

MODUL AJAR

DEBIT ALIRAN DAN AZAS KONTINUITAS

INFORMASI UMUM

I. IDENTITAS MODUL

Nama Penyusun	:
Satuan Pendidikan	: SMA
Kelas / Fase	: XI (Sebelas) / F
Mata Pelajaran	: Fisika
Alokasi Waktu	: 8 JP (2 x kegiatan pembelajaran @4JP)
Tahun Penyusunan	: 20 ... / 20 ...

CAPAIAN PEMBELAJARAN

Pada akhir fase F, peserta didik mampu menerapkan konsep dan prinsip vektor kedalam kinematika dan dinamika gerak, usaha dan energi, fluida, getaran harmonis, gelombang bunyi dan gelombang cahaya dalam menyelesaikan masalah, serta menerapkan prinsip dan konsep energi kalor dan termodinamika dengan berbagai perubahannya dalam mesin kalor. Peserta didik mampu menerapkan konsep dan prinsip kelistrikan (baik statis maupun dinamis) dan kemagnetan dalam berbagai penyelesaian masalah dan berbagai produk teknologi, menerapkan konsep dan prinsip gejala gelombang elektromagnetik dalam menyelesaikan masalah. Peserta didik mampu menganalisis keterkaitan antara berbagai besaran fisis pada teori relativitas khusus, gejala kuantum dan menunjukkan penerapan konsep fisika inti dan radioaktivitas dalam kehidupan sehari-hari dan teknologi. Peserta didik mampu memberi penguatan pada aspek fisika sesuai dengan minat untuk ke perguruan tinggi yang berhubungan dengan bidang fisika. Melalui kerja ilmiah juga dibangun sikap ilmiah dan profil pelajar pancasila khususnya mandiri, inovatif, bernalar kritis, kreatif dan bergotong royong.

II. KOMPETENSI AWAL

Dalam modul ini, kalian akan mempelajari tentang Fluida Dinamis yang meliputi Pengertian dan jenis fluida, Debit aliran, Azas Kontinuitas, Azas Bernoulli dan aplikasinya (Tangki air berlubang, pipa venturimeter, tabung pitot dan sayap pesawat terbang)

Sebagai prasyarat pengetahuan sebelum mempelajari materi ini, kalian diharapkan sudah mempelajari materi tentang tekanan, energi potensial, energi kinetik dan energi mekanik

III. PROFIL PELAJAR PANCASILA

Beriman, bertakwa kepada Tuhan yang Maha Esa, bergotong royong, bernalar kritis, kreatif, inovatif, mandiri, berkebhinekaan global

IV. SARANA DAN PRASARANA

- | | | |
|-----------------------|----------------------------|----------------------------------|
| 1. Gawai | 4. Buku Teks | 7. Handout materi |
| 2. Laptop/Komputer PC | 5. Papan tulis/White Board | 8. Infokus/Proyektor/Pointer |
| 3. Akses Internet | 6. Lembar kerja | 9. Referensi lain yang mendukung |

V. TARGET PESERTA DIDIK

Peserta didik reguler/tipikal: umum, tidak ada kesulitan dalam mencerna dan memahami materi ajar.

VI. MODEL PEMBELAJARAN

Blended learning melalui model pembelajaran dengan menggunakan *Project Based Learning* (PBL) terintegrasi pembelajaran berdiferensiasi berbasis *Social Emotional Learning* (SEL).

KOMPONEN INTI

I. TUJUAN PEMBELAJARAN

- Mengaplikasikan konsep debit aliran fluida dalam memecahkan masalah dalam kehidupan sehari hari
- Mengaplikasikan Azas kontinuitas dalam menyelesaikan masalah aliran air dalam pipa
- Memahami prinsip prinsip dasar dari Azas Bernoulli

II. PEMAHAMAN BERMAKNA

- Menerapkan prinsip fluida dinamik dalam teknologi
- Membuat dan menguji proyek sederhana yang menerapkan prinsip dinamika fluida

III. PERTANYAAN PEMANTIK

- Guru mengajukan pertanyaan terbuka kepada peserta didik seputar *Debit Aliran dAzas Kontinuitas*
- Guru membandingkan jawaban peserta didik satu dengan jawaban peserta didik lainnya.

IV. KEGIATAN PEMBELAJARAN

KEGIATAN PENDAHULUAN	
	<ul style="list-style-type: none">• Doa; absensi; menyampaikan tujuan pembelajaran; dan menyampaikan penilaian hasil pembelajaran• Memotivasi siswa untuk tercapainya kompetensi dan karakter yang sesuai dengan Profil Pelajar Pancasila; yaitu 1) beriman, bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, dan berakhlak mulia, 2) mandiri, 3) bernalar kritis, 4) kreatif, 5) bergotong royong, dan 6) berkebinekaan global, yang merupakan salah satu kriteria standar kelulusan dalam satuan pendidikan.
KEGIATAN INTI	
<i>Stimulus</i>	<ul style="list-style-type: none">• Peserta didik diberi motivasi atau rangsangan untuk memusatkan perhatian pada topik materi : <i>Debit Aliran dAzas Kontinuitas</i>
<i>Identifikasi masalah</i>	<ul style="list-style-type: none">• Guru memberikan kesempatan pada peserta didik untuk mengidentifikasi sebanyak mungkin pertanyaan yang berkaitan dengan materi : <i>Debit Aliran dAzas Kontinuitas</i>
<i>Pengumpulan data</i>	<ul style="list-style-type: none">• Mengamati dengan seksama materi : <i>Debit Aliran dAzas Kontinuitas</i>, dalam bentuk gambar/video/slide presentasi yang disajikan dan mencoba menginterpretasikannya• Mencari dan membaca berbagai referensi dari berbagai sumber guna menambah pengetahuan dan pemahaman tentang materi : <i>Debit Aliran dAzas Kontinuitas</i>• Mengajukan pertanyaan berkaitan dengan materi : <i>Debit Aliran dAzas Kontinuitas</i>
<i>Pembuktian</i>	<ul style="list-style-type: none">• Berdiskusi tentang data dari materi : <i>Debit Aliran dAzas Kontinuitas</i>.• Peserta didik mengerjakan beberapa soal mengenai materi : <i>Debit Aliran dAzas Kontinuitas</i>.

<i>Menarik kesimpulan</i>	<ul style="list-style-type: none"> ● Menyampaikan hasil diskusi tentang materi : <i>Debit Aliran dAzas Kontinuitas</i> berupa kesimpulan berdasarkan hasil analisis secara lisan, tertulis, atau media lainnya untuk mengembangkan sikap jujur, teliti, toleransi, kemampuan berpikir sistematis, mengungkapkan pendapat dengan sopan ● Mempresentasikan hasil diskusi kelompok secara klasikal tentang materi : <i>Debit Aliran dAzas Kontinuitas</i>. ● Mengemukakan pendapat atas presentasi yang dilakukan tentang materi : <i>Debit Aliran dAzas Kontinuitas</i> dan ditanggapi oleh kelompok yang mempresentasikan ● Bertanya atas presentasi tentang materi : <i>Debit Aliran dAzas Kontinuitas</i> dan peserta didik lain diberi kesempatan untuk menjawabnya.
REFLEKSI DAN KONFIRMASI	
<ul style="list-style-type: none"> ● Refleksi pencapaian siswa/formatif asesmen, dan refleksi guru untuk mengetahui ketercapaian proses pembelajaran dan perbaikan. ● Menginformasikan kegiatan pembelajaran yang akan dilakukan pada pertemuan berikutnya. ● Guru mengakhiri kegiatan belajar dengan memberikan pesan dan motivasi tetap semangat belajar dan diakhiri dengan berdoa. 	

V. ASESMEN PEMBELAJARAN

a) Penilaian Sikap / Profil Pelajar Pancasila

Selama proses mengajar berlangsung guru mengamati profil pelajar Pancasila pada siswa dalam pembelajaran yang meliputi Beriman, bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, Kebhinekaan Global, Mandiri, Bernalar Kritis, Gotong Royong dan Kreatif

b) Penilaian Pengetahuan

Penilaian pengetahuan yang dilakukan pada Capaian Pembelajaran ini sesuai dengan tujuan pembelajaran yang ingin di capai adalah dengan tes tertulis

c) Penilaian Keterampilan

Penilaian keterampilan yang dilakukan pada Capaian Pembelajaran ini sesuai dengan tujuan pembelajaran yang ingin di capai adalah dengan tes unjuk kerja / praktek

Penilaian Diri

Isilah pertanyaan pada tabel di bawah ini sesuai dengan yang kalian ketahui, berilah penilaian secara jujur, objektif, dan penuh tanggung jawab dengan memberi tanda pada kolom Jawaban.

No	Pertanyaan	Jawaban	
		Ya	Tidak
1	Saya sudah mampu mengaplikasikan konsep Debit dalam menyelesaikan masalah pengisian air dalam bak		
2	Saya sudah mampu menentukan energi listrik yang dihasilkan pada generator dengan konsep debit fluida		
3	Saya sudah mampu menggunakan azas kontinuitas dalam menentukan kecepatan aliran air dalam pipa		

4	Saya sudah dapat mengaplikasikan Hukum Bernaulli dalam menentukan tekanan dalam pipa		
---	--	--	--

Catatan:

- Jika ada jawaban “Tidak” maka segera lakukan review pembelajaran.
- Jika semua jawaban “Ya” maka Anda dapat melanjutkan kegiatan Pembelajaran berikutnya

VI. PENGAYAAN DAN REMEDIAL

Remedial

Peserta didik yang hasil belajarnya belum mencapai target, guru melakukan pengulangan materi dengan pendekatan yang lebih individual dengan memberikan tugas individu tambahan untuk memperbaiki hasil belajar peserta didik yang bersangkutan

Pengayaan

Peserta didik yang daya tangkap dan daya kerjanya lebih dari peserta didik lain, guru memberikan kegiatan pengayaan yang lebih menantang dan memperkuat daya serapnya terhadap materi yang telah diajarkan guru.

PROGRAM REMEDIAL DAN PENGAYAAN

Sekolah :

Mata Pelajaran :

Kelas / Semester : /

No	Nama Peserta Didik	Rencana Program		Tanggal Pelaksanaan	Hasil		Kesimpulan
		Remedial	Pengayaan		Sebelum	Sesudah	
1							
2							
3							
4							
5							
dst							

VII. REFLEKSI GURU DAN PESERTA DIDIK

Lembar Refleksi Guru

No	Aspek	Refleksi Guru	Jawaban
1	Penguasaan Materi	Apakah saya sudah memahami cukup baik materi dan aktifitas pembelajaran ini?	
2	Penyampaian Materi	Apakah materi ini sudah tersampaikan dengan cukup baik kepada peserta didik?	

3	Umpan balik	Apakah 100% peserta didik telah mencapai penguasaan tujuan pembelajaran yang ingin dicapai?	
---	-------------	---	--

Lembar Refleksi Peserta Didik

No	Aspek	Refleksi Guru	Jawaban
1	Perasaan dalam belajar	Apa yang menyenangkan dalam kegiatan pembelajaran hari ini?	
2	Makna	Apakah aktivitas pembelajaran hari ini bermakna dalam kehidupan saya?	
3	Penguasaan Materi	Saya dapat menguasai materi pelajaran pada hari ini a. Baik b. Cukup c. kurang	
4	Keaktifan	Apakah saya terlibat aktif dan menyumbangkan ide dalam proses pembelajaran hari ini?	
5	Gotong Royong	Apakah saya dapat bekerjasama dengan teman 1 kelompok?	

LAMPIRAN- LAMPIRAN

LAMPIRAN 1

LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD)

LKPD adalah panduan dalam melakukan aktivitas pembelajaran, yaitu:

Kelas/Semester : XI /

Mata Pelajaran :

Hari/Tanggal :

Nama siswa :

Materi pembelajaran :

.....

Latihan Soal

1. Air terjun setinggi 8 m dengan debit 10 m³/s dimanfaatkan untuk memutar generator listrik mikro. Jika 10% air berubah menjadi energi listrik. Jika $g = 10 \text{ m/s}^2$, dan massa jenis air 1000 kg/m³, berapakah daya keluaran generator ?

Pada sebuah penampung air yang berbentuk tabung dengan jari-jari 4 dm, dan tinggi 21 dm diisi air sampai penuh selama 10 menit dengan menggunakan selang. Berapakah debit air dari selang tersebut?

Perhatikan gambar berikut!



Fluida mengalir pada pipa seperti gambar di atas. Jika kecepatan aliran fluida pada penampang besar 5 m/s. Berapakah kecepatan aliran fluida pada penampang kecil jika diameter penampang besar dua kali diameter penampang kecil

2. Perhatikan gambar berikut!



Air mengalir dari pipa yang berjari jari 3 cm dan keluar melalui sebuah keran yang berjari jari 1 cm. Jika kecepatan air keluar keran 3 m/s. berapakah kecepatan air dalam pipa?

LAMPIRAN 2

BAHAN BACAAN GURU DAN PESERTA DIDIK

1. Pengertian dan jenis Fluida

Fluida sangat dekat dan ada dalam kehidupan kita sehari-hari, Fluida didefinisikan sebagai Suatu zat yang bisa mengalami perubahan bentuk secara kontinu/terus menerus bila terkena tekanan atau gaya geser walaupun relatif kecil atau biasa disebut zat mengalir

Fluida dibedakan menjadi 2 jenis:

- a. Fluida Statis : Fluida yang tidak bergerak
- b. Fluida Dinamis : Fluida yang bergerak

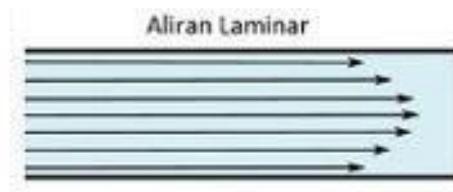
Fluida Dinamis adalah fluida yang bergerak, dengan ciri ciri sebagai berikut :

1. Fluida dianggap tidak kompresibel
2. Fluida dianggap bergerak tanpa gesekan walaupun ada gerakan materi (tidak mempunyai kekentalan)
3. Aliran fluida adalah aliran stasioner, yaitu kecepatan dan arah gerak partikel fluida melalui suatu titik tertentu selalu tetap
4. Tak tergantung waktu (tunak) artinya kecepatannya konstan pada titik tertentu dan membentuk aliran laminar

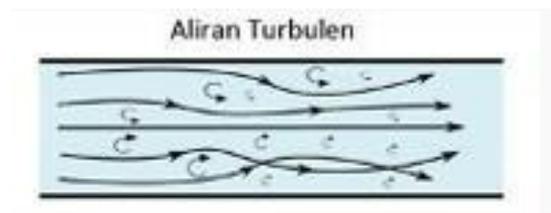
Jenis Aliran Fluida

Jenis aliran fluida dibedakan menjadi 2 jenis

- a. Aliran laminar yaitu aliran fluida dalam pipa sejajar dengan dinding pipa tanpa adanya komponen radial.



- b. Aliran turbulen yaitu aliran fluida dalam pipa tidak beraturan/tidak sejajar dengan pipa.



2. Debit Fluida

Pada fluida yang bergerak memiliki besaran yang dinamakan debit. Debit adalah laju aliran air. Besarnya debit menyatakan banyaknya volume air yang mengalir setiap detik.

$$Q = \frac{V}{t}$$



keterangan

- Q = Debit (m³/s)
V = volume (m³)
t = waktu (s)

3. Azas Kontinuitas

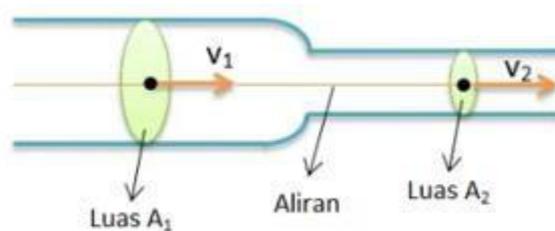
Amati gambar berikut !



Pada saat kita menyiram tanaman dengan menggunakan selang dan jarak tanaman jauh dari ujung selang maka yang kita lakukan adalah memencet ujung selang supaya luas permukaan ujung selang menjadi semakin kecil. Akibatnya kecepatan air yang memancar semakin besar. disebabkan debit air yang masuk harus sama dengan debit air yang keluar.

Azas Kontinuitas

fluida yang tak termampatkan dan mengalir dalam keadaan tunak, maka laju aliran volume di setiap waktu sama besar



Bila aliran fluida melewati pipa yang berbeda penampangnya maka fluida akan mengalami desakan perubahan luas penampangnya yang dilewatinya. Asumsikan bahwa fluida tidak kompresibel, maka dalam selang waktu yang sama jumlah fluida yang mengalir melalui penampang harus sama dengan jumlah fluida yang mengalir melalui penampang.

Volume fluida pada penampang A1 sama dengan volume fluida penampang A2, maka debit fluida di penampang A1 sama dengan debit fluida di penampang A2 .

$$\begin{aligned} Q_1 &= Q_2 \\ \frac{V_1}{t_1} &= \frac{V_2}{t_2} \\ \frac{A_1 l_1}{t_1} &= \frac{A_2 l_2}{t_2} \\ A_1 \cdot v_1 &= A_2 \cdot v \end{aligned}$$

Jika

l_1 = panjang pipa yang dilewati fluida saat penampangnya A1

l_2 = panjang pipa yang dilewati fluida saat penampangnya A2

v_1 = kecepatan aliran fluida di penampang 1 (m/s)

- v_2 = kecepatan aliran fluida di penampang 2 (m/s).
- A_1 = luas penampang 1
- A_2 = luas penampang 2

Persamaan diatas dikenal dengan **Persamaan Kontinuitas**.

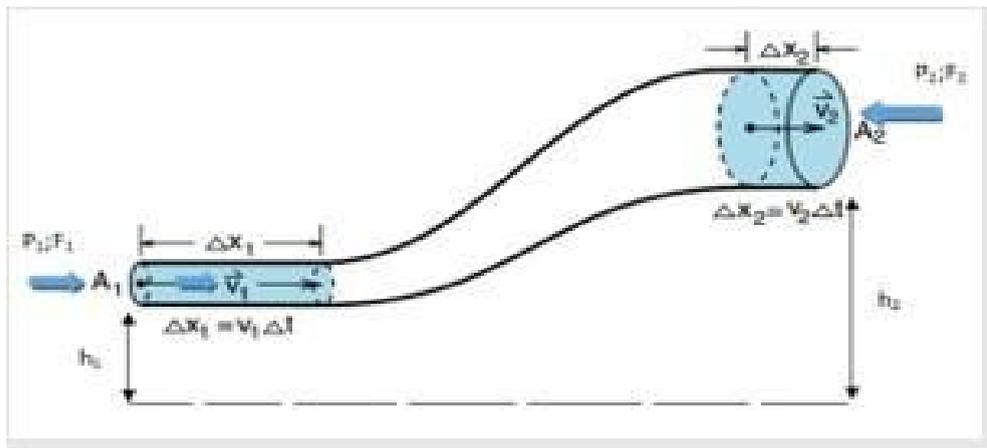
$$A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2$$

4. Azas Bernaulli

Perhatikan Gambar berikut!



Terlihat dalam gambar, seorang petugas pemadam kebakaran hutan sedang berusaha memadamkan api yang membakar lahan dengan menggunakan selang yang sangat panjang serta berusaha menempatkan posisi selang sedemikian rupa sehingga dapat menjangkau titik api yang ingin dia padamkan



Kita ketahui bahwa kelajuan fluida paling besar terjadi pada pipa yang sempit, sesuai dengan azas kontinuitas yang telah kita pelajari sebelumnya. bagaimanakah dengan tekanannya?

$$W_{total} = \Delta Ek$$

$$W_1 - W_2 + W_3 = Ek_2 - Ek_1$$

dimana W_3 adalah kerja yang dilakukan oleh gravitasi.

$$P_1 \cdot A_1 \cdot l_1 - P_2 \cdot A_2 \cdot l_2 + mg(h_1 - h_2) = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$$

nilai W2 negatif, disebabkan gaya yang dialami fluida oleh P2 berlawanan arah terhadap laju fluida.

$$P_1 \cdot A_2 \cdot l_1 - P_2 \cdot A_2 \cdot l_2 + mhg_1 - mgh_2 = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$$

$$P_1 \cdot A_1 \cdot l_1 - P_2 \cdot A_2 \cdot l_2 + \rho \cdot A_1 \cdot l_1 gh_1 - \rho \cdot A_1 \cdot l_2 gh_2 = \frac{1}{2} \rho \cdot v_2 \cdot l_2 v_2^2 - \frac{1}{2} \rho \cdot A_1 \cdot l_1 v_1^2$$

dengan asumsi bahwa volume fluida yang dipindahkan oleh W1 dan W2 adalah sama, maka $A_1 \cdot l_2 = A_1 \cdot l_1$. Persamaan di atas selanjutnya dibagi oleh $A_2 \cdot l_2$ sehingga didapatkan persamaan

$$P_1 - P_2 + pgh_1 - pgh_2 = \frac{1}{2}pv_2^2 - \frac{1}{2}pv_1^2$$

$$P_1 + pgh_1 + \frac{1}{2}pv_1^2 = P_2 + pgh_2 + \frac{1}{2}pv_2^2$$

Persamaan di atas dikenal dengan persamaan Bernoulli. Persamaan Bernoulli dapat dinyatakan juga dengan

$$P + \rho gh + \frac{1}{2}\rho v^2 = \text{konstan}$$

P adalah tekanan (Pascal)

ρ adalah massa jenis fluida (kg/m³)

v adalah kecepatan fluida (m/s)

g adalah percepatan gravitasi (g = 9,8 m/s²)

h adalah ketinggian (m)

Penerapan Azas Bernoulli diantaranya terjadi pada, tangki air yang berlubang, gaya angkat pada sayap pesawat terbang, pipa venturi, tabung pitot dan lain sebagainya. Hal ini akan dibahas pada pertemuan selanjutnya

LAMPIRAN 3 GLOSARIUM

Fluida : Suatu zat yang bisa mengalami perubahan bentuknya secara kontinu/terus menerus bila terkena tekanan/ gaya geser walaupun relatif kecil atau biasa disebut zat mengalir

- Fluida ideal** : Fluida yang memiliki ciri ciri seperti tidak termampatkan (tidak kompresibel), tidak mengalami perubahan volume/ massa jenis ketika memperoleh tekanan
- Aliran laminar** : Aliran fluida yang kecepatan aliran pada setiap titik pada fluida berubah terhadap waktu
- Aliran turbulen** : Aliran berputar atau aliran yang partikel partikelnya berbeda bahkan berlawanan dengan arah secara keseluruhan
- Fluida Dinamis** : fluida (bisa berupa zat cair, gas) yang bergerak.
- Debit fluida** : Besaran yang menunjukkan volume fluida yang melalui suatu penampang setiap waktu.
- Azas Kontinuitas** : Ketentuan yang menyatakan bahwa untuk fluida yang tak termampatkan dan mengalir dalam keadaan tunak, maka laju aliran volume di setiap waktu sama besar
- Azas Bernoulli** : Jumlah tekanan, energi kinetik per satuan volume, dan energi potensial per satuan volume memiliki nilai yang sama di setiap titik sepanjang aliran fluida ideal

LAMPIRAN 4

DAFTAR PUSTAKA

Sunardi, Lilis Juani, 2014, Buku Siswa Fisika SMA/MA Kelas XI, Bandung, Yrama Widya
<https://tanya-tanya.com/rangkuman-fluida-dinamis-contoh-soal-pembahasan/>
<https://www.zenius.net/prologmateri/fisika/a/305/venturimeter-dengan-manometer>
<https://www.coursehero.com/file/p2ea2qrt/>

MODUL AJAR

PENERAPAN AZAS BERNOULLI

INFORMASI UMUM

I. IDENTITAS MODUL

Nama Penyusun	:
Satuan Pendidikan	:	SMA
Kelas / Fase	:	XI (Sebelas) / F
Mata Pelajaran	:	Fisika
Alokasi Waktu	:	8 JP (2 x kegiatan pembelajaran @4JP)
Tahun Penyusunan	:	20 ... / 20 ...

CAPAIAN PEMBELAJARAN

Pada akhir fase F, peserta didik mampu menerapkan konsep dan prinsip vektor kedalam kinematika dan dinamika gerak, usaha dan energi, fluida, getaran harmonis, gelombang bunyi dan gelombang cahaya dalam menyelesaikan masalah, serta menerapkan prinsip dan konsep energi kalor dan termodinamika dengan berbagai perubahannya dalam mesin kalor. Peserta didik mampu menerapkan konsep dan prinsip kelistrikan (baik statis maupun dinamis) dan kemagnetan dalam berbagai penyelesaian masalah dan berbagai produk teknologi, menerapkan konsep dan prinsip gejala gelombang elektromagnetik dalam menyelesaikan masalah. Peserta didik mampu menganalisis keterkaitan antara berbagai besaran fisis pada teori relativitas khusus, gejala kuantum dan menunjukkan penerapan konsep fisika inti dan radioaktivitas dalam kehidupan sehari-hari dan teknologi. Peserta didik mampu memberi penguatan pada aspek fisika sesuai dengan minat untuk ke perguruan tinggi yang berhubungan dengan bidang fisika. Melalui kerja ilmiah juga dibangun sikap ilmiah dan profil pelajar pancasila khususnya mandiri, inovatif, bernalar kritis, kreatif dan bergotong royong.

II. KOMPETENSI AWAL

Dalam modul ini, kalian akan mempelajari tentang Fluida Dinamis yang meliputi Pengertian dan jenis fluida, Debit aliran, Azas Kontinuitas, Azas Bernoulli dan aplikasinya (Tangki air berlubang, pipa venturimeter, tabung pitot dan sayap pesawat terbang)

Sebagai prasyarat pengetahuan sebelum mempelajari materi ini, kalian diharapkan sudah mempelajari materi tentang tekanan, energi potensial, energi kinetik dan energi mekanik

III. PROFIL PELAJAR PANCASILA

Beriman, bertakwa kepada Tuhan yang Maha Esa, bergotong royong, bernalar kritis, kreatif, inovatif, mandiri, berkebhinekaan global

IV. SARANA DAN PRASARANA

- | | | |
|-----------------------|----------------------------|----------------------------------|
| 1. Gawai | 4. Buku Teks | 7. Handout materi |
| 2. Laptop/Komputer PC | 5. Papan tulis/White Board | 8. Infokus/Proyektor/Pointer |
| 3. Akses Internet | 6. Lembar kerja | 9. Referensi lain yang mendukung |

V. TARGET PESERTA DIDIK

Peserta didik reguler/tipikal: umum, tidak ada kesulitan dalam mencerna dan memahami materi ajar.

VI. MODEL PEMBELAJARAN

Blended learning melalui model pembelajaran dengan menggunakan *Project Based Learning* (PBL) terintegrasi pembelajaran berdiferensiasi berbasis *Social Emotional Learning* (SEL).

KOMPONEN INTI

I. TUJUAN PEMBELAJARAN

- Mengaplikasikan Azas Bernoulli dalam menyelesaikan permasalahan tangki air yang berlubang
- Menggunakan Azas Bernoulli dalam menyelesaikan permasalahan pada Venturimeter
- Menerapkan Azas Bernoulli dalam menyelesaikan permasalahan pada tabung pitot
- Mengaplikasikan Azas Bernoulli dalam menyelesaikan permasalahan pada gaya angkat pesawat terbang

II. PEMAHAMAN BERMAKNA

- Menerapkan prinsip fluida dinamik dalam teknologi
- Membuat dan menguji proyek sederhana yang menerapkan prinsip dinamika fluida

III. PERTANYAAN PEMANTIK

- Guru mengajukan pertanyaan terbuka kepada peserta didik seputar *Penerapan Azas Bernoulli*
- Guru membandingkan jawaban peserta didik satu dengan jawaban peserta didik lainnya.

IV. KEGIATAN PEMBELAJARAN

KEGIATAN PENDAHULUAN	
	<ul style="list-style-type: none">• Doa; absensi; menyampaikan tujuan pembelajaran; dan menyampaikan penilaian hasil pembelajaran• Memotivasi siswa untuk tercapainya kompetensi dan karakter yang sesuai dengan Profil Pelajar Pancasila; yaitu 1) beriman, bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, dan berakhlak mulia, 2) mandiri, 3) bernalar kritis, 4) kreatif, 5) bergotong royong, dan 6) berkebinekaan global, yang merupakan salah satu kriteria standar kelulusan dalam satuan pendidikan.
KEGIATAN INTI	
<i>Stimulus</i>	<ul style="list-style-type: none">• Peserta didik diberi motivasi atau rangsangan untuk memusatkan perhatian pada topik materi : <i>Penerapan Azas Bernoulli</i>
<i>Identifikasi masalah</i>	<ul style="list-style-type: none">• Guru memberikan kesempatan pada peserta didik untuk mengidentifikasi sebanyak mungkin pertanyaan yang berkaitan dengan materi : <i>Penerapan Azas Bernoulli</i>
<i>Pengumpulan data</i>	<ul style="list-style-type: none">• Mengamati dengan seksama materi : <i>Penerapan Azas Bernoulli</i>, dalam bentuk gambar/video/slide presentasi yang disajikan dan mencoba menginterpretasikannya• Mencari dan membaca berbagai referensi dari berbagai sumber guna menambah pengetahuan dan pemahaman tentang materi : <i>Penerapan Azas Bernoulli</i>• Mengajukan pertanyaan berkaitan dengan materi : <i>Penerapan Azas Bernoulli</i>
<i>Pembuktian</i>	<ul style="list-style-type: none">• Berdiskusi tentang data dari materi : <i>Penerapan Azas Bernoulli</i>.

	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik mengerjakan beberapa soal mengenai materi : <i>Penerapan Azas Bernoulli</i>.
<i>Menarik kesimpulan</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Menyampaikan hasil diskusi tentang materi : <i>Penerapan Azas Bernoulli</i> berupa kesimpulan berdasarkan hasil analisis secara lisan, tertulis, atau media lainnya untuk mengembangkan sikap jujur, teliti, toleransi, kemampuan berpikir sistematis, mengungkapkan pendapat dengan sopan • Mempresentasikan hasil diskusi kelompok secara klasikal tentang materi : <i>Penerapan Azas Bernoulli</i>. • Mengemukakan pendapat atas presentasi yang dilakukan tentang materi : <i>Penerapan Azas Bernoulli</i> dan ditanggapi oleh kelompok yang mempresentasikan • Bertanya atas presentasi tentang materi : <i>Penerapan Azas Bernoulli</i> dan peserta didik lain diberi kesempatan untuk menjawabnya.
REFLEKSI DAN KONFIRMASI	
	<ul style="list-style-type: none"> • Refleksi pencapaian siswa/formatif asesmen, dan refleksi guru untuk mengetahui ketercapaian proses pembelajaran dan perbaikan. • Menginformasikan kegiatan pembelajaran yang akan dilakukan pada pertemuan berikutnya. • Guru mengakhiri kegiatan belajar dengan memberikan pesan dan motivasi tetap semangat belajar dan diakhiri dengan berdoa.

V. ASESMEN PEMBELAJARAN

a) Penilaian Sikap / Profil Pelajar Pancasila

Selama proses mengajar berlangsung guru mengamati profil pelajar Pancasila pada siswa dalam pembelajaran yang meliputi Beriman, bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, Kebhinekaan Global, Mandiri, Bernalar Kritis, Gotong Royong dan Kreatif

b) Penilaian Pengetahuan

Penilaian pengetahuan yang dilakukan pada Capaian Pembelajaran ini sesuai dengan tujuan pembelajaran yang ingin di capai adalah dengan tes tertulis

c) Penilaian Keterampilan

Penilaian keterampilan yang dilakukan pada Capaian Pembelajaran ini sesuai dengan tujuan pembelajaran yang ingin di capai adalah dengan tes unjuk kerja / praktek

Penilaian Diri

Isilah pertanyaan pada tabel di bawah ini sesuai dengan yang kalian ketahui, berilah penilaian secara jujur, objektif, dan penuh tanggung jawab dengan memberi tanda pada kolom Jawaban.

No	Pertanyaan	Jawaban	
		Ya	Tidak
1	Saya mampu mengaplikasikan Azas Bernoulli dalam menyelesaikan permasalahan tangki air yang berlubang		
2	Saya mampu menggunakan Azas Bernoulli dalam menyelesaikan permasalahan pada Venturimeter		
3	Saya mampu menerapkan Azas Bernoulli dalam menyelesaikan permasalahan pada tabung pitot		

4	Saya mampu mengaplikasikan Azas Bernauli dalam menyelesaikan permasalahan pada gaya angkat pesawat terbang		
---	--	--	--

Catatan:

- Jika ada jawaban “Tidak” maka segera lakukan review pembelajaran.
- Jika semua jawaban “Ya” maka Anda dapat melanjutkan kegiatan Pembelajaran berikutnya

VI. PENGAYAAN DAN REMEDIAL

Remedial

Peserta didik yang hasil belajarnya belum mencapai target, guru melakukan pengulangan materi dengan pendekatan yang lebih individual dengan memberikan tugas individu tambahan untuk memperbaiki hasil belajar peserta didik yang bersangkutan

Pengayaan

Peserta didik yang daya tangkap dan daya kerjanya lebih dari peserta didik lain, guru memberikan kegiatan pengayaan yang lebih menantang dan memperkuat daya serapnya terhadap materi yang telah diajarkan guru.

PROGRAM REMEDIAL DAN PENGAYAAN

Sekolah :

Mata Pelajaran :

Kelas / Semester : /

No	Nama Peserta Didik	Rencana Program		Tanggal Pelaksanaan	Hasil		Kesimpulan
		Remedial	Pengayaan		Sebelum	Sesudah	
1							
2							
3							
4							
5							
dst							

VII. REFLEKSI GURU DAN PESERTA DIDIK

Lembar Refleksi Guru

No	Aspek	Refleksi Guru	Jawaban
1	Penguasaan Materi	Apakah saya sudah memahami cukup baik materi dan aktifitas pembelajaran ini?	
2	Penyampaian Materi	Apakah materi ini sudah tersampaikan dengan cukup baik kepada peserta didik?	

3	Umpan balik	Apakah 100% peserta didik telah mencapai penguasaan tujuan pembelajaran yang ingin dicapai?	
---	-------------	---	--

Lembar Refleksi Peserta Didik

No	Aspek	Refleksi Guru	Jawaban
1	Perasaan dalam belajar	Apa yang menyenangkan dalam kegiatan pembelajaran hari ini?	
2	Makna	Apakah aktivitas pembelajaran hari ini bermakna dalam kehidupan saya?	
3	Penguasaan Materi	Saya dapat menguasai materi pelajaran pada hari ini a. Baik b. Cukup c. kurang	
4	Keaktifan	Apakah saya terlibat aktif dan menyumbangkan ide dalam proses pembelajaran hari ini?	
5	Gotong Royong	Apakah saya dapat bekerjasama dengan teman 1 kelompok?	

LAMPIRAN- LAMPIRAN

LAMPIRAN 1

LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD)

LKPD adalah panduan dalam melakukan aktivitas pembelajaran, yaitu:

Kelas/Semester : XI /

Mata Pelajaran :

Hari/Tanggal :

Nama siswa :

Materi pembelajaran :

.....

Judul Percobaan : Aplikasi Hukum Bernauli

Alat dan Bahan:

1. Botol plastik bekas ukuran 1,5 liter atau lebih
2. paku untuk melubangi botol
3. Mistar/penggaris
4. air

Langkah kerja

Lakukan pengamatan dan buatlah analisa dari hasil pengamatan kalian.

1. Lubangi dinding botol dengan paku. Buat 3 lubang secara vertikal
2. Jarak antar lubang harus sama
3. Beri nomor tiap lubang dengan no 1 paling atas
4. Tutup lubang dengan tangan , kemudian isi botol dengan air
5. Buka secara bersamaan ketiga lubang dan beri tanda di titik mana saat pertama air jatuh di tanah dari tiap lubang
6. Ukur secara horisontal jarak mendatar dari dinding botol ke titik jatuhnya air (X1,X2dan X3)
7. Bandingkan antara X1,X2dan X3

Pertanyaan dan Tugas

1. Ketika ketiga lubang dibuka bagaimana panjang aliran air horisontal dari ketiga lubang tersebut?
2. Apa hubungan antara tinggi lubang dari tanah dengan panjang aliran air horisontal?

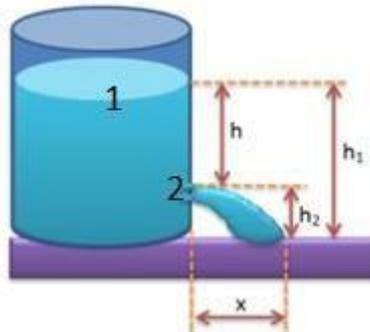
LAMPIRAN 2

BAHAN BACAAN GURU DAN PESERTA DIDIK

Aplikasi Azas Bernauli banyak ditemui dalam kehidupan sehari hari diantaranya tangki air berlubang, Venturimeter, tabung pitot dan aliran udara pada sayap pesawat terbang.

1. Tangki air berlubang

Sebuah tabung berisikan fluida dengan ketinggian permukaan fluida dari dasar adalah h_1 . Memiliki lubang kebocoran pada ketinggian h_2 dari dasar tabung.



Jika permukaan fluida dianggap sebagai permukaan 1 dan lubang kebocoran sebagai permukaan 2, maka berdasarkan Azas Bernaulli:

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 + \rho g h_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 + \rho g h_2$$

Karen $P_1 = P_2$ dan $v_1 = 0$, maka ($v_1 \ll \ll \ll \ll v_2$)

$$\rho g h_1 = \frac{1}{2} \rho v_2^2 + \rho g h_2$$
$$g h_1 = \frac{1}{2} v_2^2 + g h_2$$
$$\frac{1}{2} v_2^2 = g h_1 - g h_2$$
$$v_2^2 = 2g(h_1 - h_2)$$

$$v_2 = \sqrt{2g(h_1 - h_2)}$$

dimana

v_2 = besar kecepatan aliran fluida keluar dari tabung (m/s)

g = percepatan gravitasi (m/s²)

h_1 = ketinggian fluida dari dasar tabung (m)

h_2 = ketinggian lubang kebocoran dari dasar tabung (m)

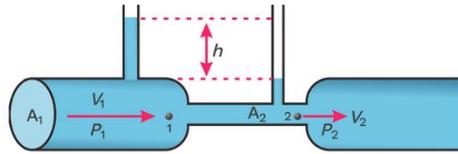
2. Pipa Venturimeter

Alat ini digunakan untuk mengukur laju aliran suatu cairan dalam sebuah pipa. Pada dasarnya, alat ini menggunakan pipa yang mempunyai bagian yang menyempit.

Ada 2 macam venturimeter yaitu

1. Venturimeter tanpa manometer
2. Venturimeter dengan manometer

a. Venturimeter tanpa manometer



Menggunakan Azas Bernaulli, maka:

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 + \rho g h_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 + \rho g h_2$$

Karena $h_1 = h_2$, maka

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = P_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2$$

$$P_1 - P_2 = \frac{1}{2} \rho (v_2^2 - v_1^2)$$

Karena $P_1 - P_2 = \rho g h$ dan $v_2 = \frac{A_1}{A_2} v_1$ maka

$$v_1 = \sqrt{\frac{2gh}{\left(\frac{A_1}{A_2}\right)^2 - 1}}$$

$$v_2 = \sqrt{\frac{2gh}{\left(\frac{A_2}{A_1}\right)^2 - 1}}$$

dengan :

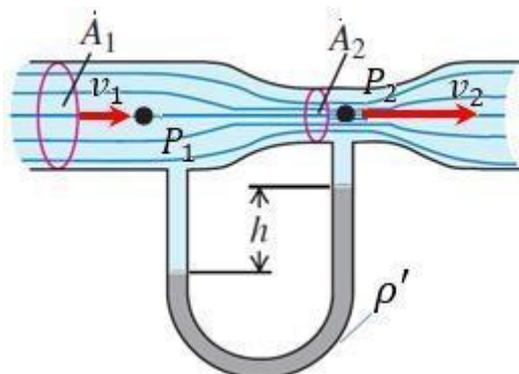
v_1 = besar kecepatan fluida melalui pipa dengan luas penampang A_1 (m/s)

v_2 = besar kecepatan fluida melalui pipa dengan luas penampang A_2 (m/s)

h = selisih ketinggian fluida (m)

A_1 = luas penampang 1 (m²) A_2 = luas penampang 2 (m²)

b. Venturimeter dengan manometer



Bila venturimeter dilengkapi dengan manometer (pipa U yang berisi zat cair lain, maka kecepatan fluida ditentukan dengan persamaan:

$$v_1 = A_2 \sqrt{\frac{2(\rho' - \rho) gh}{\rho(A_1^2 - A_2^2)}}$$

dengan

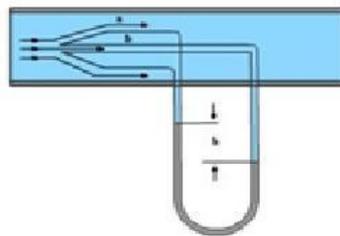
ρ' = massa jenis fluida pada manometer (kg/m³)

ρ = massa jenis fluida yang diukur kecepatannya (kg/m³)

h = perbedaan tinggi fluida pada manometer (m)

3. Tabung pitot

Tabung pitot merupakan alat yang digunakan untuk mengukur laju aliran suatu gas atau udara. Berikut ditunjukkan gambar tabung pitot yang dilengkapi dengan manometer yang berisi zat cair.



Zat cair yang berada pada pipa U mempunyai beda ketinggian h dan massa jenis ρ' . Bila massa jenis udara yang mengalir adalah ρ dengan kelajuan v maka

$$V = \sqrt{\frac{2gh\rho'}{\rho}}$$

Dengan

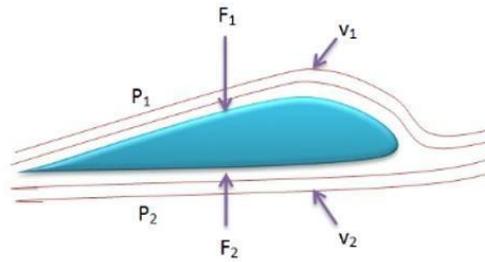
V = besar kecepatan aliran udara/gas (m/s)

ρ' = massa jenis zat cair dalam manometer (kg/m³)

ρ = massa jenis udara/gas (kg/m³)

h = selisih tinggi permukaan kolom zat cair dalam manometer(m)

4. Sayap pesawat terbang



Gaya angkat pesawat diperoleh karena tekanan di bawah sayap lebih besar dari pada tekanan di atas sayap, hal itu disebabkan karena perbedaan bentuk sayap pesawat yang lebih melengkung di bagian bawah pesawat sehingga kecepatan dibagian bawah sayap lebih kecil dari pada dibagian atas sayap. Desain sayap pesawat yang berbentuk aerodinamik menyebabkan kelajuan udara di atas sayap v_1 lebih besar daripada di bawah sayap v_2 , sehingga Dengan menggunakan Azas Bernoulli untuk sayap pesawat dibagian atas dan sayap pesawat di bagian bawah dimana tidak terdapat perbedaan ketinggian sehingga energi potensialnya sama-sama nol, didapat:

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = P_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2$$

$$P_2 - P_1 = \frac{1}{2} \rho (v_1^2 - v_2^2)$$

$$F_{\text{angkat}} = F_2 - F_1 = \frac{1}{2} \rho (v_1^2 - v_2^2) A$$

Dimana:

Fangkat = $F_2 - F_1$ = gaya angkat pesawat (N)

ρ = massa jenis udara (kg/m³)

A = luasan sayap pesawat (m²)

v_1 = kecepatan aliran udara di atas sayap (m/s)

v_2 = kecepatan aliran udara di bawah sayap (m/s)

LAMPIRAN 3 **GLOSARIUM**

- Fluida** : Suatu zat yang bisa mengalami perubahan bentuknya secara kontinu/terus menerus bila terkena tekanan/ gaya geser walaupun relatif kecil atau biasa disebut zat mengalir
- Fluida ideal** : Fluida yang memiliki ciri ciri seperti tidak termampatkan (tidak kompresibel), tidak mengalami perubahan volume/ massa jenis ketika memperoleh tekanan
- Aliran laminar** : Aliran fluida yang kecepatan aliran pada setiap titik pada fluida berubah terhadap waktu
- Aliran turbulen** : Aliran berputar atau aliran yang partikel partikelnya berbeda bahkan berlawanan dengan arah secara keseluruhan
- Fluida Dinamis** : fluida (bisa berupa zat cair, gas) yang bergerak.
- Debit fluida** : Besaran yang menunjukkan volume fluida yang melalui suatu penampang setiap waktu.

- Azas Kontinuitas** : Ketentuan yang menyatakan bahwa untuk fluida yang tak termampatkan dan mengalir dalam keadaan tunak, maka laju aliran volume di setiap waktu sama besar
- Azas Bernaulli** : Jumlah tekanan, energi kinetik per satuan volume, dan energi potensial per satuan volume memiliki nilai yang sama di setiap titik sepanjang aliran fluida ideal

LAMPIRAN 4 **DAFTAR PUSTAKA**

Sunardi, Lilis Juani, 2014, Buku Siswa Fisika SMA/MA Kelas XI, Bandung, Yrama Widya
<https://tanya-tanya.com/rangkuman-fluida-dinamis-contoh-soal-pembahasan/>
<https://www.zenius.net/prologmateri/fisika/a/305/venturimeter-dengan-manometer>
<https://www.coursehero.com/file/p2ea2qrt/>