

# PERANCANGAN ALAT BANTU UNTUK MEMINIMASI *DEFECT* PADA PROSES PEMBUAT CETAKAN KOMPONEN *COUPLING HEAD* DENGAN METODE *SIX SIGMA* DI PT PINDAD

## *DESIGN OF TOOLS TO MINIMIZE DEFECT OF COUPLING HEAD COMPONENT IN THE MOLD MAKER PROCESS USING SIX SIGMA METHOD IN PT PINDAD*

Elvan Pratama<sup>1</sup>, Ir. Marina Yustiana Lubis, M.Si.<sup>2</sup>, Agus Alex Yanuar, S.T., M.T.<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Program Studi S1 Teknik Industri, <sup>1,2,3</sup> Fakultas Rekayasa Industri, <sup>1,2,3</sup> Universitas Telkom

<sup>1</sup>elvanpratama99@gmail.com <sup>2</sup>marinayustianalubis@telkomuniversity.ac.id, <sup>3</sup>axytifri@telkomuniversity.ac.id

### Abstrak

PT. Pindad adalah perusahaan manufaktur yang memproduksi produk militer dan komersial di Indonesia. Salah satu produk yang diproduksi adalah air brake system. Air brake system adalah sistem pengereman kereta api yang memiliki banyak komponen dan salah satunya adalah komponen coupling head. Tahun 2018 PT. Pindad memproduksi komponen coupling head sejumlah 24.709 dan memiliki 1.245 komponen yang defect. Dengan persentase defect sebesar 5,2% dan batas toleransi defect perusahaan sebesar 2,04% menjadikan komponen coupling head sebagai obyek penelitian ini. Penelitian ini menggunakan metode six sigma untuk meminimasi defect pada komponen coupling head dengan tahapan DMAIC. Diawali dengan define, yaitu tahap identifikasi masalah dan menemukan pada proses pembuat cetakan yang mengakibatkan defect berupa geser dan inklusi pasir. Dilanjutkan dengan tahap measure, yaitu tahap yang digunakan untuk mengukur stabilitas dan kapabilitas proses, dan mengetahui proses yang berada diluar batas kendali dan mengetahui DPMO sebesar 6639 dan level sigma sebesar 3,97. Proses yang diluar batas kendali kemudian akan ditentukan akar penyebab masalah dan usulan perbaikan yang tepat pada proses analyze dengan menggunakan identifikasi fishbone diagram dan FMEA. Selanjutnya dilakukan tahap improve untuk memberikan usulan yang tepat berdasarkan akar masalah yang didapatkan untuk mengurangi defect geser dan inklusi pasir. Usulan yang diberikan berdasarkan faktor mesin, manusia, dan metoda sebagai penyebab defect geser dan inklusi pasir. Usulan perbaikan yang tepat berupa alat bantu pengukuran pada model cetakan untuk mengukur diameter pada baut pejin pelurus model cetakan, dan juga alat bantu pengecekan pada cetakan pasir dan model untuk mengetahui diameter lubang pejin pelurus pada cetakan pasir dan diameter pejin pelurus pada model serta penambahan peringatan berupa poster agar operator menjadi lebih waspada dengan harapan tidak ditemukan defect kedepannya dan dapat meningkatkan kualitas.

**Kata kunci : Pindad, Defect, Six sigma, DMAIC, Coupling head**

### Abstract

PT. Pindad is a manufacturing company that manufactures military and commercial products in Indonesia. One of the products produced is the air brake system. Air brake system is a train braking system that has many components and one of which is coupling head. In 2018 PT. Pindad produces 24,709 coupling head components and has 1,245 defect components. With the percentage of defect of 5.2% and the tolerance limit of the company defect of 2.04%, it makes the coupling head component the object of this research. This study uses the six sigma method to minimize defects in coupling head components with the DMAIC stage. Starting with define, namely the problem identification stage and found on the mold making work station which resulted in defects in the form of shear and sand inclusion. Followed by the measure stage, which is the stage used to measure the stability and capability of the process, and know the process that is outside the control limit and know the DPMO of 6639 and the sigma level of 3.97. The process beyond the control limit will then be determined the root cause of the problem and the proposed correct improvement in the analyze process by using fishbone diagram identification and FMEA. Furthermore, the improve phase is carried out to give the right proposal based on the root of the problem obtained to reduce shear defect and sand inclusion. Proposals are given based on machine, human, and method as the cause of shear defect and sand inclusion. The correct improvement proposal is in the form of measuring aids in the mold model to measure the diameter of the mold model straightener bolt, as well as a tool for checking sand molds and models to determine the diameter of the straightening hole in the sand mold and the diameter of the straightener on the model and the addition of warning posters so that operators become more aware in hopes of not finding defects going forward and can improve quality.

**Keywords: Pindad, Defect, Six sigma, DMAIC, Coupling head**

## 1. Pendahuluan

PT. Pindad adalah sebuah perusahaan manufaktur di Indonesia dengan salah satu produk yang diproduksi adalah sistem pengereman kereta api (*air brake system*). Berikut merupakan data produksi komponen *air brake system* yang diproduksi oleh PT. Pindad tahun 2018 :

Tabel 1 Data produksi komponen produk *Air Brake System* tahun 2018

| No. | Komponen                  | Jumlah | Status        |       | Persentase <i>Defective</i> Produk |
|-----|---------------------------|--------|---------------|-------|------------------------------------|
|     |                           |        | <i>Defect</i> | Baik  |                                    |
| 1   | <i>Bracket KE</i>         | 656    | 42            | 614   | 6,4%                               |
| 2   | <i>Coupling Head</i>      | 24079  | 1245          | 22834 | 5,2%                               |
| 3   | <i>Cover D Valve</i>      | 16151  | 511           | 15640 | 3,2%                               |
| 4   | Nozel                     | 708    | 7             | 701   | 1,0%                               |
| 5   | Rumah<br><i>Isolating</i> | 7312   | 108           | 7204  | 1,5%                               |
| 6   | <i>Handle</i>             | 7398   | 55            | 7343  | 0,7%                               |
| 7   | Rumah Katup               | 41     | 0             | 41    | 0,0%                               |
| 8   | Baud Ventilasi            | 5025   | 9             | 5016  | 0,2%                               |
| 9   | Penutup                   | 4032   | 222           | 3810  | 5,5%                               |
| 10  | <i>Cover Insert</i>       | 965    | 0             | 965   | 0,0%                               |
| 11  | <i>Cover On-Off</i>       | 273    | 0             | 273   | 0,0%                               |
| 12  | Penekan                   | 48     | 0             | 48    | 0,0%                               |

Berdasarkan tabel 1 diketahui bahwa persentase *defective* dari komponen *Bracket KE*, *Coupling Head*, *Cover D Valve*, dan penutup berada diatas nilai maksimum toleransi *defect* yang ditetapkan oleh PT. Pindad yaitu sebesar 2,04%. Produk *Bracket KE* dan penutup sedang tidak diproduksi pada tahun 2019, sehingga objek penelitian yang ditentukan adalah komponen *coupling head*. Berdasarkan tabel 1 diketahui bahwa komponen *coupling head* memiliki total produksi sejumlah 24079 dan *defect* sejumlah 1245 yang terbagi menjadi *defect* berupa Beku Dini (BD) sebanyak 436 komponen, Geser (GSR) sebanyak 407 komponen, Dimensi (D) sebanyak 378 komponen, Inklusi Pasir (IP) sebanyak 13 komponen, Inklusi Terak (IT) sebanyak 1 komponen, dan Blow Hole (BH) sebanyak 10 komponen.

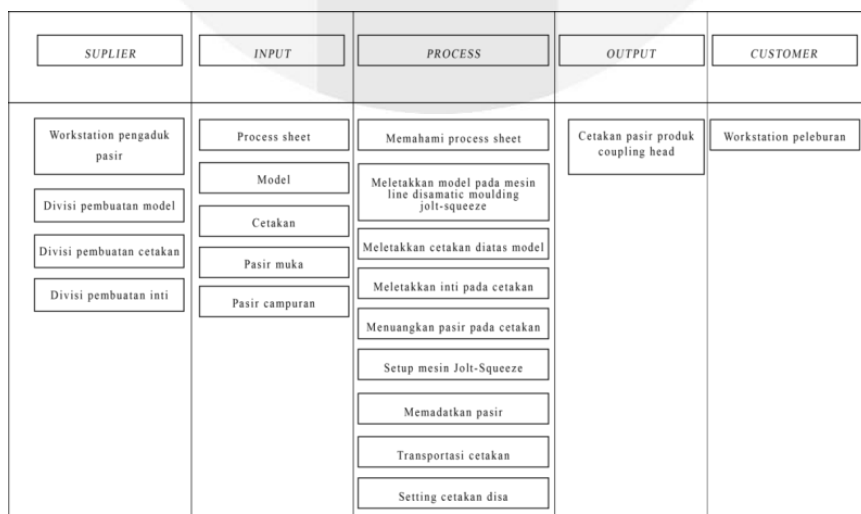
Dari enam jenis cacat yang dihasilkan kemudian diketahui dari *process requirement* dan *product requirement* yang tidak terpenuhi sehingga menyebabkan *defect*. Berikut merupakan tabel *product requirement* dan *process requirement* yang telah ditetapkan perusahaan :

Tabel 2 Jenis *defect* produk *coupling head*

| No | Jenis <i>Defect</i> | <i>Product Requirement</i>  | <i>Process Requirement</i>                               | Proses           |
|----|---------------------|---|--|------------------|
| 1  | Inklusi Terak       | Coran <i>Coupling head</i> memiliki permukaan yang seragam tanpa terdapat rongga- | Pemberian <i>slack remover</i> setelah proses pemindahan | Proses Peleburan |

|   |               |   |   |                          |
|---|---------------|---|---|--------------------------|
|   |               | rongga berisi terak (zat bukan logam)   | cairan leburan pada ladle.  |                          |
| 2 | Blow Hole     | Coran <i>coupling head</i> tidak terdapat lubang bulat di permukaan atau dalam coran  | Penuangan cairan lebur berdurasi 10 detik tanpa terhentinya aliran cairan lebur.  | Proses Peleburan         |
| 3 | Beku Dini     | Coran <i>coupling head</i> tidak terdapat bagian yang tidak menyambung akibat pembekuan dini                                  | Cairan lebur ketika penuangan memiliki temperatur suhu 1520-1550 derajat celcius.   | Proses Peleburan         |
| 4 | Inklusi Pasir | Permukaan atau didalam coran <i>coupling head</i> tidak memiliki rongga kecil berisi pasir yang terbawa saat proses peleburan | Inti pada proses pemadatan pasir cetakan tidak tergabung dengan pasir cetakan.  | Proses Pembuatan Cetakan |
| 5 | Geser         | Coran <i>coupling head</i> tidak terdapat bagian yang bengkak   | Pein pelurus model dalam kondisi tidak aus, lubang pein pelurus pada cetakan dalam kondisi tidak terkikis, dan kunci baut pein pelurus model dengan cetakan pasir dalam kondisi terkunci rapat pada mesin <i>Line Disamatic Moulding Jolt-Squeeze</i> . | Proses Pembuatan Cetakan |
| 6 | Dimensi       | Bagian coran <i>coupling head</i> memiliki bentuk yang utuh atau tidak terdapat bagian coran yang patah                       | Pada tahap pengerindaan memperhatikan kedalaman skrap yang harus dibuang. Jika pembuangan skrap terlalu dalam dapat menyebabkan ukuran komponen tidak sesuai  | Proses Finishing         |

Proses yang diketahui menjadi penyebab terjadi *defective* kemudian penulis hanya memfokuskan pada proses pembuatan cetakan untuk diteliti dan dua proses lainnya dikerjakan oleh penulis lainnya. Berikut merupakan diagram SIPOC pada proses pembuatan cetakan :



Gambar 1 Diagram SIPOC proses pembuat cetakan

Proses pembuat cetakan memerlukan perbaikan agar dapat meminimasi *defect* yang terjadi. Oleh karena itu penelitian ini akan dilakukan untuk meminimasi *defective* yang terjadi pada proses pembuat cetakan.

## 2. Dasar Teori dan Metodologi

### 2.1. Kualitas

Kualitas adalah ukuran seberapa akurat suatu barang atau jasa dengan standar tertentu. Standar tersebut berkaitan dengan waktu, bahan, kinerja, keandalan atau karakteristik yang dapat dikuantifikasikan (1).

### 2.2. Definisi Six Sigma

Six Sigma adalah inisiatif pemecahan masalah berbasis proyek yang menggunakan metode statistik dasar dan kuat untuk memecahkan masalah bisnis dan menekan angka pengeluaran uang (2).

### 2.3. Critical To Quality (CTQ)

CTQ adalah karakteristik produk yang memiliki sejumlah elemen untuk menggambarkan kualitas oleh pelanggan (3).

### 2.4. Defect

*Defect* diartikan sebagai sesuatu yang salah dengan produk ataupun tidak terpenuhinya karakteristik dari kualitas yang telah ditetapkan (2).

### 2.5. FMEA

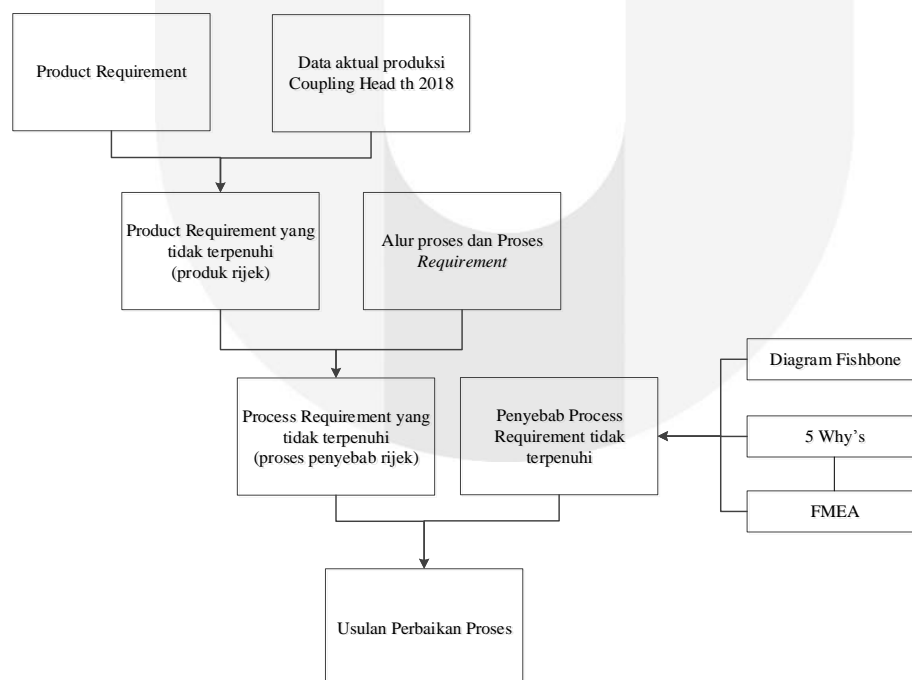
FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) adalah alat yang dapat digunakan di pada model DMAIC untuk mengukur dan mengelola risiko kesalahan yang terjadi dengan mengidentifikasi setiap mode kegagalan dari suatu proses atau produk dan memprioritaskan kemungkinan dari penyebab kegagalan (4)

### 2.6. Metode Kipling (5W+1H)

Metode kipling (5W+1H) diusulkan dalam menyelidiki suatu proses, karena metode ini menjabarkan beberapa pertanyaan dari berbagai sudut pandang dengan cara yang terstruktur (5).

### 2.7. Model Konseptual

Model konseptual digunakan dalam penelitian untuk menggambarkan keterkaitan kondisi-kondisi serta faktor-faktor yang berpengaruh terhadap masalah untuk mencapai tujuan dari penelitian.



Gambar 2 Model Konseptual

## 2.8. Sistematika Penyelesaian Masalah

### 1. Tahap Pengumpulan Data

Tahap ini dibutuhkan data untuk mengetahui permasalahan yang terjadi di PT. Pindad serta cara penyelesaian yang tepat. Data yang diperoleh adalah profil perusahaan, data jumlah produksi, data jenis dan jumlah

*defective*, data alur proses produksi, dan data CTQ proses dan produk yang dikumpulkan melalui dokumen historis perusahaan.

2. Tahap Pengolahan Data

Tahap ini dilakukan pengolahan data berdasarkan kebutuhan untuk mendapatkan informasi dari penyelesaian masalah.

3. Tahap Tahap Analisis dan Usulan Perbaikan

Tahap ini dilakukan analisis dan usulan perbaikan menggunakan penerapan aplikasi Six Sigma untuk mengetahui dan memberikan usulan perbaikan yang tepat untuk perusahaan.

4. Tahap Tahap Kesimpulan dan Saran

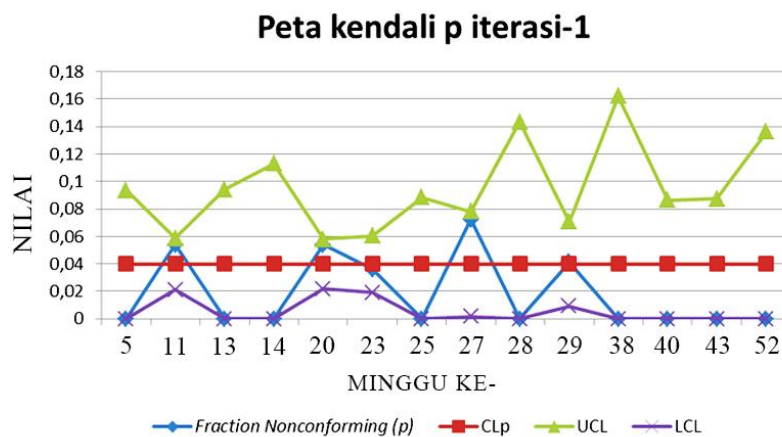
Tahap kesimpulan berisi kesimpulan dari seluruh proses penelitian yang telah dilakukan dengan tujuan untuk meminimasi *defect* pada proses pembuat cetakan komponen *coupling head* di PT. Pindad. Tahap saran berisi saran kepada PT. Pindad untuk melakukan perbaikan sesuai dengan permasalahan yang ada yaitu meminimasi *defect* pada proses pembuat cetakan komponen *coupling head*.

**3. Pembahasan**

Pada bagian pembahasan akan dibahas mengenai stabilitas proses, kapabilitas proses, penyebab *defect* menggunakan *fishbone* dan FMEA, dan membahas usulan yang tepat dengan metode kipling.

**3.1. Stabilitas Proses**

Peta kontrol dari komponen *coupling head* pada tahun 2018 memiliki beberapa data yang diluar batas kendali sehingga dilakukan iterasi sebanyak satu kali. Berikut merupakan peta kontrol p iterasi 1 dari komponen *coupling head* pada tahun 2018 :



Gambar 3 Peta kendali p komponen *coupling head* tahun 2018 iterasi pertama

Berdasarkan gambar IV.2 diketahui bahwa setelah melakukan iterasi sebanyak satu kali semua data berada didalam batas kendali.

**3.2. Kapabilitas Proses**

Berikut merupakan hasil dari perhitungan kapabilitas proses

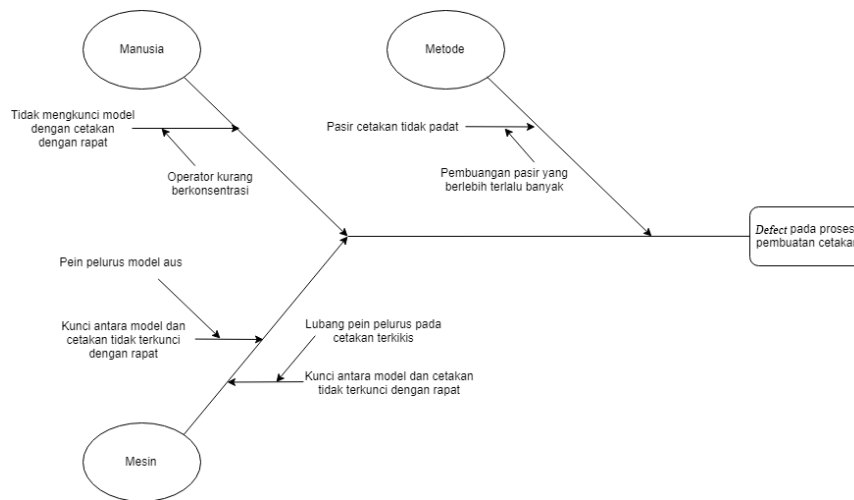
Tabel 3 DPMO komponen *coupling head* tahun 2018

| Jumlah produksi | Defect | DPU      | DPO      | DPMO | Level Sigma |
|-----------------|--------|----------|----------|------|-------------|
| 4293            | 171    | 0,039832 | 0,006639 | 6639 | 3,97        |

Dari DPMO yang telah didapatkan pada tabel 3 kemudian diketahui level sigma untuk perusahaan PT. Pindad dalam produksi komponen *coupling head* pada tahun 2018 adalah sebesar 3,97.

**3.3. Fishbone Diagram**

Untuk mengetahui faktor-faktor penyebab *defect* geser dan inklusi pasir pada proses pembuat cetakan akan dibuat *fishbone diagram*. Berikut merupakan *fishbone diagram* penyebab *defect* geser dan inklusi pasir:



Gambar 4 *Fishbone Diagram* penyebab *defect* geser dan inklusi pasir

### 3.4. Metode Kipling (5W+1H)

Berdasarkan hasil analisis yang telah didapatkan berikut adalah usulan perbaikan menggunakan metode kipling :

Tabel 4 Usulan perbaikan menggunakan metode kipling

| Penyebab <i>defect</i>                    | Kondisi eksisting   | What  | Why   | Where                  | When                          | How   |
|---|---|---|---|------------------------|-------------------------------|---|
| Pein pelurus aus                          | Gesekan yang terjadi antara pein dengan lubang pada cetakan membuat pein terkikis dan menjadi aus | Mengganti pein pelurus secara berkala                 | Menghilangkan potensi cetakan bergeser ketika mesin Line Disamatic Moulding Jolt-Squeeze beroperasi | Proses pembuat cetakan | Saat proses pembuatan cetakan | Membuat jadwal pergantian pein pelurus secara berkala           |
| Lubang pein pelurus pada cetakan terkikis | Gesekan yang terjadi antara pein dengan lubang pada cetakan membuat cetakan terkikis dan melebar  | Mengganti cetakan secara berkala                      | Menghilangkan potensi cetakan bergeser ketika mesin Line Disamatic Moulding Jolt-Squeeze beroperasi | Proses pembuat cetakan | Saat proses pembuatan cetakan | Membuat jadwal pergantian cetakan secara berkala                |
| Pasir cetakan tidak padat                 | Pembuangan pasir yang berlebih terlalu banyak   | Menyadarkan operator untuk mengisi pasir dengan padat | Memadatkan pasir pada cetakan   | Proses pembuat cetakan | Saat proses pembuatan cetakan | Pengadaan peringatan tentang pasir pada cetakan harus padat dan |

|   |  |   |  |                        |                               |   |
|---|--|---|--|------------------------|-------------------------------|---|
|   |  |   |  |                        |                               | rata  |
| Tidak mengunci rapat model dengan cetakan | Model dengan cetakan pasir tidak terkunci dengan rapat | Menyadarkan operator untuk mengunci model dengan cetakan dengan rapat | Mengunci model dengan cetakan dengan rapat | Proses pembuat cetakan | Saat proses pembuatan cetakan | Pengadaan peringatan tentang mengunci model dengan cetakan dengan |

**3.5. Hasil Rancangan Usulan Perbaikan**

**3.5.1 Hasil rancangan alat bantu pengecekan pein pelurus pada model**

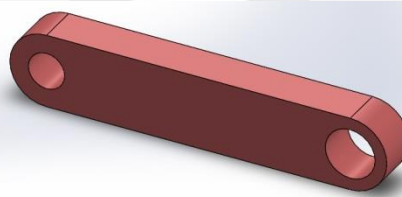
Pada alat bantu pengecekan cetakan pasir terlihat dua ujung yang berbeda dengan perbedaan masing-masing diameter sebesar 8mm. Cara penggunaan alat bantu ini adalah dengan memasukkan alat bantu ke lubang yang menyambung pein pelurus pada cetakan pasir sehingga operator proses pembuat cetakan mendapatkan informasi dari diameter lubang yang menyambung pein pelurus pada cetakan pasir dan mengetahui diperlukan untuk mengganti cetakan pasir dengan yang baru atau tidak.



Gambar 5 Alat bantu pengecekan cetakan

**3.5.2 Hasil rancangan alat bantu pengecekan pein pelurus pada model**

Pada alat bantu pengecekan pein pelurus model terlihat dua buah lingkaran yang berbeda dengan perbedaan lingkaran sebesar 8mm. Cara penggunaan alat bantu ini adalah dengan memasukan pein pelurus model pada lingkaran yang kecil. Apabila pein pelurus dapat dimasukan semua menandakan pein pelurus pada model cetakan dapat dilakukan penggantian dengan pein pelurus model yang baru.



Gambar 6 Alat bantu pengecekan pein pelurus model

**3.5.3 Hasil rancangan poster peringatan**

Peringatan tersebut berfungsi untuk mengingatkan operator pembuat cetakan dengan pesan untuk mengisi pasir pada cetakan pasir dengan rata dan juga mengunci model dengan cetakan pasir dengan rapat yang akan digantung di proses pembuat cetakan yang telah dilaminating sehingga operator menjadi teliti dalam mengisi pasir ke cetakan dan mengunci model dengan cetakan.



Gambar 7 Poster peringatan

#### 4. Kesimpulan

1. Penyebab *defect* pada proses pembuatan cetakan komponen *coupling head* adalah :
  - a. Pein pelurus terkikis sehingga menyebabkan aus.
  - b. Lubang pein pelurus pada cetakan telah terkikis banyak.
  - c. Pengisian pasir pada cetakan tidak padat.
  - d. Operator tidak mengunci rapat model dengan cetakan.
2. Usulan untuk meminimasi *defect* geser dan inklusi pasir pada proses pembuatan cetakan komponen *coupling head* adalah :
  - a. Melakukan pengecekan diameter pein pelurus sebelum mencetak komponen.
  - b. Melakukan pengecekan diameter luban pein pelurus pada cetakan sebelum mencetak komponen.
  - c. Pengadaan peringatan tentang pasir pada cetakan harus padat dan rata.
  - d. Pengadaan peringatan tentang mengunci model dengan cetakan dengan rapat.

#### Daftar Pustaka

- [1] Marimin. (2015). *TEKNIK DAN APLIKASI PENGAMBILAN KEPUTUSAN KRITERIA MAJEMUK* (1st ed.). Yogyakarta: Grasindo. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.3743.2800>
- [2] Wilson, L. (2010). *How to Implement Lean Manufacturing*. McGraw-Hill. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- [3] Montgomery, D. C., Montgomery, D. C., Runger, G. C., Hubele, N. F., Hines, W. W., Goldsman, D. M., ... Vining, G. G. (2013). *Introduction to Statistical Quality Control*.
- [4] Terra Vanzant Stern. (2016). *Lean Six Sigma International Standards Six Sigma and Global Guidelines* (2ND ed.). Boca Raton: Taylor & Francis Group.
- [5] Truscott, W. (2003). *Six Sigma : Continual Improvement for Business*. Burlington,.