

RANCANG BANGUN MESIN *CENTRIFUGAL CASTING* KOMBINASI UNTUK MEMPERODUKSI DIESEL CYLINDER LINER (DCL) SKALA LABORATORIUM

Ireng Sigit Atmanto¹, Alaya Fadllu Hadi Mukhammad²,
Bambang Setyoko³ dan Nugroho Santoso⁴

Abstrak

Mesin *centrifugal casting* digunakan pada pengecoran logam pada benda dengan bentuk silinderberlubang. Mesin *centrifugal casting* dibagi menjadi dua jenis yaitu vertical dan horizontal. Di dunia industri mesin *centrifugal* vertical tidak dapat digunakan untuk horizontal begitu juga sebaliknya. Oleh karena itu makalah ini bertujuan untuk menentukan desain mesin *centrifugal casting* kombinasi yang dapat digunakan untuk vertical maupun horizontal skala laboratorium berdasarkan beberapa factor pertimbangan. Proses rancang bangun mesin *centrifugal casting* terdiri dari tiga tahapan yaitu pembuatan desain, manufaktur dan kalibrasi mesin *centrifugal casting*. Proses perancangan, terdiri dari beberapa tahapan meliputi studi literatur, survey lapangan dan ketersediaan bahan, penentuan spesifikasi, tahapan perancangan konsep produk, dan tahapan pembuatan produk. Desain mesin *centrifugal casting* diekspresikan dengan sketsa gambar tiga dimensi 3D dengan tujuan agar lebih mudah dipahami.

Kata Kunci: Rancang Bangun, Mesin, *Centrifugal Casting*, Kombinasi

PENDAHULUAN

Diesel Cylinder Liner (DCL) merupakan salah satu komponen utama dalam mesin diesel yang berfungsi sebagai tempat terjadinya pembakaran bahan bakar solar dengan udara. Fakta lapangan menunjukkan usia pakai DCL berkisar 250.000 km atau setara (3-4) tahun masa pemakaian. Pada tahun 2009 diperkirakan terdapat 10.449.255 armada transportasi (bus dan truck) yang beroperasi di Indonesia (**Dephub, 2010**). Jika diambil jumlah minimal setiap armada memiliki 4 DCL maka kebutuhan DCL di Indonesia mencapai kira-kira 41.797.020 DCL / 3 tahun, dengan kata lain setiap hari diperlukan 114.512 buah DCL untuk mendukung industri transportasi di Indonesia.

Industry pengecoran besi cor lokal sudah mencoba produksi DCL dengan memanfaatkan limbah DCL impor sebagai bahan baku, akan tetapi kualitas DCL yang

¹ Program Studi Diploma Teknik Mesin Universitas Diponegoro Semarang

² Program Studi Diploma Teknik Mesin Universitas Diponegoro Semarang

³ Program Studi Diploma Teknik Mesin Universitas Diponegoro Semarang

⁴ Program Studi Diploma Teknik Mesin Sekolah Vokasi Universitas Gadjah Mada Yogyakarta

dihasilkan masih jauh dari standar. DCL produksi lokal ini umumnya menggunakan proses *gravity casting* yang memiliki banyak cacat coran diantaranya adalah tingginya porositas (rongga udara), cacat salah alir, dan rongga penyusutan sehingga kualitas coran yang dihasilkan kurang baik.

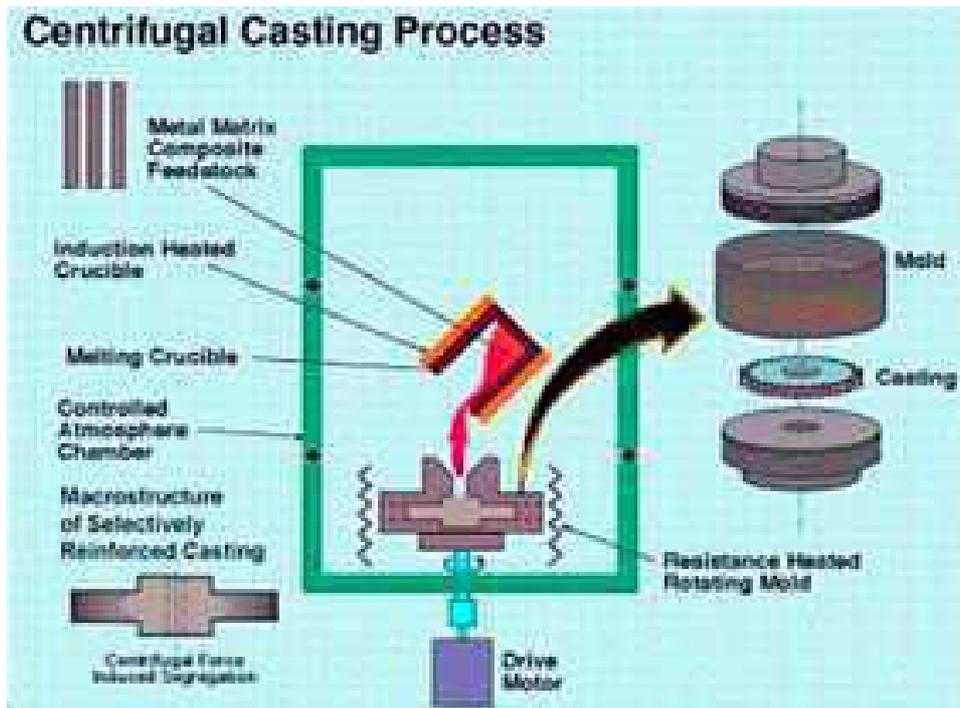
Centrifugal casting adalah metode pengecoran yang dapat menutupi kelemahan *gravity casting*. Gaya sentrifugal yang dihasilkan oleh putaran cetakan akan menyebabkan logam cair yang dituang terdorong menjauhi sumbu putar menuju jari-jari terjauh cetakan dan akan mengisi rongga cetakan lebih sempurna sehingga produk yang dihasilkan lebih sempurna (**Jorstad, 1993**)

Pada dasarnya pengecoran sentrifugal dibagi menjadi dua jenis yaitu horizontal dan vertical. Mesin-mesin *centrifugal casting* yang telah dibuat pada umumnya hanya dapat digunakan sebagai jenis horizontal saja atau vertical saja, padahal dalam praktek pengecoran skala laboratorium memerlukan mesin yang dapat berfungsi secara kombinasi (vertical ataupun horizontal) dikarenakan variasi benda kerja., oleh karena itu penelitian ini bertujuan membuat sebuah desain *centrifugal casting* terbaik dari beberapa referensi mesin *Centrifugal casting* dan kemudian diuji coba untuk memastikan mesin ini dapat beroperasi dengan baik.

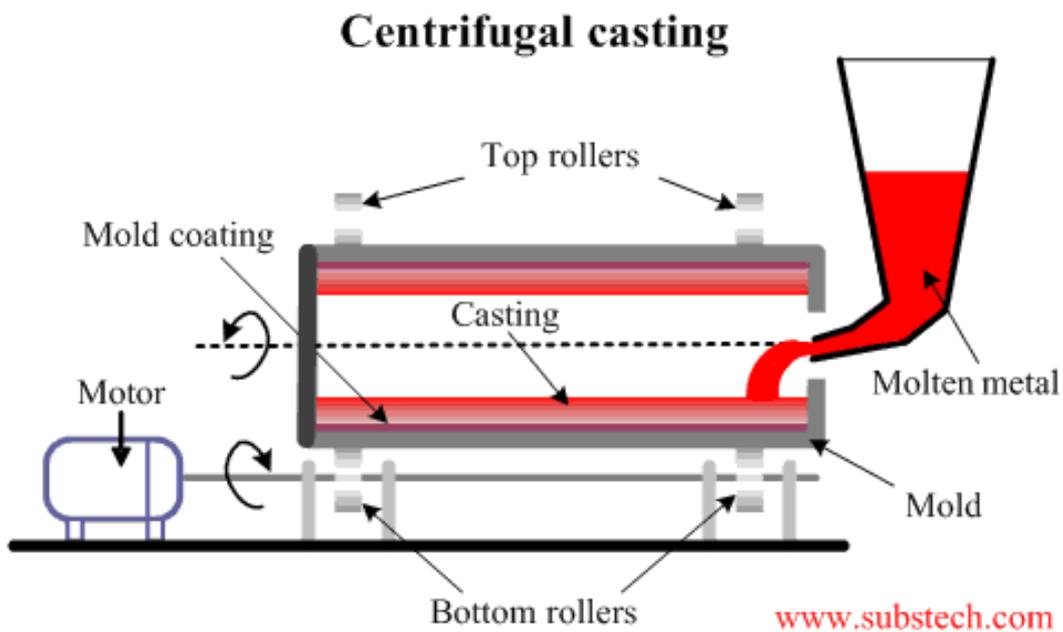
TINJAUAN PUSTAKA

Pengecoran sentrifugal adalah salah satu teknik pengecoran dengan cara menuangkan logam cair ke dalam cetakan yang berputar (**ASM Handbook, 1998**). Metode ini memanfaatkan putaran untuk menghasilkan gaya sentrifugal. Gaya sentrifugal yang dihasilkan oleh putaran cetakan akan menyebabkan logam cair yang dituang terdorong menjauhi sumbu putar dan menuju jari-jari terjauh cetakan dan menghasilkan pengisian rongga cetakan lebih sempurna (**Jorstad, 1993**).

Pengecoran sentrifugal horizontal digunakan pada benda kerja yang memiliki ukuran relative panjang yaitu lebih dari 100 mm. Pengecoran sentrifugal horizontal pada umumnya digunakan dalam pembuatan pipa tabung, bushing, liner dan beberapa komponen yang berbentuk silinder ydengan bentuk yang relative simple (**ASM Handbook, 1998**). Pengecoran sentrifugal vertical digunakan pada benda kerja yang memiliki panjang relative pendek yaitu maximal 100 mm. Aplikasi pengecoran vertical bisa lebih luas karena dapat membuat benda kerja yang relative lebih rumit seperti velg, tromol kendaraan bermotor.



(a) *Centrifugal casting* vertikal (www.Centrifugalcasting.co.in)



(b) *Centrifugal casting* horizontal (www.substech.com)

Gambar 1. Jenis-jenis *Centrifugal casting*.

METODOLOGI

Proses rancang bangun mesin *centrifugal casting* terdiri dari tiga tahapan yaitu pembuatan desain, manufaktur dan kalibrasi mesin *centrifugal casting*. Proses perancangan, terdiri dari beberapa tahapan meliputi studi literatur, survey lapangan dan ketersediaan bahan, penentuan spesifikasi (kriteria), pemilihan alternatif, dan pembobotan alternatif.

a. Tujuan Perancangan

Tahap permulaan dalam perancangan adalah menentukan kebutuhan (need) secara umum (Armanto dkk, 2012). Kebutuhan utama mesin *Centrifugal casting* adalah membuat gaya sentrifugal pada logam coran. Gaya sentrifugal dapat terjadi karena adanya putaran, sehingga secara prinsip mesin centrifugsl *casting* harus bisa memutarakan logam coran melalui cetakan. Putaran biasanya dihasilkan dari motor listrik dengan daya menyesuaikan kebutuhan torsi yang dibutuhkan. Daya dari motor listrik tersebut disalurkan melalui shaft menuju ke cetakan, sehingga dapat memutarakan logam coran

b. Kriteria Perancangan

Membangun kriteria sangatlah dibutuhkan karena akan menentukan kebutuhan yang akan dipakai untuk merancang alat atau mesin (Armanto dkk, 2012). Selanjutnya (Dieter, G.E, 1991 dan Sutadi dkk, 2012) mengemukakan 2 kriteria utama yaitu kriteria “musts” dan “wants”. Dalam perancangan mesin *centrifugal casting* ini maka kriteria musts dan wants adalah:

- a. Kriteria musts, yaitu kriteria yang harus dipenuhi dalam perancangan, meliputi:
 - Menghasilkan gaya sentrifugal terhadap besi cor (berupa putaran)
 - Cetakan mampu menampung besi cor
 - Mampu mengukur kecepatan putaran
 - Aman bagi operator dan lingkungan kerja
- b. Kriteria wants, yaitu kriteria yang diharapkan dipenuhi dalam perancangan, meliputi:
 - Perakitan dan pengoperasian mudah
 - Perawatan dan perbaikan mudah
 - Biaya pembuatan dan perbaikannya murah
 - Portable
 - Dapat digunakan sebagai *Centrifugal casting* horizontal dan vertical
 - Kestabilan cetakan

c. Perancangan Konsep Produk

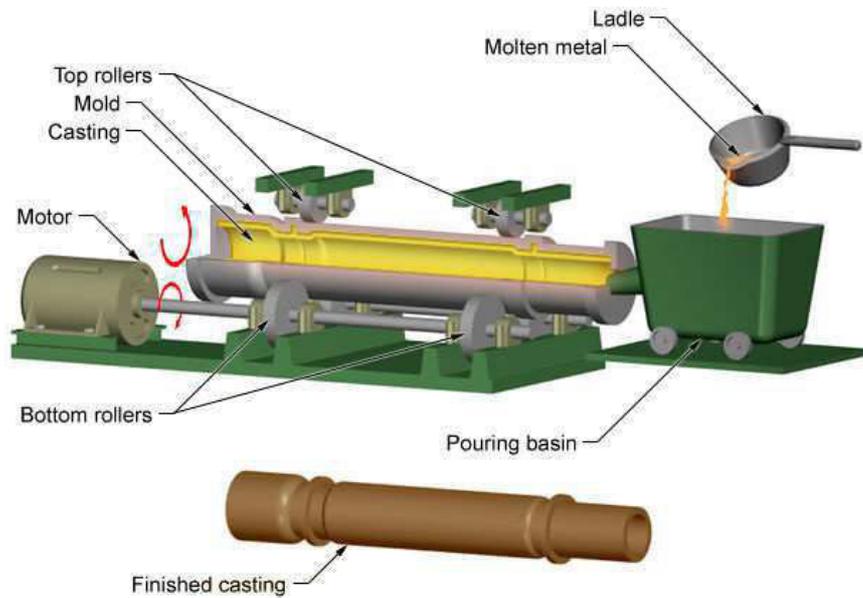
Konsep produk adalah sebuah gambaran atau perkiraan mengenai teknologi, prinsip kerja, dan bentuk produk. Konsep produk merupakan gambaran singkat tentang bagaimana suatu produk dapat memenuhi kebutuhan dan dapat dibuat. Konsep produk biasanya diekspresikan dengan sketsa gambar tiga dimensi (3D) dengan uraian atau keterangan gambar (Armanto dkk, 2012). Selanjutnya hasil konsep perancangan mekanisme-mekanisme tersebut dibandingkan satu dengan yang lain untuk menentukan hasil perancangan yang terbaik (Sutadi dkk, 2012). Beberapa konsep rancangan mesin *Centrifugal casting* untuk pembuatan Diesel Cylinder Liner diwujudkan dalam beberapa alternatif.

- Mesin *Centrifugal casting* horizontal (alternatif I)

Prinsip kerja mesin *Centrifugal casting* horizontal (Gambar2) adalah motor listrik sebagai penggerak terhubung dengan shaft yang dilengkapi roller penggerak. Roller penggerak tersebut akan bergesekan dengan cetakan tempaty besi cor dituangkan.

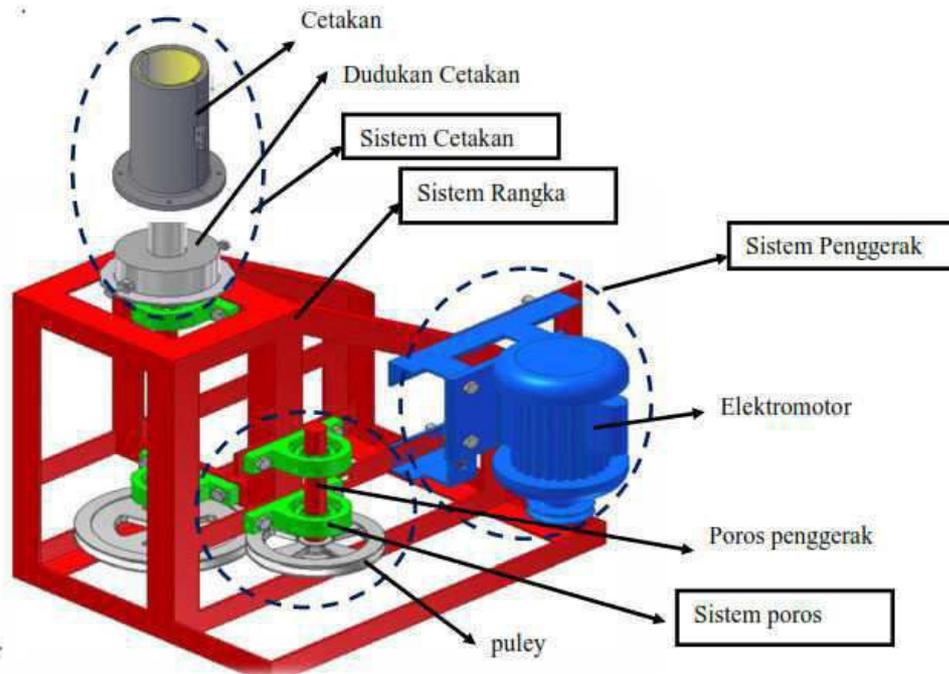
- Mesin *centrifugal casting* kombinasi (alternatif II)

Motor listrik akan dihubungkan sdengan shaft melalui system pulley dan belt. Shaft akan memutarakan cetakan yang berisi logam cair. Cetakan dan shaft dihubungkan melalui system dudukan yang dikunci menggunakan baut. Rangka dari alternatif ini didesain agar dapat digunakan sebagai mesin *centrifugal casting* horizontal maupun vertical.



Copyright © 2009 CustomPartNet

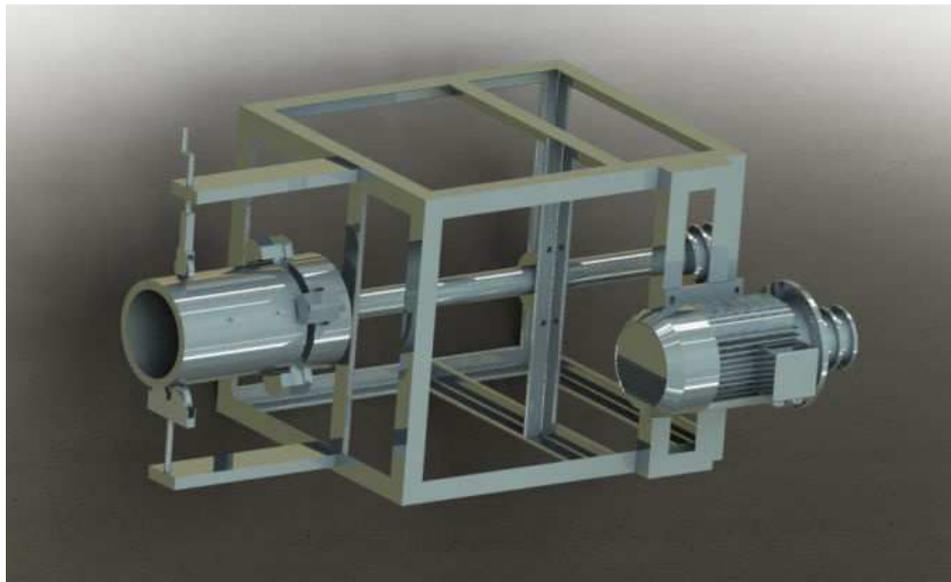
Gambar 2. Mesin *Centrifugal Casting* Horizontal (www.custompartnet.com)



Gambar 3. Mesin *Centrifugal casting* kombinasi (alternatif 2)

- Mesin *centrifugal casting* kombinasi II (alternatif III)

Pada dasarnya alternatif III merupakan pengembangan dari alternatif II. Seperti halnya alternatif II, motor listrik sebagai sumber tenaga putar dihubungkan dengan shaft melalui system pulley dan belt, hanya saja cetakan dan shaft dihubungkan melalui system cekam bubut, dan pada ujung cetakan dibuatkan dudukan sehingga cetakan akan lebih stabil karena memiliki tumpuan yang lebih banyak dari pada alternatif II. Konstruksi dari alternatif ini didesain agar dapat digunakan sebagai mesin *centrifugal casting* horizontal maupun vertical.



Gambar 3. Mesin *Centrifugal Casting* Kombinasi (Alternatif 3)

PEMILIHAN ALTERNATIF

Alternatif-alternatif desain mesin *centrifugal casting* akan dipilih berdasarkan matriks pengambilan keputusan (Harsokoemo, 2004 dalam Sutadi dkk, 2012). Pemilihan alternatif sebagai desain yang digunakan sebagai mesin *centrifugal casting* didasarkan melalui penilaian kriteria perancangan. Setiap alternatif akan diberikan point 1 apabila memenuhi kriteria perancangan, dan akan diberi point 0 bila tidak memenuhi. Alternatif yang mendapatkan skor tertinggi adalah desain mesin *centrifugal casting* terbaik.

Apabila terjadi keraguan untuk menilai suatu alternatif lebih baik atau lebih buruk daripada alternatif mekanisme I, maka digunakan skor S yang berarti sama dengan alternatif mekanisme I (Pugh, 1991 dalam Sutadi dkk, 2012).

Tabel 1. Matriks Penilaian untuk Menentukan Desain Mesin *Centrifugal Casting*

Kriteria	Alternatif Mekanisme		
	I	II	III
Menghasilkan gaya sentrifugal terhadap besi cor (berupa putaran)	+	+	+
Cetakan mampu menampung besi cor	+	+	+
Mampu mengukur kecepatan putaran	+	+	+
Aman bagi operator dan lingkungan kerja	+	+	+
Perakitan dan pengoperasian mudah	+	+	+
Perawatan dan perbaikan mudah	+	+	+
Biaya pembuatan dan perbaikannya murah	S	S	S
Portable	-	+	+
Dapat digunakan sebagai <i>Centrifugal casting</i> horizontal dan vertical	-	+	+
Kestabilan cetakan	+	-	+
Kemudahan dalam melepas cetakan	+	-	+
$\Sigma +$	8	8	10
$\Sigma -$	2	2	0
ΣS	1	1	1

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penilain matriks (Tabel 1) menunjukkan bahwa alternatif III memiliki nilai yang paling tinggi dibandingkan alternatif I dan II, sehingga dijadikan desain dalam pembuatan mesin *centrifugal casting*. Alternatif III memiliki kelebihan jika dibandingkan alternatif I yaitu pada portable dan dapat digunakan sebagai *centrifugal casting* sedangkan jika dibandingkan dengan alternatif II memiliki kelebihan dalam kriteria kestabilan cetakan dan kemudahan melepas cetakan. Hasil pemilihan alternatif terbaik (alternatif III) dijadikan acuan dalam pembuatan mesin *centrifugal casting*.

PEMBUATAN DAN UJI COBA PENGOPERASIAN MESIN CENTRIFUGAL CASTING

Desain Alaternatif III merupakan acuan dalam proses pembuatan *centrifugal casting*. Mesin *centrifugal* digerakkan oleh motor 5,5 HP 3 phasa dan pengaturan kecepatan menggunakan inverter. Untuk system tachometer menggunakan proximity dan display. Gambar menunjukkan mesin *centrifugal casting* yang telah dibuat.

Mesin *centrifugal casting* kemudian diuji coba pengecoran di Ceper Klaten, untuk membuat DCL. Uji coba dilakukan pada kecepatan putaran 885 rpm, dengan massa logam

cairan yang dituang 4 kg. Hasil pengujian menunjukkan bahwa mesin *Centrifugal casting* dapat beroperasi dengan baik dan menghasilkan produk DCL (Gambar 4).



(a) Uji coba mesin *Centrifugal casting*

(b) Produk *Centrifugal casting*

Gambar 4. Uji coba dan produk *Centrifugal casting*

KESIMPULAN

Hasil kriteria perancangan mesin *centrifugal casting* menunjukkan nilai tertinggi dalam matriks penilaian, sehingga dijadikan acuan dalam pembuatan mesin *Centrifugal casting*. Mesin *centrifugal casting* yang telah dibuat kemudin diuji coba pengecoran DCL. Hasil pengujian menunjukkan bahwa mesin *centrifugal casting* dapat beroperasi dengan baik dan menghasilkan produk DCL.

UCAPAN TERIMAKASIH

Tim penulis mengucapkan terimakasih kepada Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi (DIKTI) atas pendanaan penelitian ini melalui skema Hibah Bersaing dana BOPTN Universitas Diponegoro Semarang dengan No Kontrak 184-8/UN7.5.1/PG/2014.

DAFTAR PUSTAKA

- Armanto, Eko. Aan Burhanudin, Didi, D.K.Dian Prabowo, Ismoyo, Jamari. 2012. Perancangan Mesin Uji Tribologi Pin on Disc. Prosiding SNST ke-3, Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim Semarang
- ASM Handbook. 1998. *Casting* Volume 15. ASM International Handbook Commite.

- Dephub. 2010. Informasi Transportasi. Kemenhub
- Dieter, G.E., 1991, “ Engineering Design “: A Materials and Processing Approach, 2nd Edition, McGraw-Hill, Inc.
- Harsokoesoemo, H.D, 2004, “ Pengantar Perancangan Teknik “ (Perancangan Produk), Edisi Kedua, Penerbit ITB, Bandung.
- Jorstad. John. L.. Rasmussen. Wayne. M.. 1993. Aluminum *Casting* Technology. U.S.A: American Foundrymen’s Society. Inc.
- Joshi. A.M.. 2002. Aluminium Foundry Practice. Dept. Of Metallurgical Engg. And Material Science. Indian Institute of Technology Bombay. India.
- Pugh, Stuart, 1990, “ Total Design “, Addison-Wesley Publising Company.
- Sutadi, L.Y. Susilo, A.W., Ismoy, H. 2012. Perancangan Mekanisme Pengontrol Controllable Pitch Propeller. Prosiding SNST ke-3, Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim Semarang
- www.Centrifugalcasting.co.in diakses 4 September 2014
- www.custompartnet.com diakses 4 September 2014
- www.substech.com diakses 4 September 2014
-

PENULIS:

1. IRENG SIGIT ATMANTO
2. ALAYA FADLLU HADI MUKHAMMAD
3. BAMBANG SETYOKO

Program Studi Diploma Teknik Mesin Universitas Diponegoro Semarang
Jl.Prof. H. Sudarto, SH - Tembalang, Semarang

4. NUGROHO SANTOSO
Program Studi Diploma Teknik Mesin Sekolah Vokasi Universitas Gadjah Mada
Yogyakarta