



Terbit online pada laman web jurnal : <http://inomet.ft.unand.ac.id>

INoMeT: Jurnal Inovasi Rekayasa Mekanikal dan Termal

| ISSN (Online) 3025-2598 |

Artikel penelitian

Analisis Proses Pemesinan Komponen Rumah Isolating Cock Air Brake System Kereta Api

Hendri Yanda ^a, Fauzi Andrisyah Putra ^a

^aDepartemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Andalas, Kampus Limau Manis, Padang, 25163, Sumatera Barat, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Sejarah Artikel:

Diterima Redaksi: 01 Juni 2026

Revisi Akhir: 12 Juni 2026

Diterbitkan Online: 26 Juni 2026

KATA KUNCI

Air-brake system

Isolating cock

Turning

Drilling

Dimensional analysis

KORESPONDENSI

E-mail:

hendriyanda@eng.unand.ac.id

ABSTRACT

The isolating cock housing is a critical component of the railway air-brake system, serving to regulate and isolate airflow within the braking system. The manufacturing of this component requires accurate machining to ensure that its dimensions comply with the specified tolerances and that the component can function reliably during operation. This study aims to analyze the machining process used to manufacture the isolating cock housing, evaluate the machining parameters applied, compare theoretical and actual machining times, and assess dimensional deviations against the specified tolerances. The study employed a case-study approach based on direct observation of the manufacturing process at PT. XYZ. The workpiece material was nodular cast iron, while the machining operations consisted of several turning and drilling stages using conventional machine tools. Data were collected through direct observation, interviews with operators and supervisors, dimensional measurements using precision measuring instruments, and a review of relevant machining references. The analysis focused on spindle speed, feed rate, cutting speed, machining time, and dimensional deviations. The results showed that the machining parameters were selected by considering the workpiece material, cutting tool, and machining conditions. Differences were observed between theoretical and actual cutting times due to variations in machining parameters and additional activities performed during the actual process, including workpiece handling and other supporting operations. Dimensional analysis based on deviations from nominal dimensions showed that the measured component dimensions remained within the specified tolerance limits. Overall, the machining process was capable of producing an isolating cock housing component that met the required dimensional specifications.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan industri manufaktur yang semakin pesat menuntut perusahaan untuk menghasilkan produk dengan kualitas tinggi, ketepatan dimensi, serta waktu produksi yang efisien. Proses pemesinan merupakan salah satu tahapan penting dalam industri manufaktur karena berperan dalam menghasilkan komponen dengan bentuk, ukuran,

dan tingkat ketelitian sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan [1]. Proses membubut dan proses mengkurdi merupakan operasi pemesinan yang banyak digunakan dalam pembuatan berbagai komponen mekanis.

PT XYZ merupakan salah satu perusahaan strategis nasional yang bergerak dalam bidang manufaktur dan memproduksi berbagai komponen untuk mendukung industri transportasi, termasuk sistem

pengereman udara (*air-brake system*) kereta api. Salah satu komponen penting dalam sistem tersebut adalah rumah *isolating cock*. Komponen ini berfungsi sebagai bagian utama tempat mekanisme katup bekerja untuk mengatur dan menutup aliran udara pada sistem pengereman. Oleh karena itu, ketepatan dimensi dan kualitas hasil proses pemessinan rumah *isolating cock* sangat penting untuk menjamin keandalan dan keamanan sistem pengereman kereta api [4].

Ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kekasaran permukaan pada pengerjaan logam dengan menggunakan mesin bubut antara lain jenis bubut, kecepatan potong, kedalaman potong, kondisi mesin, bahan benda kerja, jenis pahat, geometri mata pahat, pendinginan dan operator. Pemilihan bahan baku memiliki pengaruh yang berkaitan dengan kualitas kekasaran permukaan. Ketepatan parameter proses yang dipilih dengan jenis pahat yang digunakan diperkirakan akan menghasilkan kehalusan yang maksimum [2]. Dalam proses pembuatannya, parameter proses pemessinan seperti putaran spindel, gerak makan, kecepatan potong, serta waktu pemotongan berpengaruh terhadap efisiensi proses dan kualitas produk yang dihasilkan [3]. Perbedaan antara kondisi teoritis dan kondisi aktual di lapangan juga dapat memengaruhi waktu produksi dan hasil proses pemessinan. Oleh sebab itu, diperlukan analisis terhadap proses pemessinan komponen rumah *isolating cock* untuk mengetahui tahapan proses, parameter yang digunakan, serta kesesuaian hasil proses pemessinan terhadap toleransi yang ditetapkan. Melalui penelitian ini, dilakukan pengamatan dan analisis terhadap proses membubut dan menggurdi komponen rumah *isolating cock* di PT XYZ sebagai upaya memahami penerapan teori proses pemessinan dalam proses manufaktur nyata.

2. METODOLOGI

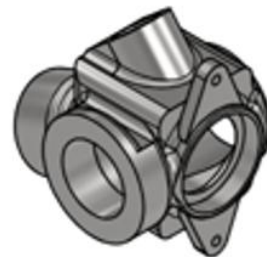
Metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah pendekatan studi kasus dengan pengamatan langsung (observasi lapangan) pada kegiatan proses pemessinan Divisi Manufaktur Rekayasa Industri, Departemen Produksi Sarana Kereta Api, di PT. XYZ. Fokus pengamatan diarahkan pada proses pemessinan komponen rumah *isolating cock*. Data

hasil pengukuran kemudian dianalisis pengaruh parameter proses pemessinan terhadap hasil kualitas kekasaran permukaan, akurasi dimensi dan waktu pemotongan yang dibutuhkan serta perbandingan waktu aktual dan waktu teoritis serta penyebab-penyebab yang terjadi.

2.1. Bahan dan Peralatan

2.1.1. Bahan

Bahan yang digunakan dalam pembuatan komponen rumah *isolating cock* adalah **besi cor nodular (*nodular cast iron*)**. Material ini dipilih berdasarkan spesifikasi material komponen yang digunakan pada sistem *air-brake system* kereta api [4]. Karakteristik material tersebut menjadi salah satu dasar dalam menentukan parameter pemessinan, khususnya kecepatan potong dan gerak makan. Pemilihan parameter dilakukan dengan mempertimbangkan jenis material benda kerja, jenis pahat yang digunakan, diameter pahat, serta karakteristik mesin perkakas. Gambar 1 menunjukkan bahan setengah jadi yang telah dihasilkan melalui proses pengecoran, tapi belum dilakukan proses membubut dan proses menggurdi.



Gambar 1. Bahan Setengah Jadi Komponen Rumah *Isolating Cock* Sebelum Dilakukan Proses Bubut dan Proses Gurdi[4]

2.1.2 Peralatan

a. Mesin perkakas

Untuk proses produksi komponen rumah *isolating cock air brake system* kereta api digunakan beberapa mesin perkakas yaitu:

1) Mesin bubut (*Lathe*)

Mesin bubut yang digunakan untuk proses pemessinan adalah jenis konvensional seperti dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Mesin Bubut Konvensional

Spesifikasi [5]:

Merek	= VOLMAN S-35
Tipe	= S-35
No seri	= 040056
Tahun pembuatan	= 1949
Daya	= 3,7 kW

2). Mesin Gurdi (*Drilling Machine*)

Pada proses menggurdi untuk memproduksi komponen rumah *isolating cock - air brake system* digunakan mesin gurdi konvensional seperti yang dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Mesin Gurdi Konvensional.

Spesifikasi [6]:

Merek	= SIEMENS
Tipe	= B 74 AB
No seri	= 18-1437
Tahun Pembuatan	= 1962

b. Peralatan ukur

Beberapa alat ukur digunakan untuk mengetahui dimensi dan ukuran komponen rumah *isolating cock* sebelum dan setelah proses pemesinan.

Beberapa alat ukur yang digunakan diantaranya adalah sebagai berikut:

1) Mikrometer sekrup

Mikrometer sekrup dengan ketelitian mencapai 0.01 mm digunakan untuk mengukur dimensi yang kecil seperti ketebalan, diameter luar dan panjang benda. Bentuk alat ukur mikrometer sekrup dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Mikrometer Sekrup

2) Jangka sorong

Jangka sorong dengan ketelitian 0,1 mm digunakan untuk mengukur diameter luar dan dalam komponen. Alat ukur jangka sorong yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Jangka Sorong

3) *Coordinat Measurement Machine (CMM) Laser Tracker & Arm*

Alat ukur *CMM Laser Tracker & Arm* merupakan perangkat metrologi portabel yang memproyeksikan sinar laser ke target yang ditempatkan pada objek. CMM ini mempunyai keakuratan dan ketelitian yang tinggi. Alat ukur ini digunakan untuk mengukur objek yang tidak dapat dijangkau oleh alat ukur konvensional. Alat ukur *CMM Laser Tracker & Arm* yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 6.

Gambar 6. *CMM Laser Tracker & Arm* (Pesukltd, 2026)

2.1.3. *Prosedur Pengukuran Dimensi dan Pemantauan Parameter Operasi*

Pengujian dilakukan dengan mengukur dimensi komponen rumah *isolating cock* sebelum dan setelah proses pemesinan. Data parameter proses pemesinan yang dikumpulkan adalah kecepatan

potong, kecepatan makan dan waktu pemotongan aktual yang dibutuhkan. Prosedur pengukuran adalah sebagai berikut :

- Mengukur dimensi sebelum dilakukan proses pemesian menggunakan micrometer sekrup dan jangka sorong.
- Menentukan parameter proses pemesian yang digunakan dalam pada proses membubut dan proses menggurdi.
- Mengukur dimensi setelah dilakukan proses pemesian.
- Pengukuran setelah proses pemesian dilakukan secara bertahap dimulai dari pengukuran konvensional menggunakan micrometer sekrup dan jangka sorong.
- Pengukuran dimensi terakhir menggunakan *CMM Laser Tracker & Arm* dikarenakan pengukuran ini lebih akurat, sehingga dapat memastikan pengukuran tepat dan tidak ada kesalahan.

2.1.4. Panduan dan Pedoman PEMilihan Parameter Pemesian

Pemilihan nilai kecepatan potong untuk proses bubut komponen rumah *isolating cock* adalah berdasarkan panduan material dan pahat yang digunakan untuk proses bubut [7], seperti yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Panduan Nilai Kecepatan Potong Berdasarkan Jenis Material dan Pahat yang Digunakan Untuk Proses Bubut [11].

Bahan	Pahat HSS		Pahat Karbida	
	Halus	Kasar	Halus	Kasar
Baja Perkakas	75-100	25-45	185-230	110-140
Baja Karbon Rendah	70-90	25-40	170-215	90-20
Baja Karbon Menengah	60-85	20-40	140-185	75-110
Baja Cor Kelabu	40-45	25-30	110-140	60-75
Kuningan	85-110	45-70	185-215	120-150
Aluminium	70-110	30-45	140-215	60-90

Tabel 2. Panduan Nilai Kecepatan Potong, Jenis Material dan Pahat Yang Digunakan Untuk Proses Gurdi.

Jenis bahan	Carbide drills (m/menit)	HSS drills (m/menit)
Aluminium & paduannya	200-300	80-150
Kuningan dan Bronze	200-300	80-150
Bronze liat	70-100	30-50
Besi tulang lunak	100-150	40-75
Besi tulang sedang	70-100	30-50
Tembaga	60-100	25-50
Besi Tempa	80-90	30-45
Magnesium & paduannya	250-400	100-200
Monel	40-50	15-25
Baja Mesin	80-100	30-55
Baja Lunak	60-70	25-45
Baja Alat	50-60	20-30
Baja tempa	50-60	20-30
Baja dan paduannya	50-70	20-35
Stainless Steel	60-70	20-35

Pemilihan nilai kecepatan potong untuk proses gurdi komponen rumah *isolating cock* dilakukan berdasarkan panduan nilai *cutting speed*, *jenis material*, dan jenis pahat gurdi yang digunakan (Tabel 2), dan juga berdasarkan panduan diameter pahat gurdi dan kedalaman potong pada proses gurdi (Tabel 3). Tabel 1 dan Tabel 2 menyajikan rentang kecepatan potong optimal (m/menit) untuk proses bubut dan proses gurdi untuk berbagai material dan berbagai (pahat carbide dan pahat HSS), hal ini memberikan rekomendasi standar proses pemesian untuk efisiensi dan umur pahat. Pahat karbida umumnya mendukung kecepatan lebih tinggi (hingga 2-4 kali lipat) dibanding pahat HSS karena ketahanan terhadap panas yang tinggi. Penyesuaian praktis diperlukan berdasarkan mesin, pelumasan, dan diameter gurdi untuk mencegah keausan prematur. Berdasarkan material benda kerja berupa besi cor nodular, parameter kecepatan potong ditentukan dengan mempertimbangkan pedoman pemesian untuk kelompok material besi cor dan jenis pahat yang digunakan. Parameter aktual kemudian disesuaikan dengan kemampuan mesin dan kondisi proses di lapangan.

Tabel 3 menyajikan standar gerak makan (*feed rate*) untuk proses menggurdi, yang memberikan

hubungan yang linear antara diameter pahat gundi dengan kedalaman potong per-putaran. Secara mekanika, semakin besar diameter pahat gundi, semakin tinggi pula tingkat kekakuan struktural (*rigidity*) dan kapasitas ruang evakuasi geram (*chip flute*) yang dimiliki oleh pahat potong tersebut.

Tabel 1 dan Tabel 2 menyajikan rentang kecepatan potong optimal (m/menit) untuk proses bubut dan proses gundi untuk berbagai material dan berbagai (pahat carbide dan pahat HSS), hal ini memberikan rekomendasi standar proses pemesinan untuk efisiensi dan umur pahat. Pahat karbida umumnya mendukung kecepatan lebih tinggi (hingga 2-4 kali lipat) dibanding pahat HSS karena ketahanan terhadap panas yang tinggi. Penyesuaian praktis diperlukan berdasarkan mesin, pelumasan, dan diameter gundi untuk mencegah keausan prematur. Berdasarkan material benda kerja berupa besi cor nodular, parameter kecepatan potong ditentukan dengan mempertimbangkan pedoman pemesinan untuk kelompok material besi cor dan jenis pahat yang digunakan. Parameter aktual kemudian disesuaikan dengan kemampuan mesin dan kondisi proses di lapangan.

Tabel 3 menyajikan standar gerak makan (*feed rate*) untuk proses menggundi, yang memberikan hubungan yang linear antara diameter pahat gundi dengan kedalaman potong per-putaran. Secara mekanika, semakin besar diameter pahat gundi, semakin tinggi pula tingkat kekakuan struktural (*rigidity*) dan kapasitas ruang evakuasi geram (*chip flute*) yang dimiliki oleh pahat potong tersebut.

Tabel 3. Pahat Gundi dan Kedalaman Potong Proses Menggundi

Diameter pahat gundi (mm)	Besarnya kedalaman potong satu kali putaran (mm)
0-3	0.025-0.050
3-6	0.050-0.100
6-12	0.100-0.175
12-25	0.175-0.375
25-Seterusnya	0.375-0.675

Oleh karena itu, pahat gundi berdiameter besar (misalnya >25 mm) diizinkan menggunakan gerak makan yang tinggi (hingga 0,675 mm/putaran) karena mampu menahan beban aksial yang besar. Sebaliknya, pada diameter kecil (0–3 mm), gerak makan dibatasi sangat rendah (0,025–0,050 mm/putaran) untuk mencegah defleksi, tekukan, atau kegagalan patah pada pahat akibat keterbatasan kekuatan material pada pahat potong tersebut. Penentuan parameter ini krusial untuk menjaga keseimbangan antara efisiensi produksi dan umur pakai pahat (*tool life*).

2.1.5. Toleransi ISO

Tabel 4 merupakan tabel toleransi ISO digunakan dalam metrologi industri untuk memastikan *interchangeability* (kemampuan tukar komponen). Dengan menggunakan ini, komponen yang dibuat di pabrik berbeda akan tetap bisa dirakit dengan presisi selama mengikuti nilai toleransi yang sama.

Tabel 4. Toleransi ISO [9]

Rentang Dimensi Nominal (mm)	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13
up to 3	+0.010	+0.014	+0.025	+0.040	+0.060	+0.100	+0.140
over 3 up to 6	+0.012	+0.018	+0.030	+0.048	+0.075	+0.120	+0.180
over 6 up to 10	+0.015	+0.022	+0.036	+0.058	+0.090	+0.150	+0.220
over 10 up to 18	+0.018	+0.027	+0.043	+0.070	+0.110	+0.180	+0.270
over 18 up to 30	+0.021	+0.033	+0.052	+0.084	+0.130	+0.210	+0.330
over 30 up to 50	+0.025	+0.039	+0.062	+0.100	+0.160	+0.250	+0.390
over 50 up to 80	+0.030	+0.046	+0.074	+0.120	+0.190	+0.300	+0.460
over 80 up to 120	+0.035	+0.054	+0.087	+0.140	+0.220	+0.350	+0.540
over 120 up to 180	+0.040	+0.063	+0.100	+0.160	+0.250	+0.400	+0.630
over 180 up to 250	+0.048	+0.072	+0.115	+0.185	+0.290	+0.460	+0.720
over 250 up to 315	+0.052	+0.081	+0.130	+0.210	+0.320	+0.520	+0.810



Terbit online pada laman web jurnal : <http://inomet.ft.unand.ac.id>

INoMeT: Jurnal Inovasi Rekayasa Mekanikal dan Termal

| ISSN (Online) 3025-2598 |

2.1.6. Penentuan Parameter Pemessinan untuk Proses Membubut dan Proses Menggurdi Komponen Rumah Isolating Cock

Proses Membubut 1 s/d 5:

Proses ini membubut lubang dengan diameter Ø48.5 kedalaman 18 mm menggunakan pahat ukuran Ø16x16.

Parameter pemessinan teoritis membubut 1:

D=45 mm; $V_c=55$ m/menit; $f=0,1$ mm/putaran; L=18 mm dan $d=16$ mm.

Parameter pemessinan aktual membubut 1:

D= 45 mm; $n=400$ rpm; $f=0,2$ mm/putaran; $i = 2$ kali; L= 18 mm dan $d=16$ mm.

Proses membubut ulir 1 s/d 5:

Proses bubut ulir yang dilakukan pada proses Bubut 1 melalui Bubut ulir M50 X 1.5

Parameter pemessinan teoritis bubut ulir:

D=50 mm; $V_c=55$ m/menit; $f=0,1$ mm/putaran; $l=1.5$ mm dan $d=1.5$ mm

Parameter pemessinan aktual bubut ulir:

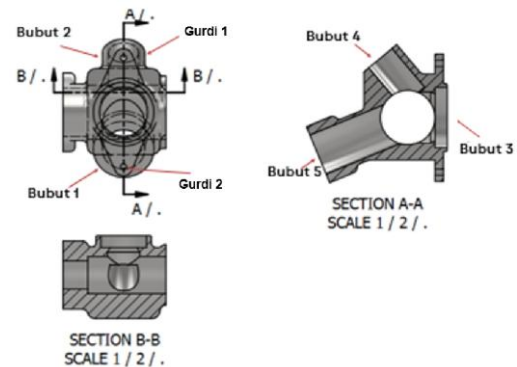
D=50 mm; $n=500$ rpm; $f=0,2$ mm/putaran; $l=1.5$ mm dan $d=1.5$ mm.

Sementara untuk nilai parameter proses membubut, bubut ulir dan proses menggurdi Komponen Rumah Isolating Cock lainnya lengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 1.

2. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Gambar Teknik dan Perencanaan Proses Membubut dan Proses Menggurdi Komponen Rumah Isolating Cock

Gambar teknik dan pError! Reference source not found.



Error! Reference source not found. Perencanaan Proses proses bubut dan Proses Gurdi dan Gambar potongan A_A dan B-B Komponen Rumah Isolating Cock [4].

3.2. Perhitungan Proses Pemessinan Secara Teori dan Aktual

Perhitungan secara teori proses pemessinan komponen Rumah Isolating Cock dilakukan berdasarkan rumus persamaan yang berhubungan dengan parameter proses pemessinan sebagai berikut [10]:

$$V_c = \frac{\pi \times D \times n}{1000}$$

$$V_f = f \times n$$

$$T_m = \frac{L}{V_f}$$

Dimana: V_c =kecepatan potong (m/menit); D=diameter rata rata (mm); n =putaran spindel (rpm); V_f =Kecepatan makan (mm/min); f =gerak makan (mm/putaran); T_m =waktu pemotongan (menit) dan L=panjang pemessinan (mm).

Sementara untuk perhitungan aktual dilakukan sesuai dengan pengamatan dan perhitungan secara real nya langsung diambil datanya oleh peneliti di lapangan ditambah dengan data pengamatan yang

diperoleh dari teknisi bagian manufaktur di PT XYZ.

a. Perhitungan total waktu proses membubut dan proses bubut ulir

Proses ini merupakan proses membubut lubang dengan diameter $\varnothing 48.5$ kedalaman 18 mm menggunakan pahat ukuran $\varnothing 16 \times 16$.

Perhitungan total waktu daripada proses membubut dan proses membubut ulir 1, 2, 3, 4 dan 5 secara actual dan secara teoritis adalah:

Proses membubut 1 s/d 5:

- 1) Total waktu secara teoritis 1 s/d 5 = $(0,58 + 0,58 + 0,41 + 0,24 + 0,92)$ menit = 2,73 menit
- 2) Total waktu aktual bubut 1 s/d 5 = $(0,285 + 0,1 + 0,59 + 0,44 + 1,39)$ menit = 2,805 menit

Proses bubut ulir 1 s/d 5:

- 1) Total waktu secara teoritis bubut ulir 1 s/d 5 = $(0,17 + 0 + 0,01 + 0,10 + 0,70)$ menit = 0,98 menit
- 2) Total waktu aktual bubut ulir 1 s/d 5 = $(0,06 + 0 + 0,0045 + 0,06 + 0,41)$ menit = 0,5345 menit

Pada proses bubut, terdapat selisih waktu yang sangat tipis antara kondisi aktual dan perhitungan secara teori. Pada waktu aktual sedikit lebih lambat dibandingkan teori. Hal ini terjadi karena adanya faktor eksternal seperti handling alat, kondisi mesin, atau fluktuasi kecepatan potong. Sedangkan pada waktu teoritis merupakan estimasi ideal berdasarkan rumus kecepatan potong dan gerak makan. Pada proses penguliran, di mana waktu aktual justru lebih cepat daripada teori. Pada waktu aktual lebih efisien dibandingkan perhitungan standar. Sedangkan waktu teoritis menggunakan parameter keamanan (*safety factor*) yang lebih tinggi atau jumlah langkah penyayatan (*passes*) yang lebih banyak sesuai dengan rumusnya.

b. Perhitungan total waktu Proses Menggurdi

Proses Menggurdi 1

Proses ini merupakan proses menggurdi Handle, gurdi tembus $\varnothing 8$ dan $\varnothing 7,8$. Proses proses ini untuk

membuat lubang menggunakan pahat gurdi dengan diameter 8 mm dan 7,8 mm, dan proses menggurdi dilakukan sebanyak 2 kali. Pertama menggunakan pahat berdiameter 8 mm dan yang kedua berdiameter 7,8 mm. Proses menggurdi dilakukan sampai tembus benda kerja dengan kedalaman 24 mm.

Perhitungan total waktu daripada proses menggurdi 1 dan gurdi tembus secara aktual dan teoritis adalah:

- 1) Total waktu teoritis menggurdi 1 = $(0,22 + 0,21)$ menit = 0,43 menit.
- 2) Total waktu aktual proses menggurdi 1 = $(0,25 + 0,25)$ menit = 0,50 menit.

Proses Menggurdi 2

Proses ini merupakan proses menggurdi flens, gurdi tembus $\varnothing 12$ sebanyak 2x. Menggunakan pahat gurdi berdiameter 12 mm untuk membuat lubang dengan diameter 12 mm yang dilakukan sebanyak 2 kali disisi kanan dan kiri. Proses menggurdi dilakukan sampai tembus benda kerja dengan kedalaman 14 mm.

Total waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proses menggurdi 2 secara teoritis dan aktual adalah :

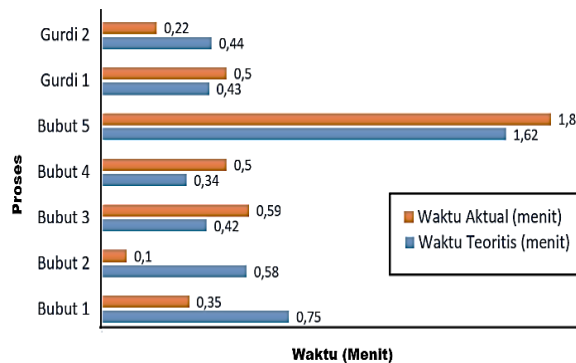
- 1) Total waktu teoritis proses menggurdi 2 = $(0,22 + 0,22)$ menit = 0,44 menit .
- 2) Total waktu aktual proses menggurdi 2 = $(0,11 + 0,11)$ menit = 0,22 menit.

Selanjutnya, hasil perhitungan total proses membubut dan menggurdi secara aktual dan secara teoritis diatas diplot kedalam Tabel 5. Gambar 8 memperlihatkan perbedaan waktu untuk masing masing proses untuk kedu metoda yang digunakan. Kedua hasil perolehan data dibandingkan dan dapat dianalisis apa saja kemungkinan yang menjadi penyebab perbedaan.

Tabel 5. Perbandingan Total Waktu Teoritis dan Waktu Aktual

No	Uraian Proses	Teoritis	Aktual
1.	Proses Bubut 1	0,75 menit	0,35 menit
2.	Proses Bubut 2	0,58 menit	0,10 menit
3.	Proses Bubut 3	0,42 menit	0,59 menit

4.	Proses Bubut 4	0,34 menit	0,50 menit
5.	Proses Bubut 5	1,62 menit	1,80 menit
6.	Proses Gurdi 1	0,43 menit	0,50 menit
7.	Proses Gurdi 2	0,44 menit	0,22 menit
8.	Handling	0 menit	5 menit
Total waktu		9,06 menit	4,58 menit
Selisih		4,48 menit	



Gambar 8. Perbandingan waktu sevara teori dan aktual untuk setiap proses

3.3. Perbandingan Hasil Waktu Teoritis dan Aktual

Berdasarkan proses perhitungan diatas juga didapatkan data waktu yang diperlukan untuk setiap proses (

Tabel). Dari tabel dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan yang tidak signifikan antara waktu pemotongan teoritis dan waktu aktual. Waktu pemotongan aktual atau pengerjaan lapangan lebih lama dua kali dari waktu pemotongan teoritis. Hal ini disebabkan oleh adanya proses *handling*. Sementara pada perhitungan waktu teoritis proses *handling* diabaikan, yang kenyataannya akan menghabiskan waktu hingga 4,48 menit. Durasi ini mencakupi pemasangan dan pelepasan benda kerja (*loading/unloading*), pembersihan geram (*chip*), serta penggantian alat potong. Waktu aktual juga lebih lama daripada waktu teoritis juga disebabkan oleh karena parameter proses pemesinan yang digunakan lebih rendah terutama pada kecepatan makan. Pada Gambar 7, proses bubut 1 dan bubut 2 lebih tinggi pada teoritis daripada actual, ini disebabkan oleh karena pemilihan gerak makan yang lebih kecil ($f=0,1$ mm/putaran) dari gerak makan pada proses aktual ($f=0,2$ mm/putaran).

3.4. Analisis Pengaruh Parameter Proses Pemesinan terhadap Toleransi dan kekasaran permukaan

Tabel 6 menunjukkan pengaruh parameter proses pemesinan terhadap kekasaran permukaan dan toleransi dimensi secara teori. Dari tabel ini dapat diketahui bahwa jika kecepatan makan semakin tinggi akan menyebabkan permukaan komponen lebih kasar dan dimensi benda kerja setelah proses pemesinan juga kurang presisi dan pahat yang digunakan juga akan makin cepat haus.

Tabel 6. Pengaruh parameter proses pemesinan, terhadap kekasaran permukaan dan toleransi dimensi secara teori

Parameter	Jika Parameter Dinaikkan	Pengaruh Kekasaran Permukaan	Toleransi Dimensi
Kecepatan Potong (V_c)	Tinggi	Membaik (lebih halus)	Presisi
Kecepatan Gerak Makan (f)	Tinggi	Memburuk (Lebih kasar)	Kurang Presisi

Dari table diatas juga dapat diketahui bahwa dengan kecepatan potong (V_c) yang tinggi dan gerak makan (f) rendah akan membawa pengaruh terhadap hasil produksi yang dihasilkan, sehingga akan dihasilkan kualitas hasil proses pemesinan komponen rumah *isolating cock* yang terbaik dan sesuai dengan teori. *Isolating cock* biasanya memiliki toleransi ISO H7 (dengan lubang memiliki deviasi bawah nol, ukuran tidak boleh lebih kecil dari nominal). Jika suatu *feed rate* terlalu besar, maka ini akan menyebabkan getaran dan membuat lubang menjadi oval atau malah sebaliknya tirus. Lubang tadi inilah yang akan menyebabkan komponen dari *isolating cock* mengalami kebocoran saat katup digunakan dan membuat rumah komponen pada *isolating cock* yang dihasilkan tidak efisien. Analisa diatas menunjukkan bahwa parameter proses pemesinan yang digunakan terhadap hasil kekasaran permukaan telah sesuai dengan teori.

3.5. Nilai Penyimpangan terhadap Ukuran Nominal

Berdasarkan Tabel 7, hasil pengukuran dianalisis berdasarkan nilai penyimpangan terhadap ukuran nominal, bukan hanya berdasarkan nilai ukuran aktual. Nilai penyimpangan diperoleh dari selisih antara ukuran hasil pengukuran dan ukuran nominal. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa penyimpangan dimensi pada setiap spesimen bervariasi, dengan nilai penyimpangan positif menunjukkan ukuran aktual lebih besar daripada ukuran nominal, sedangkan nilai negatif menunjukkan ukuran aktual lebih kecil daripada ukuran nominal. Pada dimensi Ø21 mm dengan toleransi 0 hingga +0,013 mm, penyimpangan yang diperoleh berada pada rentang 0 hingga +0,010 mm. Sementara itu, pada dimensi Ø50 mm dengan toleransi 0 hingga +0,160 mm, seluruh spesimen menunjukkan penyimpangan sebesar +0,100 mm. Berdasarkan perbandingan nilai penyimpangan dengan toleransi acuan yang tersedia, dimensi-dimensi tersebut masih berada dalam batas toleransi yang ditetapkan. Untuk dimensi lainnya, penilaian kesesuaian terhadap toleransi perlu dilakukan berdasarkan nilai toleransi teknis yang tercantum pada gambar kerja atau standar pemeriksaan yang berlaku. Data hasil pemeriksaan (**Error! Not a valid bookmark self-reference.7**) terhadap 3 spesimen pada bagian komponen rumah *isolating cock* diperoleh dengan cara pengukuran secara manual setelah proses pemesinan selesai dilakukan dengan menggunakan alat ukur micrometer sekrup, jangka sorong dan teknologi scanning dengan *CMM laser tracker & arm*. Hasil pemeriksaan menunjukkan bahwa parameter proses pemesinan yang digunakan pada proses pemesinan telah efisien dan memperoleh hasil yang sesuai dengan toleransi dimensi yang telah ditetapkan untuk komponen rumah *isolating cock*.

Tabel 7. Data Hasil Penyimpangan Hasil Pengukuran Dimensi Komponen Rumah *Isolating Cock* Terhadap Ukuran Nominal

Ukuran No.	Nominal (mm)	Toleransi Acuan	Penyimpangan Spesimen 1 (mm)	Penyimpangan Spesimen 2 (mm)	Penyimpangan Spesimen 3 (mm)
1	Ø21,000	0 s.d. +0,013	+0,010	+0,008	0,000
2	M30 × 1,5	Go/No-Go	—	—	—

Ukuran No.	Nominal (mm)	Toleransi Acuan	Penyimpangan Spesimen 1 (mm)	Penyimpangan Spesimen 2 (mm)	Penyimpangan Spesimen 3 (mm)
3	Ø12,000	—	0,000	0,000	0,000
4	10,000	—	-0,100	+0,100	+0,100
5	14,000	-0,100	-0,100	0,000	0,000
6	33,500	—	0,000	+0,100	0,000
7	47,500	—	+0,100	-0,200	0,000
8	Ø50,000	0 s.d. +0,160	+0,100	+0,100	+0,100
9	Ø39,000	—	0,000	0,000	0,000
10	95,000	—	-0,200	+0,200	0,000
11	24,000	—	+0,100	+0,200	0,000
12	Ø8,000	-0,150	-0,100	-0,100	-0,100
13	35,500	-0,300	-0,100	-0,200	-0,200
14	103,000	—	+0,100	-0,100	+0,200
15	32,000	—	0,000	+0,200	0,000
16	38,000	—	+0,100	0,000	+0,200
17	Ø21,000	0 s.d. +0,021	0,000	+0,020	+0,020
18	Ø28,000	—	0,000	0,000	0,000
19	103,000	—	+0,100	+0,100	-0,200

Catatan:

Nilai penyimpangan dimensi dihitung dengan persamaan:

$$\Delta = X \text{ aktual} - X \text{ nominal}$$

Nilai penyimpangan dimensi (Δ) dihitung berdasarkan selisih antara ukuran aktual hasil pengukuran dan ukuran nominal yang ditetapkan pada gambar kerja. Nilai Δ positif menunjukkan bahwa ukuran aktual lebih besar daripada ukuran nominal, sedangkan nilai Δ negatif menunjukkan bahwa ukuran aktual lebih kecil daripada ukuran nominal. Nilai $\Delta = 0$ menunjukkan bahwa ukuran hasil pengukuran sama dengan ukuran nominal.

3.6. Analisis Pengaruh Parameter Proses Pemesinan Terhadap Waktu Secara Teoritis dan Aktual

Berdasarkan hasil perhitungan

Tabel 5, dapat diketahui bahwa setiap proses pemesinan pada pembuatan rumah komponen *isolating cock* memiliki perbedaan yang tidak signifikan antara waktu teoritis dan aktual. Hanya

saja waktu pemotongan aktual selama 9,06 menit, yang lebih besar daripada waktu pemotongan teoritis selama 4,58 menit. Hal ini bisa disebabkan karena pada kondisi aktual dilakukan kecepatan yang rendah dibandingkan dengan literatur, dengan tujuan untuk meminimalisir keausan dan patah pada pahat saat putaran spindle dinaikan. Untuk pemotongan aktual ada persiapan (*handling*) dalam proses pemesinan, sehingga waktu pemotongan aktual lebih besar daripada waktu pemotongan teoritis.

4.KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis proses pembuatan komponen rumah *isolating cock* pada sistem *air-brake system*, dapat disimpulkan bahwa:

1. Proses pembuatan komponen rumah *isolating cock* dilakukan melalui beberapa tahapan membubut dan mengkurdi menggunakan mesin bubut dan mesin gurdi konvensional. Pemilihan parameter pemesinan dilakukan dengan mempertimbangkan material benda kerja berupa besi cor nodular, jenis pahat, serta kondisi mesin yang digunakan.
2. Hasil perbandingan waktu pemotongan teoritis dan aktual menunjukkan adanya perbedaan pada beberapa tahapan proses. Perbedaan tersebut dipengaruhi oleh variasi parameter pemesinan yang digunakan pada perhitungan teoritis dan kondisi aktual di lapangan. Waktu proses aktual juga dipengaruhi oleh aktivitas pendukung seperti pemasangan dan pelepasan benda kerja, pembersihan geram, serta *handling*.
3. Hasil pengukuran dimensi dianalisis berdasarkan nilai penyimpangan terhadap ukuran nominal. Hasil analisis menunjukkan bahwa penyimpangan dimensi komponen masih berada dalam batas toleransi yang ditetapkan, sehingga komponen yang dihasilkan memenuhi persyaratan ketelitian dimensi.
4. Secara keseluruhan, proses pemesinan yang diterapkan mampu menghasilkan komponen rumah *isolating cock* dengan dimensi yang sesuai spesifikasi. Analisis waktu dan

penyimpangan dimensi menunjukkan bahwa evaluasi parameter pemesinan perlu dilakukan secara bersamaan untuk memperoleh keseimbangan antara efisiensi waktu proses dan ketelitian hasil pemesinan.

4.2. Saran

Berdasarkan hasil analisis waktu pemotongan dan penyimpangan dimensi, beberapa saran yang dapat diberikan adalah:

1. Pencatatan waktu proses sebaiknya dilakukan secara terpisah antara waktu pemotongan, *handling*, *setup*, pengukuran, dan aktivitas pendukung lainnya. Pemisahan ini diperlukan agar evaluasi efisiensi proses dapat dilakukan secara lebih akurat dan perbedaan antara waktu teoritis dan aktual dapat dianalisis dengan lebih jelas.
2. Pemilihan parameter pemesinan perlu dievaluasi berdasarkan material besi cor nodular dan kondisi aktual mesin, terutama pada kecepatan potong dan gerak makan. Evaluasi tersebut diperlukan untuk memperoleh keseimbangan antara waktu proses dan ketelitian dimensi komponen.
3. Pengukuran penyimpangan dimensi perlu dilakukan secara berkala pada ukuran-ukuran kritis komponen untuk memastikan hasil pemesinan tetap berada dalam batas toleransi yang ditetapkan.
4. Penelitian selanjutnya disarankan untuk menguji beberapa variasi parameter pemesinan dan menganalisis pengaruhnya terhadap waktu proses, penyimpangan dimensi, serta kualitas hasil pemesinan secara kuantitatif.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ketua Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Andalas.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J.G. Silva, Francisco. 2021. *Metal Machining—Recent Advances, Applications, and Challenges*. Metals. MDTI, Vol 11(4): 1-

- 31 (2021). DOI: 10.3390/met11040580
- [2] Ijalyunus. 2013. jtm,+JURNAL+SKRIPSI. *Jtm*, 01, 48–55.
- [3] D.L. Zariatin. 2016. *Analysis of Influence of Spindle Speed and Feeding Speed to Tool Wear and Surface Roughness*, *Journal of Energy, Mechanical, Material, and Manufacturing Engineering*, Vol 1(1). Penerbit: Universitas Muhammadiyah Malang. DOI: 10.22219/jemmme.v1i1.4480
- [4] PT Pindad. 2026. *Komponen Isolating Cock*.
- [5] Manual Book Mesin Bubut Konvensional Volman S-35
- [6] Manual Book Mesin Gurdi Konvensional SIEMENS
- [7] M. Khoir, Mujabirul. 2011. *Proses Pembuatan Spindel Utama pada Mesin Bubut CNC*. Proyek Akhir, Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta, hal. 49 dan 110.
- [8] Groover, M. P. (2020). *Fundamentals of Modern Manufacturing: Materials, Processes, and Systems* (7th ed.). Wiley.
- [9] Maderia. 2026. *Types Of Fits in Engineering*. <https://www.madearia.com/blog/types-of-fits-in-engineering/>
- [10] T. Rochim . 1993. *Teori dan Teknologi Proses Pemesinan*. Higher Education Development Support Project
- [11] Kalpakjian, S., & Schmid, S. R. (2009). *Manufacturing engineering and technology* (6th ed.). Pearson Education

Lampiran 1. Pemilihan Nilai Parameter Pemesinan Untuk masing-Masing Proses Membubut, Bubut Ulir dan Proses Menggurdi Komponen Rumah *Isolating Cock*

Proses	Operasi	Aktual/ Teoritis	Dia pahat mm	Vc m/mi n	D mm	a mm	n rpm	f mm/put	i kali	L mm	d mm
Bubut 1	Lubang Ø48	Teoritis	Ø48	55	45			0,1	-	18	16
		Aktual	Ø48		45	18	400	0,2	2	18	16
Bubut Ulir 1		Teoritis		55	50			0,1	-	1,5	1,5
		Aktual	M50x1.5		50		500	0,2	-	1,5	1,5
Bubut 2	Facing lub 103	Teoritis		55	103			0,1		4	20
		Aktual	Ø20x20		103		500	0,2		4	20
Bubut Ulir 2		Teoritis		55	103			0,2		4	2
		Aktual			103		500	0,1	-	1,5	1,5
Bubut 3		Teoritis	Ø16x16	55	39				2	14	16
		Aktual	Ø16x16		39		315	0,1		14	16
Bubut Ulir 3	Alur	Teoritis		55	47			0,1		0,3	0,5
		Aktual	Ø47, Ø42		47		500	0,2		0,3	0,5
Bubut 4	Lubang Ø28.5	Teoritis	Ø28.5	55	24			0,1	2	14	12
		Aktual	Ø28.5		24		400	0,2	2	14	12
Bubut Ulir 4		Teoritis	M30x 1.5	55	30	10		0,2			1,5
		Aktual	M30 x 1.5		30	10	500	0,2			1,5
Bubut 5		Teoritis	Ø20x20	55	37			0,1		38	2,0
		Aktual	Ø20x20		37		315	0,2	2	38	20
Bubut Ulir 5	Ulir luar R1/4	Teoritis		55	30			0,1		31,8	3,2
		Aktual			30		500	0,2		31,7	3,2
Gurdi 1 Ø8	Lubang tembus	Teoritis	8	30	8			0,1	24		
		Aktual	8		8		800	0,13	24		
Gurdi 1 Ø7,8	Lubang tembus	Teoritis	7,8	30	7,8			0,1	24		
		Aktual	7,8		7,8		500	0,13	24		
Gurdi 2 kiri	Flens	Teoritis		12		8			0,13		14
		Aktual	12				1200	0,1		14	
Gurdi 2 kanan	Flens	Teoritis		12	30	8			0,13		14
		Aktual		12	30	8		1200	0,1		14