

# PANDUAN MODEL PEMBELAJARAN PROJECT-BASED LEARNING (PJBL)

Implementasi Kontekstual dan Integrasi Kejuruan pada Pembelajaran Matematika SMK

Model *Project-Based Learning* (PjBL) dalam pembelajaran matematika Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) merupakan pendekatan instruksional berbasis konteks vokasi yang menempatkan permasalahan dunia kerja nyata sebagai stimulus eksplorasi konsep matematis. Melalui pendekatan ini, matematika dikonstruksi bukan sekadar sebagai kumpulan formula abstrak, melainkan sebagai instrumentasi analitis fungsional untuk menyelesaikan tantangan praktis di industri modern.

## LANDASAN TEORETIS & PEDAGOGIS PJBL MATEMATIKA

Secara epistemologis, PjBL berakar pada konstruktivisme sosial (Vygotsky, 1978) dan teori belajar pragmatis (Dewey, 1938). Dalam konteks pendidikan kejuruan, PjBL mengintegrasikan *Situated Learning Theory* (Lave & Wenger, 1991), di mana pemahaman matematika ditumbuhkan melalui keterlibatan autentik dalam komunitas praktik (*community of practice*). Kognisi matematika terbentuk saat peserta didik mentranskripsikan fenomena teknis ke dalam model matematika kuantitatif.

## KARAKTERISTIK UTAMA PJBL MATEMATIKA DI SMK

- **Berpusat pada Peserta Didik (Student-Centered):** Peserta didik secara otonom dan kolaboratif mengonstruksi pengetahuannya melalui eksplorasi, investigasi, dan pemecahan masalah matematis.
- **Keterkaitan Kejuruan (Contextual Integration):** Topik matematis diintegrasikan secara terstruktur dengan kebutuhan analitis pada program keahlian (seperti Teknik Otomotif, Akuntansi, atau Agribisnis).
- **Produk Akhir Terukur (Tangible Output):** Setiap alur pembelajaran bermuara pada luaran konkret, baik berupa artefak fisik, pemodelan spasial, aplikasi komputasi, laporan analitis data, maupun infografis terapan.

## 6 LANGKAH SINTAKS OPERASIONAL PJBL MATEMATIKA LENGKAP DENGAN CONTOH KEGIATAN & PERTANYAAN PEMANTIK

### 1. Menentukan Pertanyaan Mendasar (Essential Question)

Guru menyajikan narasi atau studi kasus autentik di dunia kerja kejuruan yang membutuhkan pemodelan matematis sebagai solusi.

#### Contoh Pertanyaan Mendasar (Jurusan Agribisnis Pengolahan Hasil Pertanian - APHP):

"Bagaimana kita dapat merumuskan komposisi campuran bahan baku olahan pangan bernilai ekonomi tinggi agar memperoleh keuntungan maksimal, namun tetap memenuhi standar batas modal dan kapasitas mesin produksi yang terbatas?"

**Kegiatan Siswa:** Mengidentifikasi variabel utama (bahan baku  $x$  dan  $y$ ), memetakan batasan teknis produksi, dan merumuskan masalah ke dalam kerangka matematis.

### 2. Mendesain Perencanaan Proyek (Project Design)

Peserta didik membentuk kelompok kerja, menentukan pembagian peran, memilih metode pengumpulan data, serta menetapkan perangkat analitis (seperti lembar kerja digital / *spreadsheet*).

#### Contoh Pertanyaan Pemantik Guru:

"Data teknis dan variabel apa saja yang perlu kalian kumpulkan dari bengkel/laboratorium kejuruan untuk membangun persamaan sistem tersebut? Perangkat digital apa yang akan kalian gunakan untuk melakukan simulasi?"

**Kegiatan Siswa:** Merancang lembar wawancara/observasi laboratorium, membuat skematika model matematik (sistem pertidaksamaan linear), dan menentukan peran anggota kelompok.

### 3. Menyusun Jadwal Pengerjaan (Scheduling)

Guru dan peserta didik menyepakati linimasa eksplorasi, tahapan pencarian data, kalkulasi model, pembuatan produk, hingga persiapan presentasi.

**Contoh Pertanyaan Pemantik Guru:**

"Berapa lama alokasi waktu yang kalian butuhkan untuk melakukan verifikasi data lapangan, pengolahan model titik optimum, dan penyusunan laporan dasbor digital ini?"

**Kegiatan Siswa:** Menyusun diagram Gantt pengerjaan proyek, menetapkan batas waktu (deadline) internal kelompok, serta menyepakati indikator ketercapaian mingguan.

**4. Memonitor Keaktifan dan Perkembangan Proyek (Monitoring)**

Guru bertindak sebagai fasilitator yang memantau jalannya proyek, memberikan bimbingan scaffolding jika terjadi hambatan logika matematis, dan memastikan pengerjaan sesuai alur.

**Contoh Pertanyaan Monitoring Guru:**

"Apakah titik koordinat optimum yang kalian temukan pada grafik pertidaksamaan linear sudah sesuai dengan kapasitas riil mesin di workshop jurusan? Mengapa nilai variabel tersebut harus dibatasi pada bilangan cacah?"

**Kegiatan Siswa:** Melakukan verifikasi ulang perhitungan matematis, menguji variasi data input pada simulasi spreadsheet, dan berkonsultasi dengan guru produktif/matematika.

**5. Menguji Hasil (Assessing Outcome)**

Peserta didik mempresentasikan artefak, dasbor digital, atau laporan analitis hasil pemodelan matematis di depan kelas dan guru penilai.

**Contoh Pertanyaan Penilaian Guru/Penguji:**

"Sejauh mana efisiensi biaya yang berhasil dihemat berdasarkan model matematik yang kalian buat dibanding metode konvensional yang digunakan di industri saat ini?"

**Kegiatan Siswa:** Mendemonstrasikan cara kerja pemodelan matematika, menjelaskan grafik/data rasio keuntungan, serta mempertahankan argumen analisis matematis saat sesi tanya jawab.

**6. Evaluasi Pengalaman Belajar (Reflection)**

Guru dan peserta didik melakukan refleksi mendalam mengenai kendala teknis, validitas model matematika, serta relevansi materi dengan keahlian vokasi mereka.

**Contoh Pertanyaan Reflektif Guru:**

"Materi atau rumus matematika mana yang paling krusial membantu kalian memecahkan masalah di jurusan ini? Apa hambatan terbesar saat mentransformasikan data lapangan menjadi model matematika?"

**Kegiatan Siswa:** Menulis jurnal refleksi individu, mencatat masukan perbaikan model, dan menyimpulkan peran fungsional matematika dalam bidang keahlian vokasi mereka.

**MATRIKS PEMODELAN PROYEK BERDASARKAN 10 JURUSAN SMK**

| NO | PROGRAM KEAHLIAN                             | MATERI MATEMATIKA     | PRODUK / OUTPUT PROYEK TERAPAN                                                                                                                                                                                 |
|----|----------------------------------------------|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | Agribisnis Tanaman (AT)                      | Statistika & Peluang  | <b>Analisis Produktivitas Lahan:</b> Menyusun laporan statistik deskriptif (mean, varians) dan kurva estimasi pertumbuhan tanaman berbasis pemupukan organik vs kimia guna memprediksi ekspektasi hasil panen. |
| 2  | Teknik Jaringan Akses Telekomunikasi (TJAT)  | Trigonometri          | <b>Rancang Bangun Jaringan Mikro:</b> Mengkalkulasi sudut elevasi (tilt) antena, estimasi tinggi pemancar, serta jarak jangkauan optis untuk meminimalkan wilayah tanpa sinyal (blank spot).                   |
| 3  | Agribisnis Pengolahan Hasil Pertanian (APHP) | Program Linear        | <b>Optimasi Formulasi Produk:</b> Formulasi model pertidaksamaan untuk menentukan komposisi bahan baku olahan pangan bernilai ekonomi tinggi di bawah batasan biaya operasional.                               |
| 4  | Desain Komunikasi Visual (DKV)               | Geometri Transformasi | <b>Panduan Identitas Visual (Brand Identity):</b> Merancang pola motif geometris dan logo vektor presisi memanfaatkan fungsi translasi, refleksi, rotasi, serta dilatasi.                                      |
| 5  |                                              |                       |                                                                                                                                                                                                                |

| NO | PROGRAM KEAHLIAN                              | MATERI MATEMATIKA                | PRODUK / OUTPUT PROYEK TERAPAN                                                                                                                                                                    |
|----|-----------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | Teknik Kendaraan Ringan (TKR)                 | Vektor & Sistem Persamaan        | <b>Analisis Distribusi Beban Sasis:</b> Menghitung resultant gaya (vektor) pada titik beban suspensi kendaraan saat statis dan dinamis guna menentukan ambang batas beban aman.                   |
| 6  | Manajemen Perkantoran & Layanan Bisnis (MPLB) | Barisan & Deret                  | <b>Simulasi Depresiasi &amp; Investasi:</b> Membangun model lembar kerja (spreadsheet) otomatisasi proyeksi penyusutan nilai aktiva tetap dan estimasi akumulasi dana pensiun.                    |
| 7  | Produksi Film                                 | Perbandingan & Skala             | <b>Pencahayaannya &amp; Framed Geometry:</b> Menghitung rasio aspek (aspect ratio), focal length kamera, serta kalkulasi intensitas cahaya studio berdasarkan hukum kuadrat terbalik.             |
| 8  | Teknik Tenaga Listrik                         | Bilangan Kompleks / Trigonometri | <b>Analisis Faktor Daya (<math>\cos \phi</math>):</b> Menghitung impedansi total, tegangan, serta arus bolak-balik (AC) menggunakan diagram fasor untuk optimasi efisiensi daya listrik industri. |
| 9  | Teknik Perawatan Gedung / Bangunan            | Geometri Ruang (Dimensi Tiga)    | <b>Rencana Anggaran Biaya (RAB) &amp; Maket:</b> Menghitung volume konkret dan luas permukaan elemen struktural bangunan untuk presisi estimasi material tanpa residu limbah.                     |
| 10 | Tata Busana                                   | Fungsi & Persamaan Kuadrat       | <b>Konstruksi Pola Busana Melengkung:</b> Mengaplikasikan kurva parabola fungsi kuadrat dalam pemodelan pola kerah, armhole, dan rok tipe umbrella agar sesuai proporsi anatomis.                 |

#### Rekomendasi Praktis Implementasi bagi Pendidik

- **Nomenklatur Teknis Vokasi:** Gantikan abstraksi variabel konvensional seperti  $x$  dan  $y$  dengan besaran teknis nyata, misalnya  $x = \text{ext}\{\text{Massa Tepung (kg)}\}$  dan  $y = \text{ext}\{\text{Volume Gula (L)}\}$  pada disiplin APHP.
- **Kolaborasi Lintas Pengampu (Cross-Disciplinary):** Sinkronkan tema proyek bersama guru mata pelajaran produktif kejuruan agar menciptakan pembelajaran terpadu yang efisien serta bermakna.