

RANCANGAN PROYEK TERINTEGRASI PjBL

Materi Termokimia • Kelas XI • Semester II



Siklus PjBL: masalah → investigasi → rekayasa → produk → refleksi

Gambar 1. Alur proyek berbasis Project Based Learning (PjBL).

**“Eksplorasi Perubahan Energi pada Reaksi Kimia melalui
Kalorimetri dan Perancangan Produk Sederhana”**

Bahan pendampingan kegiatan MGMP Kimia SMA

A. Identitas Rancangan Proyek

Komponen	Keterangan
Kegiatan MGMP	Pendampingan Pembuatan Rancangan Proyek Terintegrasi PjBL
Mata pelajaran	Kimia
Materi	Termokimia
Kelas / semester	XI / Semester II
Model	Project Based Learning (PjBL) terintegrasi STEM
Alokasi waktu	4–5 pertemuan, disesuaikan satuan pendidikan
Produk akhir	Prototipe/solusi sederhana, laporan data, grafik, dan presentasi
Sasaran	Guru Kimia SMA peserta MGMP

B. Rasional

Termokimia tidak hanya menuntut murid memahami kalor, perubahan entalpi, reaksi eksoterm–endoterm, dan kalorimetri, tetapi juga mampu menggunakan konsep tersebut untuk membaca gejala nyata. Pendekatan PjBL memberi ruang bagi murid untuk merumuskan masalah, melakukan penyelidikan, mengolah data, merancang produk/solusi, menguji, memperbaiki, dan mengomunikasikan hasil.

Rancangan ini dikembangkan sebagai contoh yang dapat diadaptasi oleh MGMP. Integrasi STEM tampak melalui konsep sains, penggunaan teknologi untuk pengumpulan/pengolahan data, proses rekayasa saat merancang alat/produk, dan matematika untuk perhitungan kalor serta interpretasi grafik.

Prinsip utama

Proyek harus realistis, aman, kontekstual, menghasilkan data, memiliki produk/artefak, dan memungkinkan murid merefleksikan proses belajar.

C. Landasan Teori dan Konsep Termokimia

1. Sistem, lingkungan, dan energi

Sistem adalah bagian yang menjadi fokus kajian, sedangkan lingkungan adalah segala sesuatu di luar sistem yang dapat berinteraksi dengan sistem. Pertukaran energi dapat diamati melalui perubahan suhu atau dihitung sebagai kalor.

2. Kalor dan perubahan suhu

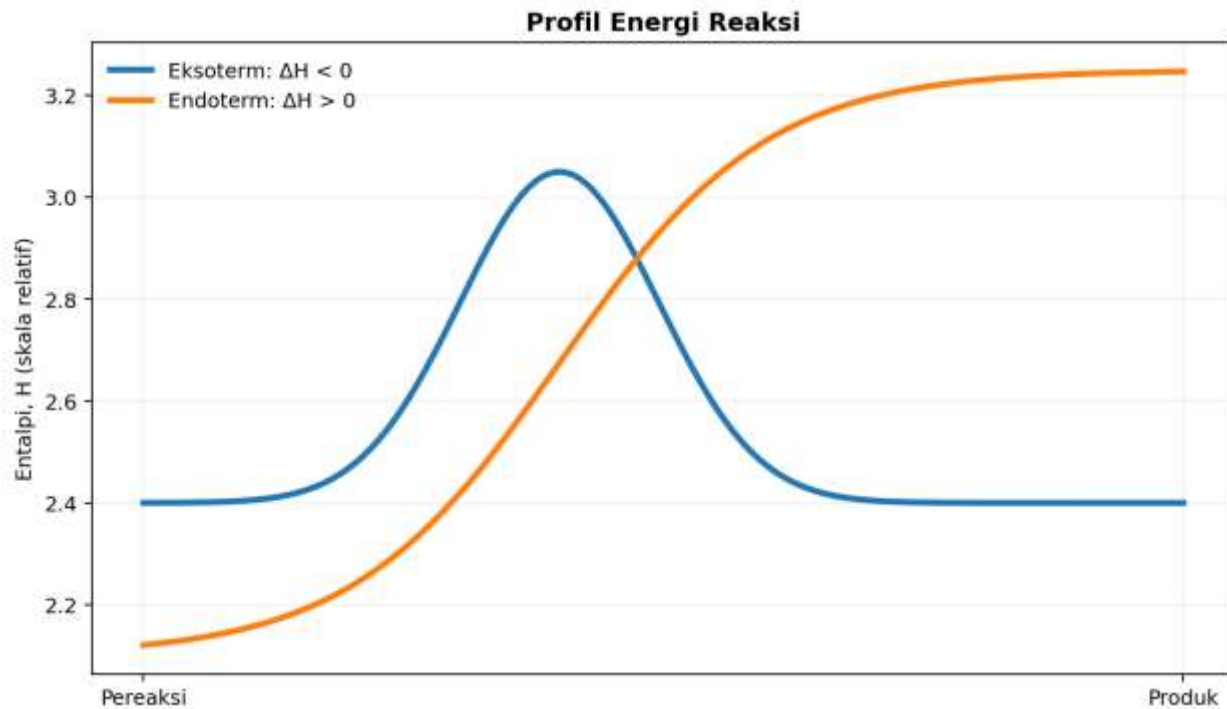
Untuk pemanasan atau pendinginan sederhana, kalor dapat diperkirakan dengan persamaan berikut :

$$q = m \times c \times \Delta T$$

q adalah kalor (J), m massa zat (g), c kalor jenis ($\text{J g}^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$), dan $\Delta T = T_{\text{akhir}} - T_{\text{awal}}$. Dalam kegiatan sekolah, guru dan murid perlu menyatakan asumsi serta membahas sumber ketidakpastian.

3. Perubahan entalpi (ΔH)

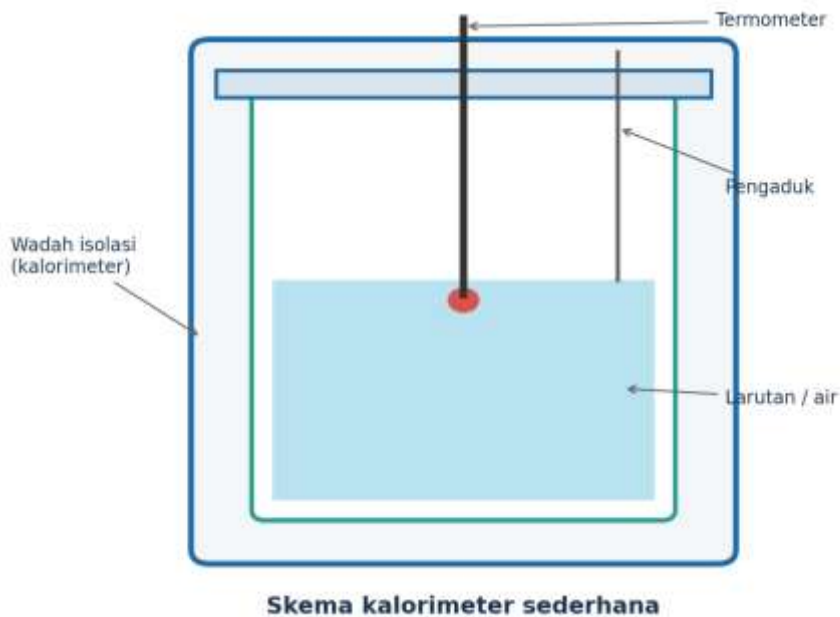
Untuk reaksi eksoterm, sistem melepaskan energi sehingga ΔH bernilai negatif. Untuk reaksi endoterm, sistem menyerap energi sehingga ΔH bernilai positif.



Gambar 2. Profil energi relatif proses eksoterm dan endoterm.

4. Kalorimetri

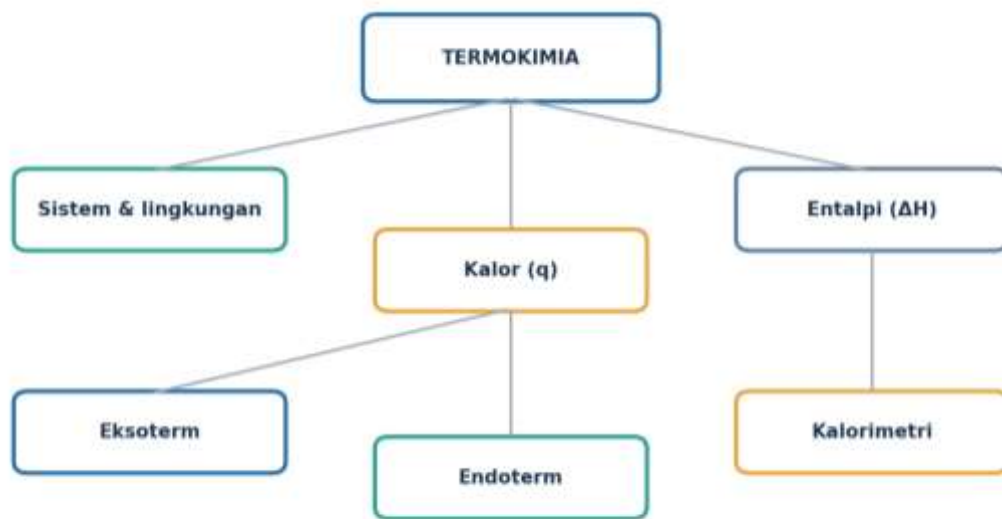
Kalorimetri adalah metode untuk memperkirakan kalor berdasarkan perubahan suhu yang terukur. Kalorimeter sederhana dapat dibuat dari wadah berisolasi relatif baik, termometer, penutup, dan pengaduk.



Gambar 3. Skema kalorimeter sederhana untuk kegiatan proyek.

5. Hukum Hess

Jika suatu reaksi berlangsung melalui beberapa tahap, perubahan entalpi total sama dengan jumlah perubahan entalpi setiap tahap. Konsep ini dapat menjadi pengayaan ketika murid membandingkan beberapa jalur reaksi atau hasil pengukuran.



Peta konsep Termokimia untuk mendukung proyek

Gambar 4. Peta konsep Termokimia sebagai fondasi proyek.

D. Desain Proyek PjBL

1. Judul proyek

“Eksplorasi Perubahan Energi pada Reaksi Kimia melalui Kalorimetri dan Perancangan Produk Sederhana”

2. Pertanyaan pemantik

- Bagaimana kita membuktikan bahwa suatu proses kimia melepaskan atau menyerap energi?
- Bagaimana perubahan suhu dapat digunakan untuk memperkirakan kalor suatu proses?
- Bagaimana hasil pengukuran dapat digunakan untuk merancang produk/solusi sederhana yang bermanfaat?

3. Tujuan proyek

- Menjelaskan hubungan antara sistem, lingkungan, kalor, perubahan suhu, dan perubahan entalpi.
- Merancang dan melakukan investigasi kalorimetri sederhana secara aman dan sistematis.
- Mengumpulkan, mengolah, dan menyajikan data dalam tabel dan grafik.
- Menggunakan data eksperimen sebagai dasar pengambilan keputusan dalam merancang produk/solusi.
- Mengomunikasikan hasil proyek serta melakukan refleksi terhadap proses dan kualitas produk.

4. Integrasi STEM

Komponen	Implementasi
Science	Termokimia, eksoterm–endoterm, kalorimetri, ΔH .

Komponen	Implementasi
Technology	Termometer digital/sensor bila tersedia; spreadsheet untuk tabel dan grafik; dokumentasi digital.
Engineering	Merancang kalorimeter sederhana dan/atau prototipe berdasarkan data.
Mathematics	Perhitungan q , ΔT , rata-rata, perbandingan data, dan interpretasi grafik.

E. Sintaks Pelaksanaan PjBL



Siklus PjBL: masalah → investigasi → rekayasa → produk → refleksi

Gambar 5. Tahapan proyek yang dapat digunakan dalam pembelajaran.

Tahap	Aktivitas inti
1. Pertanyaan mendasar	Guru memantik masalah kontekstual; murid mengidentifikasi fenomena dan menyusun pertanyaan investigasi.
2. Perencanaan proyek	Menentukan variabel, alat-bahan, prosedur, format data, pembagian tugas, dan kriteria produk.
3. Jadwal	Menyusun timeline persiapan, eksperimen, analisis, desain, pengujian, revisi, dan presentasi.
4. Monitoring	Guru memantau keselamatan, kualitas data, ketepatan konsep, dan kolaborasi.
5. Uji hasil/produk	Menganalisis data, menguji prototipe, mencatat kelemahan, dan melakukan perbaikan.
6. Evaluasi pengalaman	Presentasi, umpan balik, kesimpulan konsep, dan refleksi individu/kelompok.

F. Rancangan LKPD/Praktik Proyek

Bagian 1 — Perencanaan

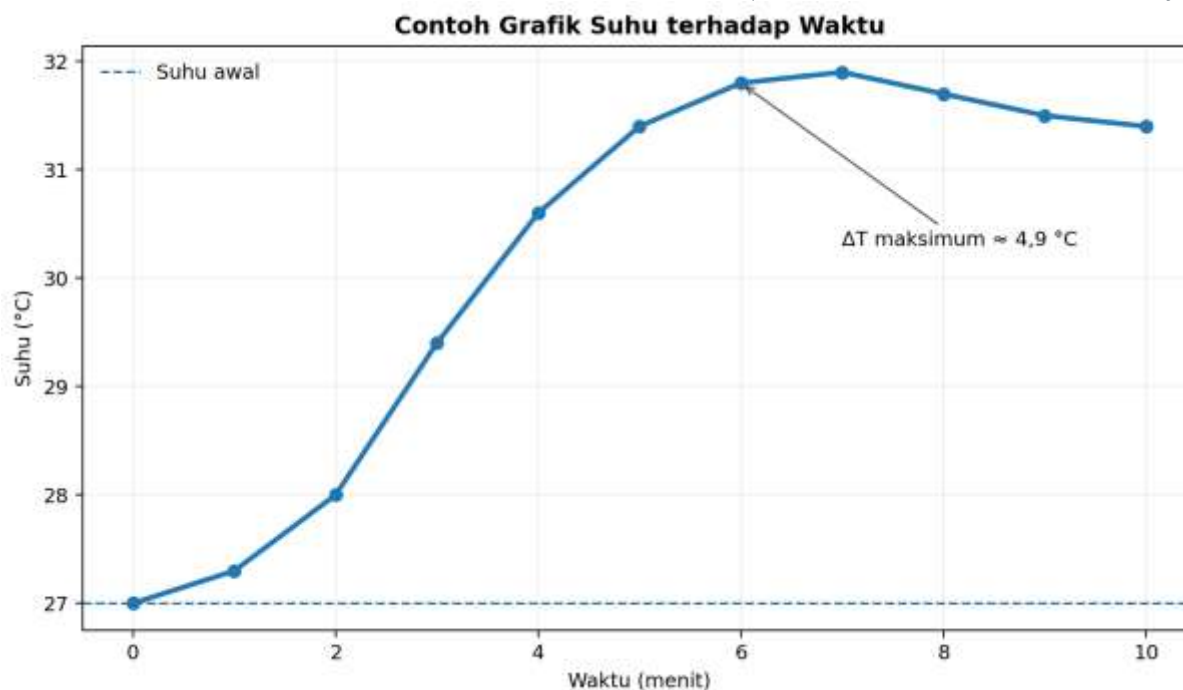
Isian kelompok	Jawaban
Nama kelompok	
Anggota	
Masalah yang dipilih	
Pertanyaan investigasi	
Hipotesis/prediksi	
Produk/solusi yang dirancang	
Kriteria keberhasilan	

Bagian 2 — Variabel dan keselamatan

Komponen	Contoh
Variabel bebas	Jenis proses/bahan yang dibandingkan atau perlakuan yang diubah.
Variabel terikat	Perubahan suhu (ΔT) dan/atau kalor yang dihitung.
Variabel kontrol	Massa/volume, waktu pengukuran, jenis wadah, dan kondisi lingkungan.
Keselamatan	Gunakan skala/konsentrasi sesuai SOP sekolah; gunakan APD; jangan kontak langsung atau mencicipi bahan.

Bagian 3 — Tabel pengamatan

Waktu	T (°C)	Catatan
0 menit		
1 menit		
2 menit		
3 menit		
4 menit		
5 menit		
6 menit		



Gambar 6. Contoh grafik suhu terhadap waktu; data bersifat ilustratif.

Pertanyaan analisis

1. Berapa suhu awal dan suhu maksimum/minimum?
2. Berapa nilai ΔT dan bagaimana tandanya?
3. Apakah proses cenderung eksoterm atau endoterm? Jelaskan berdasarkan data.
4. Apa sumber kehilangan/penambahan kalor yang mungkin memengaruhi hasil?
5. Bagaimana data digunakan untuk memperbaiki rancangan produk?

G. Produk Akhir dan Kriteria Rekayasa

Produk dapat berupa kalorimeter sederhana yang ditingkatkan kualitas isolasinya, rancangan paket pemanas/pendingin simulatif, atau media demonstrasi eksoterm–endoterm. Bentuk produk disesuaikan fasilitas dan kebijakan keselamatan sekolah.

Kriteria	Indikator
Fungsi	Produk dapat menunjukkan/mengukur fenomena termokimia sesuai tujuan.
Data	Pengukuran konsisten dan dapat ditelusuri.
Efisiensi	Mempertimbangkan kehilangan kalor, kemudahan penggunaan, dan ketersediaan bahan.
Keamanan	Bahan, alat, dan prosedur sesuai SOP.
Kreativitas	Ada perbaikan/desain yang menunjukkan proses rekayasa.
Komunikasi	Dilengkapi poster/infografis atau presentasi berbasis data.

H. Asesmen Proyek

1. Rubrik

Aspek	Indikator	Skala
Pemahaman konsep	Ketepatan menjelaskan q , ΔT , eksoterm/endoterm, dan ΔH .	4 sangat baik; 3 baik; 2 berkembang; 1 perlu bimbingan
Investigasi	Variabel, prosedur, ketelitian, dan keselamatan.	4–1
Analisis data	Perhitungan, tabel, grafik, dan interpretasi.	4–1
Produk/prototipe	Fungsi, desain, keamanan, dan perbaikan berdasarkan data.	4–1
Kolaborasi	Pembagian peran, komunikasi, tanggung jawab.	4–1
Presentasi & refleksi	Argumentasi berbasis bukti dan refleksi proses.	4–1

2. Bobot yang dapat digunakan

Komponen	Bobot
Proses investigasi & keselamatan	20%
Produk/prototipe	25%
Data, perhitungan & grafik	25%
Presentasi	15%
Refleksi individu	15%

I. Skenario Pendampingan Kegiatan MGMP

Sesi	Waktu	Aktivitas	Output
1. Orientasi	20 menit	Menganalisis tujuan, karakteristik Termokimia, dan prinsip PjBL.	Kesepahaman tujuan
2. Eksplorasi konsep	30 menit	Mengkaji kalor, ΔH , eksoterm–endoterm, kalorimetri.	Peta konsep
3. Bedah contoh	30 menit	Menganalisis pemantik, produk, data, dan asesmen.	Catatan adaptasi
4. Lokakarya	60 menit	Menyusun proyek sesuai kelas, fasilitas, dan konteks sekolah.	Draft rancangan
5. Peer review	30 menit	Bertukar rancangan dan memberi umpan balik.	Rancangan revisi

Sesi	Waktu	Aktivitas	Output
6. Presentasi	30 menit	Memaparkan proyek dan menerima masukan.	Rancangan final

J. Produk yang dihasilkan MGMP

- Satu rancangan proyek Termokimia yang siap diuji coba.
- Satu LKPD yang memuat pemantik, prosedur, tabel data, analisis, dan refleksi.
- Satu rubrik penilaian proyek.
- Satu alternatif diferensiasi berdasarkan kesiapan murid dan fasilitas sekolah.

K. Keselamatan, Diferensiasi, dan Adaptasi

Keselamatan

- Gunakan bahan dalam skala mikro/kecil dan konsentrasi sesuai SOP laboratorium sekolah.
- Gunakan kaca mata keselamatan dan sarung tangan bila diperlukan berdasarkan karakter bahan.
- Hindari bahan berbahaya hanya demi mendapatkan perubahan suhu yang besar.
- Guru memeriksa alat-bahan dan memastikan pembuangan limbah sesuai ketentuan sekolah.

Diferensiasi

Kebutuhan	Strategi
Perlu dukungan	Template variabel, contoh tabel, rumus, dan pertanyaan analisis bertahap.
Reguler	Ruang memilih variabel dan merancang prosedur dengan batasan yang jelas.
Mahir	Tantangan membandingkan efisiensi isolasi, estimasi ketidakpastian, atau beberapa jalur reaksi.

Adaptasi fasilitas

Jika laboratorium terbatas, kegiatan dapat menggunakan kalorimeter sederhana dan alat ukur suhu yang tersedia. Pengolahan data dapat dilakukan manual atau dengan spreadsheet. Jika sensor digital tersedia, murid dapat membandingkan data sensor dengan termometer konvensional.

L. Lampiran: Format Rancangan Proyek Siap Isi

Judul proyek:

Fase/kelas:

Alokasi waktu:

Pertanyaan pemantik:

Tujuan pembelajaran:

Konsep Termokimia:

Produk/prototipe:

Alat dan bahan:

Langkah kegiatan:

Data yang dikumpulkan:

Cara analisis:

Kriteria keberhasilan:

Bentuk asesmen:

Refleksi murid:

Penutup

Rancangan ini merupakan contoh yang dapat dikembangkan oleh MGMP Kimia sesuai karakteristik murid, konteks lokal, fasilitas laboratorium, dan perangkat ajar yang berlaku di satuan pendidikan. Kekuatan proyek terletak pada hubungan yang jelas antara masalah nyata, konsep Termokimia, proses investigasi, data, produk, dan refleksi.