

**KAJIAN PARAMETER SISTEM ALATAN
PENGISAR MENGGUNAKAN KONSEP
GONCANGAN**

SUGENG PRIYANTO

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

2011

pdfMachine

A pdf writer that produces quality PDF files with ease!

Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.

Get yours now!

**KAJIAN PARAMETER SISTEM ALATAN PENGISAR MENGGUNAKAN
KONSEP GONCANGAN**

oleh

SUGENG PRIYANTO

**Tesis yang diserahkan untuk memenuhi keperluan bagi
Ijazah Sarjana Sains**

JUNI & 2011

pdfMachine

A pdf writer that produces quality PDF files with ease!

Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.

Get yours now!

PENGHARGAAN

Terlebih dahulu saya bersyukur kehadiran Allah S.W.T kerana berkat rahmat dan kurniaNya memberi kesihatan dan kekuatan kepada saya untuk dapat menjalankan dan menyiapkan projek ini.

Di kesempatan ini saya merakamkan setinggi-tinggi penghargaan dan mengucapkan ribuan terima kasih kepada Prof Madya. Dr. Indra Putra Almanar dan Dr. Shahrul B. Kamaruddin, di atas segala bimbingan dan tunjuk ajar serta bantuan yang tak ternilai, selama saya menuntut ilmu di Universiti Sains Malaysia. Sekalung penghargaan juga saya ucapkan kepada Dr.Ir. Syafrudin Masri diatas dorongan semangat dan bimbingan yang diberikan kepada saya. Penghargaan dan terima kasih juga diberikan kepada Dekan Pusat Pengajian Kejuruteraan Mekanik, dan kepada semua juruteknik di makmal Pusat Pengajian Mekanik yang telah menyediakan segala kelengkapan dan memberikan bantuan kepada saya.

Akhir sekali saya ucapkan terima kasih kepada anak dan isteri tercinta, atas dorongan semangat, kesetiaan dan pengorbanannya menunggu saya selama menuntut ilmu di Pusat Pengajian Kejuruteraan Mekanik USM Malaysia.

Kehadirat Allah saya mohonkan do'a semoga yang saya sebutkan di atas mendapat balasan amal dan limpahan rahmat atas segala keihlasannya. Semoga apa yang diperolehi daripada projek ini, dapat dikongsi dan boleh dimanfaatkan untuk kepentingan bersama.

Amiinn ya rabbal alamiinn.

pdfMachine

A pdf writer that produces quality PDF files with ease!

Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.

Get yours now!

SUSUNAN KANDUNGAN

	Muka surat
PENGHARGAAN	ii
JADUAL KANDUNGAN	iii
SENARAI JADUAL	vii
SENARAI RAJAH	ix
SENARAI GAMBAR	xii
SENARAI LAMBANG	xiv
SENARAI SINGKATAN	xiv
ABSTRAK (BAHASA MALAYSIA)	xv
ABSTRACT (BAHASA INGGERIS)	xvii

BAB 1 : PENDAHULUAN

1.0	Pengenalan	1
1.1	Latar Belakang Kajian	1
1.2	Permasalahan Kajian	3
1.3	Objektif Kajian	4
1.4	Skop kajian	5
1.5	Proses Kajian Secara Umum	5
1.6	Panduan Tesis	8

BAB 2 : KAJIAN ILMIAH

2.0	Pengenalan	10
2.1	Pencirian Serbuk	10
2.2	Proses Pencampuran Mekanik	12
2.3	Jenis Alatan Pengisar	13
2.4	Jenis Kajian Alatan Pengisar	16

pdfMachine

A pdf writer that produces quality PDF files with ease!

Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.

Get yours now!

2.5	Pembolehubah Proses Pengisaran	18
2.5.1	Dos Pengisaran	19
2.5.2	Halaju Pengisaran	21
2.5.3	Bekas Pengisaran	22
2.5.4	Masa Pengisaran	23
2.5.5	Pekali Pemulihan	23
2.5.6	Jenis dan Dimensi Pengisar menggunakan Bebola	24
2.6	Proses Reka Bentuk Alatan	26
2.7	Pertimbangan Teori Pengisar Serbuk Logam	29
2.8	Cadangan Reka Bentuk Pemodelan Pengisar	32
2.9	Kesimpulan	33

BAB 3 : METODOLOGI KAJIAN

3.0	Pengenalan	34
3.1	Pemahaman dan Turunan Persamaan untuk Ekabebola	34
3.2	Uji Jatuh Ekabebola	40
3.3	Pencirian Pengisar Goncang	44
3.3.1	Proses Kerja Sistem Alatan Pengisar	45
3.3.2	Model Gerak Bebola Pengisar	46
3.3.3	Proses Ujikaji Rangkaian Sistem Alatan Pengisar	47
3.4	Analisis Prestasi Pemodelan Sistem Alatan Menggunakan Kaedah Statistik	48
3.4.1	Faktor Utama Proses	50
3.4.2	Aras Faktor Utama yang Dipilih	50
3.4.3	Reka Bentuk Ujikaji	50
3.4.4	Analisis Data	51
3.4.4.1	ANOVA Dua-Arah	51
3.4.4.2	Tukey Test	51
3.4.5	Menentukan Dokumen Proses	52
3.5	Kemajuan Rekabentuk Mesin	52
3.6	Kesimpulan	52

**BAB 4 : PENGESAHAN UJIKAJI SISTEM ALATAN
PENGISAR MENGGUNAKAN GONCANGAN
EKABEBOLA DALAM JAR**

4.0	Pengenalan	54
4.1	Susunan Pengesahan Ujikaji	54
4.2	Hasil Ujian Jatuhan	55
4.3	Model Hentaman Bebola Keluli Pengisar	56
4.3.1	Model Arah Peluncuran Bebola Tanpa Tutup Had Ketinggian	57
4.3.2	Model Kekuatan Pelanggaran	61
4.3.3	Model Bilangan Hentaman Bebola	66
4.3.4	Model Daya Berlanggar Bebola	68
4.3.5	Model Daya Hentaman Bebola Berlanggar	70
4.4	Ujikaji Rangkaian Sistem Alatan Pengisar	71
4.5	Hasil Ujikaji Sistem Alatan Pengisar	73
4.6	Kajian Model Arah Hentaman Bebola dengan Had Ketinggian	77
4.6.1	Dedenyut Bebola Dalam jar	81
4.6.2	Dedenyut Bebola pada Pelbagai Ketinggian dan Putaran Halaju Jar	84
4.6.3	Dedenyut Bebola pada Pelbagai Halaju Putaran dan Ketinggian Jar Terpilih	89
4.6.4	Daya Hentaman Pelbagai Halaju Putaran dan Ketinggian Jar Terpilih	91
4.7	Analisis Prestasi Sistem Alatan Pengisar Menggunakan Alat Kualiti Statistik	92
4.7.1	Analisis Perbezaan Bilangan Hentaman pada Pengisar Goncangan	92

4.7.2 Analisis Pembeza Daya Hentaman Semasa Proses Pengecilan	97
4.8 Kemajuan Mesin Pengisar Goncangan	102
4.9 Keputusan Ujian Jatuhan Bebola Keluli	110
4.10 Keputusan Ujikaji Goncangan Ekabebola Keluli dalam Jar TanpaTutup Had Ketinggian	110
4.11 Keputusan Kajian Model Goncangan Ekabebola Keluli dalam Jar denganTutup Had Ketinggian	111
4.12 Perbandingan dengan Kajian Terdahulu	112
4.13 Ringkasan Kemajuan Sistem Mesin Pengisar Goncangan	113
4.14 Kesimpulan	115

BAB 5 : KESIMPULAN DAN CADANGAN

5.0 KESIMPULAN	116
5.1 Cadangan untuk Masa Hadapan	118

SENARAI RUJUKAN	120
------------------------	-----

LAMPIRAN

Lampiran A : Gambar Foto Rangkaian dan Komponen Sistem Alatan	124
Lampiran B : Hasil Uji Gelombang Getaran Daya Hentaman	133
Lampiran C : Hasil analisis Daya Kajian Model	136
Lampiran D : Lukisan Komponen Utama Sistem Rangkaian Alatan	

SENARAI JADUAL

	Muka surat
Jadual 3. 1 : Saiz dan jisim bebola keluli	42
Jadual 4. 1 : Hasil ujian jatuhan pada pelbagai jisim bebola keluli dan ketinggian	55
Jadual 4. 2: Model bilangan hentaman pada pelbagai halaju putaran	66
Jadual 4. 3 : Purata daya pelanggaran pada pelbagai halaju putaran	69
Jadual 4. 4 : Purata daya hentaman pada pelbagai halaju putaran	70
Jadual 4. 5 : Hasil uji getaran goncangan bebola pada pelbagai halaju putaran	74
Jadual 4. 6 : Dedenyut dan masa stabil pada pelbagai halaju putaran dan jisim bebola keluli	83
Jadual 4.7 : Dedenyut bebola terpilih daripada pelbagai halaju putaran dan ketinggian jar untuk jisim bebola 66.8 gram	90
Jadual 4. 8 : Kekuatan daya hentaman pelbagai halaju putaran dan ketinggian jar terpilih	91
Jadual 4. 9 : Pembolehubah dan aras pada sistem pengisar goncangan	92
Jadual 4.10 : Analisis perbezaan bagi bilangan hentaman menggunakan ANOVA dua arah	94

Jadual 4.11 :	Analisis pembeza bagi bilangan hentaman menggunakan ujian Tukey	95
Jadual 4.12 :	Analisis pembeza menggunakan ANOVA dua arah untuk daya hentaman	99
Jadual 4.13 :	Analisis pembeza menggunakan ujian Tukey untuk daya hentaman	100
Jadual 4.14 :	Taburan saiz butiran zarah semasa proses pengisaran 30 minit pada setiap halaju putaran menggunakan jisim bebola 66.8 gram	103
Jadual 4.15 :	Peratusan taburan saiz butiran zarah bagi proses pengisaran 30 minit pada setiap halaju putaran yang menggunakan jisim bebola 66.8 gram	105

SENARAI RAJAH

	Muka surat
Rajah 1. 1 : Sistem mesin pengisar menggunakan goncangan ekabebola keluli di dalam jar menggunakan tutup had ketinggian.	4
Rajah 1. 2 : Proses penyelidikan secara umum	7
Rajah 2. 1 : Rangkaian sistem yang saling berkait dalam rekabentuk pembuatan	27
Rajah 2. 2 : Rangkaian rekabentuk hasil pembuatan	28
Rajah 3. 1 : Skema rangkaian komponen enjin terpilih	36
Rajah 3. 2 : Skema jujukan proses uji jatuhan	41
Rajah 3. 3 : Skema rangkaian alatan uji jatuhan bebola keluli	43
Rajah 3. 4 : Strukurur pengisar goncangan	45
Rajah 3. 5 : Gambar rangkaian ujikaji daya hentaman goncangan ekabebola keluli sistem pengisar	48
Rajah 3. 6 : Carta alir analisis dengan kaedah statistik	49

Rajah 4. 1 :	Ketinggian jatuh bebola dalam pelbagai saiz diameter dan jisim	56
Rajah 4. 2 :	Model arah peluncuran hentaman bebola pada halaju putaran omboh 800 psm	57
Rajah 4. 3 :	Model arah peluncuran hentaman bebola pada halaju putaran omboh 900 psm	58
Rajah 4. 4 :	Model arah peluncuran hentaman bebola pada halaju putaran omboh1000 psm	59
Rajah 4. 5 :	Model arah peluncuran hentaman bebola pada halaju putaran omboh 1100 psm	60
Rajah 4. 6 :	Model arah peluncuran hentaman bebola pada halaju putaran omboh 1200 psm	61
Rajah 4. 7 :	Kondisi kekuatan berlanggar pada halaju putaran omboh 800 psm	63
Rajah 4. 8 :	Kondisi kekuatan berlanggar pada halaju putaran omboh 900 psm	63
Rajah 4. 9 :	Kondisi kekuatan berlanggar pada halaju putaran omboh 1000 psm	64
Rajah 4.10 :	Kondisi kekuatan berlanggar pada halaju putaran omboh 1100 psm	65
Rajah 4.11 :	Kondisi kekuatan berlanggar pada halaju putaran omboh 1200 psm	66

Rajah 4.12 :	Model bilangan hentaman pada pelbagai halaju putaran	67
Rajah 4.13 :	Halaju putaran lawan kesan bilangan berlanggar bebola	68
Rajah 4.14 :	Purata daya pelanggaran bebola pada pelbagai halaju putaran	69
Rajah 4.15 :	Halaju putaran lawan purata daya hentaman bebola	71
Rajah 4.16 :	Gambar proses pengukuran ujikaji daya hentaman goncangan bebola keluli rangkaian sistem pengisar	72
Rajah 4. 17 :	Gambar graf hasil proses pengukuran ujikaji daya hentaman bebola sistem pengisar	72
Rajah 4. 18 :	Purata daya hentaman goncang bagi bebola keluli pada pelbagai halaju putaran	74
Rajah 4. 19 :	Purata bilangan hentaman goncang bagi bebola keluli pada pelbagai halaju putaran	75
Rajah 4. 20 :	Ketinggian lantunan jerayun bebola lawan halaju putaran	76
Rajah 4. 21 :	Purata kuasa hentaman dan halaju putaran (psm) jar	80
Rajah 4. 22 :	Isyarat dedenyut lawan halaju putaran pada ketinggian jar 100 mm bagi pelbagai berat bebola keluli	84
Rajah 4. 23 :	Kesan utama pembolehubah putaran dan bilangan hentaman	96
Rajah 4. 24 :	Kesan utama pembolehubah ketinggian dan bilangan hentaman	97

Rajah 4. 25 :	Hala kesan utama pembolehubah putaran (psm) dan daya hentaman	101
Rajah 4. 26 :	Hala kesan utama pembolehubah ketinggian dan daya hentaman	101
Rajah 4. 27 :	Hasil pengukuran saiz butiran zarah pada pelbagai halaju pengisaran menggunakan berat bebola 66.8 gram	104
Rajah 4. 28 :	Hasil peratusan taburan saiz butiran zarah pada pelbagai halaju pengisaran menggunakan berat bebola 66.8 gram	106

SENARAI GAMBAR

Muka surat

Gambar foto A 1 :	Rangkaian sistem alatan goncangan bebola menggunakan jar tidak menggunakan tutup had ketinggian	124
Gambar foto A 2 :	Komponen omboh yang diubahsuai pada enjin	124
Gambar foto A 3 :	Plat kedudukan enjin di atas komponen alatan pengukuran dinometer	125
Gambar foto A 4 :	Rangkaian enjin dengan plat kedudukan pada alatan pengukuran dinometer di atas kedudukan utama rangkaian sistem pengisar	125
Gambar foto A 5 :	Rangkaian sistem alatan pengisar dan alatan pengukuran getaran goncangan bebola	126
Gambar foto A 6 :	Lantunan jerayun ekabebola keluli di dalam jar tidak menggunakan tutup had ketinggian semasa ujikaji	126
Gambar foto A 7 :	Alatan jar Menggunakan tutup had ketinggian dan bebola keluli	127
Gambar foto A 8 :	Susunan rangkaian alatan bagi penyemakan kesahan pemodelan	127
Gambar foto A 9 :	Pengisian butiran zarah silika ke dalam jar	128
Gambar foto A 10 :	Memasukan bebola ke dalam jar setelah diisi butiran zarah silika	128

pdfMachine

A pdf writer that produces quality PDF files with ease!

Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.

Get yours now!

Gambar foto A 11 :	Memasangkan jar pada enjin di atas komponen omboh	129
Gambar foto A 12 :	Sedia ada putaran aci engkol pada enjin pada proses pengisaran	129
Gambar foto A13 :	Alatan penunjuk berat berdigit yang digunakan	130
Gambar foto A14 :	Alatan ayakan goncang yang digunakan	130
Gambar foto A15 :	Pengukuran berat serbuk sebelum proses pengayakan	131
Gambar foto A16 :	Sedia ada serbuk sebelum proses pengayakan	131
Gambar foto A17 :	Proses pengoperasian ayakan goncang	132
Gambar foto A18 :	Pengukuran berat serbuk setiap ayakan setelah proses pengayakan	132

SENARAI LAMBANG

	Unit
a pecutan	ms
e pekali pemulihan	
F Nisbah perbezaan	Peratus
g graviti	m/s^2
h ketinggian	m
I dedenyut	Kgm/s
L Panjang	m
P Kebarangkalian	
r jejari	m
s jarak perpindahan	m
t masa	s
Δt selisih masa	s
v halaju	m/s
ω omega	psm
θ theta	darjah
\emptyset diameter	mm

pdfMachine

A pdf writer that produces quality PDF files with ease!

Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.

Get yours now!

SENARAI SINGKATAN

Dm	Doss mill
E_d	Energy dissipation rate
W	Work
mp	mass powder
mb	mass ball
n_{coll}	number collision
E_{coll}	Energy collision
t	time mill
CR	Charge Ratio
DF	Degre of Fredom
P	Probability

pdfMachine

A pdf writer that produces quality PDF files with ease!

Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.

Get yours now!

KAJIAN PARAMETER SISTEM ALATAN PENGISAR MENGGUNAKAN KONSEP GONCANGAN

ABSTRAK

. Kajian sistem alatan pengisar menggunakan kaedah goncangan ekabebola keluli di dalam jar yang bertujuan mengurangkan saiz elemen habuk sesuatu bahan, dilakukan dalam beberapa tahap. Tahap pertama, uji jatuhan ekabebola bagi menentukan saiz dan berat bebola keluli, yang paling berkesan terhadap daya hentaman pada setiap perubahan ketinggian. Oleh itu, tiga jenis saiz dan berat diperoleh semasa uji pada model dan ujian kesahihan daripada aplikasi daya hentaman goncangan ekabebola keluli dalam jar tanpa had ketinggian, pada pelbagai keadaan halaju putaran aci engkol (psm).

Tahap kedua, kajian pemodelan sistem pengisar baru menggunakan parameter saiz komponen terpilih, seperti motor, aci engkol, rod piston, piston dan jar diikuti pendekatan persamaan. Oleh itu, pemodelan matematik dan pengesahan daya hentaman ekabebola keluli di dalam jar tanpa menggunakan tutup had ketinggian pada pelbagai aras putaran halaju terpilih (psm), terhasil bersesuaian dengan model, iaitu pengukuran gred purata daripada lebih banyak daya hentaman berbanding dengan model. Selain itu, objektif utama adalah hasil pengukuran ketinggian amplitud ekabebola keluli 260 mm pada halaju putaran 900 rpm dan berkadar secara terus dengan pertambahan pemboleh ubah putaran halaju (rpm). Kajian pemodelan dan pengesahan parameter sistem peralatan pengisar menggunakan kaedah goncangan ekabebola keluli di dalam jar tanpa menggunakan tutup had ketinggian menunjukkan bahawa ia boleh digunakan dan dilaksanakan.

pdfMachine

A pdf writer that produces quality PDF files with ease!

Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.

Get yours now!

Tahap ketiga, kajian pemodelan daya hentaman ekabebola keluli di dalam jar menggunakan tutup had pada pelbagai ketinggian berdasarkan maklumat ketinggian amplitud ekabebola di samping mengesahkan aras ketinggian jar dan putaran halaju (rpm) sebagai pemboleh ubah. Kesan setiap pemboleh ubah pada data pemodelan dianalisis menggunakan statistik. Hasil analisis menunjukkan bahawa parameter paling berpengaruh adalah putaran halaju diikuti had ketinggian jar. Kedua-dua parameter ini adalah yang paling efektif dan efisien terhadap daya hentaman maksimum, iaitu 222.5 mm bagi aplikasi pengesanan kajian pemodelan.

Tahap keempat, proses pengisaran untuk mengurangkan saiz serbuk silika bagi pengesanan kemajuan parameter kajian pemodelan, iaitu peralatan enjin bagi penambahan daya hentaman. Didapati bahawa penilaian saiz bagi kebanyakan butiran serbuk adalah 70 mikron. Selain itu, bagi setiap tambahan berat dan aras halaju putaran, didapati bahawa jumlah yang bersaiz 70 mikron adalah banyak, sedangkan yang bersaiz lebih daripada 70 mikron adalah sedikit.

pdfMachine

A pdf writer that produces quality PDF files with ease!

Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.

Get yours now!

DESIGN OF MILL EQUIPMENT SYSTEM USING AGITATION CONCEPT

ABSTRACT

The study of milling equipment system, using the agitation method of one and only steel ball in vial to reduce the size of dust element of a substance was conducted in some stages. The first stage was the test of one and free falling test using ball mill to fine out the size and weight of steel ball which most effective for impact force on each different height. Three selected types of size and weight were found as the free falling test, used at the model and the validity test of application of agitation impact force of one and only steel ball in vial without height boulder on various speed of crank shaft rotation (rpm).

The second stage of the study of new milling system modeling used parameter of selected component size, such as, motor, crank shaft, piston rod, piston and vial followed by the use of equation approach. Therefore, the modeling of mathematics and validation of one and only steel ball impact force in vial without using height boulder cover at various level of selected speed rotation (rpm) resulted in balanced outcome in accordance with the model, namely, the average grade measurement of more number of impact force compared to the model. In addition, main objective is the result of height measurement of one and only steel ball amplitude of 260 mm at the rotation speed of 900 rpm and directly proportional with the variable accretion of speed rotation (rpm). The study of modeling and validation of parameter milling equipment system using the method of one and only ball agitation in vial without using height boulder cover indicates that it can be used and implemented.

pdfMachine

A pdf writer that produces quality PDF files with ease!

Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.

Get yours now!

The third stage of study of one and only impact force modeling in the vial used boulder cover at various heights based on the information of the height of one and only steel ball amplitude while trying out the validation at each level of the height of the vial and speed rotation (rpm) as the variable. The effect of each variable on the data of modeling was analyzed using statistics. The result of analysis of the most influencing parameter was the speed rotation followed by height limit of vial which is the most effective and efficient on the maximum impact force, namely 222.5 mm selected for application validation of modeling study.

The fourth process of milling to reduce the size of silica powder for application validation on the modeling study parameter advancement was impact force agitation engine equipment. It was found that the average result of assessment on the size of the most number of powder items were 70 micron. In addition, at each unique used of ball with more weight and addition of rotation speed level of measuring the result of powder items which is the smaller on the size 70 micron is more and bigger than 70 micron is less.

pdfMachine

A pdf writer that produces quality PDF files with ease!

Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.

Get yours now!

BAB I

PENDAHULUAN

1. 0 Pengenalan

Bab ini membincangkan latar belakang kajian, permasalahan kajian, objektif kajian, skop projek, proses kajian secara umum untuk reka bentuk alatan sistem pengisar menggunakan gocangan ekabebola keluli bagi proses pengecilan saiz elemen serbuk logam. Dalam bab ini turut dibincangkan panduan bab dalam penulisan tesis.

1. 1 Latar Belakang Kajian

Sifat seperti kekuatan dan keanjalan sesuatu bahan logam dan bukan logam dipengaruhi oleh elemen yang terkandung di dalam bahan tersebut. Proses pengecilan saiz elemen tersebut pada kadar tertentu, diperlukan untuk membentuk suatu kekuatan bahan baru, yang lebih kuat, ringan dan tahan haba. Sebelum proses pembentukan elemen butiran zarah, proses pengecilan saiz elemen perlu dilakukan, kerana kekuatan bahan baru dipengaruhi oleh saiz elemen. Dalam kata lain, proses pengecilan saiz elemen merupakan suatu proses integrasi antara elemen. Oleh itu, penggunaan hentaman bebola berkuasa tinggi sebagai tenaga pengisar dalam proses ini biasanya dilakukan dalam bentuk elemen atau serbuk yang lebih besar.

Proses operasi pengurangan saiz elemen secara mekanik menggunakan bebola bagi sumber tenaga pengisar, dilihat daripada penggunaan jumlah bebola dan keadaan arah goncangan bebola di dalam bekas pengisar mempunyai pengaruh terhadap daya dan tenaga hentaman bebola. Pengaruh penting terhadap daya hentaman bebola semasa proses pengisaran, iaitu seperti geseran antara bebola dan bentuk bekas pengisar. Selain itu, halaju bebola semasa berlanggar juga dipengaruhi oleh geseran elemen dan pekali pemulihan. Oleh itu, penggunaan kuasa daya hentaman goncangan bebola bagi peningkatan kecekapan pengurangan saiz elemen yang optimum dan berkesan perlu dilakukan.

Proses pengurangan saiz mekanik telah dipertingkatkan dengan penyelidikan berterusan yang dilakukan oleh para penyelidik bahan yang berfokus pada reka bentuk dan pembangunan sistem alatan, sifat dan perlakuan bahan. Oleh itu, proses pengurangan saiz serbuk mekanik memiliki kemampuan yang besar untuk proses pengecilan saiz elemen dengan pelbagai bahan. Alatan proses pengurangan saiz elemen secara mekanik dipilih kerana ia mampu mengatasi masalah proses pencampuran yang lazim serta mendapatkan agihan atau taburan yang homogen dalam fasa integrasi.

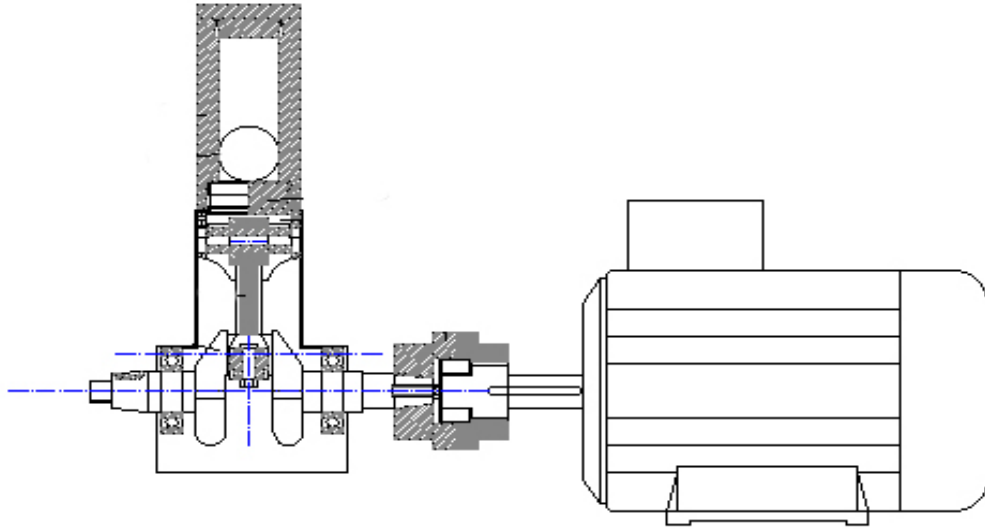
Dalam konsep pengisaran secara mekanik bagi proses pengecilan saiz elemen menggunakan bebola, keluarannya sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti reka bentuk dan operasi sistem pengisar, geseran antara bebola dan dinding bekas pengisar. Parameter halaju dan masa pemrosesan pengisaran pula memberi pengaruh terhadap frekuensi daya hentaman bebola pengisar. Selain itu, jenis bebola pengisar yang digunakan dan isipadu elemen turut mempengaruhi mutu keluaran pengecilan saiz butiran zarah. Oleh itu, reka bentuk sistem pengisaran bagi pengecilan elemen dipilih menggunakan bebola keluli dalam jar sebagai bekas pengisar dengan arah goncangan menegak bagi mengurangi kerugian daya hentaman bebola semasa proses pengisaran. Sumber goncangan dipilih menggunakan parameter aci engkol dan rod penyambung ombok pada enjin jenis menegak bagi memperoleh ketinggian jerayun bebola yang optimum dan berpengaruh terhadap tenaga pengisaran pengecilan saiz elemen yang efektif dan efisien.

1. 2 Permasalahan Kajian

Kajian ini yang menggunakan bebola keluli bagi keperluan pengecilan saiz butiran zarah, nilai keupayaan dan kecekapan operasi sangat dipengaruhi oleh saiz dan berat bebola yang mempunyai nilai pekali pemulihan yang berbeza. Oleh itu, bagaimanakah pengaruh terhadap daya hentaman goncangan bebola dan ujikaji daya hentaman terhadap perubahan ketinggian dilakukan bagi setiap berat bebola yang digunakan semasa proses pengisaran.

Diketahui bahawa ketinggian dan jerayun goncangan bebola merupakan faktor yang mempengaruhi daya hentaman bebola pengisar. Oleh itu, perlu dicari pendekatan persamaan bagi pemodelan dan arah peluncuran bebola dalam jar tanpa menggunakan tutup had ketinggian untuk mengetahui ketinggian jerayun dan daya hentaman.

Dalam rajah 1. 1, didapati bahawa daya hentaman bebola semasa berlanggar sangat dipengaruhi oleh frekuensi jerayun dan daya hentaman yang lebih banyak dan berkesan. Oleh itu, bagaimanakah memodelkan goncangan bebola dan memilih ketinggian yang paling unggul bagi memperoleh frekuensi bilangan perlanggaran dan daya hentaman yang berkesan. Selain itu, bagaimanakah ujikaji pengecilan saiz butiran zarah dilakukan bagi memperoleh kesahihan bagi sistem pengisar goncangan bebola keluli dalam jar menggunakan tutup had ketinggian.



Rajah 1. 1 Sistem mesin pengisar menggunakan goncangan ekabebola keluli di dalam jar menggunakan tutup had ketinggian.

1. 3 Objektif Kajian

Objektif penyelidikan ini meliputi :

1. Memilih konsep dan menentukan aras pemboleh ubah yang paling berpengaruh terhadap daya hentaman goncangan ekabebola keluli arah tegak bagi keperluan proses pengecilan saiz butiran zarah serbuk.
2. Memodel dan menentukan parameter operasi sistem mesin pengisar menggunakan putaran aci engkol dan rod ombok sebagai sumber goncangan bebola keluli seperti daya perlanggaran, daya hentaman maksimum dan kecekapan masa proses pengisaran.

1. 4 Skop Kajian

Dalam kajian parameter dan analisis prestasi tenaga pengisar sistem ini skop pertama yang dikaji adalah memilih konsep sistem pengisaran menggunakan goncangan bebola keluli. Oleh itu, dilakukan pencirian stuktur saiz komponen alatan dan sistem operasi. Selain itu, parameter saiz komponen terpilih diteruskan kepada penggunaan persamaan bagi menerangkan perilaku gerakan goncangan bebola. Kedua, memodelkan jerayun dan daya hentaman goncangan bebola, tanpa menggunakan tutup had ketinggian pada sistem pengisar.

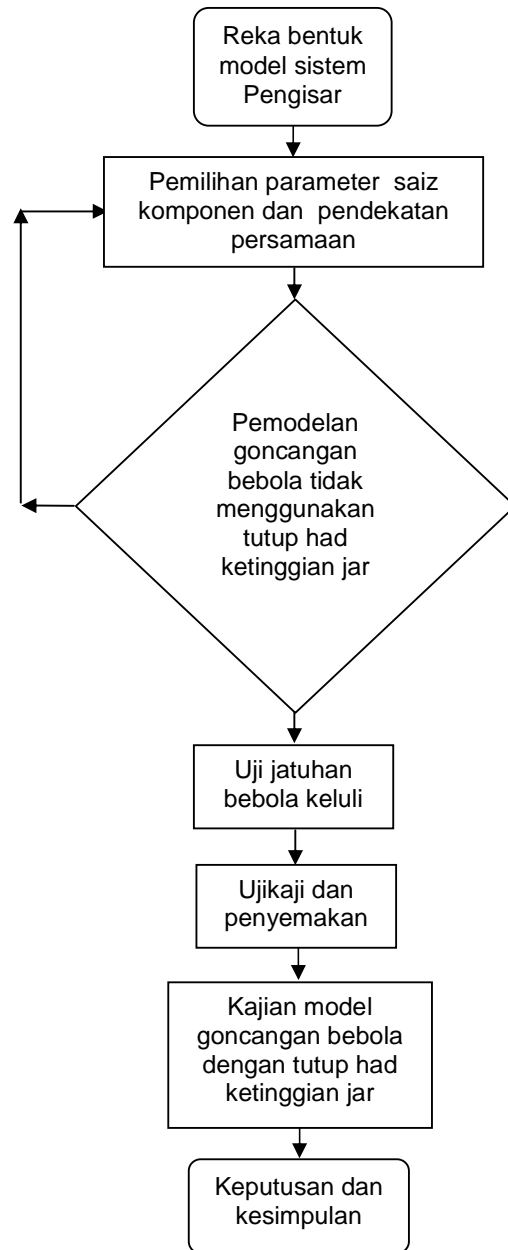
Ketiga, menjalankan uji jatuhan bagi setiap bebola keluli untuk memilih saiz dan berat bebola yang paling berkesan terhadap daya hentaman pada setiap perubahan ketinggian. Oleh itu, bebola terpilih

digunakan bagi pemodelan jerayun dan daya hentaman goncangan bebola tanpa menggunakan tutup had ketinggian. Selain itu, ujian pengesahan model jerayun dan daya hentaman dijalankan bagi memperoleh purata daya hentaman, bilangan perlanggaran dan ketinggian amplitud turut dijalankan.

Keempat, mengkaji pemodelan jerayun dan daya hentaman goncangan bebola menggunakan tutup had ketinggian serta mengenal pasti pemboleh ubah yang mempengaruhi daya hentaman bebola. Oleh itu, suatu analisis statistik dijalankan bagi mencari pemboleh ubah yang paling berkesan. Selain itu, turut dijalankan pengesahan proses pengisaran bagi pengecilan saiz butiran serbuk silika yang bersaiz diameter awal 1 mm.

1.5 Proses Kajian Secara Umum

Secara umum, susunan proses kajian ini dibahagi ke dalam beberapa bahagian, iaitu seperti yang digambarkan di dalam rajah 1.2. Secara umumnya juga, penyelidikan ini memberi tumpuan pada parameter sistem alatan pengisar menggunakan konsep goncangan, menggunakan enjin jenis tegak dan komponen yang berpengaruh, iaitu aci engkol, rod omboh dan omboh. Putaran motor elektrik ke aci engkol melalui rod omboh terus ke komponen omboh bergerak peralihan. Gerakan jerayun lejang omboh digunakan sebagai sumber goncangan jerayun bebola keluli dalam jar. Oleh itu, pemodelan daya hentaman bebola keluli dalam jar tidak menggunakan tutup had ketinggian dibina dan diuji untuk pengesahan model. Selain itu, dilakukan kajian pemodelan daya hentaman goncangan dan dianalisis untuk memperoleh nilai prestasi yang paling efektif dan efisien bagi setiap aras pemboleh ubah halaju putaran (psm) dan ketinggian jar yang boleh dikawal. Seterusnya, hasil analisis yang diperoleh digunakan untuk mengetahui daya hentaman bebola dalam jar menggunakan tutup had ketinggian.



Rajah 1. 2 Proses penyelidikan secara umum

1.6 Panduan Tesis

Tesis ini dibahagikan kepada lima Bab. Bab satu, secara umumnya membincangkan sistem mesin pengisar pengecilan saiz butiran zarah, permasalahan kajian sistem mesin pengisar dan pemodelan goncangan ekabebola dalam jar, objektif kajian, skop kajian dan proses kajian secara umum.

Bab dua, membincangkan kajian model dan rujukan ilmiah tentang proses pengecilan saiz butiran zarah serbuk pada pelbagai jenis sistem alatan pengisar menggunakan bebola sebagai tenaga pengisar, pertimbangan teori pengisaran dan cadangan reka bentuk pemodelan pengisar

Bab tiga, membincangkan perincian cadangan turunan persamaan gerakan uji jatuhnya ekabebola keluli bagi pemilihan ekabebola keluli yang digunakan pada sistem pengisar. Ujikaji penyelidikan sistem alatan pengisar mengenai keupayaan dan kesan kerja bagi kajian model sistem pengisar ekabebola keluli dalam jar tanpa menggunakan tutup had ketinggian. Kemajuan dan penyemakan kesahan rebentuk mesin sistem mesin pengisar gancang, menggunakan jar bertutup had ketinggian sebagai bekas pengisar.

Bab empat, membincangkan pengesahan ujikaji sistem mesin pengisar goncangan menggunakan ekabeola keluli. Oleh itu, bab ini dibahagikan kepada beberapa subtopik. Pertama, hasil uji jatuhnya bagi pemilihan saiz dan berat bebola keluli yang berkesan terhadap daya hentaman setiap penambahan ketinggian jatuhnya. Kedua, pemodelan dan ujikaji pengesahan gerakan hentaman bebola keluli pengisar dalam jar tanpa tutup had ketinggian. Ketiga, kajian model dan analisis kesan daya hentaman gerakan bebola keluli dalam jar menggunakan tutup had ketinggian. Keempat, kemajuan mesin bagi kesahihan pemodelan sistem pengisar goncangan menggunakan tutup had ketinggian.

Akhir sekali, bab lima menyimpulkan dapatan penyelidikan parameter sistem alatan mesin pengisar menggunakan konsep goncangan dan cadangan bagi masa hadapan yang perlu dilakukan sebagai satu petunjuk bagi peningkatan hasil lebih efektif dan efisien.

BAB 2

KAJIAN ILMIAH

2.0 Pengenalan

Bab ini membincangkan kajian teori tentang sistem pengisar menggunakan bebola keluli yang dilakukan oleh penyelidik terdahulu. Bab ini dibahagikan kepada beberapa subtopik. Pertama, pencirian saiz butiran zarah serbuk dan proses pencampuran mekanik, iaitu campuran dua atau lebih elemen butiran zarah menggunakan pengisar bebola. Kedua, jenis alatan sistem pengisar pengecilan saiz zarah serbuk menggunakan bebola. Ketiga, metodologi kajian yang membincangkan teknik ujikaji, simulasi dan penomboran jenis sistem pengisar. Keempat, pemboleh ubah proses pengisaran, iaitu dos pengisaran, halaju pengisaran, bekas pengisaran, masa pengisaran, pekali pemulihan dan jenis dimensi pengisar menggunakan bebola. Kelima, proses penting yang perlu diberi perhatian ketika melakukan reka bentuk sistem alatan. Keenam, pertimbangan teori pengisar bagi pengurangan saiz butiran zarah logam. Ketujuh, cadangan reka bentuk pemodelan pengisar yang membincangkan tentang pembuatan pemodelan sistem pengisar goncangan bebola keluli dalam jar.

2.1 Pencirian Serbuk

Pencirian serbuk logam sangat penting dan ia menentukan mutu akhir keluaran sesuatu bahan. Dowson (1990) menyatakan kaedah pemprosesan merupakan faktor yang menentukan terhadap mutu keluaran bahan logam, seperti bentuk butiran zarah, saiz, saiz taburan, struktur liang dan zarah hablur. Selain itu, Tummler(1993) mengatakan bahawa bentuk butiran zarah adalah faktor penting bagi proses pepadatan yang dipengaruhi oleh liang atau lubang udara.

Saiz butiran zarah serbuk kajil logam menjadi pertimbangan yang sangat penting kerana ia mempengaruhi tahap pepadatan, kekuatan dan kekerasan bahan. Hal ini disokong oleh Arai (1996) yang mengatakan bahawa struktur berliang pada butiran zarah yang kecil dan ringan, amat dipengaruhi oleh saling tindak saiz butiran, susunannya yang stabil dan nisbahnya yang besar kerana pengurangan saiz berat butiran zarah semakin ringan. Dowson (1990) juga turut bersetuju dan menyatakan bahawa saiz butiran zarah juga mempengaruhi proses pensinteran kerana saiz butiran menjadi semakin kecil dan suhu lebur semakin rendah. Semasa proses pensinteran, butiran zarah mengalami keadaan lebur yang

menyebabkan saiznya semakin kecil. Hal ini juga menyebabkan luas permukaan untuk pepadatan jisim serbuk semakin berkurangan.

Pencirian saiz zarah menjadi pertimbangan penting bagi kepadatan dan proses pencampuran homogen dengan serbuk elemen utama. Rumpf (1990) mengatakan bahawa nisbah saiz zarah semasa proses pencampuran adalah penting kerana elemen utamanya yang sedikit dan tindak balasnya dengan elemen utama. Selain itu, Tummler (1993) menyatakan bahawa taburan saiz zarah serbuk boleh juga merubah kuasa kinetik pemanasan yang diabaikan dan saiz taburan serbuk mempunyai kecepatan kinetik pemanasan dibandingkan dengan jisim serbuk yang dibuat secara kasar.

Di samping itu, Arai (1996) mengatakan bahawa serbuk mempunyai pengaruh terhadap susunan butiran zarah semasa menghablur. Mikro struktur zarah dimulakan dengan pemprosesan serbuk, komponen yang mengarah ke pemilihan tahap penggabungan seterusnya hingga menjadi susunan atom suatu bahan. Hal ini turut disokong oleh Bosh (1995) yang menyatakan bahawa struktur susunan zarah pada sesuatu bahan sangat mempengaruhi proses pensinteran, suhu lebur bahan dan juga liang seni semasa proses pepadatan.

Akhir sekali, Kalpakjian (1995) menyatakan bahawa terdapat tiga struktur kerencaman dasar dalam bahan: kiub berpusat jasad, kekisi kubus berpusat muka, dan struktur terpadat rapat heksagon. Selain itu, struktur kerencaman tidak sempurna dipengaruhi oleh bendasing dan batasan butiran zarah. Smith (1997) juga mengatakan bahawa sifat dan perlakuan bahan bergantung pada struktur rencaman seperti saiz butiran, luas dan sifat batasan butiran zarah yang rosak. Vlack (1998) pula menyatakan bahawa butiran zarah mempunyai pengaruh penting terhadap kemuluran dan kekuatan logam. Manakala batasan antara butiran zarah pula mempunyai pengaruh yang kuat terhadap keterikan struktur. Hal ini kerana ia lebih bertindak balas, jika dibandingkan dengan butiran zarah.

2.2 Proses Pencampuran Mekanik

Proses pencampuran mekanik adalah suatu proses pembuatan spesifik yang boleh digunakan untuk menghasilkan pelbagai jenis bahan dengan komposisi dan struktur mikro yang berbeza. Proses ini pada umumnya melibatkan pencampuran dua atau lebih elemen zarah halus, dengan menggunakan yang berkuasa tinggi sebagai pengisar, contohnya pengisar bebola (Courtney dan Maurine, 1996, Suryanarayana, 2001, Chen et al. 2005). Campuran yang dikisar akan menghasilkan zarah halus, yang akan menyerpih dan mengimpal. Proses pengisaran mempunyai hubungan dengan masa yang diperlukan

untuk komposisi campuran mencapai keadaan homogen. Oleh itu, pencampuran mekanik merupakan proses yang kompleks dan mempunyai hubungan yang signifikan dengan beberapa faktor penting seperti jenis pengisar, bahan yang digunakan dan pembolehubah semasa proses pengisaran (Huang et al. 1998, Gavrilov, 1999, Suryanarayana, 2001 dan Chen et al. 2005).

2.3 Jenis Alatan Pengisar

Terdapat pelbagai jenis alatan pengisar yang boleh digunakan untuk menghasilkan elemen serbuk. Pemilihan alatan pengisar bergantung pada fungsi kegunaan, kapasiti, kecekapan pengisar, dan halaju operasi. Suryanarayana (2001), menyatakan bahawa terdapat tiga jenis pengisar yang lazim digunakan, iaitu pengisar goncang model SPEX, pengisar model bebola planet dan pengisar pengikis.

Jenis pertama, pengisar goncang model SPEX merupakan pengisar bergetar yang menggunakan gerakan goncangan ke belakang dan ke depan secara mendatar. Ia mampu mengisar hingga 10 – 20 gram serbuk secara berterusan. Ia juga banyak digunakan untuk penyaringan campuran dan penelitian makmal. Kebanyakan penyelidik menggunakan pengisar jenis ini untuk kajian aspek asas dengan alat pencampuran mekanik. (Chen et al. 2005, Ward et al 2005 dan Gavrilov et al. 1999). Walau bagaimanapun, Courtney dan Maurice (1996) menyatakan bahawa pengisar ini belum mempunyai kecekapan yang baik, walaupun halaju goncangannya berelatif tinggi. Sementara itu, Huang et al (1996) telah mereka bentuk alatan baru berdasarkan konsep pengisar goncang untuk penyelidikan yang sederhana. Alatan ini menggunakan mekanik engkol geser yang merupakan pergerakan bentuk sinus secara menegak. Hal ini bagi membolehkan konsep yang sederhana dan keadaan dinamis yang boleh dikawal. Selain itu, Zhi et al. (2008) menyatakan ujian yang menggunakan satu atau ekabebola di dalam jar pengisar menunjukkan bahawa parameter frekuensi jerayun getaran dan daya hentaman bebola sangat dipengaruhi oleh jenis, isipadu dan jisim serbuk yang dikisar. François et al. (2009) menyatakan parameter pembolehubah proses pengisaran dipengaruhi oleh jisim dan nilai pekali pemulihan bebola. Selain itu, jenis isipadu butiran zarah berpengaruh terhadap kesan proses pengisaran. Toraman et al. (2010) menyatakan taburan hasil proses pengecilan saiz butiran zarah pada proses pengisar jenis menegak dipengaruhi oleh beberapa parameter seperti masa proses pengisaran, halaju putaran pengisar, nisbah isipadu bahan butiran zarah dan bebola pengisar.

Jenis kedua, pengisar model bebola planet juga banyak digunakan dalam kerja penyelidikan. Ia mampu mengisar beberapa ratus gram bahan secara berterusan. Konsep pengisar ini adalah gerakan

seperti planet. Ia menggunakan pelbagai saiz bebola keluli tertentu untuk pengisaran. Semasa proses pengisarannya, bebola keluli berputar mengelilingi dasar dan dinding di dalam pot bekas pengisar, yang diletakkan dan diputar oleh cakera. Mio et al (2002), Kano dan Saito (1998), Magini dan Iasonna (1996), dan Feng et al (2004) menggunakan pengisar bebola planet dalam penyelidikan mereka. Mio et al (2002) pula menggunakan tiga model pengisar bebola planet, iaitu model bebola Pulverisette 7, Model bebola Pulverisette 5, dan pengisar model PM-1200. Kano dan Saito (1998) menggunakan model bebola Pulverisette 7. Sementara itu, Magini dan Iasonna (1996) menggunakan model bebola Pulverisette 5. Mio et al (2002), membuktikan bahawa tenaga hentaman daripada dua hala putaran yang berbeza menyebabkan pengisar ini memiliki signifikan yang lebih tinggi dibandingkan dengan satu hala putaran yang biasa. Jun et al. (2010) menyatakan bahawa operasi sistem pengisaran menggunakan bebola dipengaruhi beberapa faktor seperti reka bentuk sistem kawalan, keadaan sistem pengisar dan jenis butiran yang dikisar.

Raj et al (2000) membincangkan pengisar model pengikis. Jenis pengisar ini dikelompokkan sebagai pengisar bebola, pengisar planet, dan pengisar getar. Pengisar model pengikis menggunakan bebola keluli yang berputar mengelilingi dasar dan sekatan di dalam pengisar yang bergetar secara menegak. Serbuk yang dikisar memperoleh daya hentaman daripada bebola keluli yang berputar mengelilingi sekatan pada pengisar. Selain itu, arah getaran menegak bekas pengisar menggoncang bebola keluli menghentam serbuk logam yang berada di dasar bekas pengisar. Dalam proses pengisar model pengikis, terjadi daya hentaman ganda iaitu antara bebola keluli dan dinding pengisar. Robert et al. (2009) mengkaji pengaruh halaju putaran, muka geseran pengisaran dan isipadu butiran zarah terhadap masa pengecilan saiz butiran zarah. Selain itu, didapati juga bahawa jenis butiran zarah dan pelanggaran di antara butiran zarah semasa proses pengisaran turut berpengaruh terhadap masa pengisaran. Selain itu, Gangquan et al. (2009) turut membuktikan bahawa proses pengisaran yang dipengaruhi taburan frekuensi getaran komponen yang tidak berkesan, berbeza pada lebar dan tinggi graf daya hentaman bebola hasil ujian menggunakan alatan pengukuran dinometer. Pada graf hasil ujian didapati bahawa lekuk di antara ketinggian getaran daya hentaman bebola yang memperlihatkan ciri proses pengisaran yang tidak berkesan. Heng et al. (2010) mengkaji beberapa faktor pengaruh terhadap proses pengisaran, iaitu masukan kuasa pada motor elektrik sebagai pemicu jerayun getaran pada pengisar kerana berpengaruh terhadap daya hentaman bebola. Naoya et al. (2010) mendapati bahawa proses pengecilan saiz butiran zarah menggunakan saiz bebola yang lebih kecil adalah lebih berkesan dalam keadaan basah jika

dibandingkan dengan dalam keadaan kering. Selain itu, pencirian hasil taburan proses pengecilan saiz butiran zarah dalam keadaan basah lebih maksimum.

2.4 Jenis Kajian Alatan Pengisar

Kajian yang sering dilakukan adalah teknik ujikaji, simulasi, dan bernombor. Teknik ujikaji boleh dilakukan dengan menggunakan jenis pengisar yang dibincangkan di bahagian 2.2. Sementara itu, teknik simulasi boleh dilakukan dengan menggunakan perisian yang sesuai dengan alatannya. Perisian yang sudah maju membolehkan kreativiti reka bentuk lengkap dan alatan analisis untuk simulasi pengisar bebola, yang memungkinkan kecekapan pengisar yang optimum. Simulasi banyak digunakan untuk menganalisis sistem yang dinamik. Analisis terhadap gerak sesuatu alatan seperti media gerakan bebola di dalam agihan jar dan zarah merupakan masalah dinamik yang utama, yang masa gerakan bebola menjadi fokus utama.

Chen et al. (2005), mengkaji pengisar bebola model SPEX 8000 menggunakan tiga posisi darjah kemiringan gerakan jar, pemodelan dan analisis penghitungan gerakan bebola pengisar, nilai kuasa yang hilang pada bebola pengisar daripada pelbagai saiz dan jisim bebola dan jumlah kuasa bebola pengisar serta nisbah jisim serbuk untuk pengisian pengisaran. Analisis pengisar model SPEX 800 menggunakan perisian Kaedah Elemen Diskret (Discrete Element Methode, DEM) dan penghubungkaitan skala spesifik di antara ujikaji dan pemodelan. DEM ialah satu daripada kaedah yang popular dan anjal untuk simulasi perlakuan zarah yang padu. Selain itu, Kano dan Saito (1998) turut mengkaji nilai serbuk untuk dikisar melalui pengisar bebola model planet, dengan analisis spesifik kuasa hentaman pada bebola pengisar, menggunakan perisian DEM.

Feng et al. (2004), mengkaji pengisar bebola model SPEX terhadap kedinamikan proses bebola pengisar, alatan, pencirian serbuk logam, jisim bebola dan nisbah jumlah serbuk logam pengisaran serta halaju pengisaran. Analisis penghitungannya juga menggunakan perisian DEM.

Gavrilov et al. (1999), mengkaji pengisar goncangan bebola menjadi dua bahagian, iaitu simulasi dinamik pada pengisar dan simulasi model dinamik pada hentaman bebola, jumlah kuasa kinetik dan nilai kuasa yang hilang, pada sistem pengisar yang meliputi frekuensi dan jerayun pada getaran goncangan.

Raj et al. (2000), mengkaji sistem pengisar bebola model planet dan goncangan, hitungan kuasa hentaman bebola pengisar merupakan gabungan pengisar bebola model planet dan goncangan pada

frekuensi hentaman serta keamatan hentaman menggunakan DEM bersama dengan teknik ujikaji. Selain itu, Hoon et al.(2010) yang mengkaji parameter uji pengisaran getaran berbanding dengan model yang menggunakan pelbagai halaju putaran, mendapati bahawa bekas pengisar dan diameter bebola didapati hasil taburan pengecilan saiz butiran zarah yang selari.

Daripada simulasi, sebuah model matematik, boleh dibangunkan untuk menggambarkan penemuan dan hasilnya. Huang et al. (1997) di dalam kajian mereka menyebutkan tentang jerayun getaran, tenaga hentaman, dan juga merumuskan suatu-persamaan untuk model simulasi mereka. Selain itu, Huang et al. (1997) dalam penyelidikan simulasi dan hasil penemuan berangka dengan menggunakan teknik songsang. Mereka juga menggunakan kaedah kecekapan untuk membuktikan parameter yang ditemui dalam sistem mekanik. Kano dan Saito (1998) menggunakan rumus tenaga hentaman di antara dua bebola dan nilai saiz isipadu zarah melebihi batas pengisaran. Sementara itu, Mio et al. (2002) menggunakan rumus nisbah halaju genting daripada data simulasi dan uji kaji bagi memperoleh angka yang signifikan. Chen et al. (2005) juga menggunakan rumus untuk tumbukan daripada bebola ke bebola, dan bebola ke dinding silinder, isipadu pengisar, dan penjelmaan zarah semasa proses pengisaran bagi memperoleh nilai tenaga hentaman bebola pengisar yang berkesan. Donghui et al. (2009) mengkaji hasil proses pengisaran sangat dipengaruhi pembolehubah yang boleh dikawal saling berhubungkait. Oleh itu, bagi mengetahui kualiti hasil yang berkesan, maka pembolehubah harus dikawal secara matematik. Salina et al. (2010) menyatakan goncangan ekabebola dalam jar keadaan menegak, menunjukkan bahawa jerayun bebola maksimum berpengaruh terhadap daya perlanggaran pada bahagian bawah jar adalah signifikan. Selain itu, halaju putaran boleh dikawal kerana apabila jerayun bebola bertambah, maka daya perlanggaran meningkat dan tenaga pengisar semakin berkesan. Jian et al. (2010) mendapati bahawa pada dasarnya, proses pengisaran kering dan basah adalah berbeza, kerana pengisian isipadu dan parameter butiran zarah dalam proses pengisaran kering tidak dapat berlaku dalam proses pengisaran basah. Selain itu, Mohammadi et al. (2009) menyatakan parameter masa pengisaran, halaju putaran dan jisim bebola sangat berpengaruh terhadap proses pengecilan saiz butiran zarah.

2. 5 Pembolehubah Proses Pengisaran

Proses pengurangan saiz butiran serbuk logam secara mekanik dipengaruhi oleh beberapa pembolehubah. Oleh itu, halangan utama bagi para penyelidik adalah memahami dan meneliti kemajuan campuran mekanik sebagai teknik pemprosesan bahan. Umumnya, para penyelidik meneliti banyak jenis

pdfMachine

A pdf writer that produces quality PDF files with ease!

Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.

Get yours now!

proses parameter seperti dos pengisaran, bekas pengisaran, halaju pengisaran, masa pengisaran, pekali pemulihan, dan jenis dimensi, Seperti yang dibincangkan di bahagian 2.3, pembolehubah dalam proses campuran mekanik merupakan salah satu faktor yang perlu diambil kira dalam mereka bentuk sistem pengisar, boleh didasarkan pada teknik model ujikaji, simulasi, dan berangka. Terdapat pelbagai pembolehubah dalam proses penelitian dan hasil ujikaji bagi menyokong reka bentuk teknik baru dalam proses pengurangan saiz serbuk secara mekanik.

2. 5. 1 Dos Pengisaran

Hashimoto dan Watanabe (1995) mengkaji pengisar bebola getaran dan menunjukkan bahawa ketika dos pengisaran meningkat, purata halaju hentaman –memiliki penurunan frekuensi. Peng et al. (2009) mendapati bahawa jerayun bekas pengisar maksimum dan keadaan sudut geseran jerayun bebola berpengaruh terhadap daya proses pengecilan saiz butiran zarah di dalam bekas pengisar. Selain itu, penurunan sudut jerayun bebola berlanggar semakin kecil selari dengan penambahan isi butiran saiz zarah. Oleh itu, butiran saiz zarah yang akan dikisar perlu dikira secara teori. Selain itu, Huang et al. (1998) melakukan ujikaji menggunakan pengisar gancang ekabebola dengan saiz diameter bebola 50 mm, jerayun 2 mm dan frekuensi 12 hingga 30 Hz. Menggunakan tiga jisim serbuk pengisian pengisaran yang berbeza, iaitu 5, 10 dan 15 gram, didapati bahawa ketika terdapat serbuk, daya hentam menjadi lebih rendah, sementara tempoh hentaman meningkat dibanding dengan ketika tiada serbuk. Penyelidikan itu menunjukkan bahawa hentaman di antara bebola dengan plat adalah dipengaruhi oleh dos pengisaran, dan masa pengisaran yang lebih singkat diperlukan untuk mendapatkan darjah kehalusan yang sama. Varina et al. (2010), menyatakan bahawa tenaga proses pengisaran sangat dipengaruhi oleh saiz awal butiran zarah dan jisim bebola. Selain itu, tempoh proses pengisaran turut mempengaruhi kualiti pengecilan saiz butiran zarah. Fuerstenau et al. (2010) mendapati bahawa kadar proses pengecilan butiran zarah pada sesuatu bahan ditentukan oleh ciri dan jenis butiran yang dikisar. Oleh itu, isipadu butiran zarah yang dikisar harus dikira secara teori bagi memperoleh proses pengisaran yang berkesan dan cekap.

Ward et al. (2005), menggunakan pengisar goncangan model SPEX dan mendapati bahawa prestasi kerja pengisaran adalah berkadaran dengan jisim serbuk, iaitu berdasarkan umus pengiraan dos

$$\text{pengisaran } Dm = \frac{W}{mp} \approx \frac{n_{\text{coll}} E_{\text{coll}} t}{mp}$$

Di sini :

D_m : Dos pengisaran

W : Prestasi kerja

m_p : Jisim serbuk

n_{coll} : Bilangan hentaman

E_{coll} : Kuasa hentaman

t : Masa pengisaran

Dos nisbah pengisian serbuk pengisaran (CR), di antara prestasi kerja dengan jisim serbuk yang digunakan adalah CR 2.5, CR 5, dan CR 10.

Chen et al. (2005) pula menggunakan pengisar goncangan model SPEX, dengan menggunakan

rumus pengiraan dos pengisaran $Dm = \frac{E_d t}{m_p} \approx \frac{m_b t}{m_p} = CR$

Di sini :

D_m : Dos pengisaran

E_d : Kuasa hentaman jisim bebola

t : Masa pengisaran

m_p : Jisim serbuk

m_b : Jisim bebola

CR : Nisbah pengisian serbuk pengisaran

Uji kaji mereka menggunakan tiga nilai nisbah pengisian serbuk pengisar, iaitu CR = 2.5, 5 dan 10. Selain itu, mereka juga mengandaikan bahawa dos pengisar tidak dipengaruhi secara langsung oleh nisbah serbuk dengan bebola pada kaitannya dengan masa.

Magini dan Iasonna (1996) dalam kajian mereka terhadap pengisar bebola model planet, membuktikan bahawa dengan kehadiran serbuk, hentaman semasa proses pengisaran menjadi tidak kenyal dan kuasa secara keseluruhan dipindahkan ke serbuk tersebut, dan ini menyebabkan daya hentaman berkurang. Jayasundara et al. (2010) mengkaji beban isipadu bahan butiran zarah yang berkadar pada proses pengisaran terimbang terhadap masa pengisaran dan halaju putaran didapati hasil pengecilan butiran zarah yang selari.

2. 5. 2 Halaju Pengisaran

Semakin laju putaran atau getaran pengisaran maka semakin besar kuasa hentaman terhadap serbuk. Namun begitu ia masih mempunyai had kelajuan, (Suryanarayana, 2001), Apabila halaju melebihi had kelajuan, maka proses ini tak akan berjalan dengan sempurna. Magini et al. (1995) mengatakan bahawa ketika halaju putaran pengisar bebola planet meningkat 200 hingga 710 rpm, maka daya hentaman bebolanya akan meningkat. Hal ini akan mempengaruhi pengecilan butiran saiz zarah. Kajian Kano dan Saito (1998) dan Mio et al. (2002) juga memperoleh keputusan yang sama dengan kajian Magini et al. (1995) dan ia ditunjukkan dalam hubungan grafik di antara tenaga hentaman bebola dan kelajuan putaran. Sementara itu, Mio et al. (2004), menggunakan diameter pembahagi pembetulan normal, contoh atau sampel dan meningkatkan masa berkesan pengisaran.

Huang et al.(1997) membincangkan pengaruh kelajuan pengisar getaran terhadap frekuensi hentaman dan daya hentaman. Hasil menunjukkan bahawa semakin tinggi kelajuan pengisar, maka semakin tinggi frekuensi hentaman dan purata daya hentaman juga meningkat. Halaju pengisaran yang digunakan adalah di antara 800 rpm hingga 1200 rpm, dan menggunakan teknik songsang, iaitu halaju pengisaran berkadaran langsung terhadap daya hentaman. Peng et al. (2009) menyatakan keadaan sudut jerayun maksimum bebola dan isipadu butiran zarah berpengaruh terhadap daya hentaman proses pengisaran. Disebabkan, peningkatan isipadu butiran zarah berpengaruh terhadap sudut jerayun bebola dalam jar yang semakin kecil dan daya hentaman bebola kecil, maka ia perlu dikira secara teori. Rajamani et al (2000) dalam kajian mereka tentang pengisar pengikis menemukan bahawa apabila frekuensi pengisaran meningkat, maka gerakan hentaman adalah berbeza – beza, yang bererti bahawa agihan zarah adalah lebih baik dalam jar.

2. 5. 3 Bekas Pengisaran

Bekas pengisar seperti jar dan mangkuk merupakan pembolehubah penting yang perlu dipertimbangkan semasa pemilihan alatan (Suryanarayana, 2004). Tujuannya ialah untuk mencegah pencemaran di antara saluran pada bekas dengan serbuk itu sendiri. Oleh itu, saluran pada bekas dan serbuk seharusnya diperbuat daripada bahan yang sama.

Selain bahan bekas, bentuk bekas juga penting. Daripada penyelidikan Chen et al. (2005) dan Ward et al. (2005), mereka menggunakan pengisar goncangan model SPEX 800 dengan bentuk permukaan atas yang tertutup dan permukaan bawah yang mendatar. Permukaan bawah yang mendatar adalah lebih baik

daripada yang berhujung tumpul dan bulat (Suryanarayana, (2004). Selain itu, terbukti juga bahawa proses pencampuran akan lebih berkesan pada permukaan yang mendatar. Selain itu, ketinggian bekas jar juga merupakan faktor penting. Ketinggian haruslah dipilih dengan tepat demi kepentingan kajian. Ketinggian pengisar goncangan dalam kajian Huang et al. (1998) adalah di antara 6 hingga 250 mm. Mio et al. (2002) pula memilih ketinggian di antara 32 hingga 65 mm untuk pengisar bebola planet dan Gavrilov et al. (1999) menggunakan ketinggian goncangan sebesar 103 mm. Fengnian et al (2009) menyatakan bahawa proses pengisaran yang menggunakan jar arah menegak dan eksbebola, maka kuasa tenaga pengisaran adalah lebih berkesan berbanding dengan jar dalam kedudukan miring. Hal ini kerana geseran dinding jar dan bebola adalah lebih besar.

2. 5. 4 Masa Pengisaran

Masa pengisaran merupakan faktor yang sangat penting, yang harus dipertimbangkan. Suryanarayana (2004) mengatakan bahawa apabila masa pengisaran terlalu lama, pencemaran dan suhu akan meningkat, dan mungkin hasil keluaran tidak seperti yang diharapkan. Oleh itu, beberapa kajian dijalankan untuk meningkatkan keupayaan proses pengecilan saiz zarah serbuk logam yang berkesan secara mekanik. Kano dan Saito (1998), membuktikan bahawa pengecilan saiz zarah mempunyai hubungan langsung dengan masa pengisaran. Proses pengecilan saiz zarah akan lebih berkesan apabila masa pengisaran adalah pendek.

2. 5. 5 Pekali Pemulihan

Pekali pemulihan adalah nisbah halaju bebola yang jatuh, iaitu bermula daripada ia menyentuh suatu permukaan sehingga ia meninggalkan permukaan itu. Dalam proses pencampuran mekanik, nilai pekali pemulihan akan mempengaruhi jumlah dan fasa hentaman. Pada peringkat awal, Huang et al. (1997) hanya menganggarkan nilai pekali pemulihan bagi pengisar getaran. Setahun kemudian, Huang et al. (1998) melakukan kajian jatuh bebas untuk mengetahui pekali pemulihan bagi ujian hentaman. Mereka menggunakan alatan pemindah aruh daya untuk memantau daya hentaman yang boleh mencatatkan perbezaan selisih masa di antara dua hentaman secara berterusan. Hasil kajian mendapati dua faktor yang mempengaruhi pekali pemulihan, iaitu dos pengisaran dan halaju hentaman. Pekali pemulihan akan semakin kecil apabila dos pengisaran semakin tinggi dan halaju hentaman semakin rendah. Matthew et al. (2009) menyatakan bahawa dalam proses pengecilan saiz butiran zarah menggunakan getaran bebola,

pekali pemulihan berpengaruh terhadap tenaga daya hentaman kerana dedenyut bebola turut menentukan nilai daya pelanggaran. Selain itu, halaju putaran dan masa pengisaran berpengaruh terhadap proses pengecilan saiz butiran zarah.

Nilai pekali pemulihan yang tepat sukar pada halaju hentaman yang sangat rendah dan dos pengisaran yang sangat tinggi. Hal ini disebabkan ketinggian jatuh yang lebih rendah daripada yang disyaratkan. Selain itu, Ward et al. (2005) menggunakan DEM dan penilaian ujikaji dengan pegas engsel separuh untuk mengukur nilai pekali pemulihan. Manakala, Chen et al. (2005) menggunakan dapatan Ward et al. (2005) untuk memilih pembolehubah pekali pemulihan pada julat 0.5 hingga 0.8 untuk penyelidikan mereka.

2. 5. 6 Jenis dan Dimensi Pengisar Bebola

Terdapat pelbagai jenis bahan yang lazim digunakan dalam proses pengecilan saiz zarah secara mekanik, antaranya keluli keras, keluli perkakas, dan keluli kromium keras. Suryanarayana (2004), menyatakan bahawa pengisar sederhana yang sangat tepat ialah mendapatkan pencanaian saluran pada bekas dan pengisaran sederhana yang diperbuat dari bahan yang sama seperti serbuk yang dikisar untuk menghindari pencemaran silang. Selain itu, penggunaan pelbagai saiz bebola sangat penting dalam proses pengecilan saiz butiran zarah. Kano dan Saito (1998), menggunakan bahan keluli tahan karat dan kaedah unsur zarah terapan untuk mensimulasikan atau merangsang gerakan bebola semasa pengisaran. Dalam kajian ini ditemui bahawa jika jumlah bebola bertambah, maka kesan butiran zarah semakin berkurangan. Ditemui juga bahawa bebola bersaiz kecil mempunyai hentaman yang lebih berkesan terhadap butiran zarah serbuk, jika dibandingkan dengan bebola bersaiz besar.

Chen et al. (2005) juga menggunakan pelbagai diameter bebola daripada keluli terkeras. Menurut kajian Chen et al. (2005), mereka menggunakan DEM untuk mengkaji dinamik pengisaran berdasarkan gerakan bebola pengisaran. Hasil kajian simulasi dan berangka yang dijalankan oleh Chen et al. (2005) mendapati bahawa hentaman langsung yang lebih besar diperolehi daripada penggunaan bebola bersaiz kecil. Perlanggaran langsung didapati lebih signifikan untuk memaparkan kemajuan pengisaran bercanggah dengan penyelidikan – penyelidikan Kano dan Saito (1998). Ward et al. (2005) selanjutnya bersetuju bahawa frekuensi perlanggaran adalah berkadar terhadap jumlah bebola. Akan tetapi mereka tidak yakin dengan penemuan (Suryanarayana, 2005) tentang penggunaan pelbagai saiz bebola dalam

proses pengisaran yang menggunakan saiz jar yang sama. Huang et al (1998) juga menemui bahawa tenaga hentaman semakin meningkat apabila saiz bebola semakin besar.

2.6 Proses Reka Bentuk Alatan

Proses reka bentuk ialah proses yang bermula dengan pengenalpastian keperluan, diikuti dengan ujian kelayakan serta analisis akhir reka bentuk. (Ertas, 1993). Oleh itu, harus difahami sebaiknya sistem alatan yang akan digunakan, agar ia menepati kehendak dan matlamat kerja. Fasa reka bentuk adalah merupakan kerja utama dan paling asas yang harus dilakukan oleh seseorang penyelidik. Ia melibatkan suatu rangkaian aktiviti pengiraan maklumat yang dikenal pasti dan diterjemahkan dalam bentuk pengiraan, penyaringan, pengelasan yang lengkap serta penambahbaikan yang boleh dilakukan (Poli, 2001). Aktiviti ini perlu dilakukan dan disertakan dalam kertas kerja perancangan sebelum sebarang uji kaji dilakukan.

Terdapat beberapa proses penting yang perlu diberi perhatian ketika melakukan reka bentuk alatan.

1. Konsep asas reka bentuk.
2. Bentuk bahagian yang direka bentuk
3. Parameter / saiz reka bentuk
4. Subbahagian reka bentuk

Dalam mereka bentuk suatu sistem alatan, sokongan daripada sistem alatan yang lain juga diperlukan bagi membolehkan ia berfungsi sebagaimana yang diperlukan. Dari pelbagai komponen, ia disatukan untuk membentuk suatu sistem alatan yang saling berkait. Oleh itu, akan terdapat beberapa masalah konsep yang saling berkaitan dan menjadi titik temu pada reka bentuk kejuruteraan (Ulrich, 2003) yang meliputi :

1. Hasil
2. Subbahagian hasil

pdfMachine

A pdf writer that produces quality PDF files with ease!

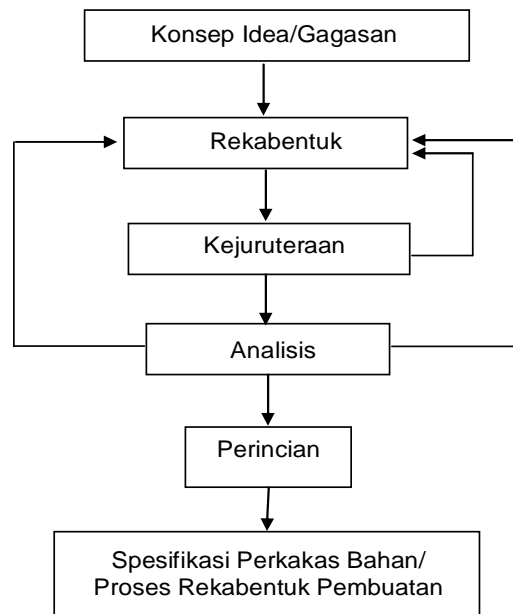
Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, if you can print from a windows application you can use pdfMachine.

Get yours now!

3. Bahagian dalam hasil

Bagi konsep reka bentuk kejuruteraan pada hasil yang mempunyai subbahagian, pemasangan bagi susunan komponen akan meliputi modul dan piawai tertentu. Komponen terkecil pada reka bentuk diberi suatu ketetapan yang meliputi pembesaran saiz, toleransi dan maklumat lengkap bahan yang akan digunakan (Crowson, 2006). Dalam proses reka bentuk pembuatan, asas reka bentuk akan menjadi panduan dalam rekabentuk, yang selanjutnya berhubungan dengan kejuruteraan dan analisis. Ini akan bertindak sebagai masukan pada rekabentuk, sehingga memperoleh komponen-komponen terkecil pada rekabentuk yang menyokong proses rekabentuk pembuatan dalam hal spesifikasi perkakas dan bahan.

Rajah 2.1 menunjukkan carta aliran bagi proses reka bentuk pembuatan dan yang akan dipakai di dalam penyelidikan ini.

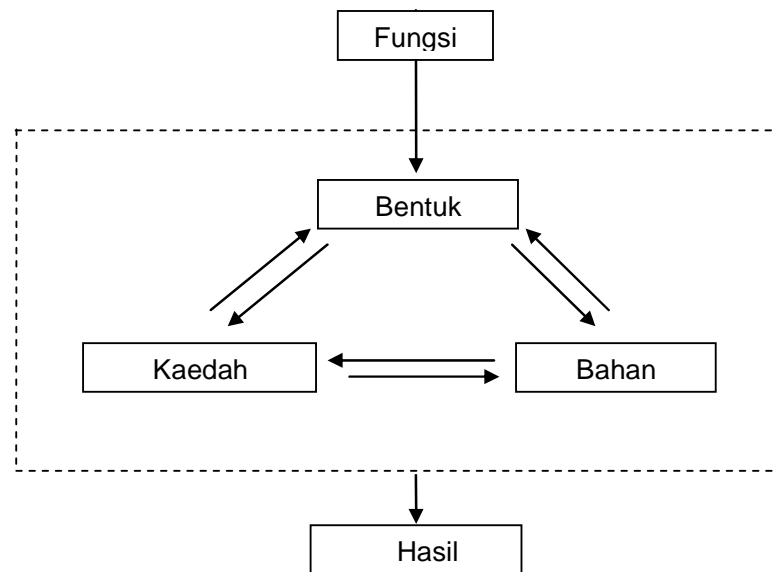


Rajah 2.1 Rangkaian sistem yang saling berkait dalam reka bentuk pembuatan

Dalam sistem ini terdapat tiga faktor yang saling berhubungan untuk memperoleh hasil yang diinginkan, iaitu bentuk, bahan dan kaedah pembuatan (Wakil, 1998)

Rajah 2.2 menunjukkan fungsi reka bentuk pembuatan untuk membina suatu hasil yang boleh berfungsi dengan baik. Kualiti hasil ditentukan bentuk dari hasil juga akan dipengaruhi oleh reka bentuk yang dilakukan dalam pembuatan. Kaedah yang dirancang untuk pembinaan pembuatan akan

mempengaruhi hasil. Dalam hal penggunaan bahan, ia berperanan menentukan kaedah pembinaan reka bentuk



Rajah 2. 2 Rangkaian reka bentuk hasil pembuatan

Hasil reka bentuk akan ditentukan oleh beberapa faktor. Oleh yang demikian, reka bentuk pembuatan dimulakan dengan fungsi reka bentuk sehingga menghasilkan hasil, yang dipengaruhi oleh tiga unsur yang saling berpengaruh terhadap hasil. Oleh itu, berdasarkan rajah 2. 1, proses mereka bentuk dimulakan dengan konsep gagasan berdasarkan penemuan dalam BAB 2. Seterusnya, berdasarkan pertimbangan teori, pengisar serbuk logam yang akan digunakan dijelaskan dalam subtopik seterusnya.

2. 7 Pertimbangan Teori Pengisar Serbuk Logam

Proses pengecilan saiz butiran zarah logam menggunakan bebola keluli boleh dilakukan dalam beberapa cara, antaranya pengisar goncangan model SPEX, pengisar model bebola planet dan pengisar model bebola goncangan menegak. Setiap jenis pengisar mempunyai kelebihan dan kekurangan.

Dalam pengisar goncangan model SPEX, bebola kelulinya bergetar ke belakang dan ke depan dengan gerakan mendatar, malahan ada juga dalam goncangan tmenegak ke atas dan ke bawah. Sistem pengisar ini menggunakan pelbagai saiz bebola keluli untuk pengisaran. Kelebihan pengisar goncangan model SPEX meliputi :

1. Daya hentaman bebola keluli mudah diperolehi.