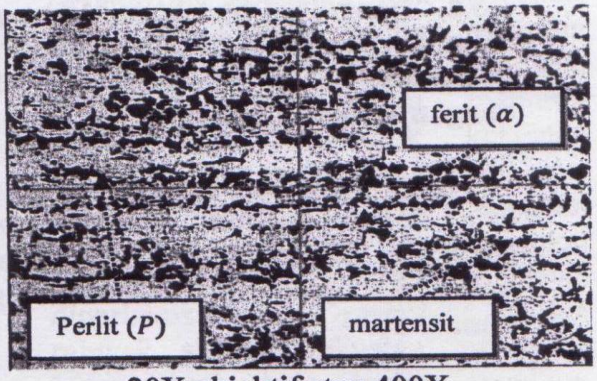
50X objektif atau 1000X.

Gambar 8. Diambil dari *Measuring Microscope* STM G-LM (diambil di leb. CNC- CAD/CAM Teknik Mesin Unsri). Struktur mikro pada baja karbon medium non perlakuan panas dengan pembesaran 20X objektif atau 400X dan 50X atau 1000X.

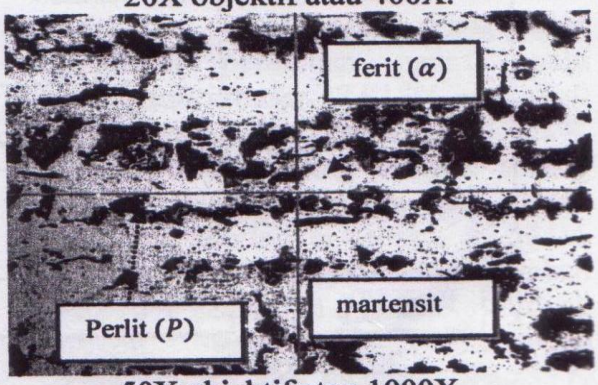
Hasil pengujian struktur mikro pada baja karbon medium non perlakuan panas yang sudah dietsa. Pada gambar 8 terlihat bahwa struktur mikro pada baja karbon medium non perlakuan panas terlihat ferit dan perlit. Bentuk dari masing- masing struktur ini terlihat jelas pada pembesaran 20X dan diperjelas lagi dengan pembesaran 50X. Struktur yang berwarna putih adalah ferit dan struktur yang berwarna hitam adalah perlit.

4.3.1. Pengujian Struktur Mikro pada Baja Karbon Medium Perlakuan Panas *Normalizing* Temperatur 850^{0}C dengan Waktu 2,5 Jam

Hasil pengujian struktur mikro pada baja karbon medium perlakuan panas *normalizing* menggunakan temperatur 850^{0}C dengan waktu 2,5 seperti terlihat pada gambar 9.



20X objektif atau 400X.



50X objektif atau 1000X.

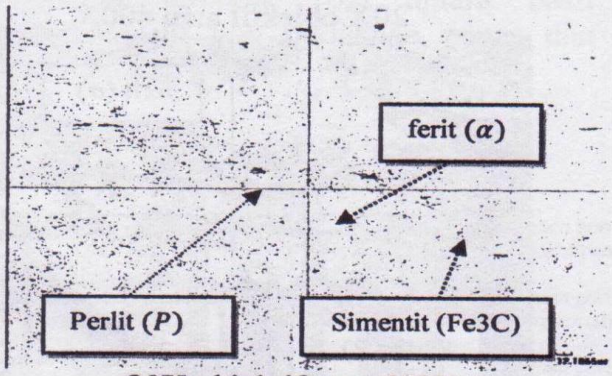
Gambar 9. Diambil dari *Measuring Microscope* STM G-LM (diambil di leb. CNC- CAD/CAM Teknik Mesin Unsri) Struktur mikro pada baja karbon medium perlakuan panas *normalizing* menggunakan temperatur 850^{0}C dengan waktu 2,5 jam 20X objektif atau 400X dan 50X atau 1000X.

Hasil pengujian struktur mikro baja karbon medium perlakuan panas *normalizing* menggunakan temperatur 850^{0}C dengan waktu 2,5 jam sesudah dietsa. Pada gambar 4.10 terlihat bahwa struktur mikro baja karbon medium

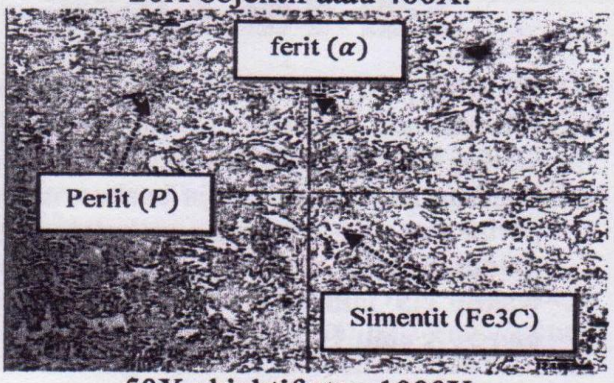
perlakuan panas *normalizing* menggunakan temperatur 850^{0}C dengan waktu 2,5 jam berupa ferit, perlit dan martensit. Bentuk dari masing-masing struktur ini terlihat pada pembesaran 50X. Struktur yang berwarna putih adalah ferit dan struktur yang berwarna hitam adalah perlit sedangkan struktur yang bentuk butirnya hampir menyerupai jarum dalam ferit adalah martensit.

4.3.2. Pengujian Struktur Mikro pada Baja Karbon Medium Perlakuan Panas *Quenching* Air Temperatur 850^{0}C dengan Waktu 2,5 Jam

Hasil pengujian struktur mikro pada baja karbon medium perlakuan panas *quenching* air temperatur 850^{0}C dengan waktu 2,5 jam seperti terlihat pada gambar 10.



20X objektif atau 400X.



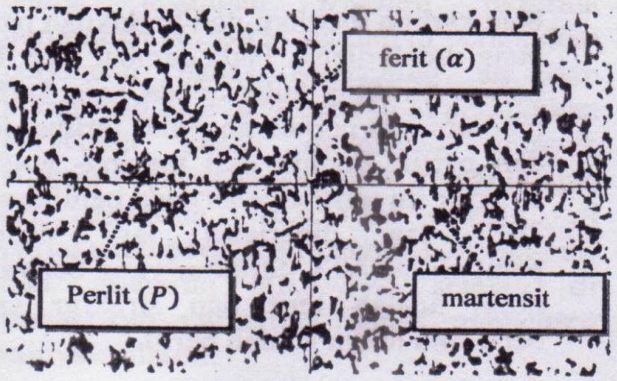
50X objektif atau 1000X.

Gambar 10. Diambil dari *Measuring Microscope* STM G-LM (diambil di leb. CNC- CAD/CAM Teknik Mesin Unsri). Struktur mikro baja karbon medium perlakuan panas *quenching* air temperatur 850^{0}C dengan waktu 2,5 jam dengan pembesaran 20X objektif atau 400X dan 50X atau 1000X.

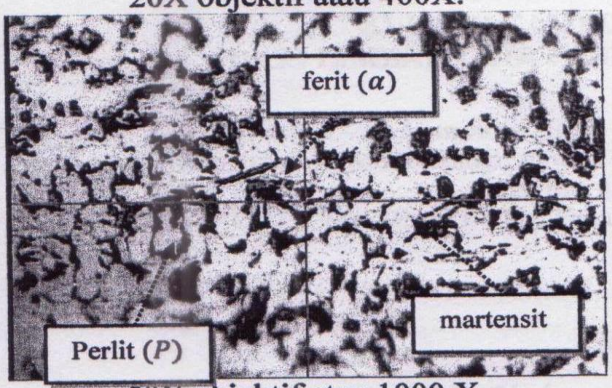
Hasil pengujian struktur mikro pada pada baja karbon medium perlakuan panas *quenching* air temperatur 850^{0}C dengan waktu 2,5 jam sesudah dietsa. Pada gambar 10 diatas terlihat bahwa struktur mikro pada baja karbon medium perlakuan panas *quenching* air temperatur 850^{0}C dengan waktu 2,5 jam berupa simentit, ferit dan perlit. dari gambar tersebut diperjelas lagi sampai butiran didalam struktur mikro nya terlihat dengan sangat jelas. Dari masing- masing struktur ini terlihat pada pembesaran 20X dan diperjelas lagi dengan pembesaran 50X. Struktur yang berwarna putih adalah melambangkan ferit dan struktur yang berwarna hitam adalah perlit sedangkan struktur yang berwarna hitam dan keputih-putihan runcing ujung–ujung nya hampir menyerupai seperti daun bambu adalah simentit terlihat sangat jelas pada pembesaran 50X.

4.3.3. Pengujian Struktur Mikro pada Baja Karbon Medium Perlakuan Panas *Quenching* Minyak Silikon Temperatur 850^{0}C dengan Waktu 2,5 Jam

Hasil pengujian struktur mikro pada baja karbon medium perlakuan panas *quenching* dengan minyak silikon temperatur 850^{0}C dengan waktu 2,5 jam seperti terlihat pada gambar 11.



20X objektif atau 400X.



50X objektif atau 1000 X

Gambar 11. Diambil dari *Measuring Microscope* STM G-LM (diambil di leb. CNC- CAD/CAM Teknik Mesin Unsri) Struktur mikro pada baja karbon medium perlakuan panas *quenching* dengan minyak silikon temperatur 850^{0}C dengan waktu 2,5 jam pembesaran 20X objektif atau 400X dan 50X atau 1000X.

Hasil pengujian struktur mikro pada baja karbon medium perlakuan panas *quenching* dengan minyak silikon temperatur 850^{0}C dengan waktu 2,5 jam sesudah dietsa. Pada gambar 11 terlihat bahwa struktur mikro pada baja karbon medium perlakuan panas *quenching* dengan minyak silikon temperatur 850^{0}C dengan waktu 2,5 jam berupa martensit, ferit dan perlit. Bentuk dari masing-masing struktur ini terlihat pada pembesaran 20X dan diperjelas lagi dengan pembesaran 50X. Struktur yang berwarna putih adalah ferit, struktur yang berwarna hitam adalah perlit dan struktur yang berwarna hitam menyerupai jarum adalah martensit.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan data penelitian dan analisa dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Setelah diperlakukan panas *normalizing* dan *quenching* maka nilai kekerasan pada baja karbon medium meningkat dibanding nilai kekerasan yang tidak diperlakukan panas yaitu sebesar **9,067%** setelah di *normalizing*, kekerasan setelah di *quenching* air meningkat sebesar **98,146%** dan kekerasannya meningkat sebesar **13,600%** setelah di *quenching* dengan minyak silikon.
2. Setelah diperlakukan panas *normalizing* kekuatan tarik dan batas patah baja karbon medium menurun dibanding yang tidak mendapat perlakuan panas, yaitu menurun sebesar **6,277%** untuk kekuatan tariknya dan untuk batas patahnya menurun sebesar **10,223%**, sedangkan rata-rata Perpanjangan (e) meningkat sebesar **12,5%**, sebaliknya setelah diperlakukan panas *quenching* air dan minyak silikon kekuatan tarik dan batas patah baja karbon medium meningkat dibandingkan yang tidak mendapat perlakuan panas, yaitu meningkat sebesar **37,013%** setelah di *quenching* air dan bertambah **24,242%** setelah di *quenching* minyak silikon untuk kekuatan tariknya dan batas patahnya meningkat sebesar **46,584%** setelah di *quenching* air dan bertambah **32,376%** setelah di *quenching* minyak silikon, sedangkan rata-rata perpanjangan (e) menurun **70,833%** setelah di *quenching* air dan menurun **45,833%** setelah di *quenching* minyak silikon.
3. Dari hasil pengujian struktur mikro diketahui bahwa baja karbon medium non perlakuan panas terdapat ferit dan perlit. Setelah mendapat perlakuan panas struktur mikro bertambah tidak hanya ferit dan perlit, tetapi juga terdapat martensit setelah di *normalizing* dan di *quenching* dengan minyak silikon, tetapi setelah di *quenching* dengan air tidak hanya terdapat struktur mikro ferit dan perlit bertambah simentit.

5.2 Saran

Setelah dilakukan penelitian ini maka penulis memiliki saran sebagai berikut:

1. Sebaiknya dilakukan penelitian lanjutan dengan metode perlakuan panas yang berbeda dari penelitian yang sudah dilakukan, agar dapat hasil yang lebih baik.
2. Sebaiknya dilakukan penelitian dengan variasi temperatur dan waktu pemanasan yang berbeda.

Daftar Pustaka

ASM Handbook, Heat Treating. Volume 4, ASM Handbook Comitee, 1991.

Sinha, Anil Kumar, 2003. Physical Metallurgy Handbook, Mc Graw-Hill Handbook, Page 12.1, New York.

Sofiyyudin Aniq,Ahmad, *Pengaruh Suhu Carburizing Menggunakan Media Arang Batok Kelapa Terhadap Kekerasan dan Ketahanan Aus Roda Gigi Baja AISI 4140*, Semarang, Skripsi, Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang, 2007.

Surdia, Tata dan Saito, Shinroku, *Pengetahuan Bahan Teknik Cetakan Keenam*,Jakarta, PT. Pradnya Paramita, 2005.

Totten George E, Ph.D.,Fasm, Steel Heat Treatment Handbook, Edisi Kedua, Toylor And Francis, 2007.

http://hyperphysics.phyastr.gsu.edu/hbase/tables/elabund.html. Nave, R. Abundances of the Elements in the Earth's Crust, Georgia state university. Diakses 26 oktober 2013

http://danialmandala.blogspot.com/2013/12/tentang-minyak-rim-brake-fluid.html. Diakses 03 maret 2014