

## Aplikasi DFMA Pada Desain Alat Pelubang Kertas

Oleh. Ahmad Kholil, ST.MT.

Lab. Perancangan Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Jakarta

e-mail: ach\_cholil@yahoo.com

### Abstrak

*Alat pelubang kertas dibuat dari bahan dasar sheet metal ketebalan 2,5 mm. Ada sekitar 26 komponen pembentuk alat tersebut. Proses pembuatan komponen-komponen utama dilakukan dengan proses punch, bending dan shearing. Dengan metode DFMA, desain produk tersebut masih memungkinkan untuk dilakukan penggabungan antar komponen tanpa menghilangkan fungsinya sehingga dapat berkurang menjadi 20 komponen.*

### Key Word:

#### I. Pendahuluan

Alat pelubang kertas biasanya digunakan untuk membuat lubang pada kertas dengan ukuran yang standar (diameter 6 mm). Lubang tersebut digunakan untuk binder kertas agar bisa disatukan dalam satu file. Alat ini memiliki dua lubang dengan jarak antar lubang 80 mm disesuaikan dengan standar map yang memiliki binder khusus. Jarak antar lubang tidak bisa dirubah oleh pemakai karena posisinya telah di keling tetap.

Cara kerja alat ini dengan memasukkan lembaran kertas ke mulut pencekam dan jarak melubangi diatur dengan penggaris disesuaikan dengan kebutuhan. Maksimum jumlah kertas yang bisa dilubangi adalah  $\pm 30$  lembar. Setelah kertas masuk tuas

penekan ditekan dengan tenaga secukupnya disesuaikan dengan jumlah kertas yang masuk. Semakin banyak kertas yang dimasukkan semakin besar tenaga yang digunakan.

#### II. Pengertian DFMA

DFM atau "*Design For Manufacturing*" didesain untuk memudahkan proses manufacture dari berbagai bagian produk yang akan membentuk produk sebelum di assembly sedangkan "*Design For Assembly*" (DFA) berarti desain dari produk untuk memudahkan assembly. Pada pertengahan tahun 1970 an, *U.S National Science Foundation* (NSF) melakukan penelitian guna melakukan pendekatan terhadap konsep-konsep umum tentang DFM

dan DFA. Intinya, adalah klasifikasi berbagai bentuk desain produk yang significant yang sangat mempengaruhi waktu assembling dan biaya manufacture. Konsep ini kemudian dinamakan dengan konsep “*Desain For Manufacturing and Assembly*”. Konsep “*Desain For Manufacturing and Assembly (DFMA)*” ini adalah memadukan dan mengkombinasikan konsep dari DFM dan DFA.

Penggunaan dari konsep DFMA ini berhasil dalam hal mengurangi biaya produksi suatu produk, sehingga DFMA banyak diminati dan dipelajari oleh para engineer baik dilingkungan formal maupun non formal. Pada dasarnya DFMA digunakan untuk tiga tujuan aktivitas dasar:

- 1) Sebagai basis untuk mempelajari studi engineering secara bersamaan dalam suatu team desainer dalam rangka menyederhanakan struktur produk, guna mengurangi biaya proses manufaktur dan assembly, dan kuantitas pengembangan.
- 2) Sebagai alat perbandingan untuk mempelajari produk pesaing dan sebagai pengukur besarnya kesulitan pada proses manufacturing dan assembling.
- 3) Sebagai patokan harga untuk membantu negosiasi kontrak dengan suppliers.

Salah satu hal yang sangat mempengaruhi dari disain untuk *manufacture*

adalah kombinasi proses pemilihan awal yang sistematis dari material dan proses manufacture, yang kemudian dapat diatur menurut berbagai ukuran-ukuran. Ada suatu hubungan jelas antara kombinasi pemilihan awal process, material dan proses perencanaan. Pemilihan tentang proses yang sesuai untuk pembuatan komponen bagian produk tertentu didasarkan atas atribut yang diperlukan menyangkut bagian dari produk dan berbagai kemampuan proses. Kebanyakan bagian komponen tidak diproduksi oleh proses tunggal, tetapi memerlukan suatu urutan dari proses yang berbeda untuk mencapai semua atribut yang diperlukan dari bagian akhir produk. Hal ini terutama sekali ketika membentuk suatu proses yang akan digunakan sebagai proses awal, dan kemudian pergantian jenis material dan proses penyelesaian yang diperlukan untuk menghasilkan beberapa atau semua bagian akhir corak produk. Kombinasi dari berbagai proses akan digunakan dan ini adalah perlu sebab proses tunggal tidak bisa di dalam menyediakan semua atribut part/bagian akhir produk. Ada beratus-ratus proses dan beribu-ribu material individu. Lebih dari itu, material dan proses baru sedang dikembangkan secara terus menerus.

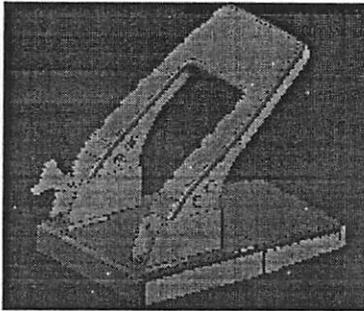
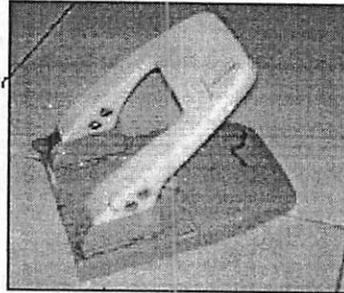
Keuntungan penggunaan DFMA, antara lain: Memperbaiki kualitas dan realibilitas, mengurangi waktu perakitan, mengurangi waktu siklus manufaktur, mengurangi jumlah part/biaya, dan

memperbaiki waktu ke market.

### III. Model Alat Pelubang Kertas

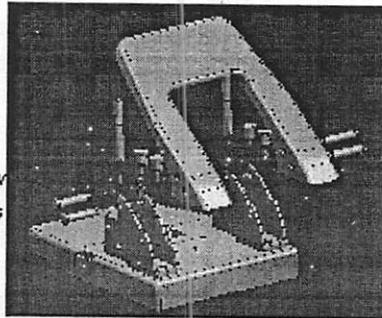
baran baja dengan tebal 2,5 mm dipotong disesuaikan dengan ukuran part yang akan dibuat kemudian di punch

Model alat pelubang kertas (joyco)



Model CAD alat pelubang kertas

Model exploded view alat pelubang kertas



Gambar 1. Model alat pelubang kertas

### IV. Proses Pembuatan dan Perakitan Komponen

Melihat dari konstruksi dan komponen-komponennya, Alat pelubang ini diproduksi oleh pabrik berskala besar atau *mass production* dengan menggunakan mesin punch untuk membentuk lembaran plat baja menjadi profil part yang diinginkan. Lembaran-lem-

sesuai profil yang diinginkan, hasil part disesuaikan dengan bentuk dies semakin rumit bentuk dies maka semakin besar tenaga penekanannya dan memperlama proses pembuatan.

Proses perakitan dilakukan secara manual dengan menggabungkan part-part utama dengan keling dan pin sebagai penyambungannya. Proses ini tidak memerlukan waktu lama tergantung

dari kecekatan pekerja yang melakukannya. Ada 13 part utama dan 5 rivet dan 4 pin untuk menggabungkan part-part utama. Proses perakitan tergantung dari kesimetrian part, karena part yang dirakit menggunakan media rivet dan pin sebagai media penyambungan, sehingga prosesnya lebih mudah karena pekerja dengan mudah memposisikan part bertemu dengan bagian part yang satunya.

Berdasarkan dari pengamatan konstruksi yang dibuat, maka perakitan yang dilakukan pada alat pelubang kertas ini untuk semua komponen dirakit secara manual. Adapun proses perakitan adalah :

**Proses 1 :** Pemasangan support landasan dan support tuas penekan ke landasan kemudian kunci dengan rivet di kedua lubang. Lakukan proses yang sama untuk sebelah lainnya.

**Proses 2 :** Masukkan pegas ke tengah support tuas lalu masukkan batas punch dengan ringnya dengan posisi simetris. Lakukan proses ini untuk bagian sebelah lainnya.

**Proses 3 :** Pasang tuas penekan dan masukkan pin ke empat lubang simetri dengan support tuas

**Proses 4 :** Pasang support penutup

tuas dan masukkan pin sehingga support penutup hanya bisa berotasi.

## V. Pengembangan Alat Dengan DFMA

Penganalisaan dilakukan dengan kemungkinan-kemungkinan penyederhanaan, penambahan atau penggabungan komponen sehingga memudahkan proses manufacturing atau perakitan. Penyederhanaan, penambahan atau penggabungan komponen tentunya juga memperhatikan bagaimana teknik pemasangan pada alat pelubang kertas lebih simple dan dapat mengurangi beberapa komponen. Selain itu penyederhanaan ini juga tanpa mengurangi fungsi-fungsi dari komponen tersebut. Berdasarkan pengamatan yang dilakukan penyederhanaan proses dari dua item dibawah ini dapat dilakukan yaitu:

### a. Proses penggabungan landasan dan support landasan

Menurut kriteria berikut, (1) Selama pengoperasian suatu produk, part bergerak relative dengan part lain itu dilakukan perakitan. Hanya gerak yang besar yang seharusnya dipertimbangkan, gerak yang kecil dapat direkomendasikan dengan elemen elastic. (2) Pastikan bahwa part dengan material berbeda dari isolasi semua part yang dirakit. Hanya alasan yang mendasar dan khusus dengan sifat material yang dapat diterima.

(3) Pastikan bahwa part dipisah dari semua part yang sudah dirakit atau dilepaskan tidak mengganggu proses perakitan. Sehingga kalau tidak mengganggu dengan proses perakitan tidak diharuskan untuk dipisah.

Berdasarkan criteria tersebut part landasan dan support landasan dapat digabungkan menjadi satu karena part support landasan tidak bergerak terkunci oleh rivet. Support landasan hanya berfungsi sebagai bantalan support tuas penekan dan tebalnya disesuaikan dengan jumlah kertas yang bisa dilubangi. Penggabungan ini tidak menyulitkan proses perakitan, malahan memperpendek waktu perakitan karena mengurangi satu langkah proses.

### b. Proses perubahan bentuk tuas untuk mengurangi pin

Pada proses ini tuas penekan diberi tambahan profil untuk membuat bantalan penekan dari punch sehingga dapat mengurangi pin menjadi hanya dua part saja. Pengurangan ini me-

nyebabkan penurunan waktu perakitan karena dapat menghilangkan proses pemasangan pin. Tetapi dengan penambahan bentuk dari tuas penekan menyebabkan penambahan waktu proses pembuatan tuas penekan. Tetapi karena proses pembuatannya menggunakan sheet metal forming sehingga hanya dilakukan dari bentuk dies yang dirubah saja. Dan ini menguntungkan karena dapat mengurangi material dan mengurangi waktu perakitan.

## VI. Penutup

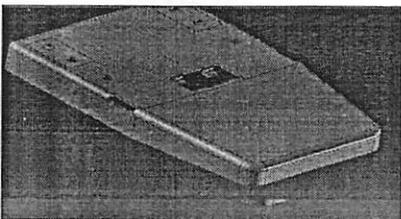
### 6.1 Simpulan

Dari analisa DFMA pada alat pelubang kertas dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu:

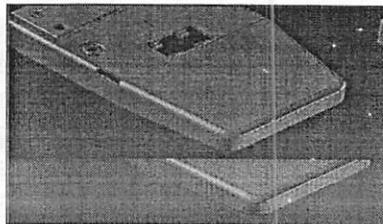
- 1) Alat pelubang kertas ini merupakan mass production fungsinya distandarkan dengan produk yang memiliki fungsi produk yang berdekatan.
- 2) Berdasarkan hasil analisa bahwa proses yang dilakukan adalah den-

Gambar 2. Penggabungan landasan dan support landasan

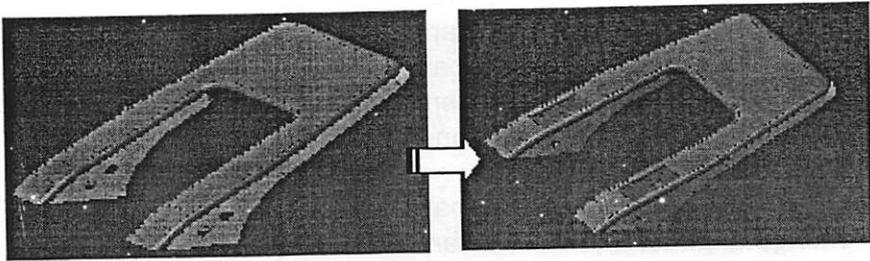
*Before*



*After*



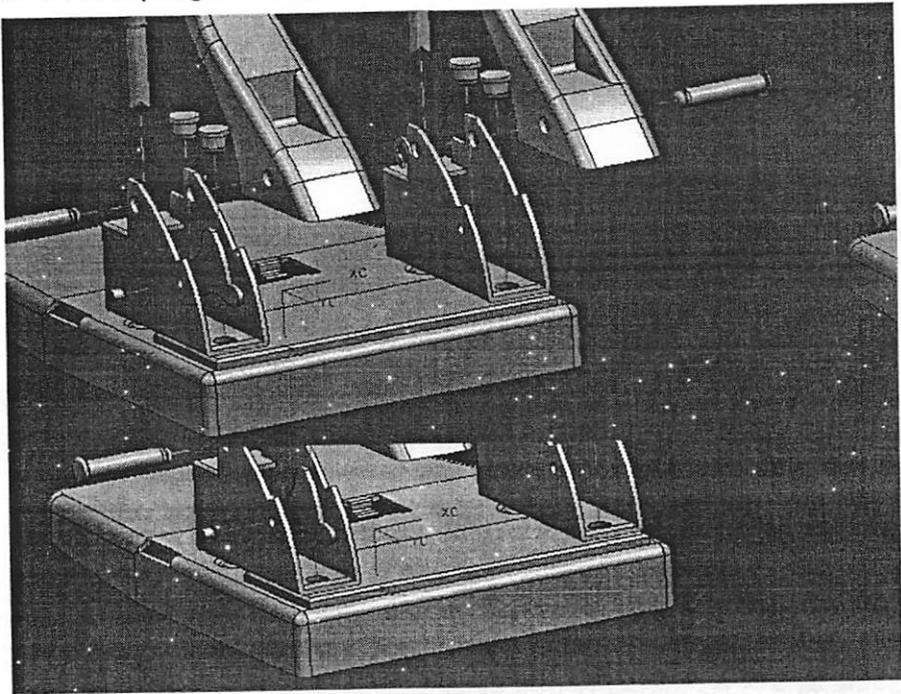
Gambar 3. Perubahan bentuk tuas untuk mengurangi pin



Before

After

Gambar 4. Hasil pengembangan DFMA



- gan sheet metal (stamping/forging) dengan material plat carbon steel dengan tebal 2,5 mm . untuk part-part utama. Untuk batang punch dilakukan proses die forging dan machining. Sedangkan pegas digunakan proses hot extrusion dengan material carbon steel.
- 3) Perakitan yang digunakan untuk alat ini menggunakan proses manual dan tidak ada otomatisasi pada proses perakitan.
  - 4) Dari hasil DFMA berdasarkan criteria perakitan dibuat bentuk pengembangan dengan menggabungkan landasan dengan support landasan menjadi satu tanpa merubah fungsi dan merubah

material yang tetap dengan plat carbon steel. Dan kedua adalah merubah bentuk dari tuas penekan sehingga dapat menghilangkan dua komponen pin yang berfungsi sebagai landasan dari batang penekan.

- 5) Dari hasil pengembangan dapat mengurangi waktu perakitan karena adanya penggabungan komponen dan penghilangan material. Jumlah part sebelum DFMA adalah 26 part dan sesudah DFMA berjumlah 20 part.

## 6.2 Saran

Dari hasil pengamatan dan analisa dapat diberikan saran-saran yaitu :

- 1) Dalam analisa DFMA haruslah memiliki pengetahuan dan pemahaman terhadap proses serta properties dari material.
- 2) Pengembangan dan inovasi dari sebuah produk perlu dilakukan agar produk tersebut dapat bernilai jual tinggi dan dapat mengurangi waktu perakitan tanpa merubah fungsi alat.

## Daftar Pustaka

- Boothroyd G Dewhurst P, Knight W, "Product design for Manufacture and Assembly" 2nd edition, Marcel Dekker, Inc. New York.
- Parthiban Delli, Ming Leu, "Unigraphics-NX3 for Engineering Design", Departmen of Mechanical and Aerospace Engineering University of Missouri,

Rolla.