

PANDUAN PENYUSUNAN SAINS DASAR

2025

Badan Kerjasama Perguruan
Penyelenggara Pendidikan Tinggi
Teknik Lingkungan

Penyusun:

- Dr. Anni Rochaeni, ST. MT.
- Jumiati, ST., M. Ling.
- Valencia Safir Maharani, ST, MT
- Dr. Eng. Allen Kurniawan, ST, MT

Narasumber:

- Dr. Eng. Muralia Hustim, ST., MT.
- Prof. Dr. Eng. Shinta Indah

Editor:

- Dr. Cindy Rianti Priadi, ST., MSc.

Reviewer:

- Dr. Eng Slamet Raharjo
- Any Juliani, ST., M.Sc. (Res. Eng.), Ph.D.
- Dr. Cindy Rianti Priadi, ST., MSc.

Versi 1: Februari 2025**Cara mengutip dokumen ini:**

Bakerma TL, 2025, Panduan Penyusunan *Basic Science*, diakses dari situs web Bakerma TL
<https://www.bakermatl.or.id/>

KATA PENGANTAR

Puja dan puji syukur kita panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penyusunan Panduan Kurikulum Badan Kerja Sama Perguruan Penyelenggara Pendidikan Tinggi Teknik Lingkungan (BAKERMA TL) untuk Program Studi Teknik Lingkungan (selanjutnya disebut Prodi TL) Program Sarjana dapat terselesaikan dengan baik. Panduan ini merupakan wujud komitmen BAKERMA TL Indonesia dalam mendukung implementasi kurikulum yang adaptif, inovatif, dan relevan dengan kebutuhan global.

Penyusunan panduan ini melibatkan semua anggota BAKERMA TL melalui diskusi yang dilakukan secara bertahap dan menghadirkan beberapa narasumber yang relevan dari berbagai Institusi. Panduan ini didasarkan pada kajian yang mendalam terhadap standar pendidikan tinggi, perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, berbagai Lembaga Akreditasi seperti IABEE, ABET, LAMTEKNIK serta kebutuhan dunia kerja. Panduan kurikulum ini mengintegrasikan pendekatan *Outcome-Based Education* (OBE) yang dirancang guna menghasilkan lulusan sarjana yang kompeten, profesional, dan mampu bersaing di tingkat nasional maupun internasional.

Di fase pertama ini, panduan mencakup tiga komponen utama, yaitu:

1. Profil Lulusan (PL) dan Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL): Merupakan cerminan kualitas lulusan yang ingin dicapai oleh Prodi TL.
2. Mata Kuliah *Basic Science*: Berisikan informasi terkait MK *Basic Science* yang harus ada di Prodi TL baik jenis MK maupun jumlah SKS nya.
3. *Capstone Design*: Berisikan kebijakan *Capstone Design* baik peletakan MK di semester tertentu, bobot SKS, kedalaman materi, dan lainnya.

Kami berharap panduan ini dapat menjadi acuan bagi Prodi TL di seluruh Indonesia dalam menyusun kurikulum yang sejalan dengan visi pendidikan tinggi. Kami juga mengucapkan terima kasih kepada semua anggota BAKERMA TL serta seluruh pihak yang telah memberikan kontribusi dalam penyusunan panduan ini, termasuk para akademisi, praktisi, dan asosiasi profesi serta pihak lain yang tidak bisa disebutkan satu per satu.

Semoga panduan ini dapat memberikan kontribusi yang signifikan dan menjadi fondasi penting dalam upaya meningkatkan mutu pendidikan Teknik Lingkungan di Indonesia. Bersama-sama, mari kita ciptakan generasi Teknik Lingkungan yang kompeten dan mampu bersaing secara global demi kemajuan bangsa.

Yogyakarta, 21 Februari 2025
Ketua BAKERMA TL Indonesia

(Prof. Ir. Eko Siswoyo, S.T., M.Sc.ES., Ph.D., IPU.)

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	iii
1. LATAR BELAKANG	2
2. <i>BASIC SCIENCE</i> SESUAI DENGAN STANDAR AKREDITASI.....	2
3. ILMU <i>BASIC SCIENCE</i> SESUAI DENGAN STANDAR AKREDITASI.....	3
4. PANDUAN PENYUSUNAN MK <i>BASIC SCIENCE</i>	4
a. Jumlah SKS Mata Kuliah Basic Science	4
b. Cakupan dan Kedalaman Substansi	6
c. Usulan Dosen Pengajar MK <i>Basic Science</i>	7

1. LATAR BELAKANG

Dalam kurikulum teknik, mata kuliah *Basic Science* atau sains dasar adalah bagian fundamental yang memberikan dasar ilmiah yang diperlukan untuk pemahaman dan penerapan prinsip-prinsip teknik. *Basic Science* harus dikembangkan dalam konteks yang mendukung pengembangan kompetensi teknik mahasiswa, termasuk kemampuan berpikir kritis, pemecahan masalah, dan aplikasi praktis. Hal ini penting karena dapat memastikan bahwa mahasiswa mendapatkan fondasi ilmiah yang kuat yang diperlukan untuk memahami dan menyelesaikan masalah teknik dengan efektif.

2. *BASIC SCIENCE* SESUAI DENGAN STANDAR AKREDITASI

Kurikulum Pendidikan Sarjana Teknik diharapkan dapat memiliki sekitar 20-30% dari total kredit semester (SKS). Ini mencakup mata kuliah matematika, fisika, kimia, dan ilmu material. Berdasarkan aturan di Indonesia, jumlah SKS mata kuliah *Basic science* adalah sebagai berikut:

- a. Indonesian Accreditation Board for Engineering and Education (IABEE):
Minimal 20% (29 SKS jika Total 144 SKS) dari kombinasi matematika tingkat perguruan tinggi dan ilmu-ilmu dasar (beberapa dengan pengalaman eksperimental) sesuai dengan disiplin ilmu. Basic Science diartikan sebagai mata kuliah seperti ilmu biologi, kimia, atau fisika
- b. Lembaga Akreditasi Mandiri Teknik (LAM Teknik):
 - Program Studi menyediakan mata kuliah basic sciences dan matematika > 25 SKS. (bernilai 4)
 - Program Studi menyediakan mata kuliah basic sciences dan matematika 20-25 SKS (bernilai 3)

Selain itu, Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET) juga menetapkan bahwa kurikulum harus berisi: “*Mathematics through differential equations, probability and statistics, calculus-based physics, chemistry (include stoichiometry, equilibrium, and kinetics), earth science, biological science, and fluid mechanics*”, dimana “*minimum of 30 semester credit hours (or equivalent) of college-level mathematics and basic sciences with experimental experience appropriate to the program*”

3. ILMU *BASIC SCIENCE* SESUAI DENGAN STANDAR AKREDITASI

Beberapa ilmu basic science yang perlu diajarkan dalam kurikulum Prodi TL adalah:

Matematika

Mencakup kalkulus, algebra linear, dan statistik, karena matematika adalah alat dasar untuk analisis dan pemecahan masalah dalam teknik, meliputi:

- Kalkulus I & II: Fokus pada diferensiasi dan integrasi fungsi, disertai contoh-contoh penggunaan kalkulus dalam analisis teknik.
- Algebra Linear: Mempelajari vektor, matriks, dan sistem persamaan linear serta contoh penggunaannya dalam teknik.
- Matematika Diskret: Memahami teori himpunan, logika, graf, dan algoritma yang relevan untuk pemrograman dan analisis data.
- Statistik dan Probabilitas: Teknik statistik dasar, distribusi probabilitas, dan analisis data eksperimen

Fisika

Fisika dasar seperti mekanika, listrik, dan magnetisme harus menjadi bagian dari kurikulum karena prinsip-prinsip fisika sering diterapkan dalam berbagai bidang teknik, meliputi:

- Fisika Dasar I (*Mechanics*): Kinematika, dinamika, gaya, energi, dan momentum.
- Fisika Dasar II (*Electromagnetism*): Hukum Coulomb, medan listrik, hukum Ohm, arus listrik, dan medan magnet.
- Termodinamika: Prinsip dasar energi, hukum termodinamika, siklus termodinamika

Kimia

Kimia umum dan kimia fisik penting untuk memahami sifat material dan reaksi kimia yang relevan dengan teknik material dan proses industri, meliputi:

- Kimia Umum: Struktur atom, ikatan kimia, reaksi kimia, dan sifat material.
- Kimia Fisik: Termodinamika kimia, kinetika reaksi, dan mekanisme reaksi.

Biologi

Berupa biologi dasar, mikrobiologi dan bioteknologi, meliputi:

- Biologi Dasar: Struktur dan fungsi sel, genetika, dan biokimia.
- Mikrobiologi: Klasifikasi mikroorganisme dan peran mikroorganisme

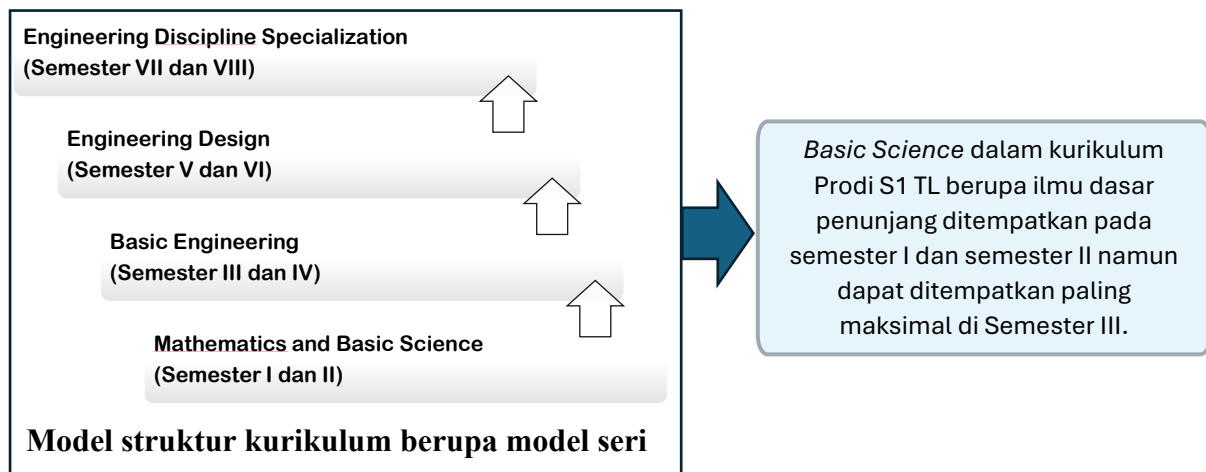
Ilmu material

Memahami karakteristik bahan dan struktur material penting untuk desain

Ilmu bumi dan lingkungan:

- Ilmu kebumihan: Memahami struktur bumi, sistem kebumihan termasuk namun tidak terbatas pada hidrologi, geologi, meteorologi dan klimatologi.
- Ilmu lingkungan: Memahami prinsip ekologi, ekosistem, aliran nutrisi dan energi .

4. PANDUAN PENYUSUNAN MK *BASIC SCIENCE*



Gambar 1. Model Struktur Kurikulum dan turunannya pada kelompok *Basic Science*

Model struktur kurikulum pada umumnya berupa model seri, dimana kurikulum dibuat berjenjang dan terstruktur, dimulai dengan tahap matematika dan *Basic Science* pada semester 1 dan 2, dilanjutkan dengan *Basic Engineering* pada semester 3 dan 4, dilanjutkan dengan Engineering Desain pada semester 5 dan 6, dan *Engineering Discipline Specialization* pada semester 7 dan 8 sebagaimana terlihat pada Gambar 1.

Basic Science dalam kurikulum Prodi S1 Teknik Lingkungan berupa ilmu dasar penunjang ditempatkan pada semester 1 dan semester 2 namun dapat ditempatkan paling maksimal di semester 3.

a. Jumlah SKS Mata Kuliah Basic Science

Penentuan jumlah SKS Mata Kuliah berdasarkan pada kedalaman dan keluasan. Bobot bahan kajian diperoleh dari perkalian antara kedalaman dan keluasan bahan kajian dan dengan menjumlahkan bobot bahan kajian tersebut untuk setiap matakuliah diperoleh bobot matakuliah. Secara lebih jelas dapat dilihat pada Tabel 1, Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 1. Kedalaman dan Keluasan Mata Kuliah

Kedalaman (KD)		
Domain Kognitif untuk Pengetahuan	Domain Afektif untuk Sikap	Domain Psikomotor untuk Keterampilan Umum dan Khusus
1. Mengingat (<i>Remember</i>)	1. Menerima (<i>Receiving/Attending</i>)	1. Meniru (<i>Imitation</i>)
2. Memahami (<i>Understand</i>)	2. Merespon (<i>Responding</i>)	2. Memanipulasi (<i>Manipulation</i>)
3. Mengaplikasikan (<i>Apply</i>)	3. Menghargai nilai (<i>Valuing</i>)	3. Kutipan (<i>Precision</i>)
4. Menganalisis (<i>Analyze</i>)	4. Pengorganisasian (<i>Organizing</i>)	4. Artikulasi (<i>Articulation</i>)
5. Mengevaluasi (<i>Evaluate</i>)	5. Pengalaman (<i>Characterizing</i>)	5. Naturalisasi (<i>Naturalisation</i>)
Keluasan (KL)		
Domain Kognitif untuk Pengetahuan	Domain Afektif & Psikomotor	
1. Faktual	1	
2. Konseptual		
3. Prosedural		
4. Metakognisi		

Tabel 2. Contoh Penentuan Jumlah SKS

Nama MK	Keluasan	Kedalaman	Beban MK	SKS Sementara	Bobot SKS
Matematika Dasar I	1	5	5	3.1168831	3
Fisika Dasar 1	1	5	5	3.1168831	3
Kimia Dasar I	1	5	5	3.1168831	3
Pengetahuan Lingkungan	1	5	5	3.1168831	3
			****	****	*****
	Total		231		144

Contoh MK Matematika Dasar I:

- Keluasan: Terkategori Domain kognitif dan pengetahuan dengan level 1 faktual (nyata)
- Kedalaman: terkategori domain kognitif untuk pengetahuan dengan level kemampuan harus sampai mampu melakukan evaluasi di level 5
- Maka Beban MK = Keluasan x Kedalaman = 1 x 5 = 5
- Kolom “Beban MK” dijumlahkan untuk semua MK dalam kurikulum
- Total SKS yang diinginkan = 144
- Maka jumlah SKS MK Matematika Dasar I adalah sebagai berikut:

$$\text{Bobot SKS} = \frac{(\text{Keluasan} \times \text{Kedalaman})}{\text{Beban Total}} \times 144$$

Penentuan SKS mata kuliah Matematika Dasar I

$$\text{Bobot SKS} = \frac{(1 \times 5)}{231} \times 144 = 3,11 = 3\text{SKS}$$

Tabel 3. Contoh pemenuhan syarat jumlah SKS MK Basic Science

No	Nama Mata Kuliah	SKS	No	Nama Mata Kuliah	SKS
SEMESTER I			SEMESTER III		
1	Matematika Dasar I	3 - 4	1	Statistika dan Probabilitas	3
2	Fisika Dasar I	3- 4	2	Mikrobiologi Lingkungan	3
3	Kimia Dasar I	3 -4	3	Kimia Lingkungan	3
4	Pengetahuan Lingkungan	2 -3	JUMLAH		9
SEMESTER II					
5	Matematika Dasar II	3 - 4			
6	Fisika Dasar II	3- 4			
7	Kimia Dasar II	3 -4			
JUMLAH		20 -27			

Total SKS MK Basic Science = 29 – 36 sks

b. Cakupan dan Kedalaman Substansi

1. MK Matematika Dasar I: Sistem Bilangan Real, Fungsi dari ruang real ke ruang real, Limit Fungsi, Turunan, dan Integral fungsi. Kedalaman dan keluasan bahan penalaran tersebut dapat dipilih sesuai dengan karakter masing-masing jurusan
2. MK Fisika Dasar I: Teori dan eksperimen pada laboratorium yang meliputi kinematika dan dinamika partikel Hukum Newton, kerja dan energi, momentum linier dan sudut, elastisitas bahan, getaran dalam osilator harmonik, kalor dan fluida dasar. Fisika yang dirangkaikan dengan laporan ilmiah serta analisis data untuk menarik suatu kesimpulan.
3. MK Kimia Dasar I: struktur atom, sistem periodik unsur-unsur, ikatan kimia, stoikiometri, larutan, kesetimbangan kimia, kesetimbangan asam dan basa, termodinamika kimia, kinetika kimia, elektrokimia, senyawa hidrokarbon, asam basa organik dan turunannya dan dasar biomolekuler
4. MK Ilmu Lingkungan (*atau sejenisnya*): Ekologi dan lingkungan, asas-asas ekologi, ekologi, Sumber daya alam dan energi
5. MK Ilmu Kebumihan (*atau sejenisnya*): struktur bumi, sistem kebumihan termasuk namun tidak terbatas pada hidrologi, geologi, meteorologi dan klimatologi.
6. MK Matematika Dasar II: Konsep Kalkulus peubah banyak dan aljabar linier elementer. Mahasiswa akan mempelajari tentang Fungsi dua peubah atau lebih, limit dan kekontinuan fungsi peubah banyak, Turuan parsial dan turunan berarah, Nilai ekstrim fungsi peubah banyak, Integral rangkap, Persamaan diferensial, Teori Matriks, Determinan dan invers matriks, Sistem Persamaan Linier

7. MK Fisika Dasar II: Elektrostatis (medan dan gaya listrik), Hukum Gauss, Energi Potensial Listrik, Potensial Listrik. Kapasitor. Magnetostatik, GGL Induksi Magnetik. Arus Bolak-Balik, Gelombang Elektromagnetik. Fisika Modern, Fisika Atom
8. MK Kimia Dasar II: Pembentukan larutan dan pengaruh konsentrasi zat terlarut pada sifat koligatif larutan, penerapan konsep kesetimbangan (kesetimbangan asam-basa dan kesetimbangan kelarutan), kinetika dan termodinamika, dan mempelajari aplikasi reaksi inti dan redoks sebagai sumber energi kimia, serta mempelajari struktur dan mekanisme senyawa organik dan senyawa biomolekul
9. MK Statistika dan Probabilitas : Analisis deskriptif : penyajian data, distribusi frekuensi, nilai sentral dan dispersi, momen dan kartesian, sampling dan distribusi sampling. Probabilitas: elemen teori himpunan, variabel acak, distribusi probabilitas, model distribusi secara empiris. Penaksiran dan hipotesis, cara menaksir, pengujian hipotesis, uji variansi, uji normalitas, analisa table kontingensi. Regresi dan korelasi
10. MK Biologi/Mikrobiologi: Dasar-Dasar Mikrobiologi, Organisme Prokariotik dan Eukariotik, Pertumbuhan Mikroba, Proses Metabolisme Mikroba, Kultivasi Mikroba, Metode Pengukuran Pencemar Mikroba dan contoh Pemanfaatan Mikroba dalam Bidang Teknik
11. MK Kimia Lingkungan: Reaksi kimia, reduksi oksidasi, hidrolisis. Kimia-Fisika seperti dasar-dasar termodinamika, dasar-dasar kinetika kimia. Kesetimbangan kimia seperti reaksi asam-basa. Prinsip Dasar Kimia Organik. Komposisi Kimia atmosfer, reaksi fotokimia dan komposisi kimia tanah

c. Usulan Dosen Pengajar MK *Basic Science*

1. MK Basic Science Semester I dan II

MK Matematika Dasar I, MK Matematika Dasar II, MK Fisika Dasar I, MK Fisika Dasar II, MK Kimia Dasar I, dan MK Kimia Dasar II, MK Biologi dan MK Mikrobiologi:

- Dilakukan di Tingkat I (satu tahun Pertama), dikelola oleh Universitas maupun Fakultas dimana **pengajar** dari Prodi Matematika, Fisika, Kimia dan Biologi di Universitas yang sama/berbeda
- Dilakukan di Tingkat I (satu tahun Pertama), dikelola oleh Prodi TL dimana **pengajar** dari Prodi dengan pendidikan dari Matematika, Fisika, Kimia dan Biologi.

2. MK Basic Science Semester III

MK Statistik dan Probabilitas, Ilmu Kebumihan, Pengetahuan Lingkungan, Matematika Rekayasa:

- Dilakukan di Tingkat 2 (tahun kedua), dikelola oleh Prodi TL dimana **pengajar** dari Prodi Matematika, Fisika dan Kimia di Universitas yang sama/berbeda
- Dilakukan di Tingkat 2 (tahun Kedua), dikelola oleh Prodi TL dimana **pengajar** dari Prodi dengan pendidikan dari Matematika, Fisika, Kimia dan Biologi.

3. MK *Basic Science* tambahan/alternatif di semester III

MK Statistika dan probabilitas, MK Mikrobiologi Lingkungan, MK Fisika Lingkungan dan MK Kimia Lingkungan merupakan mata kuliah alternatif *basic science* dengan memasukkan istilah lingkungan dengan catatan:

- Dilakukan di Tingkat 2 (tahun kedua), dikelola oleh Prodi TL dimana **pengajar** dari Prodi Matematika, Fisika, Kimia dan Biologi di Universitas yang sama/berbeda dengan substansi materi yang disesuaikan dengan permintaan/kebutuhan Prodi.
- Dilakukan di Tingkat 2 (tahun Kedua), dikelola oleh Prodi TL dimana **pengajar** dari Prodi TL dengan dasar pendidikan dari Matematika, Fisika, Kimia dan Biologi dengan substansi materi yang disesuaikan dengan permintaan/kebutuhan Prodi.

Apabila Pengajar disarankan berasal dari prodi MIPA untuk menjamin agar pengajaran materi MK fokus pada materi sains dasar dan fundamental dan tidak mengarah ke ilmu terapan.

Apabila Prodi berasal dari kampus yang tidak memiliki FMIPA atau serupa, maka pengajar dapat berasal dari prodi lain di luar prodi MIPA asalkan memiliki pengalaman penelitian di bidang sains dasar yang signifikan.