



Mengajar Desain & Teknologi di Era STEM

Membangun Kompetensi dan
Kapabilitas di Dunia Buatan



The hand is the cutting edge of the mind.
Civilisation is not a collection of finished
artefacts; it is an elaboration of processes.

– **Jacob Bronowski**

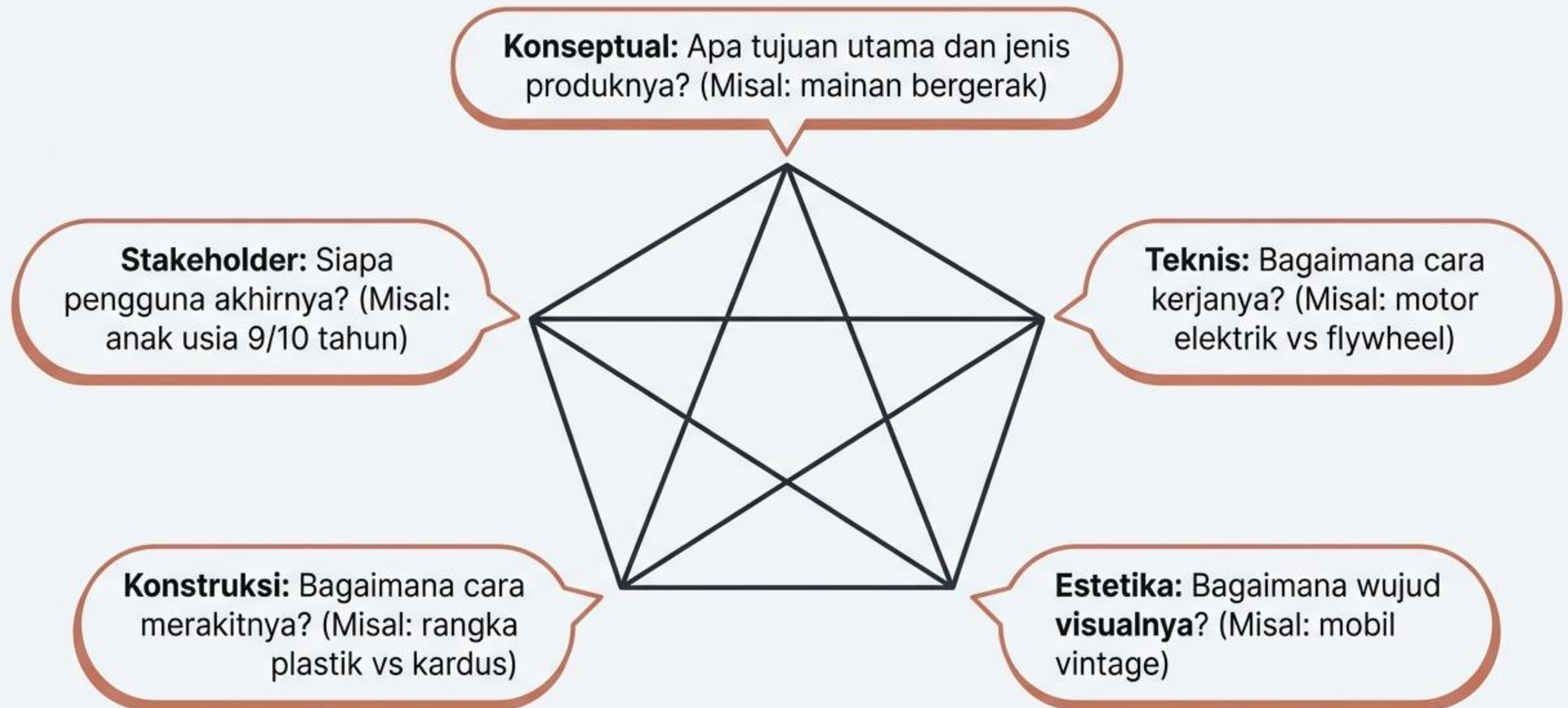
**Ide DARI D&T
(Pengetahuan Praktis):**

Material, proses manufaktur,
fungsionalitas, dan evaluasi.

**Ide TENTANG D&T
(Dampak & Filosofi):**

Intervensi pada dunia nyata,
keragaman solusi,
penilaian kualitas, dan
konsekuensi yang tidak
disengaja.

Membangun Kompetensi: The Design Decision Pentagon



D&T dan Sains: Mengubah Pengetahuan (Reconceptualised Knowledge)



Pendekatan Sains (Fokus pada Penjelasan):

Menggunakan paku payung untuk mendemonstrasikan rumus Tekanan = Gaya / Luas Area.



Pendekatan D&T (Fokus pada Tindakan):

Menguji berbagai jenis paku payung untuk memahami ergonomi dan pengalaman pengguna (Torben Steeg).

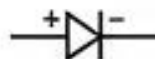
Mentransfer pengetahuan tidak terjadi secara otomatis. Pengetahuan sains harus direkonseptualisasi agar dapat digunakan untuk mengambil keputusan desain.

Alat Bantu Keputusan: Chooser Charts

Kemandirian Siswa: Membantu siswa membuat keputusan teknis dengan dukungan minimal dari guru.

Fokus pada D&T: Mengurangi beban kognitif sains (misalnya, menggunakan kapasitas :gat kapasitas 'mAh' baterai untuk memilih sumber daya, alih-alih menghitung voltase atau daya rumit).

Praktis: Menerjemahkan data komponen menjadi tindakan desain langsung.

What the components might need to do	Options	Symbols	Points to check
To provide a power supply	 Zinc carbon  Zinc chloride  Alkaline batteries	  	• Voltage of 1.0 V to voltage and the same connectors
To make light (give a signal)	 LED  Flashing LED	 	• Resistors and renurate resistor compare with besistor • Polarity and nnorear polarity
To provide illumination	 Light bulb		• Power source matched power source matching
To give rotary movement	 Electric motor		• Power source matched power source • Power source and row for gearing
To make sound	 Bell  Buzzer	 	• Power source matched power source • Power source and row polarity

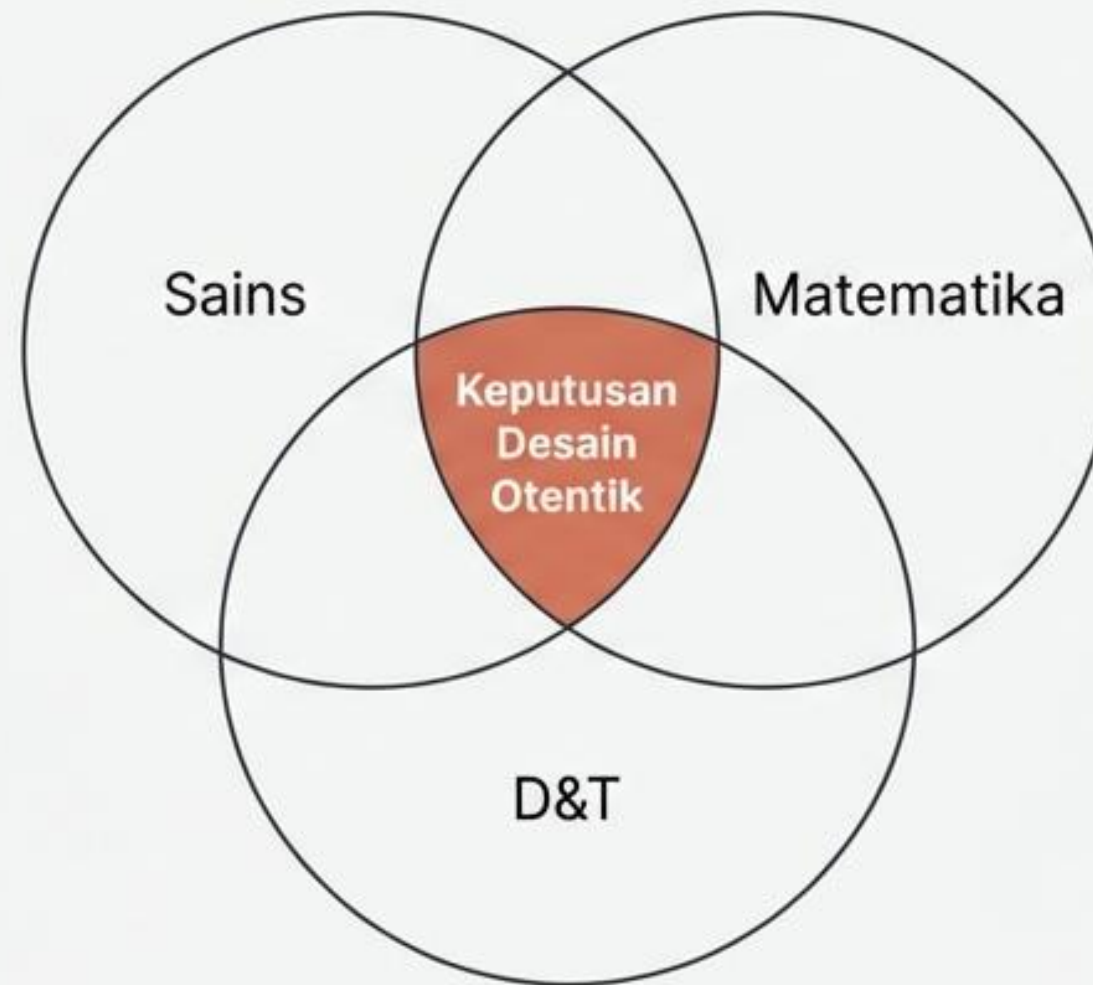
D&T dan Matematika: Pola, Pengukuran, dan Pemodelan



Insights from Prof. Celia Hoyles

- Mengukur & Mengkalibrasi: Desain timbangan untuk hewan kecil membutuhkan pemahaman skala, rentang, dan keandalan matematis.
- Keberlanjutan & Data: Membaca tren data nyata (penipisan sumber daya, emisi karbon) untuk merancang solusi otentik.
- Optimalisasi: Memaksimalkan volume dan insulasi (contoh: paket bantuan bencana) menggunakan geometri.

Aturan Emas Kolaborasi: Menjaga Integritas Mata Pelajaran



Model Utility-Purpose (Janet Ainley):

Memanfaatkan kegunaan (utility) Matematika dan Sains untuk mencapai tujuan utama (purpose) D&T.

Bukan Sekadar Sains Terapan:

Teknologi adalah eksploitasi fenomena sains (Brian Arthur). Pengetahuan untuk mengambil tindakan (D&T) sering kali mendahului pengetahuan untuk penjelasan teoritis (Sains).

Peringatan:

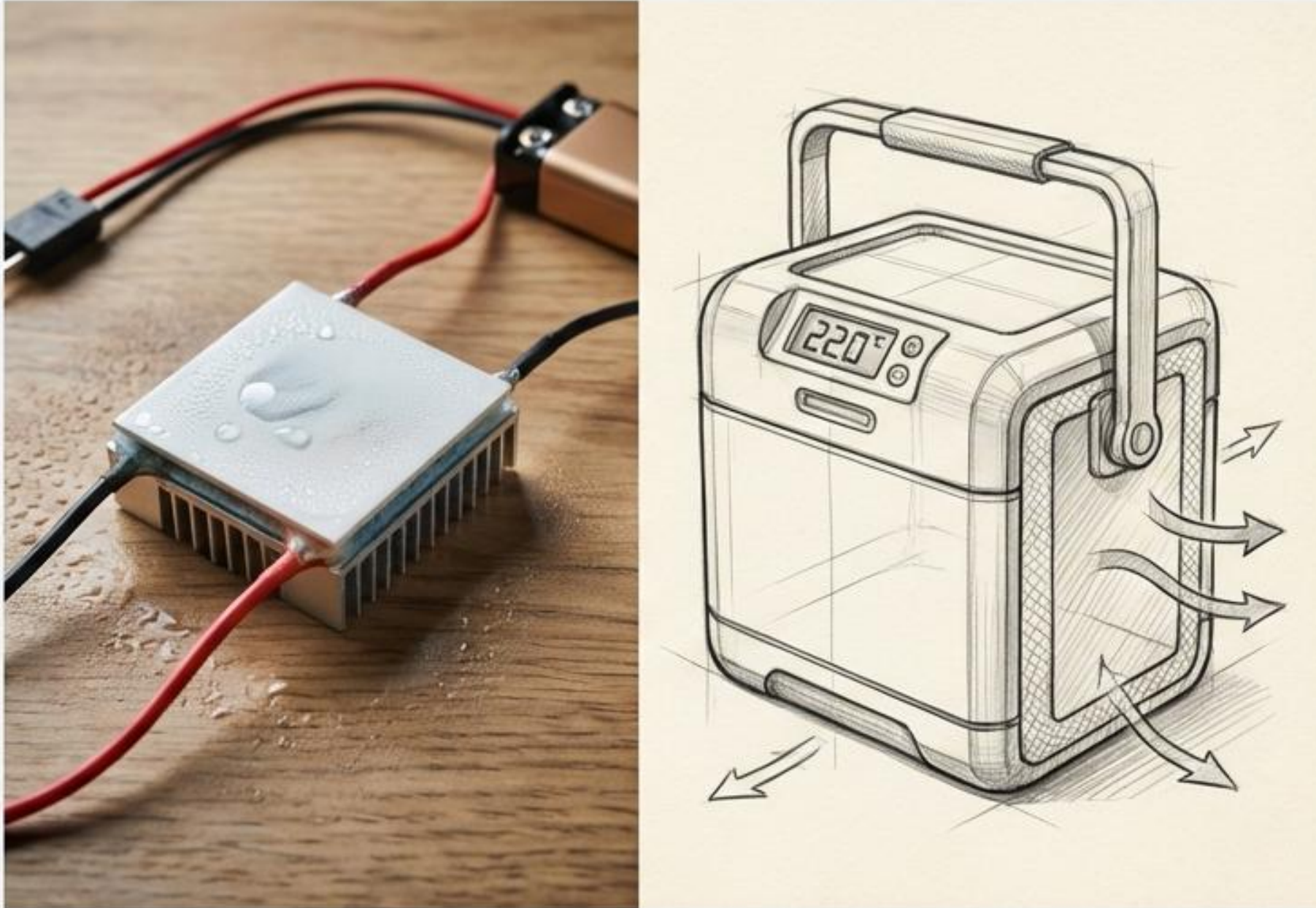
Jangan paksakan perhitungan matematika jika itu menciptakan batasan artifisial yang merusak keaslian desain.

Galeri Praktik: 7 Proyek Inspiratif D&T Berbasis STEM

Mengubah teori menjadi aksi di dalam ruang kelas.



Studi Kasus 1: Mengeksplorasi Fenomena Sains



Proyek:

Desain perangkat berbasis Efek Peltier (satu sisi dingin, satu sisi panas).

Aplikasi: Pendingin minuman atau kotak transpor organ medis.

Koneksi Sains:

Menyelidiki konduksi, konveksi, dan heat sinks. Memisahkan konsep panas dan suhu.

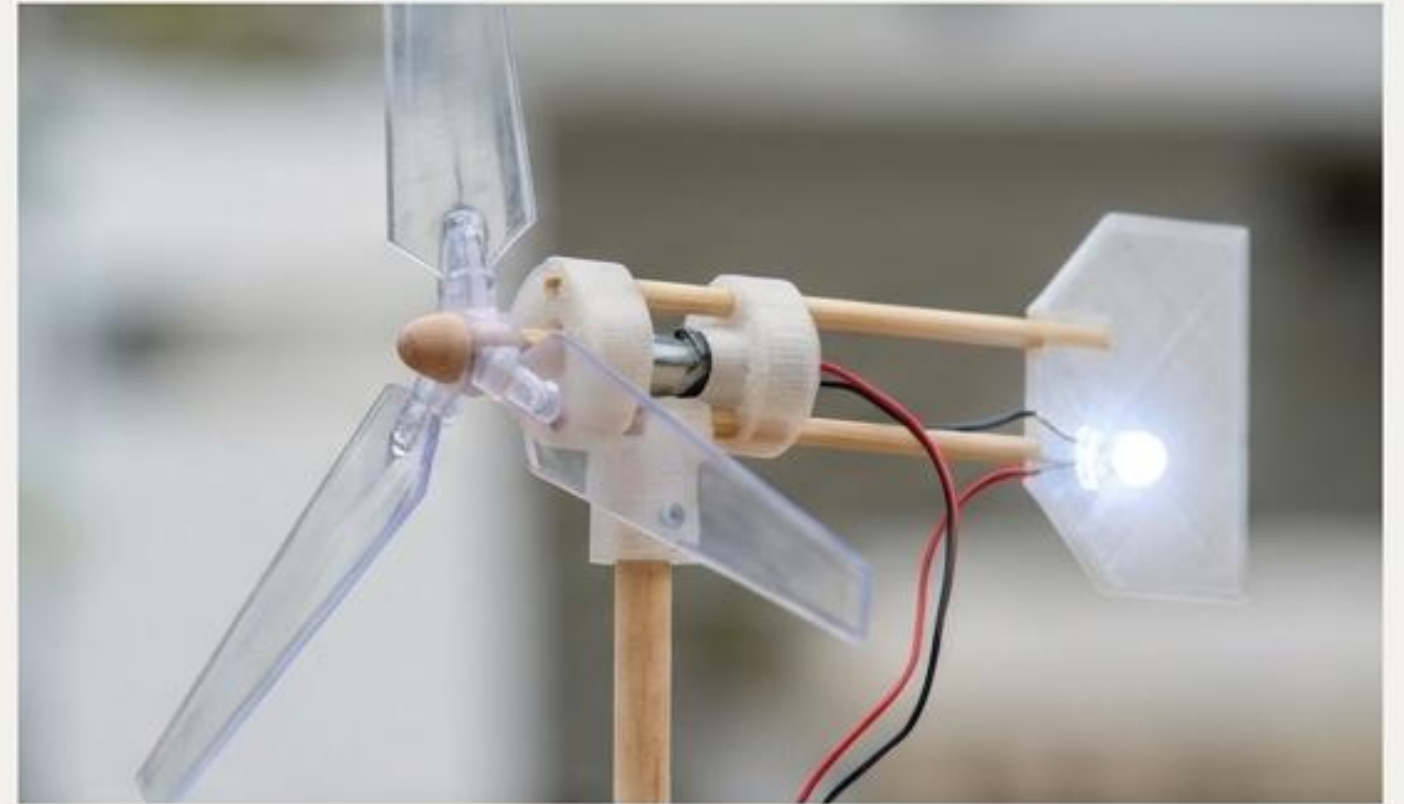
Keputusan D&T:

Merancang struktur insulasi dan sistem pembuangan panas tanpa perlu memahami teori termodinamika secara mendalam.

Studi Kasus 2 & 3: Pemodelan Matematika di Dunia Fisik



Menghitung rasio transmisi dan ukuran roda terhadap kecepatan RPM motor ($\text{Jarak tempuh} = \text{RPM} \times \text{Keliling Roda}$).



Menggunakan Betz limit dan grafik kecepatan angin untuk memprediksi tangkapan daya (mekanis/elektrik) untuk isu keberlanjutan.

Studi Kasus 4: Biomimetika & Pencahayaan Masa Depan



Sains Fisika:

Membandingkan konsumsi energi dan pembuangan panas antara lampu filamen dan LED.



Sains Biologi (Biomimetika):

Mengeksplorasi penggunaan mikroorganisme bercahaya (rekayasa genetika) sebagai alternatif pencahayaan organik yang ditenagai oleh limbah, bukan listrik.

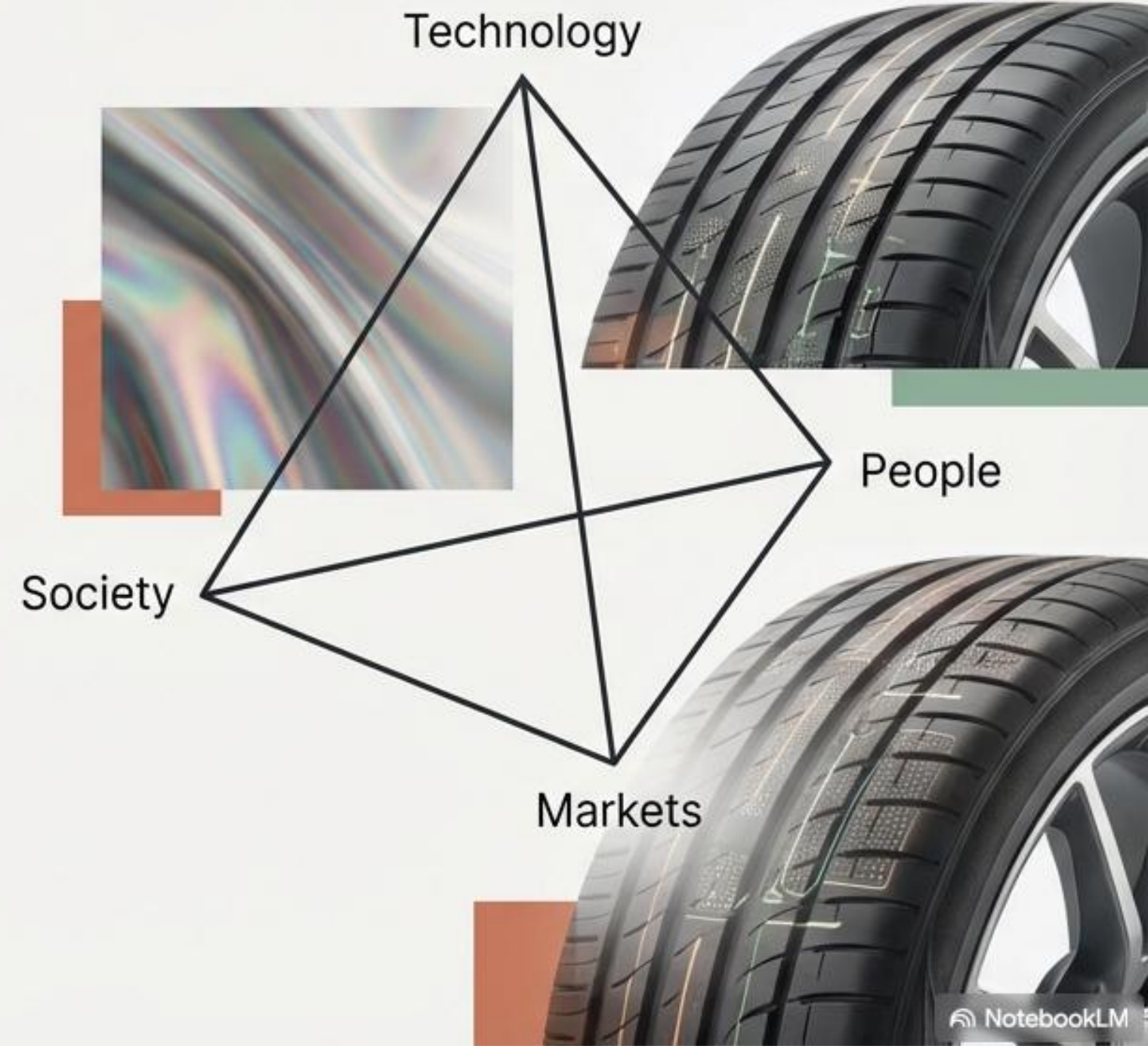


Desain:

Menciptakan prototipe lampu mood atau task lighting dengan fokus pada polusi visual dan jejak karbon.

Studi Kasus 5: Material Pintar & The Foresight Tetrahedron

- **Material:** Mendesain dengan QTC (Quantum Tunnelling Composite) – konduktor sensitif tekanan (semakin ditekan, semakin menghantarkan arus).
- **Konsep:** Baju yang berubah warna saat menari, atau ban mobil yang mendeteksi tekanannya sendiri.
- **Analisis 4 Faktor (Young Foresight):** Mengevaluasi kesuksesan produk berdasarkan kesiapan Teknologi, Nilai Masyarakat, Kebutuhan Manusia, dan Potensi Pasar.



Studi Kasus 6: Desain Radio, Sistem, dan Geometri Ruang

Perakitan Sistem: Membaca skema elektronik dan menyolder papan sirkuit untuk menangkap spektrum elektromagnetik.

Koneksi Matematika: Memaksimalkan volume internal dari sebuah jaring-jaring 2D (surface developments) menjadi bentuk 3D untuk memuat baterai dan sirkuit.

Manufaktur Modern: Menggunakan perangkat lunak CAD dan mesin laser cutter untuk akurasi pelipatan bahan polipropilena/karton.

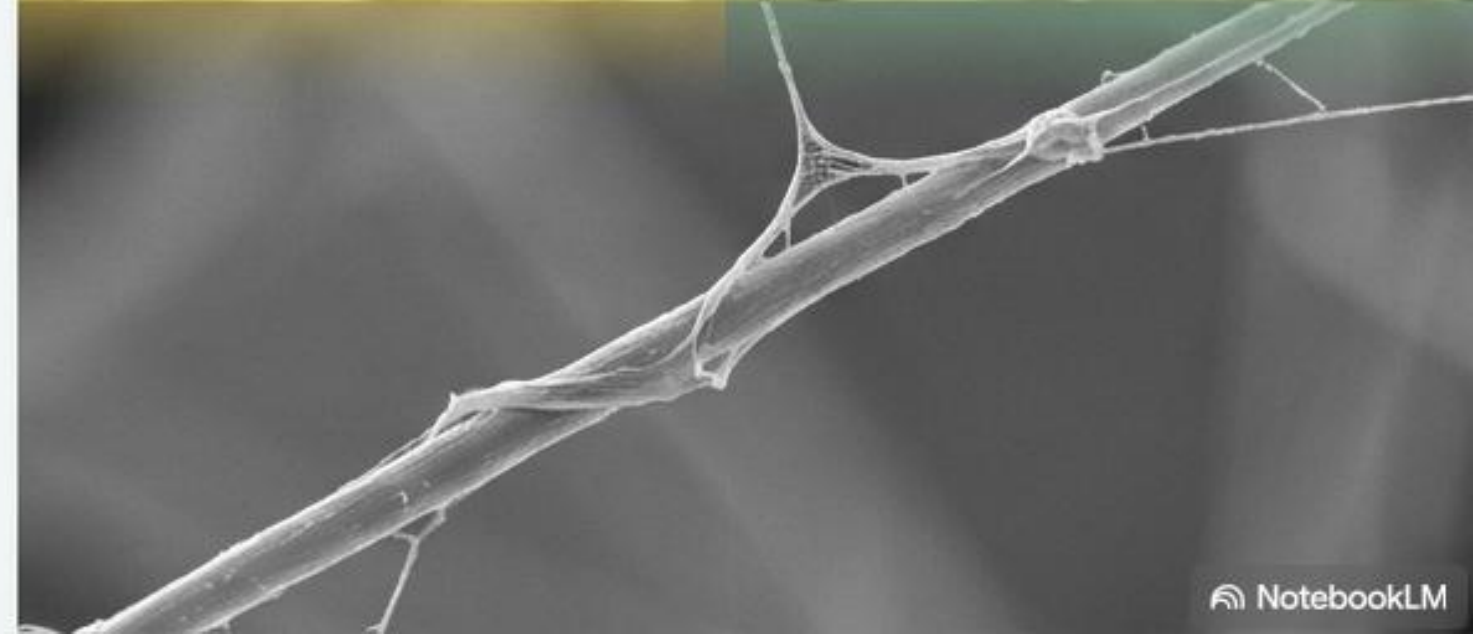


Studi Kasus 7: Tekstil Pelindung & Evolusi Material

Kebutuhan Ekstrem: Dari insulasi tahan air untuk nelayan hingga bantalan peredam benturan untuk atlet.

Pengujian Properti: Melakukan investigasi kekuatan tarik, daya tahan aus, dan sifat kedap air pada material modern seperti **Kevlar**.

Desain Spekulatif: Membayangkan penggunaan sutra laba-laba transgenik (dihasilkan oleh ulat sutra) sebagai pengganti plastik tangguh yang jauh lebih ramah lingkungan.





Masa Depan Kolaborasi STEM

- ✓ **Sinkronisasi Kurikulum:** Hindari pesan yang membingungkan siswa; gunakan bahasa konseptual yang konsisten antar mata pelajaran.
- ✓ **Fokus pada Tujuan Utama:** Pastikan Matematika dan Sains hadir untuk melayani keputusan desain siswa, bukan sebaliknya.
- ✓ **Sumber Daya Terpenting:** Keberhasilan integrasi STEM sangat bergantung pada penyediaan waktu bagi para guru untuk berdialog, merencanakan, dan bereksperimen bersama.