MATERI PEMBELAJARAN DIGITAL • FASE E

ALAT UKUR PRESISI: MIKROMETER SEKRUP

Dasar-Dasar Teknik Otomotif — SMK Kelas X

[PLACEHOLDER GAMBAR: ilustrasi mikrometer sekrup dan pengukuran komponen mesin]

Nama	:
Kelas	:
Sekolah	:

Tujuan Materi

Setelah mempelajari materi Mikrometer Sekrup ini, siswa diharapkan mampu:

1. Menjelaskan pengertian, fungsi, dan keunggulan mikrometer sekrup dalam pengukuran presisi tinggi.
2. Mengenali bagian-bagian utama mikrometer sekrup.
3. Menjelaskan fungsi masing-masing bagian mikrometer sekrup.
4. Menjelaskan cara menggunakan mikrometer sekrup dengan benar sesuai prosedur.
5. Membaca hasil pengukuran mikrometer sekrup secara tepat.
6. Memahami perbedaan penggunaan mikrometer sekrup dan jangka sorong dalam pekerjaan bengkel otomotif.

1. Pengantar: Peran Mikrometer Sekrup dalam Pemeriksaan Komponen Otomotif

Pada sistem mesin dan pemindah tenaga kendaraan bermotor, banyak komponen bergerak yang bergesekan dengan kecepatan tinggi sehingga keausannya diukur hingga satuan perseratus milimeter. Pada tingkat kepresisian ini, jangka sorong terkadang belum cukup teliti untuk memastikan apakah komponen masih layak pakai atau sudah melewati batas keausan.

Di bengkel otomotif, mikrometer sekrup menjadi alat ukur andalan ketika mekanik membutuhkan hasil ukur yang sangat presisi dan konsisten, misalnya pada pekerjaan berikut:

- **Pemeriksaan diameter poros kecil:** Mengecek keausan jurnal poros nok (*camshaft*) atau poros pompa.
- **Pengukuran ketebalan pelat:** Memeriksa ketebalan pelat kopling atau piringan rem.
- **Pengukuran ketebalan shim:** Menentukan ketebalan *shim* penyetel celah katup maupun *shim* diferensial.
- **Pemeriksaan diameter batang:** Mengukur keausan batang katup (*valve stem*) dan pena torak (*piston pin*).
- **Pemeriksaan ketebalan komponen mesin:** Mengecek ketebalan ring piston serta paking logam.

Pentingnya ketepatan pengukuran: Kesalahan pembacaan sekecil 0,02 mm atau 0,05 mm pada penyetelan *shim* katup atau pemeriksaan diameter batang katup dapat menyebabkan suara mesin kasar, kebocoran kompresi, hingga kerusakan komponen yang saling bergesekan.

MATERI UTAMA — MIKROMETER SEKRUP (OUTSIDE MICROMETER)

2. Pengertian Mikrometer Sekrup

Mikrometer sekrup adalah alat ukur panjang presisi yang bekerja menggunakan prinsip ulir sekrup halus untuk mengukur dimensi benda dengan tingkat ketelitian sangat tinggi, umumnya **0,01 mm** (atau hingga **0,001 mm** pada tipe tertentu).

Fungsi utama mikrometer sekrup luar (*outside micrometer*) adalah mengukur diameter luar, ketebalan, atau panjang benda kerja berukuran kecil yang memerlukan ketelitian tinggi. Mikrometer sekrup jauh lebih presisi daripada jangka sorong karena pergeseran poros ukurnya digerakkan oleh ulir sekrup dengan jarak ulir (*pitch*) 0,5 mm per putaran, yang dibagi lagi menjadi 50 bagian pada skala putarnya.

Contoh objek otomotif yang sering diukur menggunakan mikrometer sekrup antara lain:

- **Diameter poros kecil:** Jurnal poros nok (*camshaft*) atau poros komponen transmisi.
- **Ketebalan plat:** Pelat gesek kopling atau pelat penahan komponen.
- **Ketebalan shim:** *Shim* penyetel celah katup dan *shim* penyetel beban awal bantalan.
- **Diameter batang:** Batang katup (*valve stem*) dan pena torak (*piston pin*).
- **Ketebalan komponen mesin:** Tebal ring piston atau cincin penyetel.
- **Komponen kecil lainnya:** Bola baja bantalan (*steel ball*) atau ujung batang penekan.

[PLACEHOLDER GAMBAR: Mikrometer Sekrup — beri label frame, anvil, spindle, sleeve, thimble, ratchet, lock, skala utama, dan skala putar/nonius]

3. Bagian-Bagian Mikrometer Sekrup

Kenali nama dan peran setiap bagian mikrometer sekrup berikut ini:

- **Frame (rangka):** Rangka berbentuk huruf C yang kokoh sebagai penopang komponen mikrometer, biasanya dilengkapi lapisan isolator panas agar suhu tangan tidak memuaikan rangka.
- **Anvil (landasan):** Poros ukur tetap pada ujung kiri *frame* yang menjadi tumpuan sisi pertama benda kerja.
- **Spindle (poros gerak):** Poros ukur silindris yang bergerak maju atau mundur mendekati dan menjauhi *anvil* saat *thimble* diputar.
- **Sleeve:** Tabung silinder tetap tempat terukirnya garis datum horizontal serta garis-garis skala utama.
- **Thimble:** Tabung putar di bagian luar *sleeve* yang diputar jari untuk menggerakkan *spindle* dan memuat skala putar.
- **Ratchet stop:** Kenop pemutar kecil di ujung kanan *thimble* yang berbunyi "klik-klik" saat tekanan penjepitan benda sudah mencapai batas standar.
- **Lock (pengunci):** Tuas atau cincin pengunci untuk menahan posisi *spindle* agar tidak berputar saat hasil pengukuran dibaca.
- **Skala utama:** Skala tetap pada permukaan *sleeve* yang menunjukkan nilai pengukuran dalam satuan milimeter (garis atas) dan setengah milimeter (garis bawah).
- **Skala putar / nonius:** Skala melingkar pada tepi tirus *thimble* yang terdiri atas 50 garis pembagian untuk membaca nilai perseratus milimeter.

Bagian	Fungsi
Frame	Menopang seluruh komponen mikrometer secara kokoh dan menjaga kestabilan bentuk alat.
Anvil	Landasan tetap tempat menempelkan satu sisi benda kerja saat diukur.
Spindle	Poros gerak yang maju menjepit benda kerja ke arah *anvil* saat *thimble* diputar.
Sleeve	Tabung tetap tempat tercantumnya garis acuan dan skala utama pengukuran.
Thimble	Tabung putar untuk menggerakkan *spindle* sekaligus tempat skala putar/nonius.
Ratchet	Membatasi tekanan penjepitan benda kerja agar selalu seragam dan tidak merusak alat maupun benda.
Lock	Mengunci posisi *spindle* agar skala tidak berubah ketika pembacaan dilakukan.

4. Cara Menggunakan Mikrometer Sekrup

Ikuti tahapan penggunaan mikrometer sekrup berikut agar hasil pengukuran akurat dan alat tetap awet:

1. **Bersihkan alat dan benda:** Bersihkan permukaan ujung *anvil*, ujung *spindle*, dan permukaan benda kerja dari debu atau oli dengan kain bersih.
2. **Periksa kondisi nol:** Rapatkan *spindle* ke *anvil* menggunakan *ratchet stop* hingga berbunyi "klik" 2–3 kali (pada mikrometer 0–25 mm). Pastikan garis angka 0 pada *thimble* sejajar lurus dengan garis horizontal pada *sleeve*.
3. **Letakkan benda di antara anvil dan spindle:** Buka celah *spindle* secukupnya, lalu tempelkan satu sisi benda kerja secara rata pada permukaan *anvil*.
4. **Putar thimble:** Putar *thimble* searah jarum jam untuk mendekatkan *spindle* hingga hampir menyentuh permukaan benda kerja.
5. **Gunakan ratchet untuk memberikan tekanan pengukuran yang sesuai:** Hentikan memutar *thimble* sebelum menjepit benda, lalu putar bagian *ratchet stop* sampai terdengar bunyi "klik" sebanyak 2–3 kali.
6. **Pastikan benda berada pada posisi yang benar:** Pastikan benda tidak miring di antara *anvil* dan *spindle*, kemudian aktifkan *lock*.
7. **Baca skala utama:** Arahkan pandangan mata tegak lurus ke *sleeve* dan baca garis milimeter (atas) serta setengah milimeter (bawah) yang tampak di sebelah kiri tepi *thimble*.
8. **Baca skala putar/nonius:** Lihat garis pada *thimble* yang berimpit lurus dengan garis horizontal pada *sleeve*.
9. **Hitung hasil pengukuran:** Jumlahkan nilai skala utama dengan nilai skala putar.

[PLACEHOLDER GAMBAR: posisi benda di antara anvil dan spindle]

[PLACEHOLDER GAMBAR: cara menggunakan ratchet]

5. Cara Membaca Mikrometer Sekrup

Hasil pengukuran mikrometer sekrup dihitung menggunakan rumus penjumlahan berikut:

> **Hasil Pengukuran = Skala Utama + Skala Putar/Nonius**

Catatan penting tentang ketelitian alat: Tidak semua mikrometer sekrup memiliki nilai ketelitian yang sama; ketelitian bergantung pada spesifikasi masing-masing alat. Mikrometer analog standar di bengkel umumnya memiliki ketelitian **0,01 mm** (setiap 1 garis pada *thimble* bernilai 0,01 mm), sedangkan mikrometer vernier atau digital dapat memiliki ketelitian hingga **0,001 mm**. Pada mikrometer berketelitian 0,01 mm, garis bagian atas pada *sleeve* bernilai **1,00 mm** dan garis bagian bawah di antaranya bernilai **0,50 mm**.

Contoh Soal Pembacaan Mikrometer Sekrup

Contoh Soal 1 (Mudah) — Mengukur Diameter Batang Katup

Diameter batang katup diukur menggunakan mikrometer sekrup berketelitian **0,01 mm**.

[PLACEHOLDER GAMBAR: ilustrasi skala mikrometer untuk contoh soal 1]

- **Pembacaan skala utama:** Tepi *thimble* melewati garis atas **5 mm** dan garis bawah 0,50 mm belum terlihat, sehingga Skala Utama = **5,00 mm**.
- **Pembacaan skala putar:** Garis ke-**28** pada *thimble* sejajar lurus dengan garis horizontal pada *sleeve*.
- **Perhitungan:**
  Skala Putar = 28 × 0,01 mm = 0,28 mm
  Hasil Pengukuran = 5,00 mm + 0,28 mm = 5,28 mm
- **Jawaban akhir:** Diameter batang katup adalah **5,28 mm**.

Contoh Soal 2 (Menengah) — Mengukur Ketebalan Shim

Ketebalan sebuah *shim* katup diukur menggunakan mikrometer sekrup berketelitian **0,01 mm**.

[PLACEHOLDER GAMBAR: ilustrasi skala mikrometer untuk contoh soal 2]

- **Pembacaan skala utama:** Tepi *thimble* melewati garis atas **2 mm** dan terlihat satu garis bawah (**0,50 mm**) di sebelah kanannya, sehingga Skala Utama = 2,00 mm + 0,50 mm = **2,50 mm**.
- **Pembacaan skala putar:** Garis ke-**35** pada *thimble* sejajar lurus dengan garis horizontal pada *sleeve*.
- **Perhitungan:**
  Skala Putar = 35 × 0,01 mm = 0,35 mm
  Hasil Pengukuran = 2,50 mm + 0,35 mm = 2,85 mm
- **Jawaban akhir:** Ketebalan *shim* adalah **2,85 mm**.

Contoh Soal 3 (Lebih Sulit) — Mengukur Diameter Poros

Diameter sebuah poros kecil diperiksa menggunakan mikrometer sekrup berketelitian **0,01 mm**.

[PLACEHOLDER GAMBAR: ilustrasi skala mikrometer untuk contoh soal 3]

- **Pembacaan skala utama:** Tepi *thimble* melewati garis atas **14 mm** serta tampak jelas garis bawah **0,50 mm** di sebelah kanannya, sehingga Skala Utama = 14,00 mm + 0,50 mm = **14,50 mm**.
- **Pembacaan skala putar:** Garis ke-**47** pada *thimble* berimpit lurus dengan garis horizontal pada *sleeve*.
- **Perhitungan:**
  Skala Putar = 47 × 0,01 mm = 0,47 mm
  Hasil Pengukuran = 14,50 mm + 0,47 mm = 14,97 mm
- **Jawaban akhir:** Diameter poros adalah **14,97 mm**.

PERBANDINGAN — JANGKA SORONG DAN MIKROMETER SEKRUP

6. Perbedaan Jangka Sorong dan Mikrometer Sekrup

Setelah mempelajari jangka sorong pada materi sebelumnya dan mikrometer sekrup pada materi ini, perhatikan tabel perbandingan berikut agar kamu dapat memilih alat ukur yang tepat di bengkel:

Aspek	Jangka Sorong	Mikrometer Sekrup
Fungsi	Alat ukur serbaguna untuk berbagai jenis dimensi dalam satu alat.	Alat ukur khusus dengan tingkat presisi tinggi untuk dimensi tertentu (umumnya dimensi luar).
Pengukuran luar	Dapat dilakukan dengan rahang luar.	Fungsi utama *outside micrometer* menggunakan *anvil* dan *spindle*.
Pengukuran dalam	Dapat dilakukan dengan rahang dalam.	Tidak bisa dengan mikrometer luar standar (memerlukan *inside micrometer* khusus).
Pengukuran kedalaman	Dapat dilakukan dengan batang pengukur kedalaman.	Tidak bisa dengan mikrometer luar standar (memerlukan *depth micrometer* khusus).
Ketelitian	Umumnya 0,05 mm atau 0,02 mm.	Lebih tinggi, umumnya 0,01 mm (hingga 0,001 mm pada tipe vernier/digital).
Rentang pengukuran	Lebar dalam satu alat (misalnya 0–150 mm).	Terbatas tiap kelipatan 25 mm per alat (0–25 mm, 25–50 mm, 50–75 mm, dst.).
Contoh penggunaan otomotif	Diameter baut, diameter dalam & luar *bearing*, kedalaman alur ring piston.	Ketebalan *shim* katup, diameter batang katup, diameter jurnal poros nok, ketebalan pelat kopling.

Kesimpulan pemilihan alat: Pemilihan alat ukur di bengkel harus selalu disesuaikan dengan **jenis dimensi yang diukur** (luar, dalam, atau kedalaman), **rentang pengukuran** benda kerja, dan **tingkat ketelitian yang diperlukan**.

[PLACEHOLDER GAMBAR: perbandingan jangka sorong dan mikrometer sekrup]

PENERAPAN DALAM TEKNIK OTOMOTIF

7. Contoh Penggunaan di Bengkel (Studi Kasus)

Perhatikan empat studi kasus pekerjaan bengkel berikut untuk menentukan alat ukur yang paling tepat:

Kasus 1 — Mengukur Diameter Poros

Alat yang dipilih: Mikrometer sekrup (jika batas keausan poros memerlukan ketelitian hingga 0,01 mm, misalnya poros jurnal transmisi atau *camshaft*) atau **Jangka sorong** (jika hanya mengukur ukuran nominal poros secara umum). Untuk pemeriksaan keausan presisi sesuai buku manual, mikrometer sekrup lebih tepat karena mampu mendeteksi keausan sekecil 0,01 mm.

[PLACEHOLDER GAMBAR: studi kasus mengukur diameter poros dengan mikrometer sekrup]

Kasus 2 — Mengukur Diameter Dalam Bearing

Alat yang dipilih: Jangka sorong menggunakan bagian **rahang dalam**. Rahang dalam jangka sorong dirancang khusus untuk masuk ke lubang tengah *bearing* dan langsung membaca diameter dalam secara praktis.

[PLACEHOLDER GAMBAR: studi kasus mengukur diameter dalam bearing dengan jangka sorong]

Kasus 3 — Mengukur Ketebalan Shim

Alat yang dipilih: Mikrometer sekrup (rentang 0–25 mm). Selisih ukuran antar *shim* katup sangat tipis (hingga 0,01–0,02 mm). Mikrometer sekrup memberikan ketelitian 0,01 mm dan tekanan penjepitan yang seragam berkat *ratchet stop*.

[PLACEHOLDER GAMBAR: studi kasus mengukur ketebalan shim dengan mikrometer sekrup]

Kasus 4 — Mengukur Diameter Komponen Kecil (Batang Katup / Pena Torak)

Alat yang dipilih: Mikrometer sekrup (rentang 0–25 mm). Komponen kecil yang bergesekan seperti batang katup memiliki toleransi keausan yang sangat ketat sehingga memerlukan pembacaan hingga 0,01 mm serta bidang sentuh *anvil* dan *spindle* yang stabil.

LATIHAN PEMAHAMAN

8. Latihan Pemahaman Mikrometer Sekrup

Kerjakan seluruh soal berikut secara mandiri, kemudian cocokkan jawabanmu dengan kunci jawaban di bagian akhir.

A. Pilihan Ganda

1. Bagian pada mikrometer sekrup yang bergerak maju-mundur untuk menjepit benda kerja adalah ....
   a. Frame b. Anvil c. Spindle d. Sleeve e. Ratchet
2. Fungsi utama *ratchet stop* pada mikrometer sekrup adalah ....
   a. Mengunci posisi skala utama b. Menahan suhu panas dari tangan c. Memberikan tekanan pengukuran yang sesuai dan seragam d. Mengukur kedalaman lubang e. Mengubah satuan mm menjadi inci
3. Pada mikrometer sekrup berketelitian 0,01 mm, setiap 1 garis bagian bawah pada *sleeve* bernilai ....
   a. 0,01 mm b. 0,05 mm c. 0,10 mm d. 0,50 mm e. 1,00 mm
4. Jika seorang teknisi ingin mengukur ketebalan *shim* katup sebesar 2,45 mm dengan ketelitian 0,01 mm, alat yang paling tepat adalah ....
   a. Mistar baja b. Jangka sorong 0,05 mm c. Mikrometer sekrup 0–25 mm d. Mikrometer sekrup 25–50 mm e. Pengukur kedalaman
5. Sebelum benda dijepit penuh oleh *spindle*, bagian yang diputar untuk menggerakkan *spindle* secara cepat adalah ....
   a. Lock b. Anvil c. Frame d. Thimble e. Skala utama

B. Benar atau Salah

1. Mikrometer sekrup memiliki tingkat ketelitian yang lebih tinggi dibandingkan jangka sorong. (Benar / Salah)
2. Ketika menjepit benda kerja, *thimble* harus diputar sekuat tenaga tanpa menggunakan *ratchet stop*. (Benar / Salah)
3. Mikrometer sekrup luar standar (0–25 mm) dapat langsung digunakan untuk mengukur diameter dalam *bearing*. (Benar / Salah)
4. Rentang pengukuran satu buah mikrometer sekrup standar umumnya adalah setiap kelipatan 25 mm. (Benar / Salah)
5. Semua mikrometer sekrup memiliki nilai ketelitian yang sama tanpa dipengaruhi spesifikasi alatnya. (Benar / Salah)

C. Uraian Singkat

1. Jelaskan pengertian dan fungsi mikrometer sekrup!
2. Mengapa kita harus menggunakan *ratchet stop* saat *spindle* hampir menyentuh benda kerja?
3. Apa perbedaan fungsi antara *anvil* dan *spindle* pada mikrometer sekrup?
4. Jelaskan mengapa ketelitian mikrometer sekrup bisa berbeda antar jenis alat!
5. Sebutkan tiga contoh komponen otomotif yang diukur menggunakan mikrometer sekrup!

D. Soal Pembacaan Mikrometer Sekrup

Hitunglah hasil pengukuran mikrometer sekrup berketelitian **0,01 mm** berikut!

1. Tepi *thimble* melewati garis atas **4 mm** (garis bawah 0,50 mm belum tampak), garis ke-**18** pada *thimble* berimpit dengan garis datum *sleeve*. Berapa hasilnya?
2. Tepi *thimble* melewati garis atas **8 mm** dan tampak satu garis bawah (**0,50 mm**), garis ke-**12** pada *thimble* berimpit dengan garis datum *sleeve*. Berapa hasilnya?
3. Tepi *thimble* melewati garis atas **11 mm** (garis bawah 0,50 mm belum tampak), garis ke-**42** pada *thimble* berimpit dengan garis datum *sleeve*. Berapa hasilnya?
4. Tepi *thimble* melewati garis atas **16 mm** dan tampak satu garis bawah (**0,50 mm**), garis ke-**29** pada *thimble* berimpit dengan garis datum *sleeve*. Berapa hasilnya?
5. Tepi *thimble* melewati garis atas **21 mm** dan tampak satu garis bawah (**0,50 mm**), garis ke-**48** pada *thimble* berimpit dengan garis datum *sleeve*. Berapa hasilnya?

9. Kunci Jawaban

A. Kunci Jawaban Pilihan Ganda

1. **c. Spindle**
2. **c. Memberikan tekanan pengukuran yang sesuai dan seragam**
3. **d. 0,50 mm**
4. **c. Mikrometer sekrup 0–25 mm**
5. **d. Thimble**

B. Kunci Jawaban Benar atau Salah

1. **Benar**
2. **Salah**
3. **Salah**
4. **Benar**
5. **Salah**

C. Kunci Jawaban Uraian Singkat

1. Mikrometer sekrup adalah alat ukur panjang presisi berbasis ulir sekrup yang berfungsi mengukur dimensi luar atau ketebalan komponen kecil dengan ketelitian tinggi (umumnya 0,01 mm).
2. Agar tekanan penjepitan benda kerja tetap konstan dan tidak berlebihan sehingga mencegah kerusakan ulir alat, perubahan bentuk benda ukur, maupun kesalahan pembacaan.
3. *Anvil* adalah landasan ukur yang diam (tetap) pada *frame*, sedangkan *spindle* adalah poros ukur yang dapat bergerak maju-mundur saat *thimble* diputar.
4. Karena ketelitian bergantung pada spesifikasi konstruksi alat, seperti jarak ulir (*pitch*), jumlah pembagian garis pada *thimble* (0,01 mm), tambahan skala vernier (0,001 mm), atau sensor digital.
5. Contohnya: ketebalan *shim* katup, diameter batang katup (*valve stem*), dan diameter jurnal poros nok (atau ketebalan pelat kopling / ring piston).

D. Kunci Jawaban Pembacaan Mikrometer Sekrup

1. 4,00 mm + (18 × 0,01 mm) = 4,00 + 0,18 = **4,18 mm**.
2. 8,50 mm + (12 × 0,01 mm) = 8,50 + 0,12 = **8,62 mm**.
3. 11,00 mm + (42 × 0,01 mm) = 11,00 + 0,42 = **11,42 mm**.
4. 16,50 mm + (29 × 0,01 mm) = 16,50 + 0,29 = **16,79 mm**.
5. 21,50 mm + (48 × 0,01 mm) = 21,50 + 0,48 = **21,98 mm**.

Daftar Referensi

1. Setiawan, Fahrul Anam. (2022). *Dasar-Dasar Teknik Otomotif untuk SMK/MAK Kelas X Semester 1*. Jakarta: Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi. Tersedia di: https://buku.kemdikbud.go.id
2. Setiawan, Fahrul Anam. (2022). *Dasar-Dasar Teknik Otomotif untuk SMK/MAK Kelas X Semester 2*. Jakarta: Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi. Tersedia di: https://buku.kemdikbud.go.id
3. Kamal, M. Latief, Arman Setiawan, & Fahrul Anam Setiawan. (2022). *Buku Panduan Guru Dasar-Dasar Teknik Otomotif untuk SMK/MAK Kelas X*. Jakarta: Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi. Tersedia di: https://static-sc.cloudapp.web.id/content/pdf/bukuteks/kurikulum21/Dasar-Dasar-Teknik-Otomotif-BG-KLS-X.pdf
4. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. *Pekerjaan Dasar Teknik Otomotif (Bahan Ajar SMK Teknik Otomotif)*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan. Tersedia di: http://118.98.228.242/Media/Dokumen/5cdd6510b646044330d686c8/c2e6d4f5b192c57bb30121dfba44c159.pdf
5. Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah. *Modul Diklat Berbasis Kompetensi: Mengoperasikan Alat Ukur (Kode Unit: IMG.IN02.003.01)*. Jakarta: Repositori Kemendikdasmen. Tersedia di: https://repositori.kemendikdasmen.go.id/12065/1/IMG.IN02.003.01%20Mengoperasikan%20Alat%20Ukur.pdf