



Jurnal Artikel

**ANALISIS CACAT KAKE PADA PRODUK CYLINDER BLOK HASIL PROSES DIE CASTING DI PT. TOYOTA MOTOR MANUFACTURING INDONESIA**

**Muhammad Raihan Farandy<sup>1</sup>, Marno<sup>2</sup>, Bobie Suhendra<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Teknik Mesin, Universitas Singaperbagsa Karawang

<sup>2</sup>Teknik Mesin, Universitas Singaperbagsa Karawang

<sup>3</sup>Teknik Mesin, Universitas Singaperbagsa Karawang

**Abstrak**

*Penelitian ini membahas tentang proses pengecoran non konvensional dengan metode High Pressure Die Casting (HPDC). Fokusnya adalah pada cacat kake yang disebabkan oleh adanya sisa aluminium yang lengket pada area cavity. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi jenis cacat, menganalisis penyebab cacat kake, serta menyajikan cara mengatasi dan mencegahnya. Data produksi dari PT. Toyota Motor Manufacturing Indonesia digunakan untuk analisis. Hasilnya menunjukkan perlunya pembersihan rutin pada cavity dan die, serta preventive action pada mesin Die Casting untuk meningkatkan kualitas produk.*

**Kata Kunci:** Pengecoran, High Pressure Die Casting (HPDC), cacat kake, preventive action.

**Abstract**

*This study discusses the non-conventional casting process using the High Pressure Die Casting (HPDC) method, focusing on the defect known as "kake," which is caused by residual aluminum sticking to the cavity area. The research aims to identify types of defects, analyze the causes of kake defects, and propose methods for overcoming and preventing them. Production data from PT. Toyota Motor Manufacturing Indonesia is utilized for the analysis. The results emphasize the importance of routine cleaning of the cavity and die, as well as implementing preventive actions on the Die Casting machines to enhance product quality.*

**Keywords:** Casting, High Pressure Die Casting (HPDC), kake defect, preventive action.

**1. PENDAHULUAN**

Proses pengecoran dengan istilah lain *foundry* merupakan proses dasar dalam pengembangan di dunia industri. Negara Korea sekarang ini merupakan Negara yang sangat maju dalam dunia industri. Hal ini dikarenakan teknologi pengecoran atau *foundry* yang pertama kali mereka kuasai [1].

Pengecoran (*casting*) merupakan salah satu proses pembentukan bahan baku/bahan benda dimana pengendalian kualitas benda kerja dimulai sejak bahan masih dalam keadaan mentah. Tujuan dari

produk yang berkualitas dan ekonomis, yang bebas cacat dan sesuai dengan kebutuhan seperti kekuatan, keuletan, dan ketelitian dimensi [2].

Pada proses teknik pengecoran ada dua metode yang diterapkan yaitu teknik secara konvensional dan non konvensional. Metode proses pengecoran sekarang yang sedang dikembangkan adalah proses pengecoran secara non konvensional karena proses ini sangat sedikit sekali cacat pengecoran yang dihasilkan, namun proses ini akan efektif apabila memproduksi secara massal. Produksi secara terbatas masih lebih efektif dengan

proses pengecoran secara konvensional [1].

Salah satu proses pengecoran secara non konvensional adalah *High Pressure Die Casting*. Pembuatan produk dengan proses *High Pressure Die Casting*, tidak terlepas dari masalah cacat yang ditimbulkan. Cacat pada proses pencetakan ini pun merupakan indikator dari kesalahan pada proses pengecoran tersebut [3].

Kesalahan atau cacat yang ditimbulkan oleh proses *High Pressure Die Casting* (HPDC) dalam pembuatan salah satunya adalah adanya gompal atau penyok yang disebabkan adanya benturan pada produk sehingga produk ini mengalami kegagalan. Cacat *kake* atau cacat produk yang disebabkan karena adanya sisa aluminium yang lengket di area *cavity* hal ini dapat menyebabkan cacat *kake* [4].

## 2. LANDASAN TEORI

### 2.1 Paduan Aluminium

Saat ini aluminium merupakan salah satu jenis paduan yang banyak dipakai dalam industri pengecoran. Aluminium diadaptasikan untuk berbagai macam metode pengecoran yang umumnya dipakai dan dapat dituang langsung kedalam cetakan logam yang terpasang pada mesin otomatis dengan volume yang besar. Terdapat beberapa karakteristik aluminium tuang yang menunjang maupun yang menghambat kualitas produk cor, karakteristik tersebut akan dijelaskan sebagai berikut [6].

#### 2.1.1 Karakteristik Paduan Aluminium

Terdapat beberapa sifat dari aluminium, yaitu sebagai berikut.

1. Fluiditas yang baik, sehingga mampu mengisi rongga-rongga cetakan yang tipis.
2. Temperatur lebur dan tuang yang rendah dibandingkan dengan material lain sehingga energi pemanasan dapat diminimalkan.
3. Siklus penuangan yang cukup cepat, dikarenakan perpindahan panas (konduktifitas panas) dari aluminium cair

ke cetakan relatif cepat jadi produktifitas dapat ditingkatkan.

4. Kelarutan gas hidrogen dalam aluminium dapat dikontrol dengan proses yang baik.

Namun selain sifat-sifat diatas aluminium juga memiliki sifat-sifat yang kurang menguntungkan, yaitu:

1. Mudah mengikat gas hidrogen dalam kondisi cair. Hal ini dapat menyebabkan cacat porositas pada produk pengecoran.
2. Berat jenis yang rendah memudahkan aluminium bercampur dengan pengotor oksida. Misalnya  $Al_2O_3$  yang berat jenisnya (2,1 gr/mm<sup>3</sup>) hamper sama dengan berat jenis air (2,3 gr/mm<sup>3</sup>).

Namun hal tersebut dapat diatasi dengan cara-cara tertentu, seperti *degassing*, *fluxing*, dan pemilihan desain yang baik dalam proses penuangannya. Karena aluminium memiliki sifat mekanis yang rendah dalam bentuk murni, maka selalu ditambahkan unsur paduan dalam proses pengecorannya. Unsur paduan yang ditambahkan ke dalam aluminium memiliki kelarutan yang berbeda-beda. Dapat dilihat kelarutan beberapa unsur paduan di dalam aluminium:

Tabel 3.1 Komposisi paduan aluminium

Unsur Padat AL wt	Temperatur (°C)	Kelarutan padat maksimum (mol/L)
Krom	600	0,77
Tembaga	550	5,67
Besi	665	0,052
Litium	600	4,0
Magnesium	450	14,9
Mangan	660	1,82
Nikel	640	0,05
Silikon	580	1,65
Titanium	665	1,0
Vanadium	665	0,6
Seng	380	82,8
Zirkonoium	660	0,82

Pada Tabel 3.1 merupakan komposisi yang terkandung dalam paduan aluminium yang bisa dilihat pada tabel diatas.

Dari unsur paduan diatas, terdapat lima unsur yang menjadi dasar paduan aluminium komersial, yakni seng, magnesium, tembaga, silikon dan mangan. Dalam penelitian ini digunakan jenis paduan aluminium silikon. Berdasarkan sistem penamaan yang dikeluarkan oleh Aluminium Association (AA) yang dipakai oleh Amerika Serikat.

Kelas-kelas pada aluminium dibagi berdasarkan jenis paduan yang digunakan. Untuk aluminium silikon digunakan seri 4XX.X, dengan digit pertama menunjukkan kelompok paduan, digit kedua dan ketiga menunjukkan jenis spesifikasi komposisi aluminium paduan tersebut.

Digit keempat menunjukkan bentuk produk, 0 untuk spesifikasi coran, 1 untuk spesifikasi ingot dan 2 untuk spesifikasi *ingot* yang lebih spesifik [6].

### 2.1.2 Paduan Aluminium Silikon

Paduan aluminium silikon (Al-Si) merupakan paduan yang paling umum digunakan untuk keperluan komersial (80-95%) dari total aluminium tuang yang diproduksi. Hal ini dikarenakan paduan aluminium silikon memiliki karakteristik cor yang sangat baik dibandingkan paduan lainnya. Selain itu paduan ini memiliki variasi sifat fisik dan mekanis, seperti sifat mampu cor, ketahanan korosi, dan sifat mampu permesinan yang baik serta sifat mampu las yang baik.

Paduan aluminium silikon terbagi menjadi 3 jenis berdasarkan pada konsentrasi unsur Si yang dimiliki, yaitu:

- *Hipo Eutektik* (<11,7% Si)
- *Eutektik* (11,7-12,2% Si)
- *Hiper Eutektik* (>12,2% Si)

Struktur utama dari ketiga jenis paduan ini adalah berupa fasa  $\alpha$ -Al, yang sangat kaya akan kandungan aluminium. Selain fasa  $\alpha$ -Al, juga terdapat fasa  $\beta$ , yang merupakan partikel-partikel silikon yang tidak larut dalam fasa  $\alpha$ -Al.

Pada komposisi eutektik, terdapat kandungan Si kurang dari 12,2%. Pada

daerah ini, pembekuan terjadi melalui fasa cair padat. Struktur akhir dari komposisi ini adalah struktur yang kaya akan aluminium, dan sebagai fasa utamanya adalah fasa  $\alpha$  dengan struktur eutektik sebagai struktur tambahan. Paduan eutektik memiliki karakteristik seperti sifat mampu cor dan ketahanan korosi yang baik penambahan Cu akan meningkatkan kekuatan dan sifat mampu pemesinan namun menurunkan keuletan dan ketahanan korosi.

Proses pembekuan yang berlangsung pada komposisi eutektik menyerupai proses pembekuan logam murni, dimana temperatur awal dan temperatur akhir peleburan adalah sama (*isothermal*). Komposisi ini berada pada daerah dimana paduan Al-Si dapat membeku secara langsung dari fasa cair ke fasa padatnya. Logam cair dapat langsung membeku ke fasa padat tanpa harus melalui fasa cair padat terlebih dahulu.

Adanya komposisi eutektik ini mengakibatkan paduan Al-Si memiliki karakteristik mampu cor yang baik. Komposisi ini memiliki kandungan Si sekitar 12,2%, namun jumlah ini bergantung juga pada laju pendinginannya, sehingga kandungan Si-nya akan bervariasi mulai dari 11,7%-12,2%. Pada pengecoran paduan Al-Si, umumnya pembekuan melalui daerah sekitar titik eutektik [6].

### 2.1.3 Paduan Aluminium 12% Silikon (Al-12% Si)

Pada komposisi eutektik, terdapat kandungan Si kurang dari 12,2%. Pada daerah ini, pembekuan terjadi melalui fasa cair padat. Struktur akhir dari komposisi ini adalah struktur yang kaya akan aluminium, dan sebagai fasa utamanya adalah fasa  $\alpha$  dengan struktur eutektik sebagai struktur tambahan. Paduan eutektik memiliki karakteristik seperti sifat mampu cor dan ketahanan korosi yang baik penambahan Cu akan meningkatkan kekuatan dan sifat mampu pemesinan

namun menurunkan keuletan dan ketahanan korosi.

Proses pembekuan yang berlangsung pada komposisi eutektik menyerupai proses pembekuan logam murni, dimana temperatur awal dan temperatur akhir peleburan adalah sama (*isothermal*). Komposisi ini berada pada daerah dimana paduan Al-Si dapat membeku secara langsung dari fasa cair ke fasa padatnya. Logam cair dapat langsung membeku ke fasa padat tanpa harus melalui fasa cair padat terlebih dahulu.

Adanya komposisi eutektik ini mengakibatkan paduan Al-Si memiliki karakteristik mampu cor yang baik. Komposisi ini memiliki kandungan Si sekitar 12,2%, namun jumlah ini bergantung juga pada laju pendinginannya, sehingga kandungan Si-nya akan bervariasi mulai dari 11,7%-12,2%. Pada pengecoran paduan Al-Si, umumnya pembekuan melalui daerah sekitar titik eutektik [6].

## 2.2 Pengecoran Cetak Tekan

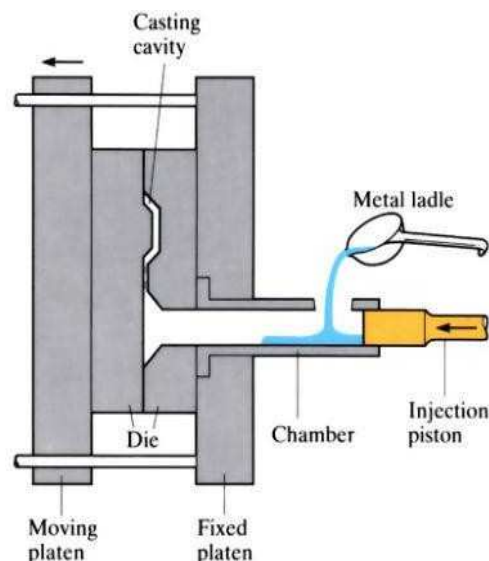
*Die casting* adalah salah satu metode pengecoran dengan menggunakan cetakan logam, dan metode ini adalah cara tercepat untuk memproduksi benda casting dengan tingkat akurasi yang sangat tinggi jika dibandingkan dengan pengecoran dengan cetakan pasir [7].

### 2.2.1 Proses High Pressure Die Casting (HPDC)

Proses ini merupakan proses pengecoran dimana logam cair diinjeksikan kedalam rongga cetakan (*Die*) dengan kecepatan dan tekanan yang tinggi. Tekanan yang diaplikasikan cukup tinggi (dapat mencapai 200bar), sehingga gas gas yang masih terperangkap dalam logam cair dapat keluar pada saat proses injeksi logam cair kedalam cetakan. Pada umumnya, baik mesin maupun cetakan pada proses *High Pressure Die Casting* ini sangatlah mahal, sehingga proses ini akan bernilai untuk proses produksi dalam jumlah besar.

Mesin HPDC terdiri atas dua plat vertikal dimana *bolster* ditempatkan untuk menyanggah cetakan. Salah satu plat dapat digerakkan sehingga cetakan dapat dibuka dan ditutup. Sejumlah logam dituang kedalam shot sleeve dan kemudian dimasukkan kedalam cetakan menggunakan piston yang digerakan secara hidrolik. Saat logam membeku, cetakan terbuka dan benda kerja diambil.

Berdasarkan klasifikasinya, maka mesin untuk proses HPDC ini dapat dibagi menjadi 2, yaitu ruang panas (*Hot Chamber*) dan ruang dingin (*Cold Chamber*). Perbedaan pokok antara kedua cara tersebut terletak pada penempatan tungku peleburan [7].



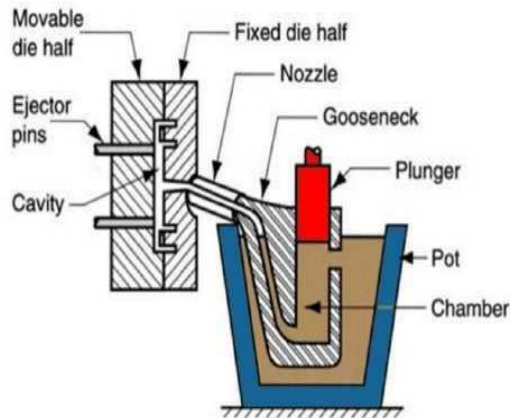
Gambar 3.1 High Pressure Die Casting

Dapat dilihat pada Gambar 3.1 adalah proses *High Pressure Die Casting*

### 2.2.2 Ruang Panas (*Hot Chamber*)

Proses ini ditemukan oleh H.H Doehler dan biasa digunakan untuk material yang memiliki titik lebur yang rendah seperti Zn, Pb, Mg, Sn, untuk mengurangi resiko terjadinya pembekuan terlalu cepat. Pada proses *hot chamber*, tungku peleburan terdapat pada mesin dan menempat kansistem injeksi yang kontak langsung dengan logam cair. Proses ini meminimalisir paduan logam cair terhadap

turbulensi, oksidasi udara, dan hilangnya panas (heat loss) selama proses injeksi [7].



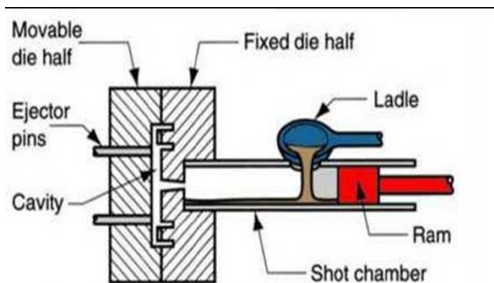
Gambar 3. 2 High Pressure Die Casting (Hot Chamber)

Dapat dilihat pada Gambar 3.2 adalah *High Pressure Die Casting* pada ruang panas atau *hot chamber*.

Kekurangan dari proses *hot chamber* ini adalah biaya perawatan sistem yang tinggi dan kemungkinan terjadinya kontaminasi logam cair oleh kontainer atau sebaliknya yaitu terabrasinya kontainer oleh logam cair, hal ini akan sangat merugikan karena dapat mengurangi umur pakai mesin dan dapat menyebabkan *reject* pada produk yang dihasilkan.

Pada pengecoran *die casting* dengan menggunakan material logam cair aluminium proses ini tidak digunakan, karena kontainer yang biasanya terbuat dari material besi (Fe), akan sangat merusak produk yang dihasilkan jika aluminium cair yang digunakan sampai terkontaminasi oleh Fe [7].

### 2.2.3 Ruang Dingin (Cold Chamber)



Gambar 3. 3 High Pressure Die Casting (Cold Chamber)

Dapat dilihat pada Gambar 3.3 adalah *High Pressure Die Casting* pada *cold chamber* atau ruang dingin.

Proses ini mempunyai tungku peleburan terpisah, silinder injeksi diisi logam cair, kemudian ditekan ke dalam cetakan secara hidrolik. Proses ini memerlukan pengukur untuk menentukan jumlah logam cair yang dimasukkan ke dalam cetakan, selain itu proses injeksi harus dilakukan dalam waktu yang sesingkat mungkin sehingga kontak antara logam cair dan sistem injeksi hanya terjadi dalam waktu singkat. Hal ini memungkinkan paduan dengan temperatur lebur tinggi seperti aluminium (Al), tembaga (Cu) dan beberapa paduan besi lainnya dapat diproses dengan menggunakan mesin ruang dingin [7].

### 2.2.4 Bagian-Bagian Mesin High Pressure Die Casting

#### 1. Toggle Link Unit

Merupakan satu sistem pengunci dimana fungsinya adalah untuk merapatkan 2 bagian *dies* saat *die closing* agar proses pencetakan berlangsung sempurna dan tidak ada *pressure* yang keluar atau *flash*. Efek mekanik dari *toggle link* akan menghasilkan daya kunci (*locking force*) dan gaya torsi pada keempat *Tie Bar* [7].

*Toggle ling* sistem ini mempunyai beberapa kelebihan di banding sitem pengunci lainnya, antara lain:

- a. Menghemat *Pressur Hidrolik* yang di butuhkan untuk proses *Die Close*, sehingga akan meringankan beban pompa Hidrolik.
- b. Dengan memakai sitem ini, tidak terlalu dibutuhkan *Cyl Hidrolik* yang terlalu besar sehingga akan mengurangi bobot dari mesin.
- c. Mudah dalam perawatan.

#### 2. Die Mold

Cetakan atau tempat *cavity* / rongga cetak dari bentuk produk yang di buat. Dalam setiap proses dari part yang berbeda akan dibutuhkan cetakan (*dies*)

yang berbeda, sehingga memungkinkan dalam satu mesin casting bisa memproduksi macam- macam part yang berbeda / *multi part*. Bagian-bagian *Die Mold*:

a. *Fix Die*

Adalah bagian *dies* yang menempel pada sisi *fixed plate* (sisi yg tidak bergerak). Pada bagian *dies* ini terdapat lubang di bawahnya (*LINER SPRUE*) untuk memasukan alumunium cair kedalam *cavity* / rongga cetak.

b. *Move Die*

Adalah bagian *dies* yang menempel pada sisi *moved plate* (sisi yang bergerak). Pada bagian ini terdapat *injector pin* yang berfungsi untuk mendorong part / produk pada *cavity* saat pelepasan *Dies* / cetakan mempunyai komponen yang sangat penting dalam mesin *die casting* HPDC.

3. *Core*

Ada dua macam *core pada dies*, yaitu sebagai berikut:

a. *Core Hidrolik*, *Core* tersebut bergeser dengan menggunakan tekanan *Hidrolik* pada *cylinder Hidrolik* yang berdiri independen untuk tiap – tiap corenya.

b. *Angel Core*, *Core* tersebut bergeser hanya pada saat *dies close* dan open efek mekanis yang di timbulkan oleh tautan antara *core* dan *angel pin* yang terdapat pada *fix die* yang diposisikan pada kemiringan sudut tertentu. *Angel pin* biasanya di pakai untuk memperingan beban pompa hidrolik atau di pandang beban yang di butuhkan untuk menggerakkan *core* yang tidak terlalu besar / berat [7].

Adapun bagian-bagian dari *angle core*, yaitu sebagai berikut:

- *Pin Insert*

*Pin insert* digunakan untuk membuat cetakan lubang pada part yang berbentuk sejajad dengan *plunyer*.

- *Pin Ejector*

*Pin ejector* digunakan untuk mendorong *part*/mengeluarkan *part* dari cetakan setelah *dies* membuka.

- *Central Cooling*

Berguna untuk masuknya air pendingin dan tempat pemcabangan pendingin *dies*.

- *Mould Base*

Adalah tempat dipasangnya *cavity dies*

- *Over Flow*

Dibuat untuk mencegah terjadinya keropos pada *part* dan tempat pembuangan kotoran aluminium.

- *Runner Gate*

Adalah jalan masuknya aluminium saat proses *injection* menuju profil part.

- *Sprue Bush*

Adalah jalan masuknya aluminium saat proses *injection* menuju *runner gate*.

4. *Injection Unit*

Untuk menghasilkan *part* yang sempurna didalam cetakan / rongga cetak di butuhkan pressur yang relatif besar. *Pressure* tersebut dihasilkan oleh pompa plunger (*Plunger Tip* dan *Plunger Sleeve*) yang di gerakan oleh tenaga Hidrolik pada *Plunger Rod Cylinder* yang terhubung dengan *Hidrolik Pump*, *Piston Intensify* dan *Accumulator Tank*.

5. *Holding Furnace*

Tempat alumunium cair setelah suply dari *melting furnace* dengan kapasitas yang terbatas pada tiap – tiap mesin. Suhu di *holding furnace* ini di atur antara 640o ~ 660°C, untuk menjaga kestabilan suhu *holding furnace* tersebut kondisinya harus tertutup rapat. Dan bahan pemanasnya memanfaatkan heater listrik.

6. *Ladle*

Adalah alat untuk menngambil alumunium cair pada *Holding Furnace* dan menuangkannya pada lubang *Plunyer* untuk diinjeksi.

7. *Spray*

Adalah alat unuk menyemprotkan / menspray *Die Lubricant* ke permukaan cetakan.

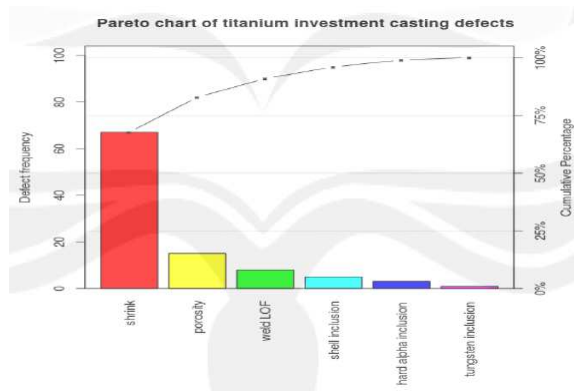
8. *Die Lube Auto Mixing*

Adalah Alat / tempat penampung *Die Lube* sebelum dispraykan ke *dies*. *Auto Mixing* ini secara otomatis bisa member kode pada operator apabila *die lube* habis dengan alarm [7].

### 2.3 Diagram Pareto

Diagram pareto adalah proses dalam memperingkat kesempatan untuk menentukan yang mana dari kesempatan potensial yang banyak harus lebih dikejar lebih dahulu. Ini dikenal juga sebagai “memisahkan yang sedikit yang penting dari banyak yang sepele”.

Pada suatu diagram pareto akan dapat diketahui suatu faktor merupakan faktor yang paling prioritas dibanding faktor-faktor minimal 4 faktor lainnya, karena faktor tersebut berada pada urutan terdepan, terbanyak ataupun tertinggi pada deretan sejumlah faktopr yang dianalisa. Melalui dua diagram pareto yang diperbandingkan, akan dapat dilihat perubahan seluru hatau sebagian faktor-faktor yang sedang diteliti [8].

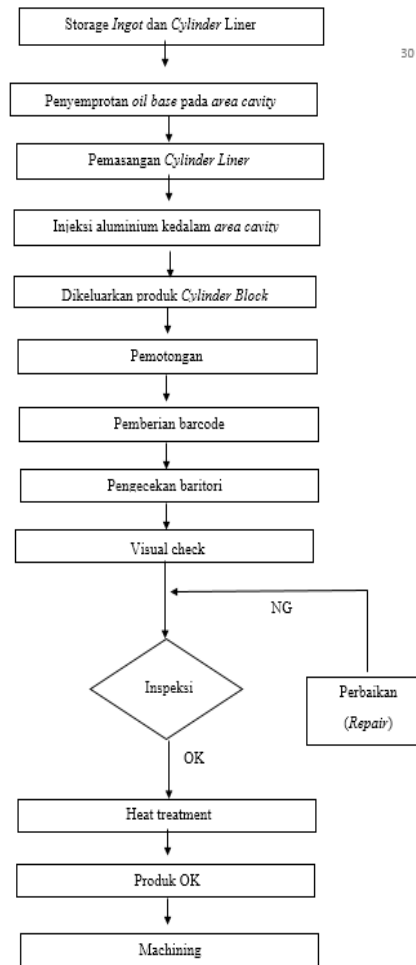


Gambar 2.4 Diagram Pareto

## 3. METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Diagram Alir Proses Die Casting

Pada percobaan ini secara umum digambarkan dalam bentuk diagram alir sehingga memudahkan melakukan percobaan



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

## 4. Hasil dan Pembahasan

### Data Cacat Per Hari

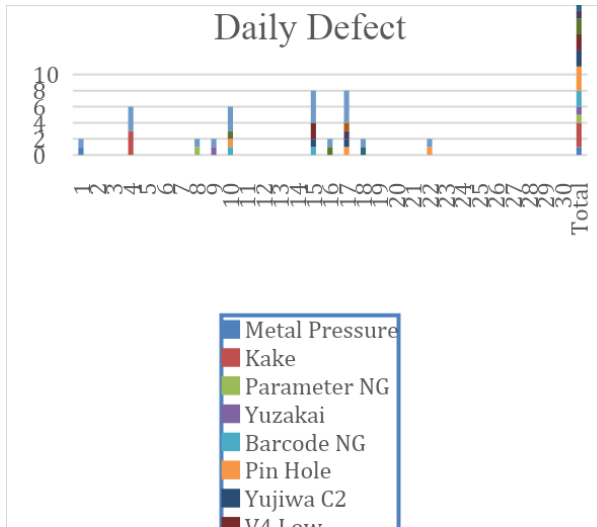
Data ini adalah data cacat produk bulan Januari 2021, berikut data cacat yang terjadi di PT. Toyota Motor Manufacturing Indonesia di divisi casting.

Die Cast 01																																
Tanggal	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	Total	
Metal Pressure	1																															1
Kaku				3																												3
Parameter NG							1																									1
Yincal									1																							1
Barcode NG										1																						2
Pin Hole											1																					3
Yujiwa C2																1		1														2
V4 Low																2																2
V4 High																																1
Yujiwa A1										1																						2
V4 High																																1
Yujiwa B1																																1
Haribuki																																1
Total	1			3					1	1	3				4	1	4	1				1									20	

Die Cast 02																																
Tanggal	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	Total	
Metal Pressure	1																															1
Parameter NG	1	2																														3
Kaku																																0
Barcode NG										2																						2
Pin Patah												9																				9
Dikon																																1
Haribuki																																2
Total																																18

Gambar 4.1 Data Cacat Per Hari



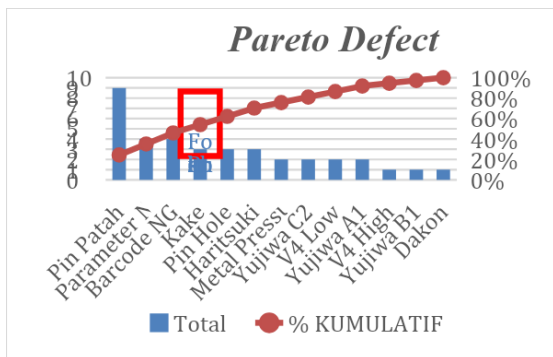
Gambar 4.2 Grafik Data Defect Per Hari

### 4.1 Persentase Cacat

Berikut data persentase cacat yang terjadi di PT. Toyota Motor Manufacturing Indonesia di divisi casting.

Tanggal	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Metal Pressure	0,32	0,27												
Kake				0,64										
Parameter NG		0,27	0,73					0,3						
Barcode NG									0,6	0,3				
Pin Hole										0,3				
Yujiwa C2														
V4 Low														
Yujiwa A1										0,3				
V4 High														
Yujiwa B1														
Haritsuki														
Pin Patah												3,2		
Dakon								0,8						

Gambar 4.3 Data Persentase Cacat per Hari



Gambar 4.4 Grafik Pareto Defect Produk

### 4.2 Analisis 4M

Dari data yang didapat penulis dapat menganalisis untuk mendapatkan studi kasus yang sedang trend pada bulan Januari, pada bulan Januari kita dapat mengetahui jumlah cacat paling banyak dengan menggunakan metode observasi cacat dengan mendata cacat yang terjadi pada setiap mesin, cetakan dan area yang dapat kita lihat pada gambar 4.2 s/d 4.5 lalu dapat dianalisis dengan cara metode 4M.

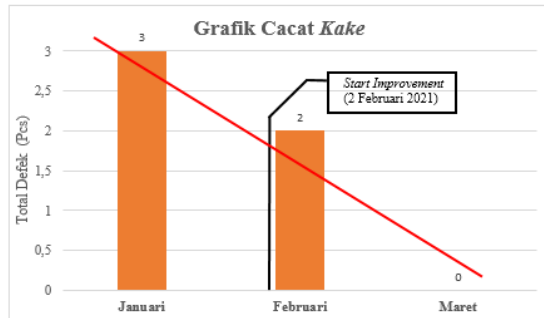
#### 4.2.1 Prosedur Analisis

Penulis melakukan investigasi ke *plant* untuk melihat standard operasional prosedur yang dimana menggunakan metode 4M yaitu: *Man, Method, Machine,* dan *Material*. Adapun keterangannya sebagai berikut:

- **Man,**  
dimana pada investigasi ini penulis melihat operator yang bekerja tidak sesuai SOP pada saat pembersihan *furnace* dikarenakan kurang disiplin saat bekerja. Solusinya adalah operator yang bekerja tidak sesuai SOP harus di evaluasi agar bekerja sesuai dengan SOP yang berlaku dan perlu adanya pengawasan oleh *team leader* untuk menghindari kejadian tersebut.
- **Method,**  
metode pembersihan yang dilakukan oleh operator belum maksimal dikarenakan gangguan jarak pandang yang disebabkan oleh penutup pintu *holding furnace* yang tidak terbuka sempurna. Solusinya adalah perlu adanya pembaruan dalam metode yang digunakan untuk membersihkan *furnace* supaya maksimal dalam melakukan pembersihan.
- **Machine,**  
pada saat injeksi aluminium kedalam *cavity*, pada area *cavity* masih banyak sisa aluminium yang lengket di area *cavity*, hal ini dapat menyebabkan *defect kake* terjadi. Solusinya adalah saat *die* diperbaiki perlu dilakukan juga pembersihan yang rutin yang sesuai dengan SOP.
- **Material,**

tidak sesuai *material ingot* yang digunakan pada proses produksi. Solusinya adalah perlu adanya dilakukan pengecekan terhadap *material* sebelum digunakan pada proses produksi.

#### 4.2.2 Hasil Analisis 4M



Gambar 4.5 Grafik Cacat Kake

Dapat dilihat pada gambar 4.5 bahwa pada bulan Januari cacat *kake* mengalami total defek sebanyak 3 pcs dari 11.000 pcs yang diproduksi pada bulan Januari, kemudian di bulan berikutnya pada bulan Februari melakukan *improvement* sesuai dengan analisis 4M yang sudah direncanakan sehingga pada bulan Februari dan Maret cacat *kake* mengalami penurunan yaitu, pada bulan Februari 2 pcs dari 10.500 pcs yang diproduksi dan Maret 0 pcs dari 10.000 pcs yang diproduksi. Hal ini dapat disimpulkan bahwa *improvement* pada analisis 4M berperan dalam menurunkan cacat *kake* yang terjadi pada proses *casting*.

### 5. Kesimpulan Dan Saran

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengolahan data dan analisis yang telah dilakukan di PT. Toyota Motor Manufacturing Indonesia, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Jenis-jenis *defect* yang terjadi pada proses *die casting* pada PT. TMMIN adalah diantaranya sebagai berikut, *kajiri, ibutsu, yumawari, yujiwa, crack, pin patah, kake* dan lain-lain.
2. Penulis menyimpulkan bahwa *defect* yang terjadi pada produk disebabkan salah satunya adalah karena

adanya aluminium yang masih menempel pada area *cavity* yang berada di area *die*, hal ini dapat menyebabkan terjadinya *defect kake*.

3. Cara mengatasi cacat *kake* adalah dengan melakukan pembersihan secara rutin pada area *cavity* dan *die* sesuai dengan SOP yang berlaku.

4. Cara mencegah cacat *kake* adalah dengan melakukan *preventive action* pada mesin *Die Casting*, supaya mesin tersebut dalam kondisi maksimal dan tidak menimbulkan cacat *kake* ataupun cacat produk lainnya.

#### 5.2 Saran

Ada beberapa saran diberikan kepada perusahaan, yaitu sebagai berikut:

1. Perlunya melakukan perbaikan *die* yang sering menimbulkan cacat *kake*.
2. Pentingnya melakukan pembersihan pada area *cavity* untuk setiap beberapa *shot*.  
Perlunya melakukan pembersihan pada *tools* setelah digunakan

### 6. Daftar Pustaka

- [1] Jhon a. schey, "Proses Manufaktur" edisi ketiga, penerbit andi Yogyakarta, 2009.
- [2] Tata Surdia & Kenji Chijiwa, "Teknik Pengecoran", Jakarta, Pradnya Paramita, 1996
- [3] Taylor, R.E., Groot, H., Goerz, T., Ferrier, J., dan Taylor D.L., "High Temperature-High Pressure", 30, p. 269, 1998
- [4] Iqbal, Muhammad. "Jenis-jenis NG Proses Casting", Karawang: YMMWJ, 2008.
- [5] [https://www.academia.edu/9215084/PT.\\_Toyota\\_Motor\\_Manufacturing\\_Indonesia](https://www.academia.edu/9215084/PT._Toyota_Motor_Manufacturing_Indonesia)
- [6] Irawan, Dedi. 2008. "Pengaruh Unsur Penambahan Unsur Mn Fe Ni dan Si". Depok. Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
- [7] Person, Anders. 2003. "On Tool Failure in Die Casting". Uppsala. Acta University Upsaliensis.
- [8] Pyzdek, Thomas T., "The Six Sigma Hand Book Panduan Lengkap Untuk

Greenbelts, Blackbelts & Managers Pada  
Semua Tingkat”, Salemba Empat, Jakarta,  
2002.