

KARAKTERISASI PASIR SILIKA BEKAS INTI COR MELALUI PROSES DAUR ULANG DENGAN PENGIKAT SENYAWA RESIN ALAMI (Studi kasus : Produk Manifold di IKM Budi Jaya Logam – Juwana).

Sugeng Slamet ¹⁾ Qomaruddin ²⁾

^{1,2)} Program studi Teknik mesin – Fakultas Teknik - Universitas Muria Kudus

Email: sugeng_hanun@yahoo.co.id

ABSTRAK

Teknik pengecoran merupakan salah satu metode pembentukan logam yang sangat lama selain teknik tempa/forging. Sampai sekarang teknik pengecoran logam merupakan teknik yang masih up to date dipakai oleh banyak industri kecil dan besar dalam pembuatan berbagai macam produk. Pengembangan metode teknik pengecoran logam juga terus berkembang baik cetakan yang digunakan, material yang dicetak serta penggabungan cetakan dengan tekanan. Media cetakan tidak hanya terbatas pada penggunaan pasir cetak, namun juga dengan menggunakan cetakan logam, styrofoam, keramik dan sebagainya. Produk cor logam banyak diusahakan oleh masyarakat sebagai kegiatan usaha yang sangat produktif. Salah satu sentra usaha cor khususnya Aluminium dan Kuningan (Cu-Zn) adalah di kecamatan Juwana Kabupaten Pati. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah mengolah kembali pasir bekas inti cor agar dapat digunakan kembali melalui proses daur ulang. Selama ini pasir bekas inti cor cenderung dibuang karena tidak mempunyai daya rekat lagi setelah mengalami proses pembakaran. Pasir silika bekas inti cor ini selanjutnya dilakukan proses penggilingan untuk mendapatkan ukuran partikel yang lebih kecil. Selanjutnya dicampur dengan resin alami yang merupakan campuran senyawa fenol dan tar hasil pirolisis biomassa. Penelitian ini menentukan beberapa variabel meliputi : penyusutan, densitas, kekasaran permukaan produk dan kuat tekan pasir inti. Hasil penelitian dengan cara membandingkan karakteristik yang dimiliki pada pasir inti sintesis : nilai selisih penyusutan sebesar 75.2%, prosentase kekasaran permukaan terdapat selisih 55,3%, rapat massa produk inti sebesar 8.7 % dan kuat tekan pasir inti rata-rata sebesar 48,5 kg/mm². Penambahan resin alami melalui daur ulang pasir bekas inti cor sangat memungkinkan untuk digunakan kembali.

Kata Kunci : Pasir bekas inti cor, daur ulang, senyawa resin alami, tar, fenol, cor logam

1. PENDAHULUAN

Keberadaan industri pengecoran logam di beberapa desa di kecamatan Juwana khususnya desa Growong lor, Growong kidul serta Sejomulyo sudah merupakan mata pencaharian sebagian warga di sana selain bertani dan nelayan. Ketrampilan dalam membuat produk cor logam non ferro yaitu kuningan dan aluminium sudah turun temurun dari generasi sebelumnya. Beberapa produk cor yang sudah mampu diproduksi adalah ornamen kerajinan bagi rumah tangga,

komponen kendaraan bermotor, komponen pompa air, komponen kapal nelayan serta komponen mesin lainnya. Industri Kecil Menengah (IKM) pengecoran logam ini menyerap ribuan tenaga kerja mulai dari pengadaan bahan baku, proses produksi sampai pemasarannya.

Bahan baku utama yang dipakai untuk produk cor adalah logam non ferro terutama aluminium dan kuningan. Dipilihnya dua jenis logam ini adalah waktu proses dan temperatur peleburan relatif rendah,

teknologi proses lebih sederhana, peralatan produksi relatif terjangkau untuk IKM serta cocok untuk produk yang tidak membutuhkan kekuatan yang tinggi. IKM cor di kecamatan Juwana banyak memproduksi komponen otomotif, kapal nelayan, pompa air, kompor gas.

Pengecoran/Casting adalah salah satu teknik pembuatan produk dimana logam dicairkan dalam tungku peleburan kemudian dituangkan ke dalam rongga cetakan yang serupa dengan bentuk asli dari produk cor yang akan dibuat.

Ada 4 faktor yang berpengaruh atau merupakan ciri dari proses pengecoran :

1. Adanya aliran logam cair ke dalam rongga cetak
2. Terjadi perpindahan panas selama pembekuan dan pendinginan dari logam dalam cetakan
3. Pengaruh material cetakan
4. Pembekuan logam dari kondisi cair

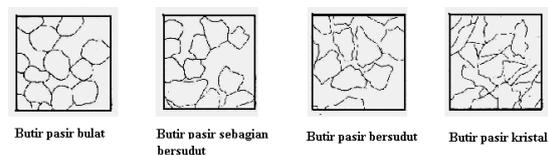
Klasifikasi pengecoran berdasarkan umur dari cetakan, ada pengecoran dengan sekali pakai (*expendable Mold*) dan ada pengecoran dengan cetakan permanent (*permanent Mold*). Cetakan pasir termasuk dalam *expendable mold*. Karena hanya bisa digunakan satu kali pengecoran saja, setelah itu cetakan tersebut rusak saat pengambilan benda coran. Dalam pembuatan cetakan, jenis-jenis pasir yang digunakan adalah pasir silika, pasir zircon atau pasir hijau. Sedangkan perekat antar butir-butir pasir dapat digunakan, bentonit, resin, furan atau air gelas.

A. Pasir cetak

Kebanyakan pasir yang digunakan dalam pengecoran adalah pasir silika (SiO_2). Pasir merupakan produk dari hancurnya batuan dalam jangka waktu lama. Alasan pemakaian pasir sebagai bahan cetakan adalah karena murah dan ketahanannya

terhadap temperature tinggi. Ada dua jenis pasir yang umum digunakan yaitu *naturally bonded* (*banks sands*) dan *synthetic* (*lake sands*). Karena komposisinya mudah diatur, pasir sintetik lebih disukai oleh banyak industri pengecoran.

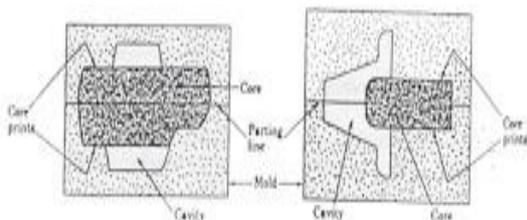
Pemilihan jenis pasir untuk cetakan melibatkan beberapa factor penting seperti bentuk dan ukuran pasir. Sebagai contoh, pasir halus dan bulat akan menghasilkan permukaan produk yang mulus/halus. Untuk membuat pasir cetak selain dibutuhkan pasir juga pengikat (bentonit atau clay/lempung) dan air. Ketiga Bahan tersebut diaduk dengan komposisi tertentu dan siap dipakai sebagai bahan pembuat cetakan.



Gambar 1. Bentuk geometri pasir cetak

B. Inti

Untuk produk cor yang memiliki lubang/rongga seperti pada blok mesin kendaraan atau katup-katup biasanya diperlukan inti. Inti ditempatkan dalam rongga cetak sebelum penuangan untuk membentuk permukaan bagian dalam produk dan akan dibongkar setelah cetakan membeku dan dingin. Seperti cetakan, inti harus kuat, permeabilitas baik, tahan panas dan tidak mudah hancur (tidak rapuh). Agar inti tidak mudah bergeser pada saat penuangan logam cair, diperlukan dudukan inti (*core prints*). Dudukan inti biasanya dibuatkan pada cetakan seperti pada gambar 2. Pembuatan inti serupa dengan pembuatan cetakan pasir yaitu menggunakan no-bake, cold-box dan shell. Untuk membuat cetakan diperlukan pola sedangkan untuk membuat inti dibutuhkan kotak inti.



Gambar 2. Penempatan inti cor

Industri pengecoran di Kecamatan Juwana Kabupaten Pati, menggunakan pasir silika sintetik untuk membuat inti cor. Pasir silika ini hanya bisa digunakan sekali saja, mengingat daya rekatnya hilang ketika sudah di bakar.



Gambar 3. Pasir silika untuk core

Agar dapat digunakan kembali pasir silika sintesis tersebut harus dilakukan proses daur ulang. Proses yang dilakukan adalah dengan menggiling inti/core cetakan agar terurai menjadi partikel dengan ukuran mesh tertentu. Selanjutnya dilakukan pengikatan partikel dengan menggunakan beberapa jenis perekat misalnya resin, bentonit dan air gelas.

Pengikat resin alam yang digunakan dapat diupayakan dari resin alam yang diperoleh dari pengolahan biomassa melalui proses pirolisis. Hasil pirolisis biomassa ini menghasilkan beberapa senyawa yang dapat berfungsi sebagai pengikat yaitu furan, fenol dan tar.

Pasir gunung yang umumnya mengandung lempung dan kebanyakan dapat dipakai setelah dicampur air. Pasir dengan kadar lempung 10-20% dapat dipakai begitu saja.

Pasir kali, pasir silika alam, dan pasir silika buatan tidak melekat dengan sendirinya, oleh karena itu dibutuhkan pengikat untuk mengikat butir-butirnya satu sama lain dan baru dipakai setelah pencampuran (Tiwan, 2010).

Untuk mendapatkan senyawa resin alami seperti tar, furan maupun fenol dapat dilakukan dengan mengolah biomassa melalui proses pirolisis. Selain lignin, hasil pirolisis selulosa pada tempurung kelapa akan menentukan kadar asam, furan, fenol dan air didalam asap cair yang dihasilkan, sedangkan hemiselulosa akan berpengaruh pada kadar furfural, furan, asam karboksialat dan asam asetat (Girard, 1992).

Rendemen asap cair kasar dari tempurung kelapa hibrida hasil pirolisis pada temperatur 400°C selama 90 menit menunjukkan terdapat 42,62% rendemen asap cair yang merupakan bahan baku dalam proses redistilasi. Selain asap cair terdapat pula 37,28% arang, 10,90% senyawa tar dan 9,20% senyawa tak terkondensasi. Dari hasil redistilasi asap cair kasar pada berbagai suhu diperoleh rendemen tertinggi pada 100-110°C yakni sebesar 85,79% yang mengandung sekitar 1,36-1,47% total fenol, 5,25-6,38% karbonil dan 14,91-15,35% total asam (Kadir Syahraeni, 2010).



Gambar 4. Unit pirolisator

Adapun penggunaan bahan pengikat jenis bentonit pada pasir silika menunjukkan bahwa interaksi jenis pasir dan zat pengikat bentonit berpengaruh terhadap sifat

permeabilitas dan kekuatan tekan cetakan pasir. Permeabilitas cetakan pasir paling tinggi diperoleh pada penggunaan pasir gunung dengan zat pengikat bentonit 8% yaitu sebesar $0,78\text{N/cm}^2$ (Astika Made, 2010).

Pemanfaatan pasir inti bekas juga dapat digunakan sebagai bahan refraktori dengan mencampurnya dengan abu batubara. Kandungan senyawa dominan adalah silika oksida (SiO_2). Hasil pengujian menunjukkan harga konduktivitas termal minimum pada variabel mesh 50, komposisi abu batubara 25%, Si 35% dan tanah liat 50% dengan kuat tekan $8,81\text{ Mpa}$ (N/mm^2). Pengaruh ukuran serbuk dan komposisi abu batu bara dengan pasir inti cor bekas memberikan nilai konduktivitas termal cenderung menurun, sedangkan nilai tahanan termal dan kuat tekan cenderung meningkat (Maulana Mehdi, 2011).

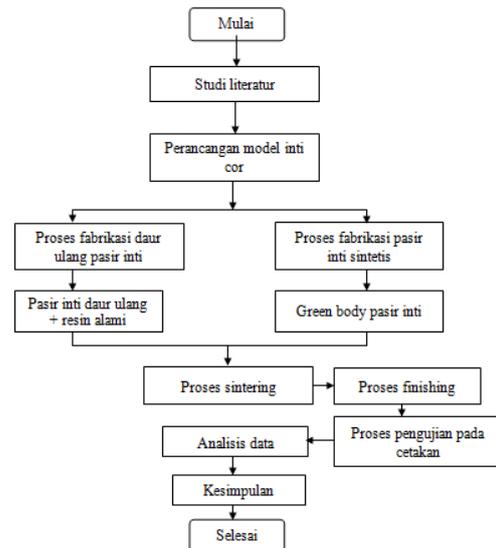
Proses pirolisis adalah metode untuk mendapatkan senyawa kimia dalam wujud cair hasil kondensasi asap hasil pembakaran (*smoke liquid gases*). Hasil pengolahan biomassa menjadi asap cair dengan beberapa variabel temperatur pembakaran dan jenis biomassa menunjukkan biomassa tempurung kelapa banyak menghasilkan senyawa fenol 47,57% pada temperatur 150°C dan 48.52% temperatur 250°C (Slamet S, 2015).



Gambar 5. Senyawa resin alam fenol dan tar

2. METODOLOGI

Proses penelitian ini sebagaimana ditunjukkan pada diagram alir berikut :



Gambar 6. Diagram alir penelitian

Untuk menentukan terbentuknya cacat produk maka dilakukan pengujian :

1. Prosentase penyusutan produk sebagai akibat dari ketahanan termal pasir silika dan pengikat/tar.
2. Densitas core pasir silika daur ulang dibanding dengan pasir silika sintetis.

Analisis yang dilakukan adalah dengan membandingkan produk cor dengan menggunakan pasir silika sintetis dan pasir silika daur ulang dengan penguat senyawa resin alami. Dari sinilah akan diketahui tingkat kelayakan sebagai solusi alternatif pemakaian pasir silika daur ulang inti cor pada IKM cor logam di Kecamatan Juwana-Kabupaten Pati.

Prosentase penyusutan dapat dihitung dengan pendekatan empiris berikut :

$$\% \text{ penyusutan} = \frac{D_0 - D_1}{D_0} \times 100\%$$

.....(1)

Keterangan :

Penyusutan = %

D_0 = Dimensi produk nyata (mm)

D_1 = Dimensi produk hasil (mm)

Sedangkan kuat tekan produk dapat ditentukan sebagai berikut :

$$\tau = \frac{P}{A} \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan :

- τ = Tegangan tekan (N/cm²)
 - P = Beban maksimum (Newton)
 - A = Luas penampang bidang tekan (cm²)
- Pengujian densitas untuk mengetahui kerapatan massa produk sebagai berikut :

$$\rho = \frac{M}{V} \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan :

- ρ = Rapat massa (kg/cm³)
- M = Massa bahan (kg)
- V =Volume produk (cm³)

Untuk pengujian cacat produk pada permukaan produk cor dilakukan secara visual dengan membandingkan produk cor yang menggunakan core pasir silika pabrikan per 100 pcs produk cor.

Prosen kekasaran permukaan dengan membandingkan luasan permukaan kasar dengan luasan produk nyata sebagai berikut :

$$\text{kekasaran permuka} = 1 \frac{\text{luasan permukaan kasar}}{\text{luasan seluruh permukaan produk}} \dots\dots\dots(4)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

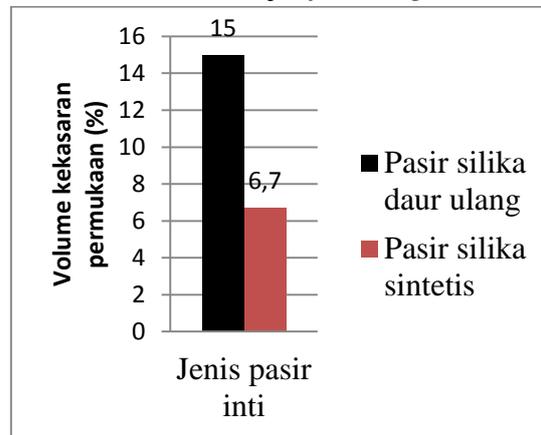
Hasil pengujian yang dilakukan diperoleh data sebagai berikut :

Tabel 1. Data hasil pengujian

Produk inti cor	% penyusutan	Volume inti (cm ³)	Berat (gram)	Density (gr/cm ³)	Kuat tekan (N/mm ²)	Kekasaran permukaan(%)
Pasir silika daur ulang	2.90	28.26	61.5	2.18	485.27	15.0
	4.52				486.03	14.0
	3.00				485.76	16.0
Rerata	3.47				485.69	15.0
Pasir silika sintetis	0.65	28.26	67.6	2.39	484.93	5.0
	1.81				486.11	7.0
	0.13				484.49	8.0
Rerata	0.86				485.18	6.7

Terhadap nilai kekasaran permukaan benda cor dengan menggunakan pasir bekas

inti cor dengan penambahan resin pengikat alami (campuran antara tar dan fenol) dengan perbandingan 70 % : 30 % menunjukkan prosentase kekasaran yang lebih tinggi dibanding dengan pasir silika sintetis dengan selisih sebesar 55,3%. Kekasaran permukaan disebabkan partikel pasir bekas inti cor yang telah dicampur dengan resin alami mengalami penggumpalan (*agglomerating*), karena resin alami ini cukup lengket. Namun demikian kekasaran permukaan produk sebagaimana tersebut tidak merupakan produk cacat (*reject*) dan bisa dilakukan proses manufaktur lanjut/*finishing*.

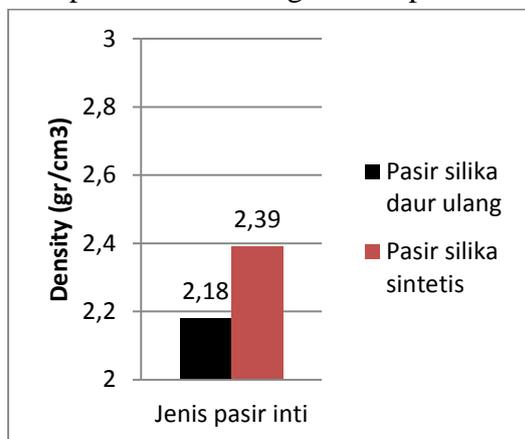


Gambar 7. Tingkat volume kekasaran permukaan

Kekasaran pasir inti juga mempengaruhi laju aliran atau fluiditas, dimana fluiditas benda cor semakin besar seiring dengan peningkatan ukuran partikel pasir silika. Peningkatan ukuran partikel pasir silika menjadi lebih kecil juga menyebabkan laju pendinginan yang lambat (Sutiyoko, 2013). Hal ini yang menyebabkan penyusutan produk cor yang menggunakan pasir silika sintetis yang lebih rendah dibanding dengan produk cor yang menggunakan pasir silika daur ulang.

Selain pengujian kekasaran permukaan juga dilakukan pengujian massa jenis pasir inti/density. Adanya pengaruh yang cukup

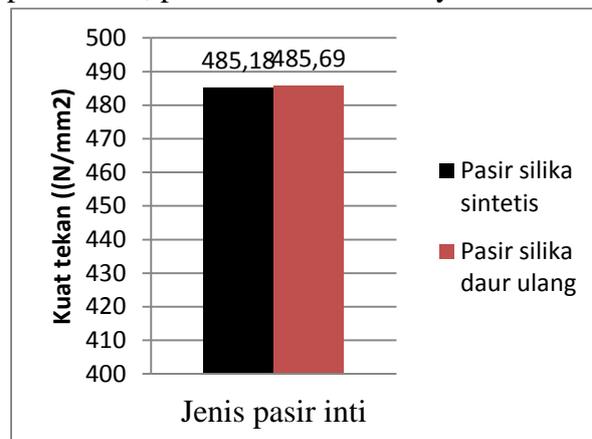
signifikan antara kekasaran permukaan produk cor dengan density, dimana density produk inti yang dibuat dengan proses daur ulang sebesar 2,18 gr/cm³, sedangkan pasir inti sintetis 2,39 gr/cm³ dengan selisih density sebesar 8.7 %. Density sangat dipengaruhi oleh ukuran partikel yang menempati volume ruang sebuah produk.



Gambar 8. Berat jenis pasir inti produk cor

Besarnya penyusutan produk cor juga sangat dipengaruhi oleh ukuran partikel pasir silika dan resin pengikatnya. Dimana ukuran pasir silika daur ulang masih relatif besar dengan *mechcount* 50 sementara pasir silika sintetis *meshcount* 100. Penyusutan produk disebabkan tingkat kerapatan pasir silika daur ulang memang lebih rendah dibandingkan dengan produk inti pasir silika sintetis, rendahnya densitas produk disebabkan tingginya tingkat porositas dan rendahnya kerapatan partikel pasir dalam produk. Kerapatan yang rendah menyebabkan produk mengalami penyusutan ketika dialiri logam cair. Selain itu juga penyusutan disebabkan adanya penguapan resin alami yang mengikat pasir silika tersebut. Terdapat selisih penyusutan sebesar 75.2% yang merupakan penyusutan yang relatif besar. Penyusutan ini diukur dengan membandingkan volume pola cetakan dengan benda cor yang dihasilkan. Adanya penyusutan sebesar tersebut, masih

bisa diterima untuk produk cor yang tidak menuntut tingkat kepresisian yang tinggi. Produk IKM pengecoran logam banyak mengerjakan komponen kompor gas, pompa dan manifold sepeda motor, propoler kapal nelayan serta kerajinan. Produk pengecoran biasanya mendapatkan proses manufacture lanjut seperti proses penggerindaan, pemolesan, permesinan dan lainnya.



Gambar 9. Kuat tekan pasir inti produk cor

Terhadap hasil pengujian kuat tekan menunjukkan hasil yang linier dimana rata-rata kuat tekan pasir silika daur ulang dan pasir silika sintetis sebesar 48,5 kg/mm². Nilai kuat tekan sebesar tersebut sangat layak dipergunakan untuk inti produk cor, sehingga dimungkinkan pasir inti tidak hancur terkena desakan dari logam cor serta memungkinkan nilai penyusutan yang relatif rendah. Terkait dengan sifat mekanis kuat tekan pasir inti dengan ukuran mesh besar dimana ukuran partikel semakin kecil mampu meningkatkan kuat tekannya (Padang Yanuar dkk, 2014).

4. KESIMPULAN

Penelitian mengenai proses daur ulang pasir bekas inti cor dengan penambahan resin alam hasil proses pirolisis biomassa, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Resin alami yang merupakan produk sekunder dari proses pirolisis biomassa

yang berupa cairan tar dan phenol mampu mengikat kembali partikel pasir bekas inti cor.

2. Sifat fisis pasir bekas inti cor menunjukkan densitas pasir bekas inti cor dengan pasir inti sintetis, dimana density produk inti yang dibuat dengan proses daur ulang sebesar 2,18 gr/cm³, sedangkan pasir inti sintetis 2,39 gr/cm³ dengan selisih density sebesar 8.78 %.
3. Prosentase tingkat kekasaran permukaan yang mengarah pada terbentuknya produk reject terdapat selisih 55,3% dari pasir inti sintetis, namun belum merupakan produk reject karena dapat dilakukan proses finishing.
4. Terhadap faktor penyusutan yang disebabkan penggunaan pasir inti daur ulang menunjukkan selisih penyusutan sebesar 75.2% yang merupakan penyusutan yang relatif besar, namun hal ini juga tidak merupakan produk reject khususnya untuk produk yang tidak menuntut kepresisian yang tinggi.
5. Sifat mekanis kuat tekan pasir bekas inti cor menunjukkan hasil pengujian kuat tekan yang linier dimana rata-rata kuat tekan pasir inti daur ulang dan pasir silika sintetis sebesar 48,5 kg/mm². Kuat tekan tersebut mampu menahan desakan logam cor yang masuk ke dalam cetakan pasir.

5. UCAPAN TERIMAKASIH

- 1 Direktorat Riset dan Pengabdian kepada Masyarakat (DRPM) Kementerian RistekDikti melalui program Hi-Link-Jakarta.
- 2 Dinas Perindustrian dan Perdagangan Kabupaten Pati.
- 3 Bapak Nur Budiono, IKM Budi Jaya Logam Juwana Pati.
- 4 Ka. Lemlit - Universitas Muria Kudus

5 Ka. Laboratorium teknik mesin
Universitas Muria Kudus

DAFTAR PUSTAKA

- Agus, dkk, 2010, Pengolahan limbah 3 R, Kompas, Jakarta.
- ASM Handbook Commitee, " American Society of Testing Material "1998
- Anonim, 2009, Kesetaraan kalor, www.mediabali.net, 10 November 2010.
- Astika Made, dkk, 2010, "Pengaruh jenis pasir cetak dengan zat pengikat bentonit terhadap sifat permeabilitas dan kekuatan tekan basah cetakan pasir (*sand casting*) " Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Cakra, Vol. 4 No. 2 Oktober 2010 pp.132-138
- Girard, J.P 1992, "Technology of meat and meat product smoking", Ellis Harwood, New York.
- Kadir Syahraeni, dkk, 2010, " Fraksinasi dan Identifikasi senyawa volatil pada asap cair tempurung kelapa hibrida ", Agritech, Vol.30, No.2 Mei 2010.
- Maulana Mehdi, dkk, 2011, " Pengaruh paduan abu batubara dengan pasir inti cor bekas terhadap konduktivitas termal, tahanan termal dan kuat tekan sebagai bahan refractory", Prosiding SNST ke-2 Unwahas- Semarang.
- Puspito, dkk, 2012, Metodologi penelitian, Bina Aksara, Jakarta.
- Slamet Sugeng, dkk, 2015, "Studi Eksperimen Pemilihan Biomassa Untuk Memproduksi Gas Asap Cair (Liquid Smoke Gases), Jurnal Simetris Volume 6 Nomor 1, April 2015.
- Sutiyoko, dkk, 2013, " Pengaruh ukuran pasir cetak terhadap fluiditas dan akurasi ukuran besi cor kelabu dengan pengecoran lost foam" Politeknik Manufaktur Ceper Klaten.
- Surdia dan Saito, 1992, " Teknik pengecoran logam", Pradnya Paramita, Jakarta.
- Tiwan, 2010, " Program PPG Teknik Mesin ", UNJ -Yogyakarta.