

## Tinjauan Mata Kuliah

Mata kuliah Fisika Zat Padat berisi tentang kajian klasifikasi zat padat dan struktur kristal, ikatan kristal dan konstanta elastis, getaran kristal dan sifat termal, gas elektron, pita energi, semikonduktor, superkonduktor, kemagnetan, dan aplikasi dalam kehidupan sehari-hari. Dalam Buku Materi Pokok (BMP) ini terdapat sembilan topik bahasan dengan rata-rata 2 kegiatan belajar untuk setiap modulnya. Kekhususan dari buku ini adalah adanya kajian aplikasi Fisika Zat Padat di dalam kehidupan sehari-hari. Hal tersebut dituangkan dalam modul terakhir yang dijabarkan ke dalam tiga kegiatan belajar yaitu 1) jenis-jenis unsur/senyawa semikonduktor, superkonduktor, dan magnet, 2) sifat fisika unsur/senyawa semikonduktor, superkonduktor, dan magnet, serta 3) prinsip kerja solar sel, *magnetic resonance imaging* (MRI), dan teknologi antiradar.

BMP ini diharapkan dapat menunjang mata kuliah Fisika Zat Padat yang memiliki bobot 3 SKS, tidak hanya dari sudut pandang konsep saja, namun dapat memberikan pengetahuan terkini tentang perkembangan teknologi dalam kehidupan sehari-hari.

Setelah mempelajari modul ini, mahasiswa diharapkan mampu

1. menganalisis jenis-jenis zat padat dan struktur kristal;
2. menganalisis jenis-jenis ikatan kristal;
3. menganalisis getaran kristal;
4. menguraikan konsep model gas electron;
5. menganalisis konsep pita energi;
6. menganalisis sifat kristal semikonduktor;
7. menguraikan fenomena superkonduktivitas;
8. menguraikan konsep kemagnetan;
9. menerapkan konsep Fisika Zat Padat dalam kehidupan sehari-hari.

Untuk memudahkan mahasiswa memahami BMP ini, penyajian BMP disusun secara sistematis dan terstruktur yang terdiri dari kegiatan belajar, latihan, rangkuman serta tes formatif. Secara garis besar, peta konsep dari BMP Fisika Zat Padat ini dibagi ke dalam sembilan materi pokok yang disajikan per modul.

**Modul 1** berisi materi klasifikasi zat padat dan struktur kristal. Pada awal modul ini akan membahas susunan atom/ions, mempelajari contoh jenis zat padat berdasarkan susunan atom/ion, bagaimana jenis kisi Bravais, bagaimana mengevaluasi bidang kristal, memberikan contoh zat padat berdasarkan jenis struktur kristal, serta bagaimana menyintesis dan melakukan evaluasi jenis struktur kristal pada beberapa senyawa zat padat. Selanjutnya akan dibahas secara sistematis perumusan hukum Bragg. Agar pemahaman hukum Bragg dapat dimengerti secara faktual dibahas pula pola difraksi gelombang oleh kristal. Pada kegiatan belajar akhir, pembahasan difokuskan pada kisi resiprok dari beberapa jenis kisi (sc, bcc, dan fcc) sehingga setelah mempelajari modul ini diharapkan mahasiswa mampu mengidentifikasi, menganalisis, menyintesis, dan melakukan evaluasi kisi dan jenis kisi resiprok.

**Modul 2** berisi materi ikatan kristal dan konstanta elastis. Bahasan awal modul ini dimulai dengan melakukan identifikasi dan analisis jenis kristal gas inert dari tabel periodik unsur. Dalam modul ini juga dibahas sifat kristal gas inert serta mengidentifikasi dan melakukan evaluasi jenis-jenis ikatan kristal. Agar mahasiswa memahami hubungannya dengan sifat mekanik, akan dibahas juga penerapan konsep hukum Hooke pada sifat elastisitas dan regangan kristal. Pada akhir pembelajaran akan disajikan materi bagaimana melakukan analisis dan sintesis konstanta elastisitas dan kekakuan (*stiffness*) serta studi kasus untuk elastisitas di dalam kristal.

**Modul 3** berisi materi getaran kristal dan sifat termal. Pada bagian awal, modul ini membahas penyebab terjadinya getaran kristal. Dalam modul ini juga dibahas hubungan dispersi getaran kristal dari basis satu atom dan untuk atom lebih dari satu. Untuk memahami lebih lanjut akan dibahas bagaimana membuat ilustrasi dan melakukan analisis hubungan dispersi dalam bentuk grafik. Pembahasan juga akan dilanjutkan dengan kajian konsep momentum getaran kristal. Selanjutnya, kajian akan dilanjutkan dengan merumuskan dan menganalisis kapasitas panas getaran kristal diawali dengan konsep rapat keadaan dan energi. Untuk memperoleh pemahaman yang baik, pada bagian akhir akan disajikan ilustrasi grafis dari kapasitas panas untuk jenis zat padat.

**Modul 4** berisi materi model gas elektron. Pada bagian awal modul ini, dibahas mengenai konsep tingkat energi gas elektron dalam satu dimensi dan tiga dimensi secara kuantum. Pembahasan selanjutnya akan mengaitkan konsep distribusi elektron dengan efek suhu pada model gas elektron menggunakan distribusi Fermi – Dirac, bagaimana mengilustrasikan secara grafis fungsi distribusi Fermi – Dirac. Setelah memahami konsep fungsi distribusi Fermi-Dirac, materi akan merujuk pada konsep energi sebagai fungsi termal. Di sini akan dirumuskan bagaimana kapasitas panas model gas elektron. Ilustrasi secara grafis dari kapasitas panas juga akan dibahas dilanjutkan dengan pembahasan konsep hukum Ohm pada konduktivitas model gas elektron.

**Modul 5** berisi materi pita energi. Pada bagian awal modul ini, membahas konsep dari pita energi dan ilustrasi grafis dalam bentuk diagram. Selanjutnya, dengan menggunakan model elektron hampir bebas (*nearly free electron*) dapat direpresentasikan fungsi gelombang untuk distribusi elektron untuk menjelaskan bagaimana terjadinya pita energi. Mengacu pada fungsi gelombang elektron, dapat dikaji pula perbedaan dua fungsi gelombang sebagai asal muasal terjadinya celah energi dari pita energi. Menerapkan persamaan Schrodinger untuk menganalisis keperiodikan dari kristal menggunakan dua model yaitu fungsi Bloch dan model Kronig-Penney. Dalam modul ini juga akan dibahas makna dari fungsi Bloch dan juga model Kronig-Penney menggunakan persamaan Schrodinger.

**Modul 6** berisi materi kristal semikonduktor. Pada bagian awal modul ini, membahas mengenai konsep dasar zat padat semikonduktor di awal dari konsep celah pita energi antara pita valensi dan konduksi. Dalam konsep semikonduktor, elektron merupakan fokus utama terjadinya fenomena konduksi maka akan dibahas juga persamaan gerak elektron dalam kristal semikonduktor. Selanjutnya, karena gerak elektron di dalam kristal dipengaruhi oleh medan listrik maka akan dikaji konsep massa

efektif. Elektron dan hole sebagai pembawa muatan di dalam semikonduktor juga akan dibahas secara sistematis dalam pokok bahasan konsep pita energi serta memberikan contoh dan menganalisis jenis semikonduktor ekstrinsik.

**Modul 7** membahas mengenai superkonduktor. Pada bagian awal modul, membahas mengenai konsep dasar dari gejala superkonduktivitas dari sudut pandang eksperimen dan teoretis. Adapun pembahasan akan dimulai dengan pembahasan materi efek medan magnet dan menganalisis efek Meisner. Selanjutnya dilakukan pula pembahasan materi konsep kapasitas panas dalam superkonduktor. Adanya ketergantungan kapasitas panas terhadap suhu juga akan dibahas untuk menunjukkan adanya celah energi. Kajian teoritis akan diawali dengan pembahasan konsep termodinamika untuk menganalisis gejala superkonduktivitas. Selanjutnya dengan melakukan evaluasi persamaan Maxwell akan dirumuskan Persamaan London untuk memahami hubungan rapat arus dengan potensial vektor dari medan magnet. Dalam pembahasan modul ini juga akan digunakan konsep kuantum untuk merumuskan dan menganalisis teori Bardeen-Copper-Schieffer. Pada akhir modul ini juga akan dikaji efek Josephson terhadap arus dan tegangan dalam superkonduktor.

**Modul 8** membahas mengenai kemagnetan. Pada bagian awal modul ini pembahasan diawali dengan melakukan analisis sifat diamagnetik menggunakan persamaan Langevin. Dalam modul ini pembahasan secara kuantum akan dilakukan untuk sifat paramagnetik, pembahasan susceptibilitas paramagnetik dilakukan menggunakan ilustrasi grafis. Pada bagian akhir modul ini, dibahas perbedaan gejala feromagnetik dan antiferomagnetik ilustrasi spin. Selanjutnya, untuk lebih memahami proses magnetisasi akan dibahas konsep dasar suhu kritis dari zat padat feromagnetik dan antiferomagnetik. Diakhir modul ini juga dibahas kurva magnetisasi untuk menganalisis dan mensintesis magnetisasi saturasi dari feromagnetik dan antiferomagnetik.

**Modul 9** berisi materi aplikasi dalam kehidupan sehari-hari. Pembahasan diawali dari pokok bahasan jenis unsur/senyawa zat padat semikonduktor, superkonduktor, dan magnet. Selanjutnya, sifat-sifat fisika zat padat dari jenis unsur/senyawa semikonduktor, superkonduktor, dan magnet juga akan dibahas secara sistematis. Pada bagian akhir modul ini dibahas penerapan unsur/senyawa semikonduktor, superkonduktor, dan magnet untuk aplikasi solar sel, magnetic resonance imaging, dan teknologi antiradar.

Setiap modul diawali dengan Pendahuluan yang berisi gambaran umum materi yang akan dipelajari di setiap Kegiatan Belajar, serta kompetensi dasar yang akan dicapai pada setiap KB-nya. Di setiap KB diberikan penjelasan materi, contoh soal dan pembahasannya, latihan, dan petunjuk pengerjaannya, rangkuman materi dan diakhiri dengan tes formatif. Sedangkan di akhir setiap modul diberikan glosarium dan kunci jawaban tes formatif dari setiap KB.

Untuk memahami isi dari mata kuliah ini, Anda diharapkan belajar dengan tekun. Apabila mengalami kesulitan dalam penguasaan isi modul ini, maka Anda dapat berdiskusi sesama mahasiswa atau dapat pula bertanya pada tutor agar penguasaan

konsep mata kuliah ini dapat benar-benar dikuasai. Akhir kata, teruslah belajar dan jangan pernah menyerah dengan kesulitan karena setelah kesulitan pasti akan ada kemudahan.

**Selamat belajar, semoga sukses.**

## Peta Kompetensi Fisika Zat Padat/SPFI4401/3 SKS



