

PERANCANGAN PURWARUPA MESIN PENGHANCUR LIMBAH CETAKAN PASIR DENGAN METODE VDI 2221

Tri Mulyanto¹⁾, Supriyono²⁾, Iwan Setyawan³⁾

^{1,2,3)}Program Studi Teknik Mesin, Universitas Gunadarma

Email: ^{1*}tri_mulyanto@staff.gunadarma.ac.id, ²⁾supriyono@staff.gunadarma.ac.id,

³⁾iwan_s@staff.gunadarma.ac.id

ABSTRAK

Suatu produk dapat diperoleh dalam industri pengecoran logam, dengan menggunakan cetakan pasir dan inti yang juga terbuat dari pasir. Selanjutnya limbah bongkaran cetakan pasir masih dapat digunakan kembali sebagai pasir daur ulang dengan melakukan penambahan pasir baru untuk mengkompensasikan penurunan kualitas. Cetakan pasir terbuat dari pasir yang dipadatkan dengan beberapa zat pengikat yang berguna dalam proses pengecoran logam. Cetakan pasir hanya dipakai satu kali dalam pemakaian pengecoran setelah itu cetakan pasir dihancurkan. Penghancuran limbah cetakan pasir masih banyak dilakukan dengan cara manual, sehingga membutuhkan waktu lama dengan hasil kualitas rendah. Dalam penelitian ini, sebuah purwarupa mesin penghancur limbah cetakan pasir dirancang untuk industri kecil pengecoran logam. Dengan menggunakan metode VDI 2221 dihasilkan 3 buah alternatif varian rancangan mesin. Dari hasil penilaian dan bobot varian dihasilkan varian purwarupa mesin penghancur limbah cetakan pasir terbaik. Pemilihan ini memiliki kekuatan yang cukup dan tidak terlalu rumit dalam proses operasi serta banyak menggunakan komponen yang tersedia dipasaran.

Kata kunci : limbah cetakan pasir, penghancur cetakan pasir, purwarupa mesin, VDI 2221

1. PENDAHULUAN

Dalam industri pengecoran logam, produk dapat diperoleh dengan penggunaan cetakan yang terbuat dari pasir dan inti yang juga terbuat dari pasir. Hal ini karena cetakan pasir memiliki ketahanan terhadap suhu tinggi serta reaksi terhadap bahan logam yang relatif kecil. Komponen utama cetakan pasir terdiri dari bahan baku pasir, perekat, pelarut, katalis dan bahan tambah lain untuk mendapatkan sifat tertentu pasir, misalnya sifat mampu bongkar [1].

Limbah bongkaran cetakan pasir masih dapat digunakan kembali sebagai pasir daur ulang tetapi tentu saja berpengaruh terhadap penurunan kualitas pasir. Untuk itu, perlu ditingkatkan kualitasnya agar dapat digunakan kembali sebagai cetakan dengan dilakukan penambahan pasir baru dan komponen lainnya untuk

mengkompensasikan penurunan kualitas. Salah satu yang perlu diperhatikan adalah proses penghancuran cetakan menjadi butiran pasir. Dimana, proses daur ulang pasir dapat dilakukan menggunakan cara mekanisasi [2].

1.1. Mesin Penghancur Cetakan Pasir

Fungsi utama mesin penghancur cetakan pasir adalah dalam proses mereduksi ukuran (*size reduction*) butiran pasir bekas pengecoran. Ada dua metode untuk mereduksi limbah pasir cetak yaitu dengan cara pemecahan (*crushing*) dan penghalusan (*grinding*). Pengertian istilah pemecahan dan penghalusan umumnya tergabung menjadi satu dengan sebutan mesin Jaw crusher (Gambar 1). Mesin ini bekerja untuk menghancurkan limbah pasir cetak dalam proses daur ulang pasir cetak sehingga dapat

digunakan kembali dalam proses pembuatan cetakan [3].



Gambar 1. Contoh mesin Jaw crusher

Proses pendauran ulang material sisa cetakan pasir yang lain dengan cara pemukul hingga pecah yang disebut dengan mesin Impactcrusher (Gambar 2). Mesin ini bekerja dengan cara melempar dan menggiling limbah pasir cetak dalam proses daur ulangnya sehingga didapat ukuran pasir yang diinginkan [3].



Gambar 2. Contoh mesin Impact crusher

1.2. Metode Perancangan VDI 2221

Metode perancangan VDI 2221

merupakan metode perancangan yang di gagas oleh Persatuan Insinyur Jerman (Verein Deutscher Ingenieure/VDI) yang dijabarkan oleh Gerhard Pahl dan Wolfgang Beitz. Metode tersebut adalah “Pendekatan Sistematis terhadap desain untuk system teknik dan produk teknik”. Metode perancangan sistematis adalah suatu metode pemecahan masalah teknik dengan menggunakan tahap demi tahap analisis dan sintesis. Analisis adalah penguraian suatu sistem yang kompleks menjadi elemen-elemen dan mempelajari karakteristik masing-masing elemen tersebut beserta kolerasinya. Sintesis adalah penggabungan elemen-elemen yang sudah diketahui karakteristiknya untuk menciptakan suatu sistem baru.

Tujuan metode VDI 2221 adalah efektifitas yang merupakan salah satu syarat utama dalam merancang suatu produk. Keinginan pemesan, situasi pasar, dan perkembangan teknologi harus diperhatikan untuk bisa menghasilkan rancang yang baik serta sesuai dengan kebutuhan dan keinginan pemesan. Ketiga hal tersebut dapat diatasi dengan metode VDI 2221. Metode VDI 2221 bertujuan untuk memudahkan seorang perancang merumuskan dan mengarahkan berbagai varian desain yang ada karena dalam metode tersebut ide-ide yang ada disusun secara efisien dan sistematis [4].

Langkah kerja pada metode ini dikelompokkan dalam 4 fase yaitu [5]:

1. Penjabaran tugas (*Clasification of task*)
Meliputi pengumpulan informasi mengenai permasalahan dan kendala-kendala yang dihadapi, kemudian disusun suatu daftar persyaratan mengenai rancangan yang akan dibuat.
2. Penentuan konsep rancangan (*Conceptual design*)
Meliputi tiga langkah kerja yaitu:
 - a. Menentukan fungsi dan strukturnya.

- b. Mencari prinsip solusi dan struktur-nya.
 - c. Menguraikan solusi menjadi varian yang dapat direalisasikan.
3. Perancangan wujud (*Embodiment Design*)
 Pada perancangan wujud ini dimulai dengan menguraikan rancangan dalam modul-modul yang diikuti oleh desain awal dan desain jadi.
 4. Perancangan rinci (*Detail design*)
 Tahap ini merupakan proses perancangan dalam bentuk gambar yang tersusun dan gambar detail termasuk komponen, spesifikasi bahan, toleransi dan lainnya. Pada tahap ini semua pekerjaan didokumentasikan sehingga pembuatan produk dapat dilakukan.

1.3. Perancangan Produk

Sebelum sebuah produk dibuat, maka produk tersebut haruslah dirancang terlebih dahulu. Dalam bentuk yang paling sederhana, hasil rancangan tersebut dapat berupa sebuah skets atau gambar sederhana dari produk atau benda teknik yang akan dibuat [4]. Hasil kreasi dalam bentuk gambar adalah tugas perancang sedangkan realisasi fisik benda teknik tersebut adalah tanggung jawab pembuat [6, 7].

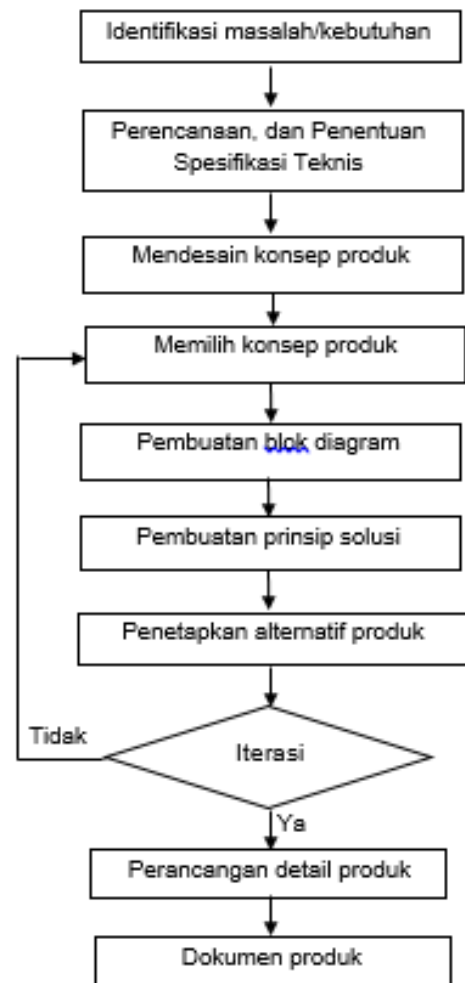
Saat ini proses penghancuran dari limbah cetakan pasir masih dilakukan secara manual. Hal ini akan membutuhkan waktu yang lama dan tenaga kerja dalam mendaur limbah / bekas cetakan pasir. Selain itu ukuran butiran hasil daur ulang tidak merata dan dapat menyebabkan terjadinya cacat yang disebabkan adanya bungkalan-bungkalan hasil daur ulang.

Berdasarkan hal tersebut, maka dalam penelitian ini, dilakukan suatu perancangan purwarupamesin penghancur limbah cetakan pasir [8]. Dimana perancangan ini bertujuan untuk menghasilkan rancangan varian terbaik

untuk purwarupa mesin penghancur limbah cetakan pasir

2. METODOLOGI PENELITIAN

Tahapan perancangan untuk mesin penghancur ini memodifikasi metode VDI 2221 yang dapat dilihat pada diagram alir yang ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Tahapan perancangan produk.

Pada identifikasi permasalahan atau kebutuhan merupakan proses penting dalam proses perancangan teknik untuk menentukan langkah / fase selanjutnya yang akan diambil, yaitu:

2.1. Fase Pertama (Identifikasi masalah)

Fase pertama dari perancangan mesin penghancur cetakan pasir ini adalah fase identifikasi masalah / kebutuhan yang harus dipenuhi untuk pengecoran logam. Apabila kebutuhan tersebut telah dapat dimengerti dengan baik, maka produk dapat dirancang dengan menggunakan tahapan atau fase-fase yang telah ditetapkan agar dihasilkan suatu produk yang diinginkan.

Kebutuhan akan mesin penghancur cetakan pasir yang dirancang berasal dari kebutuhan untuk penggunaan industri kecil pengecoran logam.

2.2. Fase Kedua.

Fase kedua adalah definisi, perencanaan dan perancangan mesin penghancur limbah cetakan pasir berdasarkan kebutuhan industri kecil pengecoran logam. Untuk mendapatkan spesifikasi teknis mesin penghancur cetakan pasir yang akan dirancang. Spesifikasi teknis dari perencanaan mesin uji yang dirancang memiliki kapasitas kerja 15 kg sekali proses, daya motor listrik 1.5 kW dengan putaran 1400 rpm, putaran poros mata pisau 750 rpm, mudah dioperasikan, ukuran mesin diharapkan tidak terlalu besar, tahan korosi, dan memiliki umur yang panjang.

2.3. Fase Ketiga.

Fase ketiga adalah mendisain konsep produk mesin penghancur limbah cetakan pasir yang memuat persyaratan teknis dan kemungkinan. Konsep produk yang dibuat berasal dari kebutuhan dan beberapa kriteria utama yang ditentukan oleh perancang. Pada saat melakukan langkah-langkah harus memperhatikan hal penting yaitu mem-bedakan sebuah persyaratan yang harus diperhatikan yaitu

keharusan (*Demand*) atau keinginan (*Wishes*). Kebutuhan (*Demand*) adalah persyaratan yang harus terpenuhi pada setiap kondisi, atau dengan kata lain apabila persyaratan yang tidak terpenuhi maka perancangan dianggap gagal. Keinginan (*Wishes*) adalah persyaratan yang diinginkan apabila memungkinkan.

2.4. Fase Keempat.

Fase keempat adalah memilih konsep produk yang digunakan untuk menemukan sebanyak mungkin alternatif konsep produk mesin penghancur cetakan pasir. Konsep dibuat dengan beberapa tahap berikut agar menghasilkan konsep mesin penghancur cetakan pasir yang tepat pada sasaran dalam memenuhi kebutuhan. Tahapan-tahapan dari konsep terdiri blok fungsi dan prinsip solusi pada mesin penghancur cetakan pasir sehingga akan didapatkan alternatif mesin.

2.5. Fase Kelima.

Fase kelima adalah perancangan detail produk yang akan didapatkan beberapa alternatif konsep mesin penghancur cetakan pasir. Semakin banyak alternatif konsep mesin yang dibuat, maka semakin baik mesin yang akan didapatkan.

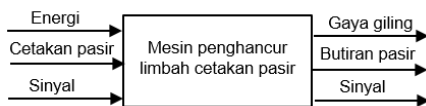
2.6. Fase Keenam.

Fase dokumentasi merupakan hasil akhir dari perancangan mesin. Dokumentasi adalah hasil akhir dari perancangan berbentuk gambar dua dan tiga dimensi yang memuat semua informasi perancangan mesin secara detail. Dokumentasi terdiri dari gambar layout mesin, gambar assembling mesin, gambar detail komponen-komponen mesin, dan daftar material yang digunakan untuk membentuk mesin penghancur cetakan pasir. Hasil dari dokumentasi ini siap untuk dilakukan ke proses berikutnya

yaitu proses produksi (pembuatan mesin penghancur limbah cetakan pasir).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN.

Perancangan produk mempunyai maksud dan tujuan untuk membantu dalam menciptakan produk baru. Begitu pula dalam pengembangan produk baru atau untuk menjamin proses produksi menyesuaikan dengan kemampuan bengkel produksi. Konsep mesin akan dapat dibuat apabila fungsi dan prinsip kerja dasar dari mesin penghancur cetakan pasir telah didefinisikan dengan tepat.



Gambar 4. Blok fungsi mesin penghancur limbah cetakan pasir.

Dalam pengembangan konsep mesin setelah diketahui *demand* dan *wishes* untuk mesin penghancur cetakan pasir maka dibuat tabel spesifikasi desain yang ditunjukkan Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi desain mesin

Keharusan atau Keinginan	Data Spesifikasi
	Persyaratan
	GEOMETRI
D	- Ukuran mesin tidak terlalu besar
D	- Bentuk dan konstruksi yang kokoh
D	- Mata pisau berbentuk silinder
W	- Mudah dipindahkan
	MATERIAL
D	- Material mudah didapat di pasaran
D	- Mempunyai sifat tahan terhadap getaran
D	- Konstruksi mata pisau terbuat dari besi
W	- Umur penggunaan yang lama
	ENERGI
D	- Sumber energi dari motor listrik
W	- Daya yang digunakan relatif kecil
	ERGONOMIS
D	- Mudah dioperasikan
D	- Mesin mudah untuk dibersihkan.
W	- Saat beroperasi mesin tidak menimbulkan suara bising
	PERAKITAN
D	- Saat pemasangan dan pembongkaran dilakukan dengan cepat
W	- Dapat dipasang dan dilepas dengan mudah
	PERAWATAN
D	- Mudah dalam perawatan
W	- Biaya perawatan murah
	BIAYA
D	- Biaya produksi dan perawatan murah
W	- Penggunaan suku cadang murah
	KESELAMATAN
D	- Tidak berbahaya saat dioperasikan
W	- Bagian berbahaya ditutup

Berdasarkan spesifikasi teknis, dibuatlah beberapa alternatif konsep mesin penghancur cetakan pasir yang dapat memenuhi persyaratan-persyaratan dalam spesifikasi yang diinginkan. Pada tabel 2 menunjukkan prinsip solusi dari mesin penghancur cetakan yang akan di tentukan dalam perancangan konsep.

Tabel 2. Prinsip solusi pada mesin

N ^o	Varian Spesifikasi	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3
1	Sumber penggerak	Motor AC 1 phase	Motor AC 3 phase	
2	Penerus daya motor ke poros	Gir & Rantai	Puli & Be	Roda gigi
3	Bentuk mata pisau	Segitiga	Kotak	Bulat
4	Poros mata pisau	Satu sumbu	Dua sumbu	
5	Rumah Bantalan	UCFS	JCP	
6	Rangka mesin	Besi siku	Besi hollow	Besi kanal
7	Bentuk Hopper	Kotak	Segi emper	Bulat
8	Material Rumah penghancur	alum	stiel	

(V1) (V2) (V3)

Dari Tabel 2, maka dipilih beberapa konsep mesin penghancur cetakan pasir yang mungkin dikembangkan sesuai dengan kriteria yang akan ditentukan. Alternatif varian mesin yang akan dikembangkan dapat dilihat sebagai berikut :

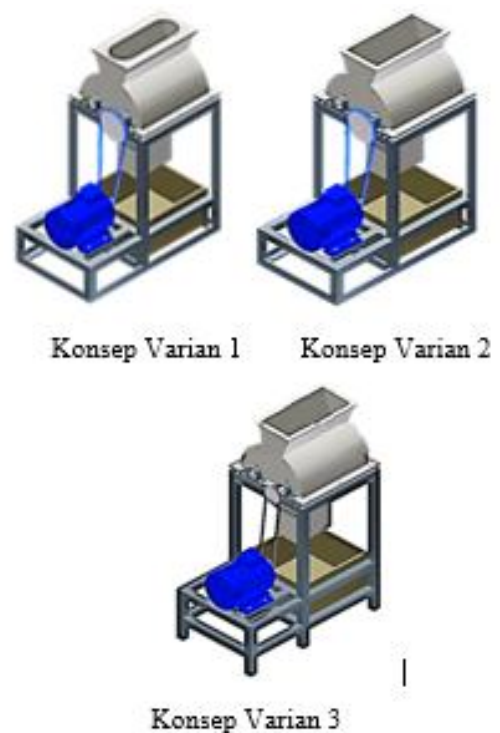
1. Varian 1 = 1-1, 2-1, 3-1, 4-2, 5-2, 6-1, 7-1, 8-2
2. Varian 2 = 1-1, 2-1, 3-2, 4-2, 5-2, 6-2, 7-2, 8-2
3. Varian 3 = 1-1, 2-2, 3-3, 4-2, 5-2, 6-2, 7-2, 8-2

Dari kriteria-kriteria yang telah ditentukan didapat tiga macam varian, maka harus dilakukan suatu seleksi agar perancangan akhir bisa benar-benar mendekati tuntutan desain. Masing-masing varian konsep mesin akan mendapatkan skor sesuai pemenuhan kriteria yang dimiliki masing-masing alternatif konsep mesin. Keputusan untuk pemilihan konsep alat ini dapat dilihat pada Tabel 3.

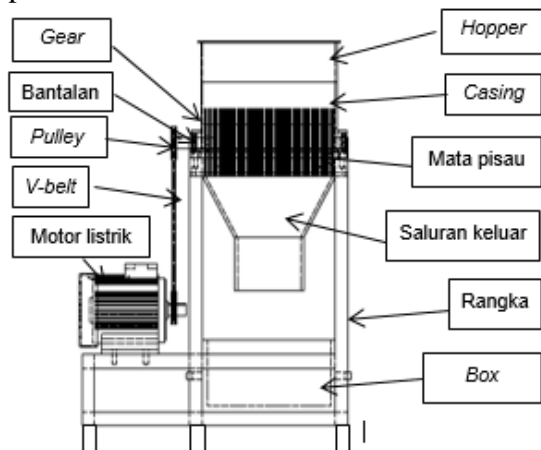
Konsep beberapa varian purwarupa mesin penghancur limbah cetakan pasir dapat dilihat pada Gambar 5. Varian 3 dengan nilai tertinggi dipilih sebagai alternatif terbaik karena sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan perancang. Dimana, varian ini memiliki kekuatan yang cukup untuk menahan beban kerja dan dapat menahan getaran yang dihasilkan oleh putaran motor listrik serta tidak rumit dalam proses operasinya.

Tabel 3. Penilaian dan bobot varian

No	Kriteria	Bobot (W)	Varian					
			Varian 1		Varian 2		Varian 3	
			Skor	Jmlh	Skor	Jmlh	Skor	Jmlh
1	Komponen tersedia dipasar	0.08	7	0.56	8	0.64	8	0.64
2	Mudah dibuat	0.048	8	0.384	8	0.384	8	0.384
3	Jumlah komponen	0.032	8	0.256	8	0.256	9	0.288
4	Tingkat kerumitan komponen	0.12	7	0.84	7	0.84	8	0.96
5	Kecepatan marakit	0.12	8	0.96	8	0.96	8	0.96
6	Pengoperasian sederhana	0.06	9	0.54	9	0.54	9	0.54
7	Ergonomis	0.14	8	1.12	9	1.26	9	1.26
8	Hemat energi	0.12	8	0.96	8	0.96	8	0.96
9	Tempat penyimpanan	0.08	8	0.64	8	0.64	8	0.64
10	Perawatan	0.08	7	0.56	8	0.64	8	0.64
11	Aman bagi pengguna	0.12	8	0.96	8	0.96	9	1.08
Total :		1		7.78		8.08		8.352



Selanjutnya dari konsep varian 3 ini, spesifikasi hasil pemacangan ditetapkan, diantaranya menentukan bentuk, dimensi dan material dari setiap komponen yang diperlukan. Komponen utama yakni sumber penggerak, ditetapkan sebuah motor AC 1 phasa dengan daya 1.5 kW dan putaran 1400 rpm.



Gambar 5. Purwarupa mesin penghancur limbah cetakan pasir.

Hasil dari perancangan purwarupa ini adalah suatu gambar rancangan yang lengkap

dan spesifikasi komponennya. Kedua hal ini digabungkan dalam satu dokumen untuk pembuatan produk yang akan diberikan kepada pembuat produk.

4. KESIMPULAN

Dari hasil perancangan purwarupa mesin penghancur limbah cetakan pasir pada proses pengecoran logam, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pemilihan motor AC 1 phase dengan daya yang relatif kecil, 1.5 kW, mempunyai keunggulan dalam kemudahan penerapan dalam industri kecil.
2. Pemilihan pisau bentuk bulat tidak banyak menghancurkan butiran pasir cetak.
3. Komponen-komponen mesin tidak sulit didapatkan, sehingga akan memudahkan perawatan dari mesin hasil rancangan.

Jagung”, Jurnal Teknik FTUP, Vol. 30, No. 1, hal. 1-10.

5. Mulyanto, Tri dan Supriyono, 2019, “*Perancangan Mesin Penggiling Jagung Tongkolan*”, Jurnal ASIIMETRIK: Jurnal Ilmiah Rekayasa & Inovasi, Vol. 1, No. 1, hal. 50-57.
6. Shigley, Joseph E., Larry D. Mitchell, 1984, *Perencanaan Teknik Mesin*, Jilid 1, alih bahasa Gandhi Harahap, Jakarta: Erlangga.
7. Shigley, Joseph E., Larry D. Mitchell, 1984, *Perencanaan Teknik Mesin*, Jilid 2, alih bahasa Gandhi Harahap, Jakarta: Erlangga
8. Mulyanto, Tri, Supriyono, Risal Herman, 2021, “*Perancangan Mesin Penghancur Cetakan Pasir Silika Untuk Laboratorium Pengecoran Logam*”, Jurnal Ilmiah Tekno-logi dan Rekayasa, Vol. 26, No. 3, hal 183-191

DAFTAR PUSTAKA

1. Surdia, Tata dan Kenji Chijiwa, 1991, *Teknik Pengecoran Logam*, Pradnya Paramita, Jakarta.
2. Undayat D.F., Cecep Ruskandi dan M. Nur Hidajatullah, “*Perancangan Sistem Daur Ulang Pasir Pada Industri Pengecoran Logam Skala Kecil Untuk Peningkatan Efisiensi Biaya dan Pengurangan Limbah*”, Jurnal Teknologi Terapan, Vol. 4 No. 1, hal. 55-62, 2018
3. Harsokoemo, D., 2004, *Pengantar Perancangan Teknik (Perancangan Produk)*, Edisi Kedua, Penerbit ITB, Bandung.
4. Supriyono, Tri Mulyanto, dan Agam Chairul A., 2017, “*Desain dan Perencanaan Mesin Pengolahan*