

BAHAN AJAR TEKNIK PEMESINAN KONVENSIONAL

MEMBUBUT EKSENTRIK (Eccentric Turning)

Untuk Siswa Kelas XI
SMK Kompetensi Keahlian Teknik Mesin
Tahun Pelajaran 2025-2026

Mata Pelajaran: Teknik Pemesinan Konvensional
Kurikulum Merdeka

Disusun Oleh: Eka Sri Darma
NIM: 20250843912

PPG CALON GURU
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS SARJANAWIYATA TAMANSISWA
2026

TUJUAN PEMBELAJARAN

Setelah mempelajari bahan ajar ini, Anda mampu:

1. Menjelaskan pengertian eksentrisitas dan nilai e pada proses pembubutan.
2. Membedakan pembubutan eksentrik dengan pembubutan lurus dan tirus.
3. Memilih metode pencekaman eksentrik yang sesuai untuk kondisi benda kerja tertentu.
4. Melakukan setup 4-jaw independent chuck dengan dial indicator secara mandiri.
5. Menghitung parameter pemotongan yang aman untuk benda kerja eksentrik.
6. Mengukur dan memverifikasi nilai e hasil pembubutan menggunakan v-block.

BAB 1 — KONSEP DASAR EKSENTRISITAS

Pengertian · Geometri · Nilai e · Perbedaan dengan Bubut Lurus & Tirus

1.1 Apa Itu Eksentrisitas?

Perhatikan poros engkol (crankshaft) pada mesin motor. Jika Anda memegangnya dan memutar perlahan, satu bagian poros bergerak naik-turun mengikuti putaran tidak berputar di satu titik tetap. Bagian itulah yang disebut eksentrik.

Secara teknis: sebuah benda dikatakan eksentrik apabila memiliki DUA sumbu putar yang sejajar namun tidak berimpit memiliki jarak tertentu antara satu sumbu dengan sumbu lainnya. Jarak antara kedua sumbu tersebut disebut nilai eksentrisitas, dilambangkan dengan huruf e.

Nilai Eksentrisitas

= **e = jarak antara dua sumbu putar (mm)**

Nilai e dibaca langsung dari gambar kerja. Jangan menghitung dari selisih diameter kecuali gambar kerja menyatakan demikian.

ANALOGI MUDAH

- Pegang pensil dengan dua tangan. Jika sejajar lurus → pensil berputar sempurna di satu sumbu = bubut lurus.
- Geser salah satu tangan sedikit ke samping → tengah pensil 'bergelombang' saat diputar = eksentrik.
- Jarak pergeseran tangan itulah setara dengan nilai e!

1.2 Perbedaan Membubut Eksentrik, Lurus, dan Tirus

Aspek	Bubut LURUS	Bubut TIRUS	Bubut EKSENTRIK
Sumbu benda kerja	Satu sumbu tunggal	Satu sumbu, diameter berubah	DUA sumbu sejajar berbeda
Hasil penampang	Silinder sempurna	Kerucut / tirus	Silindris dengan offset
Posisi setup	Normal — center sumbu utama	Sudut eretan atau tailstock offset	Sumbu digeser sejauh nilai e
Pencekaman	3-jaw atau 4-jaw normal	3-jaw atau 4-jaw normal	4-jaw independent chuck / plat pembawa
Tingkat kesulitan	Dasar	Menengah	Lanjut — presisi setup tinggi
Contoh produk	Poros, pin, baut	Shank alat potong, taper pin	Crankshaft, cam shaft, poros pompa

Tabel 1.1 – Perbandingan Tiga Jenis Pembubutan

1.3 Cara Membaca Nilai e dari Gambar Kerja

Nilai e selalu tertulis eksplisit pada gambar kerja, biasanya ditulis 'e = X mm' di dekat bagian eksentrik, atau ditunjukkan melalui dua garis sumbu (centerline) dengan dimensi jarak di antaranya.

⚠ PERHATIAN PENTING

- Jangan menghitung e dari selisih diameter! Cara ini sering salah.
- Cara yang benar: baca nilai e LANGSUNG dari gambar kerja pada dimensi jarak antar sumbu.
- Jika gambar tidak mencantumkan e secara eksplisit → konsultasikan dengan guru sebelum eksekusi.

BAB 2 — METODE PENCEKAMAN EKSENTRIK

4-Jaw Chuck · Plat Pembawa · Chuck Eksentrik Khusus

2.1 4-Jaw Independent Chuck — Metode Utama

4-jaw independent chuck memiliki 4 rahang yang masing-masing bergerak INDEPENDEN. Berbeda dari 3-jaw chuck yang ketiga rahangnya bergerak bersamaan secara otomatis.

Keunggulan untuk eksentrik:

- Dapat menggeser titik pusat ke posisi mana pun yang diinginkan.
- Menampung benda kerja non-silindris.
- Akurasi tinggi jika digunakan bersama dial indicator.
- Tersedia hampir di semua bengkel mesin.

Kekurangan:

- Setup membutuhkan waktu lebih lama (20–45 menit).
- Membutuhkan keahlian dan kesabaran menyetel tiap rahang.

2.2 Perbandingan Tiga Metode Pengekaman

Metode	Keunggulan	Kapan Digunakan
4-Jaw Independent Chuck	Fleksibel, umum, tidak butuh alat khusus	Produksi tunggal/kecil, pembelajaran, bengkel umum
Plat Pembawa Eksentrik	Konsisten antar benda kerja, cepat setelah setting awal	Produksi seri dengan nilai e tetap
Chuck Eksentrik Khusus	Presisi sangat tinggi, setting cepat	Produksi presisi tinggi, volume besar

BAB 3 — PROSEDUR SETUP 4-JAW CHUCK UNTUK EKSENTRIK

Peralatan · 10 Langkah Setup · Penggunaan Dial Indicator

3.1 Peralatan yang Diperlukan

Alat	Fungsi
4-Jaw Independent Chuck	Mencekam benda kerja dengan kemampuan offset
Dial Indicator (DTI) 0,01 mm	Mengukur simpangan (run-out) benda kerja
Magnetic Stand	Menyangga dial indicator pada posisi stabil
Kunci Chuck (T-key)	Mengencangkan dan mengendurkan setiap jaw secara individual
Jangka Sorong	Mengukur diameter dan panjang benda kerja
V-Block + Dial Indicator	Memverifikasi nilai e pada benda kerja hasil pembubutan

3.2 10 Langkah Setup Eksentrik dengan 4-Jaw Chuck

LANGKAH 1 — Baca gambar kerja: Catat nilai e, diameter, panjang, dan toleransi.

Pahami gambar sebelum menyentuh mesin.

LANGKAH 2 — Pasang 4-jaw chuck: Pastikan chuck terpasang kencang. Bersihkan permukaan chuck dari chip.

LANGKAH 3 — Pasang benda kerja secara kasar: Kencangkan keempat jaw merata. Posisi sementara — belum harus presisi.

LANGKAH 4 — Pasang dial indicator: Tempel magnetic stand pada bed mesin. Sentuhkan probe tegak lurus ke permukaan benda kerja.

LANGKAH 5 — Putar chuck secara MANUAL: Putar perlahan, baca simpangan. Catat titik tertinggi (maks) dan terendah (min).

LANGKAH 6 — Hitung target run-out: Target total run-out = $2 \times e$. Contoh: $e = 5 \text{ mm}$ → run-out harus = 10 mm.

LANGKAH 7 — Setel jaw secara bertahap: Kendurkan jaw berlawanan arah offset, kencangkan jaw ke arah offset. Sedikit demi sedikit, bergantian.

LANGKAH 8 — Periksa setelah setiap penyesuaian: Selalu cek dial indicator setelah setiap perubahan jaw.

LANGKAH 9 — Verifikasi dan kencangkan: Setelah run-out = $2e$ dalam toleransi, kencangkan semua jaw merata.

LANGKAH 10 — Final K3 Check: Semua jaw kencang, kunci chuck DILEPAS, area bebas, APD lengkap → baru hidupkan mesin.

KUNCI KEBERHASILAN SETUP

- Kesabaran adalah kunci! Setup eksentrik yang baik = 20–45 menit. Jangan terburu-buru.
- Setel jaw sedikit demi sedikit (0,1–0,2 mm per langkah) — lebih terkontrol dari langsung besar.
- Selalu periksa dengan dial indicator setelah SETIAP penyesuaian jaw.

BAB 4 — PARAMETER PEMOTONGAN UNTUK EKSENTRIK

Mengapa Berbeda · Aturan n · f · ap · Contoh Hitungan

4.1 Mengapa Parameter Harus Disesuaikan?

Benda kerja eksentrik tidak seimbang saat berputar. Ketidakseimbangan menciptakan gaya sentrifugal yang berubah-ubah setiap putaran menyebabkan getaran. Semakin tinggi putaran, semakin besar gaya sentrifugal, semakin berbahaya.

Aturan Praktis Putaran Eksentrik

=

$$n_{\text{eksentrik}} = 50\text{--}70\% \times n_{\text{normal}}$$

Gunakan 50% untuk e besar (>5 mm) atau massa benda besar. Gunakan 70% untuk e kecil (<3 mm). Selalu mulai dari putaran paling rendah dulu.

4.2 Panduan Parameter Pemotongan Eksentrik

Parameter	Perbedaan vs Bubut Lurus	Panduan Nilai
Vc (m/min)	Sama — pilih dari katalog berdasarkan material	Tidak perlu dikurangi
n (rpm)	WAJIB DITURUNKAN 30–50%	$e < 3\text{mm}$: turun 30%. $e > 5\text{mm}$: turun 50%
f (mm/rev)	Dikurangi sedikit	Roughing: 0,10–0,20. Finishing: 0,05–0,10
ap (mm)	Dikurangi untuk meminimalkan gaya potong	Roughing: maks 1,0–1,5. Finishing: 0,1–0,3

Contoh 1

Baja ST-37 berdiameter 40 mm, $e = 5$ mm, pahat carbide. Parameter bubut lurus normal: $Vc = 100$ m/min, $n = 800$ rpm. Tentukan parameter yang aman untuk operasi eksentrik!

Diketahui	$d=40\text{mm}$ $e=5\text{mm}$ ST-37 carbide $n_{\text{normal}}=800$ rpm
Vc eksentrik	Vc tidak berubah = 100 m/min (pilihan dari katalog)
n eksentrik	$e=5\text{mm} \rightarrow$ gunakan 60% $\rightarrow n = 60\% \times 800 = 480$ rpm \rightarrow pilih setting terdekat: 450 atau 500 rpm
f eksentrik	Roughing: $f = 0,10\text{--}0,15$ mm/rev Finishing: $f = 0,05\text{--}0,08$ mm/rev
ap eksentrik	Roughing: ap maks = 1,0–1,5 mm Finishing: $ap = 0,2\text{--}0,3$ mm

Jawaban: $n_{\text{eksentrik}} \approx 480$ rpm | $f = 0,10$ mm/rev (roughing) | $ap = 1,0$ mm (roughing)

BAB 5 — MENGUKUR DAN MEMVERIFIKASI HASIL EKSENTRIK

V-Block · Dial Indicator · Rumus Verifikasi · Interpretasi Hasil

5.1 Prosedur Pengukuran dengan V-Block dan Dial Indicator

LANGKAH 1: Letakkan v-block di atas pelat rata yang bersih.

LANGKAH 2: Letakkan benda kerja (bagian diameter referensi/lurus) di atas v-block.

LANGKAH 3: Pasang dial indicator pada stand magnet. Sentuhkan probe ke permukaan bagian eksentrik.

LANGKAH 4: Set jarum dial ke posisi nol.

LANGKAH 5: Putar benda kerja satu putaran penuh secara perlahan.

LANGKAH 6: Catat bacaan maksimum (+) dan minimum (-).

LANGKAH 7: Hitung e aktual = (bacaan maks – bacaan min) / 2.

LANGKAH 8: Bandingkan e aktual dengan spesifikasi gambar kerja.

Menghitung e Aktual dari Dial

$$e = (\text{Bacaan Maks} - \text{Bacaan Min}) / 2$$

= *Bacaan Maks = simpangan positif terbesar | Bacaan Min = simpangan negatif terbesar | Dibagi 2 karena dial membaca total diameter penyimpangan*

Contoh 2

Pengukuran v-block: bacaan maks = +4,95 mm, bacaan min = -5,02 mm. Spesifikasi: $e = 5,00 \text{ mm} \pm 0,05 \text{ mm}$. Apakah memenuhi spesifikasi?

Diketahui	Bacaan maks = +4,95 mm Bacaan min = -5,02 mm
Hitung e aktual	$e = (4,95 - (-5,02)) / 2 = (4,95 + 5,02) / 2 = 9,97 / 2 = 4,985 \text{ mm}$
Evaluasi	Spesifikasi: $5,00 \pm 0,05 \text{ mm}$ → rentang: 4,95 s.d. 5,05 mm
Kesimpulan	e aktual = 4,985 mm → masuk rentang 4,95–5,05 mm ✓

Jawaban: MEMENUHI SPESIFIKASI — e aktual = 4,985 mm (dalam toleransi $\pm 0,05 \text{ mm}$)

SOAL LATIHAN MANDIRI

Kerjakan soal-soal berikut. Tampilkan semua langkah jawaban.

1. Jelaskan perbedaan pembubutan lurus, tirus, dan eksentrik! Berikan satu contoh produk industri untuk masing-masing
2. Poros eksentrik baja S45C, pahat carbide, $n_{\text{normal}} = 900$ rpm, $e = 8$ mm. Tentukan: (a) n eksentrik yang aman, (b) f yang disarankan untuk roughing, (c) ap maksimal untuk roughing.
3. Jelaskan 10 langkah setup 4-jaw chuck untuk eksentrik secara lengkap! Mengapa setiap langkah penting?
4. Pengukuran v-block: dial maks = +7,85 mm, dial min = -8,10 mm. Spesifikasi: $e = 8,00$ mm $\pm 0,05$ mm. Apakah memenuhi spesifikasi?
5. Mengapa putaran spindle HARUS diturunkan saat membubut eksentrik? Jelaskan prinsip fisika ketidakseimbangannya!