

RANCANGAN *COMBINATION DIES* UNTUK PRODUK *ENGINE* *MOUNTING T120SS* DI PT. JATI WANGI

Cepty Nur Falah, Rispianda, Hendro Prasetyo

Jurusan Teknik Industri
Institut Teknologi Nasional (Itenas) Bandung

Email: ceptynurfalah@yahoo.com

ABSTRAK

Semakin bertambahnya jumlah permintaan produk engine mounting, maka pabrik ingin meningkatkan produktivitas. Pembuatan produk engine mounting menggunakan teknik press dies. Salah satu untuk mengurangi waktu dan mengurangi penggunaan jumlah dies dan punch yaitu dengan membuat combination dies. Perancangan combination dies ini menggunakan metode Verein Deutsche Ingeieur (VDI) 2222. Tahapan pada VDI 2222 dimulai dari analisis, lalu membuat konsep combination dies, dan yang terakhir adalah perancangan combination dies. Setelah tahapan rancangan combination dies menghitung biaya pembuatan combination dies. Dengan rancangan combination dies yang baru dapat meminimasi jumlah proses sehingga menambah kapasitas produksi dan menekan biaya produksi engine mounting.

Kata Kunci: *engine mounting, press dies, combination dies, Verein Deutsche Ingeieur (VDI) 2222.*

ABSTRACT

The increasing number of demand for engine mounting, so the factory wants to increase productivity. Product manufacturing engine mounting using the technique of press dies. It reduces the amount of time and reduces the use of dies and punch is to create a combination dies. The design a combination dies uses Verein Deutsche Ingeieur (VDI) 2222 method. Stages in the VDI 2222 starts from the analysis, and make the concept of combination dies, and the last one is the design of combination dies. After the phase of design combination dies next step is calculate the cost of manufacture of combination dies. With the new design of combination dies can minimizing the number of operations so that increase production capacity and reduce the cost of production of engine mounting.

Keywords: *engine mounting, press dies, combination dies, Verein Deutsche ingieur (VDI) 2222.*

**Makalah ini merupakan ringkasan dari Tugas Akhir yang disusun oleh penulis pertama dengan pembimbingan penulis kedua dan ketiga. Makalah ini merupakan draft awal dan akan disempurnakan oleh para penulis untuk disajikan pada seminar nasional dan/atau jurnal nasional.*

1. PENDAHULUAN

1.1 Pengantar

PT Jati Wangi merupakan perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur yang menggunakan bahan baku plat. Produk yang di produksi di PT Jati Wangi ialah produk onderdil mobil seperti *bushing arm*, *engine mounting*, *propeller cushion shaft*, *stopper*, *bushing trailing*, *spare tired*, dan *ball joint*. *Engine Mounting* merupakan salah satu bagian dari komponen mobil yang berguna sebagai dudukan mesin. Jenis *engine mounting* yang diproduksi merupakan *engine mounting* Mitsubishi T120SS.

Proses pembuatan *engine mounting* Mitsubishi T120SS menggunakan teknik *press dies*. Dalam pembuatan produk ini memiliki beberapa proses diantaranya proses pemotongan, proses pembentukan dan proses penekanan. Dari setiap proses tersebut, pabrik menggunakan beberapa dies dalam satu siklus pembuatan produk *engine mounting* T120SS. Tentu ini berdampak terhadap biaya pembuatan dies, gaji operator, serta cukup memakan banyak waktu dalam pembuatannya.

Pada produk *engine mounting* Mitsubishi T120SS terjadi tidak tercapainya target produksi terhadap permintaan produk. Saat ini setiap pembuatan produk *engine mounting* T120SS membutuhkan total waktu 2 menit 55 detik. Lama nya waktu proses operasi disebabkan karena waktu *setup* yang banyak dikarenakan banyaknya proses yang dilewati dengan penggunaan *dies* yang berbeda.

Pada pembuatan produk *engine mounting* memiliki 12 kali proses operasi, diantaranya proses *bending*, *cutting*, *pierching* dan *notching*. Dengan menggabungkan beberapa proses waktu operasi ini bisa ditekan dengan membuat usulan *dies* dan *punch* yang dapat mengurangi waktu pemesinan yang akan mengakibatkan mengurangi jumlah penggunaan *dies* dan *punch* dan mengurangi biaya produksi.

1.2 Identifikasi Masalah

Masalah yang terjadi dalam pabrik ialah pada proses operasi *engine mounting* menggunakan banyak *dies* dan *punch* dalam satu kali siklus. Dengan menggunakan banyak *dies* tentu juga menggunakan banyak mesin serta banyaknya penggunaan operator. Ini berdampak terhadap biaya-biaya yang dikeluarkan pabrik. Seperti biaya operator, biaya jumlah *dies* yang digunakan, serta berdampak terhadap produktivitas. Tujuan yang akan dicapai ialah menghasilkan desain usulan cetakan (*dies*) untuk proses pembentukan komponen-komponen pada produk *engine mounting* Mitsubishi T120SS yang memiliki beberapa proses operasi dalam satu *dies*. Desain ini dapat dimanfaatkan oleh PT Jati Wangi untuk mengurangi waktu pemesinan dan biaya pemesinan dalam membuat produk *engine mounting* Mitsubishi T120SS.

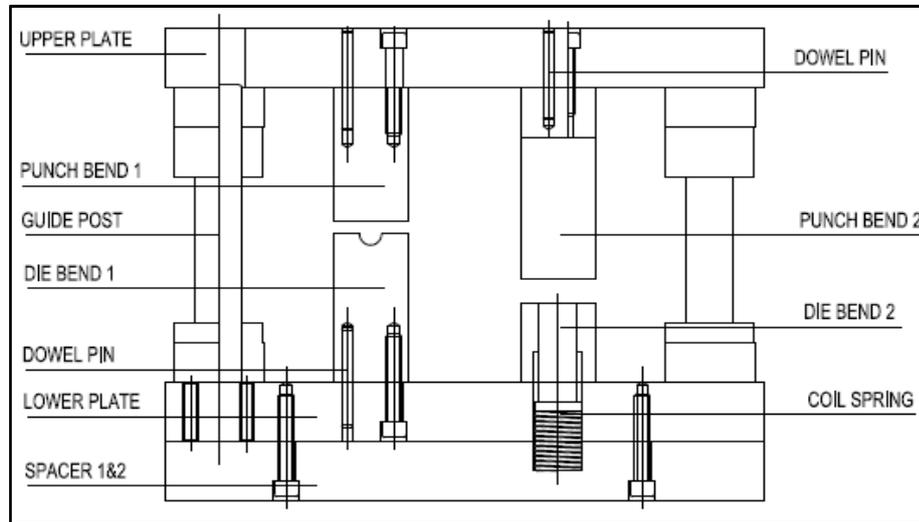
2. STUDI LITERATUR

2.1 Pressing Dies

Menurut Schey (2004) *pressing dies* adalah alat perkakas tekan yang digunakan untuk memotong atau membentuk suatu *sheet metal* atau plat lembaran sesuai dengan bentuk yang diinginkan. Dalam operasionalnya, *pressing dies* ini digerakkan oleh mesin *press*, yang terdiri dari *mechanical press machine* atau *hydraulics press machine*.

2.2 Combination Dies

Menurut Groover (2002) *combination dies* adalah gabungan dari dua atau lebih proses pada satu *die set* yang tidak sejajar pemakaiannya. Ini mengandung arti bahwa pada satu *die set* terdapat dua atau lebih proses. Dalam sekali *stroke* dapat dihasilkan jumlah part sesuai dengan jumlah proses yang ada pada satu *die set*. Contoh tipe *combination dies* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Combination Dies

Pada gambar di atas menjelaskan mengenai konsep *combination dies*, dalam satu *dies* dan *punch* memiliki 2 proses operasi. Proses yang terjadi ialah proses operasi *U-bending* yang ditunjukkan oleh *punch bend 1* dan *die bend 1*. Serta memiliki proses *bending* rata yang ditunjukkan oleh *punch bend 2* dan *dies bend 2*.

2.3 Jenis-Jenis Proses Sheet Metal Forming

Menurut Buljanovic (2004) dalam *sheet metal forming* terdapat beberapa proses yang digunakan. Alat untuk mengoperasikan dari proses-proses yang digunakan dalam *sheet metal forming* biasa orang menyebut dengan istilah *die and punch*. Proses – proses yang terdapat dalam *sheet metal working* dikelompokkan menjadi tiga bagian, yaitu:

1. Proses Cutting (Pemotongan)

Proses *cutting* atau proses pemotongan pada *sheet metal* mempunyai banyak tujuan sesuai dengan fungsi dari proses pemotongan tersebut yang spesifik. Jenis – jenis proses pemotongan yaitu *blanking*, *cutting*, *notching* dan *piercing*.

2. Proses forming (pembentukan)

Forming adalah istilah umum yang dipakai pada proses pembentukan *sheet metal* untuk mendapatkan kontur yang diinginkan. Jenis-jenis proses pembentukan yaitu *bending*, *drawing* dan *deep drawing*.

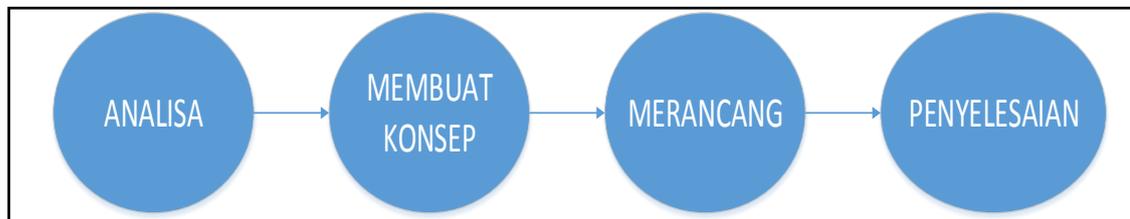
3. Proses compression (penekanan)

Proses ini termasuk dalam operasi forming yang mana tekanan yang kuat diberikan pada *sheet metal* untuk menghasilkan tegangan kompresi yang tinggi pada plat untuk menghasilkan deformasi plastis.

2.5 Metode Verein Deutsche Ingeineur 2222 (VDI 2222)

Menurut Pahl dan Beitz (2010) metode perancangan merupakan suatu proses berpikir secara sistematis dalam menyelesaikan suatu permasalahan untuk mendapatkan hasil yang maksimal sesuai dengan yang diharapkan yang dilakukan dengan kegiatan awal dari suatu rangkaian kegiatan dalam proses pembuatan produk. Metode perancangan

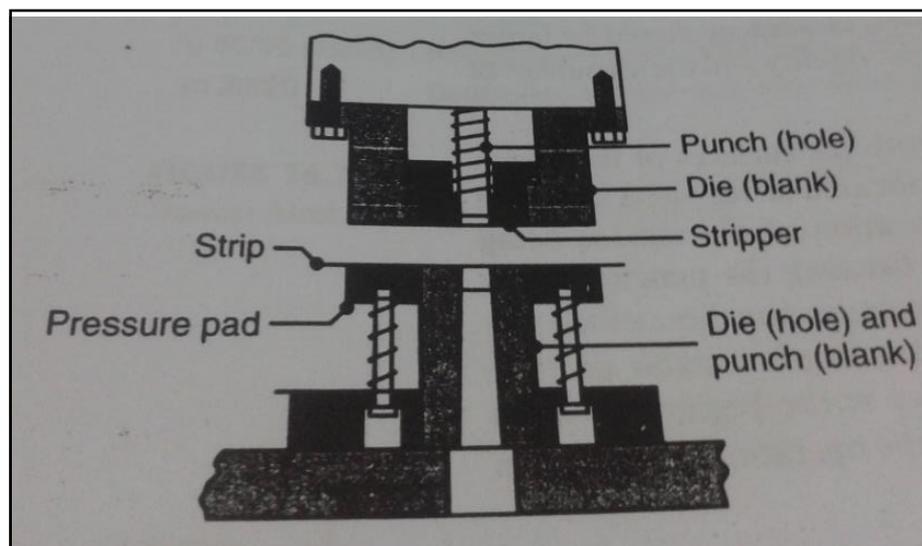
diterapkan mengacu pada tahapan perancangan menurut *Verein Deutsche Ingenieuer 2222* (VDI 2222). VDI 2222 merupakan metode pendekatan sistematis terhadap desain untuk merumuskan dan mengarahkan berbagai macam metode desain yang makin berkembang akibat kegiatan riset (Pahl dan Beitz, 2010). Tahapan-tahapan perancangan yang dilakukan VDI 2222 dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Tahapan-Tahapan Perancangan Dalam Metode VDI 2222

2.6 Desain *Combination Dies*

Menurut Kalpakjian (2001) pada *desain combination dies* ini akan menjelaskan mengenai komponen umum pada *combination dies*. Berikut ini adalah gambar komponen yang umum digunakan pada desain *combination dies* dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Komponen Umum Pada Desain *Combination Dies*

1.7 Komponen Biaya

Menurut Rochim (1993) dalam melakukan proses produksi perlu diperhitungkan total ongkos per produk. Persamaan untuk total ongkos per produk dapat dilihat pada persamaan 1.

$$C_p = C_m + C_{plan} + \sum C_p \quad (1)$$

Dimana:

C_p = Total ongkos per produk; Rp/ produk.

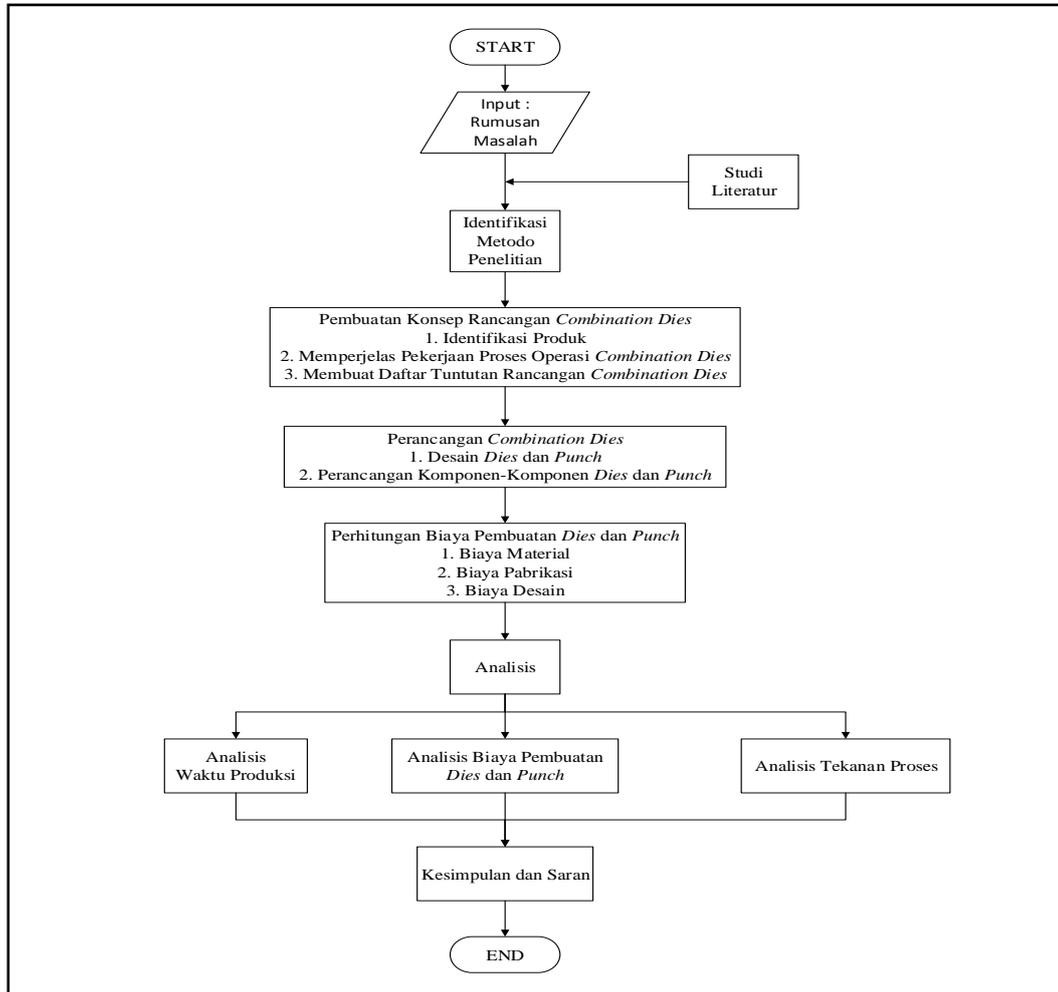
C_m = Ongkos material; Rp/ produk.

C_{plan} = Ongkos persiapan/ perencanaan produksi, dapat pula dimasukkan ongkos perancangan produk.

$\sum C_p$ = Ongkos proses produksi; Rp/ produk.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian dalam perancangan *combination dies* untuk produk *engine mounting* Mitsubishi T120SS dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Metodologi Penelitian

4. PROSES PERANCANGAN *COMBINATION DIES*

4.1 Identifikasi Metodologi Penelitian

Metode penelitian pada tugas akhir ini mengacu pada tahapan perancangan produk. Metode yang menjadi pertimbangan yaitu *Quality Function Deployment* (QFD) dan *Verein Deutsche Ingenieure 2222* (VDI 2222). QFD digunakan untuk perancangan dan pengembangan produk atau jasa menurut kebutuhan dan keinginan konsumen. VDI 2222 merupakan metode pendekatan sistematis terhadap desain untuk merumuskan dan mengarahkan berbagai macam metode desain yang makin berkembang.

Metode yang dipilih dalam penelitian tugas akhir ini ialah metode VDI 2222 karena sederhananya tahapan-tahapan dalam membuat solusi terhadap suatu permasalahan tanpa mempertimbangkan perancangan konsep sehingga *engineer* dapat dengan mudah melakukan perbaikan.

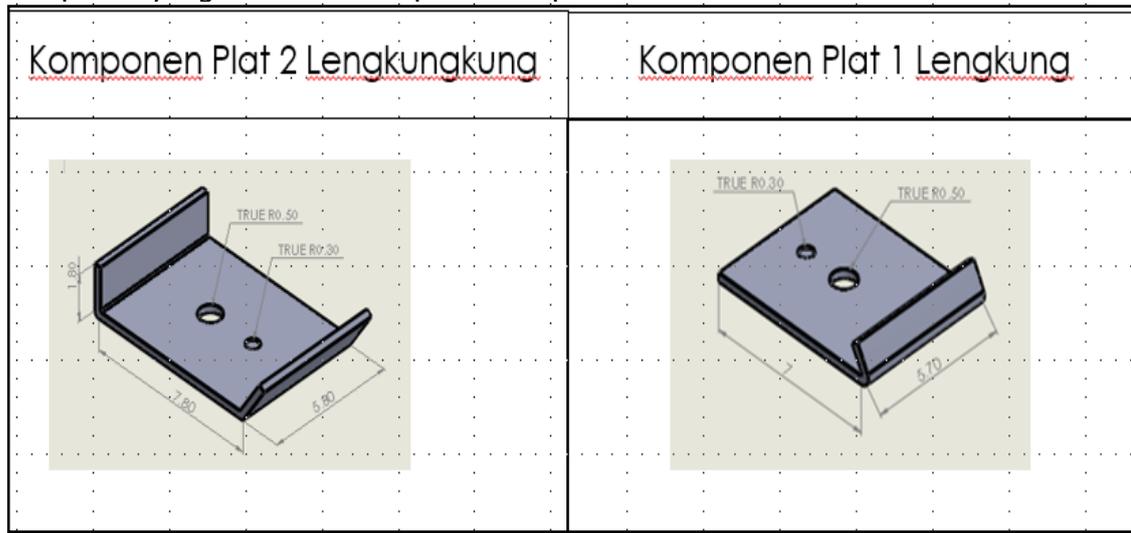
4.2 Identifikasi Produk

Sub bab ini akan menerangkan mengenai identifikasi produk yang akan menjadi bahan penelitian di tugas akhir ini. Produk yang diteliti dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5 Produk *Engine Mounting* Mitsubishi T120SS

Engine Mounting merupakan salah satu bagian dari onderdil mobil yang memiliki fungsi sebagai penyangga dudukan mesin. Produk *engine mounting* ini terdiri dari 2 buah komponen plat yang memiliki bentuk lengkung hingga menyerupai yang terdapat pada Gambar 5 serta terdapat karet di tengah-tengah rangkaian dua komponen plat. Komponen yang akan diteliti dapat dilihat pada Gambar 6.



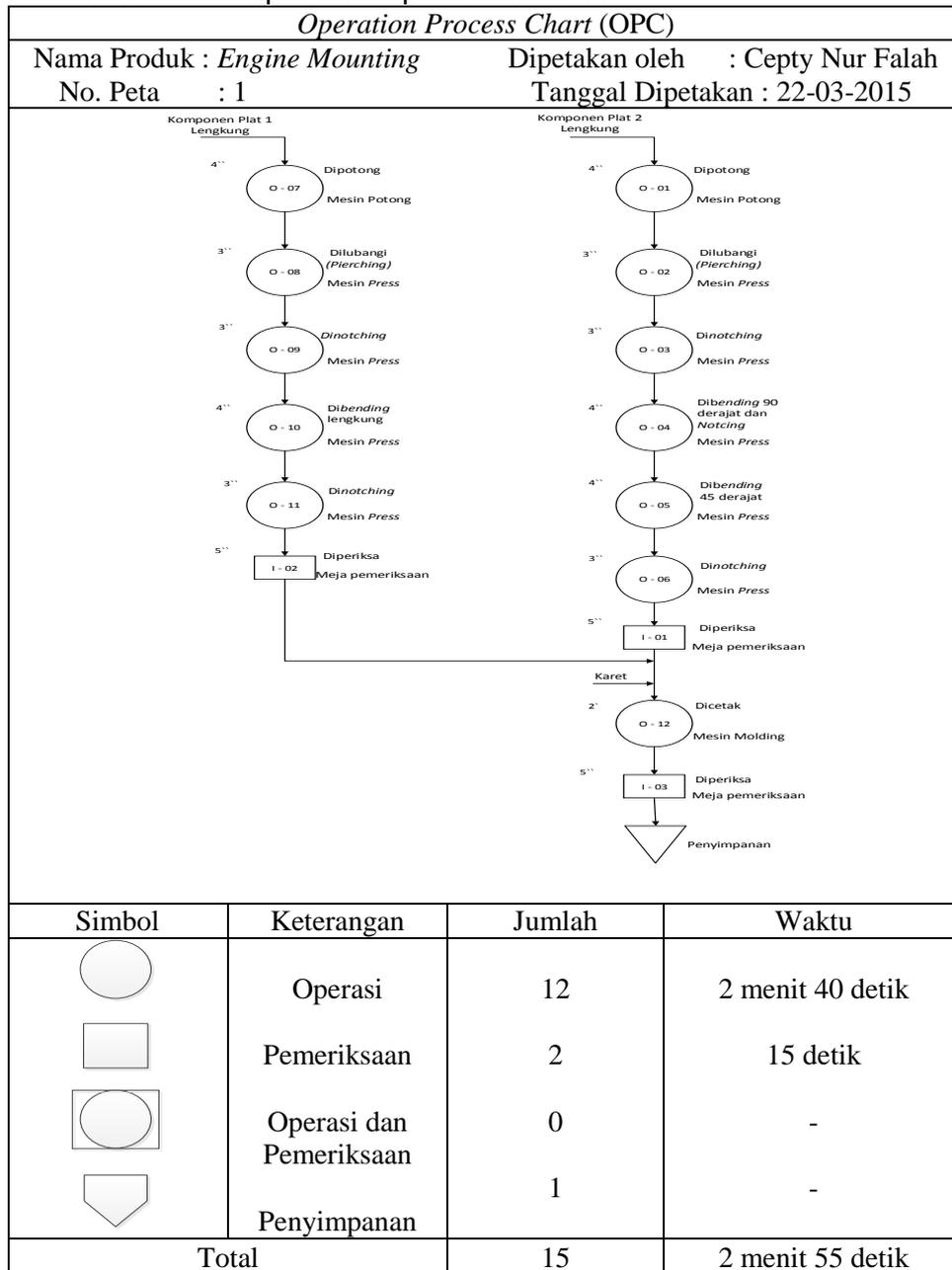
Gambar 6 Komponen Plat

4.3 Membuat Konsep Rancangan *Combination Dies*

Tahapan dalam pembuatan konsep adalah memperjelas pekerjaan dan membuat daftar tuntutan yang berdasarkan metode *Verein Deutsche Ingenieure 2222* (VDI 2222). Pembentukan komponen plat lengkung pada produk *engine mounting* dengan metode *combination dies* adalah gabungan dari dua atau lebih proses pada satu *die set* dalam satu permukaan pemakaiannya. Ini mengandung arti bahwa pada satu die set terdapat dua atau lebih proses. *Stroke* adalah melakukan satu kali proses penekan *punch* terhadap plat komponen yang terpasang dalam *dies*. Plat yang telah dipotong sesuai dengan ukuran yang diinginkan diletakkan di atas *dies*, kemudian plat diberi tekanan dengan menggunakan *punch*. Dalam pembuatan konsep terdapat tuntutan yang harus dipenuhi yaitu bahan material yang digunakan dalam pembuatan *combination dies* harus memiliki kekerasan yang lebih kuat dibandingkan bahan plat komponen yang akan diproduksi. Dalam pembuatan rancangan usulan *combination dies* yang dihasilkan harus dapat meminimasi waktu produksi yang berdampak terhadap meningkatnya produktivitas.

4.4 Perancangan *Combination Dies*

Tahapan perancangan akan menerapkan konsep berdasarkan metode *Verein Deutsche Ingenieuer (VDI) 2222* yang telah dibuat terhadap desain *combination dies* usulan. Tahap perancangan ini terdiri dari *operation process chart* pembuatan produk *engine mounting* Mitsubishi T120SS, desain *dies* dan *punch* serta perancangan komponen-komponen pada *dies* dan *punch*. Dalam pembuatan produk *engine mounting* T120SS terakit dari dua buah komponen plat yang telah di proses. Dua buah komponen tersebut terdiri dari komponen plat 2 lengkung dan komponen plat 1 lengkung. Peta operasi sebelum usulan dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7 Operation Process Chart Saat Ini

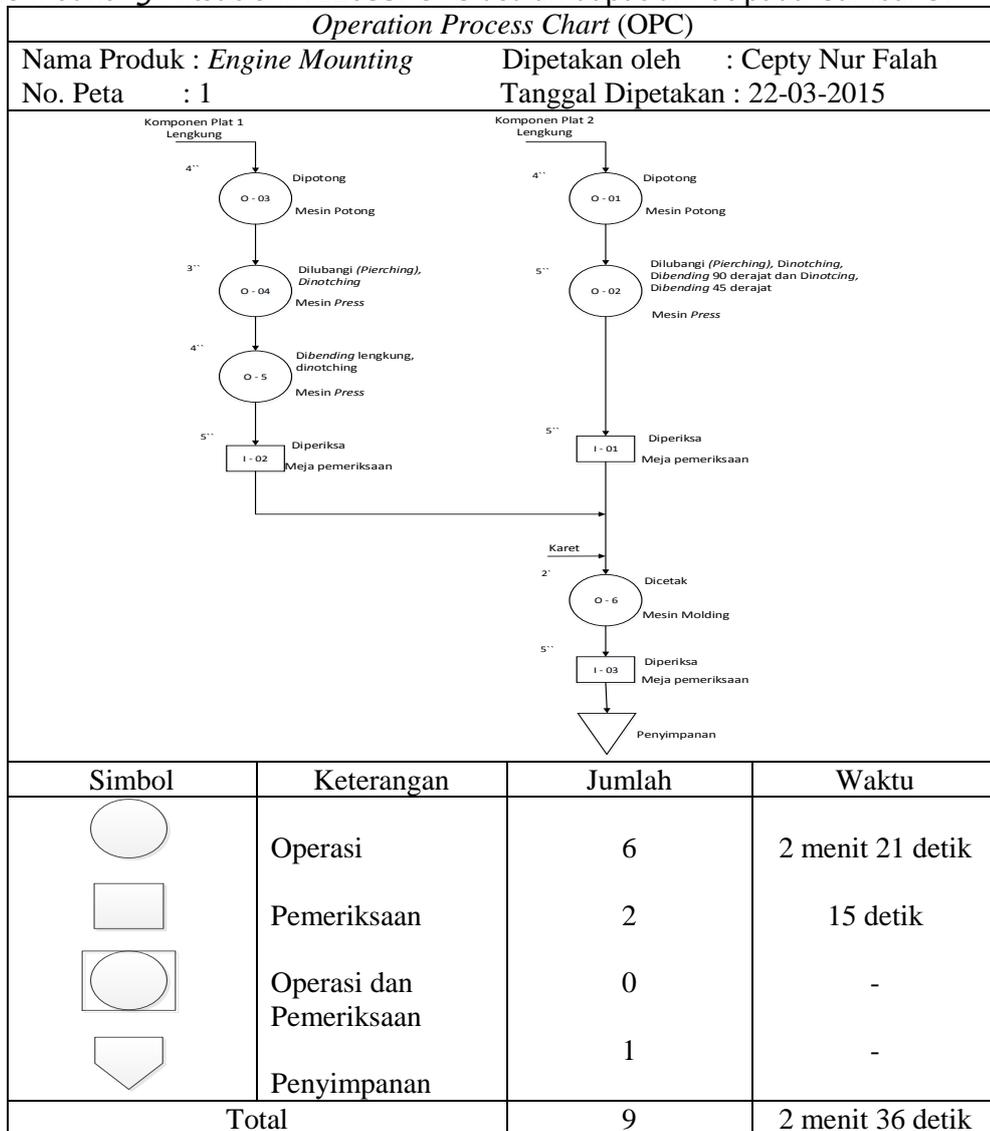
Dari proses operasi yang terdapat pada Gambar 7 setiap proses operasinya dilakukan pada *dies* yang berbeda. Jadi pembuatan dalam tiap komponennya menggunakan banyak jenis *dies* dan *punch*. *Dies* dan *punch* yang digunakan pada saat ini dapat dilihat pada Gambar 8.

*Rancangan Combination Dies Untuk Produk Engine Mounting Mitsubishi T120SS
di PT Jati Wangi*



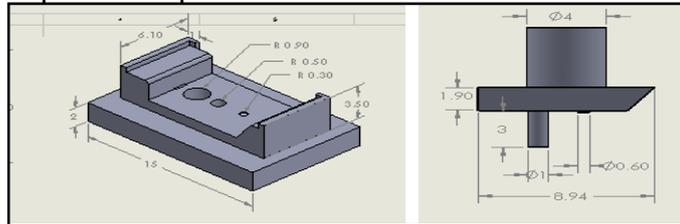
Gambar 8 Dies Telah Ada Saat ini

Pada *Operation Process Chart* (OPC) usulan bedanya yaitu menggabungkan proses-proses yang mungkin bisa digabung prosesnya agar bisa meminimasi penggunaan *dies* dan *punch* serta dapat meminimasi waktu proses operasi. Proses operasi yang digabung dalam komponen plat 2 lengkung ialah proses operasi O-02, O-03, O-04, O-05 dan O-06. Dalam komponen plat 1 lengkung proses operasi yang digabung ialah proses operasi O-08 dan O-09. Dalam satu kali *stroke* (sekali tekan) dapat menghasilkan beberapa proses dalam pembuatan satu komponen plat pada produk *engine mounting* Mitsubishi T120SS. OPC usulan dapat dilihat pada Gambar 9.



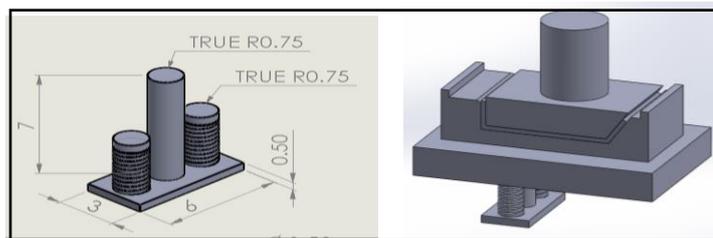
Gambar 9 *Operation Process Chart* Usulan

Untuk membuat dua komponen plat *engine mounting* dirancang tiga jenis *dies* dan *punch* yang dapat mengakomodir proses-proses yang dikerjakan serta dapat meminimasi waktu dari segi proses produksi. Ketiga jenis *dies* dan *punch* tersebut adalah *dies* dan *punch* untuk komponen plat 2 lengkung, *dies* dan *punch* untuk plat 1 lengkung, serta *dies* dan *punch* untuk proses lubang. Gambar perancangan *combination dies* dapat dilihat pada Gambar 10.



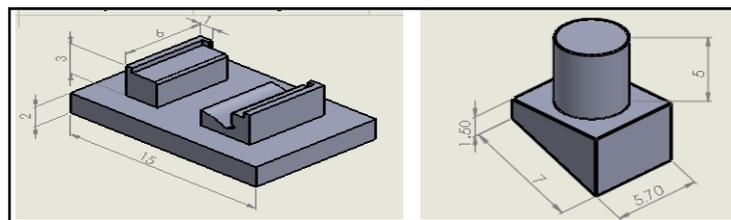
Gambar 10 Dies dan Punch Untuk Komponen Plat 2 Lengkung

Perancangan *dies* dan *punch* untuk komponen plat 2 lengkung memiliki proses *bending*, *pierching*, dan *notching* dalam satu *die set*. Sehingga dapat mengurangi waktu poses operasi dan meningkatkan produktivitas. Selain itu terdapat proses perancangan komponen *ejector* yang dapat dilihat pada Gambar 11.



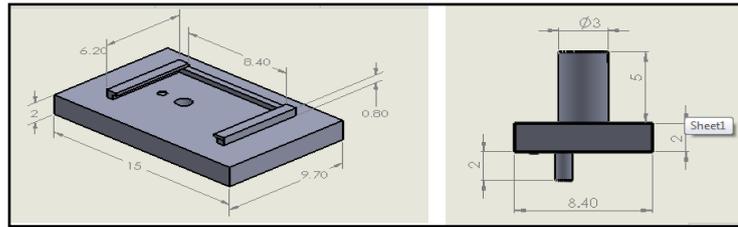
Gambar 11 Komponen Ejector

Pada *dies* terdapat komponen *ejector* yang berfungsi untuk memantulkan plat agar dapat keluar dari *dies* tanpa harus dilakukan pengungkitan secara manual. Pada *dies* terdapat 2 pegas yang berfungsi agar bisa memantulkan komponen *ejector*. Setelah itu gambar perancangan *dies* dan *punch* untuk komponen plat 1 lengkung dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12 Dies dan Punch Untuk Komponen Plat 1 Lengkung

Pada perancangan *dies* dan *punch* untuk komponen plat 1 lengkung tidak terlalu terjadi perubahan signifikan namun terjadi perubahan pada proses *pierching* dan *notching* yang terdapat dalam satu *die set* sehingga meminimasi waktu pemesinan dan meningkatkan produktivitas. Gambar rancangan *dies* dan *punch* untuk proses pelubangan dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13 Dies dan Punch Untuk Proses Pelubangan

4.4 Perhitungan Biaya *Combination Dies*

Dari hasil perhitungan biaya pembuatan *dies* dan *punch* dengan rekapitulasi Harga per *dies* dan *punch* komponenplat 2 lengkung dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Rekapitulasi Harga *Dies* dan *Punch* Komponen Plat 2 Lengkung

<i>Dies</i> dan <i>punch</i> Komponen Plat 2 Lengkung	Harga
Biaya <i>Material</i>	Rp. 1.333.528
Biaya Pabrikasi	Rp. 1.350.008,27
Biaya Desain	Rp. 805.060,88
Total	Rp. 3.488.597,15

Rekapitulasi Harga per *dies* dan *punch* komponen plat 1 lengkung dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Rekapitulasi Harga *Dies* dan *Punch* Komponen Plat 1 Lengkung

<i>Dies</i> dan <i>punch</i> Komponen Plat 1 Lengkung	Harga
Biaya <i>Material</i>	Rp. 1.338.737
Biaya Pabrikasi	Rp. 1.126.982,95
Biaya Desain	Rp. 739.715,99
Total	Rp. 3.205.435,93

Rekapitulasi Harga per *dies* dan *punch* proses pelubangan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 3 Rekapitulasi Harga *Dies* dan *Punch* Proses Pelubangan

<i>Dies</i> dan <i>Punch</i> Proses Pelubangan	Harga
Biaya <i>Material</i>	Rp. 581.539
Biaya Pabrikasi	Rp. 1.099.698,48
Biaya Desain	Rp. 504.371,24
Total	Rp. 2.185.608,73

5 ANALISIS

5.1 Analisis Waktu Produksi Antar *Dies* dan *Punch*

Data rekapitulasi waktu siklus dari setiap desain *dies* dan *punch* dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Data Rekapitulasi Waktu Siklus Setiap Desain *Dies* dan *Punch*

Desain	Waktu Siklus
<i>Dies</i> dan <i>Punch</i> yang Saat Ini	2 menit 55 detik
<i>Dies</i> dan <i>Punch</i> Usulan	2 menit 36 deik

5.2 Analisis Biaya Pembuatan *Dies* dan *Punch*

Pada analisis perbandingan biaya ini akan membandingkan biaya produksi untuk *dies* dan *punch* dengan *dies* dan *punch* yang telah ada. Jumlah biaya pembelian *dies* dan *punch* usulan sebesar Rp. 8.878.484 sedangkan jumlah biaya produksi untuk *dies* dan *punch* saat ini ialah sebesar Rp. 10.412.000. Harga *dies* dan *punch* usulan memiliki harga yang lebih murah disebabkan pada saat proses operasi *engine mounting* menggunakan jumlah *dies* dan *punch* yang lebih sedikit namun mencakup semua proses operasi.

5.3 Analisis Perbandingan Biaya Produksi Antar Desain *Dies* dan *Punch*

Rekapitulasi kapasitas produksi dengan ongkos produksi dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Rekapitulasi Kapasitas Produksi dan Ongkos Produksi

Desain	Kapasitas Produksi Per Hari	Ongkos Produksi Per Produk
<i>Dies</i> dan <i>Punch</i> Saat Ini	165	Rp. 16.357,03
<i>Dies</i> dan <i>Punch</i> Usulan	185	Rp. 16.139,49

Break event point pada *dies* dan *punch* usulan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Break Event Point} &= \frac{\text{Biaya pembuatan dies dan punch usulan}}{|\text{Harga per part dies dan punch telah ada} - \text{Harga per part dies dan punch usulan}|} & (2) \\
 &= \frac{\text{Rp.8.878.484}}{|\text{Rp.16.357,03} - \text{Rp.16.139,49}|} \\
 &= 40.813,11 \sim 40.814 \text{ produk}
 \end{aligned}$$

Dengan nilai *break event point* sebesar 40.814 produk dengan demikian dapat disimpulkan bahwa biaya pembuatan *dies* dan *punch* dapat tergantikan dengan memproduksi 40.814 produk atau memproduksi selama 9.1 bulan.

5.4 Analisis Tekanan

Pada sub bab ini terdapat perhitungan tekanan untuk proses operasi komponen plat 2 lengkung dan komponen plat 1 lengkung.

5.4.1 Analisis Tekanan untuk Komponen Plat 2 Lengkung

Pada analisis tekanan ialah berisi mengenai besar tekanan yang di gunakan untuk memproses plat komponen yang akan di produksi. Plat komponen mempunyai ukuran panjang 120 mm, lebar 58 mm dan tebal 3 mm. Plat terbuat dari bahan ST-40 yang memiliki kekerasan bahan 40 dan sigma geser yang digunakan di pabrik sebesar 2 untuk memproduksi plat.

$$\begin{aligned}
 \text{Perhitungan Tekanan} &= \frac{\text{Keliling Plat} \times \text{Kekerasan Bahan} \times \text{Tebal Plat}}{\sum \text{Geser}} & (3) \\
 &= \frac{356 \text{ mm} \times 40 \text{ HB} \times 3 \text{ mm}}{2 \text{ Pa}} \\
 &= 21.360 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan tekanan menghasilkan besar tekanan 21.360 N. Besar tekanan yang telah dihitung menjadi acuan dalam penggunaan toe mesin yang digunakan. Berdasarkan mesin yang tersedia di pabrik, mesin tipe *Dobby-40* yang dapat digunakan untuk memproses plat komponen 2 lengkung.

5.4.2 Analisis Tekanan untuk Komponen Plat 1 Lengkung

Pada analisis tekanan ialah berisi mengenai besar tekanan yang di gunakan untuk memproses plat komponen yang akan di produksi. Plat komponen mempunyai ukuran panjang 90 mm, lebar 57 mm dan tebal 3 mm. Plat terbuat dari bahan ST-40 yang memiliki kekerasan bahan 40 dan sigma geser yang digunakan di pabrik sebesar 2 untuk memproduksi plat.

$$\begin{aligned} \text{Perhitungan Tekanan} &= \frac{\text{Keliling Plat} \times \text{Kekerasan Bahan} \times \text{Tebal Plat}}{\sum \text{Geser}} & (4) \\ &= \frac{294 \text{ mm} \times 40 \text{ HB} \times 3 \text{ mm}}{2 \text{ Pa}} \\ &= 17.640 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Dari perhitungan tekanan menghasilkan besar tekanan 17.640 N. Besar tekanan yang telah dihitung menjadi acuan dalam penggunaan tipe mesin yang digunakan. Berdasarkan mesin yang tersedia di pabrik, mesin tipe *Dobby-20* yang dapat digunakan untuk memproses plat komponen 1 lengkung.

6 KESIMPULAN

Dari analisis perancangan *dies* dan *punch* usulan didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Rancangan desain *dies* dan *punch* usulan masih beracuan menggunakan konsep *dies* dan *punch* yang telah ada ditambah dengan pengembangan desain *dies* dan *punch* sehingga penggunaan jumlah *dies* dan *punch* berawal 5 unit menjadi 3 unit namun mencakup semua proses operasi.
2. Waktu siklus *dies* dan *punch* usulan memiliki selisih sebesar 19 detik.
3. Biaya pembelian *dies* dan *punch* yang diusulkan memiliki nilai selisih sebesar Rp 1.532.358 dengan *dies* dan *punch* saat ini.
4. Dengan nilai *break event point* sebesar 40.814 produk dengan demikian dapat disimpullkan bahwa biaya pembuatan *dies* dan *punch* usulan dapat tergantikan dengan memproduksi 40.814 produk atau memproduksi selama 9.1 bulan.

REFERENSI

Boljanovic Vukota, *Sheet Metal Forming Processes and Die Design*, (Industrial Press Inc, New York,2004).

Groover, M. P. (2002). *Fundamentals of modern manufacturing*. New jersey :JhonWiley & Sons, Inc.

Kalpakjian. S., Schmed, S. R. (2001). *Manufacturing engineering and Technology*. Newjersey : Prentice Hall.

Pahl G., Beitz W., *Konstruktionslehre*, 2010, *Grundlagen Erfolgreicher Produktentwicklung Methoden und Anwendung*, Springer, Berlin, Heidelberg.

Rochim, Taufiq (1993). *Teori dan Teknologi Proses Pemesinan*, Bandung.

Schey A. John, (2004), *Introduction to Manufacturing Processes*, McGraw Hill