

## LAMPIRAN

### Lampiran 1. Surat Keterangan Penelitian Sekolah



**PEMERINTAH PROVINSI JAWA TIMUR  
DINAS PENDIDIKAN  
SEKOLAH MENENGAH ATAS NEGERI 1  
GAMBIRAN**

*Jalan Sriwijaya Nomor 11 ☎ (0333) 397448 Fax 0333-397448, Email: smangambiran@yahoo.co.id,*

**Banyuwangi**

☎ 68486

### SURAT KETERANGAN

No. 422/ 490 /101.6.7.4/ 2022

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : **Dra. Addiniyah**  
NIP : **19620913 198703 2 006**  
Pangkat/Gol : **Pembina Tk.I, IV/b**  
Jabatan : **Kepala**  
Unit Kerja : **SMA Negeri 1 Gambiran**

Menerangkan dengan sebenarnya bahwa :

Nama : **Rohmat Agus Setiawan**  
NIM : **1813031026**  
Jurusan : **Kimia**  
Program Studi : **Pendidikan Kimia**  
Judul Penelitian : **Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis  
Augmented Reality Pada Materi Teori Atom  
Mekanika Kuantum**

Nama tersebut diatas benar-benar telah melakukan penelitian di SMA Negeri 1 Gambiran Kabupaten Banyuwangi mulai tanggal 19 - 30 September 2022.

Demikian surat keterangan ini untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Gambiran, 30 September 2022  
Kepala  
  
**Dra. ADDINIYAH**  
NIP. 19620913 198703 2 006

## Lampiran 2a. Lembar Validasi Materi

**ANGKET VALIDASI MATERI MEDIA PEMBELAJARAN BERBASIS *AUGMENTED REALITY* PADA MATERI TEORI ATOM MEKANIKA KUANTUM**

Nama Ahli :  
Instansi :

**PETUNJUK PENGISIAN**

1. Berilah tanda centang (√) pada kolom skor yang sesuai dengan masing indikator pada tabel di bawah dengan kriteria penilaian sebagai berikut:

SB	Sangat Baik	Bernilai 4
B	Baik	Bernilai 3
K	Kurang	Bernilai 2
SK	Sangat Kurang	Bernilai 1

2. Jika terdapat penilaian lain yang belum tercantum dalam tabel angket di bawah, mohon Bapak/Ibu memberikan masukan berupa kritik/saran pada kolom yang tersedia

No.	Indikator Penilaian	Butir Penilaian	Skor Penilaian			
			SK	K	B	SB
<b><i>Desain Pembelajaran</i></b>						
1	Tujuan Pembelajaran	Kesesuaian materi dengan SK dan KD				√
		Kesesuaian Materi dengan Tujuan Pembelajaran				√
2	Penekanan Pembelajaran	Penekanan aktivitas peserta didik dalam pengoperasian aplikasi pada saat pembelajaran berlangsung (sesuai dengan RPP)				√
3	Fleksibilitas aplikasi	Fleksibilitas penggunaan aplikasi dalam berbagai sistem pembelajaran			√	
4	Kesesuaian materi	Kesesuaian materi dengan aplikasi AR yang telah dikembangkan			√	
5	Tata Bahasa	Tata bahasa yang termuat baik di dalam aplikasi maupun buku materi dalam penyampaian informasi mengenai materi				√
<b><i>Materi</i></b>						
6	Isi Materi	Konsep berpikir yang disajikan dalam materi				√
		Kejelasan simbol-simbol dalam materi yang disajikan				√
		Kejelasan gambar-gambar dalam materi yang disajikan				√

		Ketepatan materi yang disajikan dalam buku materi				√
		Kesesuaian materi yang disajikan dalam aplikasi dengan materi yang terdapat dalam buku materi			√	
7	Keruntutan Materi	Penyajian materi dari materi prasyarat menuju materi inti				√
8	Kelengkapan Evaluasi	Petunjuk Pengerjaan soal dalam aplikasi dan dalam buku materi				√
		Kualitas soal				√
<b>TOTAL</b>						

#### Kritik dan Saran

1. Kurang fleksibel, dan diharapkan bisa dibuka di laptop
2. Jenis hurufnya, agar lebih jelas dan menarik
3. Perlu ditambah gambar-gambar yang bisa bergerak, kalau memungkinkan

#### Kesimpulan:

Media Pembelajaran *Augmented Reality* Pada Materi Teori Atom Mekanika Kuantum ini dinyatakan \*):

- a. Layak untuk diujicobakan di lapangan tanpa revisi
- b. Layak untuk diujicobakan di lapangan dengan revisi
- c. Tidak layak diujicobakan

Singaraja, 21 September 2022  
Validator



(Dr. I Nyoman Tika, M.Si...)  
NIP.196312311989031026

## Lampiran 2b. Lembar Validasi Media

**ANGKET VALIDASI MEDIA MEDIA PEMBELAJARAN BERBASIS *AUGMENTED REALITY* PADA MATERI TEORI ATOM MEKANIKA KUANTUM**

Nama Ahli :  
Instansi :

**PETUNJUK PENGISIAN**

1. Berilah tanda centang (✓) pada kolom skor yang sesuai dengan masing indikator pada tabel di bawah dengan kriteria penilaian sebagai berikut:

SB	Sangat Baik	Bernilai 4
B	Baik	Bernilai 3
K	Kurang	Bernilai 2
SK	Sangat Kurang	Bernilai 1

2. Jika terdapat penilaian lain yang belum tercantum dalam tabel angket di bawah, mohon Bapak/Ibu memberikan masukan berupa kritik/saran pada kolom yang tersedia

No.	Indikator Penilaian	Butir Penilaian	Skor Penilaian			
			SK	K	B	SB
<b>Desain Media</b>						
1	Kesesuaian Media	Kesesuaian media terhadap pencapaian kompetensi pembelajaran				✓
2	Desain Tampilan	Pemilihan warna <i>interface</i> dari aplikasi			✓	
		Pemilihan warna tampilan dari buku panduan dan materi			✓	
		Tata letak dari isi dalam aplikasi				✓
		Tata letak dari isi dalam buku panduan dan materi				✓
3	Teks	Kejelasan font teks yang digunakan				✓
		Tata letak dan ukuran teks yang terdapat dalam aplikasi				✓
		Tata letak dan ukuran teks yang terdapat dalam buku panduan dan materi				✓
4	Kualitas Gambar	Kejelasan Objek 3 Dimensi				✓
		Rasio ukuran gambar-gambar dengan layar penuh aplikasi				✓
		Kecepatan respon kamera terhadap munculnya objek 3 dimensi ketika kamera digunakan untuk memindai marka/ <i>tracker</i>				✓
		Desain marka/ <i>tracker</i>			✓	

5	Tombol Navigasi	Tampilan tombol Navigasi (mulai tombol <i>home</i> , KD, AR <i>Camera</i> , Materi, <i>Quiz</i> , dan tombol-tombol <i>download</i> )				✓
		Tata letak tombol Navigasi				✓
		Kecepatan respon akses <i>scene</i> ketika tombol ditekan				✓
6	Buku Panduan dan Materi	Kejelasan Prosedur Penggunaan aplikasi dalam buku panduan				✓
		Kemudahan penggunaan buku panduan				✓
<b>Software</b>						
7	Pengoperasian	Kelancaran dalam pengoperasian aplikasi				✓
		Kemudahan dalam pengoperasian aplikasi				✓
		Tingkat Interaktivitas aplikasi				✓
<b>TOTAL</b>						

**Kritik dan Saran**

1. Cover dibuat / didesain lebih futuristik
2. Cover belakang juga diin' informasi buku ini disubai Biodata penulis
3. Daftar isi dibuat penulisan lebih rapi
4. Konsistensi margin
5. Letakan gambar
6. Glosarium

**Kesimpulan:**

Media Pembelajaran *Augmented Reality* Pada Materi Teori Atom Mekanika Kuantum ini dinyatakan \*):

- a. Layak untuk diujicobakan di lapangan tanpa revisi
- b. Layak untuk diujicobakan di lapangan dengan revisi
- c. Tidak layak diujicobakan

..... 2022

Ahli Media,



Dr. I Komang Sudarma, S. Pd. M. Pd

NIP. 19720920 200121001

## Lampiran 3a. Angket Praktisi I

**ANGKET KEPRAKTISAN MEDIA PEMBELAJARAN BERBASIS AUGMENTED  
REALITY PADA MATERI BENTUK MOLEKUL**

Nama Praktisi : Astuti, S.Pd

Instansi : SMAN 1 Gambiran

**PETUNJUK PENGISIAN**

1. Berilah tanda centang (✓) pada kolom skor yang sesuai dengan masing indikator pada tabel di bawah dengan kriteria penilaian sebagai berikut:

SS	Sangat Setuju	Bernilai 4
S	Setuju	Bernilai 3
K	Kurang	Bernilai 2
TS	Tidak Setuju	Bernilai 1

2. Jika terdapat penilaian lain yang belum tercantum dalam tabel angket di bawah, mohon Bapak/Ibu memberikan masukan berupa kritik/saran pada kolom yang tersedia

No.	Indikator Penilaian	Butir Penilaian	Skor Penilaian			
			TS	K	S	SS
<b>Persiapan</b>						
1	Aplikasi	Tutorial proses pemasangan ( <i>install</i> ) aplikasi mudah dipahami				✓
		Proses pemasangan ( <i>install</i> ) aplikasi mudah dilakukan				✓
2	Modul	Modul fleksibel dan mudah diakses ( <i>softcopy</i> dan <i>hardcopy</i> )				✓
		Komponen dalam modul dari <i>cover</i> depan hingga belakang sudah lengkap				✓
		RPP contoh yang ditampilkan dalam modul sudah sesuai				✓
3	Waktu dan Biaya	Waktu untuk persiapan penggunaan perangkat sudah mencukupi			✓	
		Biaya yang diperlukan untuk menggunakan perangkat terjangkau			✓	
<b>Implementasi</b>						
4	Aplikasi	Aplikasi mudah dioperasikan			✓	
		Konten aplikasi dapat menunjang pembelajaran				✓
		Materi dalam aplikasi sudah sesuai dengan modul dan RPP				✓
		Respon aplikasi terutama kamera AR sudah baik				✓

5	Modul	Modul mudah digunakan				✓
		Sub materi yang ditampilkan sudah jelas				✓
		Desain modul menarik				✓
<b>TOTAL</b>						

**Kritik dan Saran**

Gambiran 29 September 2022

Praktisi

  
Astuti S.Pd

## Lampiran 3b. Angket Praktisi II

**ANGKET KEPRAKTISAN MEDIA PEMBELAJARAN BERBASIS AUGMENTED  
REALITY PADA MATERI BENTUK MOLEKUL**

Nama Praktisi : *GIRINANTO, S. Pd.*

Instansi : *SMAN 1 GAMBIRAN*

**PETUNJUK PENGISIAN**

1. Berilah tanda centang (✓) pada kolom skor yang sesuai dengan masing indikator pada tabel di bawah dengan kriteria penilaian sebagai berikut:

SS	Sangat Setuju	Bernilai 4
S	Setuju	Bernilai 3
K	Kurang	Bernilai 2
TS	Tidak Setuju	Bernilai 1

2. Jika terdapat penilaian lain yang belum tercantum dalam tabel angket di bawah, mohon Bapak/Ibu memberikan masukan berupa kritik/saran pada kolom yang tersedia

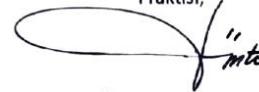
No.	Indikator Penilaian	Butir Penilaian	Skor Penilaian			
			TS	K	S	SS
<b>Persiapan</b>						
1	Aplikasi	Tutorial proses pemasangan ( <i>install</i> ) aplikasi mudah dipahami			✓	
		Proses pemasangan ( <i>install</i> ) aplikasi mudah dilakukan			✓	
2	Modul	Modul fleksibel dan mudah diakses ( <i>softcopy</i> dan <i>hardcopy</i> )				✓
		Komponen dalam modul dari <i>cover</i> depan hingga belakang sudah lengkap				✓
		RPP contoh yang ditampilkan dalam modul sudah sesuai				✓
3	Waktu dan Biaya	Waktu untuk persiapan penggunaan perangkat sudah mencukupi			✓	
		Biaya yang diperlukan untuk menggunakan perangkat terjangkau				✓
<b>Implementasi</b>						
4	Aplikasi	Aplikasi mudah dioperasikan				✓
		Konten aplikasi dapat menunjang pembelajaran			✓	
		Materi dalam aplikasi sudah sesuai dengan modul dan RPP				✓
		Respon aplikasi terutama kamera AR sudah baik				✓

5	Modul	Modul mudah digunakan				✓
		Sub materi yang ditampilkan sudah jelas				✓
		Desain modul menarik				✓
		<b>TOTAL</b>				

**Kritik dan Saran**

*Gambiran, 29 Sept. 2022*

Praktisi,



GIRINANTO, S.Pd.  
NIP. 196407041990011003.

Lampiran 4. *Script Code* yang digunakan dalam pengembangan aplikasi

1. Code untuk mengelola “*Scene*”

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
using UnityEngine.SceneManagement;

public class ManageScene : MonoBehaviour
{
    public void LoadToScene(string sceneName)
    {
        SceneManager.LoadScene(sceneName);
    }
}
```

2. Code untuk memunculkan *Popup* informasi

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;

public class PopUp : MonoBehaviour
{
    public GameObject popup;
    public bool aktif;
    // Start is called before the first frame update
    void Start()
    {
    }

    void OnMouseDown()
    {
        popup.SetActive(aktif);
    }

    // Update is called once per frame
    void Update()
    {
    }
}
```

3. Code untuk mendownload RPP

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;

public class URL : MonoBehaviour
{
    public void DownloadRPP()
    {
        Application.OpenURL("https://drive.google.com/file/d/1HnjxH
```

```

        toW2M7GCuy8At1kFXzqlq4MHRoG/view?usp=sharing");
    }
}

```

#### 4. Code untuk mendownload Panduan

```

using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
//buku panduan
public class URL2 : MonoBehaviour
{
    public void DownloadBukupanduan()
    {
        Application.OpenURL("https://drive.google.com/file/d/18Fzd0
3drI_h0Nymz45YknWHyKrnqx33G/view?usp=sharing");
    }
}

```

#### 5. Code untuk mendownload Marka

```

using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;

public class URL1 : MonoBehaviour
{
    public void DownloadMarka()
    {
        Application.OpenURL("https://drive.google.com/file/d/1AX73o
-eRIdXUJJttfZo981jLwkFilGb7/view?usp=drivesdk");
    }
}

```

#### 6. Code untuk pengaturan jawaban Quiz

```

using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
using UnityEngine.UI;

public class jawaban : MonoBehaviour
{
    public GameObject feed_benar, feed_salah;
    // Start is called before the first frame update
    void Start()
    {
    }

    public void jawabanya(bool jawaban)
    {
        if (jawaban)
        {
            int Score = PlayerPrefs.GetInt("Score")+10;
            PlayerPrefs.SetInt("Score", Score);
        }
    }
}

```

```

        gameObject.SetActive(false);
        transform.parent.GetChild(gameObject.transform.GetSiblingIndex() + 1).gameObject.SetActive(true);
    }

    // Update is called once per frame
    void Update()
    {
    }
}

```

#### 7. Code untuk pemberian score

```

using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
using UnityEngine.UI;
public class score : MonoBehaviour
{
    // Start is called before the first frame update
    void Start()
    {
        PlayerPrefs.SetInt("Score", 0);
    }

    // Update is called once per frame
    void Update()
    {
        GetComponent<Text>().text =
        PlayerPrefs.GetInt("Score").ToString();
    }
}

```

#### 8. Code untuk menggeser dan memperbesar ukuran teks atau gambar

```

using UnityEngine;
using UnityEngine.EventSystems;

public class PinchToZoomAndShrink : MonoBehaviour,
IPointerDownHandler, IPointerUpHandler {
    private bool _isDragging;
    private float _currentScale;
    public float minScale, maxScale;
    private float _temp;
    private float _scalingRate = 2;

    private void Start() {
        _currentScale = transform.localScale.x;
    }

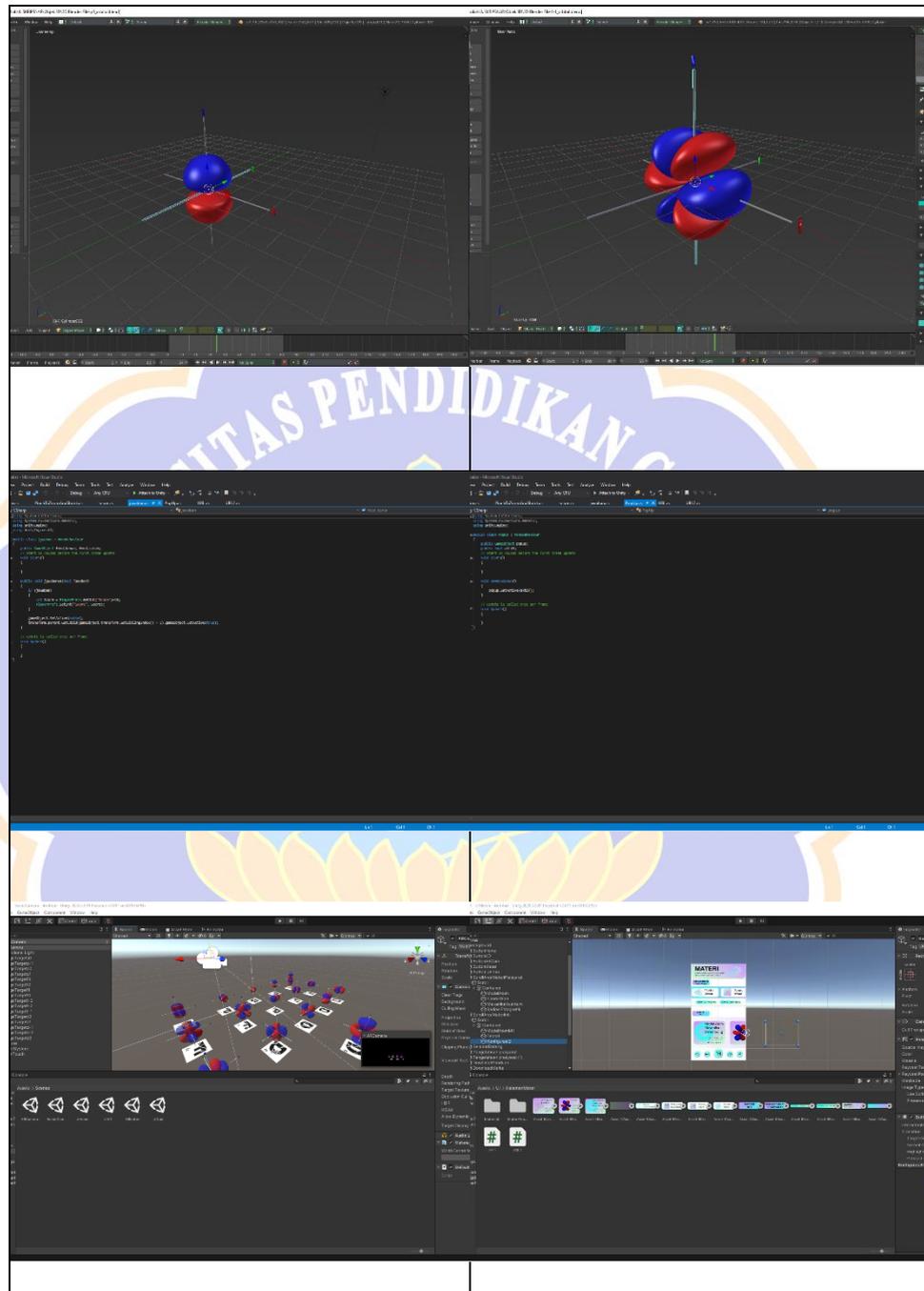
    public void OnPointerDown(PointerEventData eventData) {
        if (Input.touchCount == 1) {
            _isDragging = true;
        }
    }
}

```



## Lampiran 5. Dokumentasi Penelitian

### a. Kegiatan pengembangan



**b. Kegiatan pengujian**



Lampiran 6. Modul Buku Panduan & Materi Pembelajaran

Panduan AR & materi Pembelajaran

# AUGMENTED REALITY

Teori Atom Mekanika Kuantum  
Orbital - Konfigurasi Elektron



ROHMAT AGUS S.

# DAFTAR ISI

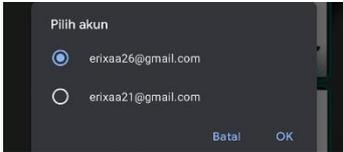
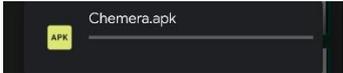
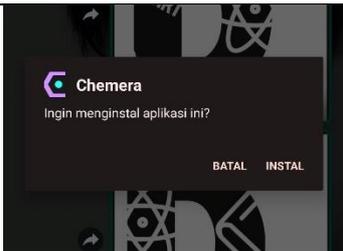
Cover .....	i
Daftar Isi .....	ii
Panduan Media AR .....	1
A. Prosedur Instalasi.....	1
B. Tombol-tombol Utama.....	3
C. Halaman Utama .....	4
D. Halaman KD.....	5
E. Halaman <i>AR Camera</i> .....	5
F. Halaman Materi.....	6
G. Halaman <i>Quiz</i> .....	7
H. Marka <i>AR</i> .....	8
Materi Pembelajaran .....	10
A. Pengetahuan Prasyarat .....	10
B. Pengetahuan Inti .....	15
Glossarium.....	22
RPP Contoh	
Kisi-kisi Pembuatan Soal	
Contoh Soal <i>Test</i>	

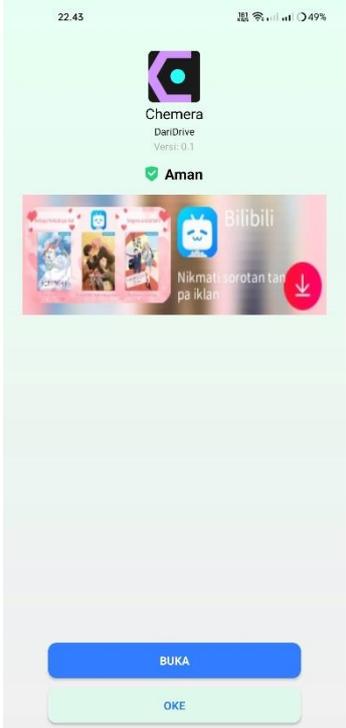
# PANDUAN MEDIA AR

## PENDAHULUAN

Media pembelajaran berupa aplikasi *Augmented Reality* yang dikembangkan merupakan aplikasi yang memuat beberapa halaman seperti halaman utama, KD, *AR Cam*, materi, dan *quiz*. Dalam aplikasi AR terdapat cuplikan materi yang termuat di dalam buku ini. Sehingga penggunaan aplikasi ini dapat disesuaikan dengan kebutuhan pembelajaran di kelas. Guru dapat menggunakan aplikasi ini baik dalam sistem pembelajaran dalam jaringan (*online*) maupun secara tatap muka (*offline*), namun disarankan untuk menggunakannya secara tatap muka agar pemberian instruksi dan proses interaksi dengan peserta didik dapat berjalan lebih lancar. Buku panduan dan materi ini dapat diakses melalui aplikasi yang akan dijelaskan pada bagian halaman materi.

### A. PROSEDUR INSTALASI

No.	Langkah	Dokumentasi
1	Langkah pertama buka <i>link</i> Google Drive yang telah disediakan. Sebelum bisa diakses, <i>user</i> harus menyediakan internet dan juga akun <i>gmail</i> . Atau jika sudah tersedia, maka langsung <b>instal</b> aplikasi yang sudah tersedia (langkah 4).	
2	Langkah kedua setelah internet dan akun <i>gmail</i> terpenuhi, maka akan muncul <i>pop up</i> seperti gambar disamping, hal tersebut menunjukkan bahwa aplikasi sedang dipersiapkan untuk diunduh.	
3	Langkah ketiga, tunggu proses pengunduhan hingga selesai.	
4	Langkah keempat, setelah proses pengunduhan telah selesai, maka akan muncul <i>pop up</i> baru berupa pertanyaan untuk menginstal aplikasi. Pada tahap ini pilih tombol <b>instal</b> .	

No.	Langkah	Dokumentasi
5	Langkah kelima setelah proses instalasi berhasil maka akan diarahkan ke halaman pemindaian keamanan aplikasi (beberapa <i>device</i> tidak terdapat tahap ini) klik buka setelah dinyatakan aman untuk menuju proses selanjutnya.	
	Langkah keenam adalah proses pemberian izin penggunaan kamera. Setelah aplikasi dibuka maka akan muncul <i>splash screen</i> lalu diikuti <i>pop up</i> seperti gambar disamping. Pilih tombol hanya kali ini untuk melanjutkan.	
	Aplikasi berhasil dibuka. Beberapa <i>device</i> terdapat gap batas atas dan batas bawahnya. Hal itu dikarenakan perbedaan rasio ukuran layar masing-masing <i>device</i> . Pengembang masih belum bisa menyelesaikan masalah ini.	

Serangkaian proses instalasi aplikasi dapat ditonton di YouTube dengan link berikut:

<https://www.youtube.com/watch?v=73c0zam0TEw>

## B. TOMBOL-TOMBOL UTAMA

### 1. Tombol *Halaman utama*

Tombol *halaman utama* merupakan tombol untuk menuju ke halaman utama, terdapat di sebelah pojok kiri bawah berlogo rumah dan tersebar di seluruh halaman termasuk halaman *AR Camera* (di halaman *AR Camera* tombol halaman utama terletak di sebelah pojok kiri atas). Informasi yang terdapat pada tombol halaman utama adalah sebagai berikut:

- Universitas peneliti
- Jurusan Peneliti
- Tentang Aplikasi
- Profil Dosen Pembimbing Penelitian (Dosen 1 dan 2)
- Profil Peneliti/Mahasiswa
- Ucapan terimakasih kepada pihak-pihak yang terkait dengan penelitian pengembangan media ini



### 2. Tombol KD

Tombol KD merupakan tombol untuk mengakses informasi mengenai KD, terletak disebelah kanan tombol *Halaman utama*. Simbol dari tombol ini merupakan huruf KD yang jika ditekan akan menuju halaman dengan informasi:

- Kompetensi dasar
- Tombol Download RPP



### 3. Tombol *AR Camera*

Tombol *AR Camera* adalah tombol untuk membuka kamera. Logo dari tombol ini adalah kamera dengan huruf AR yang berada tepat ditengah bawah (sebelah tombol KD). Jika ditekan maka *User Interface* dari aplikasi akan berganti kamera secara *fullscreen*. Tidak terdapat informasi yang ditampilkan kecuali hanya tomnol Halaman utama dan ketika diarahkan ke marka maka akan muncul informasi mengenai orbital.



#### 4. Tombol Materi

Tombol materi berada di sebelah kanan tombol *AR Camera* yang memiliki logo buku. Tombol ini jika ditekan akan memunculkan halaman materi yang berisikan informasi mengenai:

- Pengetahuan prasyarat
- Materi inti
- Tombol download marka
- Tombol download buku materi dan panduan penggunaan media AR



#### 5. Tombol Quiz

Tombol Quiz berada di sebelah kanan tombol materi yang memiliki logo *checklist*. Tombol ini mengarahkan ke halaman quiz singkat mengenai materi yang ada di dalam aplikasi.



### C. HALAMAN UTAMA

Halaman utama adalah halaman yang pertama kali ditampilkan ketika mengakses aplikasi. Pada halaman ini terdiri dari beberapa informasi mengenai universitas, jurusan, profil, dan lainnya. Banyaknya informasi tersebut termuat kebawah sehingga jika ingin menampilkan profil, geser ke bawah layar halaman utama bagian tengah.

Beberapa informasi akan ditampilkan jika menekan tombol tertentu. Berikut merupakan rincian tombol dengan informasi yang akan ditampilkan pada halaman utama (selain tombol-tombol berikut, informasi lain ditampilkan secara langsung dan tidak perlu menekan tombol tertentu).



No.	Informasi	Tombol
1	Profil Dosen 1	
2	Profil Dosen 2	
3	Profil Mahasiswa	

## D. HALAMAN KD

Halaman KD ditujukan untuk memuat informasi terkait dengan kompetensi dasar yang akan dicapai dengan menggunakan aplikasi yang dikembangkan. Di dalam halaman ini terdapat informasi berupa 2 kompetensi dasar materi teori atom mekanika kuantum (3.3 dan 3.4), dan juga RPP yang telah dibuat oleh pengembang. Dalam penggunaannya RPP yang disediakan hanya merupakan contoh saja dan bisa dimodifikasi sesuai dengan sistem pembelajaran. Untuk mengakses RPP tersebut diperlukan jaringan internet, karena disediakan tombol *download* dengan gambar tombol seperti di bawah ini.

**DOWNLOAD RPP**



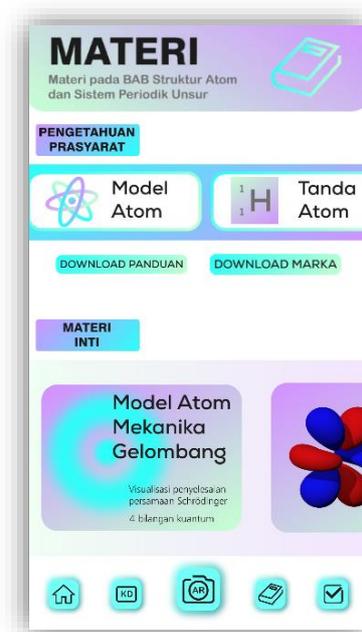
## E. HALAMAN AR CAMERA

Halaman AR kamera berisi tampilan seperti kamera biasanya. Pada halaman ini hanya terdapat 1 tombol yaitu tombol halaman utama saja. Penggunaannya adalah dengan cara memindai marka yang tersedia (marka dapat diunduh pada halaman materi), lalu akan muncul aset 3 dimensi berupa orbital-orbital.

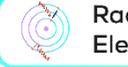
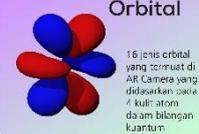


## F. HALAMAN MATERI

Halaman materi memuat informasi mengenai materi yang dikembangkan yaitu seputar teori atom mekanika kuantum. Pada halaman ini terdapat 2 jenis *scroller* yaitu dibawah Pengetahuan Prasyarat dan di bawah pengetahuan inti. *Scroller* yang pertama memuat beberapa tombol terkait dengan materi-materi prasyarat yang jika ditekan akan memunculkan informasi singkat mengenai materi prasyarat tersebut. Pada *scroller* yang kedua terdapat 3 tombol materi utama yang ketika ditekan akan memunculkan materi-materi inti. Untuk menutup informasi-informasi tersebut dapat dilakukan dengan menekan tombol tutup dengan simbol tanda silang (pada bagian kanan atas).



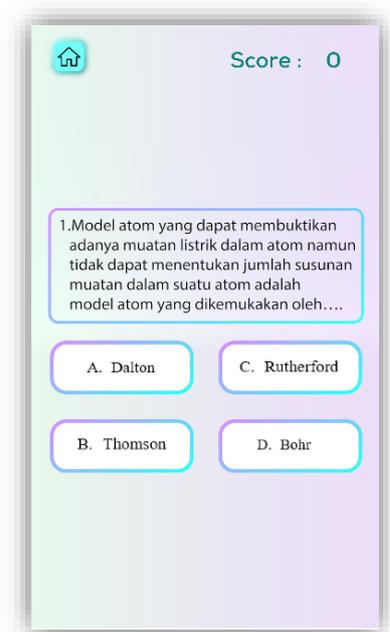
Pada halaman materi juga terdapat tombol untuk *download* buku panduan dan materi yang telah dikembangkan beserta marka yang bisa digunakan untuk menampilkan objek 3 dimensi dengan aplikasi ini. Untuk lebih jelasnya, berikut merupakan tabel tombol-tombol dengan rincian materi yang termuat.

No.	Informasi	Tombol
1	Pengetahuan Prasyarat Model Atom	 Model Atom
2	Pengetahuan Prasyarat Tanda Atom	 Tanda Atom
3	Pengetahuan Prasyarat Mekanika Kuantum	 Mekanika Kuantum
4	Pengetahuan Prasyarat Radiasi Elektromagnetik	 Radiasi Elektromagnetik
5	Pengetahuan Inti Model Atom Mekanika Gelombang	 Model Atom Mekanika Gelombang Visualisasi penyelesaian persamaan Schrödinger 4 bilangan kuantum
6	Pengetahuan Inti Orbital	 Orbital 16 jenis orbital yang terdapat di AR camera yang didasarkan pada kuli atom dan bilangan kuantum

No.	Informasi	Tombol
7	Pengetahuan Inti Konfigurasi Elketron	
8	Download Buku Panduan dan Materi	<a href="#">DOWNLOAD PANDUAN</a>
9	Download Marka	<a href="#">DOWNLOAD MARKA</a>
10	Tombol tutup informasi	

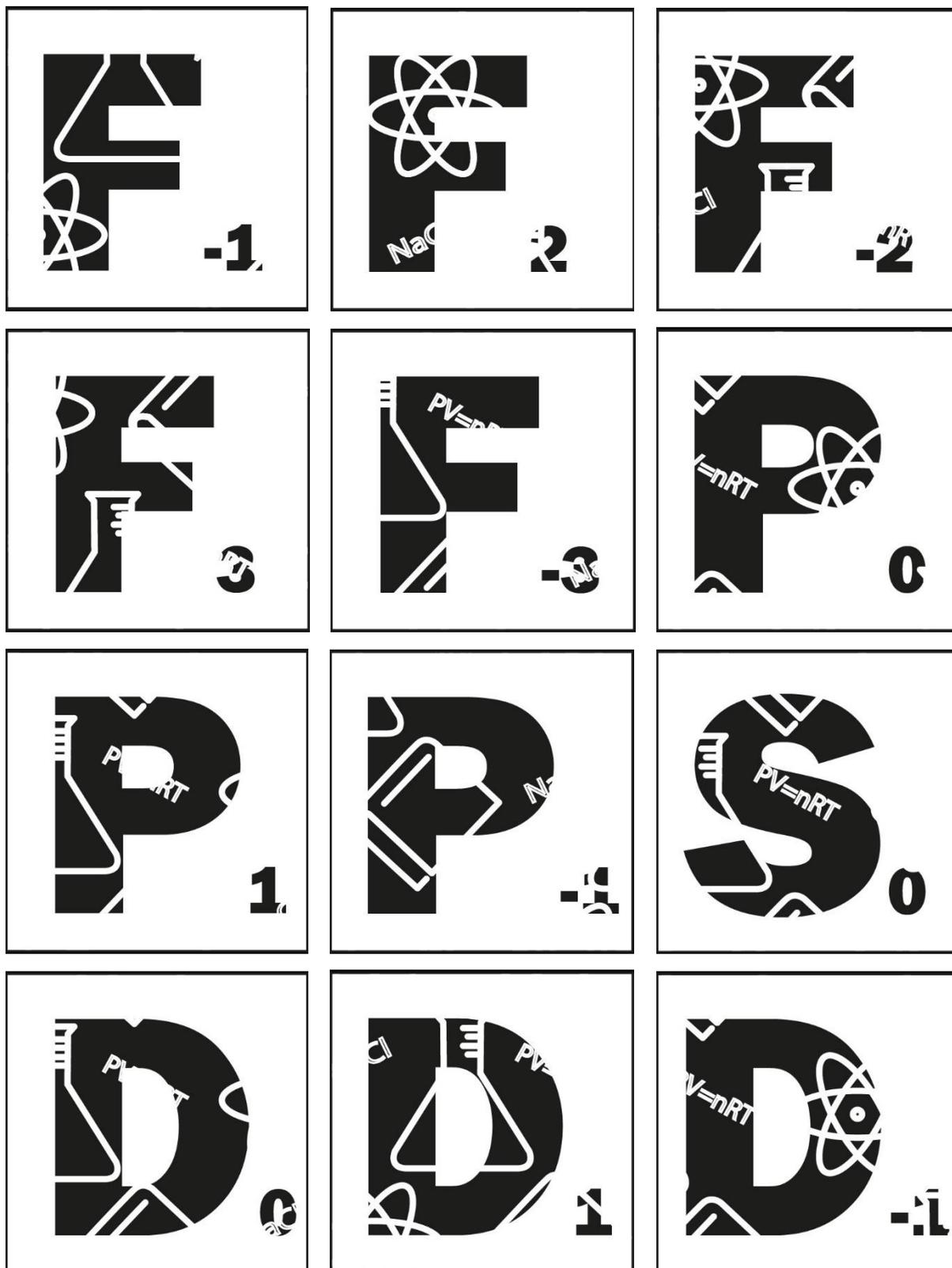
## G. HALAMAN QUIZ

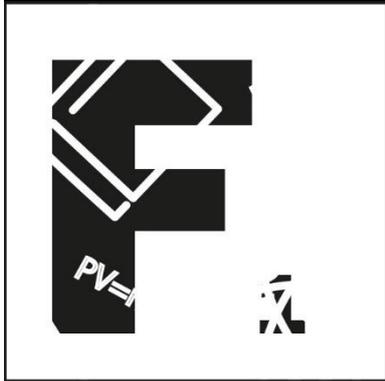
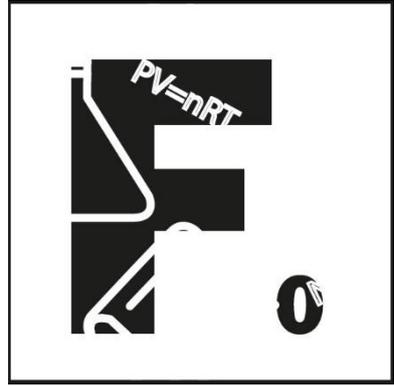
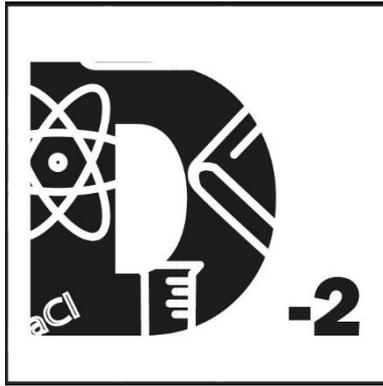
Halaman Quiz memuat 10 soal pilihan ganda yang terkait dengan materi yang disajikan. Setiap soal terdapat 4 pilihan (A, B, C, atau D). Dalam pengerjaanya hanya dapat berurutan dan tidak bisa dikembalikan ke soal sebelumnya. Informasi yang terkandung pada halaman ini berupa *Score* yang ditampilkan setiap menjawab soal (jika jawaban benar maka *score* akan bertambah 10 poin secara otomatis, jika salah maka tidak akan ada penambahan atau pengurangan), soal, jawaban, dan juga 1 tombol kembali ke halaman utama.



## H. MARKA AR

Berikut merupakan daftar marka yang bisa dipindai oleh kamera *Augmented Reality* pada aplikasi ini.





# MATERI

## PENDAHULUAN

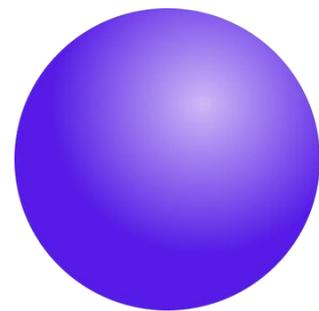
Atom merupakan bagian dari suatu unsur yang paling kecil dan tidak dapat dibagi lagi yang masih memiliki sifat dari unsur tersebut. Contohnya adalah jika suatu logam perak dipotong menjadi dua bagian lalu salah satu dari kedua bagian tersebut dipotong lagi hingga seterusnya, maka bagian yang tidak dapat dipotong lagi adalah atom dari perak tersebut yang sifatnya sama dengan logam perak. Terdapat banyak jenis atom selain perak seperti emas, besi, seng, aluminium, dan lainnya. Banyaknya variasi atom ini didasari oleh komponen penyusun dari atom itu sendiri. Pada Sub BAB ini akan dijelaskan beberapa hal terkait dengan atom dan teori-teori perkembangannya serta berbagai bentuk molekul yang didasarkan pada bentuk orbital.

### A. PENGETAHUAN PRASYARAT

#### 1. Model atom

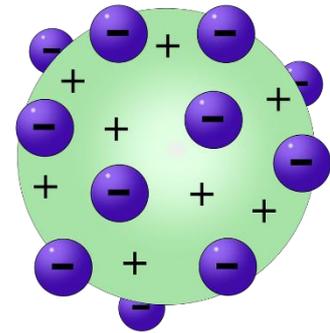
Kajian mengenai atom sudah dimulai dari lima abad sebelum masehi oleh seorang filsuf dari Yunani yang bernama Democritus. Dari kajian tersebut nama dari suatu partikel yang sangat kecil dan tidak dapat dibagi lagi dinamai dengan nama Atom (berasal dari kata *atomos* yang berarti tidak dapat dibagi lagi).

Selanjutnya perkembangan teori atom diawali dengan hipotesis yang dikemukakan oleh **John Dalton** (1766-1844) pada tahun 1803. Teori atom Dalton didasarkan pada dua hukum, yaitu hukum *Lavoisier* atau hukum kekekalan massa dan hukum *Proust* atau hukum susunan tetap. Hipotesisnya menyatakan bahwa “Semua benda terbuat dari atom. Atom-atom tidak dapat dibagi maupun dipecah menjadi bagian lain. Atom-atom tidak dapat dicipta maupun dihancurkan”. Secara visual gambaran atom dalton adalah seperti gambar di samping.



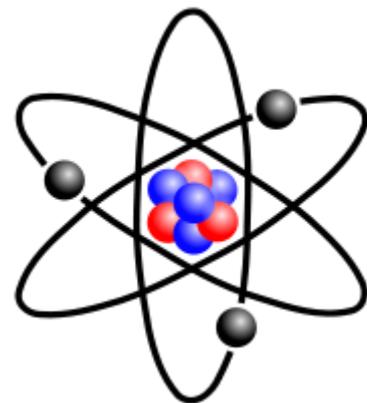
Gambar 1 Model Atom Dalton

Teori atom yang kedua adalah teori atom Thomson yang dikemukakan oleh **Sir Joseph John Thomson** (1856-1940). JJ Thomson melakukan penelitian mengenai sinar dan mendapatkan hasil dimana sinar katode mampu memutar baling-baling yang diletakkan antara katode dan anode. Sehingga Thomson menyimpulkan bahwa sinar katode termasuk ke dalam partikel penyusun atom (partikel subatom) yang memiliki muatan negatif dan sekarang disebut dengan elektron. Hasil dari penelitian tersebut merupakan dasar dari teori atom Thomson yang menyebutkan bahwa “atom sebagai bola masif bermuatan positif yang di dalamnya tersebar elektron sehingga keseluruhannya bersifat netral”.



Gambar 2 Model Atom Thompson

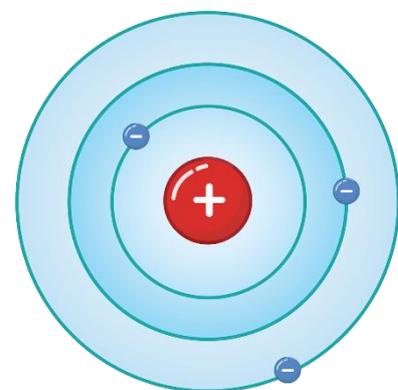
Yang ketiga terdapat teori atom dari **Ernest Rutherford** (1871-1937). Menurutnya terdapat beberapa kelemahan dalam teori atom yang dikemukakan oleh guru dan rekannya sebelumnya (Rutherford merupakan murid dari Thomson). Ia melakukan penelitian mengenai penembakan atom emas dengan partikel alfa yang dipancarkan dengan radioaktif. Hasil dari penelitian tersebut adalah ia menyimpulkan bahwa inti atom yang terkena partikel alfa maka akan terjadi tumbukan yang menyebabkan pembelokan atau pemantulan partikel alfa. Penyebab terjadinya hal itu adalah massa dan muatan atom terpusat pada inti (nukleus). Dengan demikian, Rutherford berpendapat bahwa muatan inti atom sama dengan massa atom dalam sma (satuan massa atom). Teori atom Rutherford



Gambar 3 Model Atom Rutherford

menyatakan “model dimana setiap muatan positif pada atom akan terkonsentrasi di ruang bernama nukleus atau inti atom dan dikelilingi oleh elektron bermuatan negatif yang melintasinya”.

Yang keempat adalah teori atom Bohr yang dikemukakan oleh **Niels Bohr** (1885-1962). Dasar dari munculnya teori ini dikarenakan terdapat kelemahan dalam teori atom sebelumnya yaitu teori atom Rutherford bertentangan dengan teori Elektrodinamika klasik Maxwell. Untuk memperbaiki hal tersebut, Rutherford mengajukan teori atom baru dengan menggunakan teori sebelumnya yang disesuaikan dengan Teori Kuantum Planck. Bohr melakukan



Gambar 4 Model Atom Bohr

percobaan yang menghasilkan elektron-elektron yang mengelilingi inti atom yang terdiri dari Proton dan Neutron dan di lintasan-lintasan tertentu disebut dengan kulit elektron atau tingkat energi, masing-masing elektron dapat berpindah kulit orbital dengan menyerap atau memancarkan energi.

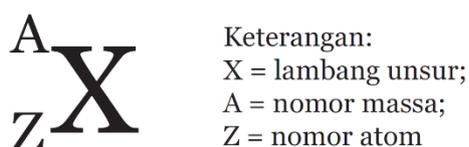
Teori atom yang terakhir adalah teori atom mekanika kuantum. Pembahasan mengenai teori atom yang terakhir terdapat pada materi ini pada bagian B.1 di bawah. Berikut merupakan rangkuman kelebihan dan kekurangan masing-masing teori.

No.	Teori Atom	Kelebihan	Kekurangan
1.	DALTON	Dengan menerapkan Hk. Lavoisier dan Proust berhasil menemukan model atom pertama.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tidak dapat menjelaskan sifat listrik</li> <li>- Tidak dapat menjelaskan perbedaan atom suatu unsur dengan unsur yang lain</li> </ul>
2.	THOMSON	Membuktikan adanya muatan listrik dalam atom	Tidak dapat menentukan jumlah susunan muatan dalam suatu atom
3.	RUTHERFORD	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Menemukan bahwa suatu atom memiliki inti yang bermuatan netral</li> <li>- Membuktikan bahwa elektron melintas diatas inti yang dipisah dengan ruang hampa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tidak dapat menerangkan mengapa elektron yang melintas tidak jatuh ke inti</li> <li>- Konsep kesetabilan gerak elektron yang memancarkan energi ketika bergerak bertentangan dengan teori gelombang elektromagnetik Maxwell</li> </ul>
4.	BOHR	Membuktikan adanya lintasan elektron untuk atom hidrogen	Pembuktian hanya untuk atom dengan elektron tunggal yaitu hidrogen
5.	MEKANIKA KUANTUM	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dapat menjelaskan posisi kebolehjadian ditemukannya elektron</li> <li>- Dapat mengukur perpindahan energi eksitasi dan emisinya</li> </ul>	Hanya dapat diterapkan secara eksak untuk partikel dalam kotak dan atom dengan elektron tunggal

## 2. Tanda atom

Atom memiliki bagian-bagian tertentu walaupun merupakan partikel tunggal yang tidak dapat dibagi lagi. Dasar dari pernyataan tersebut adalah model atom Thompson yang menemukan pertama kali bahwa atom memiliki bagian-bagian seperti proton dan elektron lalu disempurnakan oleh Rutherford yang menyatakan selain proton dan elektron, atom juga memiliki inti. Jumlah dari masing-masing komponen tersebut akan menentukan jenis dari suatu atom.

Yang membedakan antara atom satu dengan yang lainnya adalah jumlah proton yang dimiliki oleh suatu atom. Hal ini didukung dengan adanya fakta percobaan yang dilakukan oleh Henry Moseley tentang sinar X yang menghasilkan data pengaruh jumlah proton yang ditembakkan terhadap frekuensi yang ditembakkannya. Sehingga bila diurutkan maka akan terdapat notasi tertentu untuk mengenali jenis suatu atom. Secara umum penulisan notasi atau tanda atom adalah sebagai berikut.



Gambar 5 Tanda Atom

### 3. Mekanika kuantum

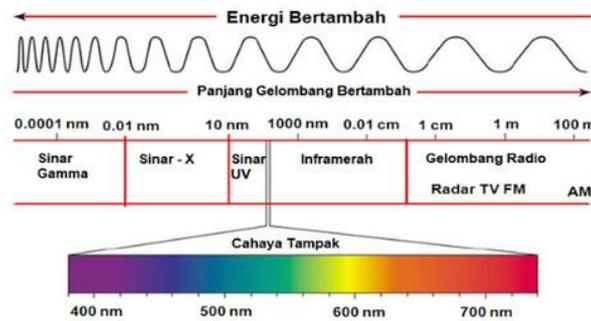
Jika atom dianggap sebagai “suatu benda” terkecil, maka sifatnya pun harus dapat dijelaskan dengan teori-teori yang ada untuk menjelaskan sifat benda-benda yang berukuran besar, atau dikenal sebagai teori fisika klasik atau mekanika klasik. Penjelasan khas mengenai atom baru dapat dilakukan setelah Planck mengemukakan teorinya yaitu teori “*mekanika kuantum*”.

Pemahaman terhadap mekanika kuantum harus didahului oleh konsep tentang gelombang. Gelombang adalah suatu getaran yang merambat, dimana dengan bergetar maka energi diteruskan. Hal-hal yang berkaitan dengan gelombang seperti panjang gelombang ( $\lambda$ ), frekuensi gelombang ( $f$ ), dan amplitudo, akan mempengaruhi besar kecilnya energi yang digunakan untuk menentukan tingkat energi dalam model atom mekanika gelombang.

### 4. Radiasi elektromagnetik

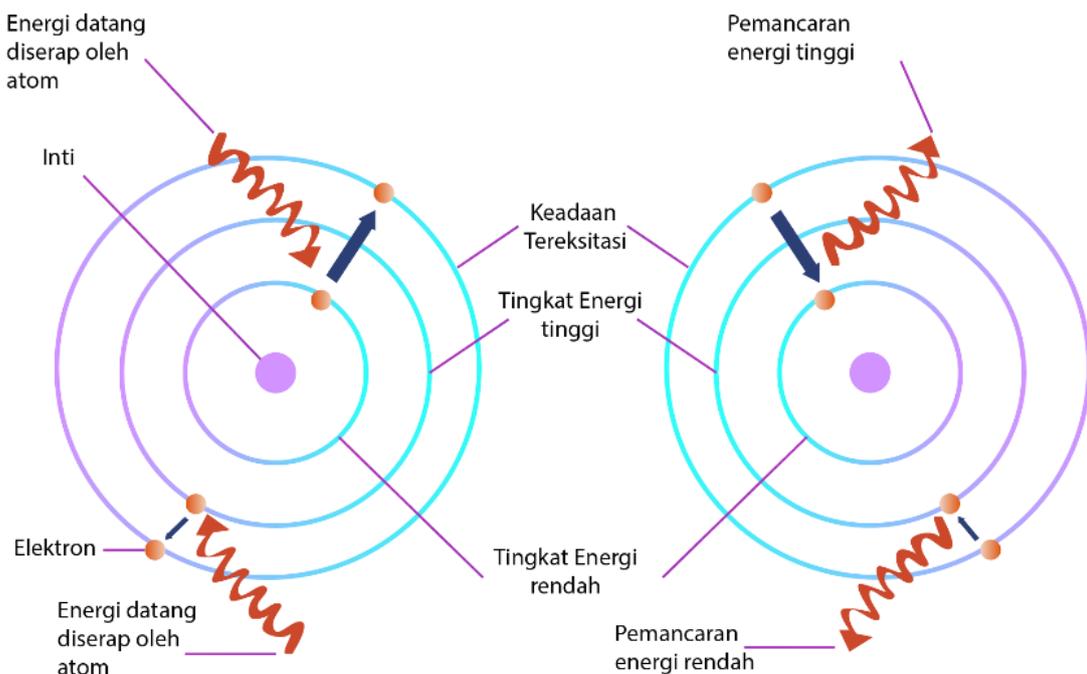
Proses eksitasi elektron atau biasa dikenal sebagai perpindahan elektron dari suatu kulit atom ke kulit atom yang tingkat energinya lebih tinggi disebabkan adanya penyerapan energi (*absorpsi*). Namun ketika elektron berpindah dari kulit dengan tingkat energi tinggi menuju kulit dengan tingkat energi rendah, peristiwa yang terjadi adalah sejumlah energi dipancarkan (*emisi*). Hal ini yang mendasari bahwa apabila suatu unsur dipanaskan maka akan membara dan memancarkan cahaya dengan warna tertentu yang merupakan suatu radiasi gelombang elektromagnetik. Gelombang elektromagnetik adalah gelombang yang

dapat bergerak dengan kecepatan cahaya di ruang hampa seperti sinar matahari, sinar X, gelombang radio, dan lainnya.



Gambar 6 Spektrum Gelombang

Menurut Planck terdapat hubungan antara panjang gelombang dengan energi gelombang tersebut, namun pernyataan tersebut tidak didasarkan pada teori fisika klasik. Menurutnya energi yang dipancarkan atau diserap oleh atom dalam suatu zat hanya dapat dalam bentuk “paket-paket” gelombang tertentu yang disebut dengan “*kuanta*”, tidak seperti teori fisika klasik yang menyatakan bahwa daya serap atau pancaran energi suatu atom adalah tak terbatas. Secara visual jika suatu atom menyerap atau memancarkan energi, maka akan terjadi fenomena eksitasi elektron seperti gambar di bawah ini.

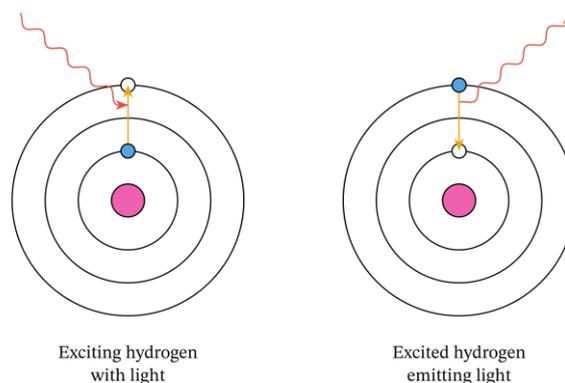


Gambar 7 Peristiwa Eksitasi Eleltron

## B. MATERI INTI

### 1. Model atom mekanika gelombang

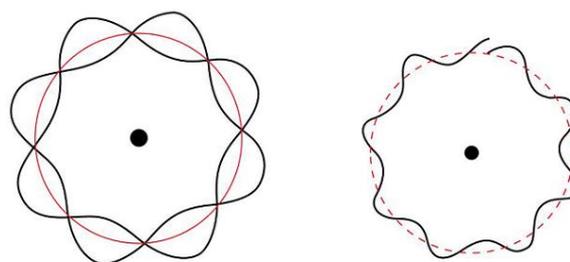
Model atom mekanika gelombang merupakan model perkembangan yang lebih baru daripada teori model-model atom lainnya. Teori model atom mekanika gelombang berhasil menjelaskan keterbatasan dari teori atom sebelumnya yang dikemukakan oleh Niels Bohr. Teori atom Niels Bohr sementara dapat digunakan untuk menjelaskan terjadinya



Gambar 9 Eksitasi Elektron

spektrum pada atom hidrogen dan atom-atom yang memiliki elektron tunggal, namun gagal menjelaskan terjadinya spektrum dari atom yang berelektron banyak. Dengan teori kuantum, Max Planck dapat menjelaskan terjadinya garis spektrum yang beragam, sehingga dapat menjelaskan energi dan gelombang dari suatu atom dengan elektron lebih dari satu. Namun penjelasan tersebut tentu masih menjadikan Teori atom Bohr sebagai dasar, yaitu menurut Niels Bohr terjadinya spektrum warna pada hidrogen adalah dikarenakan peristiwa eksitasi atau perpindahan elektron dari kulit terdalam (energi rendah) ke kulit diluarnya (energi lebih tinggi). Prinsip dari eksitasi elektron adalah ketika dipanaskan, elektron akan menyerap energi yang mengakibatkan perpindahan

elektron ke kulit yang memiliki energi lebih tinggi. Namun karena elektron yang tereksitasi kurang stabil, maka ia akan kembali ke kulit yang sebelumnya. Kembalinya elektron ini ke kulit yang sebelumnya disertai dengan proses pemancaran energi tertentu sehingga

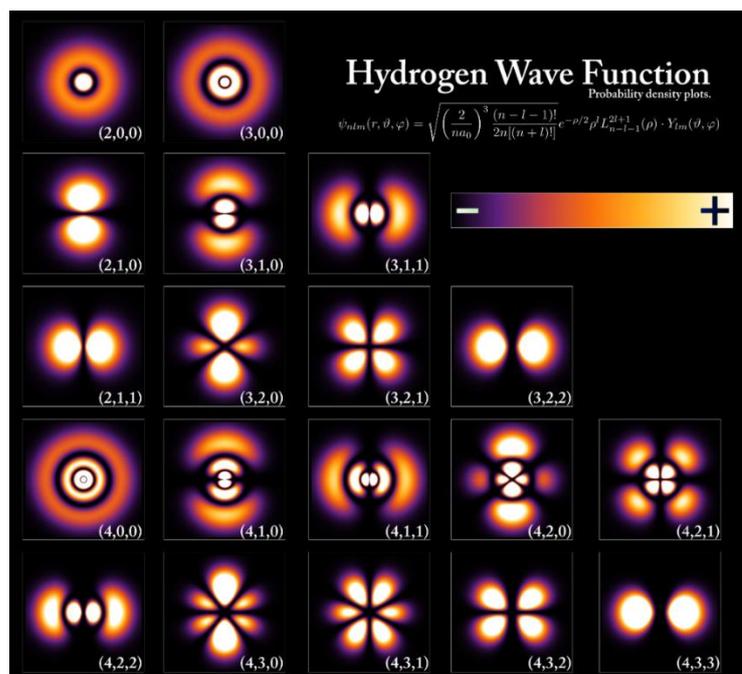


Gambar 8 Visualisasi Persamaan de Broglie

menghasilkan garis-garis warna tertentu berdasarkan panjang gelombangnya. Penjelasan teori yang lebih memuaskan diperoleh dari Louis de Broglie yang mengemukakan hipotesisnya mengenai sifat dualisme materi yaitu, *materi dapat bersifat sebagai partikel*

dan sekaligus dapat memiliki sifat sebagai gelombang. Akibat dari teori ini, maka letak dan kecepatan elektron tidak dapat dipastikan secara bersamaan. Sehingga terdapat prinsip dalam menentukan letak suatu elektron dalam sebuah atom dan dikenal sebagai prinsip **ketidakpastian Heisenberg**. Artinya Louis de Brogile menyatakan bahwa lintasan elektron tidak lagi digambarkan sebagai garis lurus melingkar saja melainkan mengikuti gerak gelombang transversal yang diam dimana keliling orbit elektron merupakan perkalian dari bilangan bulat dengan panjang gelombang.

Selanjutnya Erwin Rudolf Josef Alexander Schrödinger (Schrödinger) menggunakan perhitungan matematika untuk menjelaskan pola gelombang partikel yang bergerak yang dikenal dengan **persamaan Schrödinger**. Persamaan ini melibatkan perilaku partikel berupa massa ( $m$ ) dan perilaku gelombang dari elektron sebagai fungsi gelombang ( $\psi$ ). Fungsi gelombang ( $\psi$ ) ini mendiskripsikan bentuk ruang dan energi (disebut dengan orbital) yang dimungkinkan dari gerakan elektron dalam atom. Orbital merupakan tingkat energi dari suatu ruang yang mempunyai peluang terbesar (kebolehjadian terbesar) untuk menemukan elektron disekitar inti atom. Penyelesaian persamaan Schrödinger menghasilkan tiga bilangan yang mencirikan orbital elektron (alamat suatu elektron) yang disebut dengan **bilangan kuantum**, yaitu terdiri dari bilangan kuantum utama ( $n$ ), bilangan kuantum azimut ( $l$ ), dan bilangan kuantum magnetik ( $m$ ). Secara visual penyelesaian persamaan **Schrödinger** dapat dilihat seperti gambar di bawah ini (semakin terang area, maka semakin tinggi kemungkinan ditemukannya elektron dari atom hidrogen).



**Gambar 10** Visualisasi Fungsi Gelombang Hidrogen

Bilangan kuantum utama ( $n$ ) merepresentasikan tingkatan energi utama yang dimiliki oleh suatu atom. Bilangan kuantum utama tidak pernah bernilai 0 dan selalu bernilai positif. Karena pada dasarnya bilangan ini merepresentasikan kulit dari sebuah atom. Masing-masing  $n$  mewakili kulit atom tertentu seperti gambar sebagai berikut.

Kulit	K	L	M	N
Nilai $n$	1	2	3	4

Gambar 11 Tabel Nilai Kulit Atom

Bilangan kuantum azimut ( $l$ ) adalah bilangan kuantum yang merepresentasikan orbital suatu gerakan elektron yang digambarkan sebagai momen sudut. Nilai dari bilangan kuantum ini bergantung pada nilai dari bilangan kuantum utama ( $n$ ). Nilai dari  $n$  tertentu akan menghasilkan nilai  $l$  berupa bilangan bulat dari 0 sampai dengan  $n - 1$  untuk setiap  $n$ . Bilangan ini dapat digunakan untuk menjelaskan terjadinya garis spektrum bila elektron melewati sebuah medan magnet sebagai penanda terhadap jenis subkulit tertentu. Subkulit-subkulit tersebut dilambangkan sebagai  $s$  (sharp),  $p$  (principal),  $d$  (diffuse), dan  $f$ , (fundamental).

Jenis subkulit	Jumlah orbital	Elektron maksimum	$l$
Subkulit $s$	1 orbital	2 elektron	0
Subkulit $p$	3 orbital	6 elektron	1
Subkulit $d$	5 orbital	10 elektron	2
Subkulit $f$	7 orbital	14 elektron	3

Bilangan kuantum magnetik ( $m$ ) adalah bilangan kuantum yang menjelaskan arah orientasi dari orbital dalam ruang relatif terhadap orbital lain. Setiap subkulit ( $l$ ) akan terdiri dari beberapa orbital dengan nilai mulai dari  $-l$  hingga  $+l$ . Sebagai contoh untuk subkulit  $s$  yang bernilai  $l = 0$ , nilai dari bilangan kuantum magnetik adalah 0. Namun untuk subkulit  $p$  yang bernilai  $l = 1$ , nilai dari bilangan kuantum magnetik adalah  $m = -1, 0, \text{ dan } +1$ . Berikut merupakan tabel hubungan antara bilangan kuantum utama, azimut dan magnetik.

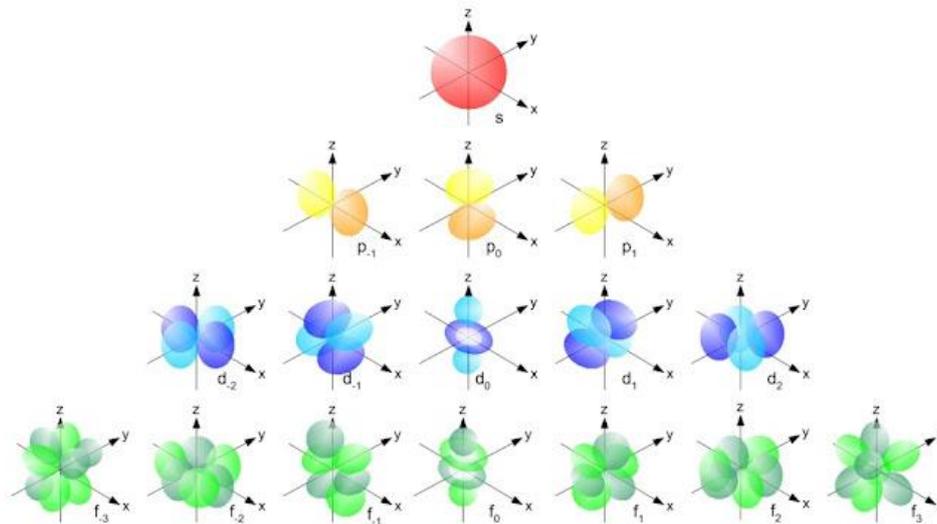
Bilangan Kuantum Utama ( $n$ )	Bilangan Kuantum Azimut ( $l$ )	Bilangan Kuantum Magnetik ( $m$ )	Jumlah Orbital	
1 ( $K$ )	0	$1s$	0	1
2 ( $L$ )	0	$2s$	0	1
	1	$2p$	-1, 0, +1	3
3 ( $M$ )	0	$3s$	0	1
	1	$3p$	-1, 0, +1	3
	2	$3d$	-2, -1, 0, +1, +2	5
4 ( $N$ )	0	$4s$	0	1
	1	$4p$	-1, 0, +1	3
	2	$4d$	-2, -1, 0, +1, +2	5
	3	$4f$	-3, -2, -1, 0, +1, +2, +3	7

Yang terakhir adalah bilangan kuantum yang terlepas dari pengaruh momentum sudut yaitu bilangan kuantum *spin* ( $m_s$  atau  $s$ ). Bilangan kuantum spin menyatakan momentum sudut suatu partikel. Suatu elektron dapat mempunyai bilangan kuantum spin  $s = +\frac{1}{2}$  atau  $-\frac{1}{2}$ . Nilai positif atau negatif dari putaran menyatakan putaran atau rotasi partikel pada sumbu. Sebagai contoh, untuk nilai  $s = +\frac{1}{2}$  berarti berlawanan arah jarum jam (ke atas), sedangkan  $s = -\frac{1}{2}$  berarti searah jarum jam (ke bawah). Diambil nilai setengah karena hanya ada dua peluang orientasi, yaitu atas dan bawah.

## 2. Orbital

Orbital adalah daerah atau ruang di sekitar inti dimana peluang (kebolehjadian) terbesar elektron dapat ditemukan. Setiap orbital memiliki ukuran, bentuk, dan arah orientasi ruang yang didasarkan pada bilangan kuantum utama, azimut, dan magnetik. Orbital-orbital yang tersusun membentuk suatu subkulit. Masing-masing dari subkulit akan bergabung membentuk kulit atau tingkat energi. Orbital pada subkulit  $s$  tersusun dari sebuah orbital dengan bilangan azimut  $l = 0$  dan memiliki ukuran berbeda bergantung pada bilangan kuantum utamanya. Orbital pada subkulit  $p$  tersusun dari tiga orbital dengan bilangan kuantum  $l = 1$ . Tiga orbital tersebut diantaranya adalah orbital  $p_x$ ,  $p_y$ , dan  $p_z$ . Orbital pada subkulit  $d$  tersusun dari lima orbital yang mempunyai bilangan kuantum  $l = 2$ . Jika dibedakan berdasarkan arah orientasinya, orbital  $d$  dibagi menjadi dua kelompok yaitu yang

berada diantara sumbu terdiri dari 3 jenis orbital ( $d_{xy}$ ,  $d_{xz}$ ,  $d_{yz}$ ) dan yang berada pada sumbu terdiri dari 2 jenis orbital ( $d_{x^2-y^2}$  dan  $d_{z^2}$ ). Berikut merupakan gambaran orbital secara keseluruhan yang didasarkan pada bilangan kuantum.



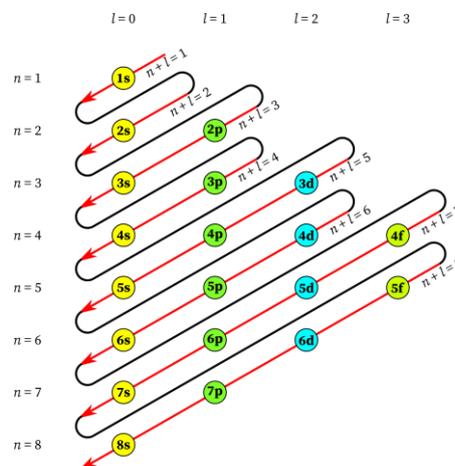
Gambar 12 Jenis-jenis Orbital

### 3. Konfigurasi elektron

Konfigurasi elektron adalah penggambaran penataan elektron dalam suatu atom. Penataan ini bersifat khas untuk setiap atom, meskipun begitu tetap terdapat beberapa aturan dalam penataan elektron dalam atom. Berikut merupakan beberapa aturan dalam penulisan konfigurasi elektron.

#### 1. Aturan Aufbau

Menurut prinsip Aufbau ini elektron di dalam suatu atom akan berada dalam kondisi yang stabil bila mempunyai energi yang rendah, sedangkan elektron-elektron akan



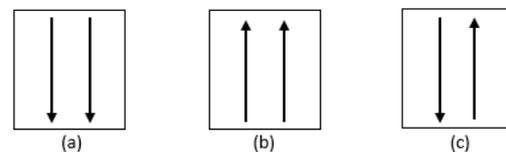
Gambar 13 Pengurutan Energi Subkulit oleh Aufbau

berada pada orbital-orbital yang bergabung membentuk subkulit. Berdasarkan pernyataan tersebut, maka ukuran tingkat energi dari yang paling rendah ke yang paling tinggi adalah sebagai berikut  $1s < 2s < 2p < 3s < 3p < 4s < 3d < 4p < 4d \dots\dots$  dan seterusnya.

## 2. Larangan Pauli

Asas larangan Pauli adalah prinsip mekanika kuantum yang dirumuskan oleh fisikawan Austria Wolfgang Pauli pada tahun 1925. Dalam bentuk yang paling sederhana untuk elektron pada atom tunggal, aturan ini menyatakan bahwa tidak ada dua elektron yang memiliki bilangan kuantum yang sama.

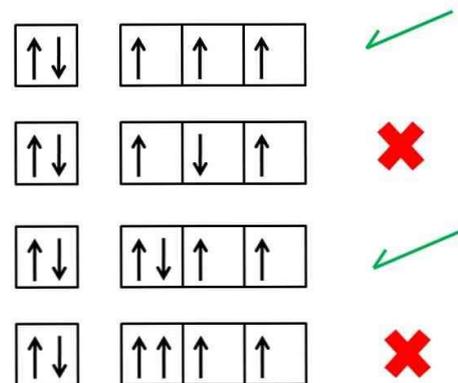
Berdasarkan gambar di samping, maka gambar yang memenuhi aturan dalam penulisan konfigurasi elektron adalah gambar c.



Gambar 14 Diagram Contoh Penerapan Larangan Pauli

## 3. Aturan Hund

Kaidah pengandaan maksimum Hund (atau secara sederhana disebut sebagai kaidah Hund atau aturan Hund) adalah suatu kaidah yang berdasarkan pada spektrum atom, yang digunakan untuk memperkirakan keadaan dasar suatu atom atau molekul dengan satu atau lebih kelopak elektron terbuka. Seperti dikemukakan bahwa setiap subkulit (kecuali subkulit s) tersusun atas



Gambar 15 Diagram Contoh Penerapan Aturan Hund

beberapa orbital energi setingkat. Dengan demikian, elektron dimungkinkan menempati orbital mana saja. Sebagai contoh pada atom  ${}_5\text{B}$  dengan konfigurasi  $1s^2 2s^2 2p^2$ , sebuah elektron yang terdapat pada subkulit p dapat menempati orbital  $p_x$ ,  $p_y$ , atau  $p_z$  karena

ketiga orbital tersebut memiliki tingkat energi yang sama. Sehingga terdapat 3 kemungkinan pengisian diagram orbital pada diagram subkulit  $p$ . Berdasarkan pengamatan spektrum, diketahui bahwa dalam keadaan yang paling rendah energinya (paling stabil) adalah bila elektron-elektron tersebut tersebar ke semua orbital dengan spin yang sama atau sejajar arahnya (**Aturan Hund**).

#### 4. Beberapa Penyimpangan

Dikarenakan tingkat energi pada masing-masing atom memiliki ciri tertentu, maka terdapat beberapa penyimpangan aturan-aturan tersebut seperti:

- ${}_{24}\text{Cr}$  :  $[\text{Ar}] 4s^2 3d^4$  kurang stabil, maka diubah menjadi  $[\text{Ar}] 4s^1 3d^5$
- ${}_{29}\text{Cu}$  :  $[\text{Ar}] 4s^2 3d^9$  kurang stabil, maka diubah menjadi  $[\text{Ar}] 4s^1 3d^{10}$
- ${}_{46}\text{Pd}$  :  $[\text{Kr}] 5s^2 4d^8$  kurang stabil, maka diubah menjadi  $[\text{Kr}] 4d^{10}$
- ${}_{47}\text{Ag}$  :  $[\text{Kr}] 5s^2 4d^9$  kurang stabil, maka diubah menjadi  $[\text{Kr}] 5s^1 4d^{10}$

Penyimpangan-penyimpangan ini diketahui dari kecocokan gambaran spektrum jika konfigurasi digambarkan seperti konfigurasi yang menyimpang tersebut.

#### 5. Konfigurasi Ion

Jika suatu unsur netral melepaskan suatu elektron karena ada pengaruh dari luar, maka akan terbentuk suatu ion. Konfigurasi dari unsur yang terbentuk menjadi ion memiliki perbedaan dengan unsur netral. Elektron yang terlepas pada umumnya merupakan elektron yang terikat paling lemah yaitu elektron yang paling luar. Sebagai contoh atom  ${}_{26}\text{Fe}$  memiliki konfigurasi sebagai berikut jika mengalami ionisasi.

- ${}_{26}\text{Fe} ([\text{Ar}] 4s^2 3d^6) \rightarrow \text{Fe}^{2+} ([\text{Ar}] 3d^6)$
- ${}_{24}\text{Cr} ([\text{Ar}] 3d^6) \rightarrow \text{Fe}^{3+} ([\text{Ar}] 3d^3)$
- ${}_{27}\text{Co} ([\text{Ar}] 4s^2 3d^7) \rightarrow \text{Co}^{3+} ([\text{Ar}] 4s^1 3d^5)$
- ${}_{17}\text{Cl} ([\text{Ne}] 3s^2 3p^5) \rightarrow \text{Cl} ([\text{Ne}] 3s^2 3p^6)$

# GLOSARIUM

**Aset 3D** objek dengan bangun 3 dimensi yang dapat dimunculkan oleh kamera AR melalui pemindaian marka

**Atom** suatu satuan dasar materi, yang terdiri atas inti atom serta awan elektron bermuatan negatif yang mengelilinginya

**Augmented Reality** teknologi yang menggabungkan benda maya dua dimensi dan ataupun tiga dimensi ke dalam sebuah lingkungan nyata tiga dimensi lalu memproyeksikan benda-benda maya tersebut dalam waktu nyata

**Bilangan kuantum** bilangan yang menyatakan kedudukan atau posisi elektron dalam atom yang diwakili oleh suatu nilai yang menjelaskan kuantitas kekal dalam sistem dinamis

**Device** adalah semua bagian fisik komputer, dan dibedakan dengan data yang berada di dalamnya atau yang beroperasi di dalamnya

**Elektron** partikel subatom yang bermuatan negatif dan umumnya ditulis sebagai  $e^-$

**Install** tindakan membuat program siap untuk dieksekusi

**Kuanta** jumlah minimum dari setiap entitas fisika yang terlibat dalam suatu interaksi

**Kulit atom** orbit dari sebuah partikel yang bernama elektron

**Marka** gambar yang digunakan untuk pelacakan untuk memunculkan objek 3D

**Neutron** partikel subatomik yang tidak bermuatan

**Notasi** seperangkat atau sistem lambang (tanda) yang menggambarkan bilangan tentang atom, mencakup nomor atom yang menunjukkan jumlah proton atau elektron, serta nomor massa yang menunjukkan jumlah proton ditambah neutron dalam atom tersebut.

**Frekuensi** ukuran jumlah terjadinya sebuah peristiwa dalam satuan waktu

**Nukleus** pusat atom yang terdiri dari proton dan neutron, dikelilingi oleh Awan elektron

**Orbital** sebuah fungsi matematika yang menggambarkan perilaku sebuah elektron ataupun sepasang elektron bak-gelombang dalam sebuah atom.

**Partikel** objek sangat kecil dan berdimensi, yang dapat memiliki beberapa sifat fisik atau kimia seperti volume atau massa.

**Pop up** jendela iklan yang biasanya muncul tiba-tiba jika mengunjungi suatu halaman web

**Proton** partikel subatomik, simbol p atau  $p^+$ , dengan muatan listrik positif

**Radiasi gelombang elektromagnetik** kombinasi medan listrik dan medan magnet yang berosilasi dan merambat melewati ruang dan membawa energi dari satu tempat ke tempat yang lain

**Radioaktif** kemampuan inti atom yang tak-stabil untuk memancarkan radiasi menjadi inti yang stabil.

**Sinar katode** arus elektron yang diamati di dalam tabung vakum, yaitu tabung kaca hampa udara yang dilengkapi oleh paling sedikit dua elektrode logam yang diberi tegangan listrik, katode atau elektrode negatif dan anode atau elektrode positif.

**Spektrum** rentetan warna kontinu yang diperoleh apabila cahaya diuraikan ke dalam komponennya

**Splash screen** elemen kontrol grafis yang terdiri dari jendela yang berisi gambar, logo, dan versi perangkat lunak saat ini.

**Sub kulit atom** bagian dari kulit atom yang dipisahkan oleh orbital elektron

**User interface** bentuk tampilan grafis yang berhubungan langsung dengan pengguna

**User** orang yang menggunakan komputer atau layanan jaringan

## RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN (RPP)

Sekolah : SMA NEGERI 1 GAMBIRAN	Kelas/Semester : XII / 1 (Ganjil)
Mata Pelajaran : Kimia	Alokasi Waktu : 1 x 45 Menit
Materi Pokok : Struktur Atom dan Sistem Periodik Unsur	KD : 3.3 dan 4.3

### A. TUJUAN PEMBELAJARAN

Melalui pembelajaran dengan model *LURING / DARING*, dan pendekatan saintifik, peserta didik diharapkan dapat mengolah dan menganalisis Struktur Atom berdasarkan **TEORI MEKANIKA KUANTUM** dan menjelaskan penerapannya dalam **BENTUK-BENTUK ORBITAL MOLEKUL** dengan rasa *ingin tahu, tanggung jawab, disiplin* selama proses pembelajaran, *bersikap jujur, percaya diri dan pantang menyerah, serta memiliki sikap responsif (berpikir kritis) dan proaktif (kreatif)*, serta mampu *berkomunikasi dan bekerjasama dengan baik*.

Media	Alat/Bahan	Sumber Belajar
1. Aplikasi Augmented Reality 2. Slide Presentasi	1. HP Android	1. Buku, modul, bahan ajar, internet, dan lainnya

### B. KEGIATAN PEMBELAJARAN

Pertemuan Ke-3	
Pendahuluan	
1.	Peserta didik memberi salam, berdoa, menyanyikan lagu nasional
2.	Guru mengecek kehadiran peserta didik dan memberi motivasi
3.	Guru menyampaikan tujuan dan manfaat pembelajaran tentang topik yang akan diajarkan
4.	Guru menyampaikan garis besar cakupan materi dan langkah pembelajaran
<b>Kegiatan Inti</b>	<p><b>KEGIATAN LITERASI</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Peserta didik diberi motivasi dan panduan untuk melihat, mengamati, membaca dan menuliskannya kembali. Mereka diberi tayangan dan bahan bacaan terkait materi <i>Teori Mekanika Kuantum</i></li> </ul> <p><b>CRITICAL THINKING (BERPIKIR KRITIK)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Guru memberikan kesempatan untuk mengidentifikasi sebanyak mungkin hal yang belum dipahami, dimulai dari pertanyaan faktual sampai ke pertanyaan yang bersifat hipotetik. Pertanyaan ini harus tetap berkaitan dengan materi <i>Teori Mekanika Kuantum</i></li> </ul> <p><b>COLLABORATION (KERJASAMA)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Peserta didik dibentuk dalam beberapa kelompok untuk mendiskusikan, mengumpulkan informasi, mempresentasikan ulang, dan saling bertukar informasi mengenai <i>Teori Mekanika Kuantum</i></li> </ul> <p><b>COMMUNICATION (BERKOMUNIKASI)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Peserta didik mempresentasikan hasil kerja kelompok atau individu secara klasikal, mengemukakan pendapat atas presentasi yang dilakukan kemudian ditanggapi kembali oleh kelompok atau individu yang mempresentasikan</li> </ul> <p><b>CREATIVITY (KREATIVITAS)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Guru dan peserta didik membuat kesimpulan tentang hal-hal yang telah dipelajari terkait <i>Teori Mekanika Kuantum</i> Peserta didik kemudian diberi kesempatan untuk menanyakan kembali hal-hal yang belum dipahami</li> </ul>
Penutup	
1.	Guru bersama peserta didik merefleksikan pengalaman belajar
2.	Guru memberikan penilaian lisan secara acak dan singkat
3.	Guru memberikan tugas kepada peserta didik untuk mengerjakan LKPD
4.	Guru menyampaikan rencana pembelajaran pada pertemuan berikutnya dan berdoa

### C. PENILAIAN HASIL PEMBELAJARAN

#### Teknik Penilaian:

- Pengetahuan : Penilaian melalui Penilaian Harian
- Keterampilan : Unjuk Kerja, Penilaian Proyek (peserta didik mengoperasikan aplikasi AR)

Mengetahui,  
Kepala Sekolah

Gambiran, Juli 2022  
Guru Mata Pelajaran

.....  
NIP. ....

.....  
NIP. ....

## KISI-KISI PENULISAN SOAL PILIHAN GANDA

Jenjang Pendidikan : SMA  
 Mata Pelajaran : Kimia  
 Sub Materi : Teori Atom, Bilangan kuantum, Konfigurasi elektron, dan Orbital  
 Kelas : X  
 Jumlah Soal : 10  
 Bentuk Soal : Tes tertulis berbentuk pilihan ganda

No.	Kompetensi Dasar	Kelas/Smt	Sub Materi	Indikator Soal	Level Kognitif	Nomor Soal
1.	3.3 Menganalisis struktur atom berdasarkan teori atom mekanika kuantum	X/ 1	Teori Atom	Peserta didik menentukan penemu dari suatu model atom yang disediakan informasi mengenai kriteria atom yang dimaksud	L1 (C2)	1
2.		X/ 1	Teori Atom	Peserta didik menentukan penemu dari suatu teori atom yang disediakan informasi mengenai kriteria dari teori atom yang dimaksud	L1 (C2)	2
3.		X/ 1	Teori Atom	Peserta didik menganalisis penyebab terjadinya suatu fenomena terkait dengan atom dengan unsur	L3 (C4)	3
4.	4.3 Mengolah dan menganalisis struktur atom berdasarkan teori atom mekanika kuantum	X/ 1	Bilangan Kuantum	Peserta didik menganalisis tabel yang telah diberikan dan menentukan bilangan kuantum yang tidak mungkin berdasarkan informasi yang terdapat dalam tabel	L3 (C4)	4
5.		X/ 1	Bilangan Kuantum	Peserta didik menganalisis tabel yang telah diberikan dan menentukan bilangan kuantum yang mungkin berdasarkan informasi yang terdapat dalam tabel	L3 (C4)	5
6.		X/ 1	Bilangan Kuantum	Peserta didik menganalisis tabel yang telah diberikan dan menentukan letak elektron dalam satu sub kulit	L2 (C3)	6
7.		X/ 1	Konfigurasi Elektron	Peserta didik menganalisis diagram orbital dari suatu atom yang diberikan informasi mengenai nomor atomnya	L2 (C3)	7
8.		X/ 1	Konfigurasi Elektron	Peserta didik menentukan suatu aturan dalam menuliskan konfigurasi elektron	L1 (C2)	8
9.		X/ 1	Orbital	Peserta didik menentukan jenis orbital yang telah tersedia gambarnya	L1 (C2)	9

10		X/ 1	Orbital	Peserta didik menentukan jenis orbital yang telah tersedia gambarnya	L1 (C2)	10
----	--	------	---------	--	---------	----

## PENULISAN BUTIR SOAL PILIHAN GANDA

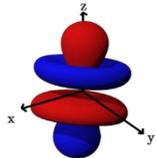
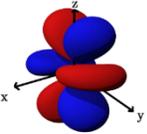
Jenjang Pendidikan : SMA  
Mata Pelajaran : Kimia  
Sub Materi : Teori Atom, Bilangan kuantum, Konfigurasi elektron, dan Orbital  
Kelas : X  
Jumlah Soal : 10  
Bentuk Soal : Tes tertulis berbentuk pilihan ganda

No. Soal	Indikator Soal	Level Kognitif	Soal	Kunci Jawaban
1	Peserta didik menentukan penemu dari suatu model atom yang disediakan informasi mengenai kriteria atom yang dimaksud	L1 (C2)	1. Model atom yang dapat membuktikan adanya muatan listrik dalam atom namun tidak dapat menentukan jumlah susunan muatan dalam suatu atom adalah model atom yang dikemukakan oleh.... A. Dalton B. Thomson C. Rutherford D. Bohr	B
2	Peserta didik menentukan penemu dari suatu teori atom yang disediakan informasi mengenai kriteria dari teori atom yang dimaksud	L1 (C2)	2. Ilmuan penemu teori atom yang mengemukakan bahwa suatu atom memiliki inti yang bermuatan netral adalah.... A. Dalton B. Thomson C. Rutherford D. Bohr	C
3	Peserta didik menganalisis penyebab terjadinya suatu fenomena terkait dengan atom dengan unsur	L3 (C4)	3. Yang membedakan atom dari suatu unsur dengan atom unsur yang lain adalah.... A. Jumlah proton B. Jumlah neutron C. Jumlah proton dan neutron D. Jumlah elektron	C

No. Soal	Indikator Soal	Level Kognitif	Soal	Kunci Jawaban																																						
4	Peserta didik menganalisis tabel yang telah diberikan dan menentukan bilangan kuantum yang tidak mungkin berdasarkan informasi yang terdapat dalam tabel	L3 (C4)	<table border="1" data-bbox="871 305 1703 831"> <thead> <tr> <th data-bbox="871 305 1056 415">Bilangan Kuantum Utama (<math>n</math>)</th> <th data-bbox="1056 305 1270 415">Bilangan Kuantum Azimut (<math>l</math>)</th> <th data-bbox="1270 305 1558 415">Bilangan Kuantum Magnetik (<math>m</math>)</th> <th data-bbox="1558 305 1703 415">Jumlah Orbital</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="871 415 1056 456">1 (<math>K</math>)</td> <td data-bbox="1056 415 1270 456">0 <math>1s</math></td> <td data-bbox="1270 415 1558 456">0</td> <td data-bbox="1558 415 1703 456">1</td> </tr> <tr> <td data-bbox="871 456 1056 529" rowspan="2">2 (<math>L</math>)</td> <td data-bbox="1056 456 1270 496">0 <math>2s</math></td> <td data-bbox="1270 456 1558 496">0</td> <td data-bbox="1558 456 1703 496">1</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1056 496 1270 529">1 <math>2p</math></td> <td data-bbox="1270 496 1558 529">-1, 0, +1</td> <td data-bbox="1558 496 1703 529">3</td> </tr> <tr> <td data-bbox="871 529 1056 643" rowspan="3">3 (<math>M</math>)</td> <td data-bbox="1056 529 1270 570">0 <math>3s</math></td> <td data-bbox="1270 529 1558 570">0</td> <td data-bbox="1558 529 1703 570">1</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1056 570 1270 610">1 <math>3p</math></td> <td data-bbox="1270 570 1558 610">-1, 0, +1</td> <td data-bbox="1558 570 1703 610">3</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1056 610 1270 643">2 <math>3d</math></td> <td data-bbox="1270 610 1558 643">-2, -1, 0, +1, +2</td> <td data-bbox="1558 610 1703 643">5</td> </tr> <tr> <td data-bbox="871 643 1056 831" rowspan="4">4 (<math>N</math>)</td> <td data-bbox="1056 643 1270 683">0 <math>4s</math></td> <td data-bbox="1270 643 1558 683">0</td> <td data-bbox="1558 643 1703 683">1</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1056 683 1270 724">1 <math>4p</math></td> <td data-bbox="1270 683 1558 724">-1, 0, +1</td> <td data-bbox="1558 683 1703 724">3</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1056 724 1270 764">2 <math>4d</math></td> <td data-bbox="1270 724 1558 764">-2, -1, 0, +1, +2</td> <td data-bbox="1558 724 1703 764">5</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1056 764 1270 831">3 <math>4f</math></td> <td data-bbox="1270 764 1558 831">-3, -2, -1, 0, +1, +2, +3</td> <td data-bbox="1558 764 1703 831">7</td> </tr> </tbody> </table> <p data-bbox="871 873 1738 938">4. Berdasarkan tabel diatas, bilangan kuantum yang <i>tidak</i> mungkin adalah....</p> <p data-bbox="913 948 1318 997">A. <math>n = 3, l = 1, m = +2, s = +\frac{1}{2}</math></p> <p data-bbox="913 1003 1318 1052">B. <math>n = 3, l = 2, m = -1, s = +\frac{1}{2}</math></p> <p data-bbox="913 1058 1318 1107">C. <math>n = 3, l = 1, m = 0, s = +\frac{1}{2}</math></p> <p data-bbox="913 1114 1318 1162">D. <math>n = 3, l = 2, m = +1, s = +\frac{1}{2}</math></p>	Bilangan Kuantum Utama ( $n$ )	Bilangan Kuantum Azimut ( $l$ )	Bilangan Kuantum Magnetik ( $m$ )	Jumlah Orbital	1 ( $K$ )	0 $1s$	0	1	2 ( $L$ )	0 $2s$	0	1	1 $2p$	-1, 0, +1	3	3 ( $M$ )	0 $3s$	0	1	1 $3p$	-1, 0, +1	3	2 $3d$	-2, -1, 0, +1, +2	5	4 ( $N$ )	0 $4s$	0	1	1 $4p$	-1, 0, +1	3	2 $4d$	-2, -1, 0, +1, +2	5	3 $4f$	-3, -2, -1, 0, +1, +2, +3	7	A
Bilangan Kuantum Utama ( $n$ )	Bilangan Kuantum Azimut ( $l$ )	Bilangan Kuantum Magnetik ( $m$ )	Jumlah Orbital																																							
1 ( $K$ )	0 $1s$	0	1																																							
2 ( $L$ )	0 $2s$	0	1																																							
	1 $2p$	-1, 0, +1	3																																							
3 ( $M$ )	0 $3s$	0	1																																							
	1 $3p$	-1, 0, +1	3																																							
	2 $3d$	-2, -1, 0, +1, +2	5																																							
4 ( $N$ )	0 $4s$	0	1																																							
	1 $4p$	-1, 0, +1	3																																							
	2 $4d$	-2, -1, 0, +1, +2	5																																							
	3 $4f$	-3, -2, -1, 0, +1, +2, +3	7																																							

No. Soal	Indikator Soal	Level Kognitif	Soal				Kunci Jawaban																																						
5	Peserta didik menganalisis tabel yang telah diberikan dan menentukan bilangan kuantum yang mungkin berdasarkan informasi yang terdapat dalam tabel	L3 (C4)	<table border="1" data-bbox="871 267 1703 792"> <thead> <tr> <th data-bbox="871 267 1054 375">Bilangan Kuantum Utama (<math>n</math>)</th> <th data-bbox="1054 267 1268 375">Bilangan Kuantum Azimut (<math>l</math>)</th> <th data-bbox="1268 267 1556 375">Bilangan Kuantum Magnetik (<math>m</math>)</th> <th data-bbox="1556 267 1703 375">Jumlah Orbital</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="871 375 1054 415">1 (<math>K</math>)</td> <td data-bbox="1054 375 1268 415">0 <math>1s</math></td> <td data-bbox="1268 375 1556 415">0</td> <td data-bbox="1556 375 1703 415">1</td> </tr> <tr> <td data-bbox="871 415 1054 492" rowspan="2">2 (<math>L</math>)</td> <td data-bbox="1054 415 1268 456">0 <math>2s</math></td> <td data-bbox="1268 415 1556 456">0</td> <td data-bbox="1556 415 1703 456">1</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1054 456 1268 492">1 <math>2p</math></td> <td data-bbox="1268 456 1556 492">-1, 0, +1</td> <td data-bbox="1556 456 1703 492">3</td> </tr> <tr> <td data-bbox="871 492 1054 607" rowspan="3">3 (<math>M</math>)</td> <td data-bbox="1054 492 1268 532">0 <math>3s</math></td> <td data-bbox="1268 492 1556 532">0</td> <td data-bbox="1556 492 1703 532">1</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1054 532 1268 573">1 <math>3p</math></td> <td data-bbox="1268 532 1556 573">-1, 0, +1</td> <td data-bbox="1556 532 1703 573">3</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1054 573 1268 607">2 <math>3d</math></td> <td data-bbox="1268 573 1556 607">-2, -1, 0, +1, +2</td> <td data-bbox="1556 573 1703 607">5</td> </tr> <tr> <td data-bbox="871 607 1054 792" rowspan="4">4 (<math>N</math>)</td> <td data-bbox="1054 607 1268 647">0 <math>4s</math></td> <td data-bbox="1268 607 1556 647">0</td> <td data-bbox="1556 607 1703 647">1</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1054 647 1268 688">1 <math>4p</math></td> <td data-bbox="1268 647 1556 688">-1, 0, +1</td> <td data-bbox="1556 647 1703 688">3</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1054 688 1268 729">2 <math>4d</math></td> <td data-bbox="1268 688 1556 729">-2, -1, 0, +1, +2</td> <td data-bbox="1556 688 1703 729">5</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1054 729 1268 792">3 <math>4f</math></td> <td data-bbox="1268 729 1556 792">-3, -2, -1, 0, +1, +2, +3</td> <td data-bbox="1556 729 1703 792">7</td> </tr> </tbody> </table> <p data-bbox="871 797 1661 867">5. Berdasarkan tabel diatas, bilangan kuantum yang mungkin adalah....</p> <p data-bbox="913 873 1304 927">A. <math>n = 3, l = 1, m = 0, s = +\frac{1}{2}</math></p> <p data-bbox="913 933 1304 987">B. <math>n = 3, l = 3, m = 0, s = +\frac{1}{2}</math></p> <p data-bbox="913 993 1304 1047">C. <math>n = 3, l = 0, m = -1, s = +\frac{1}{2}</math></p> <p data-bbox="913 1053 1304 1107">D. <math>n = 3, l = 2, m = +1, s = +\frac{1}{2}</math></p>				Bilangan Kuantum Utama ( $n$ )	Bilangan Kuantum Azimut ( $l$ )	Bilangan Kuantum Magnetik ( $m$ )	Jumlah Orbital	1 ( $K$ )	0 $1s$	0	1	2 ( $L$ )	0 $2s$	0	1	1 $2p$	-1, 0, +1	3	3 ( $M$ )	0 $3s$	0	1	1 $3p$	-1, 0, +1	3	2 $3d$	-2, -1, 0, +1, +2	5	4 ( $N$ )	0 $4s$	0	1	1 $4p$	-1, 0, +1	3	2 $4d$	-2, -1, 0, +1, +2	5	3 $4f$	-3, -2, -1, 0, +1, +2, +3	7	D
Bilangan Kuantum Utama ( $n$ )	Bilangan Kuantum Azimut ( $l$ )	Bilangan Kuantum Magnetik ( $m$ )	Jumlah Orbital																																										
1 ( $K$ )	0 $1s$	0	1																																										
2 ( $L$ )	0 $2s$	0	1																																										
	1 $2p$	-1, 0, +1	3																																										
3 ( $M$ )	0 $3s$	0	1																																										
	1 $3p$	-1, 0, +1	3																																										
	2 $3d$	-2, -1, 0, +1, +2	5																																										
4 ( $N$ )	0 $4s$	0	1																																										
	1 $4p$	-1, 0, +1	3																																										
	2 $4d$	-2, -1, 0, +1, +2	5																																										
	3 $4f$	-3, -2, -1, 0, +1, +2, +3	7																																										

No. Soal	Indikator Soal	Level Kognitif	Soal	Kunci Jawaban																											
6	Peserta didik menganalisis tabel yang telah diberikan dan menentukan letak elektron dalam satu sub kulit	L2 (C3)	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Elektron</th> <th colspan="3">Bilangan Kuantum</th> </tr> <tr> <th><i>n</i></th> <th><i>l</i></th> <th><i>m</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>P</td> <td>2</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Q</td> <td>2</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>R</td> <td>3</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>S</td> <td>3</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>T</td> <td>3</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table> <p>6. Berdasarkan tabel diatas, elektron yang terletak dalam satu sub kulit adalah....</p> <p>A. P dan Q  B. P dan R  C. R dan S  D. Q dan T</p>	Elektron	Bilangan Kuantum			<i>n</i>	<i>l</i>	<i>m</i>	P	2	1	0	Q	2	0	0	R	3	1	0	S	3	1	0	T	3	0	1	C
Elektron	Bilangan Kuantum																														
	<i>n</i>	<i>l</i>	<i>m</i>																												
P	2	1	0																												
Q	2	0	0																												
R	3	1	0																												
S	3	1	0																												
T	3	0	1																												
7	Peserta didik menganalisis diagram orbital dari suatu atom yang diberikan informasi mengenai nomor atomnya	L2 (C3)	<p>7. Diagram orbital elektron valensi (elektron terluar) dari atom yang bernomor atom 14 adalah....</p> <p>A. <math>\uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \square \square</math></p> <p>B. <math>\uparrow\downarrow \uparrow \uparrow \square</math></p> <p>C. <math>\uparrow \uparrow\downarrow \uparrow \square</math></p> <p>D. <math>\uparrow \uparrow \uparrow \uparrow</math></p>	D																											

No. Soal	Indikator Soal	Level Kognitif	Soal	Kunci Jawaban
8	Peserta didik menentukan suatu aturan dalam menuliskan konfigurasi elektron	L1 (C2)	<p>8. Aturan yang menyatakan bahwa tidak ada dua elektron yang memiliki bilangan kuantum yang sama dalam penataan konfigurasi elektron adalah....</p> <p>A. Aturan Aufbau  B. Larangan Pauli  C. Aturan Hund  D. Ketidakpastian Heisenberg</p>	B
9	Peserta didik menentukan jenis orbital yang telah tersedia gambarnya	L1 (C2)	 <p>9. Gambar diatas merupakan orbital jenis....</p> <p>A. <math>d_{xy}</math>  B. s  C. <math>d_{xz}</math>  D. <math>f_z^3</math></p>	D
10	Peserta didik menentukan jenis orbital yang telah tersedia gambarnya	L1 (C2)	 <p>10. Gambar diatas merupakan orbital jenis....</p> <p>A. <math>d_{xy}</math>  B. <math>d_z^2</math>  C. <math>f_{yz}^2</math>  D. <math>f_z^3</math></p>	C

SOAL PRE TEST DAN POS TEST

Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat pada soal-soal berikut ini!

- Model atom yang dapat membuktikan adanya muatan listrik dalam atom namun tidak dapat menentukan jumlah susunan muatan dalam suatu atom adalah model atom yang dikemukakan oleh....
  - Dalton
  - Thomson
  - Rutherford
  - Bohr
- Ilmuan penemu teori atom yang mengemukakan bahwa suatu atom memiliki inti yang bermuatan netral adalah....
  - Dalton
  - Thomson
  - Rutherford
  - Bohr
- Yang membedakan atom dari suatu unsur dengan atom unsur yang lain adalah....
  - Jumlah proton
  - Jumlah neutron
  - Jumlah proton dan neutron
  - Jumlah elektron

Bilangan Kuantum Utama ( $n$ )	Bilangan Kuantum Azimut ( $l$ )	Bilangan Kuantum Magnetik ( $m$ )	Jumlah Orbital
1 ( $K$ )	0 $1s$	0	1
2 ( $L$ )	0 $2s$	0	1
	1 $2p$	-1, 0, +1	3
3 ( $M$ )	0 $3s$	0	1
	1 $3p$	-1, 0, +1	3
	2 $3d$	-2, -1, 0, +1, +2	5
4 ( $N$ )	0 $4s$	0	1
	1 $4p$	-1, 0, +1	3
	2 $4d$	-2, -1, 0, +1, +2	5
	3 $4f$	-3, -2, -1, 0, +1, +2, +3	7

- Berdasarkan tabel diatas, bilangan kuantum yang *tidak* mungkin adalah....
  - $n = 3, l = 1, m = +2, s = +\frac{1}{2}$
  - $n = 3, l = 2, m = -1, s = +\frac{1}{2}$
  - $n = 3, l = 1, m = 0, s = +\frac{1}{2}$

D.  $n = 3, l = 2, m = +1, s = +\frac{1}{2}$

Bilangan Kuantum Utama ( $n$ )	Bilangan Kuantum Azimut ( $l$ )	Bilangan Kuantum Magnetik ( $m$ )	Jumlah Orbital
1 (K)	0 $1s$	0	1
2 (L)	0 $2s$	0	1
	1 $2p$	-1, 0, +1	3
3 (M)	0 $3s$	0	1
	1 $3p$	-1, 0, +1	3
	2 $3d$	-2, -1, 0, +1, +2	5
4 (N)	0 $4s$	0	1
	1 $4p$	-1, 0, +1	3
	2 $4d$	-2, -1, 0, +1, +2	5
	3 $4f$	-3, -2, -1, 0, +1, +2, +3	7

5. Berdasarkan tabel diatas, bilangan kuantum yang mungkin adalah....

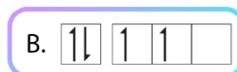
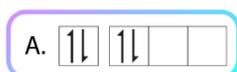
- A.  $n = 3, l = 1, m = 0, s = +\frac{1}{2}$
- B.  $n = 3, l = 3, m = 0, s = +\frac{1}{2}$
- C.  $n = 3, l = 0, m = -1, s = +\frac{1}{2}$
- D.  $n = 3, l = 2, m = +1, s = +\frac{1}{2}$

Elektron	Bilangan Kuantum		
	$n$	$l$	$m$
P	2	1	0
Q	2	0	0
R	3	1	0
S	3	1	0
T	3	0	1

6. Berdasarkan tabel diatas, elektron yang terletak dalam satu sub kulit adalah....

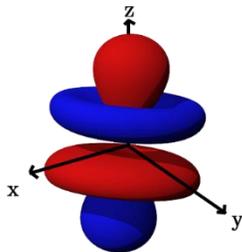
- A. P dan Q
- B. P dan R
- C. R dan S
- D. Q dan T

7. Diagram orbital elektron valensi (elektron terluar) dari atom yang bernomor atom 14 adalah....

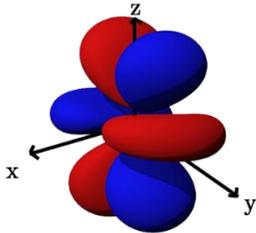


D.  $\uparrow \uparrow \uparrow \uparrow$

8. Aturan yang menyatakan bahwa tidak ada dua elektron yang memiliki bilangan kuantum yang sama dalam penataan konfigurasi elektron adalah...
- A. Aturan Aufbau
  - B. Larangan Pauli
  - C. Aturan Hund
  - D. Ketidakpastian Heisenberg



9. Gambar diatas merupakan orbital jenis....
- A. d<sub>xy</sub>
  - B. s
  - C. d<sub>xz</sub>
  - D. f<sub>z</sub><sup>3</sup>



10. Gambar diatas merupakan orbital jenis....
- A. d<sub>xy</sub>
  - B. d<sub>z</sub><sup>2</sup>
  - C. f<sub>yz</sub><sup>2</sup>
  - D. f<sub>z</sub><sup>3</sup>

Teknologi digital saat ini semakin banyak digunakan dan salah satu dari berbagai macam teknologi yang dimaksud adalah Augmented Reality. Buku ini merupakan buku yang disertai dengan aplikasi pembelajaran kimia dengan fleksibilitas pembelajaran yang lebih tinggi, karena memuat halaman kamera AR yang dapat menampilkan objek 3 dimensi. Sehingga pembelajaran dengan materi abstrak seperti bentuk-bentuk orbital dapat dipahami dengan baik.

Buku ini sangat cocok digunakan untuk pembelajaran di dalam kelas yang dikombinasikan dengan penggunaan aplikasi “Chemera” yaitu aplikasi bawaan dari buku yang berjudul AUGMENTED REALITY ini.



Rohmat Agus Setiawan adalah mahasiswa Jurusan Kimia di Universitas Pendidikan Ganesha. Riwayat pendidikan terakhir sebelum memasuki jenjang perkuliahan Rohmat bersekolah di SMA Negeri 1 Gambiran.



Prof. Dr. I Wayan Redhana, M.Si. merupakan dosen Jurusan Kimia dan IPA. Sebagian besar matakuliah yang diampu adalah Kependidikan. Beliau adalah Dosen Pembimbing Skripsi I.



Dr. Siti Maryam M.Kes merupakan dosen Jurusan Kimia. Sebagian besar matakuliah yang diampu adalah Kimia Organik. Beliau adalah Dosen Pembimbing Skripsi II.