

**LAPORAN PENELITIAN**

**HUBUNGAN TUGAS MANDIRI DENGAN TUJUAN INSTRUKSIONAL KHUSUS  
DAN MATERI PELAJARAN DALAM MATAKULIAH FISIKA ZAT PADAT  
(PFIS 4436)**



**OLEH  
DRS. ICHWAN**

**PEMBIMBING  
DR. ARIA DJALIL**

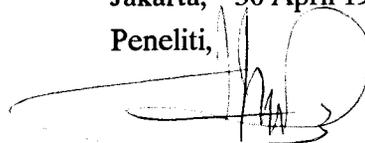
**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
UNIVERSITAS TERBUKA**

**1990**

**LEMBARAN IDENTITAS DAN PENGESAHAN  
LAPORAN AKHIR HASIL PENELITIAN**

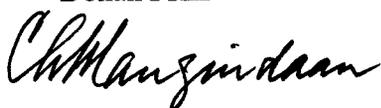
1. a. Judul Penelitian : **HUBUNGAN TUGAS MANDIRI DENGAN TUJUAN INSTRUKSIONAL KHUSUS DAN MATERI PELAJARAN DALAM MATA KULIAH FISIKA ZAT PADAT (PFIS 4436)**
- b. Macam Penelitian : Kualitatif Deskriptif
- c. Kategori Penelitian : IV
- 
2. Peneliti
- a. Nama : Drs. Ichwan
- b. NIP : 131 671 551
- c. Jenis Kelamin : Laki-laki
- d. Pangkat/Golongan : Penata Muda/III/a
- e. Jabatan : Asisten Ahli Madya
- f. Unit Kerja : FKIP - UT
- 
3. Pembimbing : DR. Aria Djalil
4. Lokasi Penelitian : FKIP - UT
5. Jangka Waktu : Januari s/d April 1990
6. Biaya yang diperlukan : Rp 350.000,- (Tiga ratus lima puluh ribu rupiah)

Jakarta, 30 April 1990  
Peneliti,



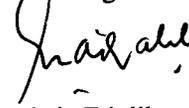
Drs. Ichwan  
NIP. 131 671 551

Mengetahui,  
Dekan FKIP



DR. Christina S. Mangindaan, M.Ed  
NIP. 130 278 074

Menyetujui,  
Pembimbing Penelitian



DR. Aria Djalil  
NIP. 130 364 776

## R I N G K A S A N

Penelitian ini membahas permasalahan: "Apakah soal-soal tugas mandiri mengacu pada Tujuan Instruksional Khusus dan sesuai dengan materi pelajaran?" Sejalan dengan permasalahan tersebut, tujuan umum penelitian ini adalah untuk mengetahui hubungan antara soal-soal tugas mandiri dengan tujuan instruksional khusus dan materi pelajaran.

Butir-butir soal tugas mandiri yang dimaksud dalam penelitian ini adalah butir-butir soal tugas mandiri matakuliah Fisika Zat Padat (PFIS 4436) tahun 1986.

Hipotesis yang akan diuji adalah hipotesis null yaitu soal-soal tugas mandiri matakuliah Fisika Zat Padat (PFIS 4436) telah mengacu pada Tujuan Instruksional Khusus dan sesuai dengan materi pelajaran.

Penelitian ini menggunakan metode analitik deskriptif. Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah teknik dokumenter.

Berdasarkan hasil pengolahan dan penganalisisan data yang terkumpul diperoleh kesimpulan bahwa butir-butir soal tugas mandiri untuk matakuliah Fisika Zat Padat (PFIS 4436) tahun 1986 sudah mengacu pada TIK dan sesuai dengan materi pelajaran.

## KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kepada Allah yang maha pemurah yang telah melimpahkan rahmat dan karuniaNya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan penelitian ini dengan judul "Hubungan tugas mandiri dengan Tujuan Instruksional Khusus dan materi pelajaran dalam matakuliah Fisika Zat Padat (PFIS 4436).

Laporan ini terdiri dari atas enam bab, yaitu bab pertama pendahuluan, bab kedua tinjauan pustaka, bab ketiga tujuan dan manfaat penelitian, bab keempat metodologi penelitian, bab kelima hasil penelitian dan pembahasan serta bab keenam kesimpulan dan saran.

Penulis telah berusaha semaksimal mungkin untuk dapat menyelesaikan laporan ini sebaik-baiknya. Dalam penyelesaian laporan penelitian ini penulis banyak dibantu oleh berbagai pihak, baik yang bersifat moril maupun materil. Oleh sebab itu sudah sepantasnya dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada:

1. Yth, Bapak Dr. Aria Djalil, selaku pembimbing penelitian;
2. Yth, Ibu Dr. Christina S. Mangindaan, M.Ed, selaku Dekan FKIP-UT;
3. Yth, Bapak Drs. Noehi Nasution, MA, selaku Pembantu Dekan I FKIP-UT;
4. Teman-teman staf FKIP yang telah membantu dalam penyelesaian laporan ini.

Harapan penulis mudah-mudahan laporan penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi penulis soal, khususnya dalam bidang pendidikan.

Keterbatasan yang ada pada diri penulis menyebabkan kurang sempurnanya penelitian ini. Oleh sebab itu demi penyempurnaannya penulis selalu mengharapkan adanya umpan balik. Untuk itu tak lupa penulis ucapkan terima kasih.

Jakarta, April 1990

Penulis

Drs. Ichwan

## DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN .....	i
KATA PENGANTAR .....	ii
DAFTAR ISI .....	iii
DAFTAR TABEL .....	iv
BAB I: PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang .....	1
B. Perumusan dan Pembatasan Masalah .....	2
C. Hipotesis .....	2
BAB II: TINJAUAN PUSTAKA	
A. T.I.K .....	3
B. Materi Pelajaran .....	4
C. T e s .....	5
BAB III: TUJUAN DAN MAFAAT PENELITIAN	
A. Tujuan Penelitian .....	10
B. Manfaat Penelitian .....	10
BAB IV: METODOLOGI PENELITIAN	
A. Lokasi Penelitian .....	12
B. Metode Penelitian .....	12
C. Instrumen Penelitian .....	12
D. Objek Penelitian .....	13
E. Teknik Analisis Penelitian .....	13
BAB V: HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
A. Hasil Penelitian .....	14
B. Pembahasan .....	24
BAB VI: KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan .....	27
B. Saran-saran .....	27
DAFTAR PUSTAKA .....	29
LAPIRAN-LAMPIRAN .....	30



DAFTAR TABEL

TABEL	Halaman
1. T.I.K .....	14

UNIVERSITAS TERBUKA

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### A. LATAR BELAKANG

Ciri utama Universitas Terbuka, yang membedakannya dengan Perguruan Tinggi lainnya adalah sistem belajar yang dilaksanakannya. Universitas Terbuka menggunakan sistem belajar jarak jauh.

Proses belajar di UT berlangsung dengan menggunakan bahan belajar tanpa menggantungkan diri pada kehadiran dosen. Bahan belajar dirancang khusus agar dapat dipelajari mahasiswa secara mandiri, yang terdiri atas buku materi pokok (modul), kaset radio, bahan referensi, serta ditunjang oleh siaran radio dan siaran televisi.

Salah satu kegiatan yang dilaksanakan mahasiswa dalam mempelajari modul ialah membuat tugas mandiri. Tugas mandiri diberikan untuk mengetahui pemahaman mahasiswa terhadap materi yang disajikan dalam modul tersebut. Oleh karena itu, dalam membuat tugas mandiri mahasiswa dapat membuka buku materi pokok atau bahkan berdiskusi dengan rekan mahasiswa lainnya.

Apabila penyusunan Tugas Mandiri sudah sesuai dengan Tujuan Instruksional Khusus dan materi pokok tercantum dalam modul, maka kita dapat menetapkan tingkat pemahaman mahasiswa terhadap materi yang disajikan serta dapat pula menetapkan yang dianggap sulit oleh mahasiswa itu.

Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin meneliti hubungan Tugas Mandiri Fisika Zat Padat dengan TIK dan materi pelajaran dalam matakuliah Fisika Zat Padat.

## B. MASALAH

Secara umum masalah yang ingin diteliti melalui penelitian ini ialah apakah terdapat hubungan antara Tugas Mandiri dengan bahan belajar. Untuk lebih terinci masalah yang ingin diteliti ialah:

- a. Apakah butir soal Tugas Mandiri mengacu kepada rumusan TIK.
- b. Apakah butir soal Tugas Mandiri sesuai dengan yang diuraikan dalam modul.

## C. HIPOTESIS

Penelitian ini ingin membuktikan hipotesis yang disusun yaitu:

- a. Butir soal Tugas Mandiri mengacu kepada TIK.
- b. Butir soal Tugas Mandiri sesuai dengan materi.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### Tujuan Instruksional Khusus

TIK adalah Tujuan Instruksional Khusus. Maksudnya adalah kemampuan atau keterampilan yang diharapkan dapat dimiliki oleh siswa setelah mengadakan kegiatan belajar.

Adapun kegunaan dari pada tujuan instruksional khusus adalah:

1. Memberikan kriteria yang pasti, dengannya kemajuan belajar siswa dapat diukur.
2. memberikan kepastian mengenai kemampuan/keterampilan yang diharapkan dari siswa.
3. Memberikan dasar untuk mengembangkan alat evaluasi untuk mengukur efektivitas pengajaran.
4. Memberi petunjuk kepada siswa mengenai yang dipelajari dan yang akan diujikan dalam suatu pelajaran.

Agar semakin jelas tujuan, semakin mudah kita dapat menentukan sequence pengajaran, menyusun alat evaluasi dan sebagainya, maka perlu dibuat perumusan yang tepat.

Kriteria perumusan tujuan instruksional yang baik menurut Baker (1971, P.3) hendaknya memuat 4 unsur yaitu:

1. A Subject: the learner (Murid, siswa, mahasiswa)
2. B Verb : behaviou, or behavior product (tingkah laku, hasil tingkah laku)
3. Given Condition: the situation in wich the behavior accurs. (syarat atau keadaan disaat siswa menunjukkan hasil belajar)

4. Standards: of quality or quantity (derajat atau standar keberhasilan).

Untuk mempermudah penulisan kriteria perumusan tujuan instruksional maka diperlukan format yang sesuai dengan menuliskan kalimat yaitu ada subjek, kata kerja, objek dan keterangan.

Format penulisan empat kriteria tersebut dapat diwujudkan dalam bentuk format ABCD.

Menurut format ini, di dalam suatu TIK, diketahui adanya kejelasan mengenai

A (Audience) : atau sasaran yang belajar (siswa/mahasiswa)

B (Behavior) : suatu keterampilan, kemampuan atau tingkah laku.

C (Conditions): keadaan, syarat-syarat yang ada disaat diadakan evaluasi.

D (Degree) : standar/ukuran yang menunjukkan bahwa siswa/mahasiswa (TIK).

### Materi Pelajaran

Di dalam proses penyusunan desain instruksional pemilihan materi pelajaran dilakukan setelah topik dipilih, tujuan instruksional khusus dirumuskan dan setelah alat evaluasi ditentukan. Ketepatan pemilihan materi dan sumber dimana materi tersebut diperoleh begitupun prosedur pemilihannya sangat penting dikuasai oleh guru atau dosen.

Materi yang harus diajarkan untuk suatu bidang studi adalah dinamis, dalam arti berubah dari waktu ke waktu, oleh karena itu, para guru atau dosen di dalam memilih materi

perlu memperhatikan majalah, journal, para konsultan yang berpengalaman dan lain-lain sumber yang sesuai dengan bidang studi yang diajarkan.

Yang dimaksud dengan materi pelajaran menurut Kemp (1977, hal 44) adalah: Materi pelajaran dalam hubungannya dengan proses penyusunan disain Instruksional merupakan gabungan antara pengetahuan (fakta dan informasi yang terinci), keterampilan (langkah-langkah, prosedur, keadaan, dan syarat-syarat) dan faktor sikap. Kemp membedakan "Knowledge, skill dan attitude.

Menurut pendapat Merril (1977, hal 37) yang membedakan isi materi pelajaran menjadi empat macam yakni: Fact, concept, procedure and principle.

macam-macam materi pelajaran tersebut dalam hubungannya dengan perumusan TIK dan Tes dijelaskan sebagai berikut:

fakta : menyebutkan kapan, kenapa, nama dan dimana.

konsep : definisi, identifikasi, klasifikasi dan ciri-ciri.

Prosedur: penerapan dalil atau rumus, memecahkan soal, menghitung, atau bagaimana mengerjakannya.

prinsip : jelaskan, dalil, hukum, rumus, hipotesis, hubungan antara berbagai konsep.

### Tugas Mandiri (Test)

Setelah pelajaran selesai setiap pendidik selalu dihadapkan pada tugas untuk menilai kemampuan anak didiknya. Berbagai instrumen telah banyak digunakan untuk keperluan tersebut, diantaranya tes (soal) yang dibuat oleh pendidik untuk menentukan nilai. Tentang sukar atau mudahnya tes ini tergantung kepada pendapat dosen atau guru mengenai pelajaran,

yang diberikan. Bentuk dan jumlah tes pun tergantung kemampuan dan kesukaan guru untuk membuatnya.

Dengan meningkatnya perhatian terhadap perumusan tujuan yang bersifat tingkah laku, maka tes pun kemudian diarahkan untuk mengukur apakah tingkah laku yang diharapkan sebagai hasil belajar telah dimiliki oleh siswa/mahasiswa atau belum. Menurut konsep ini siswa/mahasiswa diberi tahu dan diajarkan tentang pengetahuan, keterampilan dan sikap yang harus mereka miliki, setelah itu dites untuk mengetahui apakah mereka telah berhasil.

Tes yang didisain atau direncanakan untuk mengukur tercapainya tujuan instruksional disebut tes pengukur keberhasilan. Keberhasilan siswa/mahasiswa di dalam mengerjakan merupakan ukuran keberhasilan siswa/mahasiswa mencapai TIK suatu unit pengajaran. Hal ini untuk menunjukkan hubungan yang erat antara item tes dengan TIK.

Ada 4 macam tes pengukur keberhasilan menurut Dick dan Carey (1978 hal, 79) yaitu:

1. Tes prasyarat, adalah tes yang didisain untuk mengukur apakah siswa/mahasiswa telah memiliki syarat keterampilan yang diperlukan sebelum mengikuti suatu pelajaran.
2. Tes awal yaitu tes untuk mengukur seberapa jauh siswa/mahasiswa telah memiliki keterampilan mengenai hal-hal yang akan dipelajari.
3. Tes akhir yaitu tes untuk mengukur apakah siswa/mahasiswa telah menguasai keterampilan seperti yang dirumuskan di dalam TIK setelah mengikuti suatu program pengajaran.

Adapun ciri-ciri tes yang baik sebagai alat pengukur harus memenuhi persyaratan tes, (Suharsimi Arikunto (1986, hal. 50) yaitu mempunyai

- Validitas;
- Reabilitas;
- Objektivitas;
- Praktikabilitas; dan
- Ekonomis.

**a. Validitas**

Sebuah tes dikatakan valid apabila tes tersebut dapat mengukur apa yang harus diukur.

**b. Reliabilitas**

Sebuah tes yang mempunyai reliabilitas apabila tes tersebut mempunyai sifat dapat dipercaya.

**c. Obyektivitas**

Sebuah tes dikatakan memiliki obyektivitas apabila dalam melaksanakan tes itu tidak ada faktor pribadi yang masuk mempengaruhinya

**d. Praktikabilitas**

Sebuah tes dikatakan memiliki praktikabilitas yang tinggi apabila tes tersebut bersifat praktis, mudah pengisian administrasiannya, dalam arti

- 1) mudah dilaksanakan;
- 2) mudah memeriksanya; dan
- 3) dilengkapi dengan petunjuk-petunjuk yang jelas.

**e. Ekonomis**

Yang dimaksud dengan ekonomis di sini ialah bahwa pelaksanaan tes tersebut tidak membutuhkan biaya yang mahal.

### BAB III

#### TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

##### A. TUJUAN PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan tugas mandiri dengan materi pelajaran dari matakuliah Fisika Zat Padat (PFIS 4436).

Secara khusus tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui:

1. Hubungan soal tugas mandiri dengan TIK dan
2. Hubungan soal tugas mandiri dengan materi pelajaran Fisika Zat Padat.

##### B. MANFAAT PENELITIAN

Hasil penelitian ini akan bermanfaat baik kepada penulis soal, maupun kepada Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Terbuka.

###### 1. Manfaat Bagi Penulis Soal

Dengan memperhatikan Tujuan Instruksional Khusus dan materi pelajaran, mutu soal yang dikembangkan dapat ditingkatkan. Oleh karena itu, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan sumbangan bagi penulis soal tugas mandiri untuk memperkaya pengetahuan dan meningkatkan keterampilannya dalam mengembangkan butir-butir soal.

## 2. Manfaat Bagi FKIP-UT

Bagi Universitas Terbuka umumnya dan FKIP khususnya, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan masukan dalam upaya memperbaiki dan mengembangkan soal-soal tugas mandiri pada masa yang akan datang.

UNIVERSITAS TERBUKA

## BAB IV

### METODOLOGI PENELITIAN

#### A. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Terbuka. Penentuan lokasi ini didasarkan pada beberapa pertimbangan, baik dari segi waktu tenaga dan biaya.

#### B. Metode Penelitian

Berdasarkan tujuan dan masalah yang diteliti penulis menggunakan metode analitik deskriptif karena penelitian ini dimaksudkan untuk mendeskripsikan dan menginterpretasikan data yang ada.

#### C. Instrumen Penelitian

Langkah yang diambil dalam melaksanakan penelitian ini adalah proses pengumpulan data. Untuk memperoleh data yang objektif sesuai dengan tujuan dan permasalahan penelitian ini maka teknik yang dipakai adalah teknik dokumenter. Data yang diperoleh dicatat lalu dicari hubungannya antar butir soal Tugas Mandiri, TIK dan Materi pelajaran.

#### **D. Objek Penelitian**

Yang menjadi populasi dalam penelitian ini adalah butir-butir soal tugas mandiri (1986) dan buku materi pokok Fisika Zat Padat (PFIS 4436).

#### **E. Teknik Analisis Data**

Kegiatan-kegiatan yang penulis lakukan dalam mengolah dan menganalisis data yang terkumpul adalah sebagai berikut:

1. menelaah setiap rumusan TIK pada modul 1, 2 dan 3 untuk mengetahui unsur materi dari TIK yang dirumuskan;
2. mengelompokkan kartu soal berdasarkan nomor modul;
3. menelaah setiap butir soal pada kartu soal untuk melihat fakta, konsep, prosedur serta prinsip yang tercantum pada buku materi pokok;
4. mencocokkan tujuan instruksional khusus dengan materi pelajaran yang tercantum dalam setiap butir soal.

## BAB V

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Adapun data-data TIK yang ada pada modul 1, 2 dan 3 matakuliah Fisika Zat Padat yang berhasil penulis kumpulkan adalah berikut:

Pada Tabel ini menjelaskan adanya Kriteria TIK yaitu:

- A = Audience: siswa/mahasiswa
- B = Behavior (tingkah laku)
- C = Condition (Kondisi)
- D = Degree (tingkat prestasi).

Tabel 1

No.	TIK	MODUL 1	A	B	C	D	Z
		Setelah menyelesaikan modul ini diharapkan mahasiswa mampu					
A.	menjelaskan perbedaan antara struktur kristal dan struktur Amorf benda padat		v	v	v	v	100
B.	Menyebutkan ke 7 sistem kristal serta ke- 14 kisi Bravais yang ada		v	v	v	v	100
C.	menyebutkan indeks Miller bidang kristal, serta cara menyatakan posisi atom di dalam sel satuan kristal		v	v	v	v	100
D.	memberikan deskripsi mengenai struktur kristal yang terpenting		v	v	v	v	100
E.	menyebutkan dan menurunkan hukum-hukum yang berlaku dalam difraksi sinar- X		v	v	v	v	100
F.	menyebutkan ke-5 ikatan kristal yang ada;		v	v	v	v	100
G.	menerapkan ikatan ionik dalam kristal NaCl.		v	v	v	v	100

No.	T I K	MODUL 2	A	B	C	D	%
		Sesudah mempelajari modul ini, Anda diharapkan dapat:					
A.		menurunkan persamaan gerak kisi-kisi satu dimensi pada kristal	v	v	v	v	100
B.		menjelaskan ciri-ciri dari berbagai ragam getaran kisi	v	v	v	v	100
C.		menjelaskan adanya frekuensi absorpsi suatu kristal pada daerah frekuensi infra merah disebabkan karena getaran kisi	v	v	v	v	100
D.		menunjukkan hubungan antara kapasitas termal dengan temperatur menurut model Einstein	v	v	v	v	100
E.		menjelaskan kelemahan-kelemahan yang terdapat dalam model Einstein	v	v	v	v	100
F.		menjelaskan perbaikan teori kapasitas termal yang dikemukakan oleh Debye, yang dikenal dengan model Debye	v	v	v	v	100
G.		menjelaskan kesulitan untuk menerangkan kapasitas termal pada suhu rendah di bawah 4 K.	v	v	v	v	100

No.	T I K	MODUL 3	A	B	C	D	%
		Setelah mempelajari modul ini Anda diharapkan dapat:					
A.		menerangkan timbulnya potensial periodik dalam kristal	v	v	v	v	100
B.		menggambarkan bentuk potensial periodik dalam kristal	v	v	v	v	100
C.		menjelaskan konsep elektron hampir bebas yang terdapat dalam logam dan bahan lain, serta peranannya dalam proses hantaran listrik	v	v	v	v	100
D.		menjelaskan hubungan antara energi elektron dengan bilangan gelombangnya serta menerangkan arti fisisnya	v	v	v	v	100
E.		menjelaskan terjadinya struktur pita dengan memakai konsep fisika modern	v	v	v	v	100
F.		melukiskan struktur pita energi berbagai bahan dan menjelaskan arti fisisnya	v	v	v	v	100
G.		menerangkan perbedaan antara distribusi Maxwell-Boltzmann dan distribusi Fermi-Dirac	v	v	v	v	100

No.	T I K	MODUL 3	A	B	C	D	%
H.	menjelaskan hubungan struktur pita dengan sifat listrik bahan		v	v	v	v	100
I.	menerapkan teori pita ini untuk menerangkan beberapa gejala fisis.		v	v	v	v	100
*) Keterangan:							
A = Audience (subejct)							
B = Behavior (tingkah laku)							
C = Condition (situasi)							
D = Degree (tingkat prestasi)							
<p>Karena pada materi pelajaran Fisika banyak sekali hal-hal yang belum bisa dipraktekan atau diterapkan pada kondisi saat ini maka untuk sementara kriteria-kriteria pada TIK-TIK yang ada dalam modul Fisika Zat Padat sudah dianggap memenuhi kriteria TIK yang benar.</p>							

Setelah memperhatikan TIK modul 1. Penulis mencoba memperbaiki TIK yang ada pada modul 1 tersebut.

Untuk TIK a pada kalimat "menjelaskan perbedaan ..." sebaiknya ditulis "membedakan ..."

TIK b mengandung terdapat dua buah objek. Menurut ketentuan suatu rumusan TIK tidak boleh mengandung 2 objek sebaiknya dibuat dua buah TIK yaitu:

Setelah menyelesaikan modul ini diharapkan mahasiswa mampu

b<sub>1</sub>) menyebutkan ke 7 sistem kristal yang ada

b<sub>2</sub>) menyebutkan ke 14 kisi Bravais yang ada.

TIK c terdapat dua buah kata kerja operasional, sebaiknya dibuat dua buah TIK masing-masing dengan satu kata kerja operasional yaitu:

Setelah menyelesaikan modul ini diharapkan mahasiswa mampu

c<sub>1</sub>) menyebutkan Ideks Miller bidang kristal dan

c<sub>1</sub>) menentukan posisi atom di dalam sel satuan kristal.

TIK d sudah baik.

TIK e terdapat dua buah kata kerja operasional, sebaiknya dibuat dua buah TIK masing-masing dengan satu kata kerja operasional yaitu:

e<sub>1</sub>) menyebutkan hukum-hukum yang berlaku dalam difraksi sinar-X

e<sub>2</sub>) menurunkan hukum-hukum yang berlaku dalam difraksi sinar-X.

TIK f sudah baik

TIK g sudah baik

Memperhatikan TIK yang ada pada modul 2 penulis menerangkan bahwa TIK modul 2 sudah cukup baik karena TIK nya sudah memiliki kriteria yang diharapkan.

Setelah memperhatikan TIK modul 3 penulis mencoba menelaah dan memperbaiki TIK yang belum memenuhi kriteria TIK yang benar.

TIK a sudah memenuhi kriteria TIK yang benar

TIK b sudah memenuhi kriteria TIK yang benar

TIK c belum memenuhi kriteria TIK yang benar karena terdapat dua kata kerja operasional dalam 1 TIK.

Sebaiknya dibuat dua buah TIK masing-masing dengan satu kata kerja operasional yaitu:

Setelah mempelajari modul ini Anda diharapkan dapat

c<sub>1</sub>) menjelaskan konsep elektron hampir bebas yang terdapat dalam logam dan bahan lain.

c<sub>2</sub>) Menjelaskan " peranan elektron dalam proses hantaran listrik.

TIK d terdapat dua buah kata kerja operasional dalam satu TIK, sebaiknya dibuat dua buah TIK masing-masing dengan satu kata kerja operasional yaitu:

Setelah mempelajari modul ini Anda diharapkan dapat

- d<sub>1</sub>) Menjelaskan hubungan antara energi elektron dengan bilangan gelombang.
- d<sub>2</sub>) Menerangkan arti fisis elektron.

TIK e sudah memenuhi kriteria TIK yang baik

TIK f terdapat dua kata kerja operasional, sebaiknya dibuat dua buah TIK masing-masing dengan satu kata kerja operasional yaitu:

Setelah mempelajari modul ini Anda diharapkan dapat

- f<sub>1</sub>) melukiskan struktur pita energi berbagai bahan.
- f<sub>2</sub>) menjelaskan arti fisis pita energi sebagai bahan.

**PERPUSTAKAAN**  
**UNIVERSITAS TERBUKA**

Adapun bagian-bagian dari materi pelajaran matakuliah Fisika Zat Padat yang didapat dari

Modul 1

FAKTA

- |            |               |
|------------|---------------|
| 1. Bravais | 5. Madelung   |
| 2. Miller  | 6. de Broglie |
| 3. Bragg   | 7. Snellius   |
| 4. Born    |               |

KONSEP

- |                          |                                |                                   |
|--------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| 1. Sifat padatan         | 21. klasifikasi sistem kristal | 41. Struktur CsCl                 |
| 2. Sifat kristal         | 22. Triklin                    | 42. Hamburan                      |
| 3. kristal ideal         | 23. Monoklin                   | 43. Neutron                       |
| 4. Kristal tunggal       | 24. Ortorombik                 | 44. Elektron                      |
| 5. Kristalit             | 25. Tetragonal                 | 45. Foton                         |
| 6. Polikristal           | 26. Kubik                      | 46. Radiasi diskret               |
| 7. Benda amorf           | 27. Trigonal                   | 47. Hasil interferensi            |
| 8. Kisi                  | 28. Hexagonal                  | 48. Faktor hamburan atom $F_a$    |
| 9. Translasi             | 29. Kisi FCC                   | 49. Faktor struktur geometris $F$ |
| 10. Operasi simetris     | 30. Kisi SC                    | 50. Faktor struktur kisi $S$      |
| 11. Translasi primitif   | 31. Kisi BCC                   | 51. Sifat kisi balik              |
| 12. Rotasi               | 32. Indeks Miller              | 52. Kristal berstruktur SC        |
| 13. Poros heksad         | 33. Posisi titik               | 53. Kristal berstruktur BCC       |
| 14. Poros tetra          | 34. Arah vektor                | 54. Kristal berstruktur FCC       |
| 15. Poros triad          | 35. lapisan terpadat           | 55. Gaya kohesi                   |
| 16. Poros diad           | 36. Lapisan tak padat          | 56. Energi ikat                   |
| 17. Rotasi murni         | 37. Struktur HCP               | 57. Macam-macam ikatan            |
| 18. Rotasi inversi       | 38. Struktur Intan             | 58. Ikatan ionik                  |
| 19. Kisi Bravais kristal | 39. Struktur ZnS               | 59. Ikatan kovalen                |
| 20. Sel primitif         | 40. Struktur NaCl              | 60. Ikatan logam                  |
|                          |                                | 61. Ikatan Van der Waal           |
|                          |                                | 62. Ikatan Hidrogen               |

## PROSEDUR

1. Kristalografi
2. Terjadinya ruang interstisial
3. Menentukan struktur terpadat
4. Menentukan struktur tak padat
5. Cara memperoleh
6. Proses hamburan
7. Pembuktian balik
8. Analisis kualitatif pada kristal

## PRINSIP

1. Rumus packing efficiency
2. Persamaan jarak pisah dua bidang kristal
3. Hukum pantulan Snellius
4. Persamaan gelombang hambur yang jauh dari pusat hamburan
5. Persaman gelombang hambur yang dipantulkan
6. Persamaan gelombang hambur yang dipengaruhi banyaknya pusat hamburan
7. Persamaan faktor hamburan atom  $F_a$
8. Persamaan gaya ikat
9. Hukum energi ikat
10. Persamaan interaksi antar atom menurut Born dan Madelung
11. Persamaan energi ikat kritical

## Modul 2

### FAKTA

1. Einstein
2. Debye

### KONSEP

1. Definisi kapasitas termal pada volume tetap
2. Getaran kisi-kisi
3. Syarat-syarat dispersi

4. Gelombang terpadamkan
5. Macam-macam cabang pada lengkungan dispersi
6. Syarat-syarat cabang akustik
7. Syarat-syarat cabang optik

#### PRINSIP

1. Persamaan gerak untuk semua atom
2. Persamaan gerak atom pada kedua ujung tetap
3. Persamaan gelombang stasioner
4. Hubungan panjang gelombang tali dan bilangan kuantum
5. Rumus frekuensi dispersi
6. Persamaan nilai eigen
7. Persamaan momentum fonon
8. Persamaan gerak untuk setiap atom bila diketahui tetapan  $C_1$  dan  $C_2$
9. Persamaan gerak osilator
10. Rumus tingkatan energi osilator
11. Rumus energi total osilator
12. Rumus energi total osilator untuk sejumlah  $3N$  osilator
13. Persamaan kapasitas termal pada volume tetap
14. Persamaan kapasitas termal pada limit temperatur rendah
15. Rumus energi total sistem
16. Rumus energi total sistem menurut Debye
17. Rumus untuk rapat keadaan
18. Rumus kapasitas termal menurut Debye
19. Bentuk akhir rumus kapasitas termal

#### Modul 3

#### FAKTA

- |               |          |
|---------------|----------|
| 1. Richardson | 5. Fermi |
| 2. Dushman    | 6. Dirac |
| 3. Maxwell    | 7. Boch  |
| 4. Boltzmann  |          |

## KONSEP

1. Struktur kristal dan elektron konduksi
2. Celah energi
3. Fungsi distribusi Fermi Dirac
4. Massa efektif elektron
5. Dua tipe elektron berdasarkan ikatan kuat dan lemah
6. Logam bila dipanaskan
7. Struktur pita
8. Struktur listrik bahan
9. Struktur pita logam dan nonlogam
10. Struktur pita semikonduktor
11. Emisi termionik

## PROSEDUR

1. Prosedur struktur kristal
2. Keadaan elektron dalam kristal
3. Langkah-langkah medan listrik untuk menggerakkan elektron
4. Terjadinya bentuk gelombang yang dipantulkan dari atom
5. Terjadinya bentuk gelombang berjalan
6. Analisis persamaan schrodinger dilakukan oleh Bloc

## PRINSIP

1. Hamburan partikel
2. Persamaan Schrodinger untuk elektron bebas dalam 1 dimensi
3. Rumus energi kinetik 3 dimensi
4. Rumus kerapatan elektron
5. Persamaan fungsi distribusi Fermi Dirac
6. Rumus kecepatan grup
7. Persamaan gerak elektron dalam medan listrik
8. Rumus Kerapatan arus elektron  $j$  yang terpancar dari permukaan logam pada temperatur  $T$ .

## KOMENTAR HUBUNGAN ANTARA TIK, MATERI DAN TM

Hubungan antara TIK, materi dan soal tugas mandiri dikatakan sesuai apabila: butir soal tugas mandiri mengacu kepada TIK dan butir soal tugas mandiri sesuai dengan materi.

### MODUL 1.

TIK a Tidak dapat diukur karena tidak ada soal yang mengujinya.

TIK b terdapat dua soal yaitu No. 1 dan No. 3 Hubungan antara TIK b. Materi dan soal adalah sesuai.

TIK c terdapat tujuh soal yaitu: soal No. 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9. Hubungan antara TIK c, materi dan soal adalah sesuai.

TIK d Hanya memuat satu soal yaitu soal No. 48. Hubungan antara TIK d, materi dan soal No. 48 sudah sesuai.

TIK e Memuat enam soal yaitu soal No. 10, 11, 13, 14 dan 49. Hubungan antara TIK e, materi dan soal adalah sesuai.

TIK f Memuat soal No. 15 dan No. 16  
Hubungan antara TIK f. Materi dan soal adalah sesuai

TIK g Memuat soal No. 17 dan No. 38  
Hubungan antara TIK g, materi dan soal adalah sesuai

### MODUL 2.

TIK a Memuat enam buah soal yaitu soal No. 21, 22, 23, 24, 31 dan No. 33.  
Hubungan antara TIK a, materi dan soal adalah sesuai.

- TIK b Hanya memuat satu soal yaitu soal No. 20  
Hubungan antara TIK b, materi dan soal adalah sesuai.
- TIK c Memuat tujuh buah butir soal yaitu: Soal No. 18, 19, 25, 32, 50, 51 dan 53.  
Hubungan antara TIK c, materi dan soal adalah sesuai.
- TIK d Hanya memuat satu soal yaitu soal No. 29.  
Hubungan antara TIK d, materi dan soal adalah sesuai.
- TIK e Memuat empat buah soal yaitu soal No. 26, 27, 28, dan 52.  
Hubungan antara TIK e, materi dan soal adalah sesuai.
- TIK f Hanya memuat satu soal yaitu soal No. 30.  
Hubungan antara TIK f, materi dan soal adalah sesuai.
- TIK g Tidak dapat diukur karena tidak ada soal yang mengujinya.

### MODUL 3.

- TIK a Memuat dua buah soal yaitu No. 37 dan 54.  
Hubungan antara TIK a, materi dan soal adalah sesuai.
- TIK b Memuat dua buah soal yaitu No. 39 dan 40.  
Hubungan antara TIK b, materi dan soal adalah sesuai.
- TIK c Memuat tiga buah soal yaitu soal No. 35, 41 dan 60.  
Hubungan antara TIK c, materi dan soal adalah sesuai.
- TIK d hanya memuat satu soal yaitu soal No. 36.  
Hubungan antara TIK d, materi dan soal adalah sesuai
- TIK e Memuat dua buah soal yaitu soal No. 34 dan 58.  
Hubungan antara TIK e, materi dan soal adalah sesuai.

TIK f Tidak dapat diukur karena tak ada soal yang mengujinya.

TIK g Mempunyai dua buah soal yaitu soal No. 44 dan 55.  
Hubungan antara TIK g, materi dan soal adalah sesuai.

TIK h Memuat dua butir soal yaitu soal No. 42 dan 56.  
Hubungan antara TIK g, materi dan soal adalah sesuai

TIK i Mempunyai enam butir soal yaitu No. 43, 45, 46, 47, 57, dan 59.  
Hubungan antara TIK i, materi dan soal adalah sesuai.

UNIVERSITAS TERBUKA

## BAB VI

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### A. Kesimpulan Penelitian

Kesimpulan yang dapat diambil dari hubungan antara TIK, materi pelajaran dan soal-soal tugas mandiri matakuliah Fisika Zat Padat adalah

1. Soal-soal Tugas Mandiri sudah mengacu pada TIK.
2. Soal-soal Tugas Mandiri sudah sesuai dengan Materi pelajaran.
3. Terdapat TIK yang tak dapat diukur karena tidak ada soal yang mengujinya.  
Yaitu modul 1 TIK a, Modul 2 TIK g, dan modul 3 TIK f.
4. Pada satu TIK terdapat dua kata kerja dan dua objek sehingga perlu dibuat menjadi dua buah TIK, hal ini terdapat pada modul 1: TIK b, TIK c, TIK e; pada modul 3: TIK c, TIK d dan TIK f.

#### B. Saran-saran

Saran penulis setelah membaca Buku Materi Pokok Fisika Zat Padat dan melihat soal tugas mandiri adalah:

1. Kepada Penulis Soal

Berhubung butir soal Tugas Mandiri selain dapat digunakan sebagai latihan oleh mahasiswa, diharapkan butir-butir soal dibuat sesuai dengan kriteria yang diharapkan agar tiap TIK dapat mewakili satu atau beberapa soal.

Karena ada beberapa TIK memuat lebih dari satu kata kerja hendaknya dalam pembuatan soal Tugas Mandiri dibuat lebih spesifik lagi agar satu butir soal mewakili satu TIK yang mempunyai satu kata kerja.

## 2. Kepada Penelaah soal

Karena penelaah soal fungsinya menentukan diterima atau tidaknya butir soal, maka peranannya sangat diperlukan untuk memperhatikan hubungan TIK, materi dan soal tugas mandiri menjadi satu set soal yang baik.

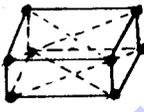
UNIVERSITAS TERBUKA

LAMPIRAN

HUBUNGAN TUGAS MANDIRI DENGAN TUJUAN INSTRUKSIONAL KHUSUS  
DAN MATERI PELAJARAN DALAM MATAKULIAH FISIKA ZAT PADAT

NO. Mod	T I K	NO.	MATERI	NO.	TUGAS MANDIRI
	Setelah menyelesaikan modul ini diharapkan mahasiswa mampu:				
1	a. Menjelaskan perbedaan antara struktur kristal dan struktur amorf. b. Menyebutkan ke-7 sistem kristal serta ke-14 kisi Bravais yang ada.	1.	Kisi-kisi bcc (konsep)	1.	Jarak tetangga terdekat pada kisi bcc, jika panjang rusuknya a, adalah A. a B. $\frac{1}{2} a \sqrt{2}$ C. $\frac{1}{2} a \sqrt{3}$ D. $a \sqrt{3}$
		3.	Sel ortorombik F (konsep)	3.	Sel satuan yang memiliki populasi terbesar adalah A. sel ortorombik F B. sel monoklin C C. sel ortorombik C D. sel tetragonal I
	c. Menyebutkan indeks Miller bidang kristal serta cara menyatakan posisi atom di dalam sel satuan kristal.	2.	Struktur Hcp (konsep)	2.	Kepadatan susunan (struktur) kristal dicapai apabila setiap bola menyentuh pada sebanyak mungkin bola lain. Untuk struktur hcp setiap bola menyentuh bola lain sebanyak A. 4 buah B. 6 buah C. 8 buah D. 12 buah

NO. Mod	T I K	NO.	MATERI	NO.	TUGAS MANDIRI
1		4.	Kisi fcc (konsep)	4.	Daya hasil penjejalan ( ) pada kisi fcc adalah A. 34% B. 52% C. 68% D. 74%
1		5.	Struktur hcp dan struktur fcc (konsep)	5.	Semua pernyataan di bawah ini benar kecuali A. kristal ideal tidak kita dapati di alam. B. kebanyakan benda padatan memiliki susunan mikroskopik berupa polikristal. C. struktur hcp lebih padat dari struktur fcc, sebab struktur $\eta = 74\%$ sedangkan struktur fcc mempunyai $\eta = 68\%$ . D. indeks miller (hkl) tidak hanya menunjukkan satu bidang saja, melainkan menunjukkan semua bidang yang sejajar dengan bidang tersebut.
1		6.	Sistem kristal tetragonal (konsep)	6.	Pada sistem tetragonal, dengan $a = 6A^0$ , $c = 2a$ , maka dhkl dari bidang kristal (124) dari sistem tersebut adalah A. $6A^0$ B. $2A^0$ C. $4A^0$ D. $3A^0$
1		7.	Struktur intan (konsep)	7.	Diketahui Intan (c) berstruktur fcc dengan $a = 2A^0$ . Jika $c = 12$ , maka rapat massa Intan adalah A. $2 \times 10^2 \text{ kg/m}^3$

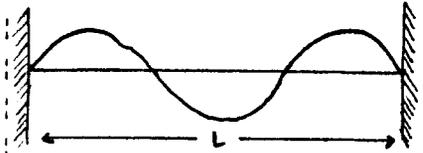
NO.	Mod	T I K	NO.	MATERI	NO.	TUGAS MANDIRI
						<p>B. <math>2 \times 10^3 \text{ kg/m}^3</math></p> <p>C. <math>2 \times 10^4 \text{ kg/m}^3</math></p> <p>D. <math>2 \times 10^5 \text{ kg/m}^3</math></p>
			8.	Sistem kristal ortorombik (konsep)	8.	<p>Struktur kristal dengan sel satuan seperti pada gambar ini memiliki populasi per sel</p>  <p>A. 1</p> <p>B. 2</p> <p>C. 3</p> <p>D. 4</p>
			9.	Sistem kristal kubik (konsep)	9.	<p>Pada sistem kubik dengan rusuk <math>a = 2A^0</math>, jarak terdekat bidang <math>\bar{2} \bar{2} \bar{1}</math> adalah:</p> <p>A. <math>4/3 A^0</math></p> <p>B. <math>3/3 A^0</math></p> <p>C. <math>2/3 A^0</math></p> <p>D. <math>1/3 A^0</math></p>
		d. Memberi deskripsi mengenai struktur kristal yang terpenting	48.	Struktur Cs Cl (prinsip)	48.	<p>Struktur Zn S sama dengan struktur dari Cs Cl</p> <p><u>sebab</u></p> <p>Kedua-duanya memiliki struktur fcc dimana pada Zn S setiap titik tertentu diisi ion-ion <math>\text{Zn}^{++}</math> dan <math>\text{S}^{=}</math> sedangkan pada struktur Cs Cl setiap titik diisi oleh ion-ion <math>\text{Cs}^+</math> dan <math>\text{Cl}^-</math>.</p>
		e. Menyebutkan dan menurunkan hukum-hukum yang berlaku dalam difraksi sinar X	10.	Posisi titik (konsep)	10.	<p>Diketahui vektor translasi kisi biasa <math>\vec{a} = a\hat{i}</math>, <math>\vec{b} = b\hat{j}</math>, <math>\vec{c} = c\hat{k}</math>, dimana <math>\hat{i}</math>, <math>\hat{j}</math> dan <math>\hat{k}</math> adalah vektor satuan kartesian. Jika <math>\vec{A}</math>, <math>\vec{B}</math>, <math>\vec{C}</math> adalah vektor kisi baliknya maka</p>

NO. Mod	T I K	NO.	MATERI	NO.	TUGAS MANDIRI
					<p>A. <math>\vec{A} = \frac{1}{2} \hat{i}</math>, <math>\vec{B} = \frac{1}{2} \hat{j}</math> dan <math>\vec{C} = \frac{1}{2} \hat{k}</math>.</p> <p>B. <math>\vec{A} = 2 \hat{i}</math>, <math>\vec{B} = 2 \hat{j}</math> dan <math>\vec{C} = 2 \hat{k}</math></p> <p>C. <math>\vec{A} = 2 \pi \hat{i}</math>, <math>\vec{B} = 2 \pi \hat{j}</math> dan <math>\vec{C} = 2 \pi \hat{k}</math></p> <p>D. <math>\vec{A} = 2 \pi^2 \hat{i}</math>, <math>\vec{B} = 2 \pi^2 \hat{j}</math> dan <math>\vec{C} = 2 \pi^2 \hat{k}</math></p>
1		11.	Sistem kristal kubik (konsep)	11.	<p>Kristal dalam sistem kubik (<math>a = 3\text{\AA}</math>) disinari dengan sinar X dengan panjang gelombang <math>1,5\text{\AA}</math>. Besarnya sudut <math>\theta</math> di mana terjadi interferensi maksimum ordo ke 2 oleh bidang (111) adalah</p> <p>A. <math>22^\circ</math></p> <p>B. <math>30^\circ</math></p> <p>C. <math>45^\circ</math></p> <p>D. <math>60^\circ</math></p>
1		12.	Hukum Bragg (konsep)	12.	<p>Pada hukum Bragg, refleksi ordo ke <math>n</math> oleh bidang (hkl) sama dengan refleksi ordo ke 1 oleh</p> <p>A. bidang <math>\frac{h}{n}, \frac{k}{n}, \frac{l}{n}</math></p> <p>B. bidang <math>((n-1)h, (n-1)k, (n-1)l)</math></p> <p>C. bidang <math>((n+1)h, (n+1)k, (n+1)l)</math></p> <p>D. bidang <math>(nh, nk, nl)</math></p>
1		13.	Faktor hamburan atom $F_a$ (konsep)	13.	<p>Interferensi yang terjadi di kawasan atom dapat diperhitungkan dengan</p> <p>A. faktor hamburan atom <math>f_a</math></p>

NO.	Mod	T I K	NO.	MATERI	NO.	TUGAS MANDIRI
						B. Faktor struktur geometris F C. faktor struktur kisi S D. faktor sel satuan
1			14.	Hukum Bragg (prinsip)	14.	Hukum Bragg adalah $2d \sin \theta = n\lambda$ , maka bidang (330) adalah merupakan bi- dang refleski A. ordo ke 3 dari bidang (001) B. ordo ke 3 dari bidang (330) C. ordo ke 3 dari bidang (011) D. ordo ke 3 dari bidang (110)
1			49.	Hukum Bragg (prinsip)	49.	Suatu kristal tertentu jika $F_{hkl} = 0$ , maka bidang-bidang (hkl) di dalam stru- ktur kristal tersebut tidak menghasil- kan difraksi <u>sebab</u> Intensitas yang mestinya ada menurut hukum Bragg ternyata hilang
1	f.	Menyebutkan kelima ikatan kristal yang ada	15.	Energi ikat kristal (konsep)	15.	Titik lebur zat A lebih tinggi dari titik lebur zat B dan titik lebur zat B lebih tinggi dari zat C, maka A. zat C mempunyai energi ikat paling kecil B. zat A mempunyai energi ikat paling kecil C. energi ikat zat A lebih kecil dari zat B D. energi ikat zat C lebih besar dari zat B
			16.	Ikatan logam (konsep)	16.	Jika dalam suatu ikatan terjadi pemi- likan bersama sejumlah elektron antara atom-atom kristal, maka ikatan terse-

NO.	Mod	T I K	NO.	MATERI	NO.	TUGAS MANDIRI
						but adalah jenis ikatan A. ionik B. kovalen C. logam D. hidrogen
1		g. Menerangkan ikatan ionik dalam kristal NaCl	17.	ikatan ionik (konsep)	17.	Jarak pisah ion Na dan Cl dalam keadaan setimbang adalah $2,81\text{\AA}$ . Jika $\alpha = 1,748$ dan $n = 9$ , maka besarnya energi ion di dalam kristal garam dapur adalah A. $0,27 \cdot 10^{-18}$ joule B. $1,27 \cdot 10^{-18}$ joule C. $2,27 \cdot 10^{-19}$ joule D. $3,27 \cdot 10^{-19}$ joule
3			38.	Dua tipe elektron berdasarkan ikatan kuat dan ikatan lemah (konsep)	38.	Di dalam ikatan ... terjadi penyerahan total elektron dari atom yang satu ke atom yang lain A. kovalen B. ionik C. logam D. van der Waals
		Sesudah mempelajari modul ini, Anda diharapkan dapat:				
2		a. Menurunkan persamaan kisi kisi satu dimensi pada kristal	21.	Persamaan gelombang stasioner (prinsip)	21.	Getaran kisi pada kristal satu dimensi dengan syarat batas biasa besarnya cepat rambat gelombang di daerah frekuensi kontinu adalah A. $v = \frac{\omega \cdot a}{2}$

NO.	Mod	T I K	NO.	MATERI	NO.	TUGAS MANDIRI
						$B. v = \frac{\sqrt{\omega_m \cdot a}}{2}$ $C. v = \sqrt{\omega_m \cdot a}$ $D. v = \omega_m \cdot a$
2			22.	Persamaan gerak untuk sel-sel atom (prinsip)	22.	<p>Getaran kisi pada kristal satu dimensi dengan syarat batas biasanya cepat rambat gelombang di daerah frekuensi kontinu jika jarak kedua atom <math>a = 3\text{Å}</math>, massa atom <math>4 \cdot 10^{-24}</math> gram dan konstanta pegas <math>32 \text{ N/m}</math> adalah</p> <p>A. <math>1,6 \cdot 10^5 \text{ m/s}</math>            B. <math>1,2 \cdot 10^4 \text{ m/s}</math>            C. <math>0,9 \cdot 10^4 \text{ m/s}</math>            D. <math>0,8 \cdot 10^3 \text{ m/s}</math></p>
2			23	Persamaan nilai Eigen (prinsip)	23.	<p>Jika pada getaran kisi kristal satu dimensi dan memberikan nilai Eigen <math>k = \frac{\pi}{L}</math> maka bilangan kuantum <math>n</math> yang cocok adalah</p> <p>A. <math>n = 1</math>            B. <math>n = 2</math>            C. <math>n = 3</math>            D. <math>n = 4</math></p>

NO. Mod	T I K	NO.	MATERI	NO.	TUGAS MANDIRI
2		24.	Persamaan gelombang stasioner (prinsip)	24.	<p>Jika dua buah gelombang <math>Y_1 = A \sin(2\pi ft + kx)</math> bergerak dalam arah yang berlawanan pada sumbu x maka akan dihasilkan gelombang stasioner dengan persamaan</p> <p>A. <math>Y = 2A \sin^2(2\pi ft + kx)</math></p> <p>B. <math>Y = 2A \sin(2\pi ft + kx)</math></p> <p>C. <math>Y = 2A \sin 2\pi ft \cdot \cos kx</math></p> <p>D. <math>Y = 2A \sin 2\pi ft \cdot \cos 2kx</math></p>
2		31.	Persamaan nilai Eigen (prinsip)	31.	<p>Gambar</p>  <p>Jika panjang gelombang yang diperbolehkan nilai Eigen seperti pada gambar maka nilai Eigen tersebut adalah</p> <p>A. <math>k = \frac{2\pi}{3.L}</math></p> <p>B. <math>k = \frac{4\pi}{2L}</math></p> <p>A. <math>k = \frac{2\pi}{3.L}</math></p> <p>B. <math>k = \frac{4\pi}{2L}</math></p>

NO.	T I K	NO.	MATERI	NO.	TUGAS MANDIRI
2		33.	Getaran kisi-kisi (prinsip)	33.	Pada kristal satu dimensi dengan syarat batas biasa, yang disebut Vektor translasi adalah A. panjang rantai atom-atom B. jarak antara dua atom C. gaya antara dua atom D. pergeseran posisi atom
2	b. Menjelaskan ciri-ciri dari berbagai ragam getaran kisi	20.	Persamaan gerak untuk semua atom (prinsip)	20.	Modulus elastisitas suatu kristal $E = 3,6 \cdot 10^{11}$ dyne/cm <sup>3</sup> . Jika konstanta pegasnya = $8,64 \text{ n/m}^2$ , maka jarak antara atom-atomnya adalah A. $2,20 \text{ \AA}$ B. $3,60 \text{ \AA}$ C. $2,40 \text{ \AA}$ D. $4,86 \text{ \AA}$
	c. Menjelaskan adanya frekuensi absorpsi suatu kristal pada daerah frekuensi infra merah disebabkan karena getaran kisi	18.	Syarat-syarat cabang akustik (konsep)	18.	Dalam cabang akustik untuk daerah $k \rightarrow 0$ mempunyai harga frekuensi A. rendah sesuai dengan gelombang infra merah B. tinggi sesuai dengan gelombang infra merah C. rendah sesuai dengan gelombang bunyi D. tinggi sesuai dengan gelombang bunyi
2.		19.	Syarat-syarat cabang akustik (konsep)	19.	Jika pada kristal dwi atom dengan massa $m$ dan $M$ di mana $m < M$ dan $\alpha$ merupakan konstanta pegas maka untuk $k = \frac{\alpha}{2b}$ (b, adalah jarak gugus atom yang

NO. Mod	T I K	NO.	MATERI	NO.	TUGAS MANDIRI
					<p>sama) cabang akustiknya mempunyai frekuensi</p> <p>A. <math>b \sqrt{\frac{2\alpha}{M}}</math>      C. <math>\sqrt{\frac{2\alpha}{M}}</math></p> <p>B. <math>b \sqrt{\frac{2\alpha}{a}}</math>      D. <math>\sqrt{\frac{2\alpha}{a}}</math></p>
2		25.	Persamaan gerak untuk semua atom (prinsip)	25.	<p>Modulus elastisitas kristal <math>E = 3 \cdot 10^{11}</math> dyne/cm<sup>2</sup>. Jarak atom-atomnya <math>a = 3 \text{ \AA}</math> dan massa atom = <math>6 \cdot 10^{-24}</math> gram. Panjang gelombang maksimum sinar infra merah yang diserap oleh kristal adalah</p> <p>A. <math>\approx 6 \text{ \AA}</math>      C. <math>\approx 18 \text{ \AA}</math>            B. <math>\approx 12,5 \text{ \AA}</math>      D. <math>\approx 25 \text{ \AA}</math></p>
2		32.	Syarat-syarat cabang optik (prinsip)	32.	<p>Cabang optik menyatakan bahwa getaran dua atom yang berbeda dalam kristal dwi atom mempunyai beda fasa</p> <p>A. 0            B. <math>\pi/4</math>            C. <math>\pi/2</math>            D. <math>\pi</math></p>
2		50.	Getaran kisi-kisi (konsep)	50.	<p>Pada daerah frekuensi terlarang kisi kristal tidak dapat dilalui oleh gelombang</p> <p><u>sebab</u></p> <p>Di daerah tersebut frekuensinya terlalu rendah untuk gelombang bunyi</p>
2		51.	Persamaan gelombang stasioner (prinsip)	51.	<p>Pada kristal satu dimensi dengan syarat batas, untuk bilangan kuantum <math>n =</math></p>

NO.	Mod	T I K	NO.	MATERI	NO.	TUGAS MANDIRI
						<p>N/2 akan menghasilkan gelombang stasioner</p> <p><u>sebab</u></p> <p>Untuk <math>n = N/2</math> pada kristal tersebut akan menghasilkan panjang gelombang terpendek yaitu <math>\lambda = 2a</math>.</p>
			33.	Getaran kisi-kisi (konsep)	53.	<p>Di daerah terlarang sinar infra merah akan terabsorpsi tetapi tidak bisa menggetarkan atom-atom kristal</p> <p><u>sebab</u></p> <p>Sinar infra merah mempunyai frekuensi yang tidak sesuai dengan frekuensi daerah terlarang.</p>
2	d.	Menunjukkan hubungan antara kapasitas termal dengan temperatur menurut einstein	29.	Persamaan kapasitas panas pada volumen tetap (prinsip)	29.	<p>Jika kapasitas panas diturunkan dari <math>\left[ \frac{\partial E}{\partial T} \right]_V</math> dan untuk model Einstein</p> $c_v = 3Nk \frac{\theta^2}{T^2} \frac{\exp(-\frac{\theta}{T})}{(\exp(\frac{\theta}{T}) - 1)^2} \text{ dan } \theta = \frac{\hbar\omega}{k}$ <p>Maka E sama dengan</p> <p>A. <math>E = \frac{1}{\hbar\omega} + \frac{\exp(-\frac{\theta}{T})}{(\exp(\frac{\theta}{T}) - 1)^2}</math></p> <p>B. <math>E = \frac{3}{2} \hbar\omega + \frac{\exp(-\frac{\theta}{T})}{(\exp(\frac{\theta}{T}) - 1)}</math></p>

NO.	Mod	T I K	NO.	MATERI	NO.	TUGAS MANDIRI
						$C. E = \frac{1}{2} \hbar \omega + \frac{\theta k}{\left(\exp\left(\frac{\theta}{T}\right) - 1\right)}$ $D. E = \frac{1}{2} \hbar \omega + \frac{\theta^2 k}{\left(\exp\left(\frac{\theta}{T}\right) - 1\right)^2}$
2		e. Menjelaskan kelemahan-kelemahan yang terdapat dalam model Einstein	26.	Persamaan kapasitas termal pada limit temperatur rendah (prinsip)	26.	<p>Gambar</p> <p>Kapasitas panas suatu zat dinyatakan dalam bentuk grafik seperti di atas, maka <math>c_v</math> dapat dinyatakan dalam fungsi</p> <p>A. <math>c_v = 0,075 T^2 + 0,6 T^2</math></p> <p>B. <math>c_v = 0,075 T^3 + 0,6 T^2</math></p> <p>C. <math>c_v = 0,075 T^3 + 0,6 T</math></p> <p>D. <math>c_v = 7,5 T^3 + 6 T^2</math></p>
2			27.	Persamaan momentum fonon (prinsip)	27.	Jika frekuensi fonon $3 \cdot 10^{14}$ 1/s, maka momentum fonon adalah

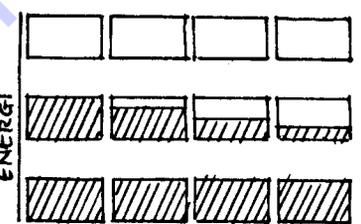
NO.	T I K	NO.	MATERI	NO.	TUGAS MANDIRI
					A. $6,63 \cdot 10^{-24}$ kg m/s
					B. $12,43 \cdot 10^{-28}$ kg m/s
					C. $18,96 \cdot 10^{-19}$ kg m/ss
					D. $24,36 \cdot 10^{-19}$ kg m/s
2		28.	Persamaan gerak osilator (prinsip)	28.	Model Einstein didasarkan atas pemikiran bahwa osilator-osilator harmonik di dalam kristal bergetar A. secara bebas dengan berbagai macam frekuensi B. secara terikat dengan satu macam frekuensi C. secara bebas dengan satu macam frekuensi D. secara terikat dengan berbagai macam frekuensi
2		52.	Kapasitas panas pada volume tetap (konsep)	52.	Kelemahan teori kapasitas panas model Einstein adalah terletak pada limit temperatur rendah <u>sebab</u> Untuk suhu rendah $T \rightarrow 0$ , harga $C_v \rightarrow \infty$ yang tidak sesuai dengan hasil eksperimen.
2	f. Menjelaskan perbaikan teori kapasitas termal yang dikemukakan oleh Debye, yang dikenal dengan model Debye.	30.	Persamaan kapasitas termal menurut Debye (prinsip)	30.	Model Debye untuk kapasitas pada suhu rendah A. sesuai dengan hasil eksperimen B. sesuai dengan hukum Dulong dan Petit C. sesuai dengan model Einstein D. tidak sesuai dengan hasil eksperimen

NO.	Mod	T I K	NO.	MATERI	NO.	TUGAS MANDIRI
3		Setelah mempelajari modul ini Anda diharapkan dapat:				
	a.	Menerangkan timbulnya potensial periodik dalam kristal.	37.	Struktur pita semikonduktor (konsep)	37.	Kristal semikonduktor bersuhu 0 k. (nol kelvin) A. pita konduksinya penuh B. pita konduksinya $\frac{1}{2}$ penuh C. pita konduksinya kosong D. pita valensinya kosong
			53.	Massa efektif elektron (konsep)	54.	Menurut Hukum Newton, tentang persamaan gerak dalam medan listrik dapat disimpulkan bahwa percepatan elektron sebanding terbalik dengan medan listrik yang menimbulkannya. <u>sebab</u> Besarnya massa efektif elektron dapat ditentukan oleh turunan pertama dari energi kinetik elektron terhadap bilangan gelombang k.
3.	b.	Menggambarkan bentuk potensial periodik dalam kristal	39.	Rumus kerapatan elektron (prinsip)	39.	Jika gelombang berdiri dengan persamaan $\Psi = \exp\left(\frac{i\pi x}{a}\right) + \exp\left(\frac{-i\pi x}{a}\right)$ maka kerapatannya adalah A. $\rho \propto 2\cos\left(\frac{x\pi}{a}\right)^2$ B. $\rho \propto 2\sin\left(\frac{\pi x}{a}\right)^2$ C. $\rho \propto \cos^2\left(\frac{\pi x}{a}\right)^2$

NO.	Mod	T I K	NO.	MATERI	NO.	TUGAS MANDIRI
						D. $\rho a \sin^2 \left( \frac{\pi x}{a} \right)$
3			40.	Rumus kerapatan elektron (prinsip)	40.	Jika $\rho_1$ adalah kerapatan elektron dari persamaan $\psi = e^{a \frac{i\pi x}{a}} + e^{a \frac{-i\pi x}{a}}$ dan $\rho_2$ adalah kerapatan dari persamaan elektron $\psi = e^{a \frac{i\pi x}{2}} + e^{a \frac{-i\pi x}{2}}$ , maka di daerah $x = \frac{a}{2}$ <p>A. <math>\rho_1 &gt; \rho_2</math></p> <p>B. <math>\rho_1 &lt; \rho_2</math></p> <p>C. <math>\rho_1 = \rho_2 = \frac{1}{2}</math></p> <p>D. <math>\rho_1 = \rho_2 = 1</math></p>
3		c. Menjelaskan konsep elektron hampir bebas yang terdapat dalam logam dan bahan lain, serta peranannya dalam proses hantaran listrik.	35.	Persamaan Schroedinger untuk elektron dalam 1 dimensi (prinsip)	35.	Brook menghitung perbandingan harga massa efektif dan massa elektron bebas untuk $K = 0,94$ dan $N_a = 0,98$ . Maka perbandingan massa efektif $N_a$ adalah <p>A. 1,042</p> <p>B. 1,087</p> <p>C. 0,959</p> <p>D. 0,920</p>
3			41.	Terjadinya bentuk gelombang berjalan (prosedur)	41.	Dua gelombang berjalan dengan masing-masing $\psi = e^{a \frac{i\pi x}{a}}$ dan $\psi = e^{a \frac{-i\pi x}{a}}$ membentuk

NO.	Mod	T I K	NO.	MATERI	NO.	TUGAS MANDIRI
						<p>dua gelombang berbeda, satu di antaranya adalah</p> <p>A. <math>\psi (-) = 2 \cos \left( \frac{\pi x}{a} \right)</math></p> <p>B. <math>\psi (+) = 2 \sin \left( \frac{\pi x}{a} \right)</math></p> <p>C. <math>\psi (-) = 2i \sin \left( \frac{\pi x}{a} \right)</math></p> <p>D. <math>\psi (+) = 2i \cos \left( \frac{\pi x}{a} \right)</math></p>
3			60.	Struktur pita logam dan non logam (konsep)	60.	<p>Di dalam logam, elektron-elektron dapat bergerak dengan bebas.</p> <p><u>sebab</u></p> <p>Struktur pita logam menunjukkan adanya pita yang tidak seluruhnya penuh.</p>
3		d. Menjelaskan hubungan antara energi elektron dengan bilangan gelombangnya serta menerangkan arti fisisnya.	36.	Persamaan energi kinetik elektron dalam 3 dimensi (prinsip)	36.	<p>Jika k adalah bilangan gelombang dan E energi kinetik elektron di dalam logam maka hubungan antara E dan k adalah</p> <p>A. <math>E = \frac{k^2 h^2}{2m}</math></p> <p>B. <math>E = \frac{k^2 h^2}{2m}</math></p> <p>C. <math>E = \frac{kh}{2\pi 2m}</math></p> <p>D. <math>E = \frac{[hk]^2}{2\pi m}</math></p>

NO.	Mod	T I K	NO.	MATERI	NO.	TUGAS MANDIRI
3		e. Menjelaskan terjadinya struktur pita dengan memakai konsep fisika modern.	34.	Celah energi (konsep)	34.	Jika lebar energi pada suhu 300 K dari Si = 1,14 eV dan Ge = 0,67 eV, maka dapat disimpulkan A. Si merupakan isolator B. Ge merupakan konduktor C. konduktivitas intrinsik Si lebih besar dari Ge D. konduktivitas intrinsik Ge lebih besar dari Si
3			58.	Struktur pita semikonduktor (konsep)	58.	Logam alkali adalah merupakan semikonduktor yang baik. <u>sebab</u> Pada logam alkali tingkat s menyebar membentuk pita lebar dan merupakan pita yang terisi penuh.
3		f. Melukiskan struktur pita energi berbagai bahan dan menjelaskan arti fisiknya				--
		g. Menerangkan perbedaan antara distribusi Maxwell Boltzmann dan distribusi Fermi-Dirac.	42.	Persamaan fungsi distribusi Fermi-Dirac (prinsip)	42.	Fungsi Fermi-Dirac mempunyai kesamaan dengan fungsi distribusi Maxwell-Boltzmann jika energi total elektron E memenuhi syarat A. $\frac{E-E_f}{kT} \gg 1$ B. $\frac{E-E_f}{kT} \ll 1$ C. $\frac{E-E_f}{kT} = 1$ D. $E \ll kT$

NO.	Mod	T I K	NO.	MATERI	NO.	TUGAS MANDIRI
3			55.	Fungsi distribusi Fermi-Dirac (konsep)	55.	Untuk gas elektron distribusi Maxwell-Boltzmann tidak berlaku dan yang berlaku adalah distribusi Fermi-Dirac. <u>sebab</u> Untuk elektron berlaku larangan Pauli yang memberi syarat bahwa elektron dianggap sebagai partikel identik yang tidak dapat dibedakan.
3		h. Menjelaskan hubungan struktur pita dengan sifat listrik bahan.	44.	Struktur pita (konsep)	44.	Gambar  <p>Gambar di atas merupakan pita energi dimana bagian yang diarsir berarti terisi elektron, maka yang menyatakan pita energi isolator adalah</p> <p>A. pita 1 B. pita 2 C. pita 3 D. pita 4</p>
3			56.	Struktur pita semikonduktor (konsep)	56.	Pada semikonduktor elektron lebih mudah berpindah ke pita energi di atasnya bila dibandingkan dengan pada isolator. <u>sebab</u>

NO.	Mod	T I K	NO.	MATERI	NO.	TUGAS MANDIRI
						Pada semikonduktor celah energi atau energi gap lebih sempit dari pada celah energi pada isolator.
3		i. Menerapkan teori pita ini untuk menerangkan beberapa gejala fisis.	43.	Rumus kerapatan elektron (prinsip)	43.	Orang yang berhasil merumuskan kerapatan elektron yang terpancar dari permukaan logam pada temperatur T adalah A. Fermi B. Brook C. Kamble D. Richardson dan Dushman
3			45.	Persamaan Egergi kinetik elektron dalam 3 dimensi (prinsip)	45.	Elektron yang lebih mudah terpancar dari permukaan logam adalah elektron yang mempunyai energi A. kinetik kecil B. potensial negatif C. kinetik besar D. potensial besar
3			46.	Rumus kerapatan arus elektron yang terpancar dari permukaan logam pada temperatur T (prinsip)	46.	logam Ni mempunyai fungsi kerja 4,6 eV dan konstanta $A = 30 \text{ Ampere}/(\text{cm-deg})^2$ . Jika logam tersebut dipanasi sampai 600 K, maka kerapatan arus elektron $j$ yang terpancar dari permukaan logam tersebut adalah A. $8,285 \cdot 10^{-8} \text{ coulumb}/(\text{cm}^2 \text{ s})$ B. $4,626 \cdot 10^{-12} \text{ coulumb}/(\text{cm}^2 \text{ s})$ C. $3,878 \cdot 10^{-19} \text{ coulumb}/(\text{cm}^2 \text{ s})$ D. $2.685 \cdot 10^{32} \text{ coulumb}/(\text{cm}^2 \text{ s})$

UNIVERSITAS TERBUKA