

PERANCANGAN ULANG ALAT PELUAS LUBANG Ø 65 MM UNTUK RUMAH POROS *LIFTER* RAGUM MEJA TIPE 125

Suryadi ⁽¹⁾, Yatna Yuwana. M ⁽²⁾, Sri Raharno ⁽²⁾

⁽¹⁾Jurusan Teknik Manufaktur, Politeknik Manufaktur Negeri Bandung,
Jl. Kanayakan No. 21 – Dago, Bandung 40135
Phone/Fax : 022. 2500241 / 250 2649
E-mail : ayahsuryadi@gmail.com

⁽²⁾Fakultas Teknik Mesin dan Dirgantara, Institut Teknologi Bandung,
Jl. Ganesa No 10, Bandung 40132
Phone/Fax : 022. 250 4243 / 253 4099

Abstrak

Penelitian ini berhubungan dengan proses pemesinan pada produk *Lifter* ragum meja tipe 125. *Lifter* Ragum meja 125 merupakan produk Standard Polman yang rutin di produksi sepanjang tahun di Polman. Salah satu operasi pemesinan yang dilakukan adalah memperbesar lubang Ø 57 mm hasil pengecoran menjadi Ø 65 mm sepanjang 116 mm pada bagian Rumah poros dengan menggunakan *Boring tool* pada mesin bubut konvensional Grazioli tipe Dania 180. Operasi pemesinan memperbesar lubang ini masih memiliki beberapa kelemahan. Pertama, ukuran lubang pada setiap produk tidak seragam akibat kesulitan pengaturan *depth of cut* pahat pada *Boring tool* cenderung tidak sama, kedua terjadi perbedaan diameter lubang /ketirusan rata-rata sebesar 0,272 mm sepanjang 116 mm penyebabnya laju keausan pahat cukup tinggi karena pahat terbuat dari bahan *HSS (High Speed Steel)* sehingga operasi pemesinan dilakukan dua kali untuk mencapai spesifikasi produk. Hal ini mengakibatkan efisiensi operasi pemesinan menjadi rendah.

Dari kondisi di atas, pada paper ini diberikan alternatif rancangan *Boring tool* yang dapat meminimalisir kekurangan-kekurangan tersebut dengan cara *depth of cut* pahat dibuat tetap, bahan pahat menggunakan pahat karbida dan pemotongan dilakukan satu kali untuk mencapai spesifikasi produk. Metodologi yang diterapkan dalam kegiatan penelitian ini meliputi kaji kelayakan mesin bubut, kaji keausan pahat sisipan pada *boring tool* yang digunakan saat ini, dan tahap perancangan *boring tool* dengan menerapkan metode perancangan VDI 2222.

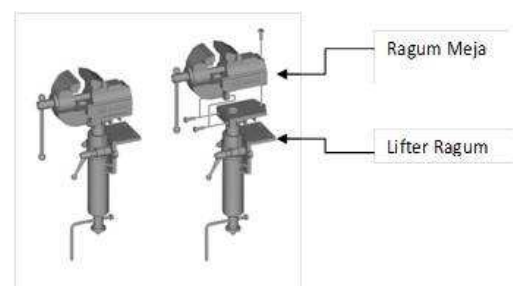
Hasil penelitian ini adalah rancangan *boring tool* yang dapat digunakan untuk mengurangi tahapan operasi pemesinan. Tahap operasi yang sebelumnya memerlukan 2 tahap operasi dapat dikurangi menjadi 1 tahap. Hal ini diharapkan dapat mempersingkat waktu pemesinan dan memperbaiki kualitas geometri produk.

Kata kunci : *Boring tool*, rumah poros *Lifter*, Ragum meja, VDI 2222

1. Pendahuluan

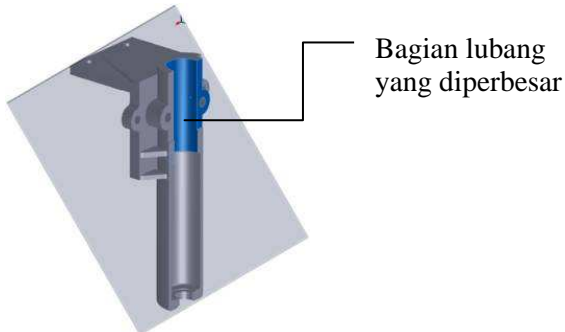
Polman Bandung sebagai lembaga pelaksana pendidikan jalur vokasi, dalam pelaksanaan program-program pendidikan dan pelatihannya sudah melaksanakan program-program yang sifatnya mengarah kepada kompetensi dunia kerja dengan cara menghadirkan atmosfer industri di sekolah (*Production Based Education, Teaching factory*) dan menghampiri Industri (Program Praktik Industri). Salah satu upaya untuk mencapai kompetensi minimum yang seragam, Polman Bandung membuat produk – produk berupa produk *mechanical workshop equipment*, yang selanjutnya disebut sebagai Produk Standard Polman Bandung. Contoh Produk tersebut adalah *lifter* Ragum Meja.

Produk standar ini mempunyai dua varian, yaitu tipe 100 dan 125 lihat gambar 1.



Gambar 1. Set Ragum dan Lifter

Lifter Ragum meja 125 merupakan produk Standard Polman yang rutin di produksi setiap tahun di Polman. Salah satu operasi pemesinan yang dilakukan adalah memperbesar lubang \varnothing 57 mm hasil pengecoran menjadi \varnothing 65 mm sepanjang 116 mm (lihat gambar 2) pada bagian rumah poros *lifter* dengan menggunakan *boring tool* pada mesin bubut konvensional Grazioli tipo Dania 180.



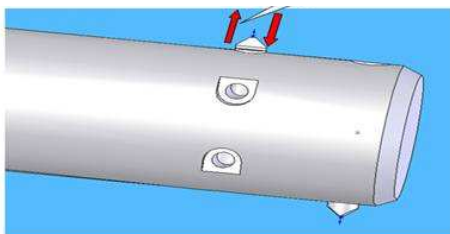
Gambar 2. Bagian lubang yang diperbesar

Operasi pemesinan memperbesar lubang dengan menggunakan *boring tool* ini (lihat gambar 3) masih memiliki beberapa kelemahan yaitu;



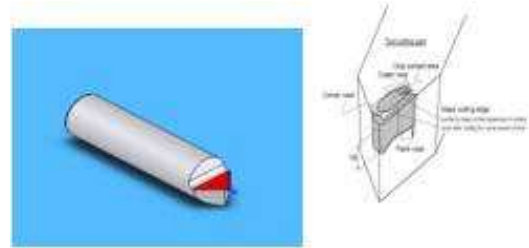
Gambar 3. Proses boring pada mesin bubut

- Ukuran lubang pada setiap produk tidak seragam akibat kesulitan pengaturan *depth of cut (doc)* pahat sisipan pada *boring bar*, lihat gambar 4



Gambar 4. Pengaturan *doc* pada *boring bar*

- Laju keausan pahat cukup tinggi karena pahat sisipan terbuat dari bahan *HSS (High Speed Steel)* sehingga operasi pemesinan tidak mungkin dilakukan satu kali untuk mencapai spesifikasi produk. lihat gambar 5



Gambar 5. keausan pahat sisipan [1]

Untuk mengatasi permasalahan tersebut akan dicoba diberikan alternatif rancangan *boring tool* baru yang dapat meminimalisir kekurangan tersebut dengan cara :

- *depth of cut* pahat dibuat tetap,
- bahan pahat menggunakan pahat karbida,
- pemotongan dilakukan satu kali untuk mencapai spesifikasi produk.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Ketelitian geometris mesin bubut

Salah satu aspek penting yang harus dilakukan dalam pengujian mesin bubut adalah ketelitian geometris yang secara langsung akan mempengaruhi ketelitian benda kerja (produk) yang dihasilkan. Seperti diungkapkan G.Schlesinger / ISO 1708 : 1989, *Acceptance for general purpose parallel lathes – Testing of the accuracy* [2] yang sangat diakui kebenarannya dalam produksi modern. Hal ini untuk menjamin agar benda kerja yang dihasilkan haruslah memenuhi standar toleransi dan suaian yang diijinkan.

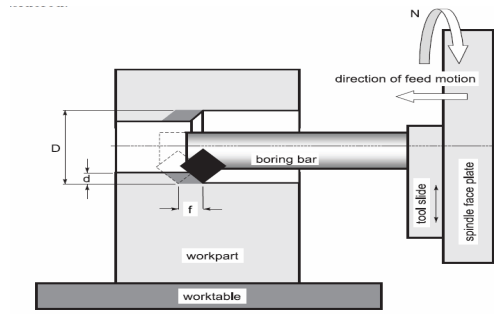
Ketelitian geometri mesin bubut dapat dibagi menjadi dua bagian, yaitu :

- ketelitian permukaan referensi dan ketelitian kelurusan gerak, dan
- sumbu putar benda kerja .

Pada prinsipnya pengujian ketelitian geometrika meliputi ; kelurusan (*straightness*), kerataan (*flatness*), kesejajaran (*parallelism*), ketegaklurusan (*squareness*) dan rotasi

2.2. Proses Boring

Proses boring adalah salah satu proses pada mesin bubut (lathe) yang bertujuan untuk memperbesar diameter lubang dengan menggunakan *boring tool* bermata potong tunggal (*single point cutting tool*) atau bermata potong jamak (*multi point cutting tool*). Pada proses boring, benda kerja dapat berputar atau *boring tool* yang berputar. Lihat gambar 6.

Gambar 6. Proses *boring* [1]

2.3. Material pahat [3]

Secara umum material pahat yang sering digunakan pada proses pemesian adalah :

2.3.1. Baja kecepatan tinggi (*High Speed Steel*)

Baja ini diperkenalkan pada tahun 1900 mengandung unsur paduan yang tinggi terdiri dari vanadium, cobalt, molybdenum, tungsten dan chromium ditambahkan untuk meningkatkan *hothardness* dan *wear resistant* sehingga mempunyai kemampuan dikeraskan sangat baik dan tetap mempertahankan tepi pemotongan yang baik sampai suhu sekitar 650°C.

2.3.2. *Cemented Carbides*

Karbida yang disemen ini diperkenalkan pada tahun 1930.

Karbida merupakan jenis bahan pemotong yang sangat penting saat ini karena memiliki sifat *hothardness* dan *wear resistant* yang sangat tinggi. Salah satu kekurangan dari bahan karbida yang disemen ini adalah *low toughness* sehingga tidak mampu menerima beban *impact* . Bahan karbida ini dibuat dengan metoda metalurgi serbuk, dengan menyinter butiran karbida tungsten (WC) di dalam matriks cobalt. Terdapat beberapa karbida campuran, seperti titanium karbida (TiC) dan/atau tantalum karbida (TaC) ditambahkan pada WC. Lihat gambar 7

Symbol	Composition	Work Material	Color	Designation
P	WC+TiC	Low Carbon, stainless and other steels	Blue	P01, P10,...P50
M	WC+TiC+TaC	For all types of materials, especially difficult-to-cut materials	Yellow	M10,M20,...M40
K	WC	Cast Iron, Non ferrous metals, non metallic materials	Red	K10,K20,.....K40

Gambar 7. Klasifikasi pahat karbida menurut ISO [2: hal 88]

2.3.3. Keramik

Dalam industri pemesian yang dikenal dengan nama pahat keramik adalah dari jenis oksida aluminium (AL₂O₃) murni atau ditambah s.d 30% karbida titanium (TiC) untuk menaikkan kekuatan sifat nonadhesif. Selain oksida aluminium juga digunakan nitrida Silikon (Si₃N₄) atau paduannya sehingga disebut dengan *oxynitrides* (Si-Al-O-N). Seperti halnya karbida, pahat keramik ini dibuat dalam bentuk sisipan dan dalam pemakaiannya sama sekali tidak diperbolehkan terjadi beban *impact* yang berlebihan.

2.4. Kerusakan dan Keausan Pahat

Dalam prakteknya umur pahat dipengaruhi oleh geometri pahat, jenis material benda kerja dan pahat, kondisi pemotongan (kecepatan potong, kedalaman potong dan gerak makan), cairan pendingin dan jenis proses pemesian.

2.4.1. Mekanisme Keausan dan Kerusakan Pahat [3]

Mekanisme keausan/kerusakan disebabkan oleh berbagai faktor yang secara garis besar dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu mekanisme/ proses pemesian yang dominan pada kecepatan potong rendah dan yang dominan pada kecepatan potong tinggi.

Mekanisme keausan yang dominan pada kecepatan potong rendah adalah :

1. Proses Abrasif,
2. Proses Kimiawi,
3. Proses Adhesi.

Mekanisme keausan yang dominan pada kecepatan potong tinggi adalah :

1. Proses Difusi,
2. Proses Oksidasi,
3. Proses Deformasi Plastik

2.4.2. Umur Pahat

Keausan pahat akan tumbuh atau membesar dengan bertambahnya waktu pemotongan sampai pada suatu saat pahat yang bersangkutan dianggap tidak dapat digunakan lagi karena telah ada tanda-tanda tertentu yang menunjukkan bahwa umur pahat telah habis. Persamaan umur pahat Taylor

$$v T^n = C, \text{ dimana,}$$

v = kecepatan potong; mm/min

T = Umur pahat ; min

n = harga spesifik untuk kombinasi pahat dengan benda kerja

C = harga konstanta yang dipengaruhi oleh geometri pahat (α, β, γ dan κ_r) kondisi benda kerja dan kondisi pemotongan (f,a)

2.5. Waktu pemesinan (t_m) [1 : hal 245]

Waktu pemesinan (t_m) = $t_a + t_c + t_d t_c/T$;

min/produk

dimana;

t_a = waktu non pemotongan; min

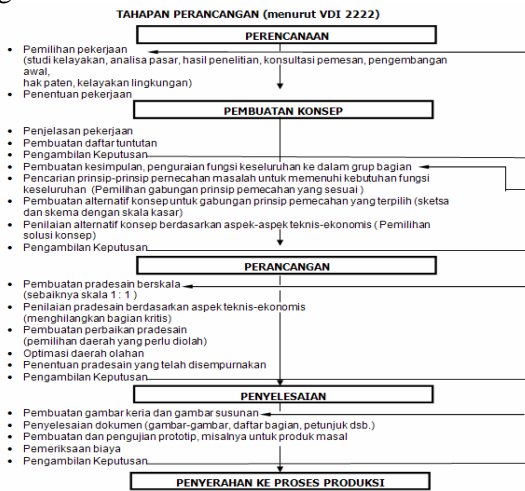
t_c = waktu pemotongan; min

$t_d t_c/T$ = waktu penggantian pahat ; min/prod

2.6. Proses perancangan

Pada proses perancangan diperlukan tahapan kerja yang sistematis sehingga pemecahan masalah dapat dilakukan secara optimal, pekerjaan yang ada dapat dirumuskan dengan benar dan keterkaitan fungsi produk teknik yang dirancang dapat dimengerti dengan mudah

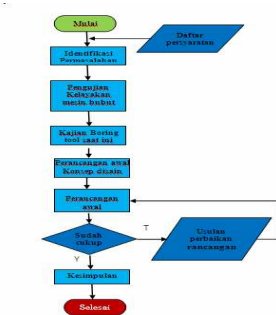
Pada penelitian ini metode perancangan yang digunakan adalah metoda perancangan *Verein Deutsche Ingenieur (VDI 2222)*. Lihat gambar 8



Gambar 8. Tahapan perancangan VDI 2222 [4]

3. Metodologi

Metodologi penelitian yang dilakukan adalah :



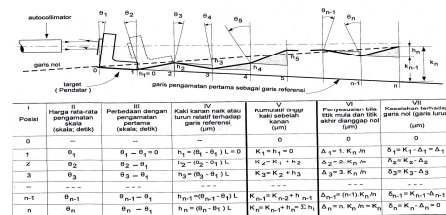
Gambar 8. Diagram alir metodologi penelitian

Kerangka kajian makalah meliputi:

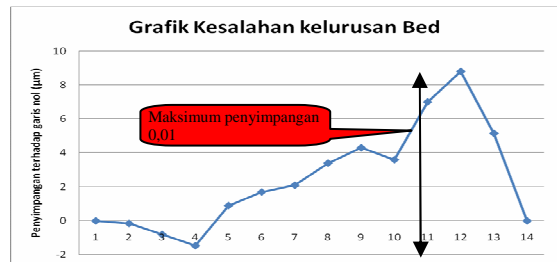
3.1. Pengujian kelayakan mesin bubut mesin bubut grazioli tipe Dania 180 dengan mengacu pada ISO 1708 : 1989 *Acceptance for general purpose parallel lathes – Testing of the accuracy.* [2]

Pada makalah ini ditampilkan hasil pengujian yang yang berpengaruh langsung terhadap hasil proses *boring*,

3.1.1 G1. Penyelarasan terhadap *bed* dan *carriage*, kelurusan pada arah longitudinal. Lihat gambar 9.



Gambar 9. Ilustrasi posisi dan kemiringan target pendatar (*spirit level*) dan analisis



Gambar 10. Grafik kesalahan kelurusan bed mesin bubut Grazioli tipe Dania 180 [5]

Hasil pengujian.

Setelah dilakukan pengujian kelurusan *bed* mesin bubut sepanjang 1400 mm arah longitudinal, pada *bed* mesin bubut terdapat penyimpangan sebesar 0,01 mm. Lihat gambar 10

Berdasarkan ketentuan G1 ISO 1708 : 1989, penyimpangan kelurusan *bed* mesin bubut sepanjang 2000 mm yang diijinkan adalah sebesar 0,03 mm seperti pada terlihat pada gambar 11.

No	Skema	Jenis Pengetesan	Penyimpangan yang diijinkan (mm)	Alat yang digunakan	Hasil Pengetesan
G1		a. Kelurusan pada arah longitudinal	DC <= 500 0.01 convex 500 < DC <= 1000 0.02 convex 1000 < DC <= 2000 0.03 convex	Spirit Level	0.01
		b. Kelurusan pada arah transversal	0.04/1000		0.01

Gambar 11. Penyimpangan kelurusan *bed* mesin bubut yang diijinkan

Dari kondisi diatas memperlihatkan penyimpangan bed mesin bubut sebesar 0,01 sedangkan baas penyimpangan yang diijinkan menurut ISO 1708 : 1989 adalah sebesar 0,02, sehingga dapat disimpulkan bahwa bed mesin bubut masih dalam keadaan baik

3.1.2 G6.Spintang putar (*round-out*) sumbu spindel utama

No	Skema	Jenis Pengetesan	Penyimpangan yang diijinkan (mm)	Alat yang digunakan	Hasil Pengetesan (mm)
G6		a. Didekat spindle noise b. Pada jarak 300 mm dari spindle noise	a. 0.01 b. 0.02	Mandrel MK 5 + Sarung pengurang Dial Indicator Dial Stand.	a. 0.02 b. 0.03

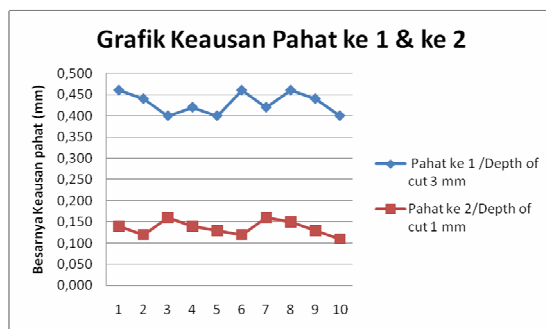
Gambar 12. Hasil pengujian *round out*.

Hasil pengetesan *Round out* sumbu spindle utama terjadi penyimpangan sebesar 0.01 mm dari penyimpangan yang di ijinkan, hal ini tidak menjadi masalah mengingat toleransi lubang menurut spesifikasi produk adalah $\varnothing 65_0^{+0,2}$ lihat gambar 12

3.2 Kajian *performanace Boring tool* yang digunakan saat ini

3.2.1 Penelitian keausan pahat

Penelitian umur pahat dilakukan dengan sampel produk 10 buah rumah poros *Lifter Ragum meja 125*, dengan parameter pemotongan; putaran mesin (n) = 96 rpm, gerak makan (fz) = 0,052 mm/put, *depth of cut* : pahat pertama = 3mm, pahat kedua = 1mm, Panjang pemesinan (lt) = 140 mm

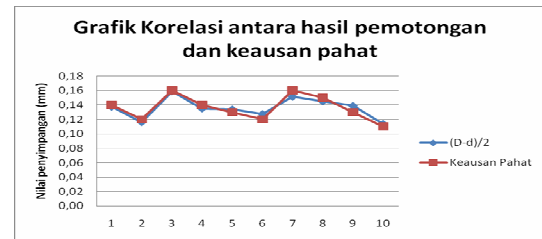


Gambar 13. Grafik keausan pahat hasil penelitian

Hasil penelitian

Hasil penelitian menunjukkan terjadi keausan pada pahat sisipan pertama dengan *doc* 3 mm sebesar rata-rata 0,43 mm, sedangkan pada pahat sisipan kedua dengan *doc* 1mm terjadi keausan pahat sebesar rata-rata 0,136 mm yang berarti terjadi selisih ukuran diameter

lubang rata-rata sebesar 0,272 mm dan hasil proses boring belum memenuhi terhadap spesifikasi produk. lihat gambar 13 & 14 Untuk itu perlu dilakukan pemotongan ulang/kedua untuk mendapatkan ukuran lubang sesuai spesifikasi.



Gambar 14. Grafik korelasi antara hasil pemotongan dengan keausan pahat.

3.2.2 Waktu pemesinan (t_m)

Waktu pemesinan (t_m) = $t_{m1} + t_{m2}$, dimana, t_{m1} = Waktu pemesinan pertama, t_{m2} = waktu pemesinan kedua.

Dari kondisi tersebut untuk mencapai ukuran sesuai dengan spesifikasi produk diperlukan pemotongan dua kali , sehingga total waktu pemesinan adalah $t_m = t_{m1} + t_{m2} = 44,7 + 38,2 = 82,9$ menit/produk

3.2.3 Ketidakteragaman produk

Dari hasil pengukuran terjadi ketidakteragaman ukuran diameter lubang. Lihat gambar 15



Gambar 15. Ketidakteragaman ukuran lubang

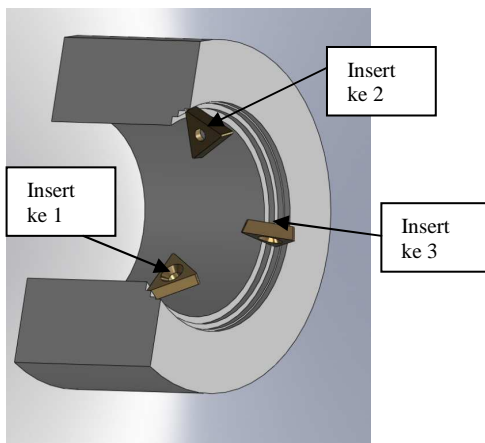
4. Hasil Rancangan

Rancangan *boring tool* baru dibuat dengan dengan menerapkan metoda perancangan VDI 2222.

Mengingat boring tool hanya untuk kebutuhan internal Polman, pada tahapan perencanaan tidak dilakukan analisa pasar, konsultasi pemesan, hak patent dan analisa lingkungan.

Hasil rancangan *boring tool* alternatif sebagai berikut :

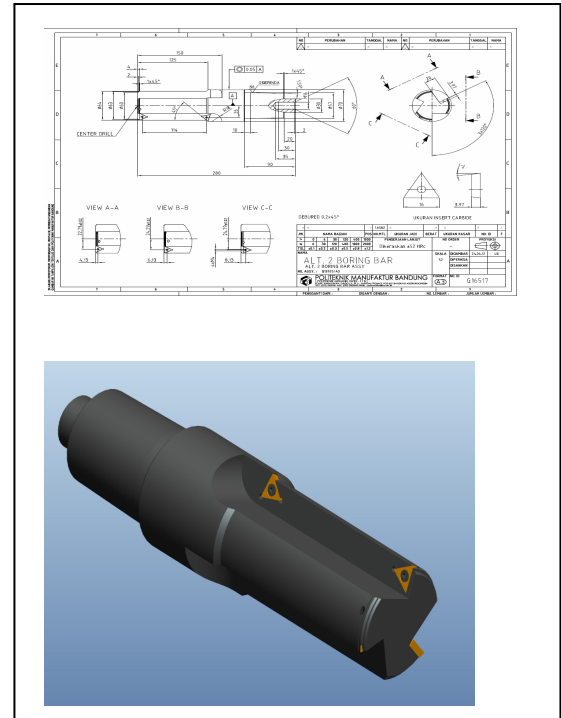
- Bahan *boring bar* dipilih jenis *Machinery Steel (DIN 34 Ni Cr Mo 6)*.
- Sistem penekaman *Boring tool* pada *spindle* utama mesin bubut menggunakan *Morse Konus 5 (MK 5)* dan dikencangkan dengan menggunakan batang pengencang (*draw bar*).
- Operasi pemesinan dirancang satu kali pemotongan dengan (*generating cutting*) menggunakan 3 buah *insert* karbida, yang dipasang pada *boring bar* dengan posisi 120^0 satu sama lain ($\kappa_r = 90^0$) dan 1 *insert* karbida untuk *champering* ($\kappa_r = 45^0$)
- Tahapan pemotongan *Insert* ke 1 memotong dengan *depth of cut* 2 mm, *insert* kedua memotong dengan *depth of cut* 1,5 mm dan *insert* ke 3 memotong dengan *depth of cut* 0,5 mm
- *Insert* karbida dipilih jenis *insert cast iron grade* tipe *TCNM 16 T3 04 KM /K 20* dari produk Sandvik (umur pahat 1037 menit dengan parameter pemotongan $V_c = 77,5$ m/min, $f = 0,082$ mm/r, $doc = 2$ mm). [6]
- *Insert* karbida dicekam pada boring tool dengan menggunakan baut,



Gambar 15. Tahapan pemotongan

- Daya maksimum (P_c) adalah sebesar 3000 watt (efisiensi daya motor mesin bubut 75%), dengan $V_c = 77,5$ m/min, $f = 0,082$ mm/r, $doc = 2$ mm.
- Waktu pemesinan (t_m) = $t_a + t_c + t_d$. t_c/T
 $= 13,7 + 4,1 + 0,02$
 $= 17,82$ menit/produk

Hasil dari rancangan berupa gambar teknik, Lihat gambar 16



Gambar 16. Gambar teknik *Boring tool* Alternatif

5. Kesimpulan

- *Boring tool* alternatif sebagai hasil rancangan dapat melakukan pemotongan satu kali sehingga dapat mereduksi waktu pemesinan sebesar = $82,9 - 17,82 = 65,08$ menit
- Ukuran produk menjadi seragam karena *depth of cut* dibuat tetap/tidak dapat diatur

Ucapan terimakasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada POLMAN Bandung yang telah memfasilitasi penelitian ini.

Daftar Pustaka

- [1] ISO 1708 : 1989, *Acceptance for general purpose parallel lathes – Testing of the accuracy*
- [2] Taufiq Rochim, *Proses Pemesinan, Teori & Teknologi* 1993.
- [3] Kalpakjian. Schmid, *Manufacturing Engineering and Technology* 2001.
- [4] Dieter Muhs, Herbert Wittel, Manfred Becker (1984), *Roloff/Matek Maschinenelemente*, Vieweg + Teubner.
- [5] Taufiq Rochim, *Spesifikasi, Metrologi, & Kontrol Kualitas Geometrik 2*, 2006
- [6] AB Sandvik Coromant, *Technical Guide* 2009