# LEMBAR KERJA MURID (LKM) INTERAKTIF

**Topik:** Analisis Pencemaran Limbah Bengkel Pemesinan & Perancangan Solusi Solutif Industri

## AKTIVITAS 1: ANALISIS STUDI KASUS BENGKEL PEMESINAN (OBSERVASI)

**Bacalah studi kasus berikut secara saksama!**

**Studi Kasus Operasional Bengkel Machining:**

Sebuah bengkel produksi pemesinan yang mengoperasikan puluhan mesin bubut, mesin frais (*milling*), dan mesin CNC menghasilkan berkarung-karung gram/bram (tatal sisa penyayatan logam) serta puluhan liter cairan pendingin (*coolant/dromus*) bekas setiap minggunya.

Karena kurangnya penanganan terstruktur, ceceran oli dan *coolant* busuk sering menggenang di lantai kerja serta dialirkan langsung ke selokan drainase umum tanpa filter penangkap minyak. Air selokan sekitar bengkel tampak keruh kehitaman, berbau tengik, dan berbusa. Di sudut ruang bahan, tumpukan bram besi yang terkontaminasi minyak bercampur dengan sampah domestik, memicu korosi dan membahayakan keselamatan kerja operator.

## AKTIVITAS 2: PERUMUSAN MASALAH ILMIAH (FORMULATING PROBLEMS)

💡 **Apa itu Rumusan Masalah?**

**Rumusan masalah** adalah pertanyaan kritis, jelas, dan fokus mengenai suatu fenomena atau penyimpangan (masalah) yang ditemukan saat observasi. Dalam metode ilmiah, rumusan masalah menjadi fondasi untuk mencari penyebab dan menentukan langkah solusi.

**Ciri-Ciri Rumusan Masalah yang Baik:**

1. Ditulis dalam **bentuk kalimat tanya** (diakhiri tanda baca ?).
2. Menggunakan kata tanya analitis seperti **Mengapa** (menanyakan penyebab/alasan) atau **Bagaimana** (menanyakan proses, dampak, atau cara penanganan).
3. Fokus pada variabel yang spesifik (misalnya: *limbah coolant, ceceran oli, sampah plastik flexi, bau selokan, keselamatan kerja*).

LIVEWORKSHEETS

**Contoh Pola Rumusan Masalah:**

- *"Mengapa pembuangan cairan coolant bekas secara langsung ke saluran drainase dapat menurunkan kualitas air dan menimbulkan bau tengik?"*
- *"Bagaimana dampak penumpukan sisa bahan spanduk berbahan sintetis terhadap lingkungan sekitar studio percetakan?"*

Berdasarkan studi kasus pada Aktivitas 1 dan panduan di atas, susunlah **3 rumusan masalah** menggunakan kata tanya **Mengapa** atau **Bagaimana**:

1. **Rumusan Masalah 1:**

   ……
   ……
   ……

2. **Rumusan Masalah 2:**

   ……
   ……
   ……

3. **Rumusan Masalah 3:**

   ……
   ……
   ……

**AKTIVITAS 3: IDENTIFIKASI & ANALISIS DAMPAK LINGKUNGAN BENGKEL (DATA ANALYSIS)**

Jelaskan analisis teknis Anda mengenai dampak dari limbah industri pemesinan berikut jika tidak dikelola dengan benar:

1. **Limbah Cair *Coolant* (Emulsi Minyak & Air) Bekas:**

*Pertanyaan:* Mengapa pembuangan *coolant* basi secara langsung ke saluran umum dapat merusak ekosistem air dan menyebarkan bau tidak sedap?

……
……
……

LIVEWORKSHEETS

2. **Tatal/Bram Besi Sisa Proses Bubut/Frais:**

*Pertanyaan:* Apa bahaya fisik bagi pekerja dan dampak lingkungan jangka panjang jika bram logam dibiarkan menumpuk tanpa pemilahan?

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

3. **Tumpukan Cairan Pelumas & Oli Bekas Mesin CNC:**

*Pertanyaan:* Bagaimana ceceran oli yang meresap ke dalam tanah dapat merusak struktur dan kesuburan tanah di sekitar bengkel?

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

**AKTIVITAS 4: PENGUJIAN HIPOTESIS & ANALISIS KRITIS (HYPOTHESIS TESTING)**

Berikan pendapat ilmiah dan argumentasi teknis Anda untuk merespons 2 hipotesis/dugaan berikut:

1. **Hipotesis A:** "*Pencegahan tumpahan oli dan pemisahan bram kering sejak dari meja mesin (chip conveyor/tray) tidak berpengaruh signifikan terhadap tingkat keselamatan kerja dan kebersihan drainase bengkel.*"

*Pertanyaan:* Apakah Anda setuju dengan pernyataan tersebut? Jelaskan analisis teknis dan K3LH Anda!

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

2. **Hipotesis B:** "*Penggunaan metode pendinginan Minimal Quantity Lubrication (MQL) atau eco-coolant lebih efisien dan ramah lingkungan dibandingkan sistem pendinginan genangan (flood coolant) konvensional.*"

*Pertanyaan:* Analisis keuntungan dan tantangan penerapan teknologi MQL berdasarkan hipotesis tersebut!

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

LIVEWORKSHEETS

**AKTIVITAS 5: MATRIKS SOLUSI TEKNIS PEMESINAN (DEVELOPING SOLUTIONS)**

Isilah tabel analisis alternatif solusi teknis untuk mengatasi permasalahan limbah bengkel pemesinan berikut:

| **Kategori Limbah** | **Identifikasi Masalah Utama** | **Alternatif Solusi Preventif (Pencegahan / Green Machining)** | **Alternatif Solusi Kuratif (Penanganan / Pengolahan)** |
|---|---|---|---|
| **Cairan *Coolant* Bekas** | Bau tengik, kontaminasi bakteri, & penyumbatan drainase | | |
| **Bram / Gram Logam** | Menumpuk, tajam, & terkontaminasi minyak | | |
| **Oli Bekas / Ceceran Pelumas** | Lantai licin & pencemaran tanah/air | | |

LIVEWORKSHEETS

**AKTIVITAS 6: PERANCANGAN GAGASAN SOLUSI TEKNIK PEMESINAN (ACTION PLAN / ENGINEERING CONCEPT)**

Sebagai juru mesin (*machinist*) atau calon teknisi pemesinan, rancanglah **Gagasan Alat/Sistem Penanganan Limbah Sederhana** yang dapat diterapkan di bengkel sekolah Anda.

Rancang ide Anda dengan format:

1. **Nama Solusi / Alat:** [ Sebutkan nama alat atau sistem rancangan Anda ]
2. **Kategori Penanganan:** *(Contoh: Oil Separator Sederhana, Alat Press Briket Bram Besi, Skimmer Coolant, Tray Penampung Oli, dll)* [ Tuliskan kategori ]
3. **Prinsip Kerja Alat/Sistem:** [ Jelaskan cara kerja alat secara teknis ]
4. **Dampak Positif terhadap Lingkungan Bengkel:** [ Jelaskan manfaatnya untuk kebersihan dan K3LH bengkel ]

**Aktivitas 7: Penarikan Kesimpulan (Conclusion)**

Berdasarkan seluruh proses analisis di atas, tuliskan **kesimpulan ilmiah singkat** mengenai pentingnya penerapan prinsip *Green Machining* (Pemesinan Ramah Lingkungan) dan tata kelola limbah B3 dalam dunia industri manufaktur modern!

LIVEWORKSHEETS