

Perancangan *Drilling Jig* dengan *Adjustable V-Block* untuk Pengeboran Tangkai *Drill Chuck* Mesin Bor Koordinat 22 STA

Ilham Nazarudin Akmal¹, Hamdi^{1*}, dan Darius Yuhus¹

¹Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

*Corresponding author: hamdi@mesin.pnj.ac.id

Artikel info: Diterima: 01 November 2021 | Disetujui: 15 November 2021 | Tersedia online: 29 April 2021
DOI: 10.32722/jmt.v3i1.4546

Abstrak

Proses pemrosesan bor membutuhkan tangkai drill chuck sebagai penghubung drill chuck dengan spindle mesin bor. Ketersediaan tangkai drill chuck yang terbatas khususnya untuk mesin bor koordinat 22 STA sebagai masalah yang dihadapi. Tujuan rancang bangun untuk mendapatkan tangkai drill chuck pengganti, karena yang ada di pasaran sulit diperoleh. Metode rancang bangun meliputi: desain alat bantu khusus untuk meletakkan tangkai drill chuck pada posisi sejajar dengan sumbu horizontal, berupa drilling jig dengan adjustable v-block untuk mengatur ketirusan tangkai, pemrosesan drilling jig dengan adjustable v-block, dan uji coba pengeboran delapan lubang pada badan tangkai drill chuck. Hasil riil yang diperoleh berupa drilling jig dengan adjustable v-block yang dapat digunakan untuk membuat delapan lubang pada badan tangkai drill chuck mesin bor koordinat 22 STA.

Kata-kata kunci: Drilling Jig, Tangkai Drill Chuck, Adjustable V-Block.

Abstract

The drill machining process requires the drill chuck shank as a coupler between the drill chuck and the drilling machine spindle. Limited availability of drill chuck shank especially for coordinate drilling machine 22 STA is the problem faced. The purpose of the design is to get a replacement of drill chuck shank because on the market that thing is difficult to obtain. The design methods include: the design of special device for placing the drill chuck shank in parallel position to the horizontal axis that is drilling jig with adjustable v-block to adjust the taper of the shank, machining a drilling jig with adjustable v-block, and trial drilling of eight holes on body of drill chuck shank. The real result obtained is drilling jig with adjustable v-block which can be used to make eight holes on body of drill chuck shank coordinate drilling machine 22 STA.

Keywords: Drilling jig, Drill Chuck Shank, Adjustable V-Block



1. PENDAHULUAN

Mesin bor koordinat 22 STA yang paling sering digunakan oleh mahasiswa pada saat praktik di bengkel. Mesin bor koordinat tersebut hanya tersedia tangkai *drill chuck* sangat minim, sehingga bila terjadi kerusakan atau kecelakaan menghambat proses praktikum di bengkel Teknik Mesin. Minimnya ketersediaan tangkai *drill chuck* untuk mesin bor koordinat 22 STA disebabkan geometri dari tangkai *drill chuck*-nya berbeda dari umumnya. Hal tersebut yang membuat tangkai *drill chuck* untuk mesin bor koordinat 22 STA sulit dicari di pasaran Indonesia.

Pada umumnya tangkai *drill chuck* berbentuk tirus dengan standar yang biasa digunakan, yaitu MT 3, tetapi tangkai *drill chuck* mesin bor koordinat 22 STA tersebut menggunakan standar ketirusan BT 30, serta memiliki delapan lubang pada sisi tirusnya yang kebanyakan tangkai *drill chuck* tidak memilikinya.



Gambar 1. Macam-macam *Drill Chuck* [1]



Gambar 2. *Drill Chuck* pada Mesin Bor Koordinat 22 STA

Pembuatan tangkai *drill chuck* dapat dilakukan dengan mesin bubut konvensional, tetapi untuk pembuatan delapan lubang pada sisi tirus tangkai *drill chuck* tidak dapat dilakukan tanpa alat bantu. Alat bantu tersebut ialah *drilling jig*. *Drilling jig* adalah alat bantu pada proses pengeboran untuk mengarahkan mata bor ke tempat yang diinginkan pada benda kerja yang telah dicekam dengan *rigid*. Dengan adanya *drilling jig* pembuatan delapan lubang pada tangkai *drill chuck* dapat dipermudah. Berdasarkan hal tersebut, untuk mewujudkan *drilling jig* untuk pengeboran delapan lubang tangkai *drill chuck* perlu adanya desain yang baik agar tidak terjadi kesalahan atau *error* pada saat melakukan pengeboran pada *drilling jig* tersebut. Desain *drilling jig* harus dilaksanakan secara baik dan perhitungan yang tepat untuk mewujudkannya.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Drilling Jig

Jig adalah alat bantu untuk mengontrol dan mengarahkan alat potong dalam suatu proses pembentukan benda kerja. *Fixture* adalah alat bantu untuk memegang benda kerja pada posisi tertentu dan menjamin benda kerja tetap pada posisinya (*rigid*). Dengan kata lain, *jig* berarti mengarahkan alat potong sedangkan *fixture* berarti menempatkan benda kerja dengan tepat [2].

Pembuatan lubang yang tepat lokasi dan sesuai ukuran untuk produksi massal dapat diraih dengan adanya alat bantu *drilling jig* yang bertujuan untuk meletakkan benda kerja dan mencekamnya dengan *rigid* yang kemudian mengarahkan alat potong ke tempat yang diinginkan pada benda kerja. Dengan *drilling jig* membuat operator yang tidak terampil sekali pun dapat melakukan pengerjaan produksi yang akurat [3].

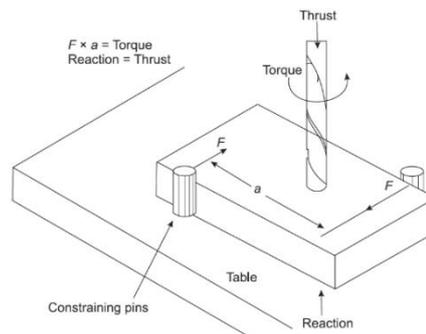
Prinsip dasar yang diikuti untuk membuat konstruksi *jig* adalah sebagai berikut: [3]

1. Menempatkan benda kerja secara unik,
2. Pencekaman benda kerja secara rigid untuk menahan gesekan dan getaran yang disebabkan oleh gaya potong,
3. Rangka *jig* harus *rigid* dan memiliki pijakan yang kokoh serta fasilitasi penjepitan *jig* dengan meja mesin perkakas,
4. Tahan aus, dan dikerjakan secara presisi, serta penempatan *bushing* untuk memandu alat potong,
5. Proses bongkar-pasang benda kerja yang mudah, dan
6. Proses pembuangan beram yang mudah.

Pengeboran

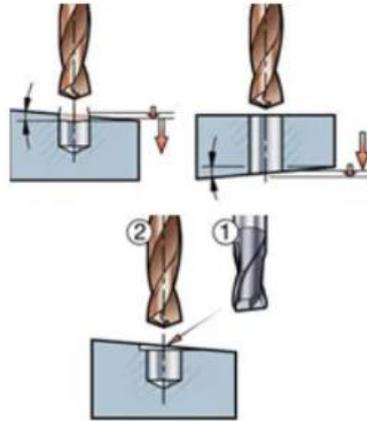
Untuk melakukan proses pengeboran diperlukan mesin bor. Mesin Bor atau mesin gurdi adalah salah satu jenis mesin perkakas dengan gerakan utama berputar, digunakan untuk proses pembuatan lubang dengan sebuah mata bor (*twist drill*) yang berputar [4].

Dalam desain *drilling jig*, harus diperkirakan gaya yang diperlukan untuk menentukan ukuran komponen, terutama komponen pencekam. Gaya yang bekerja pada proses pengeboran sebagaimana Gambar 3 [3].



Gambar 3. Gaya yang Bekerja pada Proses Pengeboran [3]

Jika benda kerja memiliki permukaan miring dengan kemiringan maksimum 10° , pengeboran langsung dapat dilakukan dengan bahan mata bor *carbide* dan menurunkan *feed rate* sebesar $1/3$ dari *feed rate* normal. Bila kemiringan permukaan benda kerja lebih dari 10° , disarankan untuk milling sedikit dengan end mill sebelum melakukan pengeboran [5].

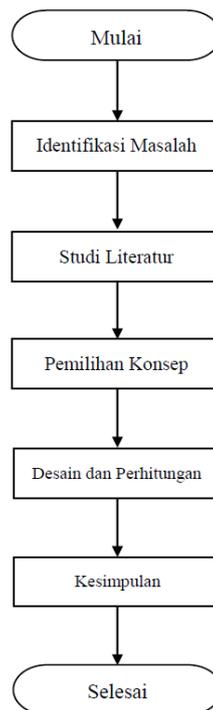


Gambar 4. Pengeboran Permukaan Miring [5]

Dengan melibatkan gaya pengeboran, maka ukuran baut dapat ditentukan berdasarkan tegangan tarik izin baut serta gaya eksternal tersebut [6]. Pemilihan baut dan mur sangat penting untuk mencegah kerusakan atau kesalahan pada mesin [7].

3. METODE PERANCANGAN

Gambar 5 merupakan diagram alir yang menunjukkan langkah-langkah dalam merancang *drilling jig* dengan *adjustable v-block* untuk pengeboran tangkai *drill chuck*.



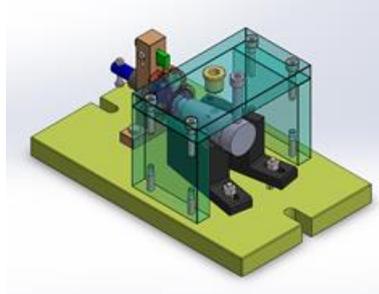
Gambar 5. Diagram Alir

Dengan adanya metode tersebut, perancangan *drilling jig* dengan *adjustable v-block* untuk pengeboran tangkai *drill chuck* dapat terlaksana dengan baik dan terarah.

4. PEMBAHASAN

Dalam pembahasan ini dilakukan desain dan perhitungan. Proses desain dibantu dengan *software* CAD mekanikal lalu dilanjutkan dengan perhitungan untuk menentukan ukuran komponen pengecam dan pelat atas.

Desain



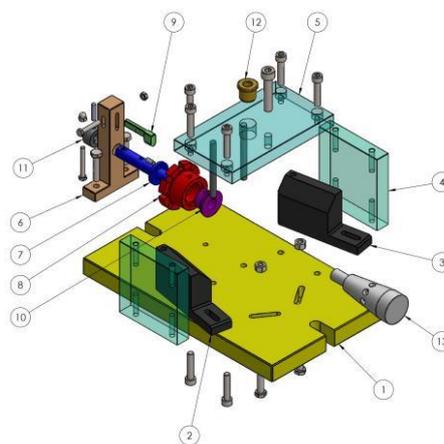
Gambar 6. Desain *Drilling Jig*

Desain *drilling jig* sebagaimana Gambar 7. Proses desain dibantu dengan *software* Solidworks yang memiliki kelebihan dan kekurangannya sebagai berikut:

Kelebihan:

1. Dapat membuat delapan lubang karena terdapat *index plate*,
2. Terdapat *bushing* sebagai *guide* mata bor,
3. Memiliki dua pengecaman, yaitu pada *index plate* dan bagian depan, dan
4. Memiliki komponen yang sederhana.

Kekurangan: untuk benda kerja perlu ditambah sisa di kedua ujung benda kerja agar dapat mencekam. Sisa tersebut yang berada pada diameter terkecil harus mempunyai sisa sepanjang 20 mm dengan diameter 12 mm tidak tirus, sedangkan pada diameter terbesar disisakan minimal sepanjang 12 mm dengan diameter mengikuti diameter terbesar.



Gambar 7. *Explode View* dari *Assembly Drilling Jig*

Drilling jig tersebut memiliki komponen-komponen utama, diantaranya:

5. *Base plate*
6. *Adjustable v-block* (kanan)
7. *Adjustable v-block* (kiri)
8. *Side plate* (pelat samping)
9. *Upper plate* (pelat atas)
10. *Support*
11. Poros
12. *Index plate* (pelat indeks)
13. *Locator*

14. *Adaptor*
15. *Ring*
16. *Bushing*

Perhitungan

Sebelum mencari diameter baut pencekam, perlu diketahui gaya eksternal baut yang bekerja. Gaya tersebut adalah gaya pengeboran. Untuk mencari gaya pengeboran, diasumsikan pengeboran pada permukaan rata, sehingga mata bor yang digunakan adalah HSS, berdiameter 8 mm, dan *feeding* diambil 0,1375 mm/putaran, sehingga,

$$F_T = 1740 \cdot f^{0,8} \cdot d^{0,8} + d^2$$

$$F_T = 1740 \cdot 0,1375^{0,8} \cdot 8^{0,8} + 8^2$$

$$F_T = 1941,9 \text{ N}$$

Kemudian dengan torsi yang dihasilkan adalah

$$T = 500 \cdot f^{0,8} \cdot d^{1,8}$$

$$T = 500 \cdot 0,1375^{0,8} \cdot 8^{1,8}$$

$$T = 4316,9 \text{ N}$$

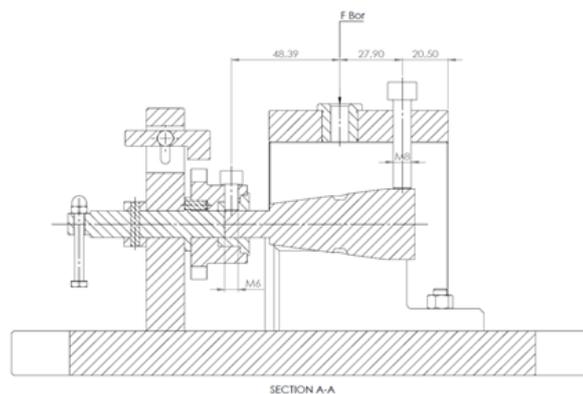
Dengan gaya pengeboran senilai 1941,9 N, diameter baut pencekam dapat dicari dengan asumsi baut berbahan baja dengan *grade* 12.9, sehingga tegangan tariknyalah 1200 N/mm² dan angka keselamatan yang dipakai adalah 8. Jumlah baut pencekam ada dua, maka diameter minimum baut pencekam:

$$F = \frac{\pi}{4} \cdot d_c^2 \cdot \bar{\sigma}_t \cdot n$$

$$d_c = \sqrt{\frac{1941,8608 \text{ N} \cdot 4}{\pi \cdot \frac{1200 \text{ N/mm}^2}{8} \cdot 2}}$$

$$d_c = 2,8708 \text{ mm}$$

Diameter minimum baut pencekam masing-masing adalah M4 ($d_c = 3,141 \text{ mm}$), sehingga baut pencekam yang didesain adalah M6 (pada *index plate*) dan M8 (pada pelat atas).



Gambar 8. Section View dari Assembly Drilling Jig

Diameter pencekam yang didesain adalah M8 ($d_p = 7,188 \text{ mm}$) dengan torsi pengencangan baut sekitar 46,4 N.m, maka gaya pencekaman sebesar:

$$F_{cekam} = T_{baut} \times \frac{2}{d_p}$$

$$F_{cekam} = 46,4 \text{ N.m} \times \frac{2}{7,188 \times 10^{-3} \text{ m}}$$

$$F_{cekam} = 12910,4 \text{ N}$$

Sedangkan baut pengecam M6 ($d_p = 5,350 \text{ mm}$) dengan torsi pengencangan baut sekitar 19,1 N.m, maka gaya pengecamannya sebesar 7140,2 N.

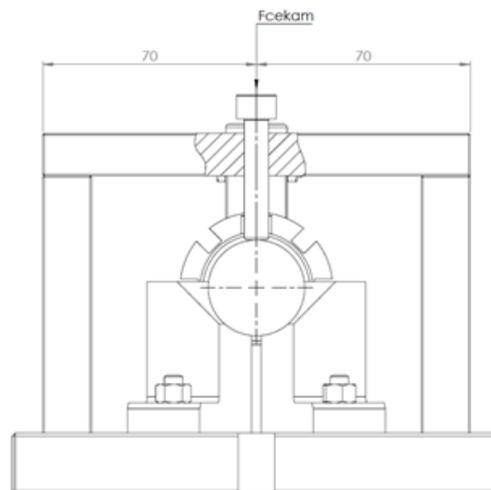
Setelah mengetahui diameter minimum baut pengecam, kemudian menghitung diameter minimum baut pada pelat atas yang berjumlah empat buah. Baut tersebut diasumsikan sama seperti baut pengecam, yakni bahan yang digunakan adalah baja dengan *grade* 12,9 dengan angka keamanan diambil 4. Maka diameter baut minimumnya :

$$F = \frac{\pi}{4} \cdot d_c^2 \cdot \bar{\sigma}_t \cdot n$$

$$d_c = \sqrt{\frac{(1941,9 \text{ N} + 12910,4 \text{ N}) \cdot 4}{\pi \cdot \frac{1200 \text{ N/mm}^2}{4} \cdot 4}}$$

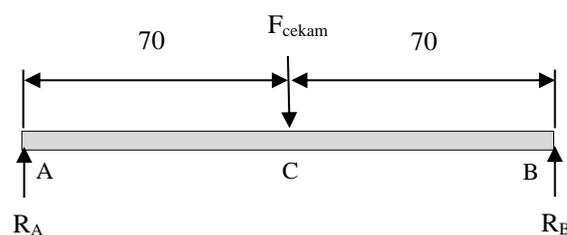
$$d_c = 3,97 \text{ mm}$$

Diameter minimum baut pada pelat atas masing-masing berukuran M5 ($d_c = 4,019 \text{ mm}$), sehingga baut yang rencanakan, yaitu M6 sudah selamat.



Gambar 9. Assembly Tampak Depan

Agar pelat atas selamat digunakan, maka perlu dicari ketebalan minimumnya. Dengan menggunakan persamaan momen bengkok, ketebalan pelat atas dapat dicari:



Gambar 10. Distribusi Gaya pada Pelat Atas

Dengan menggunakan rumus $\Sigma M_A = 0$, didapatkan reaksi tumpuan A (R_A) dan reaksi tumpuan B (R_B) adalah masing-masing sebesar 6455,2 N. Kemudian pada titik C momen bengkoknya adalah 451864,2 N. Momen bengkok tersebut diambil untuk dimasukkan ke dalam rumus:

$$\sigma_b = \frac{M_b}{Z} = \frac{M_b}{\frac{b \cdot h^2}{6}}$$

sehingga didapatkan nilai ketebalannya (h) :

$$h = \sqrt{\frac{M_b \cdot 6}{\sigma_b \cdot b}}$$

$$h = \sqrt{\frac{451864,2 \text{ N} \cdot \text{mm} \times 6}{\frac{400 \text{ N/mm}^2}{4} \cdot 140}}$$

$$h = 13,92 \text{ mm}$$

Ketebalan minimum pelat atas adalah 13,92 mm, maka tebal pelat didesain sudah selamat, yaitu 14 mm.

5. KESIMPULAN

Simpulan yang dapat diambil dari pembahasan:

1. Desain *drilling jig* dengan *adjustable v-block* untuk pengeboran tangkai *drill chuck* berhasil dibuat dan telah memiliki komponen yang selamat-digunakan dengan spesifikasi panjang 260 mm, lebar 160 mm, dan tinggi 122 mm, serta berat 11,2 kg.
2. Komponen pencekam, yaitu baut pencekam dengan ukuran M6 dan M8 selamat digunakan, serta tebal pelat atas yang digunakan adalah 14 mm juga selamat digunakan.
3. Dengan adanya desain tersebut dapat memasuki proses pemesinan.

REFERENSI

1. Albrecht Precision Chuck "PRODUCT", <https://www.albrecht-germany.com/> diakses pada 8 Agustus 2021
2. Hoffman, Edward G. 2004. *Jig and Fixture Design Fifth Edition*, New York: Demar Learning
3. Venkataraman, K. 2015. *Design of Jigs, Fixtures and Press Tools*, Chennai: John Wiley & Sons
4. Sumpena, Ade. 2011. Teknik Kerja Mesin Perkakas. Depok : Politeknik Negeri Jakarta.
5. Sadvik Coromant. "Irregular surface drilling", <https://www.sandvik.coromant.com/en-us/knowledge/drilling/pages/irregular-surface-drilling.aspx> diakses pada 8 Agustus 2021
6. Khurmi, R.S., dan Gupta, J.K. 2005. *A Textbook of Machine Design*, New Delhi: Eurasia Publishing House
7. Sularso, dan Suga, Kiyokatsu. 2004. *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*. (Cetakan ke-11), Jakarta: PT Pradnya Paramita