

**STANDAR KKNi KURIKULUM FISIKA DAN  
PENDIDIKAN FISIKA  
(INDONESIA NATIONAL QUALIFICATION FRAMEWORK STANDAR  
FOR PHYSICS AND PHYSICS EDUCATION CURRICULA)**

**HIMPUNAN FISIKA INDONESIA  
(PHYSICS SOCIETY OF INDONESIA)**

**dan**

**MIPA NET  
(MATHEMATICS AND NATURAL SCIENCES NETWORK)**

**2014**

## STANDAR KKNI KURIKULUM FISIKA DAN PENDIDIKAN FISIKA

Penyusunan kurikulum minimum dilakukan dengan mengacu pada capaian pembelajaran untuk program sarjana fisika, magister fisika, dan doktor fisika. Demikian pula untuk pendidikan fisika, maka kurikulum mengacu pada capaian pembelajaran untuk program sarjana pendidikan fisika, magister pendidikan fisika, dan doktor pendidikan fisika. Pada prinsipnya program sarjana fisika dan pendidikan fisika harus mempunyai hubungan yang kuat karena dosen-dosen yang mengajar di Pendidikan fisika harus memiliki kemampuan mendidik mahasiswanya untuk dapat menyampaikan ilmu fisika ke siswa yang akan diajar. Selain itu mahasiswa di program studi pendidikan fisika juga dibekali ilmu cara mendidik.

Dalam menyusun standar minimum kurikulum ada dua hal yang harus diperhatikan yaitu capaian pembelajaran fisika menurut KKNI dan teori fisika. Kurikulum untuk program sarjana fisika, magister fisika, dan doktor fisika harus sejalan sedemikian rupa sehingga program doktor fisika merupakan kelanjutan dari program magister fisika dan program magister fisika merupakan kelanjutan dari program sarjana fisika. Agar setiap perguruan tinggi memiliki keleluasaan dalam menyusun kurikulumnya maka kurikulum minimum tidak diungkapkan dalam daftar matakuliah wajib berikut bobot sks-nya namun hanya diungkapkan topik-topik rinci yang wajib masuk dalam kurikulum program studi ditambah sejumlah hal lain yang berkaitan dengan butir-butir pada aspek Keterampilan Khusus dan Keterampilan Umum dari KKNI.

Sebagai catatan pengembangan dan penyusunan kurikulum wajib mengacu pada visi misi program studi. Keleluasaan penyusunan yang terarah dalam penyusunan kurikulum prodi fisika juga untuk mengakomodir beberapa hal, diantaranya adalah keunggulan dan penciri prodi. Namun demikian keleluasaan yang diberikan perlu diperhatikan agar tidak mengurangi kualitas untuk mencapai standar minimum yang ada.

### Capaian Pembelajaran dan interpretasi KKNI Program Sarjana Fisika

Capaian pembelajaran level 6 KKNI untuk program sarjana Fisika menjadi acuan dalam pembuatan kurikulum minimum, namun demikian perlu dilakukan interpretasi terhadap isi dari capaian pembelajaran tersebut. Interpretasi ini mengacu pada terminologi proses belajar yang harus dilaksanakan pada program sarjana fisika.

No	Uraian KKNI	Interpretasi butir-butir KKNI	Kurikulum Minimum
1	Penguasaan Pengetahuan		

a.	Menguasai konsep teoritis dan prinsip-prinsip pokok fisika klasik dan kuantum	Mengacu pada teori fisika maka penguasaan konsep dan prinsip tersebut mencakup penguasaan konsep dan prinsip pada bidang-bidang: mekanika klasik, listrik-magnet, termodinamika, dan fisika modern/ kuantum. Dengan demikian matakuliah-matakuliah wajib pada kurikulum harus mencakup topik-topik pokok pada bidang-bidang di atas. Topik-topik rinci terdapat pada bagian terakhir.	Matakuliah-matakuliah wajib dengan topik-topik atau silabus terdapat pada tabel berikut.
b.	Menguasai prinsip dan aplikasi fisika matematik, fisika komputasi dan instrumentasi	Prinsip dan konsep serta aplikasinya yang dipilih harus yang mendukung pemahaman konsep dan prinsip fisika yang terdapat dalam topik-topik fisika di atas. Topik-topik rinci terdapat pada bagian akhir.	Matakuliah-matakuliah "tools" wajib dengan topik-topik atau silabus terdapat pada tabel berikut.
c.	Menguasai pengetahuan tentang teknologi yang berdasarkan fisika dan penerapannya.	Banyak topik-topik yang telah diungkapkan dalam bagian a menjadi dasar bagi berbagai jenis teknologi. Namun demikian agar mahasiswa menyadari hal tersebut maka mahasiswa perlu mendapatkan pengetahuan tentang beberapa jenis teknologi. Ini bisa dilakukan dengan memberikan kesempatan kepada mahasiswa untuk mengembangkan diri pada salah satu dari beberapa bidang keahlian fisika yang dikembangkan di perguruan tinggi karena umumnya bidang-bidang keahlian tersebut berkaitan erat dengan teknologi. Tingkat keaktifan sdm (dosen) yang dimiliki perguruan tinggi dalam kegiatan riset akan menggambarkan tingkat perolehan pengetahuan mahasiswa dalam bidang riset yang sesuai.	Matakuliah-matakuliah pilihan dengan materi disesuaikan dengan bidang-bidang keahlian yang dikembangkan perguruan tinggi yang bersangkutan

No	Uraian KKNi	Interpretasi butir-butir KKNi	Kurikulum Minimum
<b>2</b>	<b>Keterampilan Khusus</b>		
a.	Mampu merumuskan gejala dan masalah fisika melalui analisis berdasarkan hasil observasi dan eksperimen;	Kemampuan ini dapat dikembangkan dengan memberikan pengalaman mengolah dan menganalisis data hasil observasi dan eksperimen.	Praktikum dengan modul-modul fisika klasik dan fisika modern.

		<p>Dengan demikian kurikulum perlu memasukkan kegiatan praktikum. Praktikum yang baik selain memberikan pengalaman dan kemampuan mengukur besaran-besaran fisis juga memberikan pengalaman mengolah dan menganalisis data hasil pengukuran atau observasi. Besaran-besaran fisis yang diukur secara langsung atau tidak langsung harus mencakup besaran-besaran fisis dalam fisika klasik maupun dalam fisika modern.</p> <p>Penguasaan perangkat “tools” seperti elektronika dan komputasi perlu dilengkapi dengan pengalaman kerja motorik melalui praktikum.</p>	
b.	Mampu menghasilkan model matematis atau model fisis yang sesuai dengan hipotesis atau prakiraan dampak dari fenomena yang menjadi subyek pembahasan;	Kemampuan ini dapat dikembangkan selain melalui pemahaman konsep-konsep fisika yang sesuai juga melalui tugas-tugas yang sifatnya open ended, termasuk tugas akhir dalam bentuk analitik, numerik, dan komputasi	Tugas akhir, praktikum dan tugas-tugas pada sejumlah mata kuliah yang sifatnya open-ended.
c.	Mampu menganalisis berbagai solusi alternatif yang ada terhadap permasalahan fisis dan menyimpulkannya untuk pengambilan keputusan yang tepat;	Kemampuan ini dapat dikembangkan selain melalui pemahaman konsep-konsep fisika secara komprehensif juga melalui metode-metode yang diungkapkan pada butir b di atas, serta melalui telaah pustaka dan melalui optimasi.	Tugas akhir, praktikum dan tugas-tugas pada sejumlah mata kuliah yang sifatnya open-ended, tugas telaah pustaka pada sejumlah mata kuliah, dan tugas yang sifatnya pengambilan keputusan terha-

			dap sejumlah alter-nativsolusi yang mungkin (optimasi).
d.	Mampu memprediksi potensi penerapan perilaku fisis dalam teknologi;	Kemampuan ini dapat dikembangkan melalui cara atau metode pada butir c.	Sda
e.	Mampu mendiseminasikan hasil kajian masalah dan perilaku fisis dari gejala sederhana dalam bentuk laporan atau kertas kerja sesuai kaidah ilmiah baku.	Kemampuan ini dapat dikembangkan melalui pemberian pengalaman membuat laporan tertulis yang sesuai dengan kaidah ilmiah baku dan mempresentasinya. Untuk itu maka kurikulum perlu mensyaratkan bahwa praktikum harus dilengkapi dengan pembuatan laporan tertulis, hasil riset tugas akhir harus dituliskan dalam bentuk buku skripsi (akan diperoleh nilai lebih apabila hasil riset tugas akhir juga dituliskan dalam tulisan berbentuk seperti makalah pada jurnal ilmiah), serta adanya tugas-tugas pada sejumlah matakuliah yang dapat meningkatkan kemampuan tersebut.	Tugas akhir diakhiri dengan laporan tertulis hasil riset tugas akhir sesuai dengan kaidah ilmiah baku. Persyaratan adanya tugas-tugas pada beberapa matakuliah yang berupa pembuatan karya tulis
<b>3</b>	<b>Keterampilan Umum</b>		
a.	Menerapkan pemikiran logis, kritis, sistematis, dan inovatif dalam konteks pengembangan atau implementasi ilmu pengetahuan dan/atau teknologi sesuai dengan bidang keahliannya;	Kemampuan tersebut dapat diperoleh melalui penguasaan topik-topik wajib dan topik-topik dalam sub-subbidang fisika spesifik ditambah dengan pemberian pengalaman problem solving yang bersifat open ended.  Dengan demikian kurikulum perlu memunculkan, selain kuliah-kuliah wajib, kuliah-kuliah pilihan untuk pengembangan bidang-bidang keahlian spesifik, riset tugas akhir, dan tugas-	Kuliah-kuliah pilihan untuk bidang-bidang keahlian spesifik, tugas akhir. Tugas-tugas yang bersifat open-ended pada beberapa matakuliah.

		tugas kuliah atau praktikum yang sifatnya open-ended.	
b.	Mengkaji implikasi pengembangan atau implementasi ilmu pengetahuan, teknologi atau seni sesuai dengan keahliannya berdasarkan kaidah, tata cara dan etika ilmiah untuk menghasilkan solusi, gagasan, desain, atau kritik seni serta menyusun deskripsi saintifik hasil kajiannya dalam bentuk skripsi atau laporan tugas akhir;	Kemampuan ini juga dapat dibangun dengan cara seperti pada butir a di atas. Dengan demikian isi kurikulum yang mendukung kemampuan ini sama dengan isi kurikulum pada butir a di atas di tambah dengan keharusan melaporkan hasil riset tugas akhir dalam bentuk laporan tertulis berdasarkan kaidah ilmiah baku.	Riset tugas akhir dan keharusan membuat laporan hasil riset tugas akhir dalam format tulisan ilmiah baku
c.	Mengambil keputusan secara tepat dalam konteks penyelesaian masalah di bidang keahliannya, berdasarkan hasil analisis terhadap informasi dan data;	Kemampuan ini dapat diperoleh dengan pemberian kegiatan yang mengharuskan mahasiswa mengambil suatu kesimpulan atau keputusan. Riset tugas akhir dan tugas-tugas yang bersifat open-ended dapat membangun kemampuan tersebut.	Riset tugas akhir dan keharusan membuat laporan hasil riset tugas akhir dalam format tulisan ilmiah baku. Tugas lain yang sifatnya open-ended
d.	Mengelola pembelajaran secara mandiri;	Kemampuan ini dapat diperoleh melalui kegiatan riset tugas akhir dan tugas-tugas kuliah yang didesain untuk meningkatkan kemandirian.	Tugas akhir dan tugas-tugas matakuliah
e.	Mengembangkan dan memelihara jaringan kerja dengan pembimbing, kolega, sejawat baik di dalam maupun di luar lembaganya.	Kemampuan bekerjasama dapat diberikan melalui riset tugas akhir (kerjasama dosen-mahasiswa, antar mahasiswa sepembimbing) tugas-tugas kelompok, praktikum, dan lain-lain. Kurikulum perlu memuat kegiatan-kegiatan tersebut	Tugas akhir.  Tugas-tugas kelompok yang melibatkan lebih dari satu mahasiswa

#### URAIAN CAPAIAN PEMBELAJARAN KE SILABUS MATA KULIAH WAJIB

Capaian pembelajaran program sarjana fisika atau setara level 6 KKNI, diuraikan menjadi silabus yang secara keseluruhan apabila diimplementasikan akan memenuhi aspek-aspek level 6

KKNI untuk fisika sains. Silabus yang disusun dalam dokumen ini merupakan silabus minimum yang harus dilaksanakan oleh setiap penyelenggara program sarjana fisika di Indonesia.

No	Capaian Pembelajaran Level 6 Sains Fisika	Silabus Kuliah Wajib
1	Penguasaan Pengetahuan	
a.	Menguasai konsep teoritis dan prinsip-prinsip pokok fisika klasik dan kuantum (Modern)	<p><b>Mekanika Newton untuk partikel tunggal:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ruang dan waktu (konsep ruang waktu Newton dan Galileo),</li> <li>• Besaran-besaran dasar gerak: kerangka acuan, posisi, perpindahan, jarak tempuh (panjang lintasan), kelajuan (rata-rata dan sesaat), kecepatan linear (rata-rata dan sesaat), percepatan linear (rata-rata dan sesaat), kecepatan sudut (rata-rata dan sesaat), dan percepatan sudut (rata-rata dan sesaat)</li> <li>• Jenis-jenis gerak: gerak pada garis lurus, gerak pada bidang, gerak dalam ruang, gerak relatif (posisi dan kecepatan relatif),</li> <li>• Analisis gerak sebuah partikel dalam koordinat lengkung (polar, bola, silinder)</li> <li>• Hukum Newton tentang gerak: hukum Newton tentang gerak, kerangka acuan inersia, massa inersia dan massa gravitasi, gaya dan momentum, torka dan momentum sudut (terhadap pusat koordinat dan titik lain), dan hukum Newton untuk gerak rotasi</li> <li>• Penerapan hukum Newton tentang gerak: keseimbangan benda titik, gaya bergantung pada waktu (misal: gaya impuls), gaya bergantung pada posisi (misal: gaya pemulih, gaya gravitasi), gaya bergantung pada kecepatan (misal: gaya Stokes, <i>drag force</i>), dan kombinasinya (misal: gaya pegas dan gesekan)</li> <li>• Konsep kerja dan energi, teorema kerja-energi kinetik, gaya konservatif dan energi potensial, hukum kekekalan/kelestarian/konservasi energi, dan penerapannya</li> <li>• Hukum Newton tentang Gravitasi: gravitasi pada sistem benda titik dan benda kontinyu, energi potensial gravitasi</li> <li>• Getaran linear: benda pada pegas, gerak harmonik sederhana, getaran teredam, getaran terpaksa, getaran tersambung</li> </ul> <p><b>Mekanika sistem banyak partikel:</b></p>

- Gerak sistem banyak partikel: momentum linier dan momentum sudut untuk sistem, kekekalan/kelestarian/konservasi momentum linear dan momentum sudut, gerak pusat massa, gaya total dan torka total, energi kinetik sistem, kerangka pusat massa.
- Contoh-contoh: gerak roket, teori benturan (tumbukan), analisis tumbukan menggunakan kerangka pusat massa, masalah dua benda (hamburan dan sistem terikat).
- Gerak benda tegar:
  - Rotasi murni (rotasi benda tegar dengan sumbu tetap): momen inersia, energi kinetik, aplikasi hukum II Newton untuk gerak rotasi, hukum kekekalan/kelestarian/konservasi momentum sudut
  - Gerak campuran (rotasi dan translasi benda tegar): momentum sudut, energi kinetik, tensor inersia, hukum kekekalan/kelestarian/konservasi momentum sudut, contoh rotasi campuran: gerak planar (misal: gerak menggelinding), gerak giroskop (gasing, dll)
- **Kerangka acuan tak inersial:** Kerangka acuan dipercepat dan gaya inersial (gaya semu/fiktif), kerangka acuan berputar (percepatan sentrifugal dan percepatan Coriolis), dinamika partikel dalam kerangka acuan berputar, dampak-dampak rotasi Bumi (bandul Foucault, angin pasat, perubahan iklim)
- **Perumusan Lagrange dan perumusan Hamilton:** kendala, system koordinat umum, prinsip Hamilton dan persamaan Euler-Lagrange, fungsi Lagrange dan fungsi energi, momentum umum, persamaan Hamilton dan ruang fase momentum.
- **Gerak dalam medan gaya terpusat:** hukum Kepler, persamaan irisan kerucut dalam koordinat polar, gaya terpusat dan kekekalan momentum sudut, penurunan persamaan gerak benda dalam potensial terpusat dalam tata koordinat polar, pencarian solusi persamaan gerak untuk potensial Kepler ( $-K/r$ ), energi potensial medan gravitasi
- **Gelombang:** getaran selaras, superposisi getaran, gelombang bidang, gelombang selaras, persamaan gelombang dan penyelesaiannya, superposisi gelombang (interferensi dan difraksi), energetika gelombang, refleksi dan refraksi, gelombang stasioner, dispersi, gelombang mekanik: gelombang bunyi dalam padatan, cairan, dan gas gelombang bola dan silinder, gelombang elektromagnetik (pengantar), gelombang multidimensi, impedansi medium, kaitan dispersi, perambatan di perbatasan medium efek Doppler.
- **Teori Relativitas:** pengertian kerangka acuan inersial, postulat-postulat relativitas khusus, transformasi



		<p>Lorentz, gejala-gejala relativitas khusus: kontraksi panjang, dilatasi waktu, paradox kembar, relativitas khusus dan elektrodinamika, perumusan kovarian.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Konsep fluida, penggambaran Euler dan penggambaran Lagrange, konsep partikel dalam fluida, garis alir, garis lintasan, dan “streamline”, persamaan kontinuitas fluida tak termampatkan,</li> <li>• <b>Fluida Ideal:</b> persamaan Euler, Persamaan Bernoulli, Tekanan hidrostatis, Rapat aliran energy, Rapat aliran momentum, hukum konservasi sirkulasi, Aliran potensial, Drag Force,</li> <li>• <b>Fluida Kental (Viskos):</b> persamaan Navier-Stokes, disipasi energy dan fluida tak termampatkan, gaya Stokes, Aliran fluida kental dalam pipa, bilangan Reynold, Persamaan dinamika dalam berbagai koordinat lengkung (kurvilinear).</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistem termodinamika, besaran keadaan (temperatur, tekanan, volume), fase dan perubahan fase (padat, cair, dan gas)</li> <li>• Hukum ke nol termodinamika</li> <li>• Gas ideal: persamaan keadaan, kalor dan kapasitas kalor, kalor jenis, persamaan keadaan gas real</li> <li>• Hukum pertama termodinamika</li> <li>• Hukum kedua termodinamika: entropi, prinsip entropi maksimum, proses Carnot</li> <li>• Entropi dan energi sebagai potensial termodinamik, transformasi Legendre, energi, bebas, entalpi</li> <li>• Relasi Maxwell, ruang fase, statistik molekul-molekul (Bose-Einstein, Fermi-Dirac, Maxwell-Boltzmann), fungsi distribusi, definisi entropi secara statistic, teori ensemble dan ensemble mikrokanonis, ensemble kanonis</li> <li>• Teori kinetik gas ideal, tekanan, kerja, dan potensial kimia</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dasar eksperimen hukum Coulomb, Hukum Coulomb,</li> <li>• Medan listrik statis partikel titik, Medan listrik statis distribusi muatan, rapat muatan, Sumber medan listrik,</li> <li>• Potensial listrik, Garis-garis gaya listrik statis, Persamaan Poisson dan persamaan Laplace, Dipol Listrik,</li> <li>• Konduktor dan sifat-sifat listriknya., Kondensator dan Kapasitansi,</li> <li>• Elektrostatika dalam bahan,</li> <li>• Arus listrik dan rapat arus listrik, persamaan kontinuitas,</li> <li>• Dasar-dasar eksperimen magnet statis, Induksi magnetik, Gerak partikel bermuatan dalam medan magnet, Persamaan medan magnet stasioner,</li> </ul>

		<p>Potensial Vektor, Hukum Faraday, Dipol magnet, dan medan yang dihasilkannya,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kemagnetan bahan, Permeabilitas, Magnetisasi, Suseptibilitas,</li> <li>• Persamaan Maxwell, Gelombang Elektromagnetik,</li> <li>• Relativitas khusus, Perumusan kovarian persamaan Maxwell,</li> <li>• Optika fisis, Optika geometris, Alat-alat optis,</li> <li>• Polarisasi gelombang elektromagnetik, perambatan cahaya dalam medium dan antar medium, prinsip fermat, efek ketidakisotropikan medium, optika Fourier.</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Latar belakang eksperimen: Radiasi benda hitam, Percobaan Efek fotolistrik, efek Compton, difraksi elektron (percobaan Davisson-Germer), model atom Bohr, produksi pasangan</li> <li>• Mekanika gelombang: persamaan Schrodinger, interpretasi fungsi gelombang, normalisasi gelombang, nilai eigen, fungsi eigen, degenerasi, operator dan harga ekspektasi</li> <li>• Solusi persamaan Schroedinger: partikel bebas, potensial tangga, sumur potensial, efek terobosan, osilator harmonik sederhana, atom hidrogen, momentum sudut</li> <li>• Teori gangguan bebas waktu: kasus non-degenerasi, kasus degenerasi, struktur halus atom H, efek Zeeman</li> <li>• Metode pendekatan: teori gangguan (bergantung waktu: sistem dua keadaan, emisi dan absorpsi), pendekatan WKB</li> </ul>
b.	Menguasai prinsip dan aplikasi fisika matematik, fisika komputasi dan instrumentasi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deret: deret tak hingga, deret pangkat, tes konvergensi dan wilayah konvergensi deret, ekspansi fungsi ke dalam deret pangkat, deret Fourier;</li> <li>• Aljabar dan fungsi kompleks, fungsi analitik, integral lintasan, deret Laurent, teknik residu, pemetaan konformal;</li> <li>• Persamaan diferensial biasa (PDB): solusi PDB (pemisahan variabel, ekspansi deret PD Bessel dan PD Legendre), PD nonhomogen,</li> <li>• Persamaan diferensial parsial (PDP): persamaan gelombang, persamaan Laplace dan Poisson, persamaan perambatan kalor dan difusi, solusi menggunakan metode pemisahan variabel</li> <li>• Transformasi integral: transformasi Laplace, transformasi Fourier, konvolusi, Fungsi Green, solusi PD dengan transformasi; persamaan integral.</li> <li>• Sistem persamaan linier, matriks, determinan; penjumlahan dan perkalian vektor, medan skalar, medan vektor, gradien, divergensi, rotasi, teorema</li> </ul>

		<p>Green, teorema Gauss, teorema Stokes; transformasi linier, transformasi ortogonal, masalah nilai eigen, diagonalisasi; transformasi koordinat, koordinat kurvilinier, tensor Cartesian, tensor sferis.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fungsi gamma, fungsi beta, fungsi error, integral eliptik, fungsi ortogonal, fungsi Bessel, fungsi Legendre, relasi rekursi, deret Legendre, fungsi Hermitte, fungsi Laguerre;</li> <li>• Kalkulus variasi: Persamaan Euler, persamaan Lagrange;</li> <li>• Definisi probabilitas, ruang sampel, metode penghitungan, peubah acak, distribusi kontinu, distribusi binomial, distribusi normal (Gauss), distribusi Poisson.</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analisa error akibat pembulatan dan pemotongan dalam penyimpanan dan pengolahan data.</li> <li>• Pengenalan karakter bilangan desimal, biner, dan floating-point.</li> <li>• Menghitung akar persamaan polynomial: metoda Bracket (Bisection, regula falsi, Interpolasi), metode Open (Newton's, Secant, Interpolasi, Inversi interpolasi, Brent).</li> <li>• Matrik (Operasi dasar, persamaan linier, transformasi, tridiagonal, identitas, inversi, Dekomposisi LU),</li> <li>• Penyelesaian persamaan linear: Gauss-Seidel, Gauss-Jordan, metoda kurva fitting (linier, polynnomial, eksponensial), Interpolasi dan extrapolasi.</li> <li>• Solusi persamaan differensial: metode Runge-Kutta,</li> <li>• Persamaan beda hingga: Persamaan eliptik dan parabolik, persoalan syarat batas dan nilai eigen,</li> <li>• Integrasi numerik: kotak, Trapezoid, Romberg, Integral Newton-Cotes(Simpson's, Simpson's 3/8th, Boole's), dan Gaussian.</li> <li>• Metode elemen hingga Fast Fourier Transform (FFT).</li> <li>• Optimisasi: Golden-mean Search, Newton's Method, optimisasi kuadratik, Gradient Descent, Random Brute-force Search.</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Penulisan bahasa pemrograman dan kompilasi,</li> <li>• Iterasi aljabar linier: dekomposisi matrik LU, Eigenvalues, Norms, metode Jacobi, Gauss-Seidel.</li> <li>• Membuat program mencari akar persamaan, Optimisasi, kurva fitting, persamaan beda hingga dan FFT.</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pemrograman visual grafis dan animasi hasil perhitungan.</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rangkaian DC, sumber arus, sumber tegangan,</li> <li>• Rangkaian Setara Thevenin, Rangkaian Setara Norton.</li> <li>• Rangkaian AC.</li> <li>• Semikonduktor, sambungan PN, dioda, penyearah gelombang, catu daya dc, dioda Zener, Transistor Bipolar, karakteristik transistor, garis beban AC dan DC, transistor sebagai penguat tegangan kecil, Transistor Efek Medan (FET), JFET, MOSFET, saklar transistor, multivibrator, bistabil, astabil, monostabil.</li> <li>• Filter: filter pasif, respon amplitudo, respon fasa, plot Bode, tapis lolos rendah, tapis lolos tinggi,</li> <li>• Penguat inverting, penguat non inverting, penguat jumlah, penguat arus, penguat daya, penentuan efisiensi suatu penguat,</li> <li>• Teori rangkaian digital: AND, OR, NOT, NAND, NOR, XOR.</li> <li>• Alat ukur dasar: pengukur arus, tegangan, hambatan.</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Catu daya teregulasi, <i>switching power supply</i>,</li> <li>• piranti masukan: sensor, jenis-jenis sensor: sensor temperatur, sensor besaran-besaran mekanik, sensor optik, sensor magnetik, dan sensor-sensor lainnya.</li> <li>• Pengolah sinyal sederhana: pra pengolah sinyal, penguat sinyal, pengubah analog ke digital, dasar mikroprosesor, peningkatan S/N ratio.</li> <li>• Piranti keluaran: prinsip kerja piranti keluaran misalkan : pengubah digital ke analog, printer, display.</li> </ul>
c.	Menguasai pengetahuan tentang teknologi yang berdasarkan fisika dan penerapannya.	Dipilih sesuai bidang keahlian yang dikembangkan oleh prodi yang bersangkutan.
<b>Keterampilan Khusus</b>		
a.	Mampu merumuskan gejala dan masalah fisis melalui analisis berdasarkan hasil observasi dan eksperimen;	Praktikum yang mencakup konsep klasik dan kuantum, dengan memberikan terlebih dahulu tode eksperimen (pengukuran, pengolahan data, analisis data)

b.	Mampu menghasilkan model matematis atau model fisis yang sesuai dengan hipotesis atau prakiraan dampak dari fenomena yang menjadi subyek pembahasan;	Konsep-konsep fisika yang sesuai.
c.	Mampu menganalisis berbagai solusi alternatif yang ada terhadap permasalahan fisis dan menyimpulkannya untuk pengambilan keputusan yang tepat;	Konsep-konsep fisika secara komprehensif dengan melakukan metode numerik dan analitik, komputasi, optimasi, konsep fisika, menelaah pustaka.
d.	Mampu memprediksi potensi penerapan perilaku fisis dalam teknologi;	Konsep-konsep fisika secara komprehensif dan menelaah pustaka.
e.	Mampu mendiseminasikan hasil kajian masalah dan perilaku fisis dari gejala sederhana dalam bentuk laporan atau kertas kerja sesuai kaidah ilmiah baku.	Memberikan kemampuan untuk membuat laporan tertulis (laporan praktikum, makalah, skripsi) dengan format sesuai kaidah penulisan ilmiah yang baku dan mempresentasikannya
<b>Keterampilan Umum</b>		
a.	Menerapkan pemikiran logis, kritis, sistematis, dan inovatif dalam konteks pengembangan atau implementasi ilmu pengetahuan dan/atau teknologi sesuai dengan bidang keahliannya;	Kuliah, praktikum yang bersifat open-ended, riset tugas akhir: Konsep-konsep fisika secara komprehensif; konsep-konsep pada bidang keahlian spesifik (bidang fisika material, fisika bumi, fisika instrumentasi dll)
b.	Mengkaji implikasi pengembangan atau implementasi ilmu pengetahuan, teknologi atau seni sesuai dengan keahliannya berdasarkan kaidah, tata cara dan etika ilmiah untuk menghasilkan solusi, gagasan, desain, atau kritik seni serta menyusun deskripsi saintifik hasil kajiannya dalam bentuk skripsi atau laporan tugas akhir;	Kegiatan riset tugas akhir; membuat laporan tugas akhir Konsep-konsep fisika secara komprehensif; konsep-konsep pada bidang keahlian spesifik (bidang fisika material, fisika bumi, fisika instrumentasi, dll)
c.	Mengambil keputusan secara tepat dalam konteks penyelesaian masalah di bidang keahliannya, berdasarkan hasil analisis terhadap informasi dan data;	Kegiatan riset tugas akhir, analisis terhadap data yang diperoleh dengan memasukkan konsep-konsep fisika secara komprehensif
d.	Mengelola pembelajaran secara mandiri;	Kegiatan riset tugas akhir; tugas-tugas kuliah yang didesain untuk meningkatkan kemandirian
e.	Mengembangkan dan memelihara jaringan kerja dengan pembimbing, kolega, sejawat baik di dalam maupun di luar lembaganya.	Kegiatan riset dalam kelompok dan menjadi bagian dari kelompok riset,

### III.3 Capaian pembelajaran dan Kurikulum Program Sarjana Pendidikan Fisika

Capaian pembelajaran dan kurikulum minimal program sarjana pendidikan fisika, disusun sebagai berikut:

<b>SIKAP DAN TATA NILAI</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bertaqwa kepada Tuhan Yang Maha Esa</li> <li>• Memiliki moral, etika, etos kerja, dan tanggung jawab yang tinggi terhadap tugas serta bangga menjadi calon guru fisika.</li> <li>• Berpikir terbuka, kritis, inovatif, kreatif dan percaya diri dalam mengembantugasnya sebagai guru fisika</li> <li>• Bekerja sama dan memiliki kepekaan sosial dan kepedulian yang tinggi terhadap masyarakat dan lingkungannya</li> <li>• Menghargai keanekaragaman budaya, pandangan, kepercayaan, dan agama serta pendapat/temuan orisinal orang lain</li> <li>• Menjunjung tinggi penegakan hukum dan memiliki semangat untuk mendahulukan kepentingan bangsa serta masyarakat luas.</li> </ul>
<b>KETERAMPILAN KERJA KHUSUS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Merencanakan, melaksanakan, dan mengevaluasi pembelajaran fisika berbasis aktifitas belajar untuk mengembangkan kemampuan berfikir sesuai dengan karakteristik materi fisika, dan sikap ilmiah sesuai dengan karakteristik siswa pada pembelajaran kurikuler, kokurikuler dan ekstra kurikuler dengan memanfaatkan berbagai sumber belajar berbasis ilmu pengetahuan, teknologi yang kontekstual dan lingkungan sekitar.</li> <li>• Mengkaji dan menerapkan berbagai metode pembelajaran inovatif yang telah teruji</li> <li>• Membimbing dan mengarahkan siswa dengan cara memberi stimulus, tanya jawab, memberikan alternatif solusi, dan umpan balik untuk mencapai kompetensi yang diharapkan</li> <li>• Melakukan penelitian pendidikan fisika dalam bentuk pengkajian dan evaluasi pembelajaran fisika dengan pendekatan kuantitatif dan/atau kualitatif untuk memecahkan permasalahan pembelajaran fisika dan dilaporkan dalam bentuk artikel ilmiah.</li> <li>• Mengelola sumberdaya dan aktivitas yang mencakup penyelenggaraan kelas, laboratorium fisika dan lembaga pendidikan secara komprehensif.</li> <li>• Mengambil keputusan strategis berdasarkan kajian terhadap masalah mutu, relevansi dan akses di bidang pendidikan dalam penyelenggaraan kelas, laboratorium fisika dan lembaga pendidikan yang menjadi tanggung jawabnya;</li> </ul>
<b>PENGUASAAN PENGETAHUAN</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menguasai konsep dasar kependidikan yang mencakup perkembangan peserta didik, teori-teori belajar, hakikat sains dan pola pikir ilmiah.</li> <li>• Menguasai metode pembelajaran inovatif yang berorientasi kecakapan personal, sosial dan akademik (<i>life skill</i>) pada pembelajaran fisika</li> <li>• Menguasai standar kompetensi lulusan, standar isi, standar proses dan standar penilaian untuk pendidikan fisika di sekolah menengah.</li> <li>• Menguasai prinsip-prinsip penilaian dalam pembelajaran fisika untuk menganalisis kesulitan dan keberhasilan belajar siswa (melalui diagnosis, formatif, dan sumatif) serta memanfaatkan hasilnya untuk merancang pembelajaran Fisika sesuai karakteristik siswa</li> <li>• Menguasai prinsip-prinsip pengembangan media pembelajaran fisika berbasis ilmu pengetahuan, teknologi yang kontekstual, khususnya TIK (Teknologi Informasi dan Komunikasi), dan lingkungan sekitar.</li> <li>• Menguasai metode penelitian pendidikan fisika</li> <li>• Menguasai pengelolaan sumber daya pada penyelenggaraan kelas, laboratorium fisika dan lembaga pendidikan.</li> <li>• Menguasai matematika, komputasi, dan instrumentasi untuk mendukung pemahaman konsep fisika</li> <li>• Menguasai konsep fisika berdasarkan fenomena alam yang mendukung pembelajaran Fisika di sekolah</li> </ul>

Uraian silabus minimum yang harus dipenuhi oleh setiap program studi yang menyelenggarakan program pendidikan fisika disusun berdasarkan capaian pembelajaran untuk sarjana pendidikan fisika.

Profil Lulusan	Capaian Pembelajaran		Kompetensi	Rincian Topik
	Penguasaan Pengetahuan	Keterampilan Kerja Khusus		
<b>Pendidik Bidang Fisika</b>	Menguasai konsep dasar kependidikan yang mencakup perkembangan peserta didik, teori-teoribelajar, hakikat sains dan pola pikir ilmiah.	Mampu merencanakan, melaksanakan, dan mengevaluasi pembelajaran fisika berbasis aktifitas belajar untuk mengembangkan kemampuan berfikir sesuai dengan karakteristik materi fisika, dan sikap ilmiah sesuai dengan karakteristik siswa pada pembelajaran kurikuler, kokurikuler dan ekstra kurikuler dengan memanfaatkan berbagai sumber belajar berbasis ilmu pengetahuan, teknologi yang kontekstual dan lingkungan sekitar.	Menguasai perkembangan dan karakteristik peserta didik	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Teori perkembangan peserta didik dan implikasinya pada pembelajaran fisika</li> <li>• Karakteristik dan tugas-tugas perkembangan pada tahap-tahap perkembangan peserta didik mulai dari masa kanak-kanak sampai remaja</li> <li>• Contoh permasalahan dalam pemenuhan tugas perkembangan peserta didik</li> <li>• Implikasi tahap perkembangan peserta didik dalam penyelenggaraan pendidikan</li> </ul>
			Menguasai teori-teori belajar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Karakteristik teori belajar behavioristik</li> <li>• Karakteristik teori belajar kognitivistik</li> <li>• Karakteristik teori belajar konstruktivistik</li> <li>• Karakteristik teori belajar sosial</li> </ul>

				<ul style="list-style-type: none"> <li>• Karakteristik teori belajar humanistik</li> </ul>
			Memahami hakikat fisika dan pendidikan fisika	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Etika sains: etika, kesadaran dan nilai, etika ilmiah atau keilmuan, sains dan teknologi.</li> <li>• Hakikat fisika dan hakikat pembelajaran fisika, serta dampaknya pada pendidikan dan pembelajaran fisika,</li> </ul>
			Menguasai cara/pola berpikir ilmiah	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Taksonomy bloom yang mencakup dimensi proses kognitif dan dimensi pengetahuan</li> <li>• Ragam kemampuan berpikir tingkat dasar dan berpikir tingkat tinggi berdasarkan berbagai sumber, seperti ennis, marzano, guildford</li> <li>• Ragam kemampuan menemukan dan memecahkan permasalahan sesuai konteks materi fisika dan pembelajaran fisika</li> </ul>



	<p>Menguasai metode pembelajaran inovatif yang berorientasi kecakapan personal, sosial dan akademik (<i>life skill</i>) pada pembelajaran fisika</p>	<p><b>Mampu mengkaji dan menerapkan berbagai metode pembelajaran inovatif yang telah teruji</b></p>	<p>Menguasai strategi/model/metode pembelajaran inovatif berorientasi life skills dalam pembelajaran fisika</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Keterampilan-keterampilan mengajar dalam pembelajaran fisika (keterampilan membuka dan menutup pelajaran, bertanya, menjelaskan, memberi penguatan, mengadakan variasi, mengelola kelas, memimpin diskusi kelompok kecil, mengajar kelompok kecil dan perorangan)</li> <li>• Ragam metode-metode pembelajaran fisika, pendekatan-pendekatan pembelajaran fisika, dan model-model pembelajaran dalam fisika beserta implementasinya dalam pembelajaran fisika.</li> <li>• Model pembelajaran berbasis aktivitas dengan scientific approach yang meliputi pembelajaran inkuiri, problem based learning,</li> </ul>
--	--	---	---	---

		discovery learning, project based learning, dan cooperative learning.
	Mengidentifikasi karakteristik materi fisika sekolah	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Konsep dasar dan pengembangan bahan ajar fisika, baik bahan ajar cetak maupun non cetak</li> <li>• Materi fisika pada kurikulum fisika sekolah</li> </ul> <p>Topik-topik yang dikaji mencakup: kinematika (posisi, kecepatan &amp; percepatan) pada gerak lurus, gerak parabola, dan gerak melingkar; kerangka referensi inersial dan hukum-hukum newton tentang gerak; gaya gesek; dinamika gerak lurus, gerak parabola, dan gerak melingkar; hukum kekekalan energy, impuls &amp; momentum, dinamika benda tegar; getaran, gelombang, &amp; bunyi; fluida..</p>

				<p>Topik-topik yang dikaji mencakup: suhu dan kalor, hukum-hukum termodinamika, listrik statis, rangkaian listrik dc (hukum ohm dan kirchoff), kemagnetan, rangkaian ac, dan optika.</p>
			Merancang perangkat pembelajaran fisika berbasis aktivitas untuk mengembangkan kemampuan berpikir siswa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Penyusunan perangkat pembelajaran fisika sekolah: silabus, rpp, lks, dan instrumen penilaian</li> </ul>
			Mempraktekkan perangkat pembelajaran dalam pembelajaran fisika dengan peer teaching dan real teaching	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peer teaching dan real teaching</li> </ul>
	Menguasai standar kompetensi lulusan, standar isi, standar proses dan standar penilaian untuk pendidikan fisika di sekolah menengah.		Menguasai karakteristik, struktur, dan kerangka kurikulum fisika sekolah	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perkembangan kurikulum fisika sekolah, kurikulum fisika sekolah, karakteristik, struktur dan kerangka kurikulum fisika sekolah</li> </ul>
			Menguasai standar kompetensi, standar isi, standar proses dan standar penilaian untuk pendidikan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Karakteristik dan isi standar kompetensi lulusan, standar isi, standar proses dan standar penilaian untuk pendidikan</li> </ul>

			fisika di sekolah menengah	fisika di sekolah menengah
			Memahami kurikulum fisika sma	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prinsip-prinsip pengembangan kurikulum, fungsi, tujuan, cakupan dan kedalaman kajian materi</li> </ul>
	<p>Menguasai prinsip-prinsip penilaian dalam pembelajaran fisika untuk menganalisis kesulitan dan keberhasilan belajar siswa (melalui diagnosis, formatif, dan sumatif) serta memanfaatkan hasilnya untuk merancang pembelajaran yang lebih baik sesuai karakteristik siswa</p>	<p>Mampu membimbing dan mengarahkan siswa dengan cara memberi stimulus, tanya jawab, memberikan alternatif solusi, dan umpan balik untuk mencapai kompetensi yang diharapkan</p>	<p>Menguasai prinsip penilaian dalam pembelajaran fisika</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fungsi dan prinsip penilaian dalam pembelajaran fisika</li> </ul>
				<ul style="list-style-type: none"> <li>Berbagai metode penilaian pembelajaran fisika</li> </ul>
				<ul style="list-style-type: none"> <li>Standar nasional penilaian</li> </ul>
				<ul style="list-style-type: none"> <li>Aspek-aspek penilaian, penyusunan instrumen penilaian (kognitif, psikomotor, afektif),</li> </ul>
			<p>Menganalisis kesulitan dan keberhasilan belajar siswa (melalui diagnosis, formatif, dan sumatif) serta memanfaatkan hasilnya untuk merancang pembelajaran yang lebih baik sesuai karakteristik siswa</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tujuan penilaian (formatif, diagnostik, sumatif)</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Persyaratan instrumen (untuk pan: validitas, reliabilitas, untuk pap: indeks sensitivitas, validitas isi),</li> </ul>		
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Pelaksanaan dan pemanfaatan hasil penilaian</li> </ul>		

			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Konsep dasar dan peranan asesmen berbantuan komputer. Asesmen berbantuan komputer: kekuatan dan kelemahannya. Computer based tes. Computer adaptive test. Asesmen berbantuan internet</li> </ul>
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Karakteristik dan peranan asesmen formatif dalam pembelajaran. Peranan guru dan siswa dalam asesmen formatif. Feedback dalam asesmen formatif. Asesmen formatif informal dan formal.. Self assesment. Peer assesment. Instrumen asesmen formatif. Asesmen diagnostik. Instrumen asesmen diagnostik</li> </ul>
		Merancang penilaian dalam pembelajaran fisika	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Penyusunan instrumen penilaian sesuai tujuan pembelajaran dan penilaian</li> </ul>

	<p>Menguasai prinsip-prinsip pengembangan media pembelajaran fisika berbasis ilmu pengetahuan, teknologi yang kontekstual, khususnya tik (teknologi informasi dan komunikasi), dan lingkungan sekitar.</p>		<p>Menguasai prinsip-prinsip pengembangan media pembelajaran fisika berbasis TIK</p> <p>Merancang media pembelajaran fisika berbasis TIK</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Konsep dasar TIK</li> <li>• Terminologi dan konsep multimedia,</li> <li>• Objek dalam aplikasi animasi dan simulasi dalam bentuk teks, grafik, dan gambar,</li> <li>• Jenis-jenis paket aplikasi multimedia,</li> <li>• Presentasi dan <i>hypermedia</i>, audio dan video, media berbasis web : <i>e-learning</i></li> </ul>
			<p>Menguasai prinsip-prinsip pengembangan media pembelajaran fisika berbasis lingkungan sekitar</p> <p>Merancang media pembelajaran fisika berbasis lingkungan sekitar</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Teori dan filosofi media pembelajaran fisika berbasis lingkungan</li> <li>• Pemanfaatan lingkungan sekitar sebagai media pembelajaran fisika</li> <li>• Rancangan media pembelajaran berbasis lingkungan</li> <li>• Penggunaan media dalam pembelajaran fisika (<i>real dan peer teaching</i>)</li> </ul>
	<p>Menguasai matematika, komputasi, dan instrumentasi untuk</p>		<p>Menguasai konsep dasar matematika untuk</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fungsi: penggambaran fungsi, jenis fungsi (genap/ganjil,</li> </ul>

	mendukung pemahaman konsep fisika		penguasaan konsep fisika	eksponensial, trigonometri, logaritma, invers, dan lain-lain), grafik, <ul style="list-style-type: none"> <li>• Limit: hukum limit teorema limit, kekontinuan fungsi ;</li> <li>• Turunan: aturan pencarian turunan, aturan rantai dan notasi Leibniz ; turunan tingkat tinggi, pendiferensialan implisit;</li> <li>• Integral: integral tentu, integral tak tentu, aturan penentuan integral, teknik integral.</li> <li>• Operasi Matrik: penjumlahan, perkalian, transpose, determinan, invers, matrik khusus, matrik orthogonal, nilai eigen;</li> <li>• Bilangan kompleks: aljabar bilangan kompleks, rumus Euler, fungsi eksponen, fungsi hiperbolik, invers trigonometri dan hiperbolik, akar dan pangkat kompleks,</li> <li>• Fungsi Bilangan Kompleks: fungsi analitik,</li> </ul>
--	-----------------------------------	--	--------------------------	--

				<p>integral kontur, deret Laurent, teorema residu dan cara menemukannya, pemetaan konformal.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Deret: deret tak hingga, deret pangkat, tes konvergensi dan wilayah konvergensi deret, ekspansi fungsi ke dalam deret pangkat, deret fourier;</li> <li>• Aljabar dan fungsi kompleks, fungsi analitik, integral lintasan, deret laurent, teknik residu, pemetaan konformal;</li> <li>• Persamaan diferensial biasa (pdb): solusi pdb (pemisahan variabel, ekspansi deret pd besse dan pd legendre), pd nonhomogen,</li> <li>• Persamaan diferensial parsial (pdp): persamaan gelombang, persamaan laplace dan poisson, persamaan perambatan kalor dan difusi, solusi menggunakan metode pemisahan variabel</li> </ul>
--	--	--	--	---



				<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transformasi integral: transformasi laplace, transformasi fourier, konvolusi, fungsi green, solusi pd dengan transformasi; persamaan integral.</li> <li>• Sistem persamaan linier, matriks, determinan; penjumlahan dan perkalian vektor, medan skalar, medan vektor, gradien, divergensi, rotasi, teorema green, teorema gauss, teorema stokes; transformasi linier, transformasi ortogonal, masalah nilai eigen, diagonalisasi; transformasi koordinat, koordinat kurvilinier, tensor cartesian, tensor sferis.</li> <li>• Fungsi gamma, fungsi beta, fungsi error, integral eliptik, fungsi ortogonal, fungsi bessel, fungsi legendre, relasi rekursi, deret legendre, fungsi hermitte, fungsi laguerre;</li> </ul>
--	--	--	--	---

				<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kalkulus variasi: persamaan euler, persamaan lagrange;</li> <li>• Definisi probabilitas, ruang sampel, metode penghitungan, peubah acak, distribusi kontinu, distribusi binomial, distribusi normal (gauss), distribusi poisson.</li> </ul>
			Menguasai teknik komputasi dan instrumentasi untuk mendukung pemahaman konsep fisika	<ul style="list-style-type: none"> <li>• error akibat pembulatan dan pemotongan dalam penyimpanan dan pengolahan data</li> <li>• Pengenalan karakter bilangan desimal, biner, dan <i>floating point</i></li> <li>• Menghitung akar persamaan polinomial: metode Brakect dan metode open</li> <li>• Solusi persamaan linier</li> <li>• Solusi persamaan diferensial</li> </ul>
				<p>Elektronika</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rangkaian dc, sumber arus, sumber tegangan, rangkaian setara thevenin, rangkaian</li> </ul>

			<p>setara norton. Rangkaian ac.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Semikonduktor, sambungan pn, dioda, penyearah gelombang, catu daya dc, dioda zener,</li> <li>• Transistor bipolar, karakteristik transistor, garis beban ac dan dc, transistor sebagai penguat tegangan kecil, mosfet, saklar transistor, multivibrator, bistabil, astabil, monostabil.</li> <li>• Filter: filter pasif, respon amplitudo, respon fasa, plot bode, tapis lolos rendah, tapis, lolos tinggi, penguat inverting, penguat non inverting, penguat jumlah, penguat arus, penguat daya, penentuan efisiensi suatu penguat,</li> <li>• teori rangkaian digital: and, or, not, nand, nor, xor.</li> <li>• Alat ukur dasar: pengukur arus, tegangan, hambatan.</li> </ul>
	Menguasai konsep fisika	Menguasai konsep/prinsip	<b>Biologi</b>

	<p>berdasarkan fenomena alam yang mendukung pembelajaran fisika di sekolah</p>		<p>/teori/hukum-hukum fisika (<i>physics content knowledge</i>) secara mendalam, khususnya pada topik-topik yang mendasari bahan kajian pada kurikulum fisika sma.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Senyawa kimiawi kehidupan,; struktur sel dan jaringan pada hewan dan tumbuhan;</li> <li>• Metabolisme; organisasi tubuh makhluk hidup, dasar-dasar genetika dan teknologinya;</li> <li>• Pengantar ekologi; anatomi fisiologi manusia dan hewan yang membahas tentang gejala fisik dan mekanismenya , meliputi sistem pencernaan makanan, respirasi, sirkulasi, reproduksi, ekskresi, koordinasi, indra dan gerak.</li> </ul>
				<p><b>Kimia</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pengantar stoikiometri: hukum-hukum dasar, teori atom dan skala massa atomik, massa atom relatif, massa molekul relatif, konsep mol bil. Avogadro, persamaan reaksi kimia, rumus senyawa;</li> <li>• energetika kimia:</li> </ul>

			<p>persamaan termokimia, entalpi reaksi, pengukuran entalpi reaksi, pengukuran entalpi reaksi, faktor yang mempengaruhi entalpi, entalpi standar, energi ikatan, entalpi pengionan, entalpi kristal, reaksi spontan;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistem periodik: sistem periodik, penggolongan unsur, sifat periodik unsur, penyimpangan sifat periodik;</li> <li>• Ikatan kimia dan geometri molekul: ikatan ionik, energi ikatan dan energi disosiasi, sifat senyawa ionik, ikatan kovalen, kekuatan ikatan, struktur resonansi, ikatan kovalen koordinasi, kepolaran molekul, geometri molekul dan dasar-dasar kristalografi;</li> <li>• Keseimbangan kimia: keadaan kesetimbangan, kesetimbangan</li> </ul>
--	--	--	---

				<p>heterogen, disosiasi, derajat disosiasi, prinsip le chatelier, azas kesetimbangan dalam industri.</p>
				<p><b>Mekanika newton</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ruang dan waktu (konsep ruang waktu newton dan galileo),</li> <li>• Besaran-besaran dasar gerak: kerangka acuan, posisi, perpindahan, jarak tempuh (panjang lintasan), kelajuan (rata-rata dan sesaat), kecepatan linear (rata-rata dan sesaat), percepatan linear (rata-rata dan sesaat), kecepatan sudut (rata-rata dan sesaat), dan percepatan sudut (rata-rata dan sesaat)</li> <li>• Jenis-jenis gerak: gerak pada garis lurus, gerak pada bidang, gerak dalam ruang, gerak relatif (posisi dan kecepatan relatif),</li> <li>• Analisis gerak sebuah partikel dalam koordinat lengkung (polar, bola, silinder)</li> </ul>

			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hukum newton tentang gerak: hukum newton tentang gerak, kerangka acuan inersia, massa inersia dan massa gravitasi, gaya dan momentum, torka dan momentum sudut (terhadap pusat koordinat dan titik lain), dan hukum newton untuk gerak rotasi</li> <li>• Penerapan hukum newton tentang gerak: keseimbangan benda titik, gaya bergantung pada waktu (misal: gaya impuls), gaya bergantung pada posisi (misal: gaya pemulih, gaya gravitasi), gaya bergantung pada kecepatan (misal: gaya stokes, <i>drag force</i>), dan kombinasinya (misal: gaya pegas dan gesekan)</li> <li>• Konsep kerja dan energi, teorema kerja-energi kinetik, gaya konservatif dan energi potensial, hukum kekekalan/kelestarian/konserva</li> </ul>
--	--	--	---

			<p>si energi, dan penerapannya</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hukum newton tentang gravitasi: gravitasi pada sistem benda titik dan benda kontinyu, energi potensial gravitasi</li> </ul> <p><b>Mekanika sistem banyak partikel:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gerak sistem banyak partikel: momentum linier dan momentum sudut untuk sistem, kekekalan/kelestarian/konservasi momentum linear dan momentum sudut, gerak pusat massa, gaya total dan torka total, energi kinetik sistem, kerangka pusat massa.</li> <li>• Contoh-contoh: gerak roket, teori benturan (tumbukan), analisis tumbukan menggunakan kerangka pusat massa, masalah dua benda (hamburan dan sistem terikat).</li> <li>• Gerak benda tegar: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Rotasi murni (rotasi benda tegar dengan</li> </ul> </li> </ul>
--	--	--	--



			<p>sumbu tetap):  momen inersia, energi kinetik, aplikasi hukum ii newton untuk gerak rotasi, hukum kekekalan/kelestarian/konservasi momentum sudut</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Gerak campuran (rotasi dan translasi benda tegar):  momentum sudut, energi kinetik, tensor inersia, hukum kekekalan/kelestarian/konservasi momentum sudut, contoh rotasi campuran: gerak planar (misal: gerak menggelinding), gerak giroskop (gasing, dll)</li> <li>● <b>Kerangka acuan tak inersial:</b>  kerangka acuan dipercepat dan gaya inersial (gaya semu/fiktif), kerangka acuan berputar</li> </ul>
--	--	--	--

			<p>(percepatan sentrifugal dan percepatan coriolis), dinamika partikel dalam kerangka acuan berputar, dampak-dampak rotasi bumi (bandul foucault, angin pasat, perubahan iklim)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Perumusan lagrange dan perumusan hamilton:</b> kendala, system koordinat umum, prinsip hamilton dan persamaan euler-lagrange, fungsi lagrange dan fungsi energi, momentum umum, persamaan hamilton dan ruang fase momentum.</li> <li>• <b>Gerak dalam medan gaya terpusat:</b> hukum kepler, persamaan irisan kerucut dalam koordinat polar, gaya terpusat dan kekekalan momentum sudut, penurunan persamaan gerak benda dalam potensial terpusat dalam</li> </ul>
--	--	--	--

			<p>tata koordinat polar, pencarian solusi persamaan gerak untuk potensial kepler (<math>-k/r</math>), energi potensial medan gravitasi</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• .konsep fluida, penggambaran euler dan penggambaran lagrange, konsep partikel dalam fluida, garis alir, garis lintasan, dan "streamline", persamaan kontinuitas fluida tak termampatkan,</li> <li>• <b>Fluida ideal:</b> persamaan euler, persamaan bernoulli, tekanan hidrostatis, rapat aliran energy, rapat aliran momentum, hukum konservasi sirkulasi, aliran potensial, drag force,</li> <li>• <b>Fluida kental (viskos):</b> persamaan navier-stokes, dissipasi energy dan fluida tak termampatkan, gaya stokes, aliran fluida kental dalam pipa, bilangan reynold,</li> </ul>
--	--	--	---

				persamaan dinamika dalam berbagai koordinat lengkung.
				<p><b>Termodinamika</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistem termodinamika, besaran keadaan (temperatur, tekanan, volume), fase dan perubahan fase (padat, cair, dan gas)</li> <li>• Hukum ke nol termodinamika</li> <li>• Gas ideal: persamaan keadaan, kalor dan kapasitas kalor, kalor jenis, persamaan keadaan gas real</li> <li>• Hukum pertama termodinamika</li> <li>• Hukum kedua termodinamika: entropi, prinsip entropi maksimum, proses carnot</li> <li>• Entropi dan energi sebagai potensial termodinamik, transformasi legendre, energi, bebas, entalpi</li> <li>• Relasi maxwell, ruang fase, statistik molekul-molekul (bose-einstein, fermi-dirac, maxwell-boltzmann),</li> </ul>

				<p>fungsi distribusi, definisi entropi secara statistic, teori ensemble dan ensemble microkanonis, ensemble kanonis</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Teori kinetik gas ideal, tekanan, kerja, dan potensial kimia</li> </ul>
				<p><b>Getaran &amp; gelombang</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• getaran linear: benda pada pegas, gerak harmonik sederhana, getaran teredam, getaran terpaksa, getaran tersambung</li> <li>• <b>Gelombang:</b> getaran selaras, superposisi getaran, gelombang bidang, gelombang selaras, persamaan gelombang dan penyelesaiannya, superposisi gelombang (interferensi dan difraksi), energetika gelombang, refleksi dan refraksi, gelombang stasioner, dispersi, gelombang mekanik: gelombang bunyi dalam</li> </ul>

				<p>padatan, cairan, dan gas</p> <p>gelombang bola dan silinder, gelombang elektromagnetik (pengantar), gelombang multidimensi, impedansi medium, kaitan dispersi, perambatan di perbatasan medium efek doppler</p>
				<p><b>Optika</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Optika fisis: interferometer pembelah muka gelombang, interferometer pembelah amplitudo, difraksi fresnell, difraksi frounthoufer, difraksi celah tunggal dan kisi difraksi</li> <li>• optika geometris: , prinsip fermat, prinsip huygen, pemantulan dan pembiasan pada alat-alat optik</li> <li>• Polarisasi gelombang elektromagnetik,</li> <li>• Perambatan cahaya dalam medium dan antar medium,</li> </ul>
				<p>Elektromagnetik</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dasar eksperimen</li> </ul>

			<p>hukum coulomb, hukum coulomb, medan listrik statis partikel titik, medan listrik, statis distribusi muatan, rapat muatan,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sumber medan listrik, potensial listrik, garis-garis gaya listrik statis, persamaan poisson dan persamaan laplace, dipol listrik,</li> <li>• Konduktor dan sifat-sifat listriknya., kondensator dan kapasitansi,</li> <li>• Elektrostatika dalam bahan, arus listrik dan rapat arus listrik, persamaan kontinuitas,</li> <li>• Dasar-dasar eksperimen magnet statis, induksi magnetik, gerak partikel bermuatan dalam medan magnet,</li> <li>• Persamaan medan magnet stasioner, potensial vektor, hukum</li> </ul>
--	--	--	---

				<p>faraday, dipol magnet, dan medan yang dihasilkannya,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kemagnetan bahan, permeabilitas, magnetisasi, suseptibilitas,</li> <li>• Persamaan maxwell, gelombang elektromagnetik, relativitas khusus, perumusan kovarian persamaan maxwell,</li> </ul>
				<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pengenalan piranti elektronika (catu daya, resistor, kapasitor, transistor, dioda, induktor, dan IC)</li> </ul>
				<p>Fisika modern dan fisika kuantum</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Teori relativitas:</b> pengertian kerangka acuan inersial, postulat-postulat relativitas khusus, transformasi lorentz, gejala-gejala relativitas khusus: kontraksi panjang, dilatasi waktu, paradox kembar, relativitas khusus dan elektrodinamika</li> </ul>



			<p>, perumusan kovarian.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Latar belakang eksperimen: radiasi benda hitam, percobaan efek fotolistrik, efek compton, difraksi elektron (percobaan davisson-germer), model atom bohr, produksi pasangan</li> <li>• Mekanika gelombang: persamaan schrodinger, interpretasi fungsi gelombang, normalisasi gelombang, nilai eigen, fungsi eigen, degenerasi, operator dan harga ekspektasi</li> <li>• Solusi persamaan schroedinger: partikel bebas, potensial tangga, sumur potensial, efek terobosan, osilator harmonik sederhana, atom hidrogen, momentum sudut</li> </ul> <p>Fisika inti</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Struktur dan sifat-sifat inti atom:</b> susunan inti, ukuran</li> </ul>
--	--	--	--

			<p>dan bentuk inti atom, momentum sudut dan momen magnet inti, gaya nuklir (interaksi antar nukleon dalam inti atom), kestabilan inti atom, energi ikat nuklir, rumus semi empirik weiszacker.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>radioaktivitas</b> : besaran-besaran dasar radioaktivitas, peluruhan beruntun, keseimbangan radioaktif, radioaktivitas buatan.</li> <li>• <b>jenis-jenis radiasi nuklir:</b> peluruhan alpha, peluruhan beta, peluruhan gamma.</li> <li>• <b>Reaksi nuklir:</b> klasifikasi reaksi nuklir, mekanisme reaksi nuklir, kinematika reaksi nuklir, parameter reaksi nuklir.</li> <li>• <b>Partikel elementer:</b> interaksi muon, hadron, lepton, quark</li> </ul> <p>Fisika zat padat</p>
--	--	--	--

			<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Struktur kristal:</b> simetri dan struktur kristal, difraksi kisi kristal, ikatan atomik dalam kristal.</li> <li>• <b>Dinamika kisi kristal:</b> getaran dalam zat padat, kapasitas panas zat padat, getaran kisi.</li> <li>• <b>Model elektron bebas:</b> model elektron bebas klasik, model elektron bebas terkuantisasi, perilaku elektron dalam logam, keberatan terhadap model elektron bebas.</li> <li>• <b>teori pita energi:</b> teori pita energi, metode lcao, dinamika elektron dalam logam .</li> <li>• <b>semikonduktor:</b> klasifikasi semikonduktor berdasarkan golongan dalam sistem periodik unsur, semikonduktor intrinsik dan ekstrinsik</li> <li>• <b>bahan dielektrik:</b> pandangan makroskopis dan mikroskopis,</li> </ul>
--	--	--	--

				gejala dielektrik, dan (8) bahan magnetik: suseptibilitas magnetik, gejala magnetik.
Peneliti Bidang Pendidikan Fisika	Menguasai metode penelitian pendidikan fisika	Mampu melakukan penelitian pendidikan fisika dalam bentuk pengkajian dan evaluasi pembelajaran fisika dengan pendekatan kuantitatif dan/atau kualitatif untuk memecahkan permasalahan pembelajaran fisika dan dilaporkan dalam bentuk artikel ilmiah	Menguasai metode penelitian kuantitatif dan/atau kualitatif dalam pemecahan permasalahan pembelajaran fisika	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hakikat penelitian pendidikan fisika</li> <li>• Ragam metode penelitian dalam pendidikan fisika: penelitian eksperimen, ptk, dan r &amp; d</li> <li>• Rancangan penelitian pendidikan fisika : desain, subyek/populasi/sampel penelitian, instrumen penelitian, teknik pengumpulan data, teknik analisis data sesuai ragam metode penelitian eksperimen, ptk, dan r &amp; d</li> <li>• Isu dan identifikasi permasalahan pendidikan dan pembelajaran fisika</li> <li>• Penulisan proposal penelitian pendidikan fisika sesuai</li> </ul>

				rancangan penelitian
			Merancang proposal penelitian pendidikan fisika	•
			Melakukan seminar proposal penelitian pendidikan fisika	• Teknik presentasi proposal penelitian
			Membuat laporan penelitian pendidikan fisika	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Penulisan laporan penelitian pendidikan fisika sesuai rancangan penelitian</li> <li>• Presentasi laporan penelitian</li> </ul>
			Membuat karya ilmiah dalam bentuk artikel	• Penulisan dan publikasi artikel hasil penelitian pendidikan fisika
Pengelola Laboratorium dan Lembaga Pendidikan	Menguasai pengelolaan sumber daya pada penyelenggaraan kelas, laboratorium fisika dan lembaga pendidikan.	Mampu mengelola sumberdaya dan aktivitas yang mencakup penyelenggaraan kelas, laboratorium fisika dan lembaga pendidikan secara komprehensif	Menguasai pengelolaan sumber daya pada penyelenggaraan kelas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pengelolaan sumber daya siswa</li> <li>• Kesulitan belajar siswa</li> <li>• Pengelolaan kelas dan implementasi dalam pembelajaran fisika</li> </ul>
		Mampu mengambil keputusan strategis berdasarkan kajian terhadap masalah mutu, relevansi dan akses di bidang pendidikan dalam penyelenggaraan kelas, laboratorium fisika dan lembaga pendidikan	Menguasai pengelolaan sumber daya pada penyelenggaraan laboratorium dan lembaga pendidikan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fungsi kelas, laboratorium fisika dan lembaga pendidikan</li> <li>• Rancangan dan desain laboratorium fisika dan</li> </ul>

		yang menjadi tanggung jawabnya		lembaga pendidikan <ul style="list-style-type: none"> <li>• Administrasi dan organisasi laboratorium fisika dan lembaga pendidikan</li> <li>• Kesehatan, keamanan dan keselamatan kerja di laboratorium</li> <li>• Pengembangan kegiatan dan perangkat praktikum fisika</li> </ul>
			Merancang sistem pengelolaan penyelenggaraan laboratorium dan lembaga pendidikan	

## **PENUTUP**

Penyusunan standar minimum kurikulum Fisika yang dilakukan oleh Himpunan Fisika Indonesia dengan melibatkan prodi fisika dan pendidikan di Indonesia memberikan harapan adanya kemajuan materi pendidikan fisika di Indonesia. Silabus sebagai salah satu bagian penting dari kurikulum dapat dilaksanakan di seluruh wilayah Indonesia. Dengan demikian standar minimum kurikulum program sarjana fisika dan program sarjana pendidikan fisika dapat digunakan untuk pengembangan kurikulum dan matakuliah pilihan dikembangkan secara kontekstual daerah dimana program studi tersebut berada.

Silabus minimum yang telah disusun masih memerlukan penjelasan tentang kedalaman materi yang harus diberikan. Pada dokumen ini terlampir kedalaman materi silabus minimum yang harus diberikan. Kedalaman dari setiap materi telah dituliskan sehingga standar minimum level 6 untuk sarjana fisika dapat tercapai.

## Daftar Pustaka

- Dennis L. Eggleston 2011. *Basic Electronics For Scientists and Engineers*, Cambridge University Press
- Malvino, A. dan David J Bates 2007. *Electronic Principles*, McGraw-Hill
- Fundamental of Analog Circuits*, Second Ed., Prentice Hall
- Storey, N. 1992. *Electronics; A System Approach*, Addison Wesley
- J. Fraden (2003), *Handbook of Modern Sensor*
- Anderson, LW dan Krathwohl, DR., 2001. *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing*. New York: Addison Wesley Longman Inc.
- Arends, R. I. 2012. *Learning to Teach*. New York: McGraw-Hill Companies, Inc.
- Barba, R.H. 1995. *Science in the Multicultural Classroom*. Boston: Allyn & Bacon.
- Bell, B. & Cowie B. 2002. *Formative assessment and science education*, New York: Kluwer Academic Publisher.
- Hergenhahn, Matthew H. Olson. 2008. *Theory of learning* (7th edition). Perdana Media Grup, Jakarta.
- Burke, K. 2009. *How to Assess Authentic Assessment* California: Corwin A Sage Company.
- Carr. D. 2003. *Making Sense of Education: An Introduction to the Philosophy and Theory of Education and Teaching*. London :
- Cohen, L., Manion, L. & Morrison, K. 2007. *Research Methods in Education*. New York, N.Y.: Routledge.
- Creswell , J W. 2012. *Educational Research :Planning, conducting and evaluating quantitative and qualitative research*. Pearson Education. Inc
- Couvalis, G., 1997. *The Philosophy of Science and Objectivity*, Sage Publication Ltd. New Delhi. India
- Gall, M. D., Gall, J. P. & Borg, W. R. 2003. *Educational Research*. Upper Saddle River, N. J.: Pearson Education.
- Hurlock, EB. 1990. *Psikologi Perkembangan* (alih bahasa oleh Istiwidayati & Soejarwo). Jakarta: Erlangga
- Joyce, W., & Weil, M. (with Calhoun, E). 2000. *Models of Teaching*. Sixth Edition. Boston: Allyn Bacon, A Pearson Education Company.
- Kirkpatrick, D. L. 1998. *Evaluating Training Programs: The Four Levels*. San Francisco: Berrett-Koehler Publisher, Inc.
- Kirkpatrick, D. L. 2009. *Kirkpatrick's Training Evaluation Model*. San Francisco: Berrett-Koehler Publisher, Inc.
- Lambert, D. & Lines, D. 2000. *Understanding assessment: purposes, perspective, practices*, London: RoutledgeFalmer.
- Lawson, A. E. 2004. *Science Teaching and the Development of Thinking*. California: Wadsworth Publishing Company.
- Leedy, Paul D., Ormrod, Jeanne Ellis. 2005. **Practical Research. Planning and Design**. 8th Edition. Upper Saddle River, New Jersey: Pearson Education, Inc.
- Lichtenberger, Elizabeth O.; Mather, Nancy; Kaufman, Nadeen L; Kaufman, Alan S. 2004. **Essentials of Assessment Report Writing**. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Moshman, D. 2005. *Adolescent psychological development: rationality, morality, and identity*. 2nd ed. Lawrence Erlbaum Associates, Inc.



- Partner, C. 2009. *Implementing the Kirkpatrick Evaluation Model Plus*.
- Popham, W.J. (1995) *Classroom Assessment, What Teachers Need to Know*. Boston: Allyn& Bacon.
- Richard L. Arends, *Classroom Instruction and Management*, 1997, McGraw-Hill,
- Rodger W. Bybee. 2002, *Learning Science and the Science of Learning*. NSTA Press Arlington Virginia
- Salkind, N. J., 2006. *Exploring Research*. Upper Saddle River, N. J.: Pearson Education.
- Schunk, D.H. 2012. *Learning theories: an educational perspective*. Boston: Pearson Education.
- Viennot, L., 2004. *Reasoning in Physics, The Part of Common Sense*, Kluwer Academic Press, New York
- Wilson, Jeni dan Wing Jan, Lesley. 2008. **Smart Thinking. Developing Reflection and Metacognition**.  
Carlton South Victoria, Australia: Curriculum Corporation
- Suli, E. dan Mayers, D. 2003. *Introduction to Numerical Analysis*. Cambridge University Press, 2003.
- Karris, S.T. (2001). *Numerical Analysis using Matlab and Spreadsheet*. Edisi ke-2, Orchard Publications.
- Pang, T. (2006). *An Introduction to Computational Physics*. Cambridge University Press.
- Landau, R.H. dan Paez, M.J. (1997). *Computaional Physics, Problem Solving with Computers*. John-Wiley & Sons.
- Hornan,S.E. (1986). *Computational Physics*. Addison Vesley.
- Mark W. Zemansky, M. Zemansky, dan Richard Dittman (1997). *Heat and Thermodynamics: An Intermediate Textbook*, Edisi ke-7, University of California, McGraw-Hill.
- Raymond A. Serway, John W. Jewett (2004). *Physics for scientists and engineers*. Edisi ke-6, University of Virginia, Thomson-Brooks/Cole.

**Lampiran 1: Kedalaman Pembahasan Materi “Perumusan Naskah Akademik Standar Nasional Kurikulum Bidang Fisika dan Pendidikan Fisika Berbasis KKNI”**

<b>Mekanika Klasik</b>	
<b>Mekanika Newton untuk partikel tunggal:</b>	
Ruang dan waktu (konsep ruang waktu Newton dan Galileo),	Absolutitas ruang dan waktu, keterpisahan ruang dan waktu, diam mutlak, relativitas Galilei, transformasi Galilei
Besaran-besaran dasar gerak: kerangka acuan, posisi, perpindahan, jarak tempuh (panjang lintasan), kelajuan (rata-rata dan sesaat), kecepatan linear (rata-rata dan sesaat), percepatan linear (rata-rata dan sesaat), kecepatan sudut (rata-rata dan sesaat), dan percepatan sudut (rata-rata dan sesaat)	Besaran-besaran dasar gerak: kerangka acuan dalam ruang tiga dimensi, posisi dan vektor posisi, lintasan sebagai vektor posisi yang bergantung pada waktu, perpindahan sebagai selisih vektor posisi, jarak tempuh (panjang lintasan), kelajuan (rata-rata dan sesaat), kecepatan linear (rata-rata dan sesaat), percepatan linear (rata-rata dan sesaat), kecepatan sudut (rata-rata dan sesaat, penyajian kecepatan sudut sebagai vektor), dan percepatan sudut (rata-rata dan sesaat, penyajian percepatan sudut sebagai vektor)
Jenis-jenis gerak: gerak pada garis lurus, gerak pada bidang, gerak dalam ruang, gerak relatif (posisi dan kecepatan relatif),	Gerak lurus beraturan, gerak lurus berubah beraturan, gerak osilasi, gerak parabola, gerak melingkar, gerak ellips, gerak melingkar dan ellips sebagai perpaduan gerak osilasi, gerak pada bidang yang merupakan perpaduan dua gerak osilasi, gerak heliks, gerak heliks sebagai perpaduan gerak melingkar dan gerak lurus, gerak relatif dan transformasi Galilei untuk kecepatan.
Analisis gerak sebuah partikel dalam koordinat lengkung (polar, bola, silinder)	Membicarakan jenis-jenis gerak pada bidang dan dalam ruang yang disebutkan di atas dengan sistem-sistem koordinat lengkung (polar, bola, silinder)
Hukum Newton tentang gerak: hukum Newton tentang gerak, kerangka acuan inersia, massa inersia dan massa gravitasi, gaya dan momentum, torca dan momentum sudut (terhadap pusat koordinat dan titik lain), dan hukum Newton untuk gerak rotasi	Hukum pertama Newton tentang gerak (gaya sebagai penyebab perubahan gerakan, hukum pertama sebagai penegasan hukum inersia Galilei, kerangka acuan inersial). Hukum kedua Newton tentang gerak (ungkapan umum hukum kedua menggunakan momentum linear, perubahan momentum dan kecepatan sebagai perubahan gerak, massa inersial sebagai ukuran kelembaman, hukum kedua sebagai ungkapan persamaan gerak). Hukum ketiga Newton tentang gerak (konsep gaya aksi-reaksi).

<p>Penerapan hukum Newton tentang gerak: keseimbangan benda titik, gaya bergantung pada waktu (misal: gaya impuls), gaya bergantung pada posisi (misal: gaya pemulih, gaya gravitasi), gaya bergantung pada kecepatan (misal: gaya Stokes, <i>drag force</i>), dan kombinasinya (misal: gaya pegas dan gesekan)</p>	<p>Tinjauan beberapa sistem mekanik yang melibatkan gaya-gaya bergantung waktu, posisi, kecepatan, dan kombinasinya dengan hukum Newton tentang gerak. Menerapkan hukum Newton tentang gerak untuk sistem-sistem itu sehingga didapatkan persamaan-persamaan gerak, menyelesaikan persamaan gerak itu. Penyelesaian umum, dan masalah syarat awal.</p>
<p>Konsep kerja dan energi, teorema kerja-energi kinetik, gaya konservatif dan energi potensial, hukum kekekalan/kelestarian/konservasi energi, dan penerapannya</p>	<p>Konsep energi dan beberapa jenis energi (energi kinetik, energi kimiawi, kalor, dll). Penurunan ungkapan matematis untuk energi kinetik. Konsep kerja (<i>work</i>) dan kaitannya dengan energi kinetik dan potensial. Kerja oleh medan gaya dengan lintasan sembarang. Medan gaya konservatif dan konsep energi potensial. Makna grafik energi potensial. Hukum konservasi energi mekanik dan terapan hukum konservasi energi mekanik.</p>
<p>Hukum Newton tentang Gravitasi: gravitasi pada sistem benda titik dan benda kontinyu, energi potensial gravitasi</p>	<p>Interaksi pada suatu jarak, ungkapan vektor untuk gaya gravitasi untuk dua benda titik, massa gravitasi. Massa uji dan medan gravitasi. Garis-garis gaya medan gravitasi dan maknanya. Hukum Gauss untuk gravitasi. Medan gravitasi di sekitar benda titik tunggal. Medan gravitasi oleh sistem benda titik. Medan gravitasi oleh sebaran massa kontinyu: rapat massa (garis, bidang, ruang), medan gravitasi akibat keberadaan benda besar (<i>extended body</i>). Medan gravitasi akibat benda besar dengan simetri tertentu (bola, ellipsoid, dll.). Gaya gravitasi sebagai gaya konservatif, energi potensial gravitasi.</p>
<p>Getaran linear: benda pada pegas, gerak harmonik sederhana, getaran teredam, getaran terpaksa, getaran tersambung</p>	<p>Konsep getaran linear (amplitudo, frekuensi, fase, fase awal, dll.). Persamaan gerak untuk getaran (getaran harmonis sederhana, getaran teredam dan terpaksa). Penyelesaian persamaan gerak getaran (getaran harmonis sederhana, getaran teredam dan terpaksa). Perpaduan dua getaran. Contoh-contoh fenomena getaran.</p>
<p>Mekanika sistem banyak partikel:</p>	
<p>Gerak sistem banyak partikel: momentum linier dan momentum sudut untuk sistem, kekekalan/kelestarian/konservasi momentum linear dan momentum sudut, gerak pusat massa, gaya total dan torka total, energi kinetik sistem, kerangka pusat massa.</p>	<p>Gerak sistem banyak partikel. Ruang konfigurasi sistem. Momentum linear sistem, momentum sudut untuk sistem. Konsep pusat massa dan gerak pusat massa. Gaya total dan torka total. Energi kinetik sistem. Kerangka pusat massa dan gerak sistem banyak partikel ditinjau dari kerangka pusat massa.</p>

Contoh-contoh: gerak roket, teori benturan (tumbukan), analisis tumbukan menggunakan kerangka pusat massa, masalah dua benda (hamburan dan sistem terikat).	Sudah jelas
Gerak benda tegar:	
Rotasi murni (rotasi benda tegar dengan sumbu tetap): momen inersia, energi kinetik, aplikasi hukum II Newton untuk gerak rotasi, hukum kekekalan/kelestarian/konservasi momentum sudut	Pusat massa benda tegar. Rotasi benda tegar dengan sumbu tetap (momen inersia dan perhitungannya untuk beberapa kasus benda tegar, teorema-teorema penting untuk momen inersia). Momentum sudut dan energi kinetik untuk gerak rotasi. Hukum Newton tentang gerak untuk gerak rotasi. Hukum kekekalan momentum sudut dan terapannya.
Gerak campuran (rotasi dan translasi benda tegar): momentum sudut, energi kinetik, tensor inersia, hukum kekekalan/kelestarian/konservasi momentum sudut, contoh rotasi campuran: gerak planar (misal: gerak menggelinding), gerak giroskop (gasing, dll)	Rotasi benda tegar dengan sembarang sumbu (momen inersia dan tensor inersia, teorema-teorema penting untuk tensor inersia, momentum sudut, dan energi kinetik benda tegar). Makna fisis dari Sumbu utama benda tegar. Persamaan Euler untuk benda tegar. Rotasi bebas benda tegar. Rotasi bebas benda tegar bersimetri sumbu. Sudut Euler. Gerak giroskop dan gasing.
<b>Kerangka acuan tak inersial:</b> Kerangka acuan dipercepat dan gaya inersial (gaya semu/fiktif), kerangka acuan berputar (percepatan sentrifugal dan percepatan Coriolis), dinamika partikel dalam kerangka acuan berputar, dampak-dampak rotasi Bumi (bandul Foucault, angin pasat, perubahan iklim)	Kerangka acuan tak inersial: Kerangka acuan dipercepat dan gaya inersial (gaya semu/fiktif), kerangka acuan berputar (perhitungan percepatan dalam kerangka berputar, percepatan sentrifugal dan percepatan Coriolis, percepatan transversal), dampak-dampak rotasi Bumi (dampak statik dan dinamik, gerak peluru, bandul Foucault, angin pasat, perubahan iklim, dll.)
<b>Perumusan Lagrange dan perumusan Hamilton:</b> kendala, system koordinat umum, prinsip Hamilton dan persamaan Euler-Lagrange, fungsi Lagrange dan fungsi energi, momentum umum, persamaan Hamilton dan ruang fase momentum.	Perumusan Lagrange mekanika klasik: kendala (jenis-jenis kendala, derajat kebebasan), ruang konfigurasi dan koordinat umum, ruang fase kecepatan, fungsi Lagrange, momentum umum, persamaan Euler-Lagrange dan terapannya. Perumusan Hamilton: ruang fase momentum, transformasi Legendre dan perumusan fungsi Hamilton, persamaan Hamilton. Beberapa contoh perumusan gerak sistem mekanik melalui perumusan Lagrange dan Hamilton.

<p><b>Gerak dalam medan gaya terpusat:</b> hukum Kepler, persamaan irisan kerucut dalam koordinat polar, gaya terpusat dan kekekalan momentum sudut, penurunan persamaan gerak benda dalam potensial terpusat dalam tata koordinat polar, pencarian solusi persamaan gerak untuk potensial Kepler <math>(-K/r)</math>, energi potensial medan gravitasi</p>	<p>Hukum Kepler: persamaan irisan kerucut dalam koordinat polar dan terapan hukum Kepler. Gerak dalam medan gaya terpusat: gaya terpusat dan kekekalan momentum sudut serta akibatnya. Penurunan persamaan gerak benda dalam potensial terpusat dalam tata koordinat polar, potensial efektif, dan pencarian solusi persamaan gerak untuk potensial Kepler <math>(-K/r)</math>. Penurunan hukum Kepler melalui hukum Newton tentang gerak dan gravitasi. Terapan hasil-hasil di atas dalam masalah dua benda yang terikat oleh gravitasi.</p>
<p><b>Gelombang:</b> getaran selaras, superposisi getaran, gelombang bidang, gelombang selaras, persamaan gelombang dan penyelesaiannya, superposisi gelombang (interferensi dan difraksi), energetika gelombang, refleksi dan refraksi, gelombang stasioner, dispersi, gelombang mekanik: gelombang bunyi dalam padatan, cairan, dan gas gelombang bola dan silinder, gelombang elektromagnetik (pengantar), gelombang multidimensi, impedansi medium, kaitan dispersi, perambatan di perbatasan medium efek Doppler.</p>	<p>Getaran: getaran selaras dan superposisi getaran. Gelombang sebagai getaran yang menjalar. Besaran-besaran terkait dengan gelombang (fase gelombang, bilangan gelombang, panjang gelombang, kecepatan fase, kecepatan grup, dll). Gelombang bidang dan gelombang selaras. Persamaan gelombang, masalah syarat batas dan syarat awal, serta penyelesaiannya. Superposisi gelombang (interferensi dan difraksi). Gejala refleksi dan refraksi. Energetika gelombang. Gelombang stasioner dan gelombang berjalan. Dispersi gelombang. Gelombang mekanik: gelombang bunyi dalam padatan, cairan, dan gas. Gelombang bola dan silinder. Gelombang elektromagnetik (pengantar). Gelombang multidimensi. Impedansi medium, relasidispersi, perambatan di perbatasan medium efek Doppler.</p>
<p><b>Teori Relativitas:</b> pengertian kerangka acuan inersial, postulat-postulat relativitas khusus, transformasi Lorentz, gejala-gejala relativitas khusus: kontraksi panjang, dilatasi waktu, paradox kembar, relativitas khusus dan elektrodinamika, perumusan kovarian.</p>	<p>Eksperimen-eksperimen dan hasil-hasil eksperimen yang melatarbelakangi kemunculan teori relativitas khusus. Postulasi relativitas khusus. Ruang dan waktu dalam relativitas khusus. Kerangka acuan dan transformasi Lorentz untuk kasus khusus (kecepatan kerangka acuan baru sepanjang sumbu koordinat tertentu) dan kasus umum (kerangka acuan baru bergerak dengan arah sembarang). Dampak-dampak relativitas khusus: kontraksi panjang, dilatasi waktu, paradoks kembar. Transformasi untuk momentum dan energi. Perumusan kovarian relativitas khusus: ruang Minkowski, vektor empat dan tensor empat. Perumusan persamaan Maxwell relativistik.</p>

<p>Konsep fluida, penggambaran Euler dan penggambaran Lagrange, konsep partikel dalam fluida, garis alir, garis lintasan, dan "streamline", persamaan kontinuitas fluida tak termampatkan,</p>	<p>Konsep fluida: ukuran molekul, ukuran jarak antar molekul, ukuran kumpulan molekul, gerak acak molekul, contoh-contoh fluida dan sistem-sistem yang dapat dianggap fluida. Besaran-besaran dalam fluida: tekanan, kecepatan, kerapatan massa, temperatur, dll. Konsep partikel dalam fluida: penggambaran Lagrange vs. penggambaran Euler. Konsep garis lintasan, garis alir, dan "streakline". Persamaan kontinuitas dan penurunannya. Fluida tak termampatkan dan ungkapan matematis yang menyatakan ketaktermampatan aliran fluida.</p>
<p><b>Fluida Ideal:</b> persamaan Euler, Persamaan Bernoulli, Tekanan hidrostatika, Rapat aliran energy, Rapat aliran momentum, hukum konservasi sirkulasi, Aliran potensial, Drag Force,</p>	<p>Fluida ideal dan sifat-sifatnya. Gaya kontak dan body force. Penurunan persamaan Euler dari hukum Newton tentang gerak. Perumusan persamaan Euler dengan besaran-besaran termodinamik. Syarat batas untuk fluida ideal. Penurunan persamaan hidrostatika dan persamaan Bernoulli dari persamaan Euler. Persamaan kontinuitas entropi dan rapat aliran entropi. Persamaan kontinuitas energi dan rapat aliran energi. Persamaan kontinuitas momentum dan rapat aliran momentum. Hukum kekekalan konservasi sirkulasi dan pusaran (vorteks). Aliran potensial. Contoh-contoh penerapan persamaan Euler dan kontinuitas. Drag force.</p>
<p><b>Fluida Kental (Viskos):</b> persamaan Navier-Stokes, dissipasi energy dan fluida tak termampatkan, Gaya Stokes, Aliran fluida kental dalam pipa, bilangan Reynold, Persamaan dinamika dalam berbagai koordinat lengkung.</p>	<p>Penulisan persamaan Euler perkomponen sehingga muncul suku terkait dengan tegangan (stress). Konsep regangan (strain) dan tegangan (stress): konsep pergeseran, regangan normal dan regangan geser, vektor stress, tensor stress, dan persamaan gerak. Tensor stress kental untuk fluida kental: sifat-sifat penting viskositas (kekentalan), perumusan tensor tegangan kental. Persamaan Navier-Stokes sebagai perumusan persamaan Euler. Masalah syarat batas untuk fluida kental. Persamaan Navier-Stokes untuk fluida tak termampatkan. Viskositas kinematik. Dissipasi energi dalam fluida kental. Persamaan Navier-Stokes dalam berbagai sistem koordinat lengkung. Bilangan Reynold. Contoh-contoh penerapan: aliran pada pipa, aliran di antara dua pelat, penurunan persamaan untuk gaya Stokes.</p>
<p><b>Termodinamika:</b></p>	

Sistem termodinamika, besaran keadaan (temperatur, tekanan, volume), fase dan perubahan fase (padat, cair, dan gas)	Sistem termodinamika : Pengenalan termodinamika untuk material yang homogen dan heterogen; kesetimbangan dalam termodinamika, Persamaan keadaan; Fase dan perubahan fase untuk materi yang homogen.
Hukum ke nol termodinamika	Tinjauan Makroskopik dan mikroskopik, kesetimbangan termal, konsep temperatur, pengukuran temperatur, jenis dan prinsip kerja termometer, sifat universal temperatur gas ideal.
Hukum pertama termodinamika	Kerja dan kalor, proses kuasi statik, kerja untuk proses adiabatik, Fungsi adiabatik, Bentuk Persamaan diferensial, ekuivalen kalor dan besaran mekanik. Kapasitas kalor, Reservoir kalor. Pengukuran konduktivitas kalor, jenis-jenis aliran: laminar, turbulensi. Pertukaran kalor. Radiasi termal: black body.
Gas ideal: persamaan keadaan, kalor dan kapasitas kalor, kalor jenis, persamaan keadaan gas real	Persamaan gas ideal, proses adiabatik, kalor dan kapasitas kalor, energi dalam (internal energy) gas ideal. Konsep gas ideal, persamaan-persamaan termodinamika untuk gas ideal dan gas real
Hukum kedua termodinamika: entropi, prinsip entropi maksimum, proses Carnot	Konversi kerja ke kalor dan sebaliknya. Proses reversibel dan irreversibel. Siklus Carnot, Siklus Otto, mesin diesel. Entropi : Theorema Clausius, Entropi dan formula matematikanya. Entropi dari gas ideal, diagram T-S, diagram PV, Diagram PT. Permukaan P-V-T: membuat diagram dan melakukan analisis. Arah proses dan prinsip entropi maksimum. Aplikasi dari prinsip-prinsip Entropi.
Entropi dan energi sebagai potensial termodinamik.	Hukum Dalton . Persamaan energi, perubahan energi dalam, perbandingan antara energi dalam dan enthalpi.
Teori kinetik gas ideal, tekanan dan <b>kerja</b>	Konsep gas ideal, Penjelasan tentang hubungan P, V, T dalam gas ideal. Persamaan termodinamika gas ideal. Energi dalam (internal energy) gas ideal. Derajat kebebasan. Prinsip ekuipartisi energi
Relasi Maxwell, ruang fase, statistik molekul-molekul (Bose-Einstein, Fermi-Dirac, Maxwell-Boltzmann), fungsi distribusi, definisi entropi secara statistik, pengantar teori ensemble	Teori probabilitas. Distribusi molekul. Degenerasi dan status makro. Kesetimbangan termodinamika. Fungsi partisi. Pengenalan dan penurunan fungsi distribusi Bose-Einstein, Fermi-Dirac, Maxwell-Boltzmann. Definisi entropi secara statistik, teori ensemble. Aplikasi fungsi distribusi (contoh: gas elektron, gas fonon, gas ideal, distribusi kecepatan, kapasitas panas dan radiasi benda hitam, paramagnetisme Pauli).
<b>Elektromagnetik</b>	

Dasar eksperimen hukum Coulomb, Hukum Coulomb, Medan listrik statis partikel titik, Medan listrik, statis distribusi muatan, rapat muatan, Sumber medan listrik,	Pengertian dasar eksperimen hukum Coulomb, Hukum Coulomb, Medan listrik statis partikel titik, Medan listrik: kuat medan listrik, garis gaya listrik, perhitungan kuat medan listrik statis ; Hukum Gauss: fluks listrik, distribusi muatan, rapat muatan, aplikasi hukum Gauss
Potensial listrik, Garis-garis gaya listrik statis, Persamaan Poisson dan persamaan Laplace, Dipol Listrik,	Potensial listrik: beda potensial, medan dan potensial listrik, garis-garis gaya listrik statis, Persamaan Poisson dan persamaan Laplace, Dipol Listrik
Konduktor dan sifat-sifat listriknya., Kapasitor dan Kapasitansi,	Konduktor dan sifat-sifat listriknya, bahan dielektrik, kapasitor dan Kapasitansi
Elektrostatika dalam bahan,	Elektrostatika dalam bahan
Arus listrik dan rapat arus listrik, Persamaan kontinuitas,	Arus listrik dan rapat arus listrik, persamaan kontinuitas
Dasar-dasar eksperimen magnet statis, Induksi magnetik, Gerak partikel bermuatan dalam medan magnet, Persamaan medan magnet stasioner, Potensial Vektor, Hukum Faraday, Dipol magnet, dan medan yang dihasilkannya, GGL induksi	Dasar-dasar eksperimen magnet statis, Induksi magnetik, Gerak partikel bermuatan dalam medan magnet, Persamaan medan magnet stasioner, Potensial Vektor, Hukum Faraday, hukum Lenz, induktor, dipol magnet, dan medan yang dihasilkannya, GGL induksi
Kemagnetan bahan, Permeabilitas, Magnetisasi, Suseptibilitas,	Kemagnetan bahan, Permeabilitas, Magnetisasi, Suseptibilitas
Persamaan Maxwell, Gelombang Elektromagnetik	Persamaan Maxwell, teorema Poynting, kekekalan energi dan momentum sistem partikel dan medan elektromagnetik, gelombang bidang di media non-konduktor, polarisasi linier dan sirkular, refleksi dan refraksi gelombang EM.
Relativitas khusus, Perumusan kovarian persamaan Maxwell,	Relativitas khusus, Perumusan kovarian persamaan Maxwell
Optika fisis, Optika geometris, Alat-alat optis,	Optika fisis, Optika geometris, Alat-alat optis
Polarisasi gelombang elektromagnetik, perambatan cahaya dalam medium dan antar medium, prinsip fermat, efek ketidakisotropikan medium, optika Fourier.	Polarisasi gelombang elektromagnetik, perambatan cahaya dalam medium dan antar medium, prinsip fermat, efek ketidakisotropikan medium, optika Fourier
<b>Kuantum Non-relativistik</b>	
<b>Latar belakang eksperimen:</b>	



Radiasi benda hitam	Radiasi benda hitam: pengertian benda hitam, model benda hitam, hasil eksperimen tentang spektrum radiasi benda hitam, pergeseran Wien, penurunan distribusi intensitas radiasi benda hitam menurut teori klasik dan ketidaksesuaiannya dengan hasil eksperimen pada frekuensi tinggi (ultraviolet catastrophe), postulat Planck tentang radiasi benda hitam, penurunan distribusi intensitas radiasi benda hitam dengan memanfaatkan postulat Planck dan kesesuaiannya dengan hasil eksperimen.
Efek fotolistrik	Efek fotolistrik: uraian tentang percobaan efek foto listrik, uraian tentang hasil percobaan efek fotolistrik, kegagalan teori klasik dalam menjelaskan hasil percobaan efek fotolistrik, postulat Einstein tentang kuantum energi dari cahaya yang dipancarkan pada percobaan efek fotolistrik, persamaan Einstein tentang efek fotolistrik dan kesesuaiannya dengan hasil eksperimen.
Efek Compton	Efek Compton: uraian percobaan Compton tentang hamburan cahaya berenergi tinggi oleh elektron bebas. Uraian tentang kegagalan teori klasik dalam menjelaskan peristiwa hamburan cahaya tersebut, Uraian tentang penggunaan teori relativitas khusus dan konsep foton untuk menjelaskan peristiwa hamburan cahaya tersebut.
Difraksi elektron (Percobaan Davisson-Germer)	Difraksi elektron (percobaan Davisson-Germer): uraian tentang percobaan Davisson-Germer tentang difraksi elektron, postulat de Broglie tentang dualisme gelombang-partikel untuk materi, prinsip ketidakpastian
Model atom	Model atom: uraian tentang model-model atom (model pada zaman Yunani, model Thompson, Rutherford), ketidakstabilan model menurut teori klasik, postulat Bohr, uraian model atom menurut Bohr, garis-garis spektral atom hidrogen, penurunan tingkat energi atom hidrogen menurut model Bohr, Model atom Wilson-Sommerfeld.
Produksi pasangan	Produksi pasangan: uraian tentang foton berenergi tinggi yang melintas di dekat inti dapat berubah menjadi pasangan elektron dan positron.
<b>Mekanika gelombang:</b>	

Persamaan Schrodinger	Persamaan Schrodinger: Paket gelombang (fungsi gelombang) sebagai representasi sebuah partikel dalam ungkapan integral Fourier, penurunan persamaan Schrodinger, operator energi (mekanik), operator energy kinetic dan momentum linear, operator energy potensial dan operator posisi.
Interpretasi fungsi gelombang	Interpretasi fungsi gelombang: rapat probabilitas menemukan partikel (interpretasi Born), probabilitas menemukan partikel dalam sebuah volume, ortogonalitas, ortonormalitas dan normalisasi gelombang, persamaan kontinuitas, harga ekspektasi
Operator dan persoalan eigen	Operator dan persoalan eigen: operator, observable dan keterkaitannya dalam persamaan eigen, operator hermitian, nilai eigen real dari operator hermitian, operator uniter, ortogonalitas dua fungsi eigen dari nilai eigen yang berbeda, degenerasi, bebas linear, himpunan fungsi-fungsi eigen yang lengkap
<b>Solusi persamaan Schroedinger:</b>	
Partikel bebas	Mencari solusi persamaan Schroedinger dengan potensial nol atau potensial konstan (kasus satu dan dua dimensi)
Potensial tangga	Mencari solusi persamaan Schroedinger dengan potensial berbentuk tangga (kasus satu dimensi)
Sumur Potensial	Mencari solusi persamaan Schroedinger dengan potensial berbentuk sumur (kasus satu dimensi)
Efek terobosan	Analisis probabilitas partikel menerobos energi potensial yang lebih tinggi daripada energi partikel.
Osilator harmonik sederhana	Mencari solusi persamaan Schroedinger dengan potensial berbentuk potensial pegas
Atom hidrogen	Mencari solusi persamaan Schroedinger bagi elektron di dalam atom hidrogen, bilangan-bilangan kuantum utama, orbital, dan spin
Momentum sudut	Definisi operator momentum sudut, operator momentum sudut orbital, operator momentum sudut spin, operator momentum sudut inti, penjumlahan operator momentum sudut, kuadrat dari operator momentum sudut
<b>Metode pendekatan:</b>	
Teori gangguan bebas waktu	Konsep dasar, solusi umum berdasarkan teori gangguan tak bergantung waktu untuk kasus non-degenerasi sampai orde kedua, contoh kasus osilator harmonik satu dimensi, solusi berdasarkan teori gangguan tak bergantung waktu untuk kasus degenerasi, contoh kasus struktur halus atom hidrogen dan efek Zeeman

Teori gangguan bergantung waktu (sistem dua keadaan, emisi dan absorpsi)	Konsep dasar, solusi umum berdasarkan teori gangguan bergantung waktu, contoh kasus partikel spin 1/2 yang berada dalam medan magnetik lemah yang berosilasi-emisi dan absorpsi
Pendekatan WKB (Wentzel,-Kramers-Brillouin)	Persyaratan dasar, solusi di daerah jauh dari titik balik dan di dekat titik balik, contoh kasus peluruhan partikel alfa dari inti radioaktif.
<b>Fisika Matematika</b>	
Deret: deret tak hingga, deret pangkat, tes konvergensi dan wilayah konvergensi deret, ekspansi fungsi ke dalam deret pangkat, deret Taylor, deret Fourier;	Memperkenalkan jenis-jenis deret, tes konvergensi deret : tes integral, tes rasio, dan wilayah konvergensi deret. Makna dan manfaat mengetahui konvergensi deret dan dihubungkan dengan aplikasi. Membentuk suatu fungsi menjadi deret melalui deret pangkat. Ekspansi fungsi ke dalam deret Taylor. Teori pendekatan dan residu suatu deret, error karena pemotongan deret. deret Fourier : pengantar dimulai dari gerak osilasi, bentuk umum fungsi sinus-cosinus; nilai rata-rata sinus-cosinus, mencari koefisien-koefisien deret Fourier, kondisi Dirichlet, deret Fourier untuk fungsi kompleks; Fungsi genap dan ganjil, integrasi fungsi genap dan ganjil, deret Fourier sinus, deret Fourier Cosinus, deret Fourier eksponensial. Aplikasi deret Fourier. Pengenalan Teorema Parseval.
Aljabar dan fungsi kompleks, fungsi analitik, integral lintasan, deret Laurent, teknik residu, pemetaan konformal;	Terminologi dan notasi bilangan kompleks (notasi kartesian, polar), formula Euler (relasi notasi kartesian-polar), diagram Argand (bidang kompleks), konjugasi kompleks, nilai mutlak bilangan kompleks, penjumlahan, perkalian, akar, dan pangkat bilangan kompleks, fungsi kompleks (polinomial, eksponensial, logaritmik, trigonometrik, hiperbolik) dan invers-nya, deret kompleks, konvergensi deret kompleks, definisi fungsi analitik, kondisi Cauchy, teorema Cauchy, formula integral Cauchy, ekspansi fungsi kompleks ke dalam deret Laurent, titik singular fungsi kompleks, teorema residu dan aplikasinya, pemetaan konformal dan aplikasinya
Transformasi koordinat, koordinat kurvilinier;	Sistem koordinat kurvilinier (Cartesian, silinder, dan bola), transformasi linier, matriks transformasi, transformasi ortogonal sampai 3 dimensi, transformasi sistem koordinat kurvilinier, Jacobian, tensor: definisi tensor dan contoh penggunaan (tensor momen inersia, tensor momen listrik, tensor momen magnet dan tensor stress-strain)

<p>Persamaan diferensial biasa (PDB): solusi PDB (pemisahan variabel, ekspansi deret PD Bessel dan PD Legendre), PD nonhomogen,</p>	<p>Pengertian dan notasi persamaan diferensial biasa (PDB), PDB orde-1 homogen, PDB orde-1 non-homogen, PDB orde-2 homogen (PD Bessel dan PD Legendre), PDB orde-2 non-homogen, solusi PDB: pemisahan variabel, solusi eksak, solusi Frobenius, solusi ansatz (coba-coba), solusi fungsi Green</p>
<p>Persamaan diferensial parsial (PDP): persamaan gelombang, persamaan Laplace dan Poisson, persamaan perambatan kalor dan difusi, solusi menggunakan metode pemisahan variabel</p>	<p>Pengertian dan notasi persamaan diferensial parsial (PDP), solusi persamaan gelombang, solusi persamaan Laplace dan Poisson, solusi persamaan perambatan kalor dan difusi, dan contoh aplikasinya</p>
<p>Transformasi integral: transformasi Laplace, transformasi Fourier, konvolusi, Fungsi Green, solusi PD dengan transformasi; persamaan integral.</p>	<p>Transformasi Laplace : definisi dan penggunaan transformasi Laplace, persamaan transformator Laplace, solusi persamaan diferensial dengan menggunakan Transformasi Laplace; transformasi Fourier : Konsep dan aplikasi transformasi Fourier, Transformasi Fourier Sinus, Transformasi Fourier Cosinus. Konvolusi : pengertian, konsep dan aplikasi konvolusi:</p>
<p>Sistem persamaan linier, matriks, determinan; transformasi linier, transformasi ortogonal, masalah nilai eigen, diagonalisasi</p>	<p>Definisi dan notasi matriks, penjumlahan dan perkalian matriks, jenis-jenis matriks (matriks identitas, matriks transpose, matriks invers, matriks konjugasi-transpose, matriks hermitian, matriks adjoint, matriks ortogonal, matriks uniter, matriks simetris dan anti-simetris), menghitung determinan (kofaktor dan minor), sifat determinan terhadap operasi baris, mendapatkan matrik invers, menyatakan sistem persamaan linier ke dalam matriks, menyelesaikan sistem persamaan dengan operasi baris pada matriks (eliminasi Gauss), menggunakan aturan Cramer dalam menyelesaikan sistem persamaan linier</p>

Penjumlahan dan perkalian vektor, medan skalar, medan vektor, gradien, divergensi, rotasi, teorema Green, teorema Gauss, teorema Stokes; tensor Cartesian, tensor sferis.	Definisi dan notasi vektor (geometris, matriks, kartesian), menghitung panjang vektor, definisi vektor satuan, definisi dan penggunaan vektor basis, menghitung penjumlahan vektor, perkalian vektor (dot dan cross product), triple product, dan arti geometrisnya, sifat-sifat ruang vektor linier; mendiferensialkan vektor, mengintegrasikan vektor; konsep medan skalar dan vektor, definisi dan penggunaan gradien medan skalar dan turunan berarah, definisi dan penggunaan divergensi medan vektor, definisi dan penggunaan rotasi medan vektor, penggunaan teorema Green pada bidang, teorema Gauss, dan teorema Stokes pada masalah terkait vektor; definisi dan notasi tensor kartesian dan tensor sferis, contoh-contoh tensor dalam fisika (momen inersia, momen listrik, momen magnet, strain-stress)
Fungsi gamma, fungsi beta, fungsi error, integral eliptik, fungsi ortogonal, fungsi Bessel, fungsi Legendre, relasi rekursi, deret Legendre, fungsi Hermitte, fungsi Laguerre;	Definisi dan aplikasi: fungsi faktorial, formulasi Stirling, fungsi gamma, fungsi beta dan hubungannya dengan fungsi gamma, fungsi error, integral eliptik, fungsi ortogonal, fungsi Bessel, fungsi Legendre, relasi rekursi, deret Legendre, fungsi Hermitte, fungsi Laguerre;
Kalkulus variasi: Persamaan Euler, persamaan Lagrange;	Persamaan Euler, aplikasi kalkulus variasi: persamaan Euler-Lagrange dan persamaan Lagrange
Definisi probabilitas, ruang sampel, metode penghitungan, peubah acak, distribusi kontinu, distribusi binomial, distribusi normal (Gauss), distribusi Poisson.	Pengenalan dan definisi: probabilitas, ruang sampel, metode penghitungan, peubah acak, distribusi kontinu, distribusi binomial, distribusi normal (Gauss), distribusi Poisson.
<b>FISIKA KOMPUTASI</b>	
<b>Metode numerik:</b>	
Analisa error akibat pembulatan dan pemotongan dalam penyimpanan dan pengolahan data.	Penjelasan mengenai angka penting beserta contoh-contoh perhitungannya; Penjelasan latar belakang matematis truncation error (kesalahan pemotongan) beserta contoh-contoh perhitungan
Pengenalan karakter bilangan desimal, biner, dan floating-point.	Penjelasan definisi floating-point; Penulisan bilangan desimal dalam floating-point beserta contoh penerapannya; Penjelasan bilangan biner, konversi desimal ke biner dan sebaliknya beserta contoh perhitungan

Menghitung akar persamaan polynomial: metoda Bracket(Bisection, regula falsi), metode Open( Newton's, Secant).	Penjelasan latar belakang matematis perhitungan akar pada berbagai metode kategori bracket dan open, sampai menemukan persamaan iterasinya berikut algoritma pemrogramannya; Menggunakan persamaan iterasi berbagai metode tersebut untuk mengitung akar disertai contoh perhitungan secara manual (dikerjakan di kertas/tanpa menggunakan aplikasi pemrograman)
Matrik(Operasi dasar, persamaan linier, transformasi, tridiagonal, identitas, inversi, Dekomposisi LU), Penyelesaian persamaan linear: Gauss-Seidel, Gauss-Jordan , metoda kurva fitting(linier, polynnomial, eksponensial), Interpolasi dan extrapolasi.	Membentuk prosedur iterasi dan algoritma pemrograman secara numerik dari berbagai operasi matriks tersebut beserta contoh perhitungan numeriknya secara manual
Solusi persamaan differensial: metode Runge-Kutta, Persamaan beda hingga: Persamaan eliptik dan parabolik, persoalan syarat batas dan nilai eigen, Integrasi numerik: kotak, Trapezoid, Romberg, Integral Newton-Cotes(Simpson's, Simpson's 3/8th, Boole's), dan Gaussian.	Penjelasan singkat latar belakang matematis dari persamaan iterasi secara numerik dari metode numerik penyelesaian persamaan diferensial, persamaan beda hingga, dan integrasi secara numerik beserta algoritma pemrogramannya dan contoh perhitungannya secara manual
Metode elemen hingga Fast Fourier Transform(FFT).	Penjelasan singkat latar belakang matematis dari persamaan iterasi secara numerik metode elemen hingga dan FFT beserta pembuatan algoritma pemrograman dan contoh perhitungannya secara manual
Optimisasi: Golden-mean Search, Newton's Method, optimisasi kuadratik, Gradient Descent, Random Brute-force Search.	Penjelasan singkat latar belakang matematis dari persamaan iterasi secara numerik dan pembuatan algoritma pemrograman dari berbagai metode optimisasi tersebut beserta contoh perhitungannya secara manual
<b>Bahasa Pemrograman</b>	
Penulisan bahasa pemrograman dan kompilasi, Iterasi aljabar linier: dekomposisi matrik LU, Eigenvalues, Norms, metode Jacobi, Gauss-Seidel.	Penjelasan pembuatan pemrograman secara numerik berdasarkan algoritma pemrograman Iterasi aljabar linier: dekomposisi matrik LU, Eigenvalues, Norms, metode Jacobi, Gauss-Seidel; Menunjukkan beberapa contoh penulisan skrip program suatu bahasa pemrograman numerik dari algoritma yang telah dibuat; Menunjukkan cara running pemrograman dan menjelaskan hasilnya dan dibandingkan dengan hasil perhitungan analitis

Membuat program mencari akar persamaan, Optimisasi, kurva fitting, persamaan beda hingga dan FFT.	Penjelasan pembuatan pemrograman secara numerik berdasarkan algoritma pemrograman penentuan akar persamaan, optimisasi, kurva fitting, persamaan beda hingga dan FFT; Menunjukkan beberapa contoh penulisan skrip program suatu bahasa pemrograman numerik dari algoritma yang telah dibuat; Menunjukkan cara running pemrograman dan menjelaskan hasilnya dan dibandingkan dengan hasil perhitungan analitis
Pemrograman visual grafis	Menunjukkan cara untuk merepresentasikan hasil numerik kedalam bentuk grafik;

## FISIKA INSTRUMENTASI

Elektronika	
Rangkaian listrik	Rangkaian arus searah (dc), sumber tegangan dc, pembagi tegangan, rangkaian setara Thevenin, tegangan Thevenin, hambatan Thevenin, rangkaian setara Norton, arus Norton, hambatan Norton, rangkaian arus bolak balik (ac), sumber tegangan ac, sumber arus ac
Komponen pasif dan rangkaian pasif	Resistor, kapasitor, induktor, diferensiator, integrator, keadaan transien, rangkaian RLC, filter lolos rendah, filter lolos tinggi, fungsi transfer, respon amplitudo, respon fasa, pendekatan Bode
Dioda	Bahan semikonduktor, semikonduktor tipe p, semikonduktor tipe n, sambungan pn, dioda, karakteristik dioda, dioda sebagai penyearah, dioda Zener, catu daya dc tak teregulasi dan teregulasi.
Transistor	Transistor bipolar: transistor pnp dan npn, karakteristik transistor, rangkaian setara transistor, rangkaian setara transistor, penguat basis ditanahkan (CB), penguat emitor ditanahkan (CE), penguat kolektor ditanahkan (CC), penguat tegangan, transistor sebagai penguat arus kecil, garis beban ac dan dc.
	Transistor efek medan: FET, JFET, MOSFET, rangkaian setara FET, FET sebagai penguat sinyal/tegangan, rangkaian setara penguat FET
Penguat operasional	Sifat ideal penguat operasional, penguat inverting, penguat non inverting, penguat jumlah
Elektronika digital	Multivibrator: monostabil, bistabil, astabil, rangkaian dasar AND, OR, NOT, flip-flop: RS flip-flop, JK flip-flop, T flip-flop, D flip-flop, counter, multiplekser
Alat ukur dasar	Multimeter, voltmeter, ohmmeter, ampermeter, generator isyarat, osiloskop

<b>Sistem Instrumentasi</b>	
Catu daya	Catu daya: teregulasi, tak teregulasi, switching power supply
Komunikasi data	RS232, USB, Wifi, Bluetooth, GPS
Piranti masukan	Sensor, jenis-jenis sensor: sensor temperatur, sensor besaran-besaran mekanik: sensor jarak, sensor gaya, sensor kecepatan, sensor percepatan, sensor optik, sensor magnetik, biosensor, sensor kimia
Pengolah sinyal	Analog: pengkondisi sinyal, pra penguat sinyal, penguat instrumentasi, filter: filter lolos rendah, filter lolos pita, filter lolos tinggi, filter orde 1, filter orde 2, penguat lock-in, phase lock loop (PLL), pengubah analog ke digital (ADC); digital: Mikroprosesor, mikrokontroler, komputer, filter digital, Fast Fourier Transform, jaringan syaraf tiruan, logika fuzzy, pengubah digital ke analog (DAC)
Piranti keluaran	Displai: displai analog (CRT), displai digital (LCD, LED), printer



LAMPIRAN 2 :Daftar Perwakilan Prodi Fisika Dan Pendidikan Fisika  
yang Terlibat Penyusunan Standar Kurikulum

No	Nama Lengkap	Asal Perguruan Tinggi
1	Prof.Dr.Triyanta	Institut Teknologi Bandung
2	Prof. Dr. Mitra Djamal, M.Sc	Institut Teknologi Bandung
3	Dr. Widayani	Institut Teknologi Bandung
4	Dr. Fatimah A. Nur	Institut Teknologi Bandung
5	Prof. Dr. Eddy Yahya, M.sc	Institut Teknologi Sepuluh Nopember
6	Dr. Melania Suweni Muntini, MT	Institut Teknologi Sepuluh Nopember
7	Dr.Eng. Yono Hadi Pramono, M.Eng	Institut Teknologi Sepuluh Nopember
8	Drs. Gontjang Prajitno, M.Si	Institut Teknologi Sepuluh Nopember
9	Dr. Akhirrudin Madu	Instut Pertanian Bogor
10	Joko Purwanto, M.Sc	UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
11	Frida Agung Rahmadi, M.Sc	UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
12	Iwan Permana Suwarna, M.Pd	UIN Syarif Hidayatullah Jakarta
13	Dr. Sutrisno	UIN Syarif Hidayatullah Jakarta
14	Muhammad Yusuf, S.Si., M.Si	Univ. Negeri Gorontalo
15	Drs. Siswanto, M.Si	Universitas Airlangga
16	Dr. Retna Apsari, M.Si	Universitas Airlangga
17	Dr. Harmadi, M.Si.	Universitas Andalas
18	Elistia Liza Namigo,M.Si.	Universitas Andalas
19	Suhendra, S.Si, MT.	Universitas Bengkulu
20	Dr. Eng. Masruroh, Msi	Universitas Brawijaya
21	Dr. Eng. Didik Rahadi Santoso	Universitas Brawijaya
22	Dr.rer.nat. Muhammad Farchani Rosyid	Universitas Gadjah Mada
23	Dra. Chotimah, M.Si	Universitas Gadjah Mada
24	Ir.H. Darmadi Erwin Harahap, S.Pd.,MM. MP	Universitas Graha Nusantara Padangsidipuan
25	Drs. Kadry Nowsky	Universitas Graha Nusantara Padangsidipuan
26	Prof.Dr.Ir. Erwin Masrur Harahap, MS	Universitas Graha Nusantara Padangsidipuan

27	Dr. Tasrief Surungan	Universitas Hasanudin
28	Dr.rer.nat. Agus Salam, M.Si	Universitas Indonesia
29	Dr. Imam Fachruddin	Universitas Indonesia
30	Drs. Sholikhah, S.Si, M.Si	Universitas Kanjuruhan Malang
31	Elok Fidiani, M.Sc.	Universitas Katolik Parahyangan
32	Iwan Sugriwan, S.Si, M.Si	Universitas Lambung Mangkurat
33	Dra. Imas Ratna Ermawaty, M.Pd	Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka
34	Martha Loupatty, S.Pd, MT	Universitas Musamus Merauke
63	Dr. Esmar Budi, MSc	Universitas Negeri Jakarta
35	Nurul Priyantari, S.Si, M.Si	Universitas Negeri Jember
36	Dr. Muris, Msi	Universitas Negeri Makasar
37	Dr. Lia Yuliaty, Msi	Universitas Negeri Malang
38	Dr. Markus Diantoro, M.Si	Universitas Negeri Malang
39	Dr. Donny R. Wenas, M.Si	Universitas Negeri Manado
40	Dr. Djeli Tulandi, M.Si	Universitas Negeri Manado
41	Dr. Cyrke A.N. Bujung, M.Si	Universitas Negeri Manado
42	Dr. Sondang R. Manurung	Universitas Negeri Medan
43	Dr. Yofentina Iriani, M.Si	Universitas Negeri Sebelas Maret
44	Dr. Yofentina Iriani, M.Si	Universitas Negeri Sebelas Maret
45	Supriyono, M.Sc	Universitas Negeri Surabaya
46	Tjipto prastowo, Ph.D	Universitas Negeri Surabaya
47	Supriyono, M.Sc	Universitas Negeri Surabaya
48	Tjipto prastowo, Ph.D	Universitas Negeri Surabaya
49	Drs. Jajat Yuda Mindara, MS	Universitas Padjajaran
50	Dr. Komang Gde Suastika, M.Si	Universitas Palangkaraya
51	Diana J. Patty, S.Si, M.Sc	Universitas Pattimura Ambon
52	Dr. A.A. Istri Agung Rai Sudiarmika, M.Pd	Universitas Pendidikan Ganesha
53	Dr. Setiya Utari, M.Si	Universitas Pendidikan Indonesia
54	Dr. Setiya Utari, M.Si	Universitas Pendidikan Indonesia
55	Prof.Dr. Erwin, MSc	Universitas Riau

56	Drs. Adey Tanauma, M.Si.	Universitas Sam Ratulangi
57	Drs. Oktavianus C.S., MT.	Universitas Sriwijaya
64	Drs. Muhammad Irfan, M.Si	Universitas Sriwijaya
58	Nazli Ismail, Ph.D	Universitas Syah Kuala
59	Dr. Eng. Nasrullah Idris, M.T.	Universitas Syah Kuala
60	Yutdam Mudin, S.Si, M.Si	Universitas Tadulako
61	Dr. Muslimin, M.Si	Universitas Tadulako
62	I.G.A Putra Adnyana, S.Si., M.Si.	Universitas Udayana

LAMPIRAN 3 : DAFTAR PRODI FISIKA DAN PENDIDIKAN FISIKA di INDONESIA

No.	Strata	Perguruan Tinggi	Program Studi
1	S1	Institut Pertanian Bogor, Bogor	Fisika
2	S1	Institut Sains dan Teknologi Nasional, Jakarta	Fisika
3	S1	Institut Teknologi Bandung, Bandung	Fisika
4	S2	Institut Teknologi Bandung, Bandung	Fisika
5	S3	Institut Teknologi Bandung, Bandung	Fisika
6	S1	Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya	Fisika
7	S2	Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya	Fisika
8	S1	Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta	Fisika
9	S1	Universitas Airlangga, Surabaya	Fisika
11	S1	Universitas Andalas, Padang	Fisika
12	S2	Universitas Andalas, Padang	Fisika
15	S1	Universitas Bengkulu, Bengkulu	Fisika
16	S1	Universitas Brawijaya, Malang	Fisika
19	S2	Universitas Brawijaya, Malang	Fisika
22	S1	Universitas Cenderawasih, Jayapura	Fisika
25	S1	Universitas Cokroaminoto Palopo, Palopo	Fisika
27	S1	Universitas Diponegoro, Semarang	Fisika
28	S1	Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta	Fisika
29	S1	Universitas Halmahera, Tobelo	Fisika

30	S1	Universitas Haluoleo, Kendari	Fisika
31	S1	Universitas Hasanuddin, Makassar	Fisika
32	S1	Universitas Indonesia, Jakarta	Fisika
33	S1	Universitas Islam Negeri (UIN) Malang	Fisika
34	S1	Universitas Islam Negeri Alauddin, Makassar	Fisika
35	S1	Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang, Malang	Fisika
36	S1	Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung, Bandung	Fisika
37	S1	Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta, Yogyakarta	Fisika
38	S1	Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta, Jakarta	Fisika
39	S1	Universitas Jember, Jember	Fisika
40	S1	Universitas Jenderal Achmad Yani (UNJANI), Cimahi	Fisika
41	S1	Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto	Fisika
42	S1	Universitas Kaltara, Tanjung Selor	Fisika
44	S1	Universitas Katolik Parahyangan, Bandung	Fisika
45	S1	Universitas Kristen Immanuel (UKRIM), Yogyakarta	Fisika
46	S1	Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga	Fisika
47	S1	Universitas Lambung Mangkurat, Banjarmasin	Fisika
48	S1	Universitas Lampung, Bandar Lampung	Fisika
49	S1	Universitas Mataram, Mataram	Fisika
50	S1	Universitas Muhammadiyah Riau, Pekanbaru	Fisika
51	S1	Universitas Mulawarman, Samarinda	Fisika
52	S1	Universitas Nasional, Jakarta	Fisika

53	S1	Universitas Negeri Jakarta, Jakarta	Fisika
54	S1	Universitas Negeri Makassar, Makassar	Fisika
55	S1	Universitas Negeri Malang, Malang	Fisika
56	S1	Universitas Negeri Medan, Medan	Fisika
57	S1	Universitas Negeri Padang, Padang	Fisika
59	S1	Universitas Negeri Papua, Manokwari	Fisika
60	S1	Universitas Negeri Semarang, Semarang	Fisika
61	S1	Universitas Negeri Surabaya, Surabaya	Fisika
62	S1	Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta	Fisika
63	S1	Universitas Nusa Cendana, Kupang	Fisika
64	S1	Universitas Padjadjaran, Bandung	Fisika
65	S1	Universitas Pattimura, Ambon	Fisika
66	S1	Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung	Fisika
69	S1	Universitas PGRI Palembang, Palembang	Fisika
70	S1	Universitas Riau, Pekanbaru	Fisika
71	S1	Universitas Sam Ratulangi, Manado	Fisika
72	S1	Universitas Sebelas Maret, Surakarta	Fisika
73	S1	Universitas Sriwijaya, Palembang	Fisika
74	D-III	Universitas Sumatera Utara, Medan	Fisika
75	S1	Universitas Sumatera Utara, Medan	Fisika
77	S2	Universitas Sumatera Utara, Medan	Fisika
78	S1	Universitas Sutomo, Medan	Fisika

79	S1	Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh	Fisika
80	S1	Universitas Tadulako, Palu	Fisika
81	S1	Universitas Tanjungpura, Pontianak	Fisika
82	S1	Universitas Udayana, Denpasar	Fisika
83	S3	Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya	Ilmu Fisika
84	S2	Universitas Diponegoro, Semarang	Ilmu Fisika
85	S2	Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta	Ilmu Fisika
86	S3	Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta	Ilmu Fisika
87	S2	Universitas Indonesia, Jakarta	Ilmu Fisika
88	S1	Universitas Negeri Manado, Manado	Ilmu Fisika
89	S2	Universitas Sebelas Maret, Surakarta	Ilmu Fisika
90	S3	Universitas Sumatera Utara, Medan	Ilmu Fisika
91	S1	Institut Agama Islam Negeri Ar-Raniry, Banda Aceh	Pendidikan Fisika
92	S1	Institut Keguruan dan Ilmu Pendidikan (IKIP) Mataram	Pendidikan Fisika
93	S1	Institut Keguruan dan Ilmu Pendidikan (IKIP) PGRI Semarang	Pendidikan Fisika
94	S1	Institut Keguruan dan Ilmu Pendidikan PGRI Madiun, Madiun	Pendidikan Fisika
95	S1	Sekolah Tinggi Keguruan dan Ilmu Pendidikan Darud Da`wah Wal Irsyad Pinrang, Pinrang	Pendidikan Fisika
96	S1	Sekolah Tinggi Keguruan dan Ilmu Pendidikan Hamzanwadi, Selong	Pendidikan Fisika
97	S1	Sekolah Tinggi Keguruan dan Ilmu Pendidikan Kie Raha, Ternate	Pendidikan Fisika
98	S1	Sekolah Tinggi Keguruan dan Ilmu Pendidikan Nurul Huda, Sukaraja	Pendidikan Fisika
99	S1	Sekolah Tinggi Keguruan dan Ilmu Pendidikan PGRI Lubuk Linggau	Pendidikan Fisika
100	S1	Sekolah Tinggi Keguruan dan Ilmu Pendidikan PGRI Pontianak, Pontianak	Pendidikan Fisika

101	S1	Sekolah Tinggi Keguruan dan Ilmu Pendidikan Riama, Medan	Pendidikan Fisika
102	S1	Sekolah Tinggi Keguruan dan Ilmu Pendidikan Singkawang, Singkawang	Pendidikan Fisika
103	S1	Sekolah Tinggi Keguruan Dan Ilmu Pendidikan Surya, Tangerang	Pendidikan Fisika
104	S1	Sekolah Tinggi Keguruan dan Ilmu Pendidikan Taman Siswa Bima, Bima	Pendidikan Fisika
105	S1	Sekolah Tinggi Keguruan dan Ilmu Pendidikan Tapanuli Selatan, Padang Sedempuan	Pendidikan Fisika
106	S1	Sekolah Tinggi Keguruan dan Ilmu Pendidikan YDB Lubuk Alung, Padang Pariaman	Pendidikan Fisika
107	S1	Universitas Abulyatama, Banda Aceh	Pendidikan Fisika
108	S1	Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta	Pendidikan Fisika
109	S2	Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta	Pendidikan Fisika
110	S1	Universitas Al Muslim, Bireuen	Pendidikan Fisika
111	S1	Universitas Bengkulu, Bengkulu	Pendidikan Fisika
112	S1	Universitas Cenderawasih, Jayapura	Pendidikan Fisika
113	S1	Universitas Darma Agung, Medan	Pendidikan Fisika
115	S1	Universitas Darussalam Ambon, Ambon	Pendidikan Fisika
116	S1	Universitas Flores, Ende	Pendidikan Fisika
117	S1	Universitas Flores, Ende	Pendidikan Fisika
118	S1	Universitas Graha Nusantara, Padang Sidempuan	Pendidikan Fisika
119	S1	Universitas Haluoleo, Kendari	Pendidikan Fisika
120	S1	Universitas HKBP Nommensen, Medan	Pendidikan Fisika
121	S1	Universitas Indraprasta PGRI (UNINDRA), Jakarta	Pendidikan Fisika
122	S1	Universitas Islam Madura, Pamekasan	Pendidikan Fisika
123	S1	Universitas Islam Negeri Alauddin, Makassar	Pendidikan Fisika



124	S1	Universitas Islam Negeri Alauddin, Makassar	Pendidikan Fisika
125	S1	Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta, Yogyakarta	Pendidikan Fisika
126	S1	Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta, Jakarta	Pendidikan Fisika
127	S1	Universitas Jabal Ghafur, Sigli	Pendidikan Fisika
128	S1	Universitas Jambi, Jambi	Pendidikan Fisika
130	S1	Universitas Jambi, Jambi	Pendidikan Fisika
131	S1	Universitas Jember, Jember	Pendidikan Fisika
132	S1	Universitas Kanjuruhan, Malang	Pendidikan Fisika
133	S1	Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya, Surabaya	Pendidikan Fisika
134	S1	Universitas Katolik Widya Mandira Kupang, Kupang	Pendidikan Fisika
135	S1	Universitas Khairun, Ternate	Pendidikan Fisika
136	S1	Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga	Pendidikan Fisika
137	S1	Universitas Lambung Mangkurat, Banjarmasin	Pendidikan Fisika
138	S1	Universitas Lampung, Bandar Lampung	Pendidikan Fisika
139	S1	Universitas Mataram, Mataram	Pendidikan Fisika
140	S1	Universitas Muhammadiyah Makassar, Makassar	Pendidikan Fisika
141	S1	Universitas Muhammadiyah Mataram, Mataram	Pendidikan Fisika
142	S1	Universitas Muhammadiyah Metro, Metro - Lampung	Pendidikan Fisika
143	S1	Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka, Jakarta	Pendidikan Fisika
144	S1	Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka, Jakarta	Pendidikan Fisika
145	S1	Universitas Muhammadiyah Purworejo, Purworejo	Pendidikan Fisika
146	S1	Universitas Muhammadiyah Tapanuli Selatan, Padangsidimpuan	Pendidikan Fisika

147	S1	Universitas Mulawarman, Samarinda	Pendidikan Fisika
148	S1	Universitas Muslim Nusantara Al-Wasliyah, Medan	Pendidikan Fisika
149	S1	Universitas Negeri Gorontalo, Gorontalo	Pendidikan Fisika
150	S1	Universitas Negeri Jakarta, Jakarta	Pendidikan Fisika
151	S2	Universitas Negeri Jakarta, Jakarta	Pendidikan Fisika
152	S1	Universitas Negeri Makassar, Makassar	Pendidikan Fisika
153	S2	Universitas Negeri Makassar, Makassar	Pendidikan Fisika
154	S1	Universitas Negeri Malang, Malang	Pendidikan Fisika
155	S2	Universitas Negeri Malang, Malang	Pendidikan Fisika
156	S1	Universitas Negeri Manado, Manado	Pendidikan Fisika
157	S1	Universitas Negeri Medan, Medan	Pendidikan Fisika
158	S1	Universitas Negeri Padang, Padang	Pendidikan Fisika
159	S2	Universitas Negeri Padang, Padang	Pendidikan Fisika
160	S1	Universitas Negeri Semarang, Semarang	Pendidikan Fisika
161	S1	Universitas Negeri Surabaya, Surabaya	Pendidikan Fisika
163	S1	Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta	Pendidikan Fisika
164	S1	Universitas Nusa Cendana, Kupang	Pendidikan Fisika
165	S1	Universitas Palangka Raya, Palangka Raya	Pendidikan Fisika
166	S1	Universitas Pasir Pangaraian, Pekanbaru	Pendidikan Fisika
167	S1	Universitas Pattimura, Ambon	Pendidikan Fisika
168	S1	Universitas Pattimura, Ambon	Pendidikan Fisika
169	S1	Universitas Pendidikan Ganesha, Singaraja	Pendidikan Fisika

170	S1	Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung	Pendidikan Fisika
171	S1	Universitas PGRI Palembang, Palembang	Pendidikan Fisika
172	S1	Universitas Riau, Pekanbaru	Pendidikan Fisika
173	S1	Universitas Sains Al-Qur'an (UNSIQ) Jawa Tengah, Wonosobo	Pendidikan Fisika
174	S1	Universitas Samawa, Sumbawa Besar	Pendidikan Fisika
175	S1	Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta	Pendidikan Fisika
176	S1	Universitas Sarjanawiyata Tamansiswa, Yogyakarta	Pendidikan Fisika
177	S1	Universitas Sebelas Maret, Surakarta	Pendidikan Fisika
178	S1	Universitas Serambi Mekkah, Banda Aceh	Pendidikan Fisika
179	S1	Universitas Sriwijaya, Palembang	Pendidikan Fisika
180	S1	Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh	Pendidikan Fisika
181	S1	Universitas Tadulako, Palu	Pendidikan Fisika
182	S1	Universitas Tanjungpura, Pontianak	Pendidikan Fisika
183	S1	Universitas Terbuka, Jakarta	Pendidikan Fisika
184	S2	Institut Teknologi Bandung, Bandung	Pengajaran Fisika
185	S1	Institut Agama Islam Negeri (IAIN) Sulthan Thaha Saifuddin Jambi, Jambi	Tadris Fisika
186	S1	Institut Agama Islam Negeri Raden Intan Bandar Lampung, Bandar Lampung	Tadris Fisika
187	S1	Institut Agama Islam Negeri Walisongo Semarang, Semarang	Tadris Fisika
188	S1	Institut Agama Islam Negeri Walisongo Semarang, Semarang	Tadris Fisika
189	S1	Sekolah Tinggi Agama Islam Negeri (STAIN) Palangkaraya	Tadris Fisika
190	S1	Sekolah Tinggi Agama Islam Negeri Batusangkar, Batusangkar	Tadris Fisika
191	S1	Sekolah Tinggi Agama Islam Negeri Palangka Raya, Palangka Raya	Tadris Fisika

192	S1	Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung, Bandung	Tadris Fisika
193	S1	Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta, Jakarta	Tadris Fisika