

# **LAPORAN HIBAH PENULISAN**

**BUKU AJAR BAGI TENAGA AKADEMIK**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**TAHUN 2011**

**Judul Buku Ajar**

**Fisika Kuantum**



**Nama Lengkap**

**Prof. Dr. rer-nat Wira Bahari Nurdin**

**NIP. 196709231991031001**

**Dibiayai oleh Dana DIPA BLU Univ. Hasanuddin Tahun 2011**

**Sesuai SK Rektor Universitas Hasanuddin**

**No. 77/H4.21.2.4/UM.16/2011 Tanggal 14 November 2011**

**Jurusan/Program Studi Fisika**

**Fakultas MIPA**

**Universitas Hasanuddin**

**HALAMAN PENGESAHAN**  
**HIBAH PENULISAN**  
**BUKU AJAR BAGI TENAGA AKADEMIK**  
**UNIVERSITAS HASANUDDIN**  
**TAHUN 2011**

Judul Buku Ajar : Fisika Kuantum  
Nama Lengkap : Prof. Dr. rer-nat Wira Bahari Nurdin  
NIP : 196709231991031001  
Pangkat/Golongan : Pembina/ IV/a  
Jurusan/Bagian/Program Studi : Fisika  
Fakultas/Universitas : MIPA/Hasanuddin  
Alamat E-mail : [wbnurdin@gmail.com](mailto:wbnurdin@gmail.com)  
Biaya : Rp. 5.000.000,-

Dibiayai oleh Dana DIPA BLU Universitas Hasanuddin  
Tahun 2011 Sesuai SK Rektor Universitas Hasanuddin  
No. 77/H4.21.2.4/UM.16/2011 Tanggal 14 November  
2011

Makassar, 28 November 2011

Dekan Fakultas MIPA

Penulis,

Prof. Dr. H. Abd. Wahid Wahab, M.Sc  
Nurdin  
NIP 19490827197602001

Prof. Dr. rer-nat Wira Bahari  
NIP: 196709231991031001

Mengetahui,

Ketua Lembaga Kajian dan Pengembangan Pendidikan (LKPP)  
Universitas Hasanuddin

Prof. Dr. Ir. Lellah Rahim, M.Sc  
NIP. 19630501 198803 1 004

## KATA PENGANTAR

Buku buku ajar bagi tenaga akademik panduan penelitian hibah kompetensi ini merupakan hasil dari laporan kegiatan hibah penulisan tahun 2011. Buku ini mengalami banyak perubahan, perbaikan, dan penyempurnaan yang bersumber dari evaluasi berkelanjutan pada kegiatan pengajaran di Program Studi Fisika.

Buku ajar ini berisi tentang gambaran umum tentang proses pengajaran dalam matakuliah fisika kuantum pada program studi fisika. Dengan buku ini diharapkan mekanisme penyiapan pengajaran pelaksanaan pengajaran, dan pemantauannya dapat dilaksanakan lebih efisien dan efektif. Selain itu diharapkan buku ajar ini juga dapat memperlancar pelaksanaan perkuliahan berbagai pihak terkait dan sama sekali tidak dimaksudkan untuk membatasi kreativitas para pelaksana pengajaran.

Tujuan pembuatan buku ajar adalah membangkitkan minat belajar mahasiswa dalam mengikuti MK Fisika Kuantum, melengkapi kebutuhan mahasiswa akan sumber bacaan yang sugestif dan informatif dan membantu mahasiswa perencanaan perkuliahan, sehingga memudahkan dalam memahami kegiatan dan program belajar-mengajar sedang dan yang akan berlangsung, membantu mahasiswa mengembangkan bahan ajar sesuai dengan kebutuhan dan kompetensinya. Sedang manfaat yang dapat diperoleh adalah membantu peran dosen sebagai fasilitator dalam sistem SCL sehingga mempunyai cukup waktu untuk berinteraksi atau membimbing peserta didik, membantu mahasiswa lebih aktif dan lebih fokus dalam memperoleh pengetahuan baru yang tidak hanya bersumber dari dosen, tersedianya suatu buku materi pengajaran yang standar yang memperkaya khasanah ilmu pengetahuan di perguruan tinggi yang dengan sistem SCL, proses belajar mengajar akan berlangsung lebih efektif.

Atas terbitnya buku ajar ini kami menyampaikan ucapan terimakasih dan penghargaan setinggi-tingginya kepada semua anggota tim penyusun dan berbagai pihak yang telah berperan aktif sejak penyusunan draf sampai dengan terbitnya buku ini.

Makassar, 28 November 2011

Penulis

## DAFTAR ISI

Halaman Sampul  
Lembar Pengesahan  
Kata Pengantar  
Daftar Isi  
Glosarium

### **BAB 1 Pendahuluan**

Profil Lulusan Program Studi  
Kompetensi Lulusan  
Analisis Kebutuhan Pembelajaran  
Garis Besar Rancangan Pembelajaran (GBRP)

### **BAB 2 Bahan Pembelajaran 1**

#### **Pengantar Fisika Kuantum**

Pendahuluan  
Sasaran Pembelajaran  
Proses Pembelajaran  
Pencapaian Sasaran  
Uraian bahan pembelajaran:  
Definisi, penjelasan, teori, contoh soal  
Kasus yang relevan Sasaran pembelajaran  
Penutup: Tugas, Soal latihan  
Bahan Evaluasi  
Daftar Bacaan.

### **BAB 3 Bahan Pembelajaran 2**

#### **Operator dan Komutator**

Pendahuluan  
Sasaran Pembelajaran  
Proses Pembelajaran  
Pencapaian Sasaran

Uraian bahan pembelajaran:  
Definisi, penjelasan, teori, contoh soal  
Kasus yang relevan Sasaran pembelajaran  
Penutup: Tugas, Soal latihan  
Bahan Evaluasi  
Daftar Bacaan.

## **BAB 4 Bahan Pembelajaran 3**

### **Perumusan Fisika Kuantum**

Pendahuluan  
Sasaran Pembelajaran  
Proses Pembelajaran  
Pencapaiansasaran  
Uraian bahan pembelajaran:  
Definisi, penjelasan, teori, contoh soal dan  
Kasus yang relevan Sasaran pembelajaran  
Penutup: Tugas, Soal latihan  
Bahan Evaluasi  
Daftar Bacaan.

## **BAB 5 Bahan Pembelajaran 4**

### **Gerakan Dalam 1 Dimensi**

Pendahuluan  
Sasaran Pembelajaran  
Proses Pembelajaran  
Pencapaiansasaran  
Uraian bahan pembelajaran:  
Definisi, penjelasan, teori, contoh soal dan  
Kasus yang relevan Sasaran pembelajaran  
Penutup: Tugas, Soal latihan  
Bahan Evaluasi  
Daftar Bacaan.

## **BAB 6 Bahan Pembelajaran 5**

### **Osilator Harmonik**

Pendahuluan

Sasaran Pembelajaran

Proses Pembelajaran

Pencapaian Sasaran

Uraian bahan pembelajaran:

Definisi, penjelasan, teori, contoh soal dan

Kasus yang relevan Sasaran pembelajaran

Penutup: Tugas, Soal latihan

Bahan Evaluasi

Daftar Bacaan.

## **BAB 7 Bahan Pembelajaran 6**

### **Momentum Sudut**

Pendahuluan

Sasaran Pembelajaran

Proses Pembelajaran

Pencapaian Sasaran

Uraian bahan pembelajaran:

Definisi, penjelasan, teori, contoh soal dan

Kasus yang relevan Sasaran pembelajaran

Penutup: Tugas, Soal latihan

Bahan Evaluasi

Daftar Bacaan.

## **BAB 8 Bahan Pembelajaran 7**

### **Atom Hidrogen**

Pendahuluan

Sasaran Pembelajaran

Proses Pembelajaran

Pencapaian Sasaran

Uraian bahan pembelajaran:

Definisi, penjelasan, teori, contoh soal dan

Kasus yang relevan Sasaran pembelajaran

Penutup: Tugas, Soal latihan

Bahan Evaluasi

Daftar Bacaan.



# **BAB 1 PENDAHULUAN**

## **1.1 Profil Lulusan Program Studi**

Program Studi Fisika (PSF), pada Jurusan Fisika - Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, berdiri sejak 17 Agustus 1963 berdasarkan Keputusan Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi : No.59/BM/PTIP/63. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam memiliki lima jurusan yaitu : Matematika, Fisika, Kimia, Biologi dan Farmasi. Pada saat ini, PSF adalah suatu unit Lembaga Pendidikan Tinggi yang memberikan perhatian terhadap pendidikan, penelitian dan memimpin perpanjangan pengabdian masyarakat yang mengacu pada penelitian ilmiah, teknologi dan seni yang dibutuhkan untuk meningkatkan kualitas kesejahteraan umat manusia.

Visi PSF adalah menjadi pusat informasi dan metode ilmiah yang mempunyai nilai tambah ekonomi untuk memanfaatkan materi dan energi dalam bentuk modelling dan prosesing.

Misi Program Studi Fisika; menghasilkan lulusan yang mampu melakukan perancangan proses manufaktur konversi energi dan material yang secara spesifik yaitu:

1. Mengembangkan sumber daya manusia yang mampu dalam proses dan desain pemanfaatan energi dan materi yang bernilai tambah.
2. Menggunakan metode proses desain manufaktur energi dan material yang dibutuhkan oleh masyarakat pengguna.
3. Memajukan sikap bijak, pandangan yang luas, tingkah laku yang demokratis dan penerapan strategi untuk meningkatkan kualitas sumber daya manusia dan pertumbuhan kesejahteraan masyarakat.

Penjabaran dari Misi di atas adalah :

- Menghasilkan lulusan yang memiliki pemahaman dan penguasaan tentang dasar-dasar ilmu alam dan ilmu fisika.
- Menghasilkan lulusan yang mampu menerapkan prinsip-prinsip Fisika dalam mengeksplorasi sumber daya alam
- Menghasilkan lulusan yang mampu menganalisis sumber daya alam untuk mendukung optimalisasi pemanfaatannya.
- Menghasilkan lulusan yang mampu menganalisis permasalahan dalam sumber daya alam dan merumuskan alternatif pemecahannya.

- Mengembangkan pendidikan dan penelitian yang berkualitas dan berkesinambungan.
- Memberi masukan pada masyarakat tentang tata cara mengeksplorasi dan mengeksploitasi sumber daya alam dengan tetap menjaga kelestariannya.

Tujuan PSF yakni memajukan secara kelembagaan dan profesional dan keadaan pada jalur tepat untuk mewujudkan proses implementasi dan pengarahan kegiatan pencapaian sasaran secara intensif

- Sasaran kelembagaan : proaktif dalam pendidikan, penelitian dan pengabdian masyarakat. Pengembangan sasaran PSF sebagai kontribusi nyata dalam meningkatkan kesejahteraan masyarakat dan pembangunan yang berkelanjutan.
- Sasaran profesional : peningkatan sikap, wawasan yang luas, tingkah laku yang demokratis dan pelaksanaan strategi untuk meningkatkan kualitas sumber daya manusia dan peningkatan kesejahteraan masyarakat melalui pembangunan.

Sasaran PSF meliputi sasaran umum dan sasaran khusus.

Sasaran umum: PSF berfungsi membimbing mahasiswa untuk menjadi lulusan yang mampu dalam menganalisa masalah pada pemrosesan dan perancangan pemanfaatan material yang bernilai tambah dari tinjauan fisika dan menemukan penyelesaian yang sesuai dengan kebutuhan masyarakat pemakai.

Sasaran khusus: PSF berfungsi mengarahkan mahasiswa untuk menjadi lulusan yang memiliki keahlian dalam Fisika yang mampu untuk :

- Menggunakan metode fisika statistik, mekanika kuantum, elektromagnetik, zat padat dan pengetahuan bahan sebagai alat pemrosesan dan perancangan material.
- Mengembangkan kemampuan berpikir yang mengacu pada kemampuan peningkatan kualitas materi dan energi yang diperlukan.

Prodi Fisika menganut sistem nilai UNHAS yaitu pengembangan budaya kualitas (*quality culture*) yaitu budaya yang selalu berusaha melakukan perbaikan dan penyempurnaan dalam pelaksanaan misi. Sistem nilai yang dianut oleh PRODI FISIKA juga menjamin kebebasan pengembangan diri yang adaptif dan kreatif.

Penyelenggaraan misi pendidikan dalam rangka menumbuhkembangkan wawasan keserbautuhan dalam menghadapi fenomena sosial dan alam, serta dalam pengembangan dan penyebarluasan ipteks memerlukan sejumlah sikap budaya kualitas yang meliputi :

- berwawasan holistik dalam memandang setiap permasalahan

- Mengutamakan kecermatan (taat azas, telaah kritis, teguh-teknun-ulet) dan kejujuran (sistematik-obyektif, dan bertanggung jawab)
- menjunjung tinggi empat dimensi keunggulan manusia, yaitu kebenaran, kebaikan, keindahan, dan keutuhan.

Pengembangan ipteks diarahkan untuk memperluas kebermanfaatn peran kemajuannya bagi pemikiran dan perilaku manusia dalam budaya kualitas, sehingga diperlukan pengembangan tindakan yang :

- menghargai keanekaragaman dan keanekarupaan
- apresiasif terhadap kompleksitas
- mengedepankan kreatifitas sebagai awal dari inovasi.

Kemajuan ipteks dalam budaya kualitas senantiasa digunakan untuk meningkatkan taraf kehidupan masyarakat dan memperkaya budaya masyarakat, sehingga diperlukan untuk menumbuhkembangkan perilaku keberbagian. Untuk itu diperlukan sikap yang mampu:

- berkehidupan dalam kebersandingan
- bekerjasama dalam kemitraan
- responsif dan partisipatif dalam proses pembaharuan.

Elemen Kompetensi	Kompetensi Utama	Kompetensi pendukung	Kompetensi Lainnya
1	2	3	4
Landasan Kepribadian	Sebagai pakar dalam mengeksplorasi dan mengeksploitasi sumber daya alam	Sebagai analisator dalam mengeksplorasi dan mengeksploitasi sumber daya alam	Sebagai motivator dalam upaya melestarikan sumber daya alam.
	Beriman dan bertaqwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, berbudi luhur, memiliki etika dan moral, berkepribadian yang mantap dan mandiri serta mempunyai tanggung jawab kemasyarakatan dan kebangsaan	Sebagai pribadi yang senantiasa berpikir secara logis dan terstruktur	Sebagai pribadi yang mempunyai visi untuk tetap melestarikan sumber daya alam.
Landasan Keilmuan dan Ketrampilan	Memiliki pemahaman dan penguasaan tentang Dasar-dasar ilmu alam, dan ilmu Fisika.	Memiliki pemahaman dan penguasaan tentang penerapan ilmu Fisika di lingkungan	Memiliki pemahaman dan penguasaan tentang optimalisasi eksplorasi dan eksploitasi sumber

			daya alam
Keahlian berkarya	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mampu menerapkan prinsip-prinsip Fisika dalam mengeksplorasi sumber daya alam</li> <li>2. Mampu menganalisis sumber daya alam untuk mendukung optimalisasi pemanfaatannya.</li> <li>3. Mampu menganalisis permasalahan dalam sumber daya alam dan merumuskan alternative pemecahannya.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Memiliki kemampuan menganalisis permasalahan pada sumber daya alam.</li> <li>2. Memiliki kemampuan menemukan dan mendesiminasi alternative pemecahan</li> </ol>	Memiliki kemampuan dalam mengembangkan upaya-upaya pelestarian sumber daya alam.
Perilaku berkarya	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Berpikiran komprehensif, integrative dan bertindak menurut skala prioritas</li> <li>2. Berpikiran prosedural dan sistematis</li> </ol>	Memiliki sifat analitis dengan menyeimbangkan pertimbangan ekologi, ekonomi, teknis, dan kelembagaan.	Memiliki sifat terbuka dan senantiasa mengedepankan kinerja yang berkualitas
Berkehidupan Bermasyarakat	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Memiliki kemampuan untuk menentukan sikap dan perilaku dalam menghadapi tugas sesuai dengan prinsip dan aturan yang berlaku.</li> <li>2. Memiliki kemampuan untuk memotivasi dan memfasilitasi masyarakat.</li> <li>3. Senantiasa berorientasi pada upaya pemenuhan kepentingan umum dan atau kepentingan yang lebih luas dan berjangka panjang.</li> <li>4. Memiliki kemampuan berkomunikasi secara benar, baik pada tingkat local, nasional maupun global.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Memiliki kemampuan mengidentifikasi dan mengkomunikasikan kepentingan masyarakat.</li> <li>2. Memiliki kemampuan berkomunikasi dengan segala lapisan masyarakat.</li> </ol>	Memiliki kemampuan bermitra dan bersinergi dengan berbagai pihak.

## 1.2 KOMPETENSI LULUSAN PS FISIKA

Kelompok Kompetensi	No	Rumusan Kompetensi	Elemen Kompetensi*)				
			a	b	c	d	e
1	2	3	4	5	6	7	8
Kompetensi Utama	1	Kemampuan dalam menerapkan pengetahuan dasar-dasar ilmu, teknologi dan seni di bidang fisika		x	x		
	2	Kemampuan penguasaan dan ketrampilan produksi berdasarkan ilmu fisika		x	x	x	
	3	Kemampuan dalam penguasaan aspek budidaya hayati dan sumber bahan alam lainnya		x	x	x	
	4	Kemampuan dalam bidang riset fisika dan manajemen		x	x	x	
	5	Kemampuan dalam menganalisis struktur dan material		x	x	x	
Kompetensi Pendukung	6	Kemampuan bekerjasama baik sebagai pimpinan maupun anggota dari sebuah tim kerja		x			
	7	Kemampuan dalam penguasaan perangkat keras dan lunak komputer			x		
	8	Kemampuan berkomunikasi dan beradaptasi dalam lingkungan kerja				x	
	9	Kemampuan untuk terlibat dalam memelihara dan meningkatkan pelayanan fisika berwawasan lingkungan				x	x
Kompetensi Lainnya	10	Pribadi dengan visi bisnis yang memperhatikan kebutuhan masyarakat	x				
	11	Memiliki pemahaman dan penguasaan tentang perkembangan dan tren masa depan dalam bidang fisika		x			
	12	Kemampuan dalam mengembangkan bidang fisika			x		
	13	Memiliki sifat terbuka dan mengedepankan kinerja yang berkualitas				x	
	14	Kemampuan untuk bermitra dan bersinergi dengan berbagai pihak					x
	15	Kemampuan untuk terlibat dalam kehidupan sosial masyarakat berdasarkan budaya bahari	x				

\*) Elemen Kompetensi:

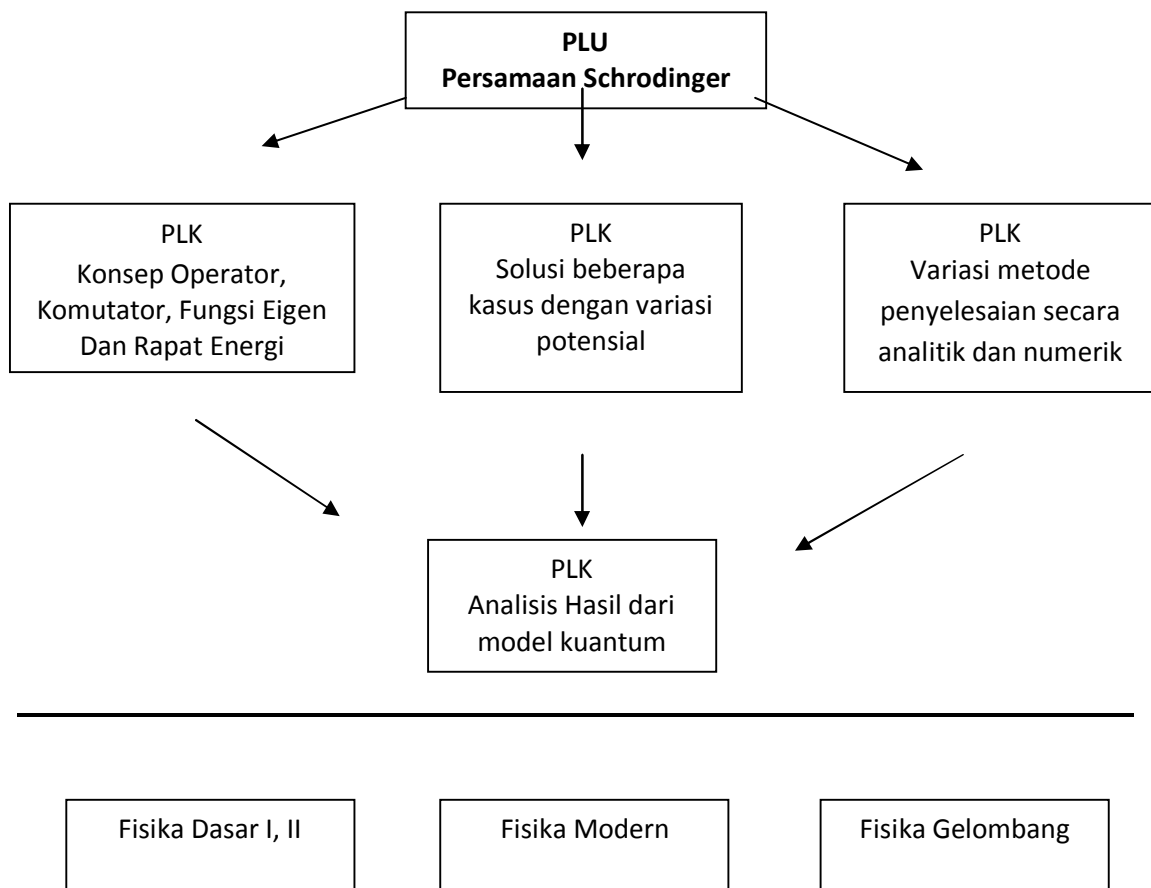
- a. Landasan Kepribadian
- b. Penguasaan Ilmu dan Ketrampilan
- c. Kemampuan berkarya
- d. Sikap dan perilaku dalam berkarya menurut ilmu dan ketrampilan yang dikuasai
- e. Pemahaman kaidah berkehidupan bermasyarakat sesuai dengan pilihan keahlian dalam berkarya.

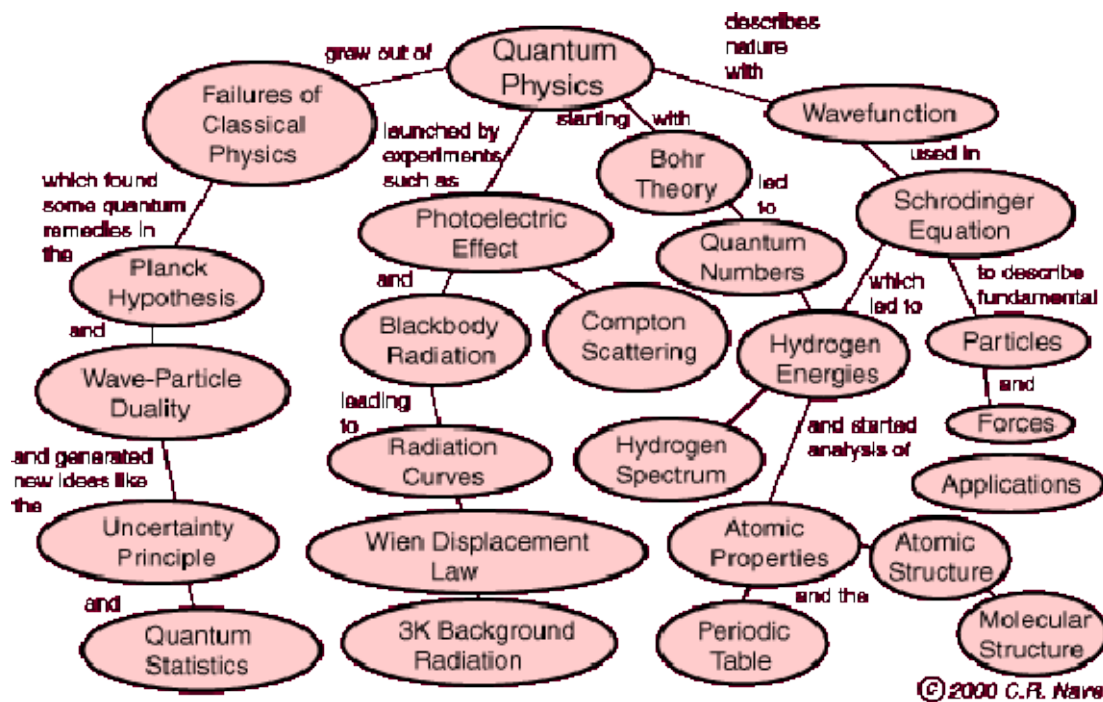
## 1.3 Analisis Kebutuhan Pembelajaran

Mata Kuliah : Fisika Kuantum

Sasaran Belajar:

1. Mahasiswa mampu menurunkan persamaan Schroedinger sebagai persamaan utama dalam fisika kuantum dan osilator sebagai contoh,
2. Mahasiswa mampu mengidentifikasi Operator, Komutator, Fungsi Eigen dan Rapat Energi sebagai konsep penting dalam fisika kuantum,
3. Mahasiswa mampu memahami beberapa kasus dalam fisika atom seperti Partikel Bebas, Paket Gelombang, Potensial Sumur, Perilaku Resonansi, Kisi Periodik, Ionisasi Terobosan dan Peluruhan Alfa.
4. Mahasiswa mampu memahami beberapa metode penyelesaian kasus dalam fisika atom seperti Metode Variasi Rayleigh Ritz, Algoritma Simbolik Lanczos, Metode Shooting, Ruang Diskrit, dan Diskretisasi Numerik Ruang dan Waktu.





Nama Matakuliah Fisika Kuantum dengan Kode Matakuliah 315H2103 bagi Program Studi Fisika dan Program Studi.Geofisika. Semester penyajian adalah Semester 5 (Semester Awal) bagi mahasiswa pengikut baru dan bagi mahasiswa yang mengulang. Mata Kuliah Fisika Kuantum (317H2103) merupakan kelompok matakuliah Keilmuan dan Ketrampilan Khusus (MKK) bagi mahasiswa Program Studi Fisika dan Program Studi Geofisika pada Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam yang disajikan pada Semester V.

Sebagai salah satu mata kuliah dari paket pembelajaran bagi mahasiswa yang hendak mendalami ilmu fisika, dibutuhkan strategi pembelajaran yang informatif, atraktif, terstruktur dan tersedia dalam bentuk mudah dijangkau, untuk semaksimal mungkin memberi bekal pengetahuan dasar dan daya tarik bagi mahasiswa yang belum mempunyai pemahaman dan wawasan yang mendalam di dunia fisika.

Interaksi antara dosen dan mahasiswa akan berlangsung jauh lebih efektif jika tersedia media pendukung dalam perkuliahan. Buku ajar merupakan salah satu media pendukung yang efektif, yang dapat membantu mahasiswa dalam proses belajar mengajar. Selama ini sistem pembelajaran berbasis SCL (Student Centered Learning) khususnya di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam telah berjalan baik, karena tersedia sarana dan prasana pendukung yang memadai seperti LCD, ruang ber AC, akses internet, bangku dan ruang yang nyaman. Sebagai Koordinator Matakuliah Fisika Kuantum sejak 8 tahun terakhir, tampak bahwa peminatnya cukup banyak, karena diikuti oleh mahasiswa dari 2 Program Studi pada saat yang bersamaan. Dalam

5 (lima) tahun terakhir, jumlah peserta matakuliah ini berkisar 200 – 320 orang. Pada Semester Awal tahun 2011/2012 diikuti oleh 70 mahasiswa yang terbagi dalam 2 kelas. Setiap kelas berisi 35 orang dengan masing-masing diasuh oleh 2 orang Dosen. Selain proses perkuliahan di ruang kelas, juga dilakukan kegiatan praktikum laboratorium. Agar terjadi keselarasan dalam proses pengajaran telah diterbitkan GBRP dan Modul pembelajaran, namun keluhan umum para Dosen adalah sulitnya menerapkan sistem SCL pada kelas besar dan pemula. Para Dosen harus meluangkan banyak waktu untuk memberikan pemahaman kepada para mahasiswanya. Interaksi berupa diskusi berlangsung dengan baik namun dengan peserta yang cukup banyak sehingga presentasi makalah dalam kelompok seringkali tidak berjalan. Namun demikian data 3 tahun terakhir (2008, 2009, 2010) menunjukkan ratio tingkat kelulusan mahasiswa cukup tinggi, berfluktuasi diatas 80% dengan persentase Nilai A rata-rata sebanyak 20%. Untuk lebih mengefektifkan sistem pembelajaran diperlukan buku ajar yang dapat menjadi salah satu acuan bagi para mahasiswa untuk meningkatkan pemahaman terhadap mata kuliah tersebut. Buku ajar dibuat berbahasa Indonesia, sehingga lebih memudahkan mahasiswa untuk mencerna isinya, sebagai pembanding buku teks yang kebanyakan berbahasa Inggris. Faktor bahasa ini merupakan salah satu kesulitan mahasiswa dalam mempelajari materi dalam matakuliah tersebut.

## 1.5 KONTRAK PEMBELAJARAN

Nama Matakuliah	:	Fisika Kuantum
Kode Matakuliah	:	302H213
Pembelajar	:	Dr. rer-nat Wira Bahari Nurdin
Semester	:	V (Ganjil)
Hari/Jam Pertemuan	:	Rabu, Kamis 9.20 11.20
Tempat Pertemuan	:	Lab. Fisika Teori dan Komputasi

### 1.5.1 MANFAAT MATA KULIAH

Matakuliah Fisika Kuantum merupakan matakuliah yang wajib diprogramkan oleh seluruh mahasiswa jurusan Fisika fakultas MIPA Universitas Hasanuddin. Matakuliah ini membahas tentang model atom secara matematis mikroskopis.

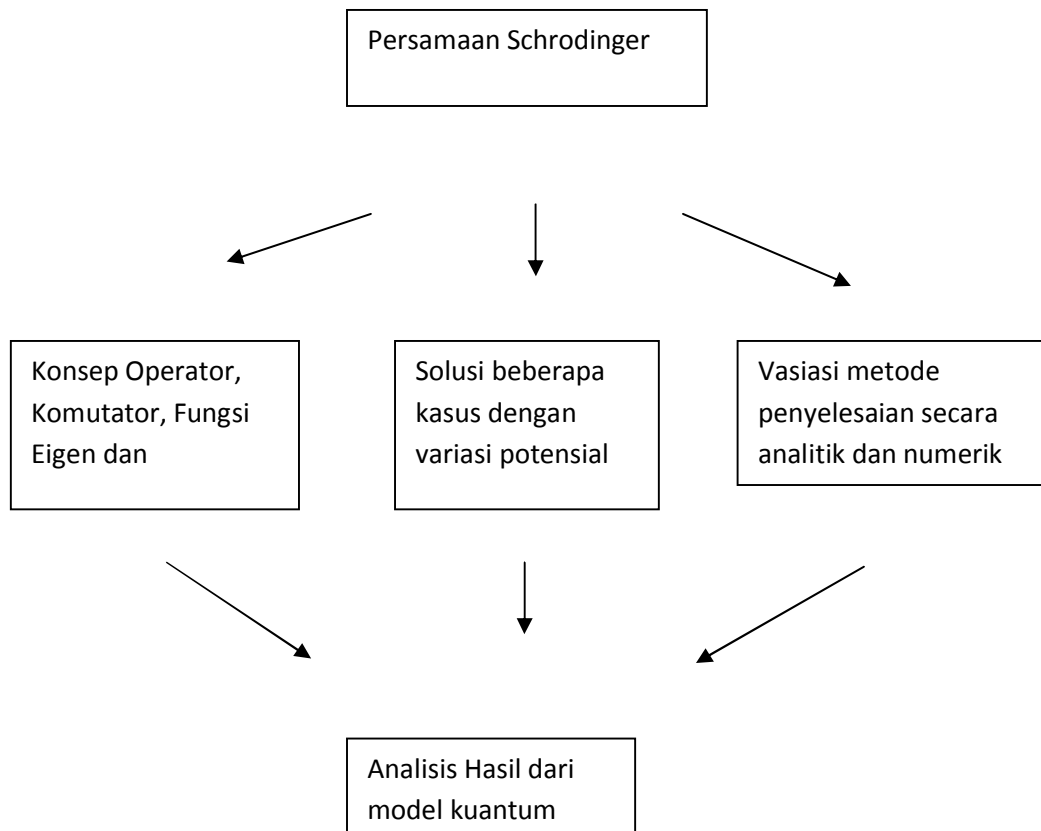
### 1.5.2 DESKRIPSI MATA KULIAH

Matakuliah ini menurunkan persamaan Schroedinger sebagai persamaan utama dalam fisika kuantum dan osilator sebagai contoh, mengidentifikasi Operator, Komutator, Fungsi Eigen dan Rapat Energi sebagai konsep penting dalam fisika kuantum, Memahami beberapa kasus dalam fisika atom seperti Partikel Bebas, Paket Gelombang, Potensial Sumur, Perilaku Resonansi, Kisi Periodik, Ionisasi Terobosan dan Peluruhan Alfa, serta Memahami beberapa metode penyelesaian kasus dalam fisika atom seperti Metode Variasi Rayleigh Ritz, Algoritma Simbolik Lanczos, Metode Shooting, Ruang Diskrit, dan Diskretisasi Numerik Ruang dan Waktu.

### 1.5.3 TUJUAN PEMBELAJARAN

2. Mampu menurunkan persamaan Schroedinger sebagai persamaan utama dalam fisika kuantum dan osilator sebagai contoh,
3. Mampu mengidentifikasi Operator, Komutator, Fungsi Eigen dan Rapat Energi sebagai konsep penting dalam fisika kuantum,
4. Mampu memahami beberapa kasus dalam fisika atom seperti Partikel Bebas, Paket Gelombang, Potensial Sumur, Perilaku Resonansi, Kisi Periodik, Ionisasi Terobosan dan Peluruhan Alfa.
5. Mampu memahami beberapa metode penyelesaian kasus dalam fisika atom seperti Metode Variasi Rayleigh Ritz, Algoritma Simbolik Lanczos, Metode Shooting, Ruang Diskrit, dan Diskretisasi Numerik Ruang dan Waktu.

### 1.5.4 ORGANISASI MATERI



### 1.5.5 STRATEGI PEMBELAJARAN

Matakuliah ini menggunakan metode kuliah interaktif, yang dipadu dengan pembelajaran dengan ceramah, small group, pembelajaran bantuan komputer (CAL-*Computer Aided Learning*), dan diskusi. Aktifitas diskusi, presentasi di kelas dan kemampuan menggunakan komputer di laboratorium merupakan indikator penilaian kemajuan mahasiswa.

### 1.5.6 MATERI BACAAN

1. Cohen Tannoudji, Quantum Mechanics, Volume I, Wiley International.
2. Richard Loboff, Introduction to Quantum Mechanics, Addison Wesley, Publishing Company.
3. S. Brandt, & H. Dieter, The Picture Book of Quantum Mechanics, John Willey & Soms.

4. John D. Mc.Gervey, Quantum Mechanics Concep & Applications Academic Press.Davydov, AS, Quantum Mechanics, International Series in Natural Philosophy, Pergamon Press, 1973
5. Claude Cohen Tannouji, Bernard Diu, Frack Laloe, Quantum Mechanics, John Wiley & Sons, 1977
6. A. Renreng, Mekanika Kuantum, Catatan Kuliah
7. Nurdin, WB, Memahami Fisika Kuantum dengan menggunakan Maple, 2008

### **1.5.7 TUGAS**

1. Buku bacaan materi kuliah perkuliahan telah dibaca oeh mahasiswa sebelum mengikuti perkuliahan.
2. Mahasiswa diwajibkan menyelesaikan tugas yang diberikan dan dikumpul sesuai dengan waktu yang telah ditentukan.

### **1.5.8 KRITERIA PENILAIAN**

Kriteria yang dinilai pada matakuliah ini:

1. Kejelasan urain, kemampuan berkomunikasi dan etika (10%)
2. Ketuntasan gagasan, penyelesaian masalah, kreativitas, dan kerjasama tim pada presentasi (30%)
3. Ketepatan analisis, kejelasan alasan, kemampuan menyelesaikan masalah, dan disiplin (30%)
4. Kejelasan langkah penyelesaian masalah, kejelasan alasan, ketelitian dan kreativitas (30%)

Penentuan nilai akhir (A, B, C, D dan E) dilakukan berdasarkan PAP

A  $\geq$  85  
 B  $\geq$  70 – 85  
 C  $\geq$  60 – 70  
 D  $\geq$  50 - 60  
 E  $\leq$  50

### **1.5.9 NORMA AKADEMIK**

1. Mahasiswa harus berpakaian rapi, bersih, bersepatu dan tepat waktu
2. Mahasiswa wajib membawa minimal satu buku teks yang relevan dengan pokok bahasan
3. Mahasiswa yang menunjukkan prestasi memuaskan akan diangkat menjadi asisten praktikum.

### 1.5.9 JADWAL PEMBELAJARAN

Minggu	Topik Bahasan	Metode SCL	KRITERIA PENILAIAN
I	Penjelasan umum tentang topik dan metode yang akan diterapkan serta kontrak pembelajaran	Ceramah	Kesesuaian referensi
II	Menurunkan persamaan Schroedinger	Small Grup	Kemampuan menurunkan persamaan
III	Osilator harmonik sebagai contoh	CAL	Pemahaman Program
IV	Osilator anharmonik sebagai contoh	CAL	Pemahaman Program
V	Mengidentifikasi Operator, Komutator sebagai konsep penting dalam fisika kuantum	CAL	Pemahaman Program
VI	Mengidentifikasi Fungsi Eigen dan Rapat Energi sebagai konsep penting dalam fisika kuantum	CAL	Pemahaman konsep
VII	Memahami beberapa kasus dalam fisika atom seperti Partikel Bebas, Paket Gelombang	CAL	Pemahaman Program 7
VIII	Potensial Sumur, Perilaku Resonansi,	CAL	Pemahaman Program 8
IX	Kisi Periodik	CAL	Pemahaman Program 9
X	Ionisasi Terobosan dan Peluruhan Alfa	CAL	Pemahaman Program 10
XI	Memahami beberapa metode penyelesaian kasus dalam fisika atom seperti Metode Variasi Rayleigh Ritz	CAL	Pemahaman Program 11
XII	Algoritma Simbolik Lanczos	CAL	Pemahaman Program 12

XIII	Metode Shooting	CAL	Pemahaman Program 13
XIV	Ruang Diskrit	CAL	Pemahaman Program 14
XV	Diskretisasi Numerik Ruang dan Waktu	CAL	Kreatifitas program 15
XVI	Evaluasi Kegiatan & Pengumpulan Tugas	Diskusi	

## 1.5.10 GARIS BESAR RENCANA PEMBELAJARAN (GBRP)

### Mata Kuliah Fisika Kuantum (315H2103)

Kompetensi Utama : Kemampuan dalam penguasaan ilmu dan ketrampilan di bidang fisika kuantum

Kompetensi Pendukung : Kemampuan mengkomunikasikan pikiran dan gagasan secara lisan dan tertulis

Kompetensi Lainnya : Kemampuan untuk memotivasi dan memfasilitasi masyarakat (Institusial) akan pentingnya (manfaat) ilmu pengetahuan mikrokopis dalam kehidupan

MING-GU KE	SASARAN PEMBELAJARAN	MATERI PEMBELAJARAN	STRATEGI PEMBELAJARAN	KRITERIA PENILAIAN	Referensi	BO-BOT NILAI (%)
1	Mahasiswa dapat mengetahui hak dan kewajiban dalam mengikuti MK	Kontrak Perkuliahan, Pendahuluan	Kuliah (ceramah), diskusi dan latihan (responsi)	Pemahaman Arti Penting Fisika Kuantum		5
2	Memahami Ide-ide dasar mekanika kuantum dan konsep contohnya	Ide-ide dasar mekanika kuantum; radiasi benda hitam, efek foto listrik, efek compton dualisme gelombang partikel, prinsip ketidak pastian Heisenberg.	Kuliah (ceramah), diskusi dan latihan (responsi)	Kemampuan menjelaskan ide-ide dasar mekanika kuantum dan konsep contohnya	Buku1 : hal.431 Buku2 : hal.106	10
3	Mahasiswa mengetahui interpretasi variable dalam fisika kuantum	Interpretasi probabilitas dan prinsip ketidakpastian: harga ekspektasi dan variansi.	Kuliah (ceramah), diskusi dan latihan (responsi)	Penguasaan interpretasi variable dalam fisika kuantum	Buku1 : hal.331 Buku2 : hal.204	5
4	Mahasiswa mengetahui basis matematis dalam fisika	Ruang fungsi gelombang partikel tunggal: Struktur ruang fungsi gelombang,	Kuliah (ceramah), diskusi dan latihan	Kemampuan mengetahui basis matematis dalam fisika	Buku1 : hal.331 Buku2 : hal.204	5

	kuantum	operator linier, komutator, basis orthonormal .	(responsi)	kuantum		
5	Mahasiswa mengetahui persamaan Schroedinger	Fungsi eiogen dan nilai eigen dari operator.	Kuliah (ceramah), diskusi dan latihan (responsi)	Kemahiran menghitung Fungsi eiogen dan nilai eigen operator.	Buku1 : hal.324 Buku2 : hal.254	5
6	Mahasiswa mengetahui penurunan separasi persamaan Schroedinger	Persamaan Schrodinger dan aplikasinya : persamaan schrodinger bebas waktu, persamaan schrodinger bergantung waktu.	Kuliah (ceramah), diskusi dan latihan (responsi) Kuliah (ceramah)	Kemahiran menurunkan separasi persamaan Schroedinger	Buku1 : hal.331 Buku2 : hal.204	10
7	Mahasiswa mengetahui aplikasi persamaan Schroedinger potensial sederhana	Aplikasi persamaan schrodinger pada persamaan satu dimensi: partikel bebas, step potensi, Barrier potensial.	Kuliah (ceramah), diskusi dan latihan (responsi) Kuliah (ceramah)	Mengetahui aplikasi persamaan Schroedinger pada potensial sederhana	Buku1 : hal.341	10
8	Mahasiswa mengetahui aplikasi persamaan Schroedinger potensial sederhana	Sumur potensial persegi berhingga, sumur potensial persegi takhingga, potensial osilator harmonik sederhana.	Kuliah (ceramah), diskusi dan latihan (responsi) Kuliah (ceramah)	Mengetahui aplikasi persamaan Schroedinger pada potensial sederhana	Buku1 : hal.344	5
9	Mahasiswa mengetahui aplikasi persamaan Schroedinger pada 3 dimensi	Persamaan dalam tiga dimensi : partikel bebas dalam koordinat Cartesian.	Kuliah (ceramah), diskusi dan latihan (responsi) Kuliah (ceramah)	Mengetahui aplikasi persamaan Schroedinger pada 3 dimensi	Buku1 : hal.348	5
10	Mahasiswa mengetahui solusi pada koordinat bola	Partikel bebas dalam koordinat bola: fungsi gelombang radial.	Kuliah (ceramah), diskusi dan latihan (responsi)	Mengetahui solusi pada koordinat bola	Buku1 : hal.354	5

11	Mahasiswa mengetahui solusi pada atom hidrogen.	Permasalahan gaya sentral (atom hidrogen), Hamiltonian, Harga eigen dan fungsi eigen.	Kuliah (ceramah), diskusi dan latihan (responsi )	Mengetahui solusi pada atom hidrogen.	Buku1 : hal.372 Buku2 :hal.279	5
12	Mahasiswa dapat membedakan berbagai fungsi pada atom hidrogen	Fungsi keadaan dalam arah radial, fungsi keadaan dalam arah orbital.	Kuliah (ceramah), diskusi dan latihan (responsi Kuliah (ceramah)	membedakan berbagai fungsi pada atom hidrogen	Buku1 : hal.379	5
13	Mahasiswa mampu membedakan sifat momentum pada atom hidrogen	Momentum angular orbital, sifat dasar momentum angular, harga eigen dari operator momentum angular.	Kuliah (ceramah), diskusi dan latihan (responsi Kuliah (ceramah)	membedakan sifat momentum pada atom hidrogen	Buku1 : hal.388	5
14	Mahasiswa mampu membedakan eigen dari momentum angular orbital.	Fungsi eigen dari momentum angular orbital.	Kuliah (ceramah), diskusi dan latihan (responsi Kuliah (ceramah)	membedakan nilai eigen dari momentum angular orbital.	Buku1 : hal.401	5
15	Mahasiswa mampu menjumlahkan momentum sudut	Penjumlahan momentum sudut : representasi gandeng dan tak gandeng, operator CSCO.	Kuliah (ceramah), diskusi dan latihan (responsi )	mampu menjumlahkan momentum sudut	Buku2 ; hal.542	5
16	Evaluasi Seluruh Kegiatan	Keseluruhan Aktivitas	Ujian Tulis			20

## 1.5. 11 KURIKULUM PROGRAM STUDI FISIKA

### Semester Awal

Semester I		
Kode MK	Nama Mata Kuliah	SKS
087U003	Kimia dasar	3
088U003	Biologi Dasar	3
085U003	Matematika Dasar I	3
086U003	Fisika Dasar I	3
078U002	Wawasan Sosial Budaya Bahari	2
072U002	Agama	2
080U002	Bahasa Indonesia	2
082U003	Pendidikan Kewarganegaraan	3
		<b>21</b>

Semester III		
Kode MK	Nama Mata Kuliah	SKS
201H2104	Fisika Matematika 1	4
202H2104	Fisika Matematika 2	4
203H2103	Aljabar Linier (p)	3
204H2103	Metode Numerik	3
205H2102	Statistik Pengukuran	2
206H2102	Sistem instrumentasi	2
207H2103	Elektronika Fisis Dasar I	3
208H2103	Elektronika Fisis Dasar II	3
		<b>24</b>

Semester V		
Kode MK	Nama Mata Kuliah	SKS
309H2103	Fisika zat padat	3
310H2102	Fisika Material	2
311H2102	Eksperimen Material & Energi (P)	2
312H2102	Struktur Elastisitas Bahan (p)	2
313H2103	Fisika Keramik (p)	3
314H2102	Konversi Energi (p)	2

315H2103	Fisika Kuantum	3
316H2103	Mekanika Kuantum (p)	3
317H2103	Fisika Modern	3
318H2102	Fisika Inti	2
319H2103	Spektroskopi Optik (p)	3
320H2102	Optika Modern	2
321H2102	Fisika laser (p)	2
322H2103	Teori Relativitas Umum (p)	3
323H2103	Teori Medan Kuantum (p)	3
324H2103	Fase Transisi & Fenomena kritis (p)	3
325H2102	Metode Penelitian + penulisan	2
071H002	Ekstra dan Ko-korikuler (p)	2

46

#### Semester VII

Kode MK	Nama Mata Kuliah	SKS
426H2103	Fisika Komputasi	3
427H2103	Modeling dan Prediksi (p)	3
428H2102	Dinamika Sistem Sosioekologi (p)	2
429H2102	Perubahan Iklim (p)	2
430H2102	Biofisika (p)	2
431H2102	Fisika Kesehatan (p)	2
432H2101	Seminar Proposal Penelitian	1
433H2102	Seminar Hasil Penelitian	2
434H2103	Skripsi Fisika	3
435H2101	Ujian Komprehensif	1
499U004	Kuliah Kerja Nyata /KKTS	4

Semester Akhir

<b>Semester II</b>		
<b>Kode MK</b>	<b>Nama Mata Kuliah</b>	<b>SKS</b>
079U002	Wawasan IPTEKS	2
081U002	Bahasa Inggris	2
089U003	Fisika Dasar II	3
090U003	Matematika Dasar II	3
140H412	Oseanologi Pendahuluan	2
221H213	Ilmu Lingkungan	3
		15

<b>Semester IV</b>		
<b>Kode MK</b>	<b>Nama Mata Kuliah</b>	<b>SKS</b>
236H2103	Mekanika	3
237H2103	Mekanika Lanjutan	3
238H2103	Teori Medan Elektromagnet I	3
239H2102	Teori Medan Elektromagnet II	2
240H2103	Fisika Gelombang Mekanis	3
241H2102	Fisika Akustik (p)	2
242H2103	Termodinamika	3
243H2103	Fisika Statistik	3
		22

**Semester VI**

Kode MK	Nama Mata Kuliah	SKS
344H2103	Elektronika Lanjutan I (p)	3
345H2103	Elektronika Lanjutan II (p)	3
346H2102	Eksperimen Elektronika (p)	2
347H2102	Fisika Semikonduktor Divais (p)	2
348H2103	Mikroprocessor (p)	3
349H2103	Kontrol Otomatis (p)	3
350H2102	Artificial Intelligence (p)	2
351H2103	Kapita Selektta Fisika	3
352H2102	Kapita Selektta Komputer (p)	2
071H002	Ekstra & Ko-Kurikuler	2
		29

**Semester VIII**

Kode MK	Nama Mata Kuliah	SKS
449H2101	Seminar Proposal Penelitian	1
450H2102	Seminar Hasil Penelitian	2
451H2103	Skripsi Fisika	3
452H2101	Ujian Komprehensif	1
499U004	Kuliah Kerja Nyata /KKTS	4
		11