



JURTIE

Jurnal Teknik Informatika dan Elektro



[CURRENT](#)[ARCHIVES](#)[ANNOUNCEMENTS](#)[ABOUT ▾](#)

[HOME](#) / [Editorial Team](#)

PELINDUNG

Eliyin, S.Hut. M.P (Rektor *Universitas Gajah Putih*)

PENANGGUNG JAWAB

Hendri Syahputra, S.T., M.T (Dekan Fakultas Teknik)

TIM EDITOR

1. Rayuwati, S.Kom., M.Kom, Universitas Gajah Putih, Indonesia
2. Ira Zulfa, S.T., M.Cs
3. Richasanty Septima, S.Si., M.Mat

INFORMATION TECHNOLOGY

1. Muhktar, S.inf, Universitas Gajah Putih
2. Arwin Putra, S.T, Universitas Gajah Putih

UGP JOURNAL - Universitas Gajah Putih Journal Collection

MENU JURNAL

[Kontak](#)

[Dewan Editorial](#)



[Reviewers](#)

[Proses Peer Review](#)

Membangun Server Storage Berbasis Linux Menggunakan Owncloud

Abdurrahman Faqih, Khonsa Mutmainnah, Muhammad Bakhara Alief R, Ahmad Nur Ihsan Purwanto

01-04

 Abstract View: 81,  PDF Download: 44

 PDF

Seperation Deteksi Kendaraan Pada Citra Digital Dengan Menggunakan Algoritma YOLO (You Only Look Once)

Abdurrahman Faqih, Khonsa Mutmainnah, Muthiah Afifah R

05-11



 Abstract View: 79,  PDF Download: 64

 PDF

Klasifikasi Survivor Kapal Titanic Menggunakan Metode Support Vector Machine

Mohamad Akbar Wisnu Nadyanto, Muhammad Rizky Perdana, Andika Sundawijaya

12-16



 Abstract View: 41,  PDF Download: 68

 PDF

Prosedur Penggunaan Alat Penghalus Gula Aren Semut Berdasarkan Standar Operasional Pengoperasian (Sop)

Saut Parulian Pasaribu, Tan Rico Satria, Lidjen Maimuhalif, Nuradi Nuradi

17-33

 Abstract View: 28,  PDF Download: 35

 PDF

Manufaktur Spacer Dengan Dimensi 180 X 150 X 30mm Pada Blangking Die

Achmad Fauzan

34-48

 Abstract View: 59,  PDF Download: 34

 PDF

UGP JOURNAL - Universitas Gajah Putih Journal Collection

MENU JURNAL

Kontak

Manufaktur Spacer Dengan Dimensi 180 X 150 X 30mm Pada Blangking Die

Achmad Fauzan

Universitas Bhayangkara

Alamat: Jakarta, Indonesia

Korespondensi penulis: ahcmad.fauzan@dsn.ubharajaya.ac.id

Abstract. *The spacer is a part of the die that functions as a foundation or support at the top and bottom of the die to prevent deformation. The process of making this spacer requires 4 stages of work, namely: surface grinding, drilling, milling, tapping. with the material used in making the spacer is S50C carbon steel. The steel was chosen because it has high wear-resistant material properties and dynamic loads. After that, the first stage is smoothing the surface of the material with a surface grinding process which is carried out automatically for ± 8 minutes. Then the next step is to make holes with the drilling process with sizes 12, 7, 5, and 3.5 mm, these holes are used to insert pillars and bolts so that they blend with the other parts. The third stage is the milling process to remove the middle part with a box shape of 112mm x 91mm according to the design. Then the last stage is the tapping process to make a thread using an m4 drill bit.*

Keywords: *Dies, Spacer, Design .*

Abstrak. Spacer merupakan bagian dies yang berfungsi sebagai landasan atau penopang pada bagian atas maupun bagian bawah dies agar tidak terjadi deformasi, Untuk proses pembuatan spacer ini membutuhkan 4 tahap pengerjaan yaitu: grinding surface, drilling, milling, tapping . dengan bahan yang digunakan dalam membuat spacer tersebut adalah baja karbon S50C. Baja tersebut dipilih karena memiliki sifat material tahan oleh aus yang tinggi dan beban dinamis. Setelah itu tahap pertama yakni menghaluskan permukaan material dengan proses grinding surface yang dilakukan secara otomatis selama ± 8 menit. Kemudian tahap selanjutnya membuat lubang dengan proses drilling dengan ukuran 12, 7, 5, dan 3.5 mm, lubang tersebut digunakan untuk memasukan pillar dan baut agar menyatu dengan bagian lainnya. Tahap ke 3 yaitu proses milling untuk menghilangkan bagian tengah dengan bentuk kotak 112mm x 91mm sesuai design. Kemudian Tahap terakhir yaitu proses tapping untuk membuat ulir dalam menggunakan mata bor ukuran m4.

Kata kunci: Dies, Spacer, Desian

LATAR BELAKANG

Di era globalisasi saat ini, perkembangan teknologi di bidang industri telah berkembang semakin pesat, Semakin majunya ilmu pengetahuan itu pula membuat manusia berlomba lomba untuk menciptakan sebuah alat agar mempermudah pekerjaan manusia. dalam bidang permesinan industri juga terkena dampak majunya ilmu pengetahuan & teknologi, Hal ini dapat

¹Corresponding author's email: ahcmad.fauzan@dsn.ubharajaya.ac.id

dilihat dengan telah digunakannya alat bantu produksi yang dapat memproduksi produk-produk berkualitas dalam jumlah banyak dengan waktu yang relatif singkat yang akan menguntungkan perusahaan tersebut. dalam manufaktur terdapat berbagai macam proses, salah satunya yaitu pembentukan logam. Logam tersebut dapat dibuat dari beberapa proses, antara lain dengan cara dilebur atau diberi tekanan sampai pada titik deformasi plastis untuk membentuk sebuah produk. salah satu alat bantu yang digunakan perusahaan untuk menghasilkan banyak produk dalam waktu yang relatif singkat adalah dengan menggunakan cetakan .

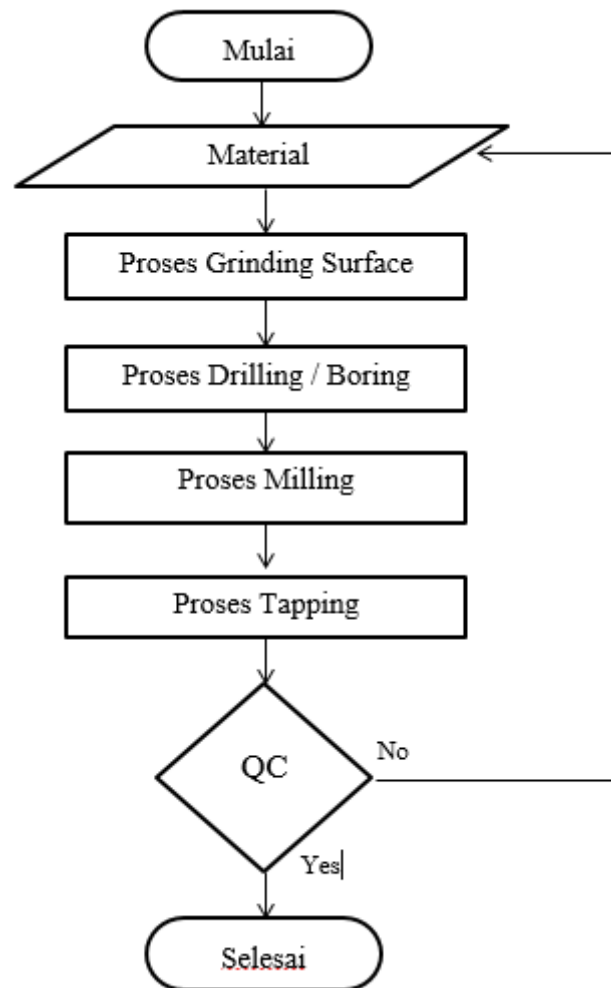
Untuk membentuk sebuah produk dari logam, Cetakan dibedakan dari cara pengerjaannya terhadap logam yaitu, dengan proses pengerjaan panas /pengecoran dan proses pengerjaan dingin. Salah satu jenis cetakan dengan proses pengerjaan dingin adalah die stamping / cetakan tekan. Stamping / pengepresan merupakan suatu proses dalam pembentukan parts pada sebuah mesin press dengan meletakkan plat diantara punch dan die, kemudian plat dijepit oleh blank holder dengan bantuan mesin press untuk melakukan penekanan. Bentuk akhir dari produk ditentukan oleh punch sebagai penekan dan die sebagai penahan benda kerja saat ditekan oleh punch sehingga terbentuk komponen yang diinginkan. Secara umum proses yang terdapat pada proses stamping dikelompokkan menjadi 3 bagian, yaitu proses cutting (pemotongan) adalah proses dimana material dipotong sesuai ukuran yang diinginkan, proses forming (pembentukan) merupakan istilah umum untuk pembentukan sheet metal untuk mendapatkan kontur yang diinginkan dan terakhir proses compression (penekanan) proses ini untuk mendapatkan tegangan tekan yang tinggi pada plat untuk menghasilkan deformasi plastis. Pada die terdapat komponen-komponen utama, antara lain yaitu punch, dies, upper plate, lower plate, stripper, backing plate, shank, guide post, dan spacer. Spacer digunakan dalam die stamping sebagai pemberi jarak atau penopang antara lower plate dengan die dan bisa juga sebagai penahan die agar tidak terjadi deformasi. penulis bermaksud membuat penulisan ilmiah tentang gambaran spacer dalam die tersebut, langkah-langkah membuat spacer, penentuan material, dan metode permesinan yang digunakan untuk membuat sebuah spacer.

KAJIAN TEORITIS

Spacer merupakan bagian dies yang berfungsi sebagai landasan / penopang pada bagian atas maupun bagian bawah dies Bagian ini berfungsi untuk menyesuaikan Dies dengan langkah mesin serta memberikan jarak untuk keluarnya material.

METODE PENELITIAN

Dalam membuat spacer terdapat tahapan-tahapan yang harus dilalui dari awal hingga akhir, tahapan tersebut digambarkan melalui sebuah flowchat. adapun flowchart pembuatan spacer adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Flowchart proses pembuatan Spacer

Pemilihan material harus didasarkan pada kriteria-kriteria tertentu, misalnya harga, sifat-sifat mekanis seperti kekuatan, kekerasan, dan lain-lain serta sifat-sifat yang lainnya. Dengan sendirinya kriteria tersebut didasarkan pada kondisi kerja yang dikenakan pada produk tersebut. Jenis material yang digunakan dalam industri harus sesuai dengan fungsi dari komponen yang akan digunakan, material yang dipilih untuk membuat spacer ini yaitu baja karbon yang jenisnya S50C, berikut adalah spesifikasinya

Tabel 1. Spesifikasi material

| Jenis material | Kandungan karbon | Tensile strange (Mpa) | Yield strange (Mpa) | Hardness Brinel (HB) | Modulus young (Gpa) |
|----------------|------------------|-----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|
| S45C | 0,42-0,48 | 569 | 343 | 160-220 | 190 |
| S50C | 0,47-0,53 | 630 | 375 | 241 | - |
| S55C | 0,52-0,58 | 785 | 588 | 229-285 | 205 |

Alasan dipilihnya material tersebut adalah karena material S45C kurang mampu untuk memenuhi syarat dari *spacer* tersebut yaitu tahan oleh aus yang tinggi. Untuk penggunaan material S55C sudah memenuhi syarat tetapi harganya lebih mahal dari S50C, untuk itu perusahaan tersebut memilih material S50C karena sudah memenuhi syarat dan harganya lebih murah dari S55C.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Grinding Surface

Mesin *Grinding Surface* merupakan mesin gerinda yang mengacu pada pembuatan bentuk datar dan permukaan yang rata pada sebuah benda kerja yang berada di bawah batu gerinda yang berputar. spesifikasi dari mesin *grinding surface* adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Spesifikasi mesin *grinding surface*

| | |
|-----------------------|-------------------------|
| Merek | OKAMOTO + DRO merk SONY |
| Kapasitas | 300 mm x 600 mm |
| Akurasi | 0,005 mm |
| Power listrik | 200 - 220 v |
| Rpm | 2850 – 3460 rpm |
| Diameter batu gerinda | 300 mm |
| Berat | - |

**Gambar 2. Mesin *grinding surface* semi otomatis**

Pada proses ini baja karbon untuk membuat *spacer* diratakan permukaannya terlebih dahulu oleh mesin *grinding surface* sebelum ke proses selanjutnya, gambar diatas merupakan mesin *grinding surface* yang masih menggunakan system semi otomatis dengan panel (DRO) untuk melihat besarnya pemakanan pada permukaan material. Berikut adalah proses dalam penghalusan permukaan material tersebut:



Gambar 3. Proses *grinding surface*

Proses perataan permukaan diatas, dilakukan dengan pengerindaan jenis basah. Pada pengerindaan basah digunakan cairan pendingin untuk mencegah debu yang timbul dari pengerindaan. Hal ini perlu dijaga agar tidak sampai mengenai operator, dan tidak pula berserakan keluar mesin maupun lantai. Untuk itu mesin ini perlu dilengkapi perisai untuk menahan cairan pendingin. Pada pengerindaan basah, kita dapat mempertahankan sifat logam, karena tidak mengalami kenaikan suhu akibat gesekan pada proses pemotongan. Baja karbon diletakan di atas meja gerinda lalu meja tersebut bergerak horizontal kearah kiri dan kanan yang diatur otomatis oleh operator sebelumnya sementara bagian mata gerindanya diam, proses tersebut dilakukan sampai permukaannya rata. Proses pengerjaan tersebut \pm memakan waktu selama 8 menit.

Drilling / Boring

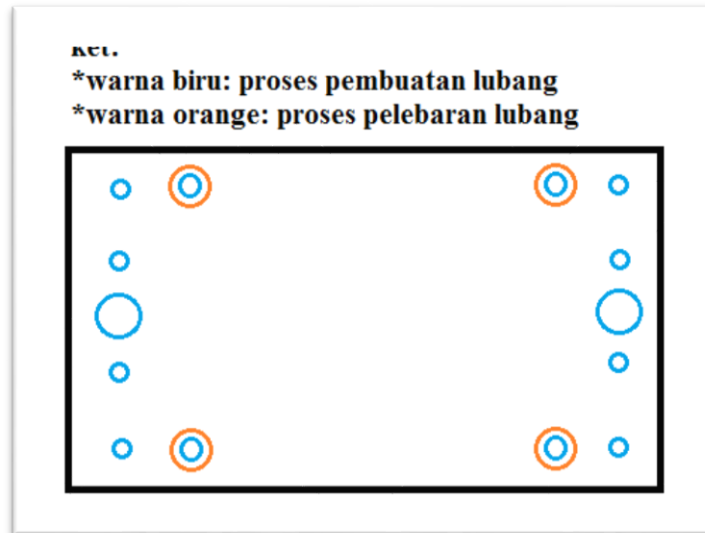
Drilling / pengeboran dalam permesinan merupakan proses yang dilakukan oleh mesin perkakas untuk menghasilkan lubang, dalam hal ini adalah berupa pemberian tekanan kepada benda kerja sehingga terjadi lubang pada benda kerja yang biasanya berupa putaran yang dilakukan pahat dan gerak makan oleh pahat. Sementara Proses untuk memperbesar lubang tersebut dilakukan dengan cara yaitu dengan proses boring (memperbesar lubang), berikut spesifikasinya:

Tabel 3. Spesifikasi mesin *universal Drilling*

| | | |
|--|-----|-----------------------|
| Merek | | • Skyey |
| Perusahaan pembuat | | • HUA SHIN ELECTCTRIC |
| Jenis mesin | | • Semi otomatis |
| Ukuran meja | mm | 1270 x 252 |
| Jumlah axis | | (X, Y, Z) |
| Perjalanan longitudinal | mm | 750 |
| Perjalanan sumbu x | mm | 400 |
| Perjalanan sumbu y | mm | 400 |
| Power listrik / tegangan | V | 220 |
| Kecepatan | Rpm | 1800 – 4660 |
| Automatic spindle feed | mm | 0.04/0.08/0.15 |
| Jarak antara spindle hidung dan permukaan meja | mm | 0-460 |
| Mesin berat | Kg | 1400-1500 |

**Gambar 4. Mesin *drilling / boring***

Pada gambar 4. diatas merupakan mesin *drilling / boring*, dalam mesin ini juga terdapat mata bor yang digunakan untuk membuat lubang. Mata bor juga terdapat ukuran dan jenisnya, jenis mata yang digunakan untuk proses pelubangan ini menggunakan twin bits dengan ukuran diameter 12 mm, 7 mm, 5 mm, dan 3.5 mm sedangkan untuk memperbesar lubang menggunakan ukuran diameter 12 mm



Gambar 5. Titik pengeboran pada *spacer*

Pada proses ini benda kerja diletakan di dudukan dengan menggunakan ragum agar tidak goyang saat di bor. Untuk membuat lubang pasang mata bor dengan ukuran 12, 7, 5 mm secara bergantian dengan kedalaman 30 mm. untuk pengeboran yang menggunakan diameter 3.5 mm hanya di bor dengan kedalaman 9.5 mm, karena lubang tersebut nantinya akan dimasukan baut ukuran m4. Jika sudah dibuat lubang sesuai gambar tersebut selanjutnya akan dilakukan proses pelebaran lubang menggunakan pahat face milling diameter 12 mm, proses ini dilakukan di lubang yang berdiameter 7 mm tersebut dengan kedalaman 10 mm. Proses pengeboran tersebut menggunakan air sebagai pendingin mata bor yang di semprotkan secara manual oleh operator, penyemprotan air tersebut bisa juga berfungsi agar mata pahat tidak cepat habis karena gesekan yang menyebabkan panas antara pahat dan benda kerja.



Gambar 6. Proses *drilling*

Milling

Proses *milling* adalah suatu proses permesinan yang pada umumnya menghasilkan bentukan bidang datar, bidang datar yang terbentuk dari pergerakan kerja mesin dimana proses pengurangan material benda kerja terjadi karena adanya kontak antara alat potong yang berputar pada *spindle* dengan benda kerja yang tercekam pada meja mesin. Mesin *milling* yang digunakan adalah mesin *milling horizontal*

Tabel 4. Spesifikasi mesin *universal milling*

| | | |
|--|-----|-----------------------|
| Merek | | • Skyey |
| Perusahaan pembuat | | • HUA SHIN ELECTCTRIC |
| Jenis mesin | | • Semi otomatis |
| Ukuran meja | mm | 1270 x 252 |
| Jumlah axis | | 3 (X, Y, Z) |
| Perjalanan longitudinal | mm | 750 |
| Perjalanan sumbu x | mm | 400 |
| Perjalanan sumbu y | mm | 400 |
| Power listrik / tegangan | V | 220 |
| Kecepatan | Rpm | 1800 – 4660 |
| Automatic spindle feed | mm | 0.04/0.08/0.15 |
| Jarak antara spindle hidung dan permukaan meja | mm | 0-460 |
| Mesin berat | Kg | 1400-1500 |

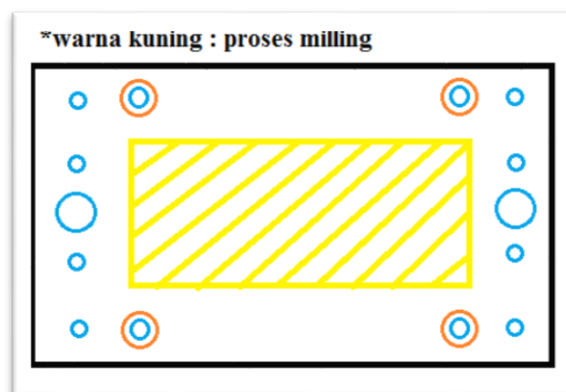
**Gambar 7. Mesin *milling***

Pada gambar 7 diatas merupakan mesin *milling* dengan sistem semi otomatis, sama halnya dengan mesin bor, mesin *milling* juga menggunakan pahat untuk membentuk benda kerja, berikut adalah pahat yang dipakai ketika proses *milling* tersebut.



Gambar 8. Pahat *end mill*

Pada proses ini benda kerja diletakan pada meja yang terdapat ragum untuk mencegah bergesernya benda selama proses permesinan dan gunakan juga alat ukur *dial indicator* untuk mengetahui apakah peletakan benda kerja tersebut miring atau tidak. Untuk mengeceknya, dudukan mesin *milling* tersebut di geser kekiri dan kekanan dengan dengan tuas yang digerakan oleh operator, gambar 3.11 merupakan bagian yang akan diproses oleh mesin milling ditandai dengan warna kuning.



Gambar 9. Bagian yang di *milling*

Pasang pahat *face milling* terlebih dahulu, proses menggunakan pahat ini adalah untuk mengikis bagian tengah benda kerja sedikit demi sedikit dan mendapatkan bentuk sebuah persegi dibagian tengah yang tembus sampai bagian bawah sesuai gambar modelnya. Dalam melakukan proses *milling* tersebut operator melihat ke layar monitor untuk menentukan ukuran dari pergerakan pahat.



Gambar 10. Layar monitor mesin *milling*

Dari layar tersebut X adalah pergerakan meja *milling* kearah kanan dan kiri, sedangkan Y untuk menggerakan meja kearah maju dan mundur. Cara menghitung untuk menggerakan mesin *milling* yaitu mula-mula menentukan titik awal X misal seperti diatas yaitu -331.075 pada bagian bawah kanan, jika panjang yang akan di *milling* adalah 112 mm dan pergerakannya dari kanan ke kiri maka nilainya akan menjadi -443.075 (hasilnya minus karena pergerakannya ke kiri). Lalu untuk menentukan nilai Y misal awal yaitu -4.885 dan lebar yang akan di *milling* 91 mm sementara pergerakannya maju ke dapan maka nilainya menjadi 95.885 (hasilnya positif karena bergerak ke atas). karena mesin tersebut masih semi otomatis dan belum menggunakan CNC maka proses pengikisan untuk membuat lubang persegi di tengah *spacer* membutuhkan waktu yang lumayan lama. Tidak seperti CNC yang pemakanannya digerakan oleh mesin dan tidak memakan banyak waktu dalam suatu bidang produksi. Berikut adalah proses *milling* untuk membuat *spacer*



Gambar 11. Proses *milling*

Tapping

Tapping merupakan operasi memproduksi ulir dalam dengan memakai alat iris silindris yang mempunyai dua atau lebih elemen pemotongan berbentuk ulir dengan ukuran dan bentuk yang sesuai dgn yang diinginkan. Alat iris tap bergerak berputar dan bergerak *aksial*. *Tapping* dapat dilakukan secara manual atau dengan ,mesin *drill*,dll. Dalam pengetapan untuk membuat blok *spacer* ini digunakan *taping* manual berikut adalah alat yang diperlukan:

a. Pemegang tap

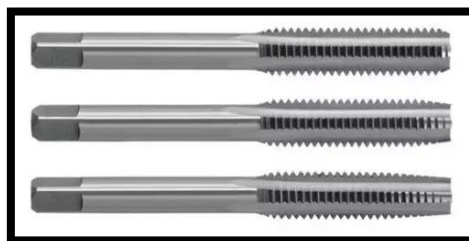
Fungsinya Untuk menjepit mata pahat agar saat diputar tidak bergerak, dan pemegang pahat ini juga sebagai media untuk memutar mata pahat dengan bantuan tangan.



Gambar 12. Pemegang tap

b. Mata pahat

Fungsinya untuk membuat alur bagian dalam yang sebelumnya sudah di *drilling* terlebih dahulu. mata pahat untuk *tapping* ini menggunakan ukuran untuk baut m4.



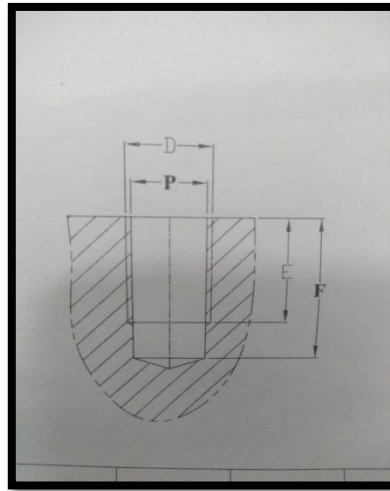
Gambar 13. Mata pahat *Taping*

c. Ragum

Ragum merupakan alat yang digunakan untuk menjepit benda kerja pada saat *tapping*, biasanya dalam memasang sebuah ragum harus dikaitkan dengan sesuatu seperti meja dan lain-lain agar tidak bergerak mengikuti gerakan operator

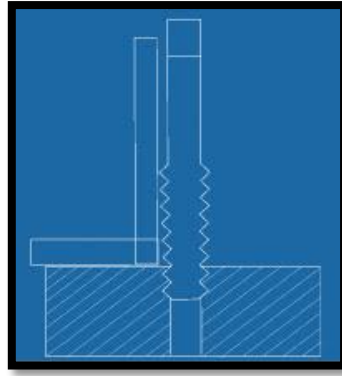


Gambar 14. Ragum



Gambar 15. Ukuran ulir baut M4

Untuk nilai P (diameter mata bor) diatas yaitu 3.3 mm, nilai F (kedalaman mata bor) yaitu 9.5 mm, nilai E (kedalaman ulir dalam M4) yaitu 6 mm, dan D merupakan ukuran baut M4. Ukuran mata bor untuk tapping baut m4 yaitu diameter 4 mm. Mula-mula benda kerja akan di jepit oleh ragum, lalu pasang mata pahat dengan pemegang tap dan jangan lupa diberikan pelumas agar tidak seret ketika diputar. selanjutnya pasang penyiku untuk alat bantu meluruskan posisi mata pahat, Kemudian periksa posisi tap apakah lubang segaris dengan penyiku (tegak lurus terhadap benda kerja).

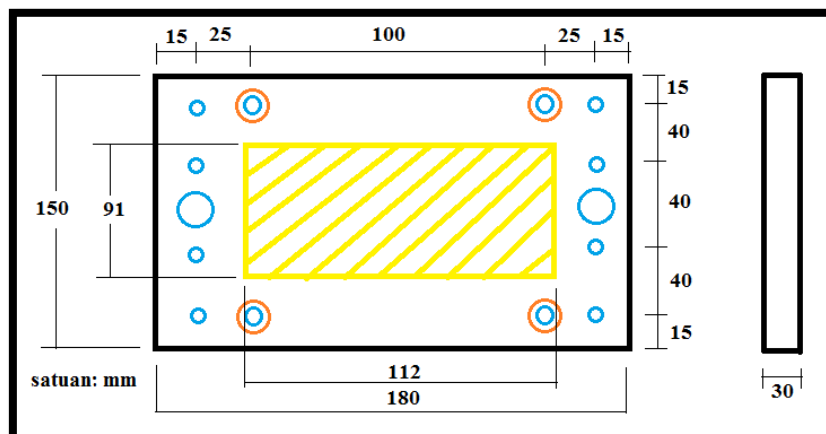


Gambar 16. Proses pensejajaran pahat dengan penyiku

Kemudian lepaskan penyiku tersebut dan putar pemegang tap dengan menerapkan tekanan yang seimbang antara tangan kanan dan tangan kiri pada lengan pemegang tap. Pemutaran tap dilakukan dua atau tiga kali dengan arah putaran searah jarum jam, pemutaran tap dilakukan dengan hati-hati agar mata pahat tidak patah di dalam.

QC (*Quality Control*)

Quality Control (QC) merupakan prosedur atau satu set prosedur yang dimaksudkan untuk memastikan bahwa produk yang diproduksi atau jasa yang dilakukan menganut satu set kriteria kualitas atau memenuhi persyaratan klien dan pelanggan. *Quality Control* meliputi pemeriksaan produk, di mana setiap produk diperiksa secara visual, menggunakan *vernier caliper digital* untuk mengetahui apakah ukurannya sesuai dengan gambar modelnya sebelum produk dikirim ke konsumen. Berikut adalah ukuran-ukuran yang harus di cek oleh karyawan



Gambar 17. Ukuran Spacer yang dibuat

Bila ukurannya tidak memenuhi syarat diatas dan toleransi yang diberikan maka akan dilakukan proses permesinan kembali.



Gambar 18. Spacer

KESIMPULAN DAN SARAN

Bahan yang digunakan untuk membuat spacer adalah baja perkakas karbon S50C, bahan tersebut sangat cocok untuk kegunaan dari spacer tersebut yaitu menopang die yang diberi tekanan oleh punch. Bahan tersebut dipilih karena memiliki sifat tahan aus yang tinggi dan dapat menahan beban dinamis.

Alat ukur yang digunakan selama membuat spacer tersebut adalah dial indicator dan vernier caliper. Dial indicator digunakan pada saat proses grinding surface untuk mengukur kerataan permukaan bahan tersebut, lalu vernier caliper digunakan pada saat QC untuk mengetahui ukuran agar sesuai dengan design pada gambar tersebut.

Setelah memilih bahan yang akan digunakan, kemudian dilakukan proses grinding surface untuk meratakan permukaan, selanjutnya dilakukan proses drilling untuk membuat lubang. Setelah proses tersebut selesai dilanjutkan dengan proses milling untuk membuat lubang berbentuk kotak di tengah, langkah selanjutnya setelah di milling yaitu proses tapping untuk membuat ulir bagian dalam yang sebelumnya sudah di drilling terlebih dahulu, terakhir yaitu QC dilakukan untuk mengecek ukuran sesuai dengan design sebelum di kirim ke konsumen.

DAFTAR REFERENSI

- Azmi Hilman. (2015). "Perancangan dan Analisis Stamping Dies untuk Pembuatan Produk Bracket Bumper Dengan Proses Press Multi Forging." Fakultas Teknologi Industri, Jurusan Teknik Mesin Universitas Gunadarma, Depok.
- Agung, A. W. (2013). "Perancangan Press Dies Part C & Round Reinforce Di Pt. Hydraxle Perkasa Manufacturing Engineering."
- Suhandri & Muhammad, D. (2011). "Perancangan Press Tool Ring Kunci Tanam Pada Grandel Pintu." Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar.
- Yohanes, D. B. C. D. J. (2012). "Perancangan Dan Pembuatan Dies Avor Wastafel." Universitas 11 Maret, Surakarta.
- Handbook. (2019). PT Karya Prima Multiguna.
- Syah, R. Y. (2016). "Design Punch & Dies To Manufacture Its Bicycles Main Frame." Fakultas Teknologi Industri, Sepuluh November Institute of Technology Surabaya.
- Indrayanto, K. K. (2016). "Perancangan Die Press Sistem Progressive Untuk Membuat Produk Dial Plate Tipe Xyz." Fakultas Teknik.
- Hidayatullah, A. H. (2016). "Studi Eksperimental Proses Gerinda Permukaan Material Skd 61 Dengan Pendinginan Minimum Quantity Lubrication (Mql)." Universitas Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.
- Alfiansyah, K. (2014). "Mesin Frais (Milling)." Teknik Mekatronika, Politeknik Enjinering Indorama, Purwakarta.
- Brata, B. A. Y. (2016). "Proses Pemesinan Cetakan Horizontal Centrifugal Casting Aluminium." Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.