



FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

PROSIDING

ISBN 978-979-96964-8-9

seminar nasional
TEKNOIN2011

Mengembangkan Jiwa Kewirausahaan Yang Berdaya Saing
Menuju Persaingan Global

TEKNIK MESIN

Yogyakarta, 19 November 2011

SUSUNAN PERSONALIA PANITIA SEMINAR NASIONAL TEKNOIN 2011

Penganggung Jawab	: Ir. Gumbolo Hadi Susanto, M.Sc.	Dekan
Pengarah	: Wahyudi Budi Pramono, ST., M.Eng Dr. Sri Kusumadewi, S.Si., MT. Dra. Kamariah, MS. Drs. Mohammad mastur, MSIE Yudi Prayudi, S.Si, M.Kom Tito Yuwono, ST., M.Sc Agung Nugroho Adi, ST., MT.	Wakil Dekan Direktur Pascasarjana MTI Ketua Jurusan Teknik Kimia Ketua Jurusan Teknik Industri Ketua Jurusan Teknik Informatika Ketua Jurusan Teknik Elektro Ketua Jurusan Teknik Mesin
Pelaksana Jajhara	: Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, MT. : 1. DNashrullah Setiawan, ST., M.Sc. 2. Yustiasih Purwaningrum, ST., MT.	
Pewer	: 1. Ir. Erlangga Fausa, M.Cis 2. Dr. Ir. Fatham HM Saleh, MSIE. 3. Agus Mansur, ST., M.Eng., Sc. 4. Izzati Muhaimmah, ST., M.Sc. Ph.D. 5. Ir. Hj. Budi Astuti, MT. 6. Muhammad Ridlwan, ST., MT.	
Galah & Prosiding: Kordinator	Winda Nur Cahyo, ST., MT. 1. Dyah Retno Sawitri, ST. 2. Yuli Agusti Rochman, ST., M.Eng. 3. Dthomas Hatta Fudholi, ST., M.Eng. 4. Firdaus, ST. 5. Purtojo, ST., M.Sc. 6. Haryadi, S.Pd. 7. Yoga Dwi Kurniawan, ST.	
Kerariat: Kordinator	Sri Indrawati, ST., MT. 1. Muhammad Susilo Atmodjo 2. Pangesti Rahman, SE.	
Kertifikat: Kordinator	Arif Bintoro Johan, ST., MT. 1. Heri Susilo, ST. 2. Ratna Kumala Dewi, A.Md.	
Kacara dan Publikasi: Kordinator	Drs. Imam Djati Widodo, M.Eng., Sc. 1. Harwati, ST. MT. 2. Bagus Prabowo Aji, ST. 3. Suwati	
Konsumsi dan perlengkapan:	1. Supardiman 2. Pardiya, ST. 3. Agus Sumarjono, ST. 4. Sri Handayani 5. Sarjudi	
Kantu Pelaksana :	1. Tri Handana 2. Wiyono 3. Muhammad Henry Himawan	

KATA PENGANTAR

Assalamu 'alaikum warahmatullah wabarakatuh

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga Seminar Nasional Teknoin 2011 dapat terselenggara.

Seminar Nasional Teknoin merupakan seminar tahunan yang diselenggarakan oleh FTI UII dalam rangka berpartisipasi menyumbangkan saran bagi pemecahan masalah-masalah aktual. Seminar ini pertama kali dilaksanakan pada tahun 2004, dan sampai dengan saat ini telah mengijak usia ke-8 sejak pertama kali dilaksanakan. Seminar yang dilaksanakan atas kerjasama Jurnal Teknologi Industri (TEKNOIN) dan Fakultas Teknologi Industri ini merupakan perwujudan atas visi UII yang memiliki komitmen pada kesempurnaan (keunggulan), *risalah Islamiyah*, di bidang pendidikan, penelitian, pengabdian masyarakat dan dakwah islamiyah, setingkat universitas yang berkualitas di negara-negara maju. Berpijak pada visi mulia tersebut, Fakultas Teknologi Industri UII berkeinginan untuk dapat memberikan kontribusi nyata melalui penyelenggaraan Seminar Nasional Teknoin 2011 yang sekaligus kami kemas menjadi forum diseminasi berbagai disiplin ilmu diantaranya bidang ilmu Teknik Kimia, Teknik Industri, Teknik Informatika, Teknik Elektro dan Teknik Mesin.

Topik yang kami ambil pada pelaksanaan seminar tahun ini adalah **"Mengembangkan Jiwa Kewirausahaan yang Berdaya Saing Menuju Persaingan Global"** yang didasarkan pada pertimbangan semakin mendesaknya permasalahan ekonomi yang dihadapi oleh Indonesia dewasa ini. Adapun masalah ekonomi tersebut tidak hanya berdampak pada lambatnya pertumbuhan jumlah lapangan kerja, namun juga mampu mempengaruhi kekuatan ekonomi Indonesia dalam persaingan global pada masa mendatang.

Dalam seminar ini, *alhamdulillah* terdapat 144 buah makalah (dari 205 abstrak yang diterima) dan yang telah direview oleh tim serta layak untuk masuk ke dalam Prosiding Seminar Nasional Teknoin 2011 (ISBN No. 978-979-96964-3-9) dan dipresentasikan. Adapun tiap bidang ilmu terdiri atas : 33 makalah bidang Teknik Kimia dan Tekstil, 38 makalah bidang Teknik Industri, 22 makalah bidang Teknik Informatika, 26 makalah bidang Teknik Elektro, serta 25 makalah bidang Teknik Mesin.

Pada kesempatan ini, kami selaku ketua pelaksana menyampaikan penghargaan dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Pimpinan Fakultas Teknologi Industri UII dan Pimpinan Jurusan serta Pimpinan Program Pascasarjana di lingkungan FTI UII, tim reviewer, dan segenap panitia pelaksana yang telah berusaha maksimal dan bekerjasama dengan baik hingga terlaksananya acara ini.

Ucapan terima kasih kami sampaikan juga kepada Bapak Muhammad Jusuf Kalla selaku owner dari Kalla Group, Bapak Hery Zuadianto, SE., Akt., MM selaku owner dari Margaria Group dan Bapak Teng Hui, selaku Owner dari PT. Jatim Watkoraya sebagai narasumber dalam seminar kali ini. Apresiasi setinggi-tingginya kami sampaikan kepada Presiden Direktur LG Innotek yang telah 2 tahun ini memberikan sponsorship pada panitia Seminar Teknoin, dan tak lupa kepada seluruh pemakalah serta semua pihak yang telah berpartisipasi, kami haturkan terima kasih dan mohon maaf atas kekurangsempurnaan kami.

Semoga dengan seminar ini, bisa lebih membuka wacana dan ide-ide baru untuk melakukan berbagai inovasi bisnis dalam rangka mengolah potensi yang ada menjadi keunggulan bisnis dalam persaingan global. Selamat berseminar dan kami tunggu partisipasinya pada Seminar Nasional Teknoin selanjutnya di tahun 2012.

Wassalamu 'alaikum warahmatullah wabarakatuh

Yogyakarta, 19 November 2011
Ketua Panitia,

Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, MT.

KATA PENGANTAR

Assalamu 'alaikum warahmatullah wabarakatuh

Persaingan bisnis saat ini menunjukkan persaingan yang cukup ketat bahkan sampai pada persaingan global. Oleh karena itu industri dituntut untuk melakukan inovasi di semua aspek agar mampu mempertahankan tingkat persaingan. Jiwa kewirausahaan harus dimiliki oleh para pemangku kepentingan yang ada di industri untuk menghadapi ketatnya persaingan bisnis saat ini. Melakukan berbagai inovasi bisnis merupakan suatu keharusan bagi para wirausahawan (*entrepreneurs*), agar dapat mengkonversi tantangan/hambatan menjadi suatu peluang (*opportunity*).

Iklm bisnis di Indonesia dewasa ini ditandai dengan ketidakpastian dan penurunan kinerja sejumlah aktifitas bisnis. Hal ini disebabkan karena para wirausahawan belum memanfaatkan potensi yang ada secara optimal yang dapat digunakan sebagai modal dalam menghadapi persaingan, baik lokal maupun internasional. Indonesia memiliki potensi yang berdaya saing tinggi, sebuah peluang bagi para wirausahawan untuk mengolah potensi yang ada menjadi keunggulan bisnis.

Peranan pendidikan tinggi dalam membangun jiwa kewirausahaan menjadi cukup penting untuk dikembangkan. Sehingga pendidikan tinggi dapat dijadikan sebagai pusat pengembangan inovasi kewirausahaan maupun dapat dijadikan sebagai pencetak para wirausahaan yang unggul. Seminar Nasional ini dirancang untuk memberikan wawasan mengenai pentingnya mengembangkan peran *entrepreneurs* yang ada dan bila memungkinkan ditularkan kepada yg lain berkaitan dengan keberhasilan dan rencana pengembangannya. Beragam konsep, hasil pemikiran, dan hasil riset tentang kewirausahaan akan disajikan dan dibahas pula pada Seminar Nasional ini dalam mendorong tercapainya pembangunan berkelanjutan.

Sebagai sebuah forum ilmiah, seminar ini diharapkan sebagai media diseminasi informasi hasil penelitian dan perkembangan mutakhir antar pihak dengan berbagai latar belakang, mulai dari kalangan perguruan tinggi, lembaga penelitian, pemerintah/pengambil kebijakan, dan pihak industri. Diskusi antarpihak dengan berbagai perspektif ini diharapkan dapat memperluas *social networking* dan menghadirkan visualisasi yang lebih lengkap atas berbagai perkembangan penelitian di bidang teknologi industri, dan pada gilirannya diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi perkembangan teknologi dan pemanfaatannya di Indonesia.

Atas nama Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, saya menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah berkontribusi atas terselenggaranya Seminar Nasional Teknoin 2011 ini. Seminar ini dapat berlangsung karena usaha terbaik dari panitia pelaksana.

Wassalamu 'alaikum warahmatullah wabarakatuh

Yogyakarta, 19 November 2011

Dekan,

Ir. Gumbolo Hadi Susanto, M.Sc.

DAFTAR ISI

Electronic Control Unit untuk Motor Bakar Diesel 2 Silinder dengan Konsep Homogeneous Charge Compression Ignition Aam Muharam, M.T., Arifin Nur, S.T., Kristian Ismail, M.T.	E-1
Desain & Pembuatan Coran Footstep Holder Sepeda Motor Honda Grand Astrea dengan Bahan Ac12 Achmad Sambas, S.T., M.T.	E-9
Peningkatan Kualitas Sepatu Rem Sepeda Motor Produk IKM melalui Proses 'Grain Refining' Ahmad Supriyadi, A. P. Bayuseno, Sri Nugroho	E-14
Analisis Pengaruh Variasi Tebal Plat Bimetal Terhadap Besar Defleksi Yang Terjadi Amat Umron, S.T.; Muhammad Usamah, S.T.	E-20
Analisis Variabilitas Tekanan Ruang Bakar Motor Diesel IDI dengan Menggunakan Analisis Data Statistik Arifin Nur, S.T.; Aam Muharam, M.T.	E-26
Pembuatan Dan Pengujian Blade Mesin Shot Blasting Hasil Perancangan Ulang Darma Firmansyah Undayat, M.T.	E-32
Shape Memory Effect Dua Arah Paduan Berbasis Ni-Ti Efendi Maburri, Bambang Sriyono, Bintang Adjiantoro, D.N.Adnyana	E-41
Penyebaran Serat Karbon Dalam Mortar Semen Putih Eko Sulistiyono, Yulinda Lestari, Wildan Panji Tresna, Marga Asta Jaya	E-45
Studi Modifikasi Pengapian Ganda pada Sepeda Motor Terhadap Emisi Gas Buang (Study of Double Ignition Modification on Motorcycle to Exhaust Gas Emission) Greg. Sukartono, Harjono	E-49
Studi Kelayakan Renovasi Unit Penghancur Batu (Stone Crusher) di Unit Pelaksana Teknis Balai Pengolahan Mineral Lampung, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (UPT.BPML-LIPI) Kusno Isnugroho, David C Birawidha, Achmad Shofi	E-53
Peningkatan Ketahanan Aus Baja Mangan SCMnH11 pada Produk Coal Crusher Lilik Dwi Setyana, S.T.,M.T.; Ir. Tarmono, M.T.	E-60
Pengembangan Model Multiobjektif untuk Penjadwalan Job Shop Dinamis Linda Wahyuni Santoso, S.T.; Nur Aini Masruroh S.T., M.Sc., Ph.D.; Dr. Eng. Herianto, S.T., M.Eng.	E-64

Peran dan Aplikasi Program Simulasi Pengecoran Logam dalam Industri Pembuatan Baja Cor: Studi Kasus pada Pembuatan Track Link Excavator Mochamad Achyarsyah, S.T., SST., M.T.; Mohammad Nurdin, ST., MBA	E-70
Karakteristik Perambatan Retak Velg dari Bahan A356 dengan Variasi Putaran Centrifugal Casting Muhammad Syukron, Jamasri, Priyo Tri Iswanto	E-74
Sintesa $Ca_3Co_4O_9$ Sebagai Bahan Termoelektrik dengan Menggunakan Metode Sintering Ir. Rahardjo Binudi, Lusiana, M.T.; Sigit Dwi Yudanto, S.T.; Rahadian Roberto, A.Md.; Heri Nugraha, A.Md	E-79
Studi Sifat Fisik dan Sifat Mekanik Komposit Epoxy-Alumina Rusnoto, M.Wazis Wildan, Kusmono	E-84
Peningkatan Kekuatan Serat Batang Salak dengan Perlakuan Benzoylation Seno Darmanto, S.T., M.T.	E-89
Pemanfaatan Panas Buang di Muffler Kendaraan Roda Dua untuk Pembangkitan Listrik Menggunakan Thermoelektrik Generator Sugiyanto, S.T.; Prof. Dr-ing., Ir. Harwin Saptoadi, MSE	E-92
Pengaruh Twist Ratio Terhadap Karakteristik Perpindahan Panas dan Faktor Gesekan pada Penukar Kalor Pipa Konsentrik dengan Twisted Tape Insert Tri Istanto, S.T., M.T.; Wibawa Endra Juwana, S.T., M.T.; Indri Yaningsih, S.T.	E-97
Pengelasan Dissimilar Antara Baja Karbon Rendah St 37 dengan Stainless Steel Austenitik Sus 304 dengan Metoda Friction Welding (Fw) (The Dissimilar Welding Between Low Carbon Steel St 37 and Austenitic Stainless Steel Sus 304 with Friction Welding (Fw Method). Widia Setiawan, S.T., M.T.; Nugroho Santoso, S.T.	E-105
Pengaruh Penambahan Kadar Serat Karbon Terhadap Electrical Resistivity pada Aplikasi Beton Cerdik Wildan Panji Tresna, Marga Asta Jaya Mulya, Yulinda Lestari	E-110
Uji Prestasi dan Emisi Terhadap Mesin Diesel Injeksi Langsung Tanpa Modifikasi dengan Penambahan Hidrogen Yanuandri Putrasari, S.T., M.Eng.; Arifin Nur, S.T.; Widodo Budi Santoso, Ir., M.T.; Mochamad Ichwan, Dr.-Ing.	E-115
Pengaruh Serat Karbon Terhadap Kuat Tekan Mortar Bermatriks Semen-Fly Ash untuk Aplikasi Beton Cerdik di Jalan Raya Yulinda Lestari, Wildan Panji, Eko Sulistiyono, Marga Asta Jaya Mulya	E-121
Proses Desain dan Manufaktur Artificial Hip Joint Yuris Setyoadi, Iwan Budiwan Anwar, Rifky Ismail, Sugiyanto, Jamari	E-125

**Pengembangan Sistem Pemberian Lapisan dengan Teknik Penyemprotan Ledakan
Termal di Puslit Fisika - LIPI**

Muchiar, Farid W. Machmud, Masbah R.T. Siregar, Gerard E. Timuda, Cece, Suryadi.

E-133

Pembuatan Dan Pengujian *Blade* Mesin *Shot Blasting* Hasil Perancangan Ulang

Darma Firmansyah Undayat, M.T.

Jurusan Teknik Pengecoran Logam Politeknik Manufaktur Negeri Bandung

Jl. Kanayakan No. 21 Dago, Bandung 40135

Telp: 022-2500241, Fax: 022-2502649

E-mail: darmafirmansyah@yahoo.com

Abstrak

Modus kegagalan yang umum terjadi pada blade mesin shot blasting adalah blade mengalami penipisan pada permukaan atas bagian tengah. Penipisan terjadi akibat gesekan steel shot. Bagian lain selain bagian tersebut relatif tidak mengalami kerusakan. Dari modus kegagalan yang terjadi, telah dilakukan pengembangan blade dengan cara merancang ulang konstruksi dan materialnya agar lebih ekonomis tanpa mengurangi fungsinya. Selanjutnya perlu dilakukan pembuatan dan pengujian blade, untuk mengetahui keberhasilan rancangan dalam hal keterbutaan, ketepakaan dan kualitas blade. Penelitian ini berisi pembuatan blade sesuai dengan hasil perancangan. Dari hasil perancangan, blade dibuat menjadi 2 bagian yang terbuat dari material yang berbeda, yaitu bagian tengah yang terbuat dari material Ni-Hard 4 dengan proses sand casting dan bagian sisi kiri dan kanan yang terbuat dari material baja karbon rendah yang dikeraskan permukaannya dengan proses permesinan. Setelah blade jadi, dilakukan service test blade di mesin shot blasting selama 13,39 jam dalam kurun waktu empat minggu. Saat service test, blade hasil pembuatan di pasang di blasting unit atas dan bawah (masing-masing dua blade) pada mesin shot blasting bersama-sama dengan blade yang tidak diubah konstruksi dan materialnya. Dari penelitian yang telah dilakukan di atas didapatkan kesimpulan: perancangan ulang, pembuatan dan pengujian blade telah berhasil dilakukan; pemakaian blade hasil percobaan lebih ekonomis dibandingkan dengan pemakaian blade asli, dengan penghematan sejumlah Rp. 1.128.000 untuk blade roda sentrifugal bawah dan Rp. 2.068.000 untuk blade roda sentrifugal atas per satu kali penggantian satu buah bagian sisi blade; blade hasil percobaan memiliki umur pakai 420 dan 30 jam untuk bagian sisi dan tengah blade pada roda sentrifugal bawah serta 960 dan 40 jam untuk bagian sisi dan tengah blade pada roda sentrifugal atas dan memiliki kekerasan 60,3 HRC dan 655 HV pada bagian tengah dan permukaan bagian sisi blade dengan rasio kekerasan terhadap steel shot sebesar 1,3 dan 1,4.

Kata kunci: Pembuatan, Pengujian, blade, shot blasting, ekonomis

1. Pendahuluan

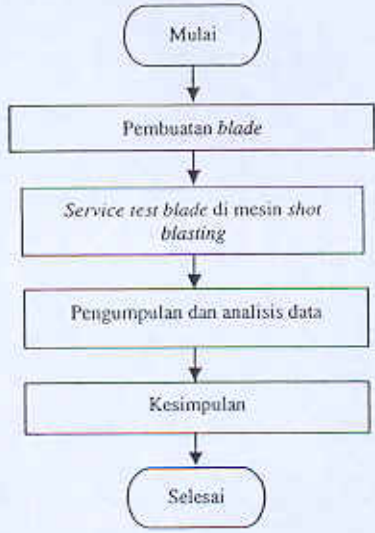
Blade merupakan salah satu komponen dalam mesin *shot blasting* yang berfungsi sebagai pelempar *steel shot*. Material yang digunakan untuk *blade* adalah Ni-Hard 4 yang memiliki ketahanan gesek yang baik, sedangkan material *steel shot* adalah baja karbon yang dikeraskan. Dari data yang didapat di lapangan, umur pakai *blade* rata-rata adalah 30-40 jam. Modus kegagalan yang terjadi pada *blade* adalah *blade* mengalami penipisan pada permukaan atas bagian tengah. Penipisan terjadi akibat gesekan *steel shot*. Bagian lain selain bagian tersebut relatif tidak mengalami kerusakan. Dari modus kegagalan yang terjadi, *blade* telah dikembangkan dengan cara

merancang ulang konstruksi dan materialnya agar lebih ekonomis tanpa mengurangi fungsinya. Untuk mengetahui keberhasilan rancangan dalam hal keterbutaan, ketepakaan dan kualitas *blade*, perlu dilakukan pembuatan dan pengujian *blade* mesin *shot blasting*.

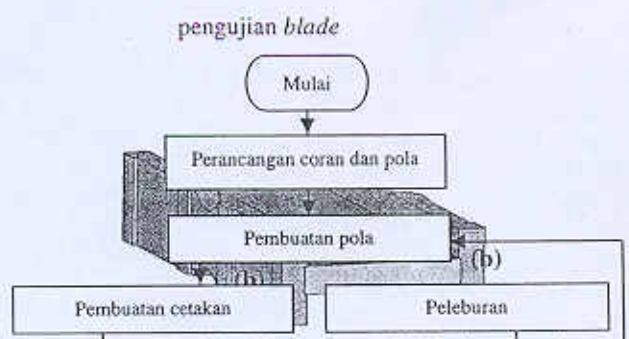
2. Metodologi penelitian

Pembuatan dan pengujian *blade* dilakukan berdasarkan hasil perancangan ulang. Proses pembuatan dan pengujian *blade* dapat dilihat pada Gambar 1 sebagai berikut.

Blade hasil perancangan ulang dapat dilihat pada Gambar 2 sebagai berikut, yaitu terdiri dari 2 bagian yang terbuat dari material yang berbeda, bagian tengah yang terbuat dari material Ni-Hard 4 dengan proses *sand casting* dan bagian sisi kiri dan kanan yang terbuat dari material baja karbon rendah dengan proses permesinan.

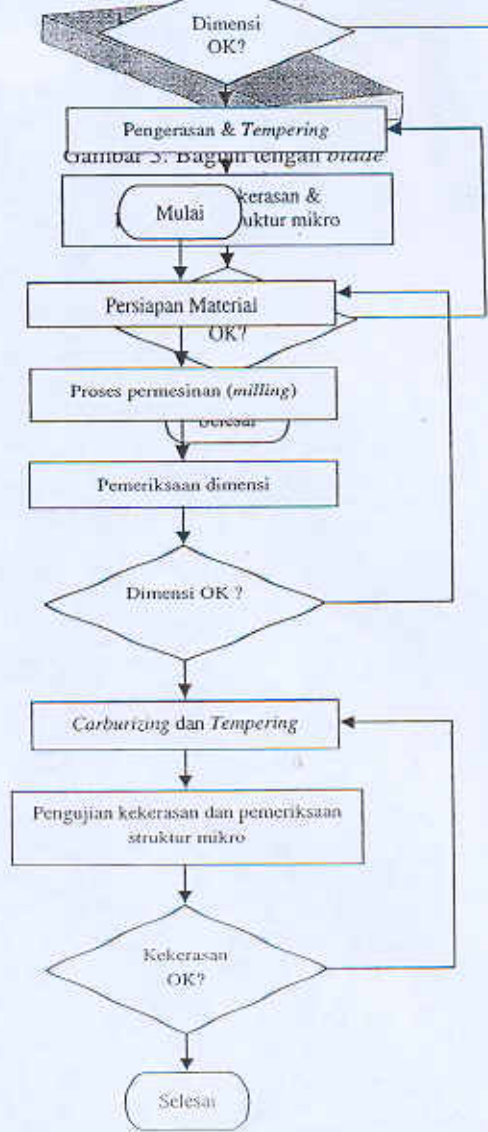


Gambar 1. Diagram alir proses pembuatan dan



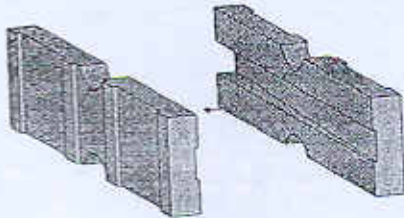
Gambar 2. Blade hasil rancangan. (a) bagian tengah dan (b) bagian sisi

Bagian tengah blade dibuat dari material Ni-Hard 4 dengan proses *sand casting*. Bagian tengah blade dapat dilihat pada Gambar 3 dibawah ini. Dan proses pembuatan diagram alir di Gambar 4. Jenis uji yang dibuat pada percobaan ini adalah empat buah.



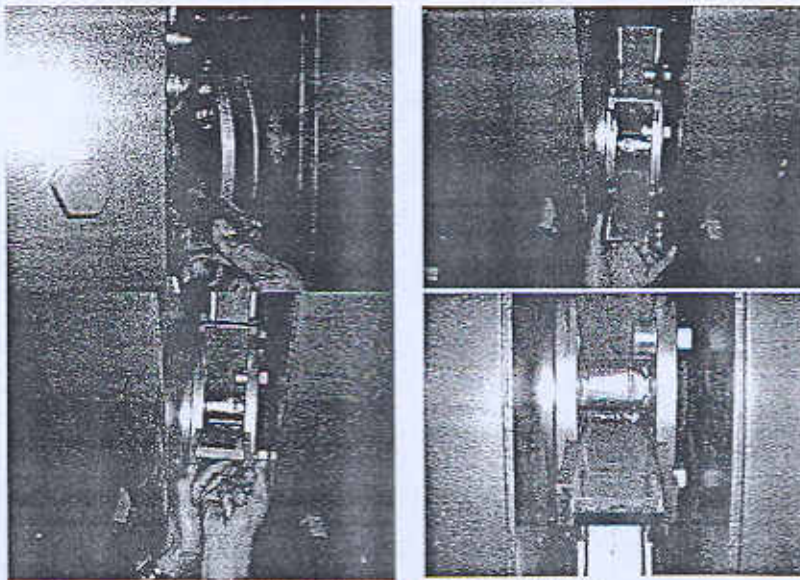
Gambar 4. Diagram alir proses Pembuatan bagian tengah blade

rendah dengan proses *milling*. Dan kemudian dilanjutkan dengan proses pengerasan permukaan dengan cara *carburizing*. Bentuk bagian sisi blade dapat dilihat pada Gambar 6 dibawah ini. Dan proses pembuatannya dapat dilihat pada diagram alir di Gambar 5. Jumlah bagian sisi blade yang dibuat pada percobaan ini adalah empat set (delapan buah).



Gambar 6. Bagian sisi blade

Service test blade dilakukan dengan cara memasang blade hasil perancangan dan pembuatan di mesin *shot*



Gambar 7. Proses pemasangan blade

3. Hasil dan pembahasan

3.1. Pembuatan Bagian Tengah Blade

Dari proses *sand casting* didapatkan coran bagian tengah blade dengan komposisi kimia material sebagai berikut.

Tabel 1. Komposisi kimia coran bagian tengah blade (% berat)

C	Si	Mn	S	P	Ni	Cr	Mo
3,16	1,88	0,40	0,01	0,02	5,98	9,07	0,12

Gambar 5. Diagram alir proses Pembuatan bagian sisi blade

sesuai dengan kebutuhan untuk jangka waktu yang ditentukan. Blade dipasang di mesin *Shot Blasting Tipe Rotating hanger* yang memiliki dua roda sentrifugal (atas dan bawah). Pada masing-masing roda sentrifugal terdapat delapan buah blade. Empat buah blade hasil percobaan dipasang di dua roda sentrifugal tersebut sejumlah masing-masing dua buah bersama-sama dengan blade asli. Waktu yang ditentukan untuk *service test* ini adalah selama empat minggu.

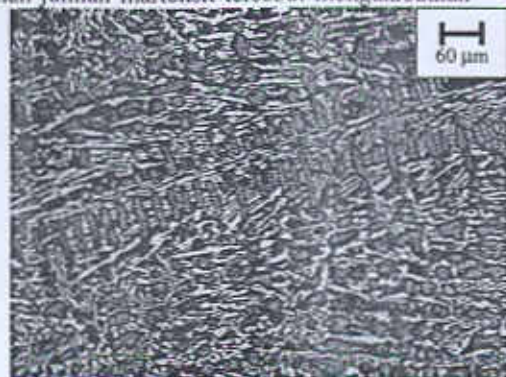
Masing-masing blade hasil percobaan (bagian tengah dan sisi), sebelum dipasang di mesin ditimbang terlebih dahulu untuk mengetahui beratnya. Demikian juga halnya dengan setelah *service test*, masing-masing blade tersebut ditimbang kembali. Selanjutnya dilihat apakah terjadi perubahan berat atau tidak.

Selain perubahan berat, yang dilihat dari *service test* ini adalah perubahan penampilan dari blade tersebut.

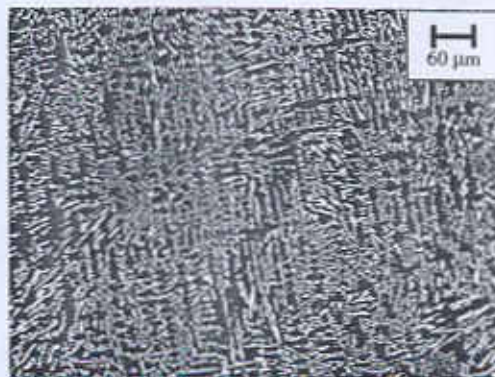
Komposisi kimia tersebut di atas masuk kedalam rentang komposisi kimia material Ni-Hard 4 menurut literatur.

Dengan komposisi kimia tersebut di atas didapatkan struktur mikro martensit, austenit dan karbida $(Cr,Fe)_7C_3$ pada kondisi setelah pengecoran dan setelah perlakuan panas (Gambar 8). Perbedaan struktur mikro kondisi setelah pengecoran dan setelah perlakuan panas terletak pada jumlah austenit dan martensit, karena sebagian besar austenit yang terdapat pada kondisi

setelah pengecoran bertransformasi menjadi martensit. Penambahan jumlah martensit tersebut mengakibatkan



(a)



(b)

Gambar 8. Struktur mikro material coran bagian tengah *blade*. (a) setelah Pengecoran, terdiri dari martensit, austenit dan karbida $(Cr,Fe)_7C_3$. Vilela. dan (b) setelah perlakuan panas, terdiri dari martensit temper, austenit sisa dan karbida $(Cr,Fe)_7C_3$. Vilela.

Data harga kekerasan coran bagian tengah *blade* adalah sebagai berikut.

Tabel 2. Harga kekerasan coran bagian tengah *blade*

Kondisi	Kekerasan rata-rata (HRC)
Setelah pengecoran	42,8
Setelah pengerasan	64,5
Setelah tempering	60,3

Dengan harga kekerasan tersebut di atas, rasio kekerasan bagian tengah *blade* (H) terhadap *steel shot* (Ha) adalah 1,3.

Tabel 3. Rasio kekerasan bagian tengah *blade* terhadap kekerasan *steel shot*

Nama	Material	Kekerasan (HRC)	Keterangan
Bagian tengah <i>blade</i>	Ni-Hard 4 yang telah dikeraskan dan ditemper	60,3	H
<i>Steel shot</i>	Baja karbon yang telah dikeraskan dan ditemper	46,3	Ha
Rasio (H/Ha)		1,3	

3.2. Pembuatan Bagian Sisi Blade

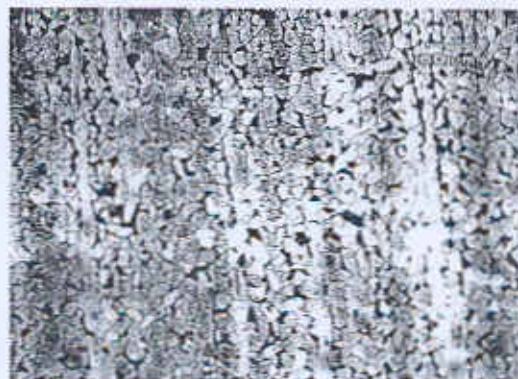
Dari proses permesinan didapatkan bagian sisi *blade* dengan komposisi kimia material sebagai berikut.

Tabel 4. Komposisi kimia bagian sisi *blade* (% berat)

C	Si	Mn	S	P
0,23	0,59	0,43	0,01	0,01

peningkatan kekerasan pada material.

Dengan komposisi kimia tersebut di atas struktur mikro yang terjadi adalah ferit dan perlit (Gambar 9).



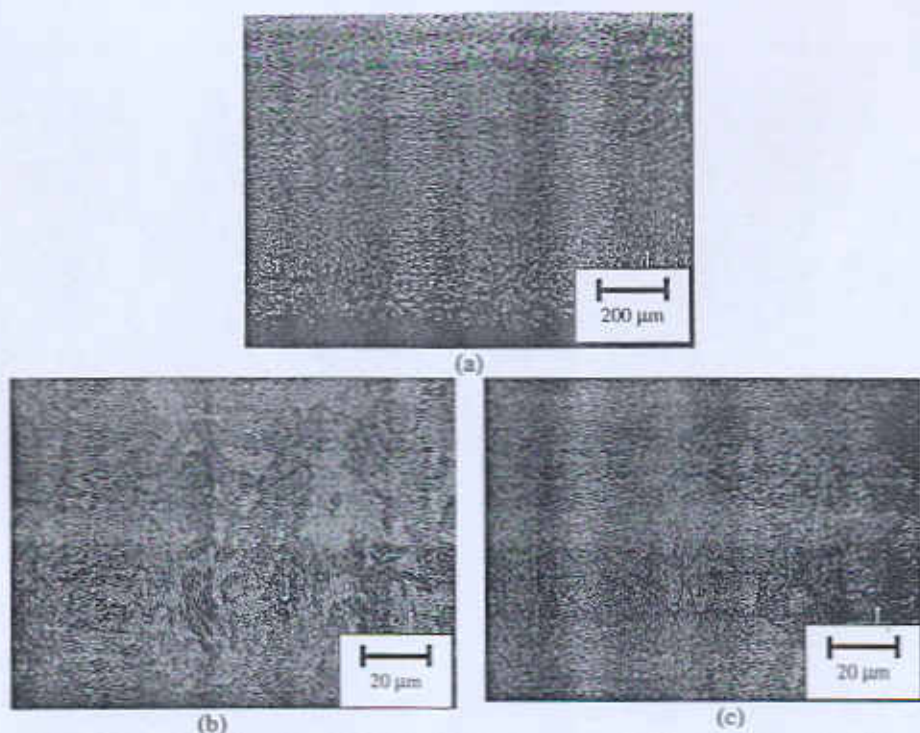
Gambar 9. Struktur mikro material bagian sisi *blade*, terdiri dari ferit dan perlit. 5% nital.

Setelah proses *carburizing*, komposisi kimia material permukaan bagian sisi *blade* menjadi sebagai berikut.

Tabel 5. Komposisi kimia permukaan bagian sisi *blade* setelah *carburizing* (% berat)

C	Si	Mn	S	P
0,71	0,58	0,42	0,01	0,01

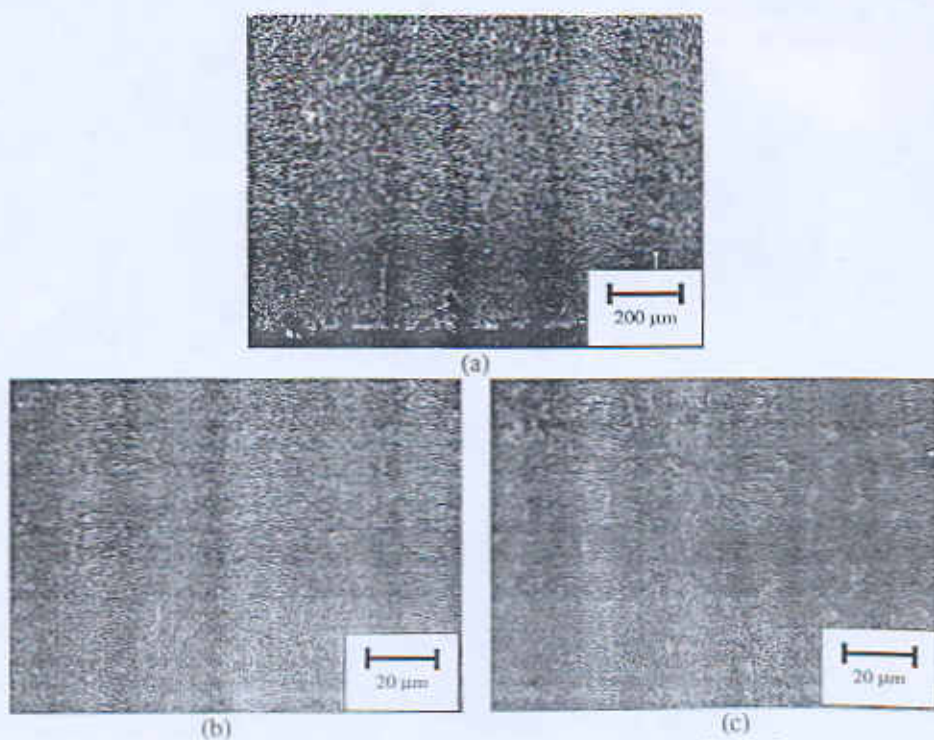
Struktur mikro material bagian sisi *blade* setelah proses *carburizing* adalah ferit dan perlit dengan distribusi perlitik pada bagian sisi permukaannya dan feritik pada bagian tengahnya (Gambar 10). Hal tersebut terjadi karena perbedaan kandungan karbon pada bagian sisi dan tengah sebagai akibat dari proses *carburizing*.



Gambar 10. Struktur mikro material bagian sisi *blade* setelah pengerasan. (a) terdiri dari martensit dan ferit. 5% nital. (b) bagian sisi, martensitik. 5% nital. dan (c) bagian tengah, martensit dan ferit. 5% nital.

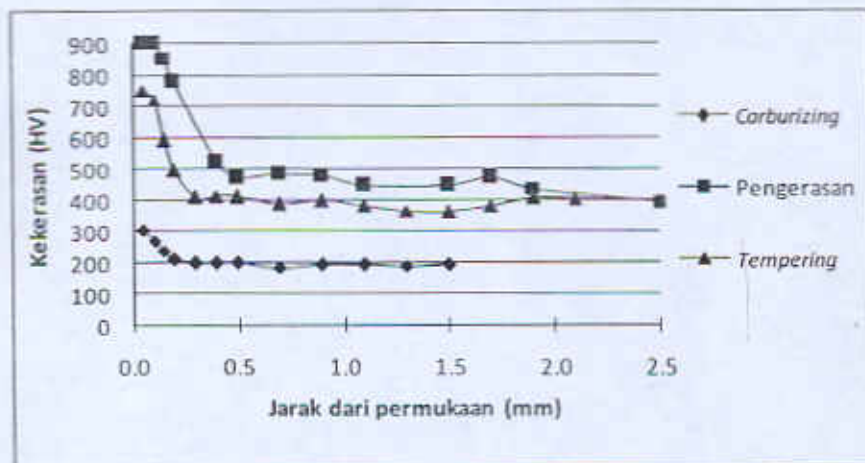
Setelah proses *tempering*, struktur mikro material bagian sisi *blade* terdiri dari martensit temper dan ferit dengan distribusi martensit temper pada bagian sisi

permukaannya dan martensit temper-ferit pada bagian tengahnya (Gambar 11).



Gambar 11. Struktur mikro material bagian sisi *blade* setelah *tempering*. (a) terdiri dari martensit temper dan ferit. 5% nital. (b) bagian sisi, martensit temper. 5% nital. dan (c) bagian tengah, martensit temper dan ferit. 5% nital.

Harga kekerasan bagian sisi *blade* setelah perlakuan panas dapat dilihat pada Gambar 12. Dari data tersebut didapatkan *effective case depth* sebesar 0,4 mm (DC-H0.2-E0.4) setelah pengerasan dan 0,2 mm (DC-H0.2-E0.2) setelah *tempering*. Dari data tersebut juga didapatkan *total case depth* sebesar 0,4 mm (DC-H0.2-T0.4) setelah pengerasan dan 0,3 mm (DC-H0.2-T0.3) setelah *tempering*.



Gambar 12. Kekerasan material bagian sisi *blade* setelah perlakuan panas

Untuk menghitung rasio kekerasan bagian sisi *blade* (H) terhadap *steel shot* (Ha), harga kekerasan setelah *tempering* (rata-rata tertinggi hingga batas kekerasan untuk *effective case depth*) dibagi dengan harga kekerasan *steel shot*. Hasilnya didapatkan rasio kekerasan sebesar 1,4.

Tabel 6. Rasio kekerasan bagian sisi *blade* terhadap kekerasan *steel shot*

Nama	Material	Kekerasan (HV)	Ket.
Bagian sisi <i>blade</i>	Baja karbon rendah yang telah dikeraskan dengan <i>carburizing</i> dan ditemper	655	H
<i>Steel shot</i>	Baja karbon yang telah dikeraskan dan ditemper	466	Ha
Rasio (H/Ha)		1,4	

Rasio kekerasan bagian tengah dan sisi *blade* terhadap *steel shot* sebesar 1,3 dan 1,4 menunjukkan bahwa pasangan *blade-steel shot* memiliki ketahanan gesek yang baik.

3.3. Service Test Blade

Setelah dilakukan *service test* selama 13,39 jam dalam kurun waktu 4 minggu didapatkan laju penipisan *blade* sebagai berikut:

Effective/total case depth tersebut di atas dipengaruhi oleh kedalaman difusi karbon ke dalam material pada saat proses *carburizing*. Kedalaman difusi karbon tergantung dari waktu penahanan dan jumlah *energizers* yang digunakan pada saat proses *carburizing*. Dengan waktu penahanan selama dua jam dan penggunaan 10% barium karbonat ($BaCO_3$) sebagai *energizers* didapatkan *Effective* dan *total case depth* tersebut di atas.

Tabel 7. Laju penipisan *blade* hasil pembuatan setelah *service test* selama 13,39 jam

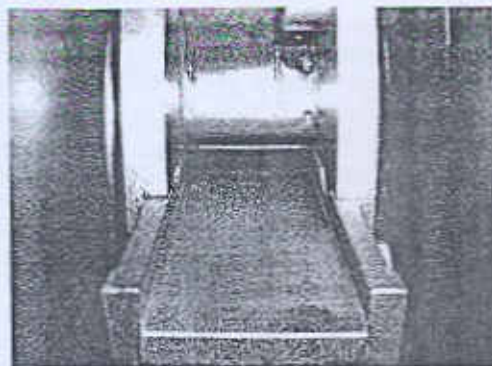
Posisi <i>blade</i>	Laju penipisan <i>blade</i> (mm/jam)	
	Bagian sisi	Bagian tengah
Roda sentrifugal bawah (<i>Blade</i> no. 1 & 2)	0,006	0,014
Roda sentrifugal atas (<i>Blade</i> no. 3 & 4)	0,002	0,008

Dari data pada Tabel 7 tersebut di atas dapat dilihat bahwa laju penipisan *blade* pada roda sentrifugal bawah lebih tinggi dibandingkan dengan laju penipisan *blade* pada roda sentrifugal atas dan laju penipisan *blade* bagian tengah lebih tinggi dibandingkan dengan laju penipisan *blade* bagian sisi. Hal tersebut terjadi karena gesekan antara *steel shot* dengan permukaan *blade* pada roda sentrifugal bawah dan bagian tengah dipengaruhi oleh berat *steel shot*, sedangkan pada roda sentrifugal atas dan bagian sisi relatif tidak.

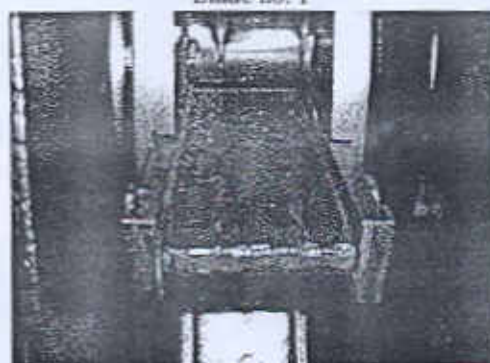
Kondisi permukaan *blade* setelah dilakukan *service test* dapat dilihat pada Gambar 13. Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa secara visual belum terjadi perubahan yang signifikan dari tampilan seluruh *blade*. Tetapi ada satu *blade* yang mulai menunjukkan perubahan, yaitu bagian tengah *blade* no. 2 (Gambar 14a). Pada permukaan atas bagian tengah mulai terlihat alur-alur bekas gesekan. Alur-alur tersebut kemungkinan akan berkembang menjadi cekungan pada permukaan atas bagian tengah.



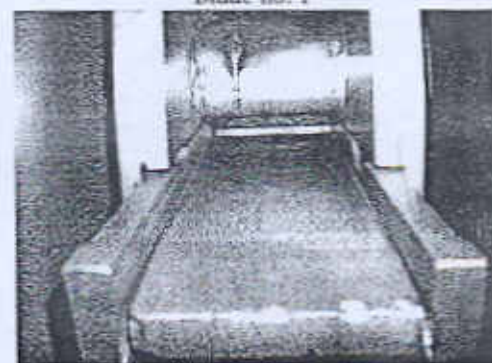
Blade no. 1



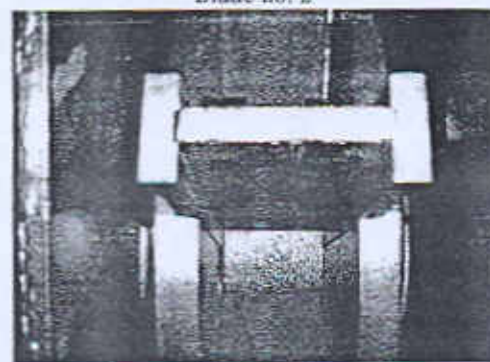
Blade no. 1



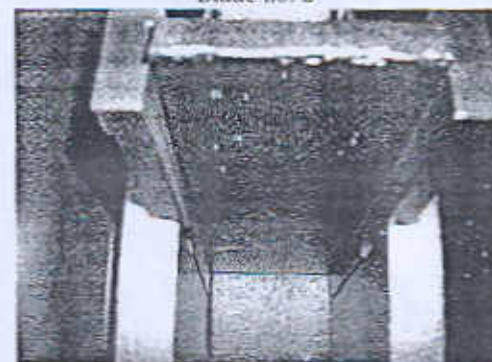
Blade no. 2



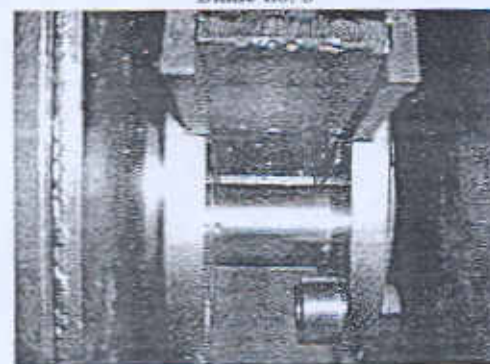
Blade no. 2



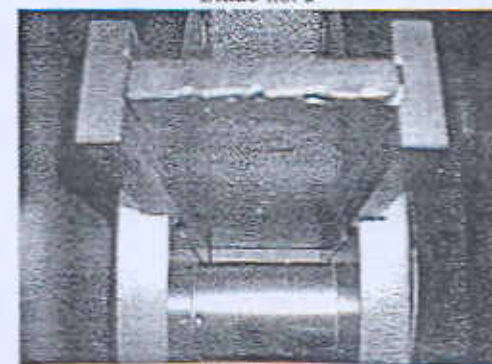
Blade no. 3



Blade no. 3

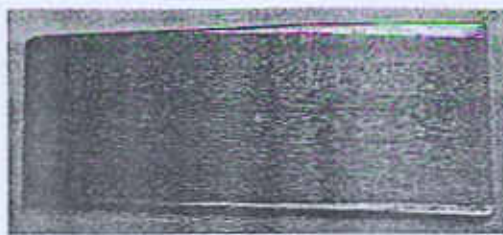


Blade no. 4



Blade no. 4

Gambar 13. Kondisi awal (sebelah kiri) dan akhir (sebelah kanan) blade saat service test



(a)

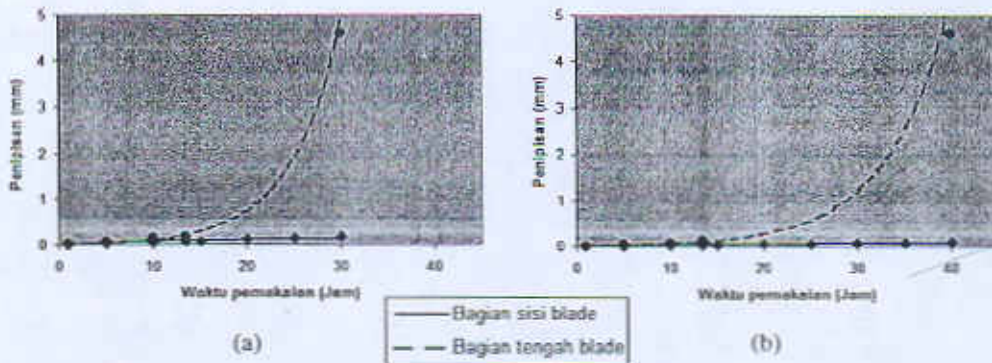


(b)

Gambar 14. (a) Bagian tengah *blade* no. 2 dan (b) Bagian sisi *blade* no. 1

Umur pakai *blade* bagian tengah diasumsikan sama dengan umur pakai *blade* asli, yaitu 30 jam untuk *blade* pada roda sentrifugal bawah dan 40 jam untuk *blade* pada roda sentrifugal atas. Pertimbangannya adalah karena dimensi dan material bagian tersebut tidak ada perubahan dari aslinya. Sedangkan umur pakai bagian

sisi *blade* dihitung dengan asumsi laju penipisannya konstan pada laju penipisan menurut Tabel 7. Berdasarkan pertimbangan tersebut di atas didapatkan kurva laju penipisan *blade* (penipisan vs waktu pemakaian) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 15.



(a)

(b)

Gambar 15. Laju penipisan *blade* (penipisan vs waktu pemakaian). (a) roda sentrifugal bawah dan (b) roda sentrifugal atas

Pada Gambar 15 tersebut di atas dapat dilihat bahwa laju penipisan bagian tengah *blade* berbentuk eksponensial. Hal tersebut terjadi karena laju penipisan akan semakin cepat ketika pada permukaan bagian tengah *blade* mulai terbentuk cekungan bekas gesekan akibat *steel shot*. Sehingga penipisan akan terkonsentrasi di sekitar bagian tengah permukaan. Hal tersebut mengakibatkan terjadinya penurunan laju penipisan (atau konstan) pada bagian sisi *blade*, karena *steel shot* akan mengalir pada permukaan yang telah ada cekungannya (bagian tengah).

Dari rancangan yang dibuat, bagian sisi *blade* dapat digunakan hingga penipisan mencapai 1,2 mm serta dapat digunakan sisi atas dan bawahnya. Maksudnya ketika salah satu sisi penipisannya mencapai 1,2 mm, pemasangan bagian sisi dibalik. Sehingga dengan laju penipisan menurut Tabel 7, maka umur pakai bagian sisi *blade* adalah 420 jam untuk *blade* pada roda sentrifugal bawah dan 960 jam untuk *blade* pada roda sentrifugal atas. Dari umur pakai *blade* tersebut di atas dapat dihitung bahwa bagian sisi *blade* dapat digunakan hingga 14 kali penggantian bagian tengah *blade* untuk *blade* pada roda sentrifugal bawah dan

hingga 24 kali penggantian bagian tengah *blade* untuk *blade* pada roda sentrifugal atas.

Dari data biaya pembuatan *blade* pada lampiran H, dapat dihitung bahwa biaya pembuatan *blade* hasil percobaan akan sama dengan biaya pembuatan *blade* asli jika bagian sisi *blade* digunakan hingga dua kali penggantian bagian tengah *blade*.

Jadi dengan umur pakai *blade* hasil percobaan seperti yang telah dijelaskan di atas, maka pemakaian *blade* hasil percobaan tersebut jauh lebih ekonomis dibandingkan dengan pemakaian *blade* asli. Jika dihitung dalam rupiah, pemakaian *blade* hasil percobaan dapat menghemat Rp. 1.128.000 untuk *blade* roda sentrifugal bawah dan Rp. 2.068.000 untuk *blade* roda sentrifugal atas per satu kali penggantian satu buah bagian sisi *blade*. Untuk satu roda sentrifugal, dapat menghemat Rp. 9.024.000 untuk roda sentrifugal bawah dan Rp. 16.544.000 untuk roda sentrifugal atas.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- (1) Perancangan ulang, pembuatan dan pengujian *blade* telah berhasil dilakukan.
- (2) Pemakaian *blade* hasil percobaan lebih ekonomis dibandingkan dengan pemakaian *blade* asli, dengan penghematan sejumlah Rp. 1.128.000 untuk *blade* roda sentrifugal bawah dan Rp. 2.068.000 untuk *blade* roda sentrifugal atas per satu kali penggantian satu buah bagian sisi *blade*.
- (3) Karakteristik *blade* hasil percobaan adalah sebagai berikut:
 - Memiliki umur pakai sebagai berikut:

Posisi <i>blade</i>	Umur pakai (jam)	
	Bagian sisi	Bagian tengah
Roda sentrifugal bawah (<i>Blade</i> no. 1 & 2)	420	30
Roda sentrifugal atas (<i>Blade</i> no. 3 & 4)	960	40

Kekerasan bagian tengah *blade* adalah 60,3 HRC dengan rasio kekerasan terhadap steel shot sebesar 1,3 dan kekerasan bagian sisi *blade* pada permukaannya adalah 655 HV dengan rasio kekerasan terhadap steel shot sebesar 1,4.

Referensi

- [1]. *ASM Handbook Volume 4 Heat Treating* (1998), ASM International.
- [2]. *ASM Handbook Volume 15 Casting* (1998), ASM International.
- [3]. Cox, G.J. (1989), *Development of Abrasion-Resistant Nickel-Containing Alloy White Irons of High Hardness*, Nickel Development Institute NIDI.
- [4]. *JIS Handbook Ferrous Materials & Metallurgy 1* (2004), Japanese Standards Association.
- [5]. *Ni-Hard-Material Data and Applications*, Nickel Development Institute NIDI.
- [6]. Krauss, G. (2000), *STEELS: Heat Treatment and Processing Principles*, ASM International.
- [7]. <http://www.pshotblast.com/shot-blasting-machine-spares.php>
- [8]. <http://www.cym-shotblasting.com/reports/cym-blast-wheel-units.pdf>
- [9]. <http://www.cym-shotblasting.com/reports/shot-blasting-introduction.pdf>
- [10]. http://www.disagroup.com/disa-group-homepage/news-articles/articles/lay_3/print_1/cat_2797/art_20339/detail.aspx
- [11]. <http://steel.keytometals.com/Articles/Art62.htm>