

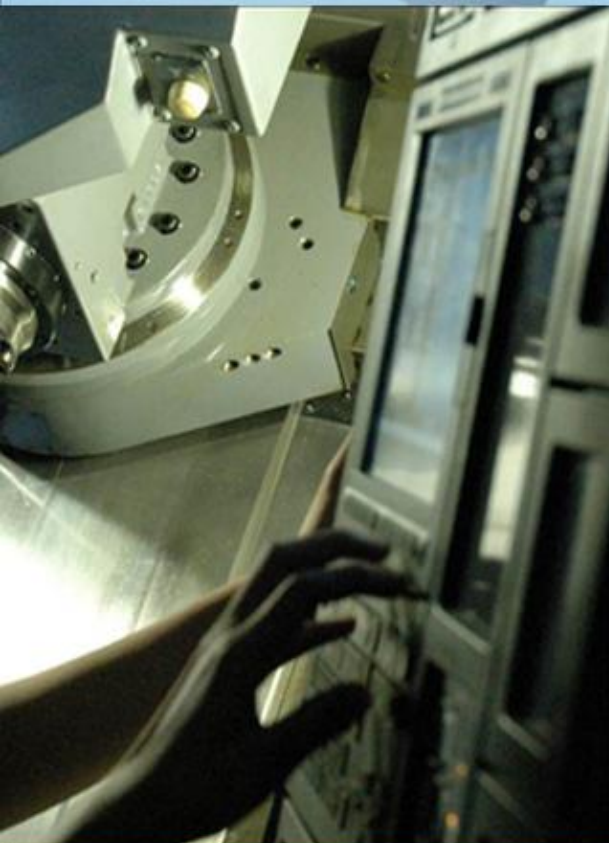
PROSIDING



Seminar
Nasional

**TEKNIK
MESIN**

10



**“Meningkatkan Produktivitas
dan Daya Saing Bangsa Melalui
Penelitian dan Inovasi di
Bidang Teknik Mesin”**

Kamis, 13 Agustus 2015
Kampus Universitas Kristen Petra
Surabaya

Editor :
Willyanto Anggono.
Fandi D. Suprianto.
Oegik Soegihardjo.
Joni Dewanto.

Didukung oleh :



ASTRA Otoparts

PROSIDING SEMINAR NASIONAL TEKNIK MESIN 10

“Meningkatkan Produktivitas dan Daya Saing Bangsa Melalui Penelitian dan Inovasi di Bidang Teknik Mesin”

Hak Cipta @ 2015
Program Studi Teknik Mesin
Universitas Kristen Petra

Dilarang mereproduksi, mendistribusikan bagian dari publikasi ini dalam segala bentuk maupun media tanpa seijin Program Studi Teknik Mesin – Universitas Kristen Petra

Dipublikasikan dan didistribusikan oleh:
Program Studi Teknik Mesin
Universitas Kristen Petra,
Jl. Siwalankerto 121-131
Surabaya, 60236
INDONESIA

ISBN: 978-979-25-4419-0

REVIEWER

1. Prof. Dr. Ir. Djatmiko Ichsani, M.Eng.
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
2. Prof. Dr. Ir. Eddy Sumarno Siradj, M.Sc.
Universitas Indonesia
3. Prof. Ir. I.N.G. Wardana, M.Eng., PhD.
Universitas Brawijaya
4. Prof. Ir. I Nyoman Sutantra, M.Sc., PhD.
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
5. Prof. Dr.-Ing. Ir. Mulyadi Bur
Universitas Andalas
6. Prof. Dr. Ir. I Wajan Berata, DEA.
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
7. Prof. Dr. Ir. Yatna Yuwana Martawirya
Institut Teknologi Bandung
8. Prof. Dr. Ir. Zainal Abidin
Institut Teknologi Bandung
9. Dr. Jayan Sentanuhady
Universitas Gadjah Mada
10. Dr.-Ing. Suwandi Sugondo, Dipl.-Ing.
PT. Agrindo, Tbk.
11. Dr. Juliana Anggono, M.Sc.
Universitas Kristen Petra
12. Dr. Ir. Ekadewi A. Handoyo, M.Sc.
Universitas Kristen Petra

PANITIA PELAKSANA

Ketua	: Dr. Gan Shu San, M.Sc.
Sekretaris	: Ian Hardianto Siahaan, S.T., M.T.
Bendahara	: Dr. Ir. Ekadewi A Handoyo, M.Sc.
Acara	: Ir. Joni Dewanto, M.T.
Editor	: Dr. Willyanto Anggono S.T., MSc. Ir. Joni Dewanto, M.T. Ir. Oegik Soegihardjo, M.Sc., MA. Fandi D Suprianto, S.T., M.Sc.
Pubdok	: Teng Sutrisno, S.T., M.T.
Konsumsi	: Ir. Ninuk Jonoadji, M.T., M.M.
Perlengkapan	: Roche Alimin, S.T., M.Eng.

SAMBUTAN KETUA PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Selamat pagi dan salam sejahtera bagi kita semua,

Yang terhormat Bapak Reiza Treistanto,
Segenap Undangan, Pemakalah, dan Peserta Seminar Nasional Teknik Mesin 10

Marilah kita bersama-sama mengucapkan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, yang menolong Panitia dalam persiapan hingga pelaksanaan Seminar Nasional yang ke sepuluh ini. Seminar ini terselenggara berkat kerjasama dengan BKS-TM (Badan Kerjasama Teknik Mesin) Indonesia dan PT. Astra Otoparts yang mengutus Bapak Reiza Treistanto. Kami sangat bersyukur untuk kesediaan Bapak Reiza Treistanto membawakan sesi *keynote speaker* pada kesempatan kali ini.

Seminar Nasional Teknik Mesin (SNTM) merupakan kegiatan tahunan yang diselenggarakan oleh Program Studi Teknik Mesin Universitas Kristen Petra (UK Petra). Sejak pertama kali diadakan hingga SNTM yang ke-10 ini, berbagai kontribusi dari para akademisi dan profesional yang terpilih menunjukkan bahwa kegiatan rutin ini telah menjadi media diskusi dan pertukaran informasi yang baik untuk membahas perkembangan penelitian dan inovasi di bidang Teknik Mesin.

Mencermati hal di atas, maka dalam Seminar Nasional Teknik Mesin ke-10 ini kami mengambil tema “Meningkatkan Produktivitas dan Daya Saing Bangsa Melalui Penelitian dan Inovasi di Bidang Teknik Mesin.” Kami berharap SNTM menjadi wadah diskusi terkait penelitian dalam bidang teknik mesin di antara praktisi dan akademisi, sehingga memperluas wawasan semua yang hadir dan menghasilkan pemikiran maupun inovasi untuk meningkatkan mutu penelitian kita. Lebih lagi, melalui diskusi selama SNTM dapat dihasilkan penelitian-penelitian yang mendukung upaya untuk meningkatkan daya saing produk kita terhadap produk dari negara lain.

Seminar Nasional Teknik Mesin telah diselenggarakan sepuluh tahun berturut-turut. Kami bersyukur rekan-rekan peneliti tetap memberi kami kepercayaan dengan ikut berpartisipasi dalam seminar yang ke-10. Semoga kiranya SNTM membawa manfaat, semangat dan sukacita kita semua dalam meneliti. Kami pun berterima kasih kepada rekan-rekan Panitia yang telah berjerih lelah mempersiapkan segala sesuatu sehingga SNTM 10 ini dapat terselenggara dengan baik.

Selamat berdiskusi, selamat berseminar. Tuhan memberkati.

Surabaya, 13 Agustus 2015
Ketua Program Studi Teknik Mesin

Dr. Ir. Ekadewi A. Handoyo, M.Sc.

SAMBUTAN KETUA PANITIA

Kami mengucapkan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, bahwa atas pertolongan dan penyertaan Tuhan maka kegiatan ini dapat terselenggara dengan baik. Seminar Nasional Teknik Mesin (SNTM) merupakan kegiatan tahunan yang diselenggarakan oleh Program Studi Teknik Mesin Universitas Kristen Petra. Pada tahun 2015 ini, SNTM akan diselenggarakan untuk ke sepuluh kalinya. Sejak pertama kali diadakan hingga SNTM yang ke-9, berbagai kontribusi dari para akademisi dan profesional yang terpilih menunjukkan bahwa kegiatan rutin ini telah menjadi media diskusi dan pertukaran informasi yang baik untuk membahas perkembangan penelitian dan inovasi di bidang Teknik Mesin.

Melihat peranan bidang Teknik Mesin yang vital dan strategis di industri serta menyadari pentingnya meningkatkan produktivitas rakyat dan daya saing di pasar internasional sehingga bangsa Indonesia bisa maju dan bangkit bersama bangsa-bangsa Asia lainnya, maka SNTM 10 ini mengusung tema “Meningkatkan Produktivitas dan Daya Saing Bangsa Melalui Penelitian dan Inovasi di Bidang Teknik Mesin.” Tidak dapat dipungkiri bahwa kualitas penelitian yang baik dalam bidang Teknik Mesin sangat berperan dalam memajukan kegiatan industri. Oleh karena itu, melalui SNTM 10 ini karya-karya penelitian yang berkualitas diharapkan dapat memberikan sumbangsih bagi peningkatan produktivitas industri dan daya saing produk Indonesia.

Pada kesempatan ini, kami selaku Panitia pelaksana SNTM, mengucapkan terima kasih kepada semua peserta yang telah mengirimkan abstrak dan artikel, serta hadir pada seminar nasional tahun 2015. Semoga artikel-artikel yang dipresentasikan ini dapat menambah kanzah pengetahuan dan wawasan kita terkait penelitian bidang Teknik Mesin. Artikel-artikel yang terpilih juga akan diterbitkan dalam Jurnal Teknik Mesin, yang tentunya dapat menjangkau para akademisi yang bukan peserta. Kami juga berharap artikel-artikel yang telah diserahkan ini dapat memberikan kontribusi dalam perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Kami juga mengucapkan terima kasih pada para *reviewer* yang telah meluangkan waktu untuk mereview dan melakukan seleksi abstrak. Ucapan terima kasih juga kami sampaikan kepada Keynote Speaker dari PT. Astra Otoparts, untuk menyajikan materi yang sangat menarik. Kami berterima kasih kepada seluruh pihak yang terlibat dalam penyelenggaraan SNTM ke 10 ini sehingga turut mendukung suksesnya kegiatan.

Akhir kata, kami selaku panitia penyelenggara SNTM ke 10 menyampaikan permohonan maaf yang sebesar-besarnya apabila terdapat kesalahan atau kekurangan yang ada dalam penyelenggaraan maupun layanan kami.

Surabaya, 13 Agustus 2015
Ketua Panitia

Dr. Gan Shu San, M.Sc.

KATA PENGANTAR

Seminar Nasional Teknik Mesin (SNTM) adalah acara tahunan yang diselenggarakan oleh Program Studi Teknik Mesin Universitas Kristen Petra. Dari hasil seminar ini diharapkan dapat memberikan dampak secara luas kepada masyarakat, sehingga topik yang konkrit dan terbaru selalu diusung menjadi tema utama seminar. Seminar Nasional Teknik Mesin (SNTM) yang ke 10 ini mengusung tema "Meningkatkan Produktivitas dan Daya Saing Bangsa Melalui Penelitian dan Inovasi di bidang Teknik Mesin".

Kualitas penelitian yang baik dalam bidang teknik mesin memiliki kontribusi yang besar dalam meningkatkan daya saing dan inovasi industri. Melalui Seminar Nasional Teknik Mesin 10 ini, karya-karya penelitian yang telah diseleksi diharapkan dapat memberikan solusi secara efektif, efisien, serta ramah lingkungan terhadap masalah-masalah di bidang teknik mesin, sehingga dapat meningkatkan produktivitas dan daya saing bangsa melalui penelitian dan inovasi pada bidang teknik mesin untuk menghadapi persaingan global.

Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa sebab hanya oleh karena rahmat dan anugerah Nya maka acara SNTM dapat terselenggara secara berkala. Hal ini juga menandakan bahwa forum diskusi SNTM sangat diminati oleh para akademisi dan profesional di bidang teknik mesin. Ruang lingkup makalah pada SNTM dikelompokkan menjadi empat bidang, yaitu: konversi energi, rekayasa mekanik & material, manufaktur, dan otomotif. Lebih lanjut, kualitas makalah dijaga dengan baik melalui proses review yang ketat.

Akhir kata kami ucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam penyusunan prosiding SNTM 10 ini. Terlepas dari segala kekurangan yang ada, kiranya segenap upaya yang telah dilakukan dapat bermanfaat bagi kemajuan, penguasaan ilmu pengetahuan & teknologi di Indonesia, dan menjadi pendorong untuk menghasilkan karya-karya penelitian lanjutan yang lebih baik.

Surabaya, Agustus 2015

Tim Editor

DAFTAR ISI

	Halaman
REVIEWER	iii
PANITIA PELAKSANA	iv
SAMBUTAN KETUA PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN.....	v
SAMBUTAN KETUA PANITIA.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI	viii
 DESAIN	
1. OPTIMASI DESAIN TANGKI TRUCK BAHAN BAKAR MINYAK DENGAN MENGGUNAKAN <i>FINITE ELEMENT APPLICATION</i> <i>Wilyanto Anggono, Felix Budimihardjo, Tubagus Putra Wijaya</i>	DS-1
2. <i>PENGARUH PERUBAHAN POSISI MASA SDVA DARI TITIK BERAT MASA UTAMA TERHADAP KARAKTERISTIK GETARAN TRANSLASI & ROTASI SISTEM UTAMA 2 DOF</i> <i>Susastro, Harus Laksana Guntur</i>	DS-6
3. STUDI PENGARUH PERUBAHAN TEKANAN <i>ACCUMULATOR</i> TERHADAP KARAKTERISTIK REDAMAN DAN ENERGI LISTRIK BANGKITAN PADA <i>HYDRAULIC REGENERATIVE SHOCK ABSORBER</i> (HRSA) <i>Skriptyan Noor Hidayatullah Syuhri, Harus Laksana Guntur</i>	DS-12
4. ANALISA SIMULASI MODEL PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA GELOMBANG AIR LAUT (PLTGL) TIPE PENGUNGKIT- <i>LINEAR GENERATOR</i> DAN <i>ROTARY GENERATOR</i> DENGAN VARIASI VOLUME PELAMPUNG <i>Yoga Ahdiat Fakhruddi, Wiwiek Hendrowati</i>	DS-19
5. STUDI PERBANDINGAN PENGARUH PENAMBAHAN SDVA DAN DDVA TERSUSUN SERI TERHADAP RESPON GETARAN TRANSLASI SISTEM UTAMA <i>Aini Lostari, Harus Laksana Guntur, Wiwiek Hendrowati</i>	DS-23
6. STUDI PENGARUH MASSA DAN PERUBAHAN LENGAN MOMEN <i>DUAL DYNAMIC VIBRATION ABSORBER (DVA)-INDEPENDENT</i> TERHADAP RESPON GETARAN SISTEM UTAMA 2-DOF <i>Esthi Kusumadewayanti, Harus Laksana Guntur</i>	DS-28
7. PENGARUH PERUBAHAN NILAI TAHANAN LISTRIK TERHADAP KARAKTERISTIK DINAMIS DARI <i>HYDRO-MAGNETO-ELECTRIC REGENERATIVE SHOCK ABSORBER</i> <i>Harus Laksana Guntur, Wiwiek Hendrowati</i>	DS-35
8. PERANCANGAN DIE SET UNTUK PROSES IRONING SELONGSONG PELURU CALIBER 20 MILIMETER <i>Gandi Widhi Artha, I Made Londen Batan</i>	DS-39

9. ANALISIS PEMBEBANAN STATIK PADA PERANCANGAN *BOGIE AUTOMATIC PEOPLE MOVER SYSTEM (APMS)* PRODUKSI PT. INKA MENGGUNAKAN *FINITE ELEMENT ANALYSIS*
Jean Mario Valentino, Danardono A. Sumarsono, Wahyu Nirbito..... DS-43
10. ANALISA SIMULASI ENERGI LISTRIK YANG DIHASILKAN MODEL PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA GELOMBANG AIR LAUT (PLTGL) METODE PELAMPUNG DENGAN VARIASI DIMENSI PELAMPUNG DAN PANJANG LENGAN
I Made Susanto, Wiwiek Hendrowati..... DS-48
11. PEMILIHAN DAN PENGGUNAAN *MODAL ANALYSIS SIMULATION, EXPERIMENTAL MODAL ANALYSIS* DAN *OPERATIONAL MODAL ANALYSIS* UNTUK MENGANALISIS KARAKTERISTIK STRUKTUR DINAMIK
Oegik Soegihardjo, Suhardjono, Bambang Pramujati, Agus Sigit Pramono..... DS-53

KONVERSI ENERGI

1. *SUSTAIBLE PRODUCT DEVELOPMENT FOR ELECTRIC GENERATOR USING BIOGAS FUEL*
Willyanto Anggono, Fandi D Suprianto, Ian Hardianto Siahaan, Yaser Martinus, Michaelly Renera.... KE-1
2. *RESEARCH IN DRAG REDUCTION*
Sutardi KE-4
3. DESAIN PROTOTIPE AERATOR UNTUK EKSTRAKSI BAHAN PEWARNA ALAMI DARI DAUN INDIGOFERA
Ida Bagus Putu Sukadana, I Made Rajendra, Ida Ayu Anom Arsani KE-7
4. STUDI Numerik DAN EKSPERIMEN KARAKTERISTIK ALIRAN MELINTASI TIGA BUAH SILINDER SIRKULAR YANG TERSUSUN SECARA *EQUILATERAL TRIANGULAR* Dengan PENAMBAHAN *INLET DISTURBANCE BODY (IDB)* PADA JARAK *STAGGER S/D = 2,5*
Intan Hardiatama, Wawan Aries Widodo KE-12
5. ANALISA KINERJA DAN EFEK PENDINGINAN DARI MESIN PENDINGIN ADSORPSI TENAGA MATAHARI YANG MENGGUNAKAN PASANGAN ADSORBEN KARBON AKTIF DAN ADSORBAT METANOL
Tulus Burhanuddin Sitorus, Farel H. Napitupulu, Himsar Ambarita..... KE-17
6. *ANALISA ENERGI LISTRIK YANG DIHASILKAN MODEL MEKANISME PLTGL TIPE SALTER DUCK AKIBAT PENGARUH TINGGI GELOMBANG DAN KETINGGIAN SUMBU PUTAR TERHADAP PERMUKAAN AIR*
Wiwiek Hendrowati, Harus Laksana Guntur, Yunarko Triwinarno KE-22
7. STUDI EKSPERIMENTAL PERBANDINGAN EFISIENSI TURBIN ARUS LAUT TIPE *HELICAL* TANPA *DUCTING* DAN DENGAN *DUCTING*
Abdi Ismail, Zain Amarta, Ayu Fitriyah Wahyuni KE-28
8. STUDI NUMERIK 3D PENGARUH *OPTIMAL DEVICES* PADA SUSUNAN PIPA *STAGGERED* TERHADAP KARAKTERISTIK ALIRAN FLUIDA DAN PERPINDAHAN PANAS
Eky Novianarenti, Ary Bachtiar Khrisna Putra KE-32

9. STUDI EKSPERIMEN PENGARUH PENAMBAHAN *INLET DISTURBANCE BODY* TERHADAP KARAKTERISTIK ALIRAN MELINTASI TIGA BUAH SILINDER SIRKULAR YANG TERSUSUN SECARA *EQUILATERAL-TRIANGULAR*
Novi Indah Riani, Wawan Aries Widodo..... KE-38
10. STUDI EKSPERIMENTAL PERBANDINGAN EFISIENSI TURBIN ARUS LAUT TIPE HELICAL LENGAN PELAT (LP) DENGAN LENGAN *LIFT TYPE FIN* (LLTF)
Abdi Ismail, Zain Amarta, Riza Rifaldy Argaputra KE-42
11. STUDI NUMERIK TENTANG PENGENDALIAN SEPARASI ALIRAN DI DALAM *CONICAL DIFFUSER* MENGGUNAKAN *CIRCULAR RING VORTEX GENERATOR*
Chairunnisa, Sutardi..... KE-46
12. MODIFIKASI RUANG PANGGANG OVEN
Ekadewi A. Handoyo, Fandi D. Suprianto, Jexfry Pariyanto KE-51
13. STUDI NUMERIK KARAKTERISTIK *AXIAL TURBINE* AKIBAT PENAMBAHAN *TIP BLADE*
Tulus Setiawan, Teng Sutrisno..... KE-55
14. PENGARUH PANJANG *STACK* KASA KAWAT *STAINLESS-STEEL* DAN *HEAT EXCHANGER* PADA KINERJA PENDINGIN TERMOAKUSTIK GELOMBANG BERDIRI BERBIAYA MURAH
Prastowo Murti, Agung Bambang Setio Utomo, Ikhsan Setiawan..... KE-59
15. A NEW CORRELATIONS FOR HEAT TRANSFER IN THE COOLING PROCESS OF AL_2O_3 -WATER NANOFLUIDS
Sudarmadji..... KE-64
16. PENGEMBANGAN TURBIN ANGIN HORIZONTAL DENGAN BAHAN SUDU KAYU MERANTI MERAH
Muhammad Irfansyah..... KE-68
17. RANCANG BANGUN DAN EVALUASI KINERJA *DOUBLE PIPE HEAT EXCHANGER*
Herman Somantri, Herry Sonawan..... KE-72
18. KAJI EKSPERIMENTAL EFISIENSI MOTOR GENSET SANKEN GS8000 BERBAHAN BAKAR BIOETHANOL
Herman Somantri..... KE-78
19. PERBANDINGAN TURBIN ANGIN UNTUK PEMBANGKIT LISTRIK DENGAN KAPASITAS 450 W
Idzani Muttaqin, Budi Hartadi..... KE-83

MANUFAKTUR

1. PENGARUH WAKTU PERENDAMAN SERAT CANTULA DALAM LARUTAN NaOH TERHADAP KEKUATAN BENDING KOMPOSIT RHDPE-CANTULA
Dion Widiyanto, Wijang W. Raharjo, Heru Sukanto MF-1
2. DESAIN DAN PEMILIHAN *FIXTURE* PROSES PEMESINAN *MILLING* UNTUK *IMPELLER HOUSING*
Sigit Yoewono, Sony Setyawan MF-4

3.	PENGUKURAN JARAK MENGGUNAKAN STEREO VISION UNTUK MENDENTIFIKASI OBJEK BERGERAK <i>Asmar Finali, Arif Wahjudi</i>	MF-10
4.	PEMANFAATAN ALUMINIUM DROSS SEBAGAI EXOTHERMIC SLEEVE UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI PENGECORAN BAJA <i>Dewi Idamayanti, Wiwik Purwadi, Cecep Ruskandi, Rivan</i>	MF-15
5.	LAJU KEAUSAN MATERIAL HYDROXYAPATITE TERHADAP PERMUKAAN LOGAM PADA SENDI TULANG BUATAN <i>Yusuf Kaelani, Defieka Andensi, Femmy Adisurya</i>	MF-19
6.	PENGARUH TEKANAN KOMPAKSI TERHADAP STRUKTUR MIKRO BAHAN ALTERNATIF PEMBUAT FILTER GAS EMISI KENDARAAN DENGAN KEMAMPUAN GANDA <i>Muh Amin, Muhammad Subri</i>	MF-23
7.	KARAKTERISASI STRUKTUR KRISTAL, STRUKTUR MIKRO DAN KEKERASAN AKIBAT <i>QUENCH</i> DAN <i>TEMPER</i> PADA BAHAN BRAKET UNTUK KOMPONEN ALAT BERAT EKSKAVATOR <i>Budiarto</i>	MF-27
8.	OPTIMASI RANCANG BANGUN TEKNOLOGI ALAT PENGOLAH LIMBAH CAIR TAHU <i>Megara munandar, Eka Maulana, Hasan Hariri</i>	MF-31

OTOMOTIF

1.	DESAIN PENGEMBANGAN PROTOTYPE SISTEM ELEKTROMAGNETIK <i>REGENERATIVE SHOCK ABSORBER</i> UNTUK MEMBANTU PROSES <i>RECOVERY</i> PADA BATERAI MOBIL <i>Ian Hardianto Siahaan, Albertus Kenny Kuncoro</i>	OT-1
2.	MODIFIKASI DAN PEMBUATAN SERTA PENGUJIAN SISTEM HANDBRAKE SEMI OTOMATIS SEBAGAI PERANGKAT <i>SAFETY</i> PADA KENDARAAN <i>Ian Hardianto Siahaan, A. Ian Wiyono</i>	OT-7
3.	KAJIAN AERODINAMIKA PROFIL <i>CAP TRUCK</i> HINO FL35JW <i>Sutrisno, Febio Novanto Sulistiono,</i>	OT-12

KARAKTERISASI STRUKTUR KRISTAL, STRUKTUR MIKRO DAN KEKERASAN AKIBAT *QUENCH* DAN *TEMPER* PADA BAHAN BRAKET UNTUK KOMPONEN ALAT BERAT EKSKAVATOR

Budiarto

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, UKI
Jalan Mayjen Sutoyo, Cawang, Jakarta 13630
Hp. 0817.984.4896
E-mail: budidamz@yahoo.com

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini untuk mengamati pengaruh perlakuan panas *quench* dan *temper* serta variasi media pendinginan air, oli, dan air garam terhadap struktur kristal, struktur mikro dan kekerasan pada bahan braket (baja SCMn5) untuk komponen alat berat ekskavator. Braket adalah salah satu komponen sebuah ekskavator yang berfungsi sebagai penopang arm. Bahan braket dilakukan proses pemanasan pada suhu 850°C yang ditahan selama 3 jam, kemudian di-*quench* dengan variasi media pendingin, air, oli, dan air garam. Selanjutnya proses *temper* pada suhu 550°C selama 2 jam dan didinginkan media air, oli, serta air garam. Karakterisasi strukturmikro menggunakan SEM-EDX, dan pemeriksaan struktur kristal dengan difraktometer sinar-x, serta uji kekerasan dengan metode Brinell. Hasil analisa uji kekerasan menunjukkan bahwa nilai kekerasan bahan braket tertinggi yaitu 375 HB pada media air garam dan terendah dimedia oli yaitu 252 HB. Pengamatan struktur mikro dengan SEM memperlihatkan adanya fasa α -martensit berbentuk lath lammelar memanjang yang terjadi akibat transformasi dari fasa γ -austenit. Hasil pemeriksaan dengan difraksi sinar-x menunjukkan bahwa bahan braket mempunyai fasa α -martensite (sudut $2\theta = 44,86$ dengan bidang (hkl)=(110) dan sudut $2\theta = 64,96$ dengan bidang (hkl) = (200)). Hasil penelitian ini memenuhi syarat mutu sesuai standar JIS G5111 dimana nilai kekerasan minimum 212 HB.

Kata kunci: ekskavator, braket, *quench*, *temper*, struktur kristal, dan kekerasan.

1. PENDAHULUAN

Pada era globalisasi ini persaingan teknologi khususnya alat-alat berat semakin ketat. Selain itu akan kebutuhan mesin alat berat semakin meningkat seiring dengan bertambahnya pembangunan infrastruktur baik di pulau jawa maupun luar jawa. Pada saat ini PT Pindad (Persero) melebarkan sayapnya ke luar lini bisnis peralatan persenjataan. BUMN yang bemarkas di Bandung ini, masuk ke pasar alat berat jenis ekskavator. Masuknya Pindad ke pasar alat berat karena adanya inisiasi dari pemerintah. "Pembuatan ekskavator ini adalah inisiasi menteri PUPR, Menteri Perindustrian dan didukung oleh Menteri BUMN," kata Direktur Utama Pindad, Silmy Karim di Pindad, Bandung. Meski di luar lini bisnis, Silmy berkeyakinan produk alat berat yang dihasilkan oleh Pindad bisa bersaing dengan produk sejenis yang telah lebih dahulu ada di pasar. Pindad, kata Silmy, telah berpengalaman di dalam membuat berbagai komponen yang terkait dengan alat berat. "Untuk mengembangkan ekskavator ini teknologi hidroliknya sudah kita kuasai. Untuk rangka dan lengan ekskavator kami sudah lama mengembangkan krain," sebutnya. Untuk itu memacu peningkatan kapasitas produksi sektor pertambangan dan pembangunan infrakstruktur, salah satu alat utamanya adalah alat berat dan salah satunya *hydraulic excavator tipe Excana 200* buatan PT.Pindad. Bracket adalah salah satu komponen sebuah *excavator* yang berfungsi sebagai penopang arm. Bracket ini dalam pembuatannya menggunakan teknologi pengecoran logam dan tahapan perlakuan panas (heat treatment) untuk memenuhi syarat mutunya dan untuk memperbaiki sifat-sifatnya.

Baja cor karbon dapat dikeraskan dan dikuatkan dengan *quenching* tetapi mampu kerasnya kurang baik dan hanya

kulitnya saja yang keras. Akan tetapi lapisan yang mengeras akan lebih tebal atau dalam dengan menambahkan unsur paduan Mn, Cr, Mo dan Ni, baru baja tersebut boleh dikatakan mempunyai mampu keras atau *hardenability* yang tinggi. Di dalam percobaan ini media pendingin yaitu air, oli, dan air garam. Kemudian dilakukan karakterisasi antara lain : struktur kristal, struktur mikro dan kekerasan material dari bahan baja SCMn5 sebagai braket salah satu komponen ekskavator tersebut.

2. METODOLOGI

Bahan dan Alat

Bahan:

Baja SCMn5 dari PT.XX Jakarta dan bahan kimia serta bahan metalografi. Hasil uji komposisi unsure kimia seperti yang tercantum pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengujian komposisi kimia dari baja SCMn5.

	%	C	Si	Mn	P	S
Standar	Min.	0.40	0.30	1.00	-	-
JIS G5111	Maks.	0.50	0.60	1.60	0.40	0.040
Hasil pengujian		0,41	0,35	1,60	0,016	0,013

Alat:

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian antara lain adalah: SEM-EDX untuk melihat struktur mikro (Philips), Atomic Absorpsi Spektrometer (AAS)

Standard ASTM E 663-1986, Tungku Pemanas (Neurch), Alat Uji Kekerasan Brinell standard SNI-19-0409-1989, Difraktometer Sinar-X, standard ASTM E 975-84, Mesin poles (Struers).



Tata kerja Penelitian

Pembuatan sampel dilakukan sesuai dengan standard prosedur, sampel baja SCMn5 dibuat dengan pengecoran. Kemudian baja SCMn5 yang telah dipotong-potong dengan ukuran 2,0 cmx1,0 cmx1,0 cm, selanjutnya sampel dipanaskan pada tungku pemanas pada temperatur 850°C selama 3 jam. Kemudian didinginkan dengan cepat (*quenched*) pada media air, oli, dan air garam. Pemanasan temper pada temperatur 550°C dengan *holding time* 2 jam dan didinginkan pada air, oli, dan air garam. Semua sampel baja SCMn5 dipoles, dengan kertas amplas berturut-turut dengan grid 500, 800, 1000, 1500, 2000, dan suspensi Alumina (Al₂O₃) 1 mikro. Setelah permukaan sampel seperti cermin, kemudian dietsa dengan larutan *aqua regia* (25 ml HCl 37%, 5 ml HNO₃ 65% dan 70 ml H₂O). Kemudian pada keseluruhan sampel dilakukan karakterisasi, pengamatan strukturmikro dengan Scanning Elektron Mikroskop (SEM), kekerasan dengan metoda Brinell, dan struktur Kristal dan identifikasi fasa, dengan alat difraktometer sinar-x.

Identifikasi Fasa

Dengan menggunakan difraktometer sinar-X (XRD), identifikasi fasa menggunakan standar uji ASTM E 975-84, dilakukan dengan tahapan sebagai berikut: Sampel diletakkan pada sebuah pelet empat persegi dan diletakkan pada tempat sampel ditengah-tengah goniometer. Sampel dikenai sinar-X monokromatis dengan target Cu yang mempunyai panjang gelombang 1,54051Å pada sampel kemudian dihasilkan pola difraksi. Untuk setiap garis pada pola dihitung *d* nya. Intensitas relatifnya ditentukan Jarak antar kisi (*d*) dihitung dan hasil yang diperoleh pada eksperimen dicocokkan dengan nilai *d* referensi yang terdapat pada tabel Hannawalt untuk mendapatkan struktur fasa sampel.

Pengukuran kekerasan

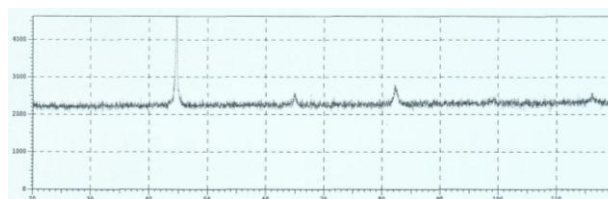
Sampel diletakkan pada tempat sampel, dipilih beban yang diinginkan. Waktu indentasi di set 15 detik. Jejak indenter pada permukaan sampel diamati dan dapat terbaca. Dilakukan pembacaan sebanyak tiga kali untuk tiap penekanan dan dirata-ratakan sebagai nilai kekerasan benda uji. Menggunakan metode Brinell.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

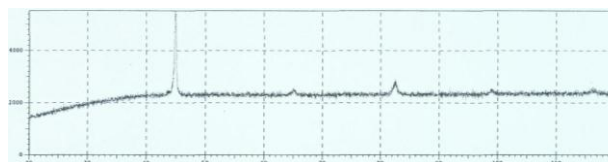
Analisa struktur Kristal dan identifikasi fasa.

Pengujian struktur Kristal dan identifikasi dengan XRD dimaksudkan untuk mengetahui struktur yang terbentuk setelah *heat treatment* dengan perbedaan media pendingin. Difraktogram sesudah perlakuan panas dan *quenching* di berbagai media pendingin seperti air, air garam, dan oli dapat dilihat pada Gambar 1a, 1b, dan 1c serta Tabel 2.

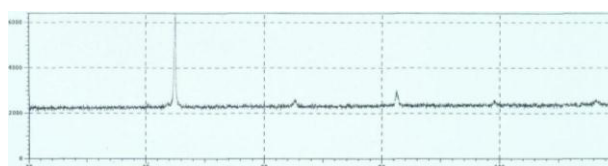
Hasil analisa pengujian XRD pada pendinginan cepat dengan *quenching* air garam, air, dan oli, memperlihatkan adanya puncak-puncak yang sama, dimana fasa γ - austenite bertransformasi menjadi fasa α -martensit. Fasa γ - austenite yang memiliki struktur BCC (Body Centered Cubic) berusaha mengeluarkan atom karbon, namun karena waktu yang sangat singkat atom karbon tersebut terperangkap dan membentuk struktur baru, yaitu BCT (*Body centered Tetragonal*) fasa α -martensit.



Gambar 1a. Difraktogram sinar-x dari baja SCMn5, *quench* dimedia air



Gambar 1b. Difraktogram sinar-x dari baja SCMn5 *quench* media air garam



Gambar 1c. Difraktogram sinar-x dari baja SCMn5 *quench* dimedia oli.

Hasil analisis struktur kristal dimedia pendingin air, Oli, dan air garam menunjukkan fasa yang sama yaitu γ -austenit pada $2\theta = 43,35^\circ$ dengan bidang *hkl* (111), fasa α - martensit $2\theta = 44,62^\circ$ bidang *hkl* (110), fasa α - martensit $2\theta = 65,82^\circ$ dan bidang *hkl* (200), fasa γ -austenit pada $2\theta = 74,43^\circ$ pada bidang *hkl* (220), dan α - martensit $2\theta = 82,17^\circ$ dengan bidang *hkl* (211).

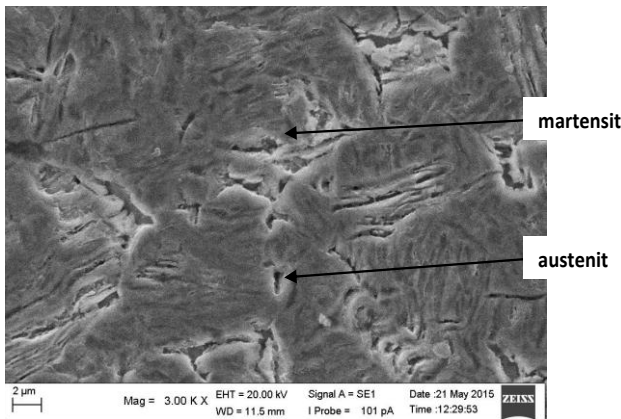
Tabel 2. Puncak-puncak dari baja SCMn5 hasil *quenching* di media pendingin berbeda.[4,7]

No.	Sampel	Sudut 2 θ	Nama fasa	Bidang (hkl)
1.	Baja SCMn5 (air garam)	43,70	γ -austenit	(111)
		44,82	α - martensit	(110)
		64,96	α - martensit	(200)
		72,61	γ -austenit	(220)
		82,33	α - martensit	(211)
2.	Baja SCMn5 (air)	43,35	γ -austenit	(111)
		44,62	α - martensit	(110)
		64,82	α - martensit	(200)
		75,43	γ -austenit	(220)
		82,17	α - martensit	(211)
3.	Baja SCMn5 (oli)	43,62	γ -austenit	(111)
		44,85	α - martensit	(110)
		65,06	α - martensit	(200)
		74,07	γ -austenit	(220)
		82,40	α - martensit	(211)

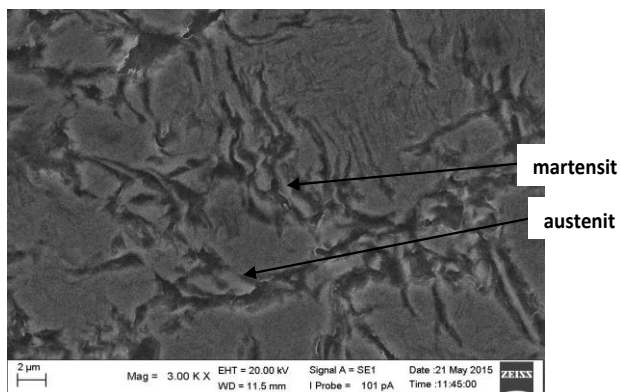
Analisa Struktur Mikro

Hasil pengamatan struktur mikro dengan SEM, dapat dilihat pada Gambar 2a, 2b, dan 2c.

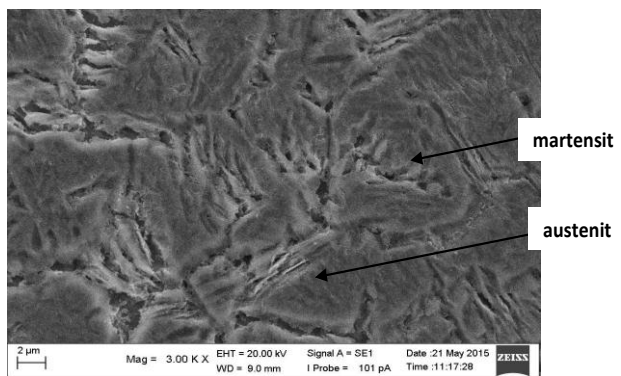
Dari Gambar 2a, menunjukkan bahwa struktur mikro dari material baja SCMn5 dimedia air, terdiri dari fasa γ -austenit sebagai matrik dan fasa α -martensit.



Gambar 2a. Struktur mikro baja SCMn5 – *quenching* air (3000x perbesaran)



Gambar 2.b Struktur mikro baja SCMn5 – *quenching* dimedia oli, perb. 3000X



Gambar 2c. Struktur mikro baja SCMn5–*quenching* dimedia air garam, perb.3000X

Hasil pengerasan bersifat tidak stabil, karena kekerasan berubah-ubah terhadap perbedaan media pendinginan. Ketidak stabilan ini disebabkan oleh supersaturasi (kelarutan jenuh) dari atom–atom impurities pada batas butir *austenite*, dan apabila terbentuk fasa *martensite*, maka akan meninggalkan tegangan sisa yang tinggi pada pada baja tersebut, sehingga semakin menurun ketangguhannya. Selain itu ketidak stabilan ini juga dihubungkan dengan sifatnya yang sangat getas dan cenderung rapuh, sehingga dibutuhkan suatu proses untuk mengurangi tegangan sisa yang terbentuk hasil pengerasan dan untuk meningkatkan keuletan dan ketangguhan dari baja SCMn5. Proses ini dinamakan tempering, yaitu proses pemanasan baja pada temperatur dibawah *lower*

critical temperature (temperatur kritis rendah). Peningkatan keuletan ini disisi lain mengurangi kekerasan dan kekuatan (strength) dari baja SCMn5.

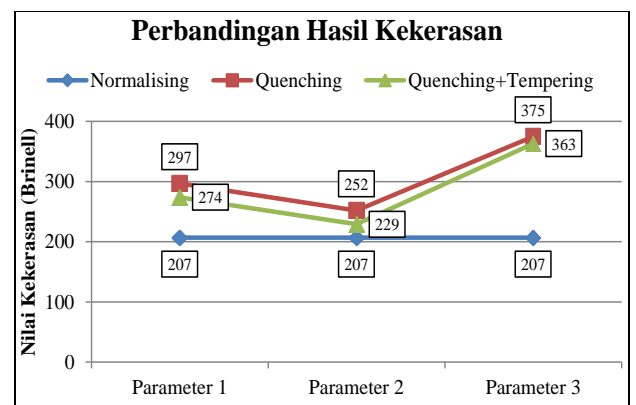
Selama proses temper berlangsung, terjadi difusi atom–atom karbon keluar dari daerah antarmuka (interface) sementite–austenite masuk kedalam austenite, kemudian membentuk *ferrite* dan karbida yang memiliki sifat lebih stabil dari *martensite*. Keluarnya atom–atom karbon ini dibantu *driving force* yang disebabkan oleh kelarutan jenuh dari atom–atom karbon.

Analisa Kekerasan

Hasil pengujian kekerasan terhadap sampel SCMn5 sesudah perlakuan panas, pendinginan cepat (*quench*) pada media air, dan perlakuan panas temper dapat dilihat pada Gambar 3a dan 3b, serta Tabel 3.

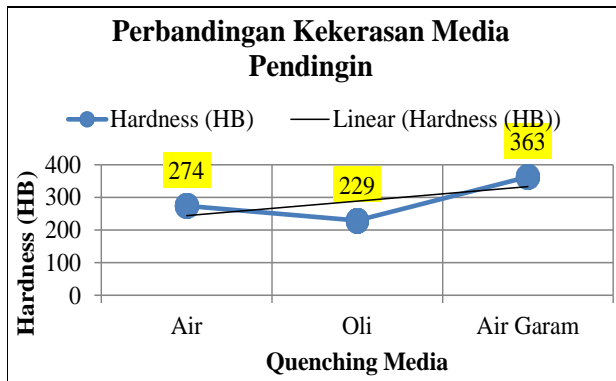
Tabel 1. Hasil pengujian kekerasan metode Brinell (HB) pada baja SCMn5

Kekerasan			Kekerasan Normalizing	Kekerasan Quenching	Kekerasan Quenching + Temper
Standar JIS G5111	Quenchant	Min			212
		Maks			-
Q = 850°C, T=550°C	Air	Sampel No.1	207	297	274
Q = 850°C, T=550°C	Oli	Sampel No.2	207	252	229
Q = 850°C, T=550°C	Air Garam	Sampel No.3	207	375	363



Gambar 3a. Grafik nilai kekerasan terhadap proses normalizing, quenching dan tempering pada baja SCMn5.

Baja SCMn5 dapat dilakupanas agar diperoleh struktur mikro dan sifat mekanik yang diinginkan (misalkan kekerasan). Struktur mikro dan sifat kekerasan yang diinginkan tersebut dapat diperoleh melalui proses pemanasan dan pendinginan pada temperatur tertentu. Jika permukaan dari suatu spesimen baja disiapkan dengan cermat dan struktur mikronya diamati dengan menggunakan mikroskop optik atau mikroskop elektron, maka akan tampak bahwa baja SCMn5 tersebut memiliki struktur yang berbeda-beda.



Gambar 3b. Grafik perbandingan nilai kekerasan dengan media pendingin

Jenis struktur yang ada sangat dipengaruhi oleh komposisi kimia dari baja dan jenis perlakuan panas yang diterapkan serta media pendingin pada baja SCMn5 tersebut. Struktur yang ada pada suatu baja pada umumnya adalah fasa ferit, fasa perlit, fasa bainit, fasa martensit, fasa sementit dan karbida lainnya. Nilai kekerasan pada sampel baja SCMn5 yang meningkat secara signifikan, karena terbentuk fasa α -martensit. Dimana α -martensit tersebut merupakan larutan padat dari karbon yang lewat jenuh pada besi alfa sehingga latis-latis sel satuannya terdistorsi. Sifatnya sangat keras dan diperoleh jika baja dari temperatur austenitnya didinginkan dengan laju pendinginan yang lebih besar dari laju pendinginan kritiknya. Dalam paduan besi karbon dan baja, austenit merupakan fasa induk dan bertransformasi menjadi martensit pada saat pendinginan. Transformasi ke martensit berlangsung tanpa difusi sehingga komposisi yang dimiliki oleh martensit sama dengan komposisi austenit, sesuai dengan komposisi paduannya sel satuan martensit adalah Tetragonal pusat badan (Body center tetragonal/BCT). Atom karbon dianggap menggeser latis kubus menjadi tetragonal. Kelarutan karbon dalam BCC menjadi lebih besar jika terbentuk martensit, dan hal inilah yang menyebabkan timbulnya tetragonalitas (BCT). Makin tinggi konsentrasi karbon, makin banyak posisi interstisi yang tersisih sehingga efek tetragonalitasnya makin besar. Pembentukan martensit berbeda dengan pembentukan perlit dan bainit, dan secara umum tidak tergantung pada waktu.

4. KESIMPULAN

Dari analisa dan pembahasan ini dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil analisa uji kekerasan menunjukkan bahwa nilai kekerasan bahan braket (375 ke 363 HB) yang di quench dan temper pada media air garam tertinggi bila dibandingkan media air (297 ke 274 HB) dan oli (252 ke 229 HB) dari bahan baket aslinya 212 HB.
2. Hasil analisa struktur mikro memperlihatkan adanya fasa α -martensit berbentuk *lath lammelar* memanjang dan γ -austenite.
3. Hasil analisa struktur Kristal menunjukkan bahwa bahan braket mempunyai fasa α -martensite (sudut $2\theta = 44,8631$ dengan bidang (hkl)=(110) dan sudut $2\theta = 64,96$ dengan bidang (hkl) = (200)). Hasil penelitian ini memenuhi syarat mutu sesuai standar JIS G5111 dimana nilai kekerasan minimum 212 HB.

DAFTAR PUSTAKA

1. Shaikh,H.H, Vinoy, T.V., and Khatak, H.S “*Materials Science and Technology*”, 14, 1998, hal. 129-133.
2. Thewlis, G., Whiteman, J.A., and Senogles, D.J.(1973), *American Society for Metals, “Metals Handbook Vol. 8”*, ASM Metal Park Ohio 440703, hal. 45-50.
3. Petty, E.R. “*Physical Metallurgy of Engineering Material*”, George Alen & Unwin Ltd., 1970.
4. Cullity, D, “*Elements of X-Ray Diffraction*” 2ndEdition, California, Addison Wesley Publishing Company Inc., 1978.
5. Peckner, Donald and I.M. Bernstein, “*Handbook of Stainless Steel*”, Mc Graw Hill Book Company, New York, 1977.
6. Hauser, J.J., et al, “*Submicroscopic Structures in Tempering 410 Stainless Steel*”, Trans. Am. Soc. Mei, Vol. 54, 1961, hal 514 – 525.
7. Helein, D.H, et al., *Powder Diffraction File*, Alphabetical Indexes Inorganic phases, Set1-45, International Center for Diffraction in Data, Pennsylvania, 19072-3271, USA.
8. ASM Handbook Volume 15, *Castings*, ASM International, 1988
9. Alexander W.O , *Dasar Metalurgi Untuk Rekayasawan*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.1999.
10. Koran Sindo, Bandung, Sabtu 27 Juni 2015.