



SMK NEGERI 2 DEPOK SLEMAN

RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN

TEKNIK PEMESINAN FRAIS

Tahun Ajaran 2025-2026



Disusun oleh

Eka Sri Darma

20250843912

PPG CALON GURU

**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS SARJANAWIYATA TAMANSISWA**

2026

PERENCANAAN PEMBELAJARAN MENDALAM**(DEEP LEARNING)**

Satuan Pendidikan	SMK Negeri 2 Depok Sleman
Bidang Keahlian	Teknologi Manufaktur dan Rekayasa
Program Keahlian	Teknik Mesin
Konsentrasi Keahlian	Teknik Pemesinan
Tahun Ajaran	2025/2026
Semester	Genap
Mata Pelajaran	Teknik Pemesinan Frais
Fase/Kelas	Fase F/ Kelas XI
Alokasi Waktu	3 pertemuan x 9 Jam Pelajaran (@ 45 menit)
Elemen/ Topik	Teknik Pemesinan Frais
Identifikasi	Karakteristik Murid: Murid memiliki pengetahuan dasar Teknik Pemesinan Frais yang bervariasi. Hasil asesmen diagnostik menunjukkan bahwa kemampuan murid bervariasi ada yang di bawah rata-rata, sedang, dan di atas rata-rata. Hasil ini sebagai acuan untuk menerapkan pembelajaran berdiferensiasi.
	Materi Pelajaran: Mata pelajaran Teknik Pemesinan membekali Murid dalam kompetensi tingkat menengah serta lanjut yang harus dimiliki oleh seorang tenaga operator, teknisi junior, dan jabatan profesi lainnya terkait pekerjaan teknik pemesinan. Mata pelajaran ini juga membekali Murid untuk berwirausaha dan melanjutkan studi yang relevan dengan bidang teknik pemesinan. Deskripsi elemen Teknik Pemesinan Frais meliputi parameter-parameter pemotongan pekerjaan frais, persiapan pekerjaan frais, pengaturan benda kerja sesuai tingkat kepresisian yang dibutuhkan, pengefraisan untuk pekerjaan tertentu, pengefraisan dengan alat bantu, pengefraisan benda sederhana, dan pengefraisan benda rakitan yang kompleks.
	Dimensi Profil Lulusan: Pilihlah dimensi profil lulusan yang akan dicapai dalam pembelajaran dengan centangan.

	<input checked="" type="checkbox"/> DPL1 Keimanan dan Ketakwaan terhadap Tuhan YME <input type="checkbox"/> DPL2 Kewargaan <input checked="" type="checkbox"/> DPL3 Penalaran Kritis <input checked="" type="checkbox"/> DPL4 Kreativitas <input checked="" type="checkbox"/> DPL5 Kolaborasi <input checked="" type="checkbox"/> DPL6 Kemandirian <input checked="" type="checkbox"/> DPL7 Kesehatan <input checked="" type="checkbox"/> DPL8 Komunikasi
Desain Pembelajaran	Capaian Pembelajaran: Pada akhir fase F, murid mampu memahami parameter pemotongan pekerjaan frais, persiapan pekerjaan frais; menganalisis perhitungan waktu teknik pemesinan frais; dan memahami pengaturan benda kerja sesuai tingkat kepresisian yang dibutuhkan, pengefraisan untuk pekerjaan tertentu, pengefraisan dengan alat bantu, pengefraisan benda sederhana, pengefraisan benda rakitan yang kompleks.
	Lintas Disiplin Ilmu: Matematika, Bahasa Indonesia, Bahasa Inggris, IPAS, Informatika, Dasar-dasar Teknik Mesin, Gambar Teknik Manufaktur, Teknik Pemesinan Bubut
	Tujuan Pembelajaran: Murid mampu menerapkan pengefraisan dengan alat bantu secara tepat.
	KKTP: Setelah mengikuti pembelajaran ini, diharapkan Murid mampu: <ol style="list-style-type: none"> 1. Memahami konsep pembagian sudut dalam frais 2. Mengidentifikasi dan menjelaskan fungsi alat bantu dalam pengefraisan. 3. Melakukan pengefraisan menggunakan alat bantu dengan prosedur yang benar. 4. Membuat mur segi enam sesuai gambar teknik
	Praktik Pedagogis : <ol style="list-style-type: none"> a. Sistem Among, <i>ing ngarso sung tulodo, ing madya mangun karso, tut wuri handayani.</i> b. Pembelajaran berpusat pada murid (Student-Centered Learning). c. Pembelajaran Mendalam (Deep Learning). d. Project Based Learning (PjBL). e. Pendekatan: Saintifik + Diferensiasi
	Kemitraan Pembelajaran : <ol style="list-style-type: none"> a. Guru mata pelajaran terkait. b. Penanggungjawab Bengkel. c. DUDIKA terkait
	Lingkungan Pembelajaran: <ol style="list-style-type: none"> a. Ruang Fisik: Bengkel Pemesinan b. Budaya Belajar: 5R, Kolaboratif, tanggungjawab dan rasa ingin tahu.
	Pemanfaatan digital : <ol style="list-style-type: none"> a. Pembelajaran: Video, PPT, Youtube b. Asesmen: Google Form.
Asesmen Pembelajaran	Tuliskan teknik dan instrumen penilaian yang digunakan pada sebelum, proses, dan setelah pembelajaran. Asesmen dalam pembelajaran mendalam dilaksanakan melalui asesmen sebagai pembelajaran (assessment as learning) yang menekankan pada penilaian diri dan penilaian sejawat, asesmen untuk pembelajaran (assessment for learning) yang menekankan pada umpan balik,

dan asesmen hasil pembelajaran (assessment of learning) yang menekankan pada pencapaian dan tindak lanjut dengan mempertimbangkan karakteristik murid. Contoh: Penilaian Sejawat, Penilaian Diri, Penilaian Proyek, Penilaian Produk, Observasi, Portofolio, Penilaian Berbasis Kelas, Penilaian Kinerja, Tes tertulis, Tes lisan, dan sebagainya.

Jenis	Ranah	Teknik	Bentuk/ Instrumen
Asesmen awal (sebelum pembelajaran)	Pengetahuan awal, karakter, minat, gaya belajar	Non Tes	Angket minat Pertanyaan awal
Asesmen Formatif (selama proses pembelajaran)	<i>Assessment as Learning</i> Sikap (Dimensi Profil Lulusan)	Non tes	>Self-assessment "Apakah saya sudah mengikuti prosedur K3?" >Peer assessment "Menilai kerja sama tim, Ketelitian, dan Tanggung jawab" >Checklist "Disiplin, tanggung jawab, keselamatan kerja"
	<i>Assessment for Learning</i> Keterampilan	Non tes, Alternatif	>Umpan balik formatif >Classroom Assessment Technique (CATs) "Murid menulis apa yang dipelajari hari ini dan pertanyaan apa yang masih belum terjawab" >Observasi Kinerja -Ketepatan perhitungan -Ketepatan setting alat -Kerapian proses kerja -Keselamatan kerja (K3) >Exit Ticket 1. Apa yang paling kamu pahami hari ini? 2. Apa kesulitan yang kamu alami? 3. Apa yang ingin kamu pelajari lebih lanjut?
Asesmen Sumatif	<i>Assessment of Learning</i>	Tes	>Tes lisan 1. Jelaskan langkah

	(setelah pembelajaran)			<p>penggunaan dividing head!</p> <p>2. Bagaimana cara menentukan pembagian sudut?</p> <p>3. Apa akibat jika terjadi kesalahan setting?</p> <p>>Tes tertulis "Pilihan ganda/ esai"</p> <p>>Penilaian proyek "Ketepatan hasil benda kerja"</p> <p>>Laporan praktik "Langkah kerja + analisis kesalahan"</p>
--	------------------------	--	--	---

PERTEMUAN KE-1 (9 X 45 MENIT)

Topik Pembelajaran:

Pengenalan Proyek dan Perencanaan Pembuatan Mur Segi Enam

LANGKAH-LANGKAH PEMBELAJARAN		Alokasi Waktu
Pengalaman Belajar	<p>AWAL (<i>Berkesadaran dan Bermakna</i>)</p> <ol style="list-style-type: none"> Guru menyapa Murid dengan salam do'a bersama dan sapaan ramah untuk menciptakan suasana positif, berkesadaran dan bermakna. (DPL 1) Guru menanyakan kabar dan melakukan presensi kehadiran Guru menyampaikan tujuan pembelajaran yang akan dicapai dan manfaatnya dalam kehidupan sehari-hari kepada murid (Membuat Mur dan Baut serta pengaplikasiannya) Guru memberikan pertanyaan pemantik: (DPL 3) 1) Bagaimana cara menghasilkan bentuk segi enam yang presisi menggunakan mesin frais? Guru memberikan apersepsi materi pembelajaran sesuai pengalaman Murid dengan materi sebelumnya (Murid dapat membuat mur segi enam dengan dua metode) Guru menggali pengetahuan awal peserta didik tentang mesin frais dan pembagian sudut. Guru menyampaikan alur kegiatan pembelajaran yang akan dilaksanakan dari awal sampai akhir. Guru menyampaikan asesmen yang akan digunakan 	30 menit

	<p>INTI :</p> <p>Sintaks Model Pembelajaran Berbasis Proyek (PjBL Tahap 1-3) Memahami (<i>Berkesadaran dan Bermakna</i>)</p> <p>1. Penentuan Pertanyaan Mendasar (<i>Essential Question</i>) (DPL 3)</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Guru menampilkan contoh produk atau gambar kerja sebagai acuan b. Murid memperhatikan penjelasan guru terkait alat bantu dalam proses pemesinan frais. c. Guru dan murid berdiskusi tentang: <ol style="list-style-type: none"> 1) Pentingnya membuat mur segi enam yang presisi 2) Fungsi pembagian sudut menggunakan kepala cekam dan menggunakan <i>Dividing Head</i>. d. Guru memfasilitasi diskusi awal untuk membangun rasa ingin tahu peserta didik. <p>2. Perencanaan Proyek (<i>Project Planning</i>) (DPL 4, 5, 8)</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Murid membentuk kelompok heterogen, masing masing kelompok 2 orang, Murid bekerja dalam kelompok untuk merancang proyek produk yang memanfaatkan pengefraisan dengan alat bantu (Mur segi enam). b. Murid : <ol style="list-style-type: none"> 1) Bersama kelompoknya menganalisis gambar kerja yang diberikan. 2) Mengidentifikasi bahan dan alat bantu 3) Mengidentifikasi teknik pengefraisan yang sesuai. 4) Menyusun langkah kerja secara sistematis, mulai dari persiapan alat, setting benda kerja, hingga proses frais. c. Guru membimbing perencanaan (<i>scaffolding</i>) kepada kelompok yang mengalami kesulitan. d. Guru memastikan setiap kelompok memahami prosedur kerja dan keselamatan kerja (K3). <p>3. Menyusun Jadwal (<i>Create a Schedule</i>)</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Guru dan murid secara kolaboratif menentukan jadwal aktivitas dalam penyelesaian proyek (DPL 5) b. Guru meminta murid untuk berdiskusi dalam penentuan langkah kerja dan berdiskusi apabila terjadi suatu masalah dalam pengerjaan proyek. c. Murid berdiskusi dalam menyusun timeline proyek. d. Guru memberikan bimbingan (<i>scaffolding</i>) kepada kelompok yang mengalami kesulitan. 	<p></p> <p>60 menit</p> <p>135 menit</p> <p>150 menit</p>
--	--	--

	PENUTUP (<i>Berkesadaran, bermakna, dan menggembirakan</i>)	30 menit
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Guru bersama murid menyimpulkan materi yang telah dipelajari 2. Guru memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk menyampaikan kesulitan yang dihadapi. 3. Guru bersama murid merefleksikan kegiatan pembelajaran yang telah dilakukan (kesiapan proyek) 4. Guru menyampaikan rencana pembelajaran pada pertemuan selanjutnya. 5. Mengingatkan peserta didik merapikan tempat belajar setelah selesai digunakan (DPL 7) 6. Guru mengakhiri pembelajaran dengan berdo'a dan salam (DPL 1) 	
PERTEMUAN KE-2 (9 X 45 MENIT)		
Topik Pembelajaran:		
Pelaksanaan Praktik Pembagian Sudut dan Proses Frais		
LANGKAH-LANGKAH PEMBELAJARAN		Alokasi Waktu
Pengalaman Belajar	AWAL (<i>Berkesadaran dan Bermakna</i>)	30 menit
	<ol style="list-style-type: none"> a. Guru menyapa Murid dengan salam do'a bersama dan sapaan ramah untuk menciptakan suasana positif, berkesadaran dan bermakna. (DPL 1) b. Guru menanyakan kabar dan melakukan presensi kehadiran c. Guru mereview materi pembelajaran pada pertemuan sebelumnya. d. Guru menyampaikan tujuan pembelajaran dan praktik yang akan dilaksanakan hari ini e. Guru memotivasi peserta didik untuk menyelesaikan proyek dengan hasil terbaik. f. Guru mengingatkan kembali kriteria keberhasilan produk (ketepatan ukuran, kerapian, dan kesesuaian bentuk). g. Guru mengingatkan K3 (Keselamatan dan Kesehatan Kerja) yang harus dipatuhi selama praktik berlangsung 	
	INTI :	
	Sintaks Model Pembelajaran Berbasis Proyek (PjBL Tahap 4) Mengaplikasi (<i>Berkesadaran, Bermakna dan Menggembirakan</i>)	345 menit
	4. Memonitor Kemajuan Proyek (Monitor the Students and the Progress) (DPL 3, 4, 5, 6, 7, 8) <ol style="list-style-type: none"> a. Murid: 	

	<ol style="list-style-type: none"> 1) Melaksanakan praktik pengefraisan dengan menerapkan penggunaan alat bantu (<i>Dividing Head</i>). 2) Menghitung pembagian sudut ($360^\circ : 6 = 60^\circ$) 3) Setting kepala cekam/ <i>dividing head</i> 4) Melakukan proses pengefraisan sisi per sisi 5) Mencatat setiap kendala yang muncul dan cara pemecahan masalahnya 6) Mendokumentasikan proses kerja sebagai bagian dari laporan proyek. <p>b. Guru:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Mengamati proses kerja peserta didik 2) Membimbing murid selama proses praktik berlangsung apabila murid mendapat suatu kendala 3) Melakukan observasi dan mengawasi prosedur keselamatan kerja dalam praktik pengefraisan 4) Memberikan umpan balik formatif secara konstruktif <p>Pertanyaan pemantik: "Bagaimana cara memastikan setiap sisi memiliki sudut 60°?" "Bagaimana memastikan benda kerja tetap presisi?"</p>	(Persiapan alat & setting mesin-45 menit) (30 menit) (45 menit) (sisi 1-3 = 90mnt, istirahat/evaluasi proses=15mnt, sisi 4-6 = 90mnt) (30 menit)
	PENUTUP (<i>Berkesadaran, bermakna, dan menggembirakan</i>)	30 menit
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Guru bersama murid melakukan refleksi sementara terkait dengan "kendala yang dialami selama praktik". 2. Guru memberikan penguatan konsep 3. Guru memberikan arahan untuk perbaikan pada pertemuan berikutnya. 4. Guru dan murid mendiskusikan tentang persiapan penyelesaian proyek untuk pertemuan selanjutnya. 5. Mengingatkan peserta didik merapikan tempat belajar setelah selesai digunakan (DPL 7) 6. Guru mengakhiri pembelajaran dengan berdo'a dan salam (DPL 1) 	
PERTEMUAN KE-3 (9 X 45 MENIT)		
Topik Pembelajaran:		
Penyelesaian Proyek dan Evaluasi Hasil		
LANGKAH-LANGKAH PEMBELAJARAN		Alokasi Waktu
Pengalaman Belajar	AWAL (<i>Berkesadaran dan Bermakna</i>)	30 menit
	<ol style="list-style-type: none"> a. Guru menyapa Murid dengan salam do'a bersama dan sapaan ramah untuk menciptakan suasana positif, berkesadaran dan bermakna. (DPL 1) b. Guru menanyakan kabar dan melakukan presensi kehadiran 	

	<ul style="list-style-type: none"> c. Guru mereview materi pembelajaran pada pertemuan sebelumnya. d. Guru menyampaikan tujuan pembelajaran dan praktik yang akan dilaksanakan hari ini e. Guru mengingatkan K3 (Keselamatan dan Kesehatan Kerja) yang harus dipatuhi selama praktik berlangsung 	
	INTI :	
	<p>Sintaks Model Pembelajaran Berbasis Proyek (PjBL Tahap 5-6) Merefleksi (<i>Berkesadaran dan Bermakna</i>)</p> <p>5. Menguji Hasil (Assess the Outcome) (DPL 3, 4, 5, 6, 7, 8)</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Murid melakukan pemeriksaan hasil kerja dengan menggunakan alat ukur seperti jangka sorong atau mikrometer. b. Murid membandingkan hasil produk dengan gambar teknik yang telah ditentukan. c. Guru melakukan penilaian terhadap hasil kerja berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan. d. Guru memberikan umpan balik yang menekankan pada peluang perbaikan (opportunity-based feedback). <p>6. Evaluasi Pengalaman (Evaluate the Experience) (DPL 4, 5, 8)</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Murid melakukan refleksi secara individu maupun kelompok mengenai: <ul style="list-style-type: none"> 1) kesalahan yang terjadi selama proses 2) penyebab kesalahan 3) cara memperbaiki di masa depan b. Guru memfasilitasi diskusi reflektif agar peserta didik saling berbagi pengalaman belajar. c. Guru menanamkan nilai growth mindset dengan menekankan bahwa kesalahan adalah bagian dari proses belajar. 	<p>225 menit</p> <p>120 menit</p>
	PENUTUP (<i>Berkesadaran, bermakna, dan menggembirakan</i>)	30 menit
	<ul style="list-style-type: none"> a. Peserta didik bersama guru menyimpulkan seluruh proses pembelajaran dari awal hingga akhir. b. Guru memberikan apresiasi terhadap usaha dan hasil kerja peserta didik. c. Guru memberikan motivasi agar peserta didik terus mengembangkan keterampilan praktiknya. d. Guru menutup pembelajaran dengan pesan bahwa keterampilan akan berkembang melalui latihan dan pengalaman. 	

**REFLEKSI,
REMEDIAL DAN
PENGAYAAN,
KOMPONEN
PENDUKUNG,
DAFTAR
PUSTAKA**

- REFLEKSI GURU**
1. Apakah tujuan pembelajaran telah tercapai sesuai rencana?
 2. Apakah model **Project-Based Learning (PjBL)** berjalan efektif?
 3. Bagaimana keterlibatan peserta didik selama kegiatan praktik?
 4. Apakah scaffolding yang diberikan sudah tepat sasaran?
 5. Apakah hasil produk siswa sudah sesuai dengan kriteria yang ditentukan?

REFLEKSI MURID/ SURVEI KEPADA GURU

Instrumen Refleksi Siswa

Petunjuk: Beri tanda (✓) sesuai dengan pengalaman belajar kamu

Pernyataan	Sangat Setuju	Setuju	Kurang Setuju	Tidak Setuju
Saya memahami cara membuat mur segi enam dengan frais	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Saya merasa percaya diri saat praktik	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Guru membimbing saya dengan jelas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Saya belajar dari kesalahan yang saya lakukan	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pembelajaran praktik menarik dan menyenangkan	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Pertanyaan Reflektif (Isian)

1. Apa yang paling kamu pahami dari pembelajaran hari ini?
2. Kesulitan apa yang kamu alami saat praktik?
3. Apa yang ingin kamu pelajari lebih lanjut?

RENCANA REMEDIAL DAN PENGAYAAN

Uraian singkat

1. Program Remedial

Sasaran:

Peserta didik yang:

- a. belum mencapai kompetensi
- b. masih kesulitan dalam praktik atau konsep

Bentuk Kegiatan:

- a. Penjelasan ulang materi secara sederhana
- b. Demonstrasi ulang penggunaan mesin frais
- c. Latihan praktik ulang dengan tingkat kesulitan lebih rendah
- d. Pendampingan intensif (scaffolding)

Contoh Kegiatan:

- a. Mengulang pembuatan bentuk dasar segi enam tanpa tuntutan presisi tinggi
- b. Latihan pembagian sudut secara bertahap

2. Program Pengayaan

Sasaran:

Peserta didik yang:

- a. sudah mencapai atau melampaui kompetensi
- b. memiliki kemampuan lebih cepat

Bentuk Kegiatan:

- a. Pemberian proyek lanjutan

	<ul style="list-style-type: none"> b. Tantangan tambahan c. Tugas kreatif berbasis industri <p>Contoh Kegiatan:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Menggunakan dividing head untuk pembagian lebih kompleks b. Mendesain variasi produk (custom mur)
	<p>KOMPONEN PENDUKUNG</p> <p>1. Lampiran LKM</p> <p>https://drive.google.com/file/d/1x0K5lrfP6fEbVyZGcOssgazm2K0oqGdu/view?usp=drive_link</p>
	<p>2. Lampiran Instrumen asesmen</p> <p>https://drive.google.com/file/d/1x0K5lrfP6fEbVyZGcOssgazm2K0oqGdu/view?usp=sharing</p>
	<p>Daftar pustaka</p> <ul style="list-style-type: none"> 1. Gunanto, A. & Pramono, J. (2019). <i>Teknik Pemesinan Frais SMK/MAK Kelas XI</i>. Yogyakarta: Andi. 2. Widarto. (2008). <i>Teknik Pemesinan Jilid 1</i>. Jakarta: Direktorat Pembinaan SMK.

Yogyakarta, 17 April 2026

Mengetahui,
Kepala SMK Negeri 2 Depok Sleman

Mahasiswa PPG Calon Guru,

Dodot Yuliantoro, S.Pd., M.T.
NIP. 19670718 199501 1 001

Eka Sri Darma
NIM. 20250843912

BAB 1

MENGENAL PROSES FRAIS (MILLING)

A. Alat Pencekam dan Pemegang Benda Kerja pada Mesin Frais

Dalam proses frais, benda kerja harus dicekam (dipegang) dengan kuat agar tidak bergeser saat proses penyayatan berlangsung. Pemilihan alat pencekam yang tepat sangat menentukan kualitas hasil frais dan keselamatan kerja.

Berikut adalah jenis-jenis alat pencekam dan pemegang benda kerja yang umum digunakan pada mesin frais:

1. Ragum (Vise)

Ragum adalah alat pencekam yang paling sering digunakan pada mesin frais. Cara kerjanya mirip seperti penjepit — benda kerja diletakkan di antara dua rahang, kemudian dikencangkan dengan memutar sekrup hingga benda kerja terjepit kuat.

Ragum dipasang di atas meja mesin frais menggunakan baut-T (T-bolt) yang masuk ke alur T pada meja.

Jenis-jenis ragum yang umum digunakan:

- Ragum Sederhana (Plain Vise): Digunakan untuk mengerjakan benda kerja berbentuk balok, kubus, atau persegi panjang yang bidang-bidangnya saling tegak lurus. Ini adalah ragum paling umum di bengkel SMK.
- Ragum Universal: Digunakan bila benda kerja perlu dikerjakan pada sudut tertentu (miring). Ragum ini dapat diputar dan dimiringkan ke berbagai arah, sehingga cocok untuk pekerjaan yang lebih kompleks.
- Ragum Presisi: Digunakan pada pekerjaan yang membutuhkan ketelitian sangat tinggi, seperti pembuatan komponen presisi di industri.

Catatan Penting: Benda kerja yang menonjol terlalu tinggi di atas ragum akan mudah bergetar saat disayat. Usahakan bagian yang menonjol seminimal mungkin — idealnya tidak lebih dari 2–3 kali lebar benda kerja.

2. Kepala Pembagi (Dividing Head)

Kepala pembagi digunakan untuk memegang benda kerja berbentuk silindris yang perlu diputar dengan sudut-sudut tertentu secara presisi. Alat ini sangat penting untuk membuat segi banyak, alur pasak, roda gigi, dan bentuk-bentuk yang memerlukan pembagian sudut yang tepat. Penjelasan lebih lengkap tentang alat ini ada di Subbab B.

3. Meja Putar (Rotary Table)

Meja putar adalah alat bantu berbentuk lingkaran yang dipasang di atas meja mesin frais. Di atas meja putar ini bisa dipasang ragum atau cekam rahang tiga (chuck). Keunggulannya adalah benda kerja bisa diputar dengan sudut yang diinginkan tanpa harus dilepas dari pencekam.

Meja putar sangat berguna untuk:

- Membuat alur lengkung (curved slot)
 - Membuat bentuk melingkar penuh (360°) atau sebagian
 - Mempercepat proses pengerjaan benda kerja yang memiliki banyak sisi
-

4. Klem (Clamp)

Klem digunakan untuk memegang benda kerja yang tidak bisa dicekam dengan ragum, misalnya benda kerja berbentuk lebar, piringan tipis, atau benda hasil tuangan (casting). Benda kerja diletakkan langsung di atas meja mesin frais, kemudian dikunci dengan klem dan baut pengikat.

Catatan: Satu set klem biasanya terdiri dari: klem (penjepit), baut T, mur pengikat, dan blok bertingkat (step block) sebagai penyangga ketinggian klem.

5. Asesoris Pendukung Lainnya

Selain alat pengecam utama, ada beberapa asesoris tambahan yang membantu proses kerja di mesin frais:

Nama Asesoris	Fungsi
Parallel (Blok Paralel)	Mengganjal/meninggikan posisi benda kerja di dalam ragum agar setinggi yang diinginkan
Line Finder	Membantu menemukan posisi garis tepi benda kerja secara akurat
Edge Finder	Membantu menemukan posisi pojok/sudut benda kerja
Pembatas Ragum (Vise Stop)	Memberi batas posisi benda kerja agar selalu berada di tempat yang sama setiap kali diletakkan di ragum (berguna untuk produksi massal)
Blok V (V-Block)	Membantu memegang benda kerja berbentuk silindris agar tidak menggelinding

B. Dividing Head (Kepala Pembagi)

1. Pengertian Dividing Head

Dividing head atau dalam bahasa Indonesia disebut kepala pembagi adalah salah satu alat bantu penting pada mesin frais yang berfungsi untuk memegang benda kerja berbentuk silindris sekaligus memungkinkan benda kerja tersebut diputar dengan sudut yang sangat presisi.

Dengan dividing head, kita bisa membagi keliling sebuah benda kerja menjadi beberapa bagian yang sama rata — misalnya 4 bagian (segi empat), 6 bagian (segi enam), 8 bagian (segi delapan), dan seterusnya. Pembagian ini dilakukan secara sangat akurat, sehingga bentuk yang dihasilkan menjadi simetris dan presisi.

Tahukah kamu? Nama lain dari dividing head adalah indexing head (kepala pengindeksan). Alat ini pertama kali dikembangkan oleh perusahaan Brown & Sharpe dari Amerika Serikat pada abad ke-19, dan hingga kini masih digunakan secara luas di industri pemesinan.

2. Macam-macam Dividing Head

Berdasarkan cara pengoperasiannya, dividing head dibagi menjadi tiga jenis utama:

Jenis	Cara Kerja	Kegunaan
Simple Indexing (Pembagian Sederhana)	Menggunakan engkol, piringan berlubang, dan pasak. Putaran engkol diatur sesuai jumlah lubang pada piringan.	Paling umum digunakan, cocok untuk pembagian segi banyak dan roda gigi standar.
Direct Indexing (Pembagian Langsung)	Menggunakan piringan langsung pada spindel tanpa engkol. Biasanya memiliki 24 lubang.	Untuk pembagian yang merupakan faktor dari 24 (seperti: 2, 3, 4, 6, 8, 12, 24).
Differential Indexing (Pembagian Diferensial)	Menggunakan rangkaian roda gigi pengganti. Lebih kompleks.	Untuk pembagian jumlah gigi prima atau tidak umum yang tidak bisa dilakukan dengan simple indexing.

Di tingkat SMK, yang paling sering dipelajari dan digunakan adalah jenis Simple Indexing (Pembagian Sederhana).

3. Kegunaan Dividing Head

Dividing head digunakan dalam berbagai pekerjaan frais yang membutuhkan pembagian sudut, antara lain:

- Membuat segi banyak beraturan: segi empat, segi enam (hexagon), segi delapan, dan lain-lain.
- Membuat alur pasak (keyway): membuat alur pada poros untuk pemasangan pasak.
- Membuat roda gigi lurus (spur gear): membagi keliling benda kerja sesuai jumlah gigi roda gigi yang diinginkan.
- Membuat roda gigi helix (helical gear): pembuatan gigi yang beralur miring.
- Membuat roda gigi payung (bevel gear).
- Membuat roda gigi cacing (worm gear).

Contoh nyata di industri:

Kepala baut heksagonal (segi enam) yang kita kenal sehari-hari dibuat menggunakan proses frais dengan bantuan dividing head. Mur dan kepala baut berukuran M10, M12, M16, dan sejenisnya semuanya diproduksi dengan prinsip pembagian yang sama.

4. Prinsip Kerja Dividing Head

Dividing head bekerja berdasarkan mekanisme roda gigi cacing (worm gear) dan ulir cacing (worm). Berikut prinsip dasarnya:

- a. Di dalam kepala pembagi terdapat pasangan roda gigi cacing dan ulir cacing dengan perbandingan 1 : 40.
- b. Artinya: jika engkol diputar 40 kali penuh, maka spindel (tempat benda kerja) berputar tepat 1 kali penuh (360°).
- c. Sebaliknya: jika engkol diputar 1 kali penuh, maka spindel berputar $1/40$ kali ($= 9^\circ$).
- d. Untuk mendapatkan putaran spindel selain kelipatan $1/40$, digunakan piringan pembagi (index plate) yang memiliki deretan lubang-lubang dengan jumlah berbeda-beda.
- e. Putaran engkol yang tidak sampai satu putaran penuh diatur dengan cara memasukkan pasak (pin) ke lubang tertentu pada piringan pembagi.

Analogi Sederhana: Bayangkan dividing head seperti jam tangan. Jika jarum menit berputar 60 kali, maka jarum jam berputar 1 kali. Demikian pula, jika engkol dividing head diputar 40 kali, spindel berputar 1 kali.

5. Piringan Pembagi (Index Plate)

Piringan pembagi adalah cakram berlubang yang digunakan untuk mengatur putaran engkol secara presisi. Ada dua tipe piringan yang paling umum digunakan:

- a. Tipe Brown and Sharpe (3 piringan):
 - Piringan 1: 15, 16, 17, 18, 19, 20 lubang
 - Piringan 2: 21, 23, 27, 29, 31, 33 lubang
 - Piringan 3: 37, 39, 41, 43, 47, 49 lubang
- b. Tipe Cincinnati (1 piringan, dilubangi pada 2 sisi):
 - Sisi 1: 24, 25, 28, 30, 34, 37, 38, 39, 41, 42, 43 lubang
 - Sisi 2: 46, 47, 49, 51, 53, 54, 57, 58, 59, 62, 66 lubang

Fungsi Gunting (Sector Arms): Pada dividing head terdapat bilah gunting (sector arms) yang bisa diatur untuk menghitung lubang secara otomatis. Gunting diatur melingkupi lubang-lubang sesuai pecahan putaran yang dibutuhkan, sehingga operator tidak perlu menghitung satu per satu setiap kali memutar engkol.

6. Rumus Dasar Pembagian (Simple Indexing)

Rumus Dasar:

$$n = \frac{40}{z}$$

n = jumlah putaran engkol | 40 = konstanta dividing head |

z = jumlah pembagian yang diinginkan

Contoh Soal 1:

Akan dibuat benda kerja berbentuk segi enam (6 sisi). Berapa putaran engkol yang diperlukan untuk setiap pergantian sisi?

Jawab:

$$\begin{aligned} n &= \frac{40}{z} \\ &= \frac{40}{6} \\ &= 6 \frac{4}{6} \\ &= 6 \frac{2}{3} \text{ putaran} \end{aligned}$$

Artinya: untuk setiap pergantian sisi, engkol harus diputar 6 putaran penuh DITAMBAH $\frac{2}{3}$ putaran.

Pilih piringan dengan jumlah lubang yang merupakan kelipatan 3, misalnya: 18 lubang.

Maka: $\frac{2}{3} \times 18 = 12$ lubang.

Jadi engkol diputar 6 putaran penuh + 12 lubang pada piringan 18 lubang.

Contoh Soal 2:

Akan dibuat roda gigi dengan 40 gigi. Berapa putaran engkol per gigi?

Jawab:

$$\begin{aligned} n &= \frac{40}{z} \\ &= \frac{40}{40} = 1 \text{ putaran penuh.} \end{aligned}$$

Artinya: setiap kali akan membuat satu gigi, engkol diputar tepat 1 kali penuh. Ini paling mudah karena tidak memerlukan piringan pembagi.

Contoh Soal 3:

Akan dibuat benda kerja berbentuk segi delapan (8 sisi). Berapa putaran engkol per sisi?

Jawab:

$$n = \frac{40}{z} = \frac{40}{z8} = 5 \text{ putaran penuh.}$$

Artinya: setiap pergantian sisi, engkol diputar tepat 5 kali penuh.

Jumlah Sisi (N)	$n = \frac{40}{z}$	Putaran Engkol	Piringan yang Dipilih
4	$\frac{40}{4} = 10$	10 putaran penuh	Tidak perlu piringan
5	$\frac{40}{5} = 8$	8 putaran penuh	Tidak perlu piringan
6	$\frac{40}{6} = 6\frac{2}{3}$	6 putaran + 12/18 lubang	Piringan 18 lubang
8	$\frac{40}{8} = 5$	5 putaran penuh	Tidak perlu piringan
10	$\frac{40}{10} = 4$	4 putaran penuh	Tidak perlu piringan
12	$\frac{40}{12} = 3\frac{1}{3}$	3 putaran + 7/21 lubang	Piringan 21 lubang
20	$\frac{40}{20} = 2$	2 putaran penuh	Tidak perlu piringan

Tabel 7.1. Tabel Putaran Engkol untuk Berbagai Pembagian

C. Proses Frais Segi Enam Menggunakan Dividing Head

Segi enam (hexagon) adalah bentuk yang sangat umum dijumpai di dunia industri, terutama pada kepala baut, mur, dan berbagai komponen mesin. Proses frais segi enam menggunakan dividing head merupakan salah satu latihan praktis yang wajib dikuasai siswa SMK Teknik Mesin.

1. Persiapan Kerja

Sebelum memulai proses frais, persiapkan hal-hal berikut:

- Benda kerja: benda silindris (misalnya baja S45C atau besi bulat) dengan diameter sesuai ukuran kepala baut yang akan dibuat.
- Pisau frais: pisau frais tegak (end mill) atau pisau frais datar (face mill) sesuai kebutuhan.
- Dividing head: lengkap dengan piringan pembagi (piringan dengan 18 lubang untuk segi enam).
- Alat ukur: jangka sorong (vernier caliper) untuk mengukur lebar segi enam.
- Alat keselamatan kerja: kacamata pelindung (safety glasses), sarung tangan, dan sepatu safety.

2. Perhitungan Pembagian

Untuk segi enam ($N = 6$):

$$n = \frac{40}{z} = \frac{40}{6} = 6 \frac{2}{3} \text{ putaran}$$

Pecahan $2/3$ diubah ke lubang piringan:

Pilih piringan dengan lubang kelipatan 3. Gunakan piringan 18 lubang:

$$2/3 \times 18 = 12 \text{ lubang}$$

Kesimpulan: Untuk setiap pergantian sisi, engkol diputar 6 putaran penuh + 12 lubang pada piringan 18 lubang.

3. Langkah-langkah Proses Frais Segi Enam

- 1) Pasang benda kerja pada cekam kepala pembagi. Pastikan benda kerja terpasang dengan tegak lurus dan kuat, tidak goyang.
 - 2) Pasang dividing head pada meja mesin frais. Kencangkan baut pengikat dengan baik.
 - 3) Pilih piringan pembagi dengan 18 lubang. Pasang piringan pada kepala pembagi.
 - 4) Atur gunting (sector arms) sehingga melingkupi 12 lubang (jarak antara kedua bilah gunting = 12 interval lubang).
 - 5) Setting pisau frais: nyalakan mesin, atur putaran spindel sesuai kecepatan potong yang dianjurkan untuk material benda kerja.
 - 6) Setting kedalaman potong pertama: turunkan meja mesin frais hingga pisau menyentuh permukaan benda kerja. Catat posisi ini sebagai titik nol. Kemudian naikan meja sebesar kedalaman potong yang direncanakan.
 - 7) Lakukan penyayatan sisi pertama: jalankan meja mesin secara perlahan (gerak makan) hingga pisau melewati seluruh permukaan sisi yang disayat.
 - 8) Setelah sisi pertama selesai, matikan gerak makan (jangan matikan putaran spindel). Mundurkan meja ke posisi awal.
 - 9) Putar engkol dividing head sebanyak 6 putaran penuh + 12 lubang (ikuti bilah gunting). Ini akan memutar benda kerja sebesar 60° .
 - 10) Geser gunting ke posisi baru (setelah lubang ke-12 yang baru).
-

- 11) Ulangi penyayatan untuk sisi kedua dengan kedalaman potong yang sama.
- 12) Ulangi langkah 9–11 untuk sisi ketiga, keempat, kelima, dan keenam.
- 13) Setelah semua 6 sisi selesai, lakukan pengukuran menggunakan jangka sorong. Ukur lebar segi enam (across flats = A/F). Bandingkan dengan ukuran yang direncanakan.
- 14) Jika ukuran belum tepat, lakukan penyayatan finishing (penghalusan) dengan kedalaman potong yang sangat kecil (0,1–0,3 mm) pada semua sisi secara berurutan.
- 15) Bersihkan benda kerja dan mesin setelah selesai. Lepas benda kerja dari cekam.

Keselamatan Kerja

- Selalu gunakan kacamata pelindung saat mesin beroperasi.
- Jangan menyentuh pisau frais dalam kondisi berputar.
- Pastikan pencekaman benda kerja sudah kuat sebelum mesin dinyalakan.
- Jangan meninggalkan kunci chuck (T-handle) terpasang di cekam saat mesin dinyalakan.
- Gunakan bram (chip hook) untuk membersihkan serpihan beram, jangan menggunakan tangan telanjang.

4. Hubungan Lebar Kunci (A/F) dan Diameter Bahan

Sebelum memulai proses frais segi enam, kita perlu mengetahui berapa diameter bahan (benda kerja silindris) yang harus disiapkan agar lebar segi enam yang dihasilkan sesuai dengan ukuran yang diinginkan.

Rumus hubungan antara diameter bahan (D) dan lebar kunci (A/F) segi enam:

$$D = A/F \div \cos 30^\circ = A/F \div 0,866 = A/F \times 1,155$$

Contoh:

Akan dibuat kepala baut segi enam dengan lebar kunci (A/F) = 17 mm. Berapa diameter bahan yang diperlukan?

$$D = 17 \times 1,155 = 19,635 \text{ mm} \approx 20 \text{ mm}$$

Jadi kita menyiapkan bahan silindris dengan diameter sekitar 20 mm (dibulatkan ke atas agar ada material yang bisa disayat).

Lebar Kunci A/F (mm)	Diameter Bahan D (mm)	Kedalaman Potong per Sisi (mm)	Digunakan untuk Baut
10	11,55	0,78	M6
13	15,01	1,01	M8
17	19,64	1,32	M10

Lebar Kunci A/F (mm)	Diameter Bahan D (mm)	Kedalaman Potong per Sisi (mm)	Digunakan untuk Baut
19	21,95	1,47	M12
24	27,71	1,86	M16

Tabel 7.2. Hubungan Lebar Kunci, Diameter Bahan, dan Ukuran Baut

I. LEMBAR KERJA MURID

Proyek: Pembuatan Mur Segi Enam dengan Frais

A. IDENTITAS

Nama Kelompok :

Anggota :

.....

Kelas : X Teknik Pemesinan

Mata Pelajaran : Teknik Pemesinan Konvensional

Waktu : 3 Pertemuan

B. TUJUAN KEGIATAN

Setelah mengerjakan LKM ini, peserta didik mampu:

- Memahami konsep pembagian sudut
- Menyusun langkah kerja pemesinan frais
- Membuat mur segi enam sesuai prosedur
- Bekerja sama dan berkomunikasi dalam kelompok

C. KEGIATAN 1 – IDENTIFIKASI MASALAH

Studi Kasus

Sebuah bengkel mengalami kesulitan dalam membuat mur segi enam yang presisi karena pembagian sudut tidak tepat.

Diskusikan bersama kelompok!

1. Apa masalah utama dalam kasus tersebut?
2. Mengapa pembagian sudut sangat penting?
3. Bagaimana cara mengatasi masalah tersebut?

Jawaban Kelompok:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....
.....
.....
.....
.....
.....

D. KEGIATAN 2 – ANALISIS KONSEP

Jawablah pertanyaan berikut:

- 1. Berapa besar sudut untuk setiap sisi segi enam?

Jawaban:
.....
.....
.....
.....

- 2. Apa fungsi dividing head dalam proses frais?

Jawaban:
.....
.....
.....
.....

- 3. Apa akibat jika pembagian sudut tidak sama?

Jawaban:
.....
.....
.....
.....

- 4. Sebutkan langkah-langkah pembuatan mur segi enam!

Jawaban:
.....
.....
.....
.....

E. KEGIATAN 3 – PERENCANAAN PROYEK (WORK PREPARATION)

Susun langkah kerja (WP) pembuatan mur segi enam.

Nama :

No. Absen :

Kelas :

No	Gambar Kerja	Langkah Kerja	Alat/Bahan	Parameter Pemotongan	Keterangan
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					

F. KEGIATAN 4 – ANALISIS HASIL

1. Apakah produk sudah sesuai gambar teknik?

Jawaban:
.....
.....
.....
.....

2. Apa kesalahan yang terjadi?

Jawaban:
.....
.....
.....
.....

3. Bagaimana cara memperbaikinya?

Jawaban:
.....
.....
.....
.....

G. KEGIATAN 5 – PENILAIAN DAN REFLEKSI DIRI (SELF-ASSESSMENT)

Pernyataan	Ya	Tidak
Saya memahami materi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Saya aktif dalam kelompok	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Saya bekerja dengan teliti	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Saya mematuhi K3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Jawablah secara jujur!

1. Apa yang saya pelajari hari ini?

Jawaban:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Bagian mana yang paling sulit?

Jawaban:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. Apa yang akan saya lakukan agar lebih baik?

Jawaban:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

H. PENILAIAN KERJA KELOMPOK

Tabel Penilaian Teman Sebaya (*Peer-Assessment*)

Nama	Kerja Sama	Tanggung Jawab	Komunikasi

I. PRESENTASI

Setiap kelompok mempresentasikan:

- Hasil produk
 - Proses kerja
 - Kendala dan solusi
-

II. LEMBAR ASSESSMENT

A. PENILAIAN SIKAP (AFEKTIF)

Teknik: Observasi

Lembar Observasi Sikap

No	Nama Siswa	Disiplin	Tanggung Jawab	Kerja Sama	Keselamatan Kerja (K3)	Skor	Predikat
1							
2							

Kriteria Penilaian

4 = Sangat Baik

3 = Baik

2 = Cukup

1 = Kurang

B. PENILAIAN PENGETAHUAN (KOGNITIF)

Teknik: Tes Tertulis / Lisan

Instrumen Soal

1. Jelaskan konsep pembagian sudut pada pembuatan segi enam!
2. Mengapa ketepatan sudut penting dalam proses frais?
3. Sebutkan langkah-langkah pembuatan mur segi enam!

Skor	Kriteria
4	Jawaban lengkap, tepat, dan sistematis
3	Jawaban cukup lengkap dan benar
2	Jawaban kurang lengkap
1	Jawaban tidak sesuai

C. PENILAIAN KETERAMPILAN (PSIKOMOTORIK)

Teknik: Penilaian Kinerja (Praktik)

Lembar Penilaian Praktik

No	Nama Siswa	Persiapan Alat	Proses Kerja	Ketepatan Ukuran	Kerapian	Skor
1						
2						

Rubrik Penilaian Keterampilan

Aspek	Skor 1	Skor 2	Skor 3	Skor 4
Persiapan	Tidak siap	Kurang siap	Cukup siap	Sangat siap
Proses	Banyak kesalahan	Cukup kesalahan	Sedikit kesalahan	Sangat baik
Ketepatan	Tidak sesuai	Kurang tepat	Cukup tepat	Sangat tepat
Kerapian	Tidak rapi	Kurang rapi	Cukup rapi	Sangat rapi

D. PENILAIAN PROYEK (PjBL)

Lembar Penilaian Proyek

No	Nama Kelompok	Perencanaan	Pelaksanaan	Hasil Produk	Presentasi	Skor
1						
2						

Rubrik Penilaian Proyek

Aspek	Skor 1	Skor 2	Skor 3	Skor 4
Perencanaan	Tidak jelas	Kurang jelas	Cukup jelas	Sangat jelas
Pelaksanaan	Tidak sesuai	Kurang sesuai	Cukup sesuai	Sangat sesuai
Produk	Tidak jadi	Kurang baik	Cukup baik	Sangat baik
Presentasi	Tidak jelas	Kurang jelas	Cukup jelas	Sangat jelas

E. PENILAIAN TEMAN SEBAYA (PEER-ASSESSMENT)

Nama Teman	Kerja Sama	Tanggung Jawab	Komunikasi	Skor

F. REKAP NILAI AKHIR

Nama Siswa	Sikap	Pengetahuan	Keterampilan	Proyek	Nilai Akhir

Rumus Nilai Akhir

Nilai Akhir = (Sikap 20% + Pengetahuan 30% + Keterampilan 30% + Proyek 20%)

PENGUNAAN DIVIDING HEAD

Mata Pelajaran: Pemesinan Frais

Teknik Pemesinan | SMK | Kelas XI

Menguasai Teknik Pemesinan untuk Industri Masa Depan

Pengertian Dividing Head

Dividing Head (Kepala Pembagi) adalah sebuah alat bantu pada mesin frais yang berfungsi untuk membagi lingkaran menjadi beberapa bagian yang sama besar secara presisi.

-  **Pembagian Sudut**
Membagi benda kerja menjadi bagian-bagian sudut yang sama, seperti membuat roda gigi, alur pasak, dan segi banyak.
-  **Pembagian Merata**
Mengatur rotasi benda kerja secara presisi agar setiap bagian memiliki jarak yang tepat dan simetris.
-  **Pembuatan Profil**
Digunakan bersama mesin frais untuk membuat profil, ulir, cam, dan komponen berpola kompleks.

Bagian-Bagian Dividing Head

1

Casing / Rumah

Badan utama yang menopang seluruh komponen dan terpasang pada meja mesin frais.

3

Worm & Worm Gear

Transmisi ulir cacing yang mengubah putaran engkol menjadi putaran spindle (rasio 40:1).

5

Pin / Engkol

Tuas yang diputar operator dan dilengkapi pin untuk mengunci posisi pada pelat pembagi.

2

Spindle

Poros utama yang berputar dan menjadi tempat pemasangan benda kerja melalui chuck atau mandrel.

4

Pelat Pembagi (Index Plate)

Pelat berlubang dengan pola lubang tertentu untuk menentukan jumlah pembagian.

6

Sektor / Pemandu Sudut

Alat bantu untuk menghitung perpindahan lubang pada pelat pembagi dengan akurat.

Metode Pembagian (Indexing Methods)

01

Pembagian Langsung (Direct Indexing)

Spindle diputar langsung menggunakan pelat pembagi pada spindle.

- Digunakan untuk pembagian sederhana: 2, 3, 4, 6, 8, 12, 24
- Cepat tetapi terbatas jumlah pembagiannya

02

Pembagian Sederhana (Simple Indexing)

Menggunakan engkol dan pelat pembagi. Rumus: $n = 40 / z$

- n = putaran engkol, N = jumlah bagian yang diinginkan
- Paling umum digunakan di industri

03

Pembagian Diferensial (Differential Indexing)

Digunakan jika N tidak dapat diperoleh dari metode sederhana.

- Pelat pembagi turut bergerak saat engkol diputar
- Untuk pembagian jumlah prima atau kompleks

04

Pembagian Sudut (Angular Indexing)

Mengatur putaran spindle berdasarkan derajat sudut.

- 1 putaran penuh engkol = 9° putaran spindle (rasio 40:1)
- Digunakan untuk pembagian berbasis sudut spesifik

Rumus & Perhitungan Pembagian Sederhana

RUMUS DASAR

$$n = 40 / z$$

n Jumlah putaran engkol (handle)

40 Konstanta (rasio worm gear : 1 putaran spindle = 40 putaran engkol)

z Jumlah bagian yang diinginkan pada benda kerja

CONTOH SOAL

Soal: Sebuah benda kerja akan dibuat roda gigi dengan 36 gigi. Berapa putaran engkol yang diperlukan?

Jawab: $n = 40 / z = 40 / 36 = 1 \frac{1}{9}$ putaran engkol

Artinya: Putar engkol 1 putaran penuh ditambah $\frac{1}{9}$ putaran (gunakan lubang kelipatan 9 pada pelat pembagi, mis: 18 lubang → maju 2 lubang)

Langkah-Langkah Penggunaan Dividing Head

1

Persiapan Alat & Benda Kerja

Pasang dividing head pada meja mesin frais. Periksa kondisi alat, pastikan tidak ada kerusakan. Siapkan pelat pembagi yang sesuai kebutuhan.

3

Hitung Putaran Engkol

Gunakan rumus $n = 40/z$ untuk menentukan jumlah putaran engkol. Pilih baris lubang yang tepat pada pelat pembagi sesuai penyebut pecahan.

5

Proses Pemesinan (Frais)

Lakukan pemakanan (penyayatan) pada benda kerja. Setelah setiap penyayatan, pindahkan engkol sejumlah lubang yang telah ditentukan.

2

Pemasangan Benda Kerja

Pasang benda kerja pada chuck atau mandrel yang terpasang pada spindle dividing head. Pastikan benda kerja terpasang kuat dan senter.

4

Atur Sektor Pemandu

Atur lengan sektor (sector arms) agar menjepit jumlah lubang yang sesuai dengan hasil perhitungan untuk memudahkan penghitungan saat pengoperasian.

6

Verifikasi & Pengecekan

Setelah semua bagian selesai difrais, periksa kesesuaian dimensi dan jumlah bagian menggunakan alat ukur yang tepat (jangka sorong, micrometer).

Pelat Pembagi & Tabel Jumlah Lubang

Pelat pembagi standar (Brown & Sharpe) tersedia dalam 3 set:
Set 1: 15, 16, 17, 18, 19, 20 | Set 2: 21, 23, 27, 29, 31, 33 | Set 3: 37, 39, 41, 43, 47, 49 (lubang)

Tabel Pembagian Umum

Jumlah Bagian (z)	Putaran Penuh	Baris Lubang	Maju (lubang)
4	10	-	-
6	6	18	12
8	5	-	-
12	$3 + 1/3$	18	6
18	$2 + 2/9$	27	6
24	$1 + 2/3$	18	12
36	$1 + 1/9$	18	2
40	1	-	-

💡 Tips Memilih Pelat

1. Hitung hasil $n = 40/z$ terlebih dahulu.
2. Jika hasilnya pecahan, ubah ke bentuk yang penyebutnya ada di baris lubang pelat.
3. Pilih baris lubang yang merupakan kelipatan penyebut pecahan tersebut.
4. Jumlah lubang yang harus dilewati = (pembilang / penyebut) x jumlah lubang baris yang dipilih.
5. Gunakan sektor pemandu agar tidak salah menghitung lubang.
6. Periksa kembali sebelum memulai penyayatan.

Keselamatan Kerja & Perawatan Dividing Head

⚠️ KESELAMATAN KERJA (K3)

- ✓ Gunakan APD: kacamata pelindung, sarung tangan, dan sepatu safety.
- ✓ Pastikan mesin dalam keadaan OFF saat memasang atau melepas benda kerja.
- ✓ Kunci posisi spindle dengan benar sebelum mulai penyayatan.
- ✓ Jangan menyentuh bagian berputar saat mesin beroperasi.
- ✓ Periksa kekencangan chuck dan seluruh baut pengunci sebelum memulai.
- ✓ Hindari pakaian longgar yang dapat terjerat pada mesin berputar.
- ✓ Serbuk logam harus dibersihkan dengan kuas, bukan tangan.

🔧 PERAWATAN RUTIN

- | | |
|--------------|--|
| Setiap Hari | Bersihkan serbuk logam dan kotoran dari seluruh permukaan dividing head. |
| Setiap Hari | Oleskan minyak pelumas ringan pada permukaan geser dan spindle. |
| Mingguan | Periksa kondisi pelat pembagi, pastikan lubang tidak aus atau rusak. |
| Mingguan | Periksa keausan worm dan worm gear, sesuaikan backlash bila perlu. |
| Bulanan | Lakukan pelumasan menyeluruh pada semua komponen internal. |
| Bulanan | Kalibrasi akurasi pembagian dengan uji fungsi menggunakan benda uji. |
| Per Semester | Lakukan overhaul lengkap oleh teknisi berpengalaman. |

Aplikasi Dividing Head dalam Industri



Roda Gigi (Gear)

Paling umum. Roda gigi lurus, miring, maupun helical dibuat dengan memfrais slot gigi satu per satu menggunakan dividing head.



Alur Pasak (Keyway)

Pembuatan alur pasak (keyway) pada poros untuk posisi yang presisi dan simetris terhadap sumbu benda kerja.



Segi Banyak (Polygon)

Membuat kepala baut/mur segi enam, segi empat, dan berbagai bentuk segi banyak lainnya dengan ketelitian tinggi.



Alur Ulir & Cam

Pembuatan alur spiral, cam eksentrik, dan komponen berpola melingkar yang memerlukan putaran bertahap dan presisi.



Drill Jig & Fixture

Membuat lubang-lubang yang terdistribusi merata secara melingkar pada komponen drill jig dan fixture.



Komponen Turbin

Sudu-sudu turbin, impeller pompa, dan komponen mesin rotary lainnya yang memerlukan pembagian sudut akurat.

KESIMPULAN

- 1 Dividing Head adalah alat pembagi presisi yang esensial dalam pemesinan frais untuk membuat komponen berulang dan simetris.
- 2 Metode pembagian sederhana ($n = 40/z$) adalah yang paling umum digunakan, dengan memanfaatkan pelat pembagi untuk fraksi putaran.
- 3 Ketelitian dalam menghitung dan memindahkan engkol menentukan kualitas akhir produk yang dihasilkan.
- 4 Keselamatan kerja dan perawatan rutin dividing head adalah kunci keberhasilan proses pemesinan.