

**PENGEMBANGAN E-MODUL FLUIDA STATIS
BERMUATAN MITIGASI BENCANA BANJIR
KELAS XI SMA**

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat Guna Memperoleh
Gelara Sarjana Pendidikan
dalam Ilmu Pendidikan Fisika



Oleh : **Fidella Salsabila**
NIM : 1708066059

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG
2021**

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fidella Salsabila
NIM : 1708066059
Jurusan/Program Studi : Pendidikan Fisika

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

PENGEMBANGAN E-MODUL FLUIDA STATIS BERMUATAN MITIGASI BENCANA BANJIR KELAS XI SMA

Secara keseluruhan adalah hasil penelitian/karya saya sendiri,
kecuali bagian tertentu yang dirujuk sumbernya

Semarang, 16 Desember 2021
Pembuat Pernyataan,



Fidella Salsabila
NIM : 1708066059



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Prof. Dr. Hamka Ngaliyan Semarang
Telp.024-7601295 Fax.7615387

PENGESAHAN

Nakah skripsi berikut ini:

Judul : **PENGEMBANGAN E-MODUL FLUIDA STATIS BERMUATAN MITIGASI BENCANA BANJIR KELAS XI SMA**

Penulis : **Fidella Salsabila**

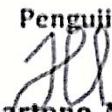
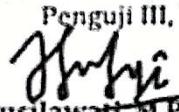
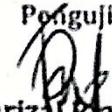
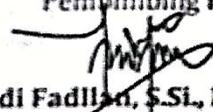
NIM : 1708066059

Jurusan : Pendidikan Fisika

Telah diujikan dalam sidang tugas akhir oleh Dewan Penguji Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo dan dapat diterima sebagai salah satu syarat memperoleh gelar saarjana dalam Ilmu Pendidikan Fisika.

Semarang, 27 Desember 2021

DEWAN PENGUJI

 Penguji I, Andi Fadlan, S.Si., M.Sc. NIP : 198009152005011006	 Penguji II, Hartono, M.Sc. NIP : 199009242019031006
 Penguji III, Susilawati, M.Pd. NIP : 198605122019032010	 Penguji IV, Fachrizal Rian P., M.Sc. NIP : 198906262019031012
 Pembimbing I, Andi Fadlan, S.Si., M.Sc. NIP : 198009152005011006	 Pembimbing II, Hartono, M.Sc. NIP : 199009242019031006



NOTA DINAS

Semarang, 16 Desember 2021

Yth. Ketua Program Studi Pendidikan Fisika
Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan, dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : **PENGEMBANGAN E-MODUL FLUIDA STATIS
BERMUATAN MITIGASI BENCANA BANJIR KELAS
XI SMA**

Nama : **Fidella Salsabila**

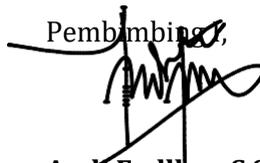
NIM : 1708066059

Jurusan : Pendidikan Fisika

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk diajukan dalam Sidang Munaqosyah.

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Pembimbing,



Andi Fadlan, S.Si., M.Sc.

NIP : 198009152005011006

NOTA DINAS

Semarang, 21 Desember 2021

Yth. Ketua Program Studi Pendidikan Fisika
Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan, dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : **PENGEMBANGAN E-MODUL FLUIDA STATIS
BERMUATAN MITIGASI BENCANA BANJIR KELAS
XI SMA**

Nama : **Fidella Salsabila**

NIM : 1708066059

Jurusan : Pendidikan Fisika

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk diajukan dalam Sidang Munaqosyah.

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Pembimbing II



Hartono, M.Sc.

NIP : 199009242019031006

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan mengetahui kelayakan serta respon siswa terhadap e-modul fluida statis bermuatan mitigasi bencana banjir kelas XI SMA. Penelitian ini termasuk penelitian *Research and Development* (R&D) dengan pengembangan model ADDIE, yang meliputi lima tahap yaitu *analysis, design, development, implementation, dan evaluation*. Teknik pengumpulan data penelitian berupa angket menggunakan 4 skala likert, untuk menilai kualitas modul, diberikan kepada ahli media dan ahli materi, untuk uji coba lapangan diberikan kepada 34 siswa kelas XI. Hasil dari kualitas modul berdasarkan penilaian ahli materi berdasarkan keseluruhan aspek yang terdiri dari aspek kelayakan isi, kelayakan bahasa, kelayakan penyajian dan pengembangan e-modul memperoleh 86,25% dengan tingkat validitas sangat valid. Hasil ahli media keseluruhan aspek yang terdiri dari desain media dan aspek penggunaan media memperoleh 89,286% dengan tingkat validitas sangat valid. Hasil respon siswa untuk keseluruhan aspek, baik aspek kualitas isi dan materi, juga aspek kualitas media, memperoleh persentase 83,08% dengan rata-rata 3,32 termasuk ke dalam kriteria sangat setuju. Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa e-modul fluida statis bermuatan mitigasi bencana banjir dikategorikan layak digunakan.

Kata kunci : e-modul, fluida statis, mitigasi bencana banjir.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbil'alamin, puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufiq, serta hidayah-Nya, sehingga penulis mampu menyusun dan menyelesaikan skripsi ini. Shalawat serta salam semoga tercurah kepada Nabi Muhammad SAW, yang senantiasa membawa kita dari zaman kebobohan menuju zaman yang penuh akan ilmu.

Skripsi berjudul "Pengembangan E-Modul Fluida Statis Bermuatan Mitigasi Bencana Banjir Kelas XI SMA", disusun untuk memnuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Pendidikan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.

Penulis menyadari bahwa dalam proses penulisan skripsi banyak mengalami hambatan, namun dengan adanya bantuan, bimbingan, motivasi, do'a, dan peran serta berbagai pihak skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Oleh karena itu, penulis memberikan terimakasih kepada:

1. Prof. Dr. H. Imam Taufiq, M.Ag., selaku Rektor UIN Walisongo Semarang.
2. Dr. Ismail SM, M.Ag., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi.
3. Joko Budi Poernomo M.Pd., selaku Ketua Jurusan Pendidikan Fisika yang telah memberikan izin penelitian serta berkenan meluangkan waktu, pikiran dan tenaga dengan sabar memberikan motivasi penyelesaian skripsi.
4. Andi Fadllan, S.Si., M.Sc. selaku pembimbing I dan Hartono, M.Sc., selaku pembimbing II yang telah berkenan meluangkan waktu, pikiran, dan tenaga serta memberikan bimbingan, arahan dengan sabar dan tekun dalam penyusunan skripsi.
5. Segenap dosen dan staf Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang atas bantuan dan arahan dalam penyusunan skripsi.
6. Siti Wirdah dan Suhari, S.Pd., selaku ahli materi yang telah memberikan penilaian e-modul fisika.

7. Susilawati, M.Pd., dan Sindun Sudikan, S.Pd., selaku ahli materi yang telah memberikan penilaian e-modul fisika.
8. Ayahanda Subkhan dan Ibunda Eni Eka Sari selaku kedua orang tua penulis yang telah membesarkan dengan penuh cinta, dan kasih sayang, memberikan do'a, motivasi, semangat, dukungan, dan pengorbanan yang tidak dapat tergantikan oleh apapun.
9. Rekan-rekan dan semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu yang senantiasa membantu, memotivasi, memberikan do'a dan semangat dalam proses penyusunan skripsi baik secara langsung maupun tidak langsung.

Semoga kebaikan kalian semua menjadi amal ibadah yang diterima dan digantikan dengan pahala yang berlimpah dari Allah SWT. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Kritik dan saran yang membangun, penulis terima dengan ikhlas dan lapang dada, dengan harapan dapat memberikan perbaikan dan kesempurnaan pada penelitian. Semoga skripsi ini dapat memberi manfaat dan mendapat ridho-Nya. Amin Yarabbal 'Aalamin.

Semarang, 16 Desember 2021
Penulis

Fidella Salsabila
NIM : 1708066059

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN	ii
PENGESAHAN	iii
NOTA PEMBIMBING I	iv
NOTA PEMBIMBING II	v
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Identifikasi Masalah.....	7
C. Pembatasan Masalah.....	7
D. Rumusan Masalah.....	8
E. Tujuan Pengembangan.....	8
F. Manfaat Pengembangan.....	9
G. Asumsi Pengembangan.....	9
H. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan.....	10
BAB II KAJIAN PUSTAKA	12
A. Kajian Teori.....	12
B. Kajian Penelitian yang Relevan.....	37
C. Kerangka Berpikir.....	40
D. Pertanyaan Penelitian.....	42
BAB III METODE PENELITIAN	43
A. Model Pengembangan.....	43
B. Prosedur Pengembangan.....	44
C. Desain Uji Coba Produk.....	50
1. Desain Uji Coba.....	50
2. Subjek Uji Coba.....	51
3. Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data.....	51
4. Teknik Analisis Data.....	53

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	58
A. Hasil Pengembangan Produk Awal.....	58
B. Hasil Uji Coba Produk.....	69
C. Revisi Produk.....	80
D. Kajian Produk Akhir.....	88
E. Keterbatasan Penelitian.....	89
BAB V SIMPULAN DAN SARAN.....	90
A. Kesimpulan.....	90
B. Saran.....	91
Daftar Pustaka.....	93
Lampiran-Lampiran.....	99
Riwayat Hidup.....	199

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Skala likert validasi ahli	54
Tabel 3.2	Kriteria penilaian e-modul validasi ahli	55
Tabel 3.3	Kategori kelayakan	56
Tabel 3.4	Skala likert respon siswa	56
Tabel 3.5	Kriteria penilaian e-modul respon siswa	57
Tabel 4.1	Hasil penilaian validasi ahli materi	69
Tabel 4.2	Perbaikan, saran, komentar ahli materi	71
Tabel 4.3	Hasil penilaian kelayakan ahli materi	72
Tabel 4.4	Hasil penilaian validasi ahli media	73
Tabel 4.5	Perbaikan, Saran, Komentar Ahli media	75
Tabel 4.6	Hasil penilaian kelayakan ahli media	76
Tabel 4.7	Hasil penilaian uji coba produk	78

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Tekanan fluida menekan ke segala arah pada kedalaman tertentu.	19
Gambar 2.2	Menghitung tekanan pada kedalaman h dalam fluida	20
Gambar 2.3	Tekanan total dalam zat cair	21
Gambar 2.4	Diagram tekanan hidrolik	22
Gambar 2.5	Penentuan gaya apung	23
Gambar 2.6	Kekuatan gaya yang menentukan benda terapung, melayang, atau tenggelam	24
Gambar 2.7	Jarum terapung di atas permukaan fluida	26
Gambar 2.8	Meniskus cekung	27
Gambar 2.9	Meniskus cembung	28
Gambar 2.10	Pengaruh sudut kontak pada kapilaritas dalam pipa kapiler	29
Gambar 2.11	Menentukan Kekentalan Fluida	30
Gambar 2.12	Gaya yang Bekerja pada Bola yang Jatuh dalam Fluida	31
Gambar 2.13	Diagram kerangka berpikir	41
Gambar 3.1	Alur penelitian e-modul model ADDIE	49
Gambar 4.1	<i>Storyboard</i> untuk penggunaan <i>Android</i>	61
Gambar 4.2	<i>Storyboard</i> untuk penggunaan versi <i>desktop</i>	61
Gambar 4.3	Tampilan halaman sampul	63
Gambar 4.4	Halaman kata pengantar	63
Gambar 4.5	Halaman daftar isi	64
Gambar 4.6	Halaman pendahuluan	64

Gambar 4.7	Halaman peta konsep	65
Gambar 4.8	Halaman petunjuk penggunaan e-modul	65
Gambar 4.9	Halaman contoh kasus bencana banjir	66
Gambar 4.10	Halaman kegiatan belajar	66
Gambar 4.11	Halaman kunci jawaban	67
Gambar 4.12	Halaman glosarium	67
Gambar 4.13	Halaman daftar pustaka	68
Gambar 4.14	Halaman biodata penulis	68
Gambar 4.15	Konsep fluida zat cair sebelum revisi	80
Gambar 4.16	Konsep fluida zat cair sesudah revisi	81
Gambar 4.17	Definisi aksiomatis sesudah revisi	81
Gambar 4.18	Contoh Salah Ketik dan Penggunaan Kata Sebelum Revisi	82
Gambar 4.19	Contoh Salah Ketik dan Penggunaan Kata sesudah Revisi	82
Gambar 4.20	Tekanan hidrostatik sebelum revisi	83
Gambar 4.21	Tekanan hidrostatik sesudah revisi	83
Gambar 4.22	Tujuan kegiatan belajar sebelum revisi	84
Gambar 4.23	Tujuan kegiatan belajar sesudah revisi	84
Gambar 4.24	Penambahan gambar sesudah revisi	85
Gambar 4.25	Tampilan kegiatan praktikum 1 Sebelum revisi	85
Gambar 4.26	Tampilan kegiatan praktikum 1 Sesudah revisi	86

Gambar 4.27	Glosarium sebelum revisi	86
Gambar 4.28	Glosarium sesudah revisi	87
Gambar 4.29	Tampilan video sebelum revisi	87
Gambar 4.30	Tampilan video sesudah revisi	87

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Surat Keterangan Pembimbing	99
Lampiran 2	Surat Permohonan Validasi	100
Lampiran 3	Surat Permohonan Riset ke Dinas Pendidikan Kota Semarang	102
Lampiran 4	Surat Pemberian Izin Riset dari Dinas Kota Semarang	103
Lampiran 5	Surat Permohonan Riset ke SMA Negeri 10 Semarang	104
Lampiran 6	Lembar Hasil Wawancara dengan Guru SMA Negeri 10 Semarang	105
Lampiran 7	Daftar Nama Validator	106
Lampiran 8	Kisi-kisi Instrumen Validator Ahli	107
Lampiran 9	Lembar Penilaian Ahli Materi	108
Lampiran 10	Lembar Penilaian Ahli media	120
Lampiran 11	Kisi-kisi Instrumen Respon Siswa	130
Lampiran 12	Lembar Hasil Penilaian Respon Siswa	131
Lampiran 13	Surat keterangan penelitian dari SMA Negeri 10 Semarang	133
Lampiran 14	Produk akhir	134

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Kota Semarang adalah salah satu wilayah di Jawa Tengah yang berpotensi rawan berbagai bencana alam, diantaranya bencana banjir, angin puting beliung, tanah longsor, kekeringan, abrasi, kebakaran lahan, dan potensi bencana lainnya (BPBD Kota Semarang, 2018). Hal tersebut dapat dilihat dari letak geografis dan kondisi topografinya. Secara geografis bagian Utara wilayah Kota Semarang berbatasan dengan laut Jawa, sehingga memiliki kerentanan bencana di daerah pesisir khususnya abrasi dan banjir (rob). Dilihat dari kondisi topografinya wilayah Kota Semarang memiliki daerah perbukitan, daerah pantai, dan dataran rendah, yang bidang permukaannya menunjukkan adanya tonjolan dan kemiringan. Hal ini menyebabkan wilayah Kota Semarang menjadi salah satu wilayah di Jawa Tengah yang berpotensi rawan ancaman bencana alam (BPBD Kota Semarang, 2018).

Berdasarkan Indeks Risiko Bencana Indonesia (IRBI) tahun 2019, wilayah Kota Semarang memperoleh skor 184 dengan resiko bencana termasuk kategori tinggi. Menurut data Badan Penanggulangan Bencana Kota Semarang

Kecamatan Gayamsari, Genuk, Pedurungan, Semarang Barat, Semarang Tengah, Semarang Utara, dan Tugu setiap tahunnya mendapat ancaman adanya banjir (rob). Banjir (rob) di Kota Semarang tidak lepas dengan terjadinya penurunan tanah di wilayah pesisir Semarang. Pasang air laut yang lebih tinggi dari permukaan tanah mengakibatkan daerah yang lebih rendah mengalami genangan (rob) saat terjadi pasang air laut (Torba dan Aji, 2018) .

Wilayah Kota Semarang mempunyai potensi banjir di dataran rendahnya dan beberapa daerah terancam bencana tanah longsor. Menurut Undang-Undang RI Nomor 24 Tahun 2007 mengenai Penanggulangan Bencana menyebutkan bahwa banjir adalah peristiwa atau keadaan dimana volume air meningkat, yang menyebabkan suatu daerah atau daratan terendam. Peristiwa masuknya air laut ke daratan yang terjadi saat air pasang disebut sebagai banjir (rob). Memasuki musim hujan salah satu bencana alam yang harus diantisipasi adalah bencana banjir (Putra, Suprayogi, & Kahar, 2013).

Pada tahun 2021 tepatnya Rabu (24/2/2021) terdapat 30 titik yang tergenang banjir di Ibu Kota Jawa Tengah. menurut Sekertaris Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kota Semarang Winarso mengungkapkan bahwa banjir menggenangi wilayah

kecamatan Semarang Utara, Semarang Timur, Semarang Barat, Genuk, dan Pedurungan (Rosa, 2021). Genuk menjadi salah satu wilayah di Kota Semarang yang terendam banjir apabila musim hujan tiba. Berdasarkan wawancara dengan guru di SMA N 10 Semarang, wilayah Padi Raya, Kecamatan Genuk tahun 2021 ini mengalami banjir terparah akibat intensitas hujan yang tinggi (Sudikan, wawancara 28 Juni 2021). Menurut Sudikan (Wawancara, 28 Juni 2021) Februari tahun 2021 ini adalah banjir terparah, yang mengakibatkan air banjir masuk hingga ke dalam kelas-kelas. Biasanya jika terjadi banjir yang tergenang hanya lapangan sekolah saja.

Bencana banjir sebagai bencana tahunan, terjadi tidak hanya sekali pada daerah rawan bencana (Rochman dkk., 2018). Edukasi mitigasi bencana banjir diperlukan untuk mengantisipasi adanya korban dan kerugian yang ditimbulkan. Pengetahuan mengenai mitigasi bencana penting disampaikan dan diajarkan kepada peserta didik sedini mungkin, guna memperoleh pengetahuan penanggulangan bencana. Sekolah merupakan lembaga pendidikan formal, yang dapat dijadikan sarana memberikan pengetahuan kepada siswa mengenai mitigasi bencana. Pemuatan materi mitigasi bencana dapat diberikan selama proses pembelajaran di sekolah.

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 32 Tahun 2013 mengenai Sistem Pendidikan Nasional, dijelaskan bahwa setiap satuan pendidikan berisi konten dan proses pembelajaran tentang potensi daerah, keunikan daerah, dan permasalahan daerah (Ayu dan Fauzi, 2021).

Pembentukan karakter peserta didik untuk tanggap ancaman bencana merupakan tujuan adanya pendidikan (Sasikome, Kumaat, & Mulyadi, 2015). Sekolah sebagai media informasi, dapat membantu pemerintah memberikan informasi penting mengenai penanggulangan kebencanaan kepada peserta didik maupun masyarakat lebih luas sebagai upaya mitigasi (Arif dan Syaflita, 2018). Sekolah dapat memberikan edukasi mitigasi bencana dengan mengintegrasikan pembelajaran yang berkaitan dengan sains khususnya untuk mata pelajaran fisika. Sains telah dikenal masyarakat sebagai ilmu yang memiliki keterkaitan dengan alam di kehidupan sehari-hari.

Pembelajaran mengenai kebencanaan alam selama ini hanya dipelajari dalam rumpun ilmu sosial khususnya pada mata pelajaran geografi. Kenyataannya, melalui hakekat keilmuannya, jika kita kaji maka ilmu kebencanaan alam dapat dikategorikan ke dalam ilmu sains, yang dijelaskan melalui salah satu mata pelajaran sains yaitu fisika (Hasanah, Wahyuni, & Bachtiar, 2016). Fisika

merupakan salah satu cabang ilmu sains, yang dapat menerangkan dampak dan penyebab terjadinya suatu fenomena alam. Pembelajaran mengenai kebencanaan alam sudah sewajarnya dapat dimuatkan ke dalam materi pembelajaran fisika. Alasan lainnya, agar siswa mampu mencari solusi terbaik untuk menanggulangi masalah yang berkaitan dengan keteraturan alam serta isu-isu global. Contohnya masalah pencemaran lingkungan, kebakaran hutan, pemanasan global, dan masalah lainnya.

Pelaksanaan pendidikan memerlukan fasilitas yang memadai seorang fasilitator untuk mewujudkan tercapainya tujuan pembelajaran. Hasil penelitian Purnama, Hidayat, dan Setyawan (2021) menunjukkan bahwa edukasi bencana dan mitigasinya, dapat dimulai dengan mengintegrasikan ilmu pengetahuan alam. Integrasi ilmu pengetahuan dengan kebencanaan dapat melalui bahan ajar. Modul menjadi salah satu alternatif bahan ajar dan salah satu fasilitas yang diperlukan dalam pembelajaran.

E-Modul merupakan bentuk modul secara *digitalize*, dikemas dengan lebih interaktif (Damarsasi dan Saptorini, 2018). E-modul dapat membantu mewujudkan pembelajaran yang berkualitas karena disajikan secara terstruktur, mandiri, dan teliti serta memiliki output yang

jelas. E-modul dapat digunakan sebagai alternatif penyajian bahan ajar selama pembelajaran, salah satunya pada pembelajaran fisika (Rufii, 2015).

Hasil wawancara pra penelitian dengan guru SMA Negeri 10 Semarang, diperoleh informasi bahwa siswa belum pernah mendapatkan penjelasan mengenai mitigasi banjir, dikarenakan tidak adanya jam khusus yang dialokasikan untuk itu (Sudikan, wawancara 28 Juni 2021). Bahan ajar seperti buku maupun modul yang tersedia juga belum ada yang memuat materi mitigasi banjir. Permasalahan tersebut dapat diatasi melalui pengembangan bahan ajar modul elektronik (e-modul) fisika yang bermuatan mitigasi bencana alam. E-modul dapat menjadi salah satu bahan ajar alternatif untuk pembelajaran daring agar tetap terlaksana efisien dan sebaik-baiknya (Ricu dan Najuah, 2020). Pemuatan mitigasi bencana alam pada e-modul fisika, dapat memberikan pemahaman materi fisika sekaligus wawasan pengetahuan tentang kebencanaan alam.

Sehubungan dengan adanya wabah COVID-19 yang meningkat diseluruh negara di dunia salah satunya Indonesia. Pengembangan bahan ajar digital serta dengan memuat materi bencana alam pada sekolah yang rawan terjadi bencana perlu dilakukan penelitian untuk

memudahkan pembelajaran yang dilakukan secara *online* (daring). Uraian tersebut menjadi dasar dilakukannya penelitian dengan judul “Pengembangan E-Modul Fluida Statis Bermuatan Mitigasi Bencana Banjir Kelas XI SMA”.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah, maka dapat diidentifikasi permasalahan sebagai berikut:

1. Kondisi geografis Kota Semarang, memiliki kerentanan bencana di daerah pesisir khususnya abrasi dan banjir (rob).
2. Bahan ajar yang digunakan di SMA Negeri 10 Semarang belum menggunakan pendekatan yang berorientasi pada lingkungan.
3. Belum tersedianya e-modul pada materi fisika yang dihubungkan dengan muatan mitigasi bencana banjir.

C. Pembatasan Masalah

Mengingat keterbatasan penelitian ini dan untuk membuat penelitian lebih terarah, maka perlu dibatasi masalah sebagai berikut:

1. Bencana alam yang dikaji yaitu bencana banjir.
2. Memuat materi fisika untuk kelas XI.
3. Materi fisika meliputi fluida statis.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah tersebut, maka rumusan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengembangan e-modul fluida statis bermuatan mitigasi bencana banjir kelas XI SMA?
2. Bagaimana kelayakan e-modul fluida statis bermuatan mitigasi bencana banjir kelas XI SMA untuk digunakan dalam pembelajaran?
3. Bagaimana respon siswa terhadap e-modul fluida statis bermuatan mitigasi bencana banjir kelas XI SMA?

E. Tujuan Pengembangan

Berdasarkan perumusan masalah di atas, maka beberapa tujuan yang akan dicapai dalam penelitian adalah sebagai berikut:

1. Mengembangkan e-modul fluida statis bermuatan mitigasi bencana banjir kelas XI SMA.
2. Mengetahui kelayakan e-modul fluida statis bermuatan mitigasi bencana banjir kelas XI SMA untuk digunakan dalam pembelajaran.
3. Mengetahui respon siswa terhadap e-modul fluida statis bermuatan mitigasi bencana banjir kelas XI SMA.

F. Manfaat Pengembangan

Berdasarkan tujuan penelitian tersebut, maka penelitian ini mempunyai manfaat, sebagai berikut:

1. Bagi penulis, penelitian ini dapat menambah pengalaman dan wawasan mengenai bahan ajar e-modul, sehingga penulis dapat mengembangkan kemampuannya untuk menciptakan ide-ide kreatif.
2. Bagi pendidik, penelitian ini dapat menjadi media alternatif dalam pembelajaran fisika bermuatan mitigasi bencana banjir. Penelitian ini dapat menjadi referensi bagi guru untuk meningkatkan minat belajar siswa dan sebagai bekal bagi siswa untuk tanggap meghadapi situasi saat terjadi bencana banjir.
3. Bagi siswa, penelitian ini menjadi salah satu sumber belajar baik tanpa guru maupun dengan adanya guru sesuai kemampuan dan kecepatan masing-masing siswa dalam belajar, e-modul fisika ini juga dapat menjadi bahan ajar alternatif yang menarik, bermutu, serta praktis saat kondisi apapun dan dimanapun asal memiliki alat bantu elektronik.

G. Asumsi Pengembangan

Penelitian pengembangan e-modul fluida statis bermuatan mitigasi banjir ini diasumsikan sebagai berikut:

1. Digunakan sebagai bahan ajar alternatif bagi siswa SMA.
2. E-modul dikembangkan mulai dari awal, tidak dari modifikasi e-modul lain.
3. E-modul ini dinilai oleh validator ahli materi dan media.

H. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan

Spesifikasi produk yang dikembangkan dalam penelitian ini yaitu:

1. E-modul fluida statis bermuatan mitigasi banjir ini diperuntukkan bagi siswa SMA/MA Kelas XI.
2. E-modul fisika ini memuat informasi mitigasi banjir dan dihubungkan dengan materi fisiknya yaitu fluida statis.
3. E-modul fluida statis bermuatan mitigasi bencana banjir merupakan salah satu bahan ajar mandiri yang diakses secara *online* dengan bantuan perangkat *smartphone* maupun laptop melalui link yang telah disiapkan.
4. E-modul ini berbentuk *flipbook* dengan bagian-bagian dari e-modul antara lain:
 - a. Sampul (depan dan belakang).
 - b. Kata Pengantar.
 - c. Daftar Isi.
 - d. Pendahuluan.
 - e. Petunjuk Penggunaan E-Modul.
 - f. Isi.

- g. Glosarium
- h. Daftar Pustaka.
- i. Biodata Penulis.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

Kajian teori akan mengkaji mengenai bahan pengembangan bahan ajar, e-modul fisika, materi fluida statis, pengembangan e-modul fluida statis bermuatan mitigasi banjir.

1. Pengembangan Bahan Ajar

Pembelajaran dapat didefinisikan sebagai proses interaksi peserta didik dengan pendidik terhadap sumber belajar yang ada pada lingkungan belajarnya (Fathurrohman, 2015). Pengetahuan, kemampuan dan karakter dapat dibentuk melalui pendidikan, yang menjadikan peradaban bangsa bermartabat, sehingga mencerdaskan kehidupan bangsa. Pendidikan bertujuan untuk meningkatkan potensi peserta didik agar menjadi manusia yang beriman dan bertakwa Kepada Tuhan Yang Maha Esa, memiliki akhlak mulia, berilmu, kompeten, inovatif, peduli, kritis, sehat dan menjadi warga Negara yang bertanggung jawab. Hal ini sesuai dengan Undang-Undang No. 20 Tahun 2003 Pasal 3 terkait Sistem Pendidikan Nasional.

Proses pembelajaran membutuhkan fasilitas yang mampu memberikan pemahaman materi kepada siswa, salah satunya melalui bahan ajar. Pengembangan bahan ajar adalah suatu proses yang kompleks, kreatif, dan inovatif yang mengikuti metode atau model desain instruksional sehingga lebih menari (Zainul, Oktavia, & Putra, 2018). Menurut Reiser dan Dempsey (2001) Apapun modelnya, dalam pembuatan bahan ajar terdapat beberapa prinsip dasar yang harus diikuti yaitu sebagai berikut: (1) berorientasi kepada peserta didik, (2) berorientasi terhadap tujuan pembelajaran, (3) fokus kepada hasil belajar yang dapat diukur dengan valid dan reliable, (4) bersifat empiris, dan (5) pada umumnya menjadi produk kerja tim (Zainul, Oktavia, & Putra, 2018).

Pembelajaran fisika yang berlangsung di kelas biasanya berfokus pada hafalan tanpa memperhatikan konsep materi fisika. Menurut Putu (2012), terdapat beberapa faktor penyebab kurangnya pemahaman konsep siswa, dikarenakan pembelajaran fisika memisahkan pengetahuan formal fisika dengan kehidupan sehari-hari siswa. Hal ini memunculkan asumsi bahwa pembelajaran fisika tidak berhubungan dengan keseharian mereka. Selain itu, faktor lain yang

menyebabkan rendahnya pemahaman konsep siswa karena keterbatasan sumber belajar. Ketersediaan sumber belajar seperti buku teks terbatas jumlahnya, dan kurang menarik minat baca siswa untuk dipelajari.

Pemahaman konsep, merupakan usaha yang dilakukan peserta didik untuk merekam dan mentransfer kembali informasi materi pelajaran sehingga dapat digunakan untuk menganalisa dan memecahkan masalah (Silaban, 2014). Rendahnya pemahaman konsep siswa dapat ditangani dengan melakukan beberapa upaya. Salah satu upaya yang dapat dilakukan pendidik adalah mengembangkan bahan ajar sendiri secara inovatif. Hal ini dikarenakan seorang pendidik mampu mengetahui karakteristik, kemampuan, dan daya serap yang dimiliki peserta didiknya.

Pengembangan bahan ajar pada materi fisika juga dapat diintegrasikan dengan fenomena kehidupan sehari-hari contohnya mitigasi bencana alam. Hal tersebut dapat menjadikan siswa memahami hubungan konsep fisika dengan fenomena alam. Penyampaian materi mitigasi bencana dapat disampaikan dengan mengembangkan bahan ajar, salah satunya yaitu modul maupun modul elektronik (e-modul). Hasil

pengembangan bahan ajar dapat menjadi solusi atas permasalahan yang berkaitan dengan kesulitan belajar (Depdiknas, 2008).

Keuntungan penerapan bahan ajar menurut Santayasa yaitu sebagai berikut (Oktaviani, Gunawan, & Sutrio, 2017): (1) meningkatkan motivasi belajar siswa; (2) setelah evaluasi dilakukan, guru dan siswa mengetahui kebenarannya; (3) siswa mencapai hasil berdasarkan kemampuannya; (4) bahan ajar terbagi lebih merata dalam jenjang satu semester; (5) pendidikan memiliki daya guna, karena bahan ajar disusun menurut jenjang akademik.

Berdasarkan uraian di atas, dapat kita ketahui pembelajaran fisika merupakan proses interaksi yang terjadi antara pelajar (siswa) dengan pengajar (guru) dan sumber belajarnya untuk mencapai tujuan pembelajaran. Tujuan pembelajaran fisika yaitu menumbuhkan kemampuan berpikir kreatif, inovatif dan juga analitis yang bermanfaat untuk memecahkan masalah terkait gejala-gejala maupun fenomena alam yang ditemui dalam kehidupan sehari-hari.

2. E-Modul Fisika

Menurut Depdiknas (2008), modul adalah sebuah buku tertulis atau cetak yang dirancang untuk

memungkinkan siswa belajar secara mandiri dengan atau tanpa bimbingan guru. Belajar melalui modul memungkinkan siswa yang berintelegenesi tinggi dapat mencapai satu atau lebih tujuan pembelajaran lebih cepat dibandingkan siswa lainnya. Oleh karena itu, modul perlu menjelaskan tujuan pembelajaran yang hendak dicapai oleh siswa (Depdiknas, 2008).

modul adalah bahan ajar yang efektif membantu siswa lebih aktif (Alias dan Siraj, 2012). E-modul merupakan modul berbasis elektronik dimana pengguna dapat mengaksesnya melalui alat elektronik seperti komputer, laptop, maupun *smartphone*. Modul elektronik adalah suatu bahan belajar mandiri yang dapat diakses dan digunakan melalui alat bantu elektronik untuk mencapai suatu tujuan pembelajaran tertentu (Purwaningtyas dan Hariyadi, 2017). Teks pada suatu e-modul dapat dibuat melalui *Microsoft Word*. E-modul dapat memiliki tampilan yang interaktif, apabila pembuatannya dengan bantuan program khusus seperti *Flipbook Maker*, *Fliphtml5*, *Flip PDF Profesional*, *Ibooks Author*, *Calibre*, dan lain sebagainya. Inovatif dari suatu e-modul dinilai berdasarkan kemampuannya menampilkan bahan ajar yang lengkap, menarik,

interaktif, dan memiliki fungsi kognitif yang bagus (Purwaningtyas dan Hariyadi, 2017).

Jenis modul elektronik dibagi menjadi 2, yaitu berbasis aplikasi gadget dan berbasis e-book. Modul elektronik memiliki keunggulan dan kelemahan sendiri, jika modul elektronik berbasis aplikasi *gadget* lebih menarik dan interaktif tetapi kelemahannya dari sisi penggunaan *gadget* yang berlebihan, sedangkan modul elektronik yang berbasis *e-book* memiliki kelebihan penggunaan yang praktis layaknya buku tetapi kelemahannya pada sisi interaktifnya (Prasetyo, 2020). Secara umum modul elektronik, tentunya mempunyai keunggulan dan kekurangan, yaitu sebagai berikut (TIM UNY, 2016):

a. Keunggulan e-modul, yaitu sebagai berikut:

- 1) Penggunaan e-modul ini tidak terbatas tempat dan waktu.
- 2) Materi pembelajaran mudah diakses sehingga memungkinkan peserta e-modul melakukan pembelajaran berulang kali.
- 3) Biaya produksi lebih murah. Apabila ingin memperbanyak produk bisa dilakukan dengan *mengcopy* file antar pengguna atau juga dapat distribusikan melalui e-mail.

- b. Mendorong minat belajar peserta e-modul untuk peserta yang aktif.
- b. Kekurangan e-modul, yaitu sebagai berikut:
 - 1) Interaksi sosial secara tatap muka yang biasanya terjadi saat melakukan proses belajar mengajar menjadi berkurang.
 - 2) Pengguna e-modul yang bersifat pasif cenderung malas memanfaatkan e-modul sehingga mereka tidak memanfaatkan e-modul dengan maksimal.

Mempelajari fisika dengan menggunakan e-modul dapat dijadikan alternatif. Belajar fisika menggunakan e-modul menjadikan siswa lebih tertarik untuk memahami dan mempelajari materi yang ada di dalamnya. Hal ini dikarenakan suatu e-modul mampu menampilkan gambar maupun video terkait materi pembelajaran tersebut. E-modul dapat diakses melalui web, apabila disimpan dalam bentuk .html (Febriansyah, Herlina, Nyeneng, & Abdurrahman, 2021). Pengembangan e-modul fluida statis bermuatan mitigasi banjir menggunakan bantuan *fliphtml5.com* dengan proses editing dilakukan secara online. Input produknya berbentuk flipbook yang diakses secara *online* melalui alamat web/link yang telah disediakan.

3. Fluida Statis

Fluida disebut juga sebagai zat alir bukan hanya zat cair (Rosyid, Firmansyah, & Prabowo, 2014)

a. Tekanan Hidrostatik

Secara umum, tekanan didefinisikan sebagai gaya dibagi luas bidang tekanan. Secara matematis, definisi tekanan P dari sebuah benda yang dikenai gaya F pada suatu permukaan yang luasnya A dapat dirumuskan sesuai persamaan 2.1 (Halliday, Resnick, & Walker, 2010).

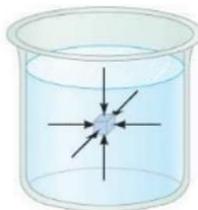
$$P = \frac{F}{A} \quad (2.1)$$

Keterangan:

P = tekanan (Pa)

F = gaya (N)

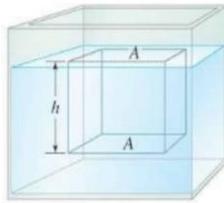
A = luas penampang (m^2)



Gambar 2.1. Tekanan Fluida Menekan ke Segala Arah pada Kedalaman Tertentu.

Sumber : Physics Principles with Application Sixth Edition (Giancoli, 2005)

Berbeda dengan tekanan pada zat padat, tekanan yang dihasilkan oleh fluida menyebar ke segala arah. Sementara zat padat, tekanan yang dihasilkan hanya ke atas bawah (jika pada zat padat tidak diberikan gaya luar lain, pada zat padat hanya bekerja gaya gravitasi). Tekanan yang dihasilkan oleh fluida disebut tekanan hidrostatik.



Gambar 2.2. Menghitung Tekanan pada Kedalaman h dalam Fluida

Sumber : Physics Principles with Application Sixth Edition (Giancoli, 2005)

Tekanan hidrostatik menekan ke segala arah dan didefinisikan sebagai gaya yang diberikan pada luasan yang diukur atau dihitung berdasarkan kedalaman objeknya ditulis dengan persamaan 2.2.

$$P_h = \rho gh \quad (2.2)$$

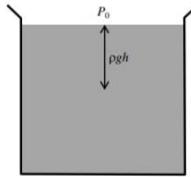
Keterangan:

P_h = tekanan hidrostatik (Pa)

ρ = massa jenis zat cair (kg/m^3)

g = percepatan gravitasi (m/s^2)

h = tinggi zat cair (kg/m^3)



Gambar 2.3. Tekanan Total dalam Zat Cair
 Sumber : Fisika Dasar I (Abdullah, 2016)

Tekanan disuatu titik di dalam fluida yang sebenarnya disebut tekanan absolut. Tekanan absolut merupakan tekanan total yang di alami benda atau objek yang berada di dalam air yang dinyatakan dengan persamaan 2.3 (Halliday, Resnick, & Walker, 2010).

$$P_{absolut} = P_0 + P_h$$

$$P_{absolut} = P_0 + \rho gh \quad (2.3)$$

Keterangan:

$P_{absolut}$ = tekanan absolut (Pa)

P_{atm} = tekanan atmosfer (Pa)

P_h = tekanan hidrostatik (Pa)

ρ = massa jenis zat cair (kg/m^3)

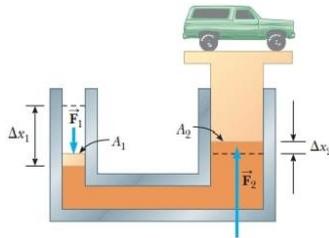
g = percepatan gravitasi (m/s^2)

h = tinggi zat cair (m)

b. Hukum Pascal

Blaise Pascal, menyatakan bahwa ketika perubahan tekanan gaya diberikan pada suatu fluida

pada ruang tertutup, perubahan tersebut akan diteruskan sama besar ke segala arah (Giancoli, 2005). Pernyataan ini dikenal sebagai Hukum Pascal, dan dinyatakan dalam persamaan 2.4.



Gambar 2.4. Diagram Tekanan Hidrolik
Sumber : Physics for Scientists and Engineers with
Modern Physics (Serway dan Jewett, 2008)

Tekanan didefinisikan sebagai gaya dibagi besar luasan penampangnya, maka persamaan diatas dapat ditulis kembali sebagai berikut (Abdullah, 2016):

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \quad (2.4)$$

Maka, dapat dituliskan

$$F_2 = \frac{A_2}{A_1} F_1 \quad (2.5)$$

Keterangan:

F_1 = gaya pada penampang kecil (N)

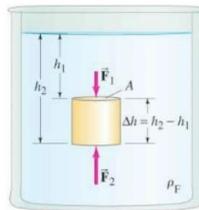
F_2 = gaya pada penampang besar (N)

A_1 = luas penampang pipa kecil (m²)

A_2 = luas penampang pipa besar (m²)

Hukum Pascal banyak dimanfaatkan untuk membantu pekerjaan manusia. Contoh alat-alat yang prinsip kerjanya berdasarkan Hukum Pascal adalah dongkrak hidrolik, pompa tangan hidrolik, mesin pengangkat mobil, rem hidrolik pada motor dan mobil.

c. Hukum Archimedes



Gambar 2.5. Penentuan Gaya Apung

Sumber : Physics Principles with Application Sixth Edition (Giancoli, 2005)

Archimedes mengemukakan sebuah prinsip yang dikenal dengan Hukum Archimedes, yaitu “Apabila suatu benda dicelupkan sebagian atau seluruhnya ke dalam fluida, maka benda tersebut mendapatkan gaya ke atas yang besarnya sama dengan berat fluida yang dipindahkan oleh benda tersebut”. Secara matematis besarnya gaya ke atas (gaya apung) yang dialami benda ketika tercelup

dalam zat cair dapat dinyatakan sebagai berikut (Abdullah, 2016):

$$F_{apung} = \rho g V_b \quad (2.6)$$

Keterangan:

F_{apung} = gaya ke atas (N)

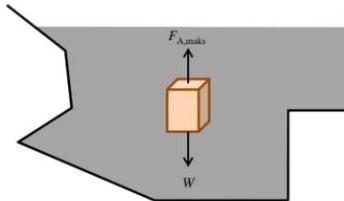
ρ = massa jenis zat cair (kg/ m³)

g = percepatan gravitasi (m/s²)

V_b = volume benda yang tercelup dalam zat cair (m³)

Konsep Benda Mengapung, Melayang, dan Tenggelam

Misalkan volume benda adalah V dan massa benda adalah m . Berat benda $w = mg$. Gaya angkat maksimum yang dialami benda jika seluruh volume benda tercelup ke dalam zat cair ditulis dengan $F_{A,maks} = \rho_c g V_b$, di mana ρ_c merupakan massa jenis zat cair (Abdullah, 2016).



Gambar 2.6. Kekuatan Gaya yang Menentukan Benda Terapung, Melayang, atau Tenggelam
Sumber : Fisika Dasar I (Abdullah, 2016)

1) Mengapung

Benda terapung jika berat benda lebih kecil daripada gaya angkat maksimum:

$$mg < \rho_c g V_b \quad (2.7)$$

2) Melayang

Benda melayang jika berat benda sama dengan daripada gaya angkat maksimum:

$$mg = \rho_c g V_b \quad (2.8)$$

3) Tenggelam

Benda tenggelam jika berat benda lebih besar daripada gaya angkat maksimum:

$$mg > \rho_c g V_b \quad (2.9)$$

Keterangan:

w = berat benda (N)

m = massa benda (kg)

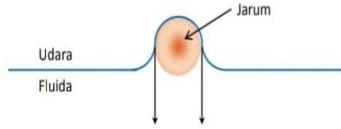
g = percepatan gravitasi (m/s^2)

V_b = volume benda (m^3)

ρ_c = massa jenis fluida (kg/m^3)

ρ_b = massa jenis benda (kg/m^3)

d. Tegangan Permukaan



Gambar 2.7. Jarum Terapung di Atas Permukaan Fluida

Sumber : Fisika Dasar I (Abdullah, 2016)

Tegangan permukaan zat cair adalah kecenderungan permukaan zat cair untuk menegang sehingga permukaannya seperti ditutupi oleh suatu lapisan elastis. Hal ini dipengaruhi oleh adanya gaya kohesi antara molekul air. Contoh:

- 1) Nyamuk dapat hinggap di permukaan air.
- 2) Silet dapat langsung terapung dipermukaan air.

Besarnya gaya tarik oleh permukaan fluida pada tempat kontak dengan zat padat ditulis dalam persamaan 2.10 (Abdullah, 2016):

$$F = \gamma L \quad (2.10)$$

Keterangan:

γ = tegangan permukaan zat cair (N/m)

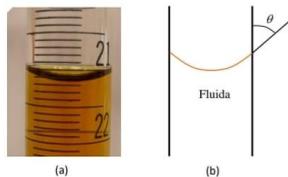
F = gaya oleh permukaan fluida (N)

L = panjang garis kontak antara permukaan fluida dengan zat padat (m)

e. Gejala Meniskus

Meniskus ialah sifat zat cair berupa penampakan kelengkungan yang terjadi pada permukaan zat cair ketika zat berada dalam tabung atau celah yang sempit. Gaya tarik antar molekul dari zat yang sejenis dikenal dengan gaya kohesi. Gaya tarik antar molekul dari zat yang tidak sejenis dikenal dengan gaya adhesi. Meniskus ada dua macam yaitu (Abdullah, 2016):

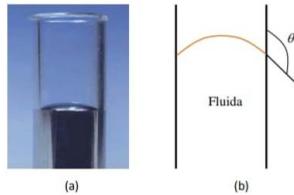
- 1) Meniskus cekung, yaitu suatu keadaan di mana permukaan zat cair berada dalam tabung/bejana sempit yang tampak melengkung ke bawah. Permukaan cekung terjadi jika gaya adhesi lebih besar daripada gaya kohesi. Contohnya bentuk permukaan air cekung di dalam tabung reaksi.



Gambar 2.8. Meniskus Cekung
Sumber : Fisika Dasar I (Abdullah, 2016)

- 2) Meniskus cembung, yaitu suatu keadaan di mana permukaan zat cair berada dalam tabung/bejana sempit yang tampak melengkung ke atas.

Permukaan cembung terjadi jika gaya adhesi lebih kecil daripada gaya kohesi. Contohnya bentuk permukaan raksa yang cembung di dalam volume tabung reaksi.

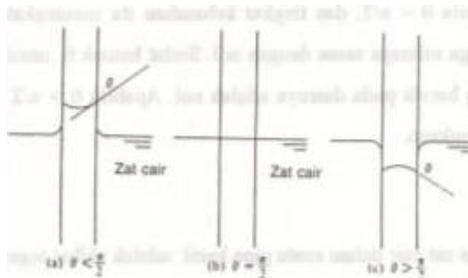


Gambar 2.9. Meniskus Cembung
Sumber : Fisika Dasar I (Abdullah, 2016)

f. Gejala Kapilaritas

Gejala naik atau turunnya permukaan zat cair dalam pipa kapiler ini disebut gejala kapilaritas. Pengaruh gaya kohesi dan adhesi terhadap kapilaritas yaitu sebagai berikut (Abdullah, 2016):

- 1) Sebuah pipa kapiler kaca jika dicelupkan pada tabung berisi air, maka air dapat naik ke dalam pembuluh kaca pipa kapiler, ini disebabkan karena gaya adhesi $>$ kohesi.
- 2) Sebuah pipa kapiler dicelupkan pada tabung berisi air raksa maka air raksa di dalam pembuluh kaca pipa kapiler lebih rendah permukaannya dibandingkan permukaan air, ini disebabkan karena gaya kohesi $>$ adhesi.



Gambar 2.10. Pengaruh Sudut Kontak pada Kapilaritas dalam Pipa Kapiler

Sumber : Seri Diktat Kuliah Mekanika Fluida Dasar
(Ridwan, 1999)

Besarnya kenaikan/penurunan zat cair dalam pipa kapiler dapat dihitung menggunakan persamaan 2.11 (Ridwan,1999):

$$h = \frac{2\gamma \cos \theta}{\rho g r} \quad (2.11)$$

Keterangan:

h = naik dan turunnya permukaan zat cair (m)

γ = tegangan permukaan zat cair (N/m)

θ = sudut kontak permukaan zat cair ($^{\circ}$)

ρ = massa jenis zat cair (kg/m^3)

g = percepatan gravitasi (m/s^2)

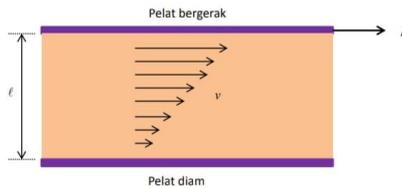
r = jari-jari (m)

g. Viskositas dan Hukum Stokes

Viskositas adalah besaran yang mengukur kekentalan dari fluida. Sebenarnya semua fluida

memiliki kekentalan, termasuk juga gas. Viskositas zat cair dapat ditentukan secara kuantitatif dengan besaran koefisien viskositas (η) (Abdullah, 2016).

Koefisien viskositas fluida η , didefinisikan sebagai perbandingan antara koefisien viskositas fluida η , didefinisikan sebagai perbandingan antara tegangan luncur F/A dengan kecepatan perubahan regangan luncur v/l . Secara matematis, persamaannya ditulis sesuai persamaan 2.12 (Abdullah, 2016):



Gambar 2.11. Menentukan Kekentalan Fluida
Sumber : Fisika Dasar I (Abdullah, 2016)

$$\eta = \frac{\text{tegangan luncur}}{\text{cepat perubahan tegangan luncur}} = \frac{\frac{F}{A}}{\frac{v}{l}}$$

$$F = \eta A \frac{v}{l} \quad (2.12)$$

Keterangan:

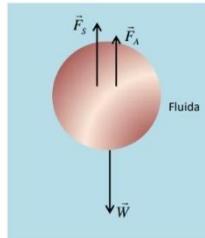
F = gaya (N)

η = koefisien viskositas fluida (Ns/ m²)

A = luas keping yang bersentuhan dengan fluida (m²)

v = kecepatan (m/s)

l = jarak antarkeping (m)



Gambar 2.12. Gaya yang Bekerja pada Bola yang Jatuh dalam Fluida

Sumber : Fisika Dasar I (Abdullah, 2016)

Gaya yang bekerja pada benda selama bergerak jatuh adalah gaya berat ke bawah, gaya angkat ke atas, dan gaya Stokes. Besar gaya Stokes ditulis dalam persamaan 2.13 (Abdullah, 2016):

$$F_s = 6\pi\eta r v \quad (2.13)$$

Keterangan:

F_s = gaya stokes (N)

η = koefisien viskositas fluida (Ns/ m²)

r = jari-jari (m)

v = laju bola relatif terhadap fluida (m/s)

4. Pengembangan E-Modul Fluida Statis Bermuatan Mitigasi Banjir

Ilmu yang menjelaskan seluruh isi alam semesta dapat dipelajari dalam Ilmu Pengetahuan Alam (IPA).

Pemahaman dengan indera (melihat, mendengar, mengecap, menyentuh dan meraba) adalah batasan dalam belajar IPA. Fisika merupakan salah satu rumpun pembelajaran IPA, maka dapat dikatakan bahwa fisika adalah ilmu yang diperoleh melalui pembuktian dan pembelajaran (Hudha, Aji, & Rismawati, 2017). Berdasarkan hakikat fisika sebagai produk, fisika sebagai proses dan sebagai sikap. Pertama fisika sebagai produk, interaksi yang terjadi berkaitan antara manusia dengan alam lingkungannya. Interaksi yang terjadi dapat memberikan pembelajaran kepada manusia. Hal ini memicu timbulnya pengalaman yang menambah pengetahuan, wawasan dan kemampuan yang diiringi dengan perubahan perilaku (Murdani, 2020).

Ilmu fisika bertujuan untuk mengungkapkan keteraturan alam melalui berbagai percobaan, penelitian, eksperimen, maupun pengamatan. Kebenaran suatu ilmu, salah satunya ilmu fisika dapat ditemukan dari fakta, konsep, hukum, teori, dan cara berpikir dalam penyelesaiannya. Mempelajari ilmu fisika, menjadikan peserta didik memiliki karakter yang baik seperti teliti, jujur, setia kawan, mandiri, berani, inovatif, kreatif, berpikir kritis, serta analitis (Triyogantara, 2017). Fisika adalah ilmu pengetahuan

alam yang membahas mengenai gejala-gejala/fenomena alam menggunakan metode ilmiah. Pembelajaran fisika dapat didukung dengan menggunakan sebuah bahan ajar. Salah satu bahan ajar yang sesuai dengan tuntutan revolusi industri 4.0 adalah e-modul (Kurnia, Ayu, & Fauzi, 2020). Oleh karena itu dalam pengembangan bahan ajar, dapat mengembangkan e-modul fisika yang dikaitkan dengan fenomena alam salah satunya mitigasi bencana banjir.

Banjir adalah peristiwa tergenangnya tanah akibat luapan sungai, hal ini disebabkan oleh intensitas hujan yang lebat atau banjir akibat kiriman dari daerah tempat tinggi (Findayani, 2018). Faktor penyebab banjir dapat dibedakan ke dalam 2 kategori, yaitu banjir yang dipengaruhi karena adanya aktivitas manusia dan yang berasal dari kondisi atau peristiwa alami (Alinti, 2019).

a. Banjir yang disebabkan faktor dari pengaruh aktivitas manusia, yaitu:

- 1) Penebangan hutan, tanpa disadari kegiatan tersebut mengakibatkan kurangnya lahan peresapan air dan meningkatkan larian tanah permukaan.
- 2) Pemukiman di bantaran sungai, kurang tertatanya pemukiman penduduk di daerah bantaran

mengakibatkan amblesnya tanah disekitar sisi bangunan ambles hingga menutup aliran sungai.

- 3) Sampah dibuang sembarangan di sungai, dapat menyumbat aliran air sehingga air sungai meluap.
 - 4) Pemeliharaan bangunan pengendali banjir yang kurang diperhatikan, sehingga menimbulkan kerusakan dan ketidakberfungsian alat.
- b. Banjir yang disebabkan faktor yang berasal dari kondisi atau peristiwa alami yaitu:
- 1) Kondisi geografis, terletak di daerah yang sering dilanda badai.
 - 2) Kondisi topografisnya yang berbentuk cekung, yaitu daerah dataran banjir. Contohnya kota Bandung yang berkembang pada cekungan Bandung.
 - 3) Kondisi alur sungai, seperti kemiringan dasar sungai yang dangkal, berkelak-kelok, timbulnya sumbatan atau berbentuk leher botol dan adanya sedimen dasar sungai yang membentuk sebuah pulau.
 - 4) Curah hujan yang tinggi.
 - 5) Air laut pasang, saat pasang, air laut akan naik dan menggenangi daerah-daerah rendah yang ada disekitarnya.

- 6) Pendangkalan sungai karena sedimentasi yang cukup tinggi.
- 7) Terjadinya pembendungan (arus balik) yang terjadi di muara sungai atau pertemuan sungai-sungai besar.

Mitigasi bencana adalah upaya pencegahan untuk mengurangi adanya risiko maupun kerugian yang ditimbulkan dari bencana tersebut. Jenis-jenis mitigasi bencana banjir dibedakan menjadi 2, yaitu sebagai berikut (Tiwow, Sujiono, & Sulistiawaty, 2019):

a. Mitigasi struktural

Mitigasi struktural merupakan upaya untuk mengurangi risiko bencana dengan melakukan pembangunan untuk mencegah banjir. Diantaranya dengan membuat rekayasa teknis bangunan tahan bencana, dan juga infrastruktur bangunan tahan air. Contohnya membangun tanggul maupun tembok pertahanan, mengatur kecepatan debit air, membuat saluran air atau terowongan air bawah tanah, membuat lubang-lubang serapan air, serta memperbanyak ruang terbuka hijau.

b. Mitigasi non-struktural

Mitigasi non-struktural adalah upaya yang dilakukan melalui perencanaan wilayah dan asuransi. Mitigasi non-struktural ini didasarkan pada perkembangan teknologi yang semakin maju. Harapannya adanya teknologi dapat memprediksi, mengelola serta mengurangi risiko/kerugian terjadinya bencana. Contohnya memperbaiki ketersediaan sarana dan prasarana, mengubah kebiasaan masyarakat yang menjadikan sungai sebagai tempat pembuangan sampah raksasa, dan mengadakan simulasi evakuasi.

Ilmu mengenai mitigasi banjir dapat membantu menjadi contoh adanya ilmu yang didasarkan pada materi fisika. Analisis materi dibutuhkan dalam pengintegrasian ilmu dengan kebencanaan tujuannya agar topik bencana yang dikemukakan sesuai dengan materi ajar (Arif dan Syaflita, 2018). Ketersediaan e-modul sebagai bahan ajar mudah didapatkan, namun adanya e-modul yang memuat atau mengintegrasikan mata pelajaran fisika dengan kebencanaan banjir sulit ditemukan. Pengembangan e-modul fluida statis

bermuatan mitigasi banjir untuk kelas XI SMA/MA menjadi salah satu alternatif yang dapat dilakukan.

Pengintegrasian atau pemuatan mitigasi bencana pada e-modul dapat dilihat di awal pembahasan materi fisika. Materi fluida statis yang dibahas yaitu sifat zat cair, tekanan hidrostatis, hukum Pascal, hukum Archimedes, tegangan permukaan, gejala meniskus, gejala kapilaritas, dan viskositas. Contoh mitigasi banjir disajikan terlebih dahulu dengan dihubungkan materi fluida statis. Pembahasan detail fluida statis disajikan setelah pembahasan contoh mitigasi banjir yang dihubungkan dengan materi fisika yang akan dibahas.

B. Kajian Penelitian yang Relevan

Kajian pustaka didapat dari hasil penelitian terdahulu yang memiliki hubungan dengan penelitian ini. Beberapa penelitian tersebut, di antaranya:

1. Pengembangan modul pembelajaran fisika SMA terintegrasi penanggulangan bencana tanah longsor, oleh Widya (2015). Penelitian ini menghasilkan produk berupa modul pembelajaran fisika terintegrasi penanggulangan bencana, dikembangkan dengan model 4-D (*four-D models*). Model 4D memiliki empat tahapan, yaitu pendefinisian (*define*), perancangan (*design*),

selanjutnya pengembangan (*develope*) dan yang terakhir penyebaran (*disseminate*). Hasil yang diperoleh dari modul pembelajaran fisika terintegrasi penanggulangan bencana tanah longsor yang layak untuk digunakan dalam pembelajaran dan memenuhi kriteria efektif. Perbedaan penelitian yang dilakukan oleh peneliti yaitu materi fisika dan jenis kebencanaannya. Peneliti mengembangkan e-modul fisika fluida statis yang bermuatan mitigasi kebencanaan banjir.

2. Pengembangan modul mitigasi bencana gempa bumi yang terintegrasi dalam mata pelajaran kimia di SMA Negeri 1 Trienggadeng Pidie Jaya, oleh Nadila (2020). Penelitian ini menghasilkan produk modul terintegrasi bencana alam untuk melihat respon siswa. Penelitian ini dapat disimpulkan bahwa kelayakan modul mitigasi bencana gempa bumi di SMA Negeri 1 Trienggadeng yang terintegrasi dalam mata pelajaran kimia menurut validasi tim ahli diperoleh jumlah rata-rata persentase sebanyak 92,4% dengan kriteria “sangat layak”. Respon siswa SMA Negeri 1 Trienggadeng terhadap modul mitigasi bencana gempa bumi yang terintegrasi dalam mata pelajaran kimia adalah sangat menarik, dengan persentase 91,38%. Perbedaan dengan penelitian

peneliti terletak pada jenis integrasi bencananya dan mata pelajaran yang akan diintegrasikan.

3. Keefektifan media pembelajaran fisika SMA terintegrasi pendidikan kebencanaan tsunami ditinjau dari peningkatan penguasaan materi dan kesiapsiagaan bencana alam, oleh Akbari (2018). Penelitian ini untuk melihat respon dan kesiapsiagaan siswa terhadap produk tersebut. Hasil penelitian, dapat disimpulkan apabila dilihat dari penguasaan materi maka media pembelajaran fisika terintegrasi pendidikan kebencanaan tsunami lebih efektif daripada pembelajaran konvensional. Jika, dilihat dari kesiapsiagaan peserta didik maka dapat diketahui media pembelajaran fisika terintegrasi pendidikan kebencanaan tsunami lebih efektif daripada pembelajaran konvensional. Perbedaan penelitian peneliti yaitu terkait bahan ajarnya dan muatan kebencanaannya. Peneliti mengembangkan e-modul fisika yang bermuatan mitigasi kebencanaan banjir.
4. Pengembangan modul IPA Terpadu dengan tema mitigasi banjir untuk siswa SMP/MTs, oleh Hermawan (2016). Penelitian ini mengembangkan produk berupa modul mitigasi banjir dan melihat kualitas produk dari validator, guru, dan siswa. Hasil penelitian dapat

diketahui bahwa kualitas modul tema mitigasi banjir untuk siswa SMP/MTs termasuk dalam kategori sangat baik. Respon siswa terhadap modul tema mitigasi banjir untuk siswa SMP/MTs menunjukkan hasil setuju. Perbedaan penelitian yang dilakukan oleh peneliti, yaitu terkait jenjang pendidikan responden dan materi yang dikaji. Peneliti mengembangkan e-modul fisika bermuatan mitigasi banjir untuk siswa SMA/MA.

Berdasarkan beberapa kajian tersebut, dapat diketahui bahwasannya tidak ada kesamaan utuh dengan penelitian yang berjudul “Pengembangan E-Modul Fluida Statis Bermuatan Mitigasi Bencana Banjir Kelas XI SMA”. Penelitian ini diharapkan dapat menambah wawasan dan kajian mengenai penelitian terkait dengan bahan ajar elektronik yang bermuatan mitigasi bencana banjir.

C. Kerangka Berpikir

Pembelajaran fisika memerlukan aspek pemahaman untuk mempelajari konsep tentang fenomena/gejala yang terjadi secara alami. Sayangnya, penggunaan sumber belajar untuk pembelajaran fisika hanya menggunakan buku paket yang memberi kesan monoton dan kurang menarik perhatian. Sumber bahan ajar interaktif menjadi salah satu

kebutuhan bagi para peserta didik dalam upaya meningkatkan pemahaman mengenai konsep-konsep fisika.

Fisika merupakan salah satu ilmu yang dapat dikaitkan dengan pendidikan kebencanaan. Hal ini karena beberapa penyebab, proses, dan mitigasi bencana dapat dikaitkan dengan materi fisika. Mengkaitkan materi fisika dengan penanggulangan kebencanaan di dalam pembelajaran, diharapkan mampu mengaktifkan proses berpikir siswa dan upaya mitigasi bencana.

1. Banjir menjadi salah satu bencana tahunan di Kota Semarang
2. Sedikitnya ketersediaan bahan ajar yang berorientasi dengan lingkungan, salah satunya mengenai mitigasi bencana.
3. Selama pembelajaran online, sumber ajar yang disediakan terbatas, salah satunya hanya melalui buku dalam bentuk cetak maupun link YouTube



Perlu pengembangan bahan ajar *digitalize* yang memuat materi fisika dengan orientasi lingkungan, untuk membantu peserta didik dalam belajar fisika dan memahami pemanfaatan ilmu fisika dalam kehidupan sehari-hari.



Produk e-modul fluida statis yang bermuatan mitigasi bencana banjir kelas XI yang tervalidasi.

Gambar 2.13. Diagram Kerangka Berpikir

D. Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan kajian teori dan latar belakang yang telah dipaparkan, maka timbul pertanyaan penelitian yang diharapkan diperoleh jawabannya melalui penelitian pengembangan ini:

1. Bagaimana mengembangkan e-modul fluida statis bermuatan mitigasi bencana banjir kelas XI SMA?
2. Bagaimana penilaian menurut para ahli mengenai produk yang dikembangkan dalam penelitian ini. Penilaian ahli materi pada aspek kelayakan isi, kelayakan penyajian, kelayakan kebahasaan, kesesuaian pengembangan e-modul. Ahli media menilai aspek desain media dan aspek penggunaan medianya?
3. Bagaimana respon siswa terhadap pengembangan bahan ajar e-modul fluida statis bermuatan mitigasi banjir kelas XI SMA?

BAB III

METODE PENELITIAN

B. Model Pengembangan

Jenis penelitian modul berbasis elektronik ini adalah penelitian pengembangan (*Research and Development*). Metode ini sesuai dengan yang dikemukakan oleh Emzir (2007) bahwa penelitian pengembangan adalah penelitian dengan tujuan menghasilkan produk baru, dalam bidang pendidikan. Penelitian pengembangan tujuan utamanya bukan merumuskan atau menguji teori melainkan untuk mengembangkan suatu produk yang efektif bagi pembelajaran. Jadi, penelitian pengembangan adalah metode penelitian untuk menghasilkan produk tertentu atau menyempurnakan produk yang sudah ada.

Model penelitian ini yaitu model ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation and Evaluation*). Model penelitian ADDIE muncul di tahun 1990-an dikembangkan oleh Reiser dan Mollenda. Model penelitian ADDIE ini dikembangkan oleh Dick and Carry pada tahun 1996 (Mulyatiningsih, 2016). Berdasarkan langkah-langkah pengembangan produknya, model ini dapat digunakan untuk berbagai macam bentuk pengembangan produk seperti model, strategi pembelajaran, metode

pembelajaran, media dan bahan ajar. Sesuai dengan namanya model pengembangan ADDIE memiliki lima tahapan yang merupakan singkatan dari *Analysis* (Analisis), *Design* (Desain), *Development* (Pengembangan), *Implementation* (Implementasi), dan *Evaluation* (Evaluasi). Produk yang akan dikembangkan dalam penelitian ini adalah e-modul fisika fluida statis bermuatan mitigasi banjir untuk kelas XI SMA.

C. Prosedur Pengembangan

Prosedur pengembangan yang dipakai untuk penelitian pengembangan e-modul fisika fluida statis bermuatan mitigasi bencana banjir berdasarkan model pengembangan ADDIE yang memiliki lima tahap pengembangan yaitu *Analysis, Design, Develop, Implement, and Evaluate*. Prosedur pengembangan ini dilakukan melalui 5 tahap, secara garis besar tahapan dalam model ADDIE dijabarkan sbb:

1. Tahap analisis (*analysis*),

Tahapan ini berfungsi untuk mendefinisikan detail perincian program (rancangan). Analisis yang dilakukan meliputi analisis kebutuhan dan analisis bahan ajar. Analisis kebutuhan dilihat dari analisis situasi pembelajaran. Analisis situasi pembelajaran dilakukan

untuk mengetahui situasi pembelajaran di lingkungan tempat penelitian yaitu SMA Negeri 10 Semarang. Peneliti telah melakukan wawancara yang dilaksanakan pada saat pra penelitian bersama guru fisika di SMA Negeri 10 Semarang untuk mendapatkan informasi mengenai situasi pembelajaran dan kebutuhan bahan ajar. Hasil analisis situasi digunakan untuk menentukan apakah siswa di SMA Negeri 10 Semarang cocok menggunakan bahan ajar e-modul fisika yang memuat contoh mitigasi bencana.

Tahap analisis kedua yaitu analisis bahan ajar. Tahap analisis ini dilakukan dengan mengkaji aspek yang berguna untuk mengembangkan e-modul. Aspek tersebut meliputi kelayakan isi materi, dan media. Berikut adalah beberapa analisis untuk mengembangkan bahan ajar, meliputi kegiatan:

- a. Analisis Kurikulum, dilakukan dengan mengkaji Kurikulum 2013 (K-13). Kurikulum ini merupakan kurikulum tetap yang diterapkan oleh pemerintah untuk menggantikan Kurikulum-2006 atau Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP). Hal ini bertujuan agar e-modul yang dikembangkan, dapat digunakan oleh berbagai SMA/MA yang menggunakan Kurikulum 2013 (K-13).

b. Analisis pengembangan e-modul, adalah tahap mengumpulkan dan mengkaji referensi yang membahas mengenai isi e-modul.

2. Tahap Perancangan (*Design*)

Kegiatan perancangan desain e-modul ini, yaitu sebagai berikut:

a. Penyusunan desain rancangan penelitian pengembangan e-modul fluida statis bermuatan mitigasi banjir kelas XI SMA dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- 1) Menyiapkan referensi terkait dengan materi fluida statis dan mitigasi banjir.
- 2) Menetapkan judul e-modul berdasarkan kompetensi dasar, indikator-indikator, dan materi pembelajaran yang tercantum dalam pengembangan e-modul.
- 3) Menentukan desain e-modul, langkah-langkah yang akan dilakukan dalam penulisan e-modul adalah sebagai berikut:
 - a) Perumusan kompetensi dasar yang harus dikuasai yaitu berdasarkan dari standar K-13.
 - b) Perancangan dari sisi media.
 - c) Penyusunan topik materi.

- b. Penyusunan desain instrumen penilaian, bertujuan menilai kelayakan produk yang dikembangkan.

3. Tahap Pengembangan (*Development*)

Tahapan ini, e-modul fluida statis bermuatan mitigasi banjir kelas XI SMA akan dikembangkan berdasarkan hasil validasi ahli dan revisi produk. Tahapan pengembangan modul berdasarkan hal-hal berikut:

- a. Pembuatan e-modul fluida statis bermuatan mitigasi banjir:
 - 1) Produk berbentuk *flipbook* diakses secara *online*, untuk mempermudah penggunaannya.
 - 2) Dilengkapi dengan informasi berupa teks dan gambar.
 - 3) Disusun berdasarkan format penulisan modul.
- b. Pembuatan instrumen angket kelayakan untuk ahli dan angket respon untuk siswa. Instrumen penilaian dibuat berdasarkan konsultasi yang dilakukan bersama dosen pembimbing.
- c. Validasi ahli, dilakukan untuk mengetahui kelayakan produk. Penilaian kelayakan produk oleh validator diberikan untuk mendapat saran/tanggapan terhadap produk yang dikembangkan.

d. Revisi produk, apabila e-modul yang telah diujikan kepada validator ahli mendapat masukan perbaikan maka dilakukan revisi sesuai dengan saran dari validator ahli.

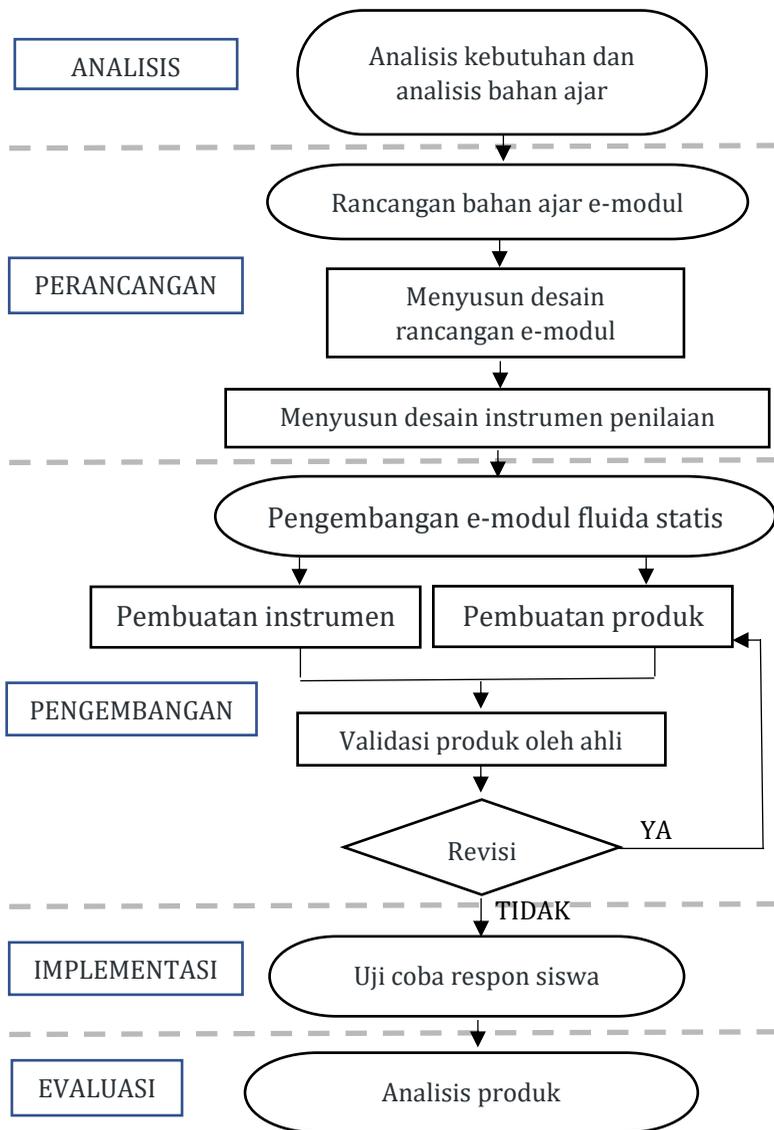
4. Tahap Implementasi (*Implementation*)

Tahap selanjutnya adalah e-modul fluida statis bermuatan mitigasi banjir diujikan kepada siswa. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan respon siswa terhadap kualitas e-modul yang dikembangkan. E-modul diujicobakan dalam skala kecil dengan mengambil sampel kelas XI MIPA 5 di SMA Negeri 10 Semarang.

5. Tahap Evaluasi (*Evaluation*)

Evaluasi adalah proses untuk menganalisis produk e-modul yang dikembangkan. Tahapan ini dilakukan untuk mengetahui hasil penilaian terhadap pengembangan produk. Data-data yang diperoleh dianalisis sesuai kriteria yang ditetapkan.

Alur penelitian yang akan dilaksanakan peneliti berdasarkan model ADDIE ditunjukkan pada gambar 3.1



Gambar 3.1. Alur Penelitian E-Modul Model ADDIE

D. Desain Uji Coba Produk

1. Desain Uji Coba

Desain uji coba produk dilakukan melalui validasi ahli dan validasi empiris (uji coba lapangan). Validasi ahli pada e-modul fisika bermuatan mitigasi banjir terdiri dari 2 validator ahli media dan 2 validator ahli materi yang terdiri dari 2 dosen program studi pendidikan fisika dan 2 guru fisika. Produk e-modul yang telah dikonsultasikan kepada dosen pembimbing diujikan kelayakan kepada dosen ahli, menggunakan instrumen angket.

Validasi ahli dilakukan untuk mengetahui kelayakan produk dan mendapat kritik serta saran perbaikannya. Validator ahli materi akan menilai produk dengan memperhatikan beberapa aspek yaitu pada aspek kelayakan isi, kelayakan penyajian, kelayakan kebahasaan, kesesuaian pengembangan e-modul. Validator ahli media menilai produk dengan memperhatikan beberapa aspek meliputi aspek desain media dan aspek penggunaan media. Produk yang telah direvisi berdasarkan kritik dan saran para ahli akan diuji cobakan kepada siswa untuk mendapatkan respon mengenai produk tersebut.

2. Subjek Uji Coba

Subjek uji coba yang digunakan peneliti pada penelitian ini adalah validator ahli untuk uji kelayakan produk. Respon didapat dari uji coba lapangan kecil dengan mengambil sampel kelas XI MIPA 5 di SMA Negeri 10 Semarang. Alasan pemilihan lokasi penelitian, karena berdasarkan letak geografis SMA N 10 Semarang yang berdekatan dengan kawasan pesisir pantai dan pernah dilanda banjir. Teknik pengambilan sampel pada penelitian ini yaitu *purposive sampling*, dengan pertimbangan peserta didik yang dipilih menerima kurikulum berdasarkan K-13 dan pembelajaran *online* menggunakan *smartphone*.

3. Teknik Instrumen dan Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data merupakan cara peneliti untuk memperoleh data di lapangan melalui instrumen penelitian. Tujuannya untuk menemukan kebutuhan dan tanggapan terkait pengembangan e-modul fluida statis bermuatan mitigasi bencana banjir kelas XI SMA. Teknik yang dipakai dalam penelitian ini adalah angket/kuesioner, wawancara. Angket/kuesioner

Menurut Sugiyono (2010) kuesioner atau angket adalah teknik pengumpulan data yang yang menjawab

serangkaian pertanyaan tertulis yang ditujukan kepada responden. Angket validasi ini akan diserahkan kepada para ahli di antaranya yaitu: ahli materi, ahli media serta angket respon siswa.

a. Angket validasi ahli

Angket/kuesioner validasi terdiri dari ahli materi, dan ahli media. Angket validasi materi berupa pertanyaan untuk menilai kesesuaian isi/materi pada e-modul fluida statis bermuatan mitigasi bencana banjir. Angket validasi media untuk mengevaluasi penampilan suatu produk. Susunan penulisan angket validasi yaitu judul, identitas penilai, petunjuk pengisian/penilaian, indikator penilaian, penilaian kelayakan, masukan dan tanda tangan validator.

b. Angket respon siswa

Angket respon siswa digunakan untuk mengumpulkan data mengenai respon siswa terhadap produk e-modul fluida statis bermuatan mitigasi bencana banjir. Urutan penulisan angket respon siswa ini ialah judul, identitas responden, petunjuk pengisian, pertanyaan yang akan dijawab siswa, saran dan tanggapan.

c. Wawancara

Teknik ini digunakan peneliti dengan tujuan mengumpulkan bukti, dilaksanakan saat pra penelitian. Tujuannya untuk mengamati dan mendapatkan masalah yang ingin peneliti pahami mengenai penelitian tersebut. Wawancara diajukan peneliti kepada guru fisika.

4. Teknik Analisis Data

Penelitian pengembangan didapatkan dua macam jenis data yaitu data kualitatif dan data kuantitatif.

a. Analisis Data Kualitatif

Data kualitatif adalah data yang direpresentasikan dalam bentuk data yang tidak dapat diukur secara pasti. Data kualitatif diperoleh dari kritik ataupun saran validator ahli serta berdasarkan hasil wawancara. Kritik maupun saran tersebut bersifat membangun sehingga dapat melakukan perbaikan untuk mendapatkan produk pengembangan yang layak dan sesuai.

b. Analisis Data Kuantitatif

Data kuantitatif dipelajari dengan menggunakan persentase deskriptif, data yang dipelajari melalui penelitian ini adalah hasil kuesioner/angket validasi tim ahli dan tanggapan

siswa terhadap pengembangan e-modul fluida statis bermuatan mitigasi banjir kelas XI SMA.

1) Angket Validasi Ahli

Data hasil validasi tim ahli dianalisis dengan menggunakan skala likert. Lembar validasi tim ahli dipakai untuk mendapatkan tanggapan validator mengenai kelayakan produk e-modul fluida statis bermuatan mitigasi bencana banjir.

Tabel 3.1 Skala Likert

Analisis Kuantitatif	Skor Pernyataan
Sangat Baik (SB)	4
Baik (B)	3
Kurang Baik (KB)	2
Sangat Kurang (SK)	1

Adapun langkah-langkah untuk mendapatkan hasil validasi ahli adalah sebagai berikut:

- a) Hitung skor rata-rata setiap aspek yang dinilai dengan persamaan 3.1

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N} \quad (3.1)$$

Dengan:

\bar{X} = Skor rata-rata penilaian pengguna

$\sum X$ = Jumlah skor yang diperoleh pengguna

N = Jumlah butir pertanyaan

- b) Ubah rata-rata skor yang diperoleh ke dalam data kualitatif. Kategori kualitatif sebelumnya ditentukan dengan menggunakan persamaan 3.2 untuk mencari jarak antar kategori dari Sangat Baik (SB) hingga Sangat Kurang (SK).

$$\text{jarak interval } (i) = \frac{\text{skor tertinggi} - \text{skor terendah}}{\text{jumlah kelas interval}}$$

$$\text{jarak interval } (i) = \frac{4-1}{4} = 0,75 \quad (3.2)$$

Kategori penilaian e-modul fisika bermuatan mitigasi bencana banjir, dapat diklasifikasikan sesuai pada tabel 3.2.

Tabel 3.2 Kategori Penilaian E-Modul

Skor Rata-rata (\bar{X})	Kriteria
$3,25 < \bar{X} \leq 4,00$	Sangat Baik
$2,50 < \bar{X} \leq 3,25$	Baik
$1,75 < \bar{X} \leq 2,50$	Kurang Baik
$1,00 < \bar{X} \leq 1,75$	Sangat Kurang

- c) Menghitung persentase kelayakan dengan persamaan 3.3 (Ridwan dan Sunarto, 2013):

$$\text{Persentase} = \frac{\text{skor hasil penelitian}}{\text{skor maksimal ideal}} \times 100\% \quad (3.3)$$

Setelah diketahui hasil perhitungan persentase kelayakannya, tingkat kelayakan dapat diklasifikasikan ke dalam kategori yang

disesuaikan pada tabel 3.3 (Hudha, Aji, & Rismawati, 2017).

Tabel 3.3 Kategori Kelayakan

Interval	Tingkat Validitas
85,01%-100,00%	Sangat Valid
70,01%-85,00%	Cukup Valid
50,01%-70,00%	Kurang Valid
1,00%-50,00%	Tidak Valid

2) Angket Respon Siswa

Respon siswa terhadap produk yang dikembangkan melalui analisis angket. Angket ini terdiri dari 4 kategori jawaban “sangat setuju”, “setuju”, “tidak setuju”, “sangat tidak setuju”, dengan memberikan tanda checklist (\checkmark).

Tabel 3.4 Skala Likert

Analisis Kuantitatif	Skor Pernyataan
Sangat Setuju (SS)	4
Setuju (S)	3
Tidak Setuju (TS)	2
Sangat Tidak Setuju (STS)	1

Hasil respon siswa didapatkan melalui cara yang sama dengan validasi ahli dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- 1) Hitung skor rata-rata setiap aspek yang dinilai. Perhitungan skor rata-rata disesuaikan berdasarkan persamaan 3.1
- b) Mengubah rata-rata skor yang diperoleh ke dalam data kualitatif. Kategori kualitatif sebelumnya ditentukan dengan menggunakan persamaan 3.4 untuk mencari jarak antar kategori dari Sangat Setuju (SS) hingga Sangat Tidak Setuju (STS).

$$\text{jarak interval } (i) = \frac{\text{skor tertinggi} - \text{skor terendah}}{\text{jumlah kelas interval}}$$

$$\text{jarak interval } (i) = \frac{4-1}{4} = 0,75 \quad (3.4)$$

Kategori penilaian e-modul fisika bermuatan mitigasi bencana banjir, dapat diklasifikasikan sesuai pada tabel 3.5.

Tabel 3.5 Kategori Penilaian E-Modul

Skor Rata-rata (\bar{X})	Kriteria
$3,25 < \bar{X} \leq 4,00$	Sangat Setuju
$2,50 < \bar{X} \leq 3,25$	Setuju
$1,75 < \bar{X} \leq 2,50$	Tidak Setuju
$1,00 < \bar{X} \leq 1,75$	Sangat Tidak Setuju

- c) Menghitung persentase kelayakan berdasarkan persamaan 3.3 kemudian diklasifikasikan sesuai kategori kelayakan tabel 3.3.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN

A. Hasil Pengembangan Produk Awal

1. Tahap Analisis

Tahap analisis adalah tahapan peneliti mencoba mencari dan menemukan masalah yang sesuai dalam penelitiannya. Kegiatan yang dilakukan pada tahap ini adalah melakukan wawancara terhadap guru fisika di SMA Negeri 10 Semarang.

a. Hasil analisis situasi

Berdasarkan hasil wawancara pra penelitian dengan guru fisika SMA Negeri 10 Semarang, terdapat beberapa hal yang ditemukan:

- 1) Metode yang digunakan selama pembelajaran daring hanya tanya jawab membahas soal-soal berkaitan dengan fisika.
- 2) Guru tidak dapat mengukur pemahaman siswa selama pembelajaran daring.
- 3) Pembelajaran *online* dilakukan dengan bantuan *smartphone* atau laptop.

b. Hasil analisis masalah

Berdasarkan hasil wawancara pra penelitian dengan guru fisika SMA Negeri 10 Semarang, terdapat beberapa masalah yang ditemukan:

- 1) Siswa selama pembelajaran daring hanya menggunakan sumber belajar yang dapat diakses melalui YouTube, dibantu dengan buku paket dari sekolah.
- 2) Belum adanya bahan ajar yang dapat diakses siswa secara *online* untuk mendampingi siswa dalam pembelajaran daring.
- 3) Bahan ajar yang tersedia belum sepenuhnya menggunakan pendekatan berorientasi lingkungan.

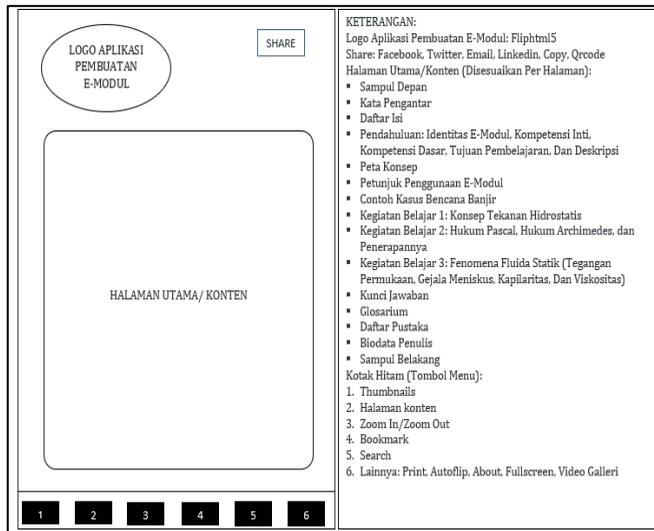
c. Hasil analisis penentuan bahan ajar

Berdasarkan hasil analisis situasi dan masalah, untuk mengatasinya maka perlu adanya bahan ajar yang menggunakan pendekatan berorientasi pada lingkungan. Salah satunya dengan menghubungkan mitigasi bencana banjir ke dalam materi fisika sehingga dapat mengaktifkan proses berpikir siswa. Hal tersebut diharapkan dapat meningkatkan respon pemahaman materi fisika, dan meningkatkan respon terhadap tindakan mitigasi bencana banjir. Modul

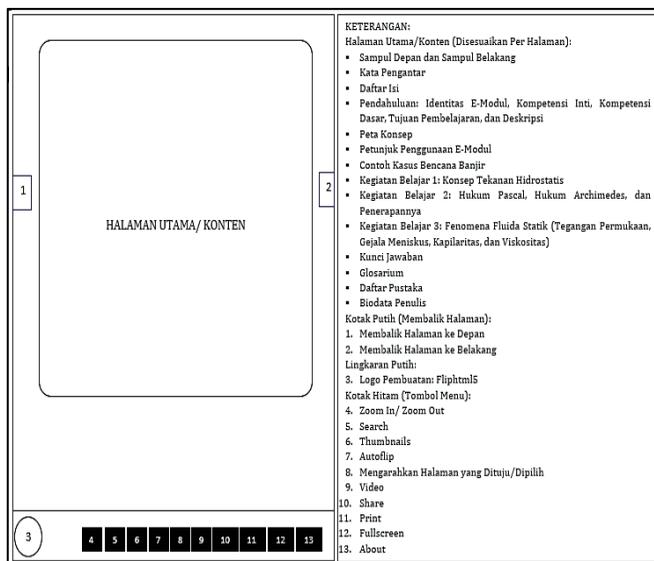
elektronik dapat menjadi bahan ajar pendamping siswa selama pembelajaran online.

2. Tahap Desain

Tahap desain merupakan tahap merancang produk bahan ajar berupa e-modul fluida statis bermuatan mitigasi bencana banjir. Tahap desain dilakukan, dengan menyiapkan desain perancangan produk dan perancangan instrumen penilaiannya. Desain produk diawali dengan menyiapkan referensi/informasi berkaitan materi yang dibahas, menetapkan judul, dan menentukan desain pengembangan produk. Tahap desain pengembangan produk, didasari pembuatan *storyboard*. Tujuan *storyboard* adalah untuk menjelaskan detail konten dari sebuah produk yang dikembangkan. Berikut *storyboard* e-modul fluida statis bermuatan mitigasi bencana banjir kelas XI SMA:



Gambar 4.1. Storyboard untuk Penggunaan Android



Gambar 4.2. Storyboard untuk Penggunaan Versi Desktop

Desain pengembangan produk berikutnya yaitu desain isi/konten e-modul fluida statis bermuatan mitigasi bencana banjir kelas XI SMA. Materi yang disajikan pada e-modul fisika ini bersifat menstimulus siswa untuk memahami konsep materi fisika yang akan dipelajari. Penyajian materi pada e-modul ini dibagi menjadi 3 kegiatan belajar. Setiap uraian sub bab materi diawali dengan penyampaian contoh mitigasi bencana banjir. Contoh mitigasi, disajikan dengan dikaitkan pada setiap sub materi fluida statis yang akan dipelajari. Setelah penyampaian contoh mitigasi, siswa diarahkan untuk mempelajari sub bab fisika yang disajikan, diikuti dengan latihan soal, rangkuman, dan tes formatif di akhir setiap kegiatan belajar.

3. Kajian Produk Awal

Berikut gambaran awal produk:

a. Halaman Sampul

Halaman sampul merupakan halaman awal yang menjadi pembungkus keseluruhan isi e-modul. Halaman sampul ini terdiri dari sampul depan dan sampul belakang. Seperti pada gambar 4.3.



(a)

(b)

Gambar 4.3. Tampilan Halaman Sampul (a) Sampul Depan (b) Sampul Belakang

b. Halaman Kata Pengantar

Halaman ini berisikan ucapan syukur dan terima kasih penulis kepada pihak-pihak yang membantu penulis untuk menyelesaikan produk, seperti gambar 4.4.



Gambar 4.4. Tampilan Halaman Kata Pengantar

c. Halaman Daftar Isi

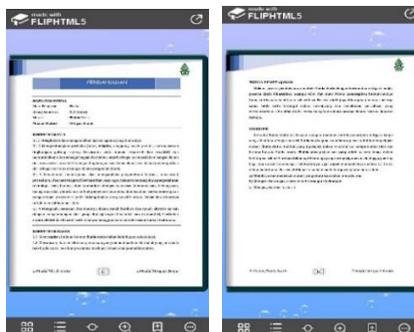
Halaman ini berisikan nama konten yang tercantum dalam e-modul disertai dengan nomer halamannya, seperti pada gambar 4.5.



Gambar 4.5. Halaman Daftar Isi

d. Halaman Pendahuluan

Halaman ini berisikan deskripsi isi e-modul, yang meliputi identitas, kompetensi inti, kompetensi dasar, tujuan pembelajaran secara umum dan deskripsi e-modul, seperti pada gambar 4.6.



Gambar 4.6 Halaman Pendahuluan

e. Halaman Peta Konsep

Halaman ini berisikan bagan skematis mengenai sub bab yang akan dibahas dalam e-modul, seeperti pada gambar 4.7.



Gambar 4.7. Halaman Peta Konsep

f. Halaman Petunjuk Penggunaan E-Modul

Halaman ini berisikan petunjuk penggunaan yang diperuntukkan bagi siswa dan juga bagi guru, untuk mempermudah proses pembelajaran, seperti pada gambar 4.8.



Gambar 4.8 Halaman Petunjuk Penggunaan E-Modul

g. Halaman Contoh Kasus Bencana Banjir

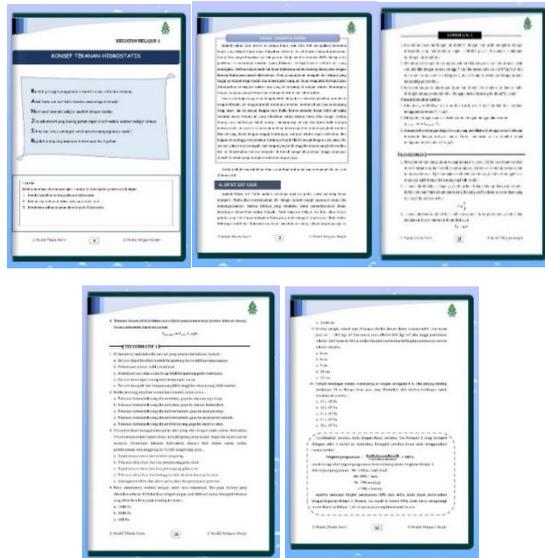
Halaman ini berisikan tentang kasus bencana banjir yang terjadi di daerah Kota Semarang, untuk menarik perhatian siswa pada materi yang dibahas, seperti pada gambar 4.9.



Gambar 4.9. Halaman Contoh Kasus Bencana Banjir

h. Halaman Kegiatan Belajar

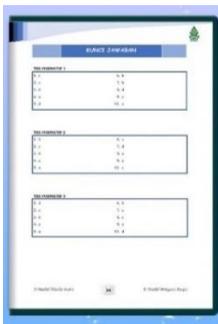
Halaman ini berisikan sub bab materi yang akan dipelajari, dilengkapi dengan latihan soal, rangkuman, tes formatif serta evaluasi penilaian di akhir kegiatan belajar, seperti pada gambar 4.10.



Gambar 4.10. Halaman Kegiatan Belajar

i. Halaman Kunci Jawaban

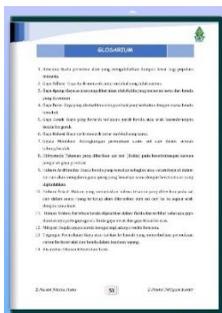
Halaman ini berisikan kunci jawaban tes formatif setiap kegiatan belajar untuk mengukur kemampuan siswa memahami materi disetiap kegiatan belajar, seperti gambar 4.11.



Gambar 4.11. Halaman Kunci Jawaban

j. Halaman Glosarium

Halaman ini berisikan daftar alfabetis suatu istilah yang ada dalam penyampaian materi pada e-modul, seperti gambar 4.12.



Gambar 4.12. Halaman Glosarium

k. Halaman Daftar Pustaka

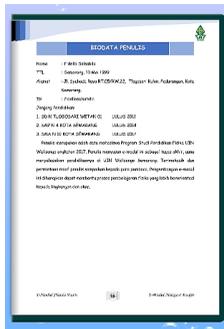
Halaman ini berisikan daftar judul, jurnal atau sumber lainnya yang dijadikan referensi untuk membantu proses penyusunan materi e-modul, seperti gambar 4.13.



Gambar 4.13. Halaman Daftar Pustaka

l. Halaman Biodata Penulis

Halaman ini berisikan mengenai informasi riwayat hidup penulis, seperti pada gambar 4.14.



Gambar 4.14. Halaman Biodata Penulis

B. Hasil Uji Coba Produk

1. Validasi Ahli Materi

Validasi ahli materi terdiri dari satu dosen jurusan pendidikan fisika UIN Walisongo Semarang dan satu guru pelajaran fisika SMA Negeri 10 Semarang. Aspek penilaian meliputi 4 aspek yaitu kelayakan isi, kelayakan bahasa, kelayakan penyajian, dan pengembangan e-modul. Berikut hasil penilaian serta masukan dari validator ahli materi:

Tabel 4.1. Hasil Penilaian Validasi Ahli Materi

ASPEK	INDIKATOR	SKOR VALIDASI			JUMLAH SKOR PER-ASPEK	KATEGORI PENILAIAN	
		VAL. I	VAL. II	SKOR RATA-RATA		RATA-RATA SKOR PER-ASPEK	KRITERIA
KELAYAKAN ISI	1	3	4	3,5	14,5	3,63	Sangat Baik
	2	3	4	3,5			
	3	3	4	3,5			
	4	4	4	4,0			
KELAYAKAN BAHASA	5	2	4	3,0	9,5	3,16	Baik
	6	3	4	3,5			
	7	2	4	3,0			
KELAYAKAN PENYAJIAN	8	3	4	3,5	7,0	3,50	Sangat Baik
	9	3	4	3,5			
PENGEMBANGAN E-MODUL	10	3	4	3,5	3,5	3,50	Sangat Baik
JUMLAH KESELURUHAN		29	40	34,5	34,5	3,45	Sangat Baik

Berdasarkan tabel 4.1, dapat diketahui bahwa penilaian produk e-modul fluida statis bermuatan

mitigasi bencana banjir, dilihat dari aspek kelayakan isi berdasarkan 4 indikator memperoleh skor rata-rata pada sebesar 3,63 dengan kriteria sangat baik. Aspek kelayakan bahasa e-modul berdasarkan 3 indikator mendapatkan skor rata-rata sebesar 3,16 dengan kriteria baik. Aspek kelayakan penyajian berdasarkan penilaian 2 indikator memperoleh skor rata-rata sebesar 3,50 dengan kriteria sangat baik. Aspek pengembangan e-modul yang hanya terdapat 1 indikator memperoleh hasil yang sama dengan aspek kelayakan penyajian, yaitu skor rata-rata 3,50 dan memperoleh kriteria sangat baik. Keseluruhan aspek pada e-modul baik dari aspek kelayakan isi, kelayakan bahasa, kelayakan penyajian, dan pengembangan e-modul diperoleh skor rata-rata 3,45 dengan 11 indikator, dan termasuk kriteria sangat baik. Berdasarkan penilaian ahli materi terhadap kualitas e-modul yang dikembangkan oleh peneliti menunjukkan bahwa e-modul layak digunakan dengan revisi. Uji coba pengguna dapat dilakukan setelah peneliti melakukan revisi sesuai saran dan komentar dari validator ahli materi. Saran dan komentar yang didapat peneliti sesuai dengan yang tertulis pada tabel 4.2.

Tabel 4.2. Perbaikan, Saran, Komentar Ahli Materi

VALIDATOR	SARAN, KOMENTAR
Ahli Materi I	<ul style="list-style-type: none"> • Perlu disampaikan bahwa yang termasuk fluida bukan hanya zat cair. • Disampaikan pula syarat suatu zat dapat dikategorikan sebagai fluida, dengan definisi aksiomatis misalnya • Terdapat beberapa salah ketik dan penggunaan kata kurang tepat. • Pada bagian tekanan hidrostatik, sebaiknya diberikan gambar agar jelas bidang tekan yang dimaksud (lihat bagian B. Tekanan Hidrostatik).
Ahli Materi II	E-Modul Fluida Statis Bermuatan Mitigasi Bencana Banjir Kelas XI SMA layak digunakan.

Berdasarkan tabel 4.2, dapat diketahui bahwa terdapat saran dan komentar untuk perbaikan produk e-modul. E-modul fluida statis bermuatan mitigasi bencana banjir, dapat diujicobakan di sekolah setelah direvisi sesuai saran dan komentar validator ahli materi. Hal ini dilakukan agar produk yang dikembangkan dapat sesuai untuk proses belajar. Perhitungan persentase kelayakan e-modul untuk mengukur tingkat validitas, dapat dilihat pada tabel 4.3 sebagai berikut:

Tabel 4.3 Hasil Penilaian Kelayakan Ahli Materi

ASPEK	VALIDATOR	PERSENTASE KELAYAKAN (%)	TINGKAT VALIDITAS
KELAYAKAN ISI	2	90,62	Sangat Valid
KELAYAKAN BAHASA	2	79,16	Cukup Valid
KELAYAKAN PENYAJIAN	2	87,50	Sangat Valid
PENGEMBANGAN E-MODUL	2	87,50	Sangat Valid
KESELURUHAN ASPEK	2	86,25	Sangat Valid

Berdasarkan tabel 4.3, melalui perhitungan persentase kelayakan, untuk aspek kelayakan isi sebesar 90,62%, dengan tingkat validitas sangat valid. Aspek kelayakan bahasa memperoleh persentase kelayakan 79,16%, dengan tingkat validitas cukup valid. Aspek kelayakan penyajian dan pengembangan e-modul memperoleh persentase kelayakan sama, sebesar 87,5%, tingkat validitas ke duanya sangat valid. Aspek keseluruhan memperoleh persentase kelayakan sebesar 86,25%, dengan tingkat validitas sangat valid. Hasil perhitungan ini menunjukkan bahwa e-modul yang dikembangkan peneliti berdasarkan penilaian ahli materi memperoleh hasil sangat valid sehingga layak

digunakan dengan sedikit revisi sesuai saran, masukan ahli materi.

2. Validasi Ahli Media

Validasi ahli media terdiri dari satu dosen jurusan pendidikan fisika UIN Walisongo Semarang dan satu guru pelajaran fisika SMA Negeri 10 Semarang. Aspek penilaian meliputi 2 aspek yaitu desain media dan penggunaan media. Berikut hasil validasi serta masukan dari ahli media:

Tabel 4.4 Hasil Penilaian Validasi Ahli Media

ASPEK	INDIKATOR	SKOR VALIDASI			JUMLAH SKOR PER-ASPEK	KATEGORI PENILAIAN	
		VAL. I	VAL. II	SKOR RATA-RATA		RATA-RATA SKOR PER-ASPEK	KRITERIA
DESAIN MEDIA	1	3	4	3,5	17,5	3,50	Sangat Baik
	2	4	4	4,0			
	3	3	4	3,5			
	4	2	4	3,0			
	5	3	4	3,5			
PENGUNAAN MEDIA	6	3	4	3,5	7,5	3,75	Sangat Baik
	7	4	4	4,0			
JUMLAH KESELURUHAN		22	28	25	25	3,57	Sangat Baik

Berdasarkan tabel 4.4, dapat diketahui bahwa penilaian kualitas e-modul berdasarkan aspek penilaian produk e-modul fluida statis bermuatan mitigasi

bencana banjir, dilihat dari aspek desain media dengan 5 indikator penilaian memperoleh skor rata-rata 3,50 termasuk ke dalam kriteria sangat baik. Penilaian dari aspek penggunaan media yang terdiri dari 2 indikator memperoleh rata-rata 3,75 dengan kriteria sangat baik. Secara keseluruhan penilaian e-modul baik dari segi aspek desain media maupun aspek penggunaan media, dengan total indikator berjumlah 7. E-modul ini, memperoleh skor rata-rata 3,57 dan termasuk ke dalam kriteria sangat baik. Berdasarkan penilaian ahli media terhadap kualitas e-modul yang dikembangkan oleh peneliti menunjukkan bahwa e-modul layak digunakan dengan revisi. Uji coba pengguna dapat dilakukan setelah peneliti melakukan revisi sesuai saran dan komentar dari validator ahli media. Saran dan komentar yang didapat peneliti menjadi perbaikan terhadap produk yang dikembangkan. Saran dan komentar berdasarkan penilaian validator ahli media, sesuai dengan yang tertulis pada tabel 4.5.

Tabel 4.5. Perbaikan, Saran, Komentar Ahli Media

VALIDATOR	SARAN, KOMENTAR
Ahli Media I	<ul style="list-style-type: none"> • E-Modul dapat digunakan sebagai media dan sumber belajar khususnya siswa kelas XI SMA. E-modul ini lebih praktis dan fleksibel untuk dibaca karena berupa bahan ajar elektronik. Sistematika pembuatan e-modul cukup lengkap, terdapat peta konsep, petunjuk penggunaan modul, uraian konten materi dan evaluasi. Latihan soal yang menggugah rasa ingin tahu dilengkapi dengan arahan jawaban, tes formatif yang menarik untuk menggali pemahaman fluida statis muatan mitigas bencana pada e-modul yang cukup memadai. • Tujuan kegiatan belajar dapat ditambah ke ranah berpikir tingkat tinggi. Gambar, grafik, dan ilustrasi masih minim perlu ditambahkan. Praktikum 1 dapat ditambah tujuan percobaan, tidak hanya 1 tujuan percobaan dan tambahkan gambar rancangan percobaan. E-modul ini dapat ditambahkan bagian Glosarium untuk memenuhi kelengkapan modul.
Ahli Media II	<ul style="list-style-type: none"> • Buat video materi fisika yang ada unsur gerak, dibuat animasi sehingga memperjelas konsep fisika. • Modalitas siswa yang berbeda (visual, kinetik, audio) menuntut adanya gambar bergerak (animasi) dan suara (musik).

Berdasarkan tabel 4.5, diketahui bahwa terdapat saran dan komentar untuk perbaikan produk e-modul. E-modul fluida statis bermuatan mitigasi bencana banjir, dapat diujicobakan di sekolah setelah direvisi sesuai saran dan komentar validator ahli media. Hal ini dilakukan, agar produk yang dikembangkan dapat lebih layak digunakan dalam proses pembelajaran. Perhitungan persentase kelayakan e-modul, untuk mengukur tingkat validitas, dapat dilihat pada tabel 4.6 sebagai berikut:

Tabel 4.6. Hasil Penilaian Kelayakan Ahli Media

ASPEK	VALIDATOR	PERSENTASE KELAYAKAN (%)	TINGKAT VALIDITAS
DESAIN MEDIA	2	87,50	Sangat Valid
PENGUNAAN MEDIA	2	93,75	Sangat Valid
KESELURUHAN ASPEK	2	89,28	Sangat Valid

Berdasarkan tabel 4.6, melalui perhitungan persentase kelayakan, untuk aspek desain media sebesar 87,50%, dengan tingkat validitas sangat valid. Aspek penggunaan media memperoleh persentase kelayakan 93,75% dengan tingkat validitas sangat valid.

Keseluruhan aspek dari aspek desain media dan aspek penggunaan media memperoleh persentase kelayakan sebesar 89,28%, tingkat validitas sangat valid. Hasil perhitungan ini menunjukkan bahwa e-modul yang dikembangkan peneliti berdasarkan penilaian ahli media memperoleh hasil sangat valid sehingga layak digunakan dengan sedikit revisi sesuai saran, masukan ahli media.

3. Uji Coba Respon Siswa

Uji coba pengguna merupakan implementasi dari bahan ajar e-modul yang telah direvisi berdasarkan saran/masukan dari validator materi dan media. Data respon siswa diperoleh dari angket yang dibuat peneliti. Angket ini, berisikan 18 pertanyaan menggunakan 4 skala likert, nilai tertinggi 4 dan nilai terendah 1. Uji coba pengguna dilakukan guna mengetahui respon siswa terhadap bahan ajar secara empiris. Uji coba pengguna dilakukan pada 34 siswa kelas XI MIPA 5 di SMA Negeri 10 Semarang. Tabel 4.7 merupakan hasil penilaian produk yang diujicobakan kepada pengguna.

Tabel 4.7. Hasil Penilaian Uji Coba Produk

ASPEK	JUMLAH SKOR PER- ASPEK	KATEGORI PENILAIAN		KATEGORI KELAYAKAN	
		RATA-RATA SKOR PER- ASPEK	KRITERIA	PERSENTASE KELAYAKAN (%)	TINGKAT VALIDITAS
KUALITAS ISI DAN MATERI	36,88	3,35	Sangat Setuju	83,82	Cukup Valid
KUALITAS MEDIA	22,94	3,28	Sangat Setuju	81,93	Cukup Valid
ASPEK KESELURUHAN	59,82	3,32	Sangat Setuju	83,08	Cukup Valid

Berdasarkan tabel 4.7, diketahui respon produk e-modul fluida statis bermuatan mitigasi bencana banjir ini, memiliki 2 aspek. Berdasarkan aspek kualitas isi dan materi, e-modul memperoleh skor rata-rata sebesar 3,35 dengan kriteria sangat setuju, persentase kelayakan sebesar 83,82%, dengan tingkat validitas cukup valid. Aspek kualitas media e-modul ini memperoleh skor rata-rata sebesar 3,28 dengan kriteria sangat setuju, persentase kelayakan 81,93% dengan tingkat validitas cukup valid. Secara keseluruhan aspek pada e-modul ini, rata-rata yang diperoleh sebesar 3,32 dengan kriteria sangat setuju. Persentase kelayakan keseluruhan aspek sebesar 83,08%. Berdasarkan persentase kelayakan

keseluruhan aspek respon pengguna, e-modul ini memperoleh tingkat validitas yaitu cukup valid. Jadi, dapat disimpulkan produk e-modul fluida statis bermuatan mitigasi bencana banjir ini, dapat digunakan siswa dalam proses pembelajaran. E-modul ini dapat dikembangkan dengan perbaikan lebih lanjut untuk penelitian selanjutnya, agar tingkat kelayakan berdasarkan respon pengguna diperoleh hasil validitas sangat valid.

Hasil yang telah diperoleh memperlihatkan e-modul fluida statis bermuatan mitigasi bencana banjir kelas XI SMA, dapat diimplementasikan dalam pembelajaran. Hal tersebut, diharapkan dapat meningkatkan respon pemahaman materi fisika, dan meningkatkan respon terhadap tindakan mitigasi bencana banjir. Hal ini sejalan dengan pandangan Minstrel bahwa untuk lebih memahami siswa, pendidik harus mampu menghubungkan materi pembelajaran dengan peristiwa kehidupan sehari-hari.

Penggunaan e-modul yang dikaitkan dengan muatan mitigasi bencana banjir memberikan siswa relevansi dengan pengalaman hidup yang mereka hadapi. Hal ini sesuai dengan penelitian dari Hermawan dengan judul Pengembangan modul IPA Terpadu dengan tema mitigasi

banjir untuk siswa SMP/MTs. Pembelajaran dengan bantuan e-modul yang dikaitkan dengan mitigasi bencana salah satunya mitigasi bencana banjir, memperoleh hasil penilaian kualitas e-modul bermuatan mitigasi banjir dikategorikan sangat baik dengan tingkat validitas sangat valid. Respon siswa mengenai e-modul menunjukkan hasil sangat setuju. sehingga peserta didik dapat menggunakan modul dalam proses pembelajaran baik mandiri maupun dengan didampingi guru (Hermawan, 2016).

C. Revisi Produk

Revisi produk merupakan revisi yang dilakukan setelah validator memberikan penilaian dan masukan. Revisi selanjutnya akan disesuaikan terhadap masukan/saran dari validator. Revisi produk pada pengembangan e-modul fluida statis bermuatan mitigasi banjir kelas XI SMA ini, sebagai berikut:

1. Revisi Ahli Materi

- a. Perlu disampaikan bahwa yang termasuk fluida bukan hanya zat cair.

dan botol. Zat cair yang disebutkan pada contoh-contoh di atas cenderung relatif diam sehingga dikategorikan kedalam fluida statik. Pada Kegiatan Belajar kali ini kita akan membahas beberapa sifat atau perilaku yang berkaitan dengan fluida statik, diantaranya tekanan hidrostatik, hukum Pascal, hukum Archimedes, dan Kapilaritas. Akan tetapi sebelum kita melangkah lebih jauh, ada baiknya kita mengingat sifat-sifat yang terkait dengan zat cair.

Berbeda halnya dengan zat padat atau benda padat yang cenderung bersifat kaku dan tegar, zat cair memiliki sifat-sifat yang tidak sekaku zat padat. Sifat-sifat zat cair (khususnya yang dicontohkan disini adalah air) yang umum diantaranya:

Gambar 4.15. Konsep Fluida Zat Cair Sebelum Revisi

Masing-masing zat alir mempunyai watak yang berbeda satu dengan yang lain. Udara dapat ditekan sehingga menempati ruang yang sempit, tetapi hal ini tidak dapat diterapkan kepada air. Jadi, dapat kita pahami bahwa fluida merupakan zat alir bukan hanya berkaitan dengan zat cair. Dalam pembelajaran kali ini kita akan membahas sifat-sifat fluida secara umum, namun contoh-contoh yang kita gunakan menyangkut zat cair. Hal ini karena zat cair lebih mudah diilustrasikan dan dipahami daripada gas. Pada Kegiatan Belajar kali ini kita akan membahas beberapa sifat atau perilaku yang berkaitan dengan fluida statis, diantaranya tekanan hidrostatis, hukum Pascal, hukum Archimedes, tegangan permukaan, meniskus, kapilaritas dan viskositas. Akan tetapi sebelum kita melangkah lebih jauh, ada baiknya kita mengingat sifat-sifat yang terkait dengan zat cair.

Gambar 4.16. Konsep Fluida Zat Cair Sesudah Revisi

- b. Disampaikan pula syarat suatu zat dapat dikategorikan sebagai fluida, dengan definisi aksiomatis misalnya, sebelumnya belum tersedia. Sesudah revisi seperti pada gambar 4.17.

Pada kegiatan belajar ini sebelum membahas lebih jauh mengenai sifat-sifat fluida, kita hendak membicarakan pengertian zat alir. Hal ini penting agar kita dapat menentukan gejala-gejala alam yang dapat dipandang sebagai zat alir sehingga mampu menerapkan hukum-hukum tentang gerakan zat alir. Zat alir atau fluida adalah sekumpulan "molekul-molekul" sedemikian rupa sehingga:

1. "Molekul-molekul" tersebut tersebar secara acak.
2. Jarak rata-rata antar dua "molekul" yang bertetangga itu jauh lebih kecil jika dibandingkan dengan ukuran kumpulan "molekul-molekul" itu.
3. Ukuran masing-masing molekul itu jauh lebih kecil jika dibandingkan dengan jarak rata-rata antara dua "molekul" yang bertetangga.
4. "Molekul-molekul" itu terikat oleh gaya kohesif lemah dan saling tolak jika berada pada jarak jauh yang cukup dekat.
5. "Molekul-molekul" itu bergerak secara acak.

"Molekul-molekul" dalam hal ini tidak harus dipahami sebagai molekul-molekul dalam pengertian kimiawi. "Molekul-molekul" disini berarti penyusun zat yang disebut zat alir tersebut. Syarat pertama dalam pengertian zat alir di atas menyatakan bahwa "molekul-molekul" tersebut bebas memilih tempat pada titik manapun dalam ruang. Syarat kedua menyatakan jumlah molekul dalam kumpulan itu cukup banyak. Syarat ketiga menyatakan bahwa dalam kumpulan "molekul-molekul" itu terdapat banyak ruang kosong. Syarat keempat menyatakan bahwa kumpulan-kumpulan itu tidak menggumpal, tidak tercerai-berai ataupun tidak mudah bubar. Syarat kelima menyatakan bahwa dalam kumpulan "molekul-molekul", terdapat tekanan dan temperatur.

Gambar 4.17. Definisi Aksiomatis Sesudah Revisi

- c. Terdapat beberapa salah ketik dan penggunaan kata kurang tepat.

MITIGASI BANJIR DAN TEKANAN HIDROSTATIS

Melalui contoh kasus bencana banjir yang tertera di halaman 1. Mereka yang tinggal dikawasan rawan banjir dapat memitigasi banjir atau mencegah terjadinya kerugian bencana banjir, dengan membangun tanggul maupun waduk. Tanggul yaitu semacam tembok miring baik buatan maupun alami, dipergunakan untuk mengatur muka air. Tujuan utama dibuatnya tanggul adalah untuk mencegah terjadinya banjir pada dataran dipinggiran sungai. Tanggul ini penting perannya karena di beberapa tempat sering kali saat banjir, permukaan air sungai lebih tinggi dari daerah sekitarnya. Spesifikasi tanggul yang diperlukan meliputi, panjang, tinggi, kemiringan, dan lainnya. Tinggi tambahan diperlukan dalam pembuatan tanggul untuk menampung loncatan air dari permukaan air sungai yang sedang mengalir, yang diakibatkan oleh ombak gelombang dan loncatan hidrolis saat terjadi banjir.



Gambar 2.1 Rancangan Pembuatan Tanggul
Sumber: <https://geologi.co.id/>

Apakah kalian pernah mendengar berita mengenai jebolnya tanggul di Kudus yang mengakibatkan banyak kerugian? Melalui pengamatan selintas jebolnya tanggul sebenarnya memiliki sifat yang dapat digunakan sebagai pembelajaran pada ilmu fisika.

Gambar 4.18. Contoh Salah Ketik dan Penggunaan Kata Sebelum Revisi

MITIGASI BANJIR DAN TEKANAN HIDROSTATIS

Melalui contoh kasus bencana banjir yang tertera pada halaman 1. Dapat kita ketahui bahwa faktor yang mempengaruhi banjir selain aspek hidrometeorologi, juga terganggunya ekologi kota. Oleh karena itu beberapa strategi pembangunan fisik bagi mereka yang tinggal di daerah rawan banjir dapat dilakukan, dengan membangun tanggul maupun waduk. Tanggul yaitu semacam tembok miring baik buatan maupun alami, dipergunakan untuk mengatur muka air. Tujuan utama dibuatnya tanggul adalah untuk mencegah terjadinya banjir pada dataran dipinggiran sungai. Spesifikasi tanggul yang diperlukan meliputi, panjang, tinggi, kemiringan, dan lainnya. Tinggi tambahan diperlukan dalam pembuatan tanggul untuk menampung loncatan air dari permukaan air sungai yang sedang mengalir. Hal ini diakibatkan oleh ombak gelombang dan loncatan hidrolis saat terjadi banjir.



Gambar 1.2 Rancangan Pembuatan Tanggul
Sumber: <https://geologi.co.id/>

Apakah kalian pernah mendengar berita mengenai rubuhnya tanggul di Kudus yang mengakibatkan banyak kerugian? Melalui pengamatan selintas rubuhnya tanggul sebenarnya memiliki sifat yang dapat digunakan sebagai pembelajaran dalam ilmu fisika. Tanggul yang rubuh berawal dari dinding tanggul yang sudah tidak sanggup menahan tekanan air. Biasanya runtuhnya konstruksi suatu bendungan atau tanggul seringkali disebabkan tekanan air yang berlebihan. Faktor-faktor yang mempengaruhi besarnya tekanan air yaitu massa jenis, gravitasi dan ketinggian (jarak dari permukaan). Fluida

Gambar 4.19. Contoh Salah Ketik dan Penggunaan Kata Sesudah Revisi

- d. Pada bagian tekanan hidrostatik, sebaiknya diberikan gambar agar jelas bidang tekan yang dimaksud (lihat bagian B. Tekanan Hidrostatik).

B. TEKANAN HIDROSTATIS

Secara umum, tekanan didefinisikan sebagai gaya dibagi luas bidang tekanan. Ketika seorang pria berdiri di tanah yang berlumpur, berat badannya menyebabkan kakinya terbenam ke dalam lumpur. Namun, jika ia berdiri di sebuah papan di atas tanah yang berlumpur, papan tersebut akan sulit terbenam dalam lumpur. Pada kasus pertama, seluruh berat badan pria menyebar pada kedua telapak kakinya yang menekan tanah, sedangkan pada kasus kedua, berat badan pria tersebut tersebar pada papan yang luasnya jauh lebih besar dibandingkan dengan kasus pertama.

Gambar 4.20. Tekanan Hidrostatik Sebelum Revisi

B. TEKANAN HIDROSTATIS

Secara umum, tekanan didefinisikan sebagai gaya dibagi luas bidang tekanan. Ketika seorang pria berdiri di tanah yang berlumpur, berat badannya menyebabkan kakinya terbenam ke dalam lumpur.



Gambar 1.3 Orang yang berada di sebuah papan di atas tanah berlumpur
Sumber: <https://travel.kompas.com/>

Namun, jika ia berdiri di atas papan yang di bawahnya adalah tanah berlumpur, papan tersebut akan sulit terbenam dalam lumpur. Pada kasus pertama, seluruh berat badan pria menyebar pada kedua telapak kakinya yang menekan tanah, sedangkan pada kasus kedua, berat badan pria tersebut tersebar pada papan yang luasnya jauh lebih besar dibandingkan dengan kasus pertama.

Gambar 4.21. Tekanan Hidrostatik Sesudah Revisi

2. Revisi Ahli Media

- a. Tujuan kegiatan belajar dapat ditambah ke ranah berpikir tingkat tinggi.

TUJUAN:

Setelah membaca dan mempelajari e-modul ini diharapkan peserta didik dapat:

1. Mendeskripsikan tentang tekanan hidrostatik.
2. Menentukan tekanan hidrostatik pada fluida statis.
3. Memformulasikan tekanan absolut pada fluida statis.

TUJUAN

Setelah membaca dan mempelajari modul ini diharapkan peserta didik dapat:

1. Mendeskripsikan hukum Pascal pada fluida statis.
2. Menerapkan hukum Pascal fluida statis pada masalah kehidupan sehari-hari.
3. Mendeskripsikan hukum Archimedes pada fluida statis.
4. Menganalisis keadaan benda dalam zat cair dan kaitannya dengan hukum Archimedes.
5. Menerapkan hukum Archimedes fluida statis pada masalah kehidupan sehari-hari.

TUJUAN

Setelah membaca dan mempelajari modul ini diharapkan peserta didik dapat:

1. Menganalisis konsep tegangan permukaan dan gejala meniskus
2. Menganalisis konsep kapilaritas
3. Menganalisis konsep viskositas dan Hukum Stokes

Gambar 4.22. Tujuan Kegiatan Belajar
Sebelum Revisi

TUJUAN:

Setelah membaca dan mempelajari e-modul ini diharapkan peserta didik dapat:

1. Menganalisis fluida dan konsep tekanan hidrostatik.
2. Menentukan besar tekanan hidrostatik pada fluida statis.
3. Memformulasikan tekanan absolut pada fluida statis.
4. Mengidentifikasi penerapan fluida dalam kehidupan sehari-hari.

TUJUAN

Setelah membaca dan mempelajari modul ini diharapkan peserta didik dapat:

1. Menyimpulkan konsep hukum Pascal pada fluida statis.
2. Menentukan gaya pada konsep hukum Pascal.
3. Mengidentifikasi aplikasi hukum Pascal dalam kehidupan sehari-hari.
4. Menyimpulkan konsep prinsip hukum Archimedes pada fluida statis.
5. Menganalisis keadaan benda dalam zat cair dan kaitannya dengan hukum Archimedes.
6. Mengidentifikasi aplikasi hukum Archimedes dalam kehidupan sehari-hari.
7. Menentukan besar gaya Archimedes.

TUJUAN

Setelah membaca dan mempelajari modul ini diharapkan peserta didik dapat:

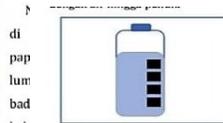
1. Menganalisis konsep tegangan permukaan.
2. Menyebutkan aplikasi tegangan permukaan dalam kehidupan sehari-hari.
3. Menganalisis gejala meniskus.
4. Menganalisis konsep peristiwa kapilaritas.
5. Menyebutkan manfaat kapilaritas dalam kehidupan sehari-hari.
6. Menganalisis konsep viskositas dan Hukum Stokes.

Gambar 4.23. Tujuan Kegiatan Belajar
Sesudah Revisi

- b. Gambar, grafik, dan ilustrasi masih minim perlu ditambahkan, bagian yang ditambahkan sesudah revisi sesuai gambar 4.24.

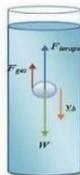


Gambar 1.3 Orang yang berada



Gambar Rancangan Percobaan

pad 2. Botol mineral diberi lubang pada kedalaman air yang keluar.



Gambar 3.7 Keadaan bola

Tabel 3.1 Nilai Tegangan Permukaan Beberapa Zat Cair

Zat cair	Suhu (°C)	Tegangan Permukaan (N/m)
Raksa	20	0,440
Darah (seluruhnya)	37	0,058
Darah (plasma)	37	0,073
Alkohol	20	0,023
Air	0	0,076
Air	20	0,072
Air	100	0,059
Benzena	20	0,029
Larutan sabun	20	0,025
Oksigen	-193	0,016

Gambar 4.24. Penambahan Gambar Sesudah Revisi

- c. Praktikum 1 dapat ditambah tujuan percobaan, tidak hanya 1 tujuan Kerja percobaan dan tambahkan gambar rancangan percobaan.

PRAKTIKUM I TEKANAN HIDROSTATIS

Aktivitas Ilmiah : Tekanan Hidrostatik

Tujuan Percobaan : Menentukan besar tekanan hidrostatik pada kedalaman tertentu pada zat cair

Alat dan Bahan:

1. Botol air mineral
2. Penggaris
3. Air biasa
4. Paku
5. Selotip hitam
6. Selotip hitam

Langkah Kerja:

1. Berilah empat lubang pada botol air mineral secara berurut dari atas ke bawah dengan jarak masing-masing botol diatur pada kedalaman 5,10,15, dan 20 cm kemudian tutup setiap lubang dengan selotip hitam. Selanjutnya isilah botol tersebut dengan air hingga penuh.
2. Botol mineral diberi lubang pada kedalaman 5 cm dari permukaan air, amati tekanan air yang keluar.
3. Botol mineral diberi lubang pada kedalaman 10 cm dari permukaan air, amati tekanan air yang keluar.

Gambar 4.25. Tampilan Kegiatan Praktikum 1
Sebelum Revisi

PRAKTIKUM I
TEKANAN HIDROSTATIS

Aktivitas Ilmiah : Tekanan Hidrostatik

Tujuan Percobaan :

1. Mengetahui hukum utama hidrostatik.
2. Menentukan besar tekanan hidrostatik pada kedalaman tertentu pada zat cair.

Alat dan Bahan:

1. Botol air mineral, air mineral
2. Penggaris
3. Paku
4. Selotip hitam

Langkah Kerja:

1. Berilah empat lubang pada botol air mineral secara berurut dari atas ke bawah dengan jarak masing-masing botol diatur pada kedalaman 5, 10, 15, dan 20 cm kemudian tutup setiap lubang dengan selotip hitam. Selanjutnya isilah botol tersebut dengan air hingga penuh.



Gambar Rancangan Percobaan

2. Botol mineral diberi lubang pada kedalaman 5 cm dari permukaan air, amati tekanan air yang keluar.
3. Botol mineral diberi lubang pada kedalaman 10 cm dari permukaan air, amati tekanan air yang keluar.
4. Botol mineral diberi lubang pada 15 cm dari permukaan air, amati tekanan air yang keluar.

Gambar 4.26. Tampilan Kegiatan Praktikum 1
Setelah Revisi

d. E-modul ini dapat ditambahkan bagian Glosarium untuk memenuhi kelengkapan modul.

GLOSARIUM

1. Bencana: Suatu peristiwa alam yang mengakibatkan dampak besar bagi populasi manusia.
2. Gaya Adhesi: Gaya tarik-menarik antar molekul yang tidak sejenis.
3. Gaya Apung: Gaya ke atas yang dikerjakan oleh fluida yang melawan berat dari benda yang ditendam.
4. Gaya Berat: Gaya yang disebabkan oleh gravitasi yang berlawanan dengan massa benda tersebut.
5. Gaya Gesek: Gaya yang berarah melawan gerak benda atau arah percepatan benda bergerak.
6. Gaya Kohesi: Gaya tarik-menarik antar molekul yang sama.
7. Gejala Meniskus: Kelengkungan permukaan suatu zat cair dalam sebuah tabung /wadah.
8. Hidrostatik: Tekanan yang diberikan zat cair (fluida) pada kesetimbangan karena pengaruh gaya gravitasi.
9. Hukum Archimedes: Suatu benda yang tercelup sebagian atau seluruhnya di dalam zat cair akan mengotami gaya apung yang besarnya sama dengan berat zat cair yang dipindahkan.
10. Hukum Pascal: Hukum yang menjelaskan bahwa tekanan yang diberikan pada zat cair dalam suatu ruang tertutup akan diteruskan oleh zat cair itu ke segala arah dengan sama kuat.
11. Hukum Stokes: Peristiwa benda ditatuhkan dalam fluida dan terlibat beberapa gaya diantaranya yaitu gaya gesek fluida gaya berat dan gaya tekan ke atas.
12. Mitigasi: Segala upaya untuk mengurangi adanya resiko bencana.
13. Tegangan Permukaan: Gaya atau tarikan ke bawah yang menyebabkan permukaan cairan berkontraksi dan benda dalam keadaan tegang.
14. Viskositas: Ukuran kekentalan fluida.

Gambar 4.27. Glosarium Sebelum Revisi

GLOSARIUM	
1. Bencana:	Suatu peristiwa alam yang mengakibatkan dampak besar bagi populasi manusia.
2. Gaya Adhesi:	Gaya tarik-menarik antar molekul yang tidak sejenis.
3. Gaya Apung:	Gaya ke atas yang diberikan oleh fluida yang melawan berat dari benda yang dicelupkan.
4. Gaya Berat:	Gaya yang disebabkan oleh gravitasi yang berkaitan dengan massa benda tersebut.
5. Gaya Gesek:	Gaya yang berarah melawan gerak benda atau arah kecenderungan benda bergerak.
6. Gaya Kohesi:	Gaya tarik-menarik antar molekul yang sama.
7. Gejala Meniskus:	Kelengkungan permukaan suatu zat cair dalam sebuah tabung/wadah.
8. Hidrostatis:	Tekanan yang diberikan zat cair (fluida) pada kesetimbangan karena pengaruh gaya gravitasi.
9. Hukum Archimedes:	Suatu benda yang tercelup sebagian atau seluruhnya di dalam zat cair akan mengalami gaya apung yang besarnya sama dengan berat zat cair yang dipindahkan.
10. Hukum Pascal:	Hukum yang menjelaskan bahwa tekanan yang diberikan pada zat cair dalam suatu ruang tertutup akan diteruskan oleh zat cair itu ke segala arah dengan sama kuat.
11. Hukum Stokes:	Peristiwa benda diturunkan dalam fluida dan terlibat beberapa gaya diantaranya yaitu gaya gesek fluida gaya berat dan gaya tekan ke atas.
12. Keternampatan:	ukuran perubahan volume relatif dari fluida atau padatan sebagai tanggapan terhadap perubahan tekanan.
13. Mitigasi:	Segala upaya untuk mengurangi adanya resiko bencana.
14. Sudut kontak:	Sudut permukaan zat padat dengan gradien bidang permukaan zat cair.
15. Tegangan Permukaan:	Gaya atau tarikan ke hawah yang menyebabkan permukaan cairan berkontraksi dan benda dalam keadaan tegang.
16. Viskositas:	Ukuran kekentalan fluida.

Gambar 4.28. Glosarium Sesudah Revisi

- e. Buat video materi fisika yang ada unsur gerak, dibuat animasi sehingga memperjelas konsep fisika.



Gambar 4.29. Tampilan Video Sebelum Revisi



Gambar 4.30. Tampilan Video Sesudah Revisi

D. Kajian Produk Akhir

Kajian produk akhir didapatkan dari hasil pengembangan e-modul fluida statis bermuatan mitigasi banjir kelas XI SMA, yang bersifat final. Produk ini nantinya akan didistribusikan kepada siswa untuk membantu mempelajari materi fluida statis. Produk akhir penelitian ini berupa e-modul fluida statis bermuatan mitigasi banjir kelas XI SMA. E-modul ini terdiri dari 57 halaman dengan 65 lembar berbentuk *flipbook*. Isi e-modul ini yaitu pemuatan antara fisika materi fluida statis dengan contoh mitigasi bencana banjir. E-modul ini layak digunakan setelah melakukan perbaikan sesuai saran validator ahli. Lampiran 14 berisikan produk akhir e-modul yang dihasilkan dalam penelitian ini.

Kelebihan dari e-modul ini yaitu lebih praktis dan fleksibel untuk dibaca. E-modul ini diakses secara *online*, tidak memerlukan ruang penyimpanan. Sistematika e-modul cukup lengkap, terdapat peta konsep, petunjuk penggunaan e-modul, uraian konten materi dan evaluasi. Latihan soal disetiap kegiatan belajar dilengkapi dengan arahan jawaban, disediakan kunci jawaban untuk setiap tes formatif. Ketersediaan contoh mitigasi bencana yang dihubungkan dengan materi fluida statis untuk mengaktifkan proses berpikir siswa. Kekurangan dari e-

modul ini yaitu gambar dan video yang disediakan masih terbatas. Contoh mitigasi bencana yang dihubungkan masih sederhana.

E. Keterbatasan Penelitian

Pengembangan bahan ajar e-modul fluida statis bermuatan mitigasi bencana banjir ini masih memiliki keterbatasan dan kekurangan, antara lain:

1. Keterbatasan uji coba

E- modul dalam penelitian ini hanya untuk mendapatkan respon siswa terhadap keterlaksanaannya dalam pembelajaran. Uji coba yang dilakukan kepada siswa tidak sampai pada tahap uji efektivitas produk.

2. Keterbatasan bahan ajar

Materi fisika yang dipilih disesuaikan hubungannya dengan mitigasi bencana banjir yaitu hanya materi fluida statis. Materi dan video yang disediakan juga masih terbatas.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan tentang Produk

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat ditulis kesimpulan sebagai berikut:

1. E-modul fluida statis bermuatan mitigasi bencana banjir kelas XI SMA, termasuk penelitian *Research and Development* (R&D) dan berhasil dikembangkan dengan model ADDIE. Model ADDIE terdiri dari tahap analisis (*analysis*), tahap perancangan (*design*), tahap pengembangan (*development*), tahap implementasi (*implementation*), dan tahap evaluasi (*evaluation*). E-modul yang dikembangkan berisi tentang materi fluida statis bermuatan mitigasi bencana banjir kelas XI SMA disesuaikan dengan KI dan KD yang tertera pada Kurikulum 2013 (K-13). E-modul ini diuji cobakan kepada siswa SMA Negei 10 Semarang. E-modul ini dikemas dalam bentuk *flipbook* dilengkapi dengan tombol menu-menu untuk membantu pengguna, sehingga e-modul ini bersifat interaktif terhadap pengguna.
2. Kelayakan e-modul hasil pengembangan, berdasarkan penilaian ahli materi dan media dalam kategori sangat

baik. Persentase kelayakan ahli materi dalam aspek keseluruhan sangat valid dengan skor sebesar 86,25%. Penilaian kelayakan ahli materi setiap aspek berturut-turut sebesar 90,62% (sangat valid), 79,16% (cukup valid), 87,5% (sangat valid), dan 87,5% (sangat valid). Persentase kelayakan ahli media dalam aspek keseluruhan sangat valid dengan skor sebesar 89,286%. Penilaian kelayakan ahli media setiap aspek berturut-turut sebesar 87,5% (sangat valid), 93,75% (sangat valid).

3. Respon siswa terhadap e-modul hasil pengembangan, dalam uji lapangan kecil menunjukkan kategori sangat setuju. Persentase kelayakan yang didapat setiap aspek 83,82% (cukup valid), dan 81,93% (cukup valid). Kelayakan e-modul ini dalam aspek keseluruhan didapatkan kriteria cukup valid dengan persentase sebesar 83,08%.

B. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka penulis menyarankan beberapa hal sebagai berikut:

1. Pemanfaatan produk e-modul fluida statis bermuatan mitigasi banjir kelas XI SMA, dapat dijadikan sebagai sumber belajar bagi siswa baik di sekolah maupun di

luar sekolah dengan bimbingan guru maupun secara mandiri.

2. Produk e-modul fluida statis bermuatan mitigasi banjir ini, disarankan untuk dilakukan penyempurnaan kemudian dapat disebarluaskan dan dicari implementasinya ke beberapa sekolah.
3. Pengembangan e-modul dapat diintegrasikan dengan tema maupun pemuatan mitigasi bencana lainnya yang disesuaikan dengan materi dan kurikulum fisika.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M. (2016). *Fisika Dasar 1*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Akbari, I. H. (2018). Keefektifan Media Pembelajaran Fisika SMA Terintegrasi Pendidikan Kebencanaan Tsunami Ditinjau dari Peningkatan Penguasaan Materi dan Kesiapsiagaan Bencana Alam. *Skripsi*, 10–11.
- Alias, N., & Siraj, S. (2012). Effectiveness of Isman Instructional Design Model in Developing Physics Module based on Learning Style and Appropriate Technology. *The Turkish Online Journal of Educational Technology (TOJET)*, 64(4), 12–17.
- Alinti, N. (2019). Tinjauan Rumah Pompa sebagai Salah Satu Pengendalian Banjir di Kota Gorontalo. *Jurnal Peradaban SAINS, Rekayasa dan Teknologi*, 108-117.
- Arif, M., & Syaflita, D. (2018). Analysis of Physics Learning Matter Integrated. *Jurnal Geliga Sains*, 6(2), 114–119.
- Arifin, Z. (2009). *Evaluasi Pembelajaran*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.
- Ayu, F., & Fauzi, A. (2021). The Validity of the E-Book on Integrated Physics for Earthquake Disaster Mitigation Materials. *International Journal of Progressive Sciences and Technologies (IJPSAT)*, (24), 35–42.
- BPBD Kota Semarang. (2018). Rencana Strategis 2016 - 2021 BPBD Kota Semarang. *Jurnal Rencana Strategis*, 11(024), 1–85.
- Damarsasi, D. G., & Saptorini, S. (2018). Pengembangan E-Modul Berbasis Flip Book Maker Materi. *Jurnal Pendidikan Ilmu Sosial*, 27, 1–10.

- Depdiknas. 2008. *Panduan Pengembangan Bahan Ajar*. Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Atas.
- Emzir. 2007. *Metodologi Penelitian Pendidikan Kuantitatif dan Kualitatif*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.
- Fathurrohman, M. 2015. *Model-Model Pembelajaran Inovatif*. Jogjakarta: ArRuzz Media.
- Febriansyah, F., Herlina, K., Nyeneng, I. D. P., & Abdurrahman, A. (2021). Developing Electronic Student Worksheet (E-Worksheet) Based Project Using Fliphtml5 To Stimulate Science Process Skills During the Covid-19 Pandemic. *INSECTA: Integrative Science Education and Teaching Activity Journal*, 2(1), 59–73. <https://doi.org/10.21154/insecta.v2i1.2555>.
- Findayani, A. (2018). Kesiap Siagaan Masyarakat Dalam Penanggulangan Banjir Di Kota Semarang. *Jurnal Geografi: Media Informasi Pengembangan Dan Profesi Kegeografian*, 12(1), 102–114. <https://doi.org/10.15294/jg.v12i1.8019>.
- Giancoli, D. C. (2005). *Physics Principle with Applications*. New Jersey: Pearson Education.
- Halliday, Resnick, & Walker. 2010. *Fisika Dasar*. Edisi 7 Jilid 1. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Hasanah, I., Wahyuni, S., & Bachtiar, R. W. (2016). Pengembangan Modul Mitigasi Bencana Berbasis Potensi Lokal yang Terintegrasi dalam Pelajaran IPA di SMP. *Jurnal Pembelajaran Fisika Universitas Jember*, 5(3), 226–234.
- Hermawan, A. (2016). Pengembangan Modul IPA Terpadu dengan Tema Mitigasi Bencana Banjir untuk Siswa

SMP/MTS. *Skripsi*.

- Hudha, M. N., Aji, S., & Rismawati, A. (2017). Pengembangan Modul Pembelajaran Fisika Berbasis Problem Based Learning untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Fisika. *SEJ (Science Education Journal)*, 1(1), 36–51. <https://doi.org/10.21070/sej.v1i1.830>.
- KBBI Daring. (2020). *Kamus Besar Bahasa Indonesia Daring*. Kemendikbud. <https://kbbi.kemdikbud.go.id>.
- Kurnia, R., Ayu, F., & Fauzi, A. (2020). Validitas E-Modul Fisika Terintegrasi Bencana Gunung Meletus Berbasis Model Inquiry Based Learning untuk Meningkatkan Sikap Kesiapsiagaan Peserta Didik. *Jurnal Penelitian Dan Pembelajaran Fisika*, 6(1), 73–80.
- Molenda, M. (2007). In Search of The Elusive ADDIE Model. *Performance Improvement*, 46(9), 9–16. <https://doi.org/10.1002/pfi>.
- Mulyatiningsih, Endang. (2016). *Metode Penelitian Terapan Bidang Pendidikan*. Bandung: Alfabeta.
- Munson, Bruce R., Young, Donald F., Okiishi, Theodore H. 2003. *Mekanika Fluida Edisi Keempat*. Jakarta: Erlangga.
- Murdani, E. (2020). Hakikat Fisika dan Keterampilan Proses Sains. *Jurnal Filsafat Indonesia*, 3(3), 72–80. Retrieved from: <https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/JFI/article/view/22195>.
- Nadila, I. (2020). Pengembangan Modul Mitigasi Bencana Gempa Bumi yang Terintegrasi dalam Mata Pelajaran Kimia di SMA Negeri 1 Trienggadeng Pidie Jaya. *Skripsi*.
- Oktaviani, W., Gunawan, G., & Sutrio, S. (2017). Pengembangan Bahan Ajar Fisika Kontekstual Untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Siswa. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan*

Teknologi, 3(1), 1.

- Prasetyo, M. T. (2020). Modul Elektronik Sebagai Media Pembelajaran Daring di Masa Pandemi. *ICO EDUSHA*, (9), 134–138.
- Purwaningtyas, W. D. D., & Hariyadi, I. (2017). Pengembangan Modul Elektronik Berbasis Online Dengan Program Edmodo. *Jurnal Pendidikan*, 2(1), 123, 121–129.
- Putra, R., Suprayogi, A., & Kahar, S. (2013). Jurnal Geodesi Undip Oktober 2013 Jurnal Geodesi Undip Oktober 2013. *Jurnal Geodesi Undip*, 2(Sistem Informasi Geografis), 240–252.
- Putu, S. 2012. Pengembangan Modul Fisika Kontekstual untuk Meningkatkan Hasil Belajar Fisika Peserta Didik Kelas X Semester 2 Di SMK Negeri 3 Singaraja. *Jurnal Penelitian Pascasarjana Undiksha*. Vol 1 (2).1-24.
- Ridwan. 1999. *Seri Diktat Kuliah Mekanika Fluida Dasar*. Jakarta: Penerbit Gunadarma.
- Ridwan dan Sunarto. 2013. *Pengantar Statistika Untuk Penelitian Pendidikan. Sosial. Ekonomi. Komunikasi dan Bisnis*. Bandung: Alfabeta.
- Ricu Sidiq, & Najuah. (2020). Pengembangan E-Modul Interaktif Berbasis Android pada Mata Kuliah Strategi Belajar Mengajar. *Jurnal Pendidikan Sejarah*, 9(1), 1–14.
- Rochman, C., Yulianti, R. N., Nasrudin, D., & Malik, A. (2018). Physics Concept on Flood Mitigation in West Java. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 434(1).
- Rosa, A. (2021, Februari 3). Retrieved from iNewsJateng.id: <https://jateng.inews.id/berita/banjir-semarang-belum-surut-sejumlah-anak-berenang-di-jalan/2>.

- Rosyid, M. F., Firmansyah, E., & Prabowo, Y. D. (2014). *Fisika Dasar Jilid I: Mekanika*. Yogyakarta: PerluK.
- Rufii, R. (2015). Developing Module on Constructivist Learning Strategies to Promote Students' Independence and Performance. *International Journal of Education*, 7(1), 18.
- Sasikome, J., Kumaat, L., & Mulyadi, N. (2015). Pengaruh Penyuluhan Bencana Banjir Terhadap Kesiapsiagaan Siswa SMP Katolik Soegiy Pranoto Manado Menghadapi Banjir. *Jurnal Keperawatan UNSRAT*, 3(2), 106956.
- Serway, Raymond A. dan Jewett, John W. 2008. *Physics for Scientists and Engineers with Modern Physics*. California: Thomson Brook/Cole.
- Silaban, B. 2014. Hubungan Amtara Penguasaan Konsep Fisika dan Kreativitas dengan Kemampuan Memecahkan Masalah pada Materi Pokok Listrik Statistik. *Jurnal Penelitian Bidang Pendidikan*. Vol 20 (1).65-75.
- Sugiyono. 2017. *Statistika untuk Penelitian*. Bandung: Penerbit Alfabeta.
- TIM UNY. (2016). Modul Vs E-modul. <<http://Stafnew.Uny.Ac.Id/Upload/1984013-12014042002/Pengabdian/Modul Vs E-Modul.Pdf>>.
- Tiwow, V. A., Sujiono, E. H., & Sulistiawaty, S. (2019). Mitigasi Bencana Banjir Berbasis Sekolah. *Seminar Nasional Pengabdian Kepada Masyarakat*, 502–505.
- Torba, H, & Aji, A. (2018). Fenomena Banjir Rob di Kota Semarang Sebagai Sumber Belajar. *Jurnal Edu Geography*, 6(3), 198–205.
- Trianto. 2007. *Model Pembelajaran Terpadu dalam Teori dan Praktik*. Jakarta: Prestasi Pustaka.

- Triyogantara, N. S. (2017). Pengembangan Media Pembelajaran Majalah Fisika "Physicsmagz" Berbasis Clenovio Apps untuk Meningkatkan Minat Belajar dan Kemampuan Berpikir Kreatif Peserta Didik SMA. *Skripsi*, 12-13.
- Wati, Widya. (2015). Pengembangan Modul Pembelajaran Fisika SMA Terintegrasi Penanggulangan Bencana Tanah Longsor. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-Biruni*, 05(01), 109.
- Wena, M. 2009. *Strategi Pembelajaran Inovatif Kontemporer*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Yoga, A., Hidayati, P., & Setyawan, D. N. (2021). Uji Kelayakan E-Modul Fisika Berbasis Mitigasi Bencana Gempabumi. *Koulutus*, 4(9), 129-139.
- Zainul, R., Oktavia, B., & Putra, A. (2018). Pengenalan dan Pengembangan E-Modul Bagi Guru- Guru Anggota MGMP Kimia Dan Biologi Kota Padang Panjang. *Jurnal MIPA*, (8), 1-9. <https://doi.org/10.31227/osf.io/yhau2>.

Lampiran 1. Surat Keterangan Pembimbing



**KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

Jl. Prof. Hamka kampus II Ngaliyan Semarang Telp. 024-76433366 Semarang 50185

Semarang, 12 Januari 2021

Nomor : B.0038/U.n.10.8/J16/PP.00.9/1/2021

Hal : Penunjukan Pembimbing Skripsi

Kepada Yth. :

1. Andi Fadllan, M.Sc

2. Hartono, M.Sc

di Semarang

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Berdasarkan hasil pembahasan usulan judul penelitian di jurusan Pendidikan Fisika, maka Fakultas Sains dan Teknologi menyetujui judul skripsi mahasiswa:

Nama : Fidella Salsabila

NIM : 1708066059

Judul : Pengembangan E-Modul Fluida Statis Bermuatan Mitigasi Bencana
Banjir Kelas XI SMA.

Dun menunjuk Saudara :

1. Andi Fadllan, M.Sc sebagai pembimbing I

2. Hartono, M.Sc sebagai pembimbing II

Demikian penunjukan pembimbing skripsi ini disampaikan dan atas kerja sama yang diberikan kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

A.n Dekan

Ketua Jurusan Pendidikan Fisika

Joko Budi Poernomo, M.Pd.

NIP. 19760214 200801 1 001

Tembusan:

1. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo sebagai laporan
2. Mahasiswa yang bersangkutan
3. Arsip

Lampiran 2. Surat Permohonan Validasi



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Alamat: Jl. Prof. Dr. Hamka Km. 1 Semarang Telp. 024 76433366
E-mail: fst@walisongo.ac.id, Web: <http://fst.walisongo.ac.id/>

Nomor :-

Semarang, 8 Oktober 2021

Hal : Permohon Surat Validator Ahli

Yth.

Wakil Dekan Bidang Akademik dan Kelembagaan UIN Walisongo
Di Semarang.

Assalamu'alaikum. wr. wb.,

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Fidella Salsabila
NIM : 1708066059
Program Studi : Pendidikan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo
Semarang
Judul : Pengembangan E-Modul Fluida Statis Bermuatan Mitgasi Bencana Banjir
Kelas XI SMA

Memohon dengan hormat kepada Wakil Dekan Bidang Akademik dan Kemahasiswaan untuk menerbitkan surat permohonan validator ahli instrumen penelitian skripsi kepada:

1. Susilawati, M.Pd., validator ahli media (Dosen Pendidikan Fisika FST UIN Walisongo)
2. Siti Wirdah, M.Sc., validator ahli materi (Dosen Pendidikan Matematika FST UIN Walisongo)
3. Suhari, S.Pd., validator ahli materi (Guru Fisika SMA N 10 Semarang)
4. Sindun Sudikan, S.Pd., validator ahli media (Guru Fisika SMA N 10 Semarang)

Demikian permohonan kami sampaikan, atas berkenan dan terkabulnya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum. wr. wb.

Yang membuat,
Mahasiswa,

Fidella Salsabila

Mengetahui,
Pembimbing I

Apdi Fadlan, S.Si, M.Sc.
NIP. 198009152005011006

Pembimbing II

Hartono, M.Sc.
NIP.199009242019031006



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Alamat: Jl. Prof. Dr. Hamka Km. 1 Semarang Telp. 024 76433366 Semarang 50185

Nomor : B.3878/Un.10.8/D1/SP.01.06/10/2021 Semarang, 8 Oktober 2021
Lamp : -
Hal : Permohonan Uji Validasi

Kepada Yth.

1. Susilawati, M.Pd.
 2. Siti Wirdah, M.Sc.
 3. Suhari, S.Pd.
 4. Sindun Sudikan, S.Pd.
- di tempat.

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Diberitahukan dengan hormat, bersama ini kami sampaikan bahwa mahasiswa di bawah ini :

Nama : Fidella Salsabila
NIM : 1708066059
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi / Pendidikan Fisika
Judul Penelitian : Pengembangan E-Modul Fluida Statis Bermuatan Mitigasi Bencana Banjir Kelas XI SMA.

Dengan ini kami mohon kesediaan :

1. Susilawati, M.Pd., validator ahli media (Dosen Pendidikan Fisika FST UIN Walisongo)
2. Siti Wirdah, M.Sc., validator ahli materi (Dosen Pendidikan Matematika FST UIN Walisongo)
3. Suhari, S.Pd., validator ahli materi (Guru Fisika SMA N 10 Semarang)
4. Sindun Sudikan, S.Pd., validator ahli media (Guru Guru Fisika SMA N 10 Semarang)

Demikian atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.



Tembusan Yth.

1. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo (sebagai laporan)
2. Arsip

Lampiran 3. Surat Permohonan Riset ke Dinas Pendidikan Kota Semarang



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Alamat: Jl.Prof. Dr. Hamka Km. 1 Semarang Telp. 024 76433366 Semarang 50185

Nomor : B.2157/Un.10.8/D1/SP.01.08/06/2021 Semarang, 6 Juni 2021
Lamp : Proposal Skripsi
Hal : Permohonan Izin Riset

Kepada Yth.
Kepala Dinas Pendidikan dan Kebudayaan
Provinsi Jawa Tengah
di tempat

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Diberitahukan dengan hormat dalam rangka penulisan skripsi, bersama ini kami sampaikan bahwa mahasiswa di bawah ini :

Nama : FidellaSalsabila
NIM : 1708066059
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi / Pendidikan Fisika
Judul Penelitian : Pengembangan E-Modul Fluida Statis Bermuatan Mitigasi Bencana Banjir Kelas XI SMA

Mahasiswa tersebut membutuhkan data-data dengan tema/judul skripsi yang sedang disusun, oleh karena itu kami mohon mahasiswa tersebut di ijinkan melaksanakan Riset di sekolah SMA Negeri 10 Semarang.

Demikian atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

A.n. Dekan,
Wakil Dekan I

Saminanto

Tembusan Yth.

1. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo (sebagai laporan)
2. Arsip

Lampiran 4. Surat Pemberian Izin Riset dari Dinas Kota Semarang



PEMERINTAH PROVINSI JAWA TENGAH
DINAS PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN

Jalan Pemuda Nomor 134 Semarang - Kode Pos 50137 Telp. (024) 3615301
Faksimile 024 3620011 Email: info@jatengprov.go.id
Surat Elektronik: dandebud@jatengprov.go.id

Semarang, 30 Juli 2021

Nomor : 070/08404
Lampiran : -
Perihal : Surat Keterangan Penelitian

Kepada Yth:
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Walisongo
di-

Semarang

Memperhatikan surat Saudara Nomor B.2157/Un.10.8/D1/SP.01.08/06/2021 tanggal 6 Juni 2021 perihal permohonan izin penelitian, dengan ini Dinas Pendidikan dan Kebudayaan Provinsi Jawa Tengah pada prinsipnya menyambut baik dan memberikan Surat Keterangan dimaksud kepada :

Nama : **Fidella Salsabila**
NIM : 1708066059
Program Studi : Pendidikan Fisika, S1
Judul : Pengembangan E-Modul Fluida Statis Bermuatan Mitigasi Bencana Banjir pada Kelas XI SMA
Tempat Penelitian : SMAN 10 Semarang

Sehubungan perihal tersebut, dimohon kepada Saudara hal-hal sebagai berikut :

1. Agar yang bersangkutan segera berkoordinasi dengan Kepala SMA Negeri 10 Semarang;
2. Membawa bukti rapid test/swab antigen Covid-19 dengan hasil negatif;
3. Selama melaksanakan penelitian agar tidak mengganggu proses belajar mengajar dan membebani kepada sekolah;
4. Apabila telah selesai segera menyerahkan laporan hasil penelitian kepada Dinas Pendidikan dan Kebudayaan Provinsi Jawa Tengah.

Demikian untuk menjadikan maklum dan atas perhatiannya disampaikan terima kasih.

a.n. KEPALA DINAS PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN



Tembusan :

1. Kepala Bidang Pembinaan SMA Dinas Pendidikan Dan Kebudayaan Provinsi Jawa Tengah;
2. Kepala Cabang Dinas Pendidikan Wilayah I;
3. Kepala SMA Negeri 10 Semarang;
4. Yang bersangkutan;
5. Pertinggal

Lampiran 5. Surat Permohonan Riset ke SMA Negeri 10 Semarang



**KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

Alamat: Jl.Prof. Dr. Hamka Km. 1 Semarang Telp. 024 76433366 Semarang 50185

Nomor : B.2157/Un.10.8/D1/SP.01.08/06/2021 Semarang, 6 Juni 2021
Lamp : Proposal Skripsi
Hal : Permohonan Izin Riset

Kepada Yth.
Kepala Sekolah SMA Negeri 10 Semarang
di tempat

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Diberitahukan dengan hormat dalam rangka penulisan skripsi, bersama ini kami sampaikan bahwa mahasiswa di bawah ini :

Nama : FidellaSalsabila
NIM : 1708066059
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi / Pendidikan Fisika
Judul Penelitian : Pengembangan E-Modul Fluida Statis Bermuatan Mitigasi Bencana Banjir Kelas XI SMA

Mahasiswa tersebut membutuhkan data-data dengan tema/judul skripsi yang sedang disusun, oleh karena itu kami mohon mahasiswa tersebut di ijinakan melaksanakan Riset di sekolah yang Bapak/Ibu pimpin.

Demikian atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

A.n. Dekan,
Wakil Dekan I

Saminanto

Tembusan Yth.

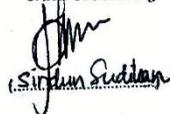
1. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo (sebagai laporan)
2. Arsip

Lampiran 6. Lembar Hasil Wawancara Guru SMA Negeri 10 Semarang

DATA HASIL WAWANCARA PRA PENELITIAN

NO	PERTANYAAN PENELITIAN	HASIL
1	Kelas berapa yang bapak ampu?	Tahun ini untuk semester ini kelas XI dan kelas XII
2	Bagaimana metode yang digunakan saat proses pembelajaran berlangsung?	Selama online (pembelajaran jarak jauh), saya biasanya membahas soal sih, tapi apabila online bahas soal itu agak berat ya mbak. Jadi biasanya kita menerangkan dulu, kemudian apabila ada soal dari buku kita bersama-sama membahasnya, tapi selama pembelajaran online tidak dapat mengukur seberapa paham siswa.
3	Bahan ajar apa saja yang biasa digunakan untuk membantu siswa memahami materi fisika?	Ada buku paket dari sekolah, kalau selama pembelajaran online saya tidak menetapkan sumber bahan ajarnya. Sumber belajarnya dapat juga diperoleh dari YouTube, ada cukup banyak, dan biasanya saya memberikan daftarinya gitu saja, nanti silahkan siswa mempelajarinya masing-masing.
4	Mengenai kondisi sekolah sendiri pak, Apakah di daerah Padi Raya Genuk ini sering terjadi banjir ketika musim hujan tiba?	Sebenarnya semenjak pindah ke daerah Padi Raya ini, kami sudah tidak pernah mengalami banjir yang besar dan parah. Kecuali untuk kondisi pada bulan Februari tahun 2021 ini pertama kali mengalami banjir besar.
5	Bagaimana kondisi sekolah saat terjadi banjir tahun ini pak?	Tahun 2021 ini sekolah mengalami banjir cukup parah, dimana banjir yang menggenang sampai masuk ke dalam kelas-kelas yang ada di lantai 1. Biasanya yang tergenang air banjir saat musim hujan tiba hanya lapangan saja itupun hanya sedikit air yang tergenang. Sebenarnya banjir tahun ini juga menggenangi daerah-daerah lainnya dan merata di wilayah Semarang, bahkan tidak hanya Semarang Kota saja mungkin yang tergenang. Faktor penyebabnya juga banyak diantaranya karena proses pembangunan yang terus menerus dilakukan di wilayah Semarang, kemudian juga faktor alam salah satunya karena curah tinggi diseluruh wilayah Jawa.
6	Apakah siswa pernah diberitahu mengenai materi mitigasi banjir yang disisipkan pada materi pembelajaran fisika?	Gak sih, setuju saya belum pernah.
7	Sudah tersediakah sumber belajar fisika yang memuat materi mitigasi bencana?	Belum tersedia. Pemuatan materi fisika dengan kegiatan dalam kehidupan sehari-hari juga terkadang tetap disampaikan namun diajarkannya secara langsung saat tatap muka.
8	Bagaimana menurut pendapat Bapak/Ibu guru mengenai pengembangan bahan ajar yang bermuatan mitigasi bencana?	Oh ya bisa saja, idenya bagus juga. Karena apabila dihubungkan dengan kehidupan sehari-hari maka konsep berpikir siswa dapat lebih dikembangkan tidak hanya metode ilmiahnya saja. Jadi metode ilmiah fisikanya dapat juga digunakan dalam penerapan kehidupan sehari-hari.

Semarang, 28 Juni 2021

Guru Fisika
SMA N 10 Semarang


Lampiran 7. Daftar Nama Validator

1. VALIDATOR AHLI MATERI

VALIDATOR I

NAMA	SITI WIRDAH
NIP	
INTANSI	UIN WALISONGO SEMARANG

VALIDATOR II

NAMA	SUHARI, S.Pd.
NIP	196904162005011000
INSTANSI	SMA N 10 SEMARANG

2. VALIDATOR AHLI MEDIA

VALIDATOR I

NAMA	SUSILAWATI, M.Pd.
NIP	198605122019032000
INTANSI	UIN WALISONGO SEMARANG

VALIDATOR II

NAMA	SINDUN SUDIKAN, S.Pd.
NIP	196607151988031000
INSTANSI	SMA N 10 SEMARANG

Lampiran 8. Kisi-Kisi Instrumen Validator Ahli

1. Kisi-kisi Instrumen Angket Validasi Ahli Materi Dimodifikasi dari BSNP dan skripsi (Azizah,2019)

Aspek	Indikator	Nomor Butir
Kelayakan Isi	Kesesuaian materi dengan KI dan KD	1
	Kesesuaian dengan kebutuhan peserta didik	2
	Keakuratan materi	3
	Kemutakhiran materi	4
Kelayakan Bahasa	Struktur kalimat	5
	Kejelasan informasi	6
	Kesesuaian dengan kaidah bahasa indonesia	7
Kelayakan Penyajian	Pendukung penyajian	8
	Penyajian Pembelajaran	9
Pengembangan E-Modul	Kesesuaian materi fisika bermuatan mitigasi bencana.	10

2. Kisi-kisi Instrumen Angket Validasi Ahli Media Dimodifikasi dari BSNP dan skripsi (Azizah,2019)

No.	Aspek	Indikator	Nomor Butir
1.	Desain media	Desain isi e-modul	1
		Kemenarikan sampul e-modul	2
		Komposisi warna	3
		Tampilan tipografi (seni huruf dan tata huruf)	4
		Kualitas gambar/ilustrasi dan video	5
2.	Penggunaan media	Pengelolaan e-modul	6
		Kemudahan penggunaan/pengoperasian	7

Lampiran 9. Lembar Penilaian Ahli Materi

**INSTRUMEN ANGKET VALIDASI AHLI MATERI
TERHADAP PENGEMBANGAN E-MODUL FLUIDA STATIS BERMUATAN
MITIGASI BENCANA BANJIR KELAS XI SMA**

Judul Penelitian : Pengembangan E-Modul Fluida Statis Bermuatan Mitigasi Bencana Banjir Kelas XI SMA
Peneliti : Fidella Salsabila
Nama Validator : Siti Wirdah
NIP :
Instansi : UIN Walisongo Semarang

A. Pengantar

Berkaitan dengan pelaksanaan pengembangan modul elektronik (e-modul) fisika pada materi fluida statis bermuatan mitigasi banjir, maka peneliti bermaksud mengadakan validasi modul elektronik ini. Oleh sebab itu, dimohon kesediaan Bapak/Ibu mengisi angket di bawah ini sebagai validator substansi materi. Data-data hasil evaluasi yang Bapak/Ibu berikan akan dipergunakan sebagai bahan untuk melihat kelayakan e-modul fluida statis bermuatan mitigasi bencana banjir untuk kelas XI SMA. Sebelumnya, saya sampaikan terima kasih atas kesediaan Bapak/Ibu sebagai validator aspek kelayakan media pada e-modul yang dikembangkan ini.

B. Petunjuk Penilaian

1. Mohon Bapak/Ibu membaca terlebih dahulu e-modul yang telah dikembangkan sebelum mengisi angket ini.
2. Mohon Bapak/Ibu menjawab pertanyaan-pertanyaan dalam instrumen ini dengan memberikan tanda checklist (√) pada kolom skala penilaian sesuai dengan pendapat Bapak/Ibu.
3. Mohon Bapak/Ibu memberikan komentar atau saran pada lembar yang telah disediakan. Komentar dan saran Bapak/Ibu dalam penilaian sangat peneliti harapkan untuk perbaikan.
4. Pedoman alternatif jawaban sebagai berikut.

No	Analisis Kuantitatif	Skor
1	Sangat Baik (SB)	4
2	Baik (B)	3
3	Kurang Baik (KB)	2
4	Sangat Kurang (SK)	1

C. Indikator Instrumen Validasi

No	Indikator	Kriteria Penilaian	
Kelayakan Isi			
1.	Kesesuaian materi dengan KI dan KD	SB	(1) Tujuan pembelajaran sesuai dengan KI (Kompetensi Inti) dan KD (Kompetensi Dasar) yang harus dicapai peserta didik. (2) Materi sesuai dengan KI dan KD yang harus dicapai peserta didik. (3) Memuat konsep, prinsip, dan definisi yang sesuai dengan materi pokok yang mendukung tercapainya KI dan KD.
		B	Dua poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		KB	Satu poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		SK	Tidak ada poin yang disebutkan di atas terpenuhi.
2.	Kesesuaian dengan kebutuhan peserta didik	SB	(1) Sesuai dengan karakteristik peserta didik. (2) Koherensi dan keruntutan sesuai alur pikir peserta didik. (3) Sesuai dengan lingkungan tempat belajar peserta didik.
		B	Dua poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		KB	Satu poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		SK	Tidak ada poin yang disebutkan di atas terpenuhi.
3.	Keakuratan materi	SB	(1) Konsep dan definisi yang disajikan jelas sesuai dengan konsep dan definisi dalam bidang fisika. (2) Fakta dan data yang disajikan sesuai dengan kenyataan (kontekstual). (3) Notasi dan simbol besaran fisika disajikan dengan benar dan akurat.
		B	Dua poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		KB	Satu poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		SK	Tidak ada poin yang disebutkan di atas terpenuhi.
4.	Kemutakhiran materi	SB	(1) Materi yang disajikan sesuai dengan perkembangan zaman. (2) Materi yang disajikan sesuai dengan peta konsep. (3) Menggunakan contoh kasus yang terdapat dalam kehidupan sehari-hari.
		B	Dua poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		KB	Satu poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		SK	Tidak ada poin yang disebutkan di atas terpenuhi.
Kelayakan Bahasa			
5.	Struktur kalimat	SB	(1) Ketepatan pemilihan struktur kalimat. (2) Keefektifan penulisan kalimat yaitu sederhana dan tepat sasaran. (3) Keruntutan dan keterpaduan kalimat antar paragraf.
		B	Dua poin yang disebutkan di atas terpenuhi

		KB	Satu poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		SK	Tidak ada poin yang disebutkan di atas yang terpenuhi.
6.	Kejelasan informasi	SB	(1) Pesan atau informasi mudah dipahami. (2) Kalimat yang digunakan mampu menjelaskan suatu konsep. (3) Kata perintah/petunjuk jelas tidak menimbulkan multitafsir.
		B	Dua poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		KB	Satu poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		SK	Tidak ada poin yang disebutkan di atas yang terpenuhi.
7.	Kesesuaian dengan kaidah bahasa Indonesia	SB	(1) Penggunaan ejaan sesuai dengan Ejaan Yang Disempurnakan (EYD). (2) Kebenaran penulisan besaran fisika. (3) Istilah yang digunakan sesuai dengan Kamus Besar Bahasa Indonesia atau istilah teknis yang telah baku.
		B	Dua poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		KB	Satu poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		SK	Tidak ada poin yang disebutkan di atas yang terpenuhi.
Kelayakan Penyajian			
8.	Pendukung penyajian	SB	(1) Terdapat soal latihan dan rangkuman setiap akhir kegiatan belajar. (2) Terdapat tes formatif dan kunci jawaban untuk setiap kegiatan belajar. (3) Terdapat glosarium, daftar pustaka, dan kata pengantar.
		B	Dua poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		KB	Satu poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		SK	Tidak ada poin yang disebutkan di atas yang terpenuhi.
9.	Penyajian pembelajaran	SB	(1) Penyajian materi mengajak peserta didik berpartisipasi aktif secara mandiri. (2) Penggunaan istilah dan simbol dalam e-modul disajikan secara konsisten dan sistematis. (3) Sistematika sajian dalam kegiatan belajar konsisten.
		B	Dua poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		KB	Satu poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		SK	Tidak satupun poin yang disebutkan di atas dapat terpenuhi.
Pengembangan E-Modul			
		SB	(1) Mitigasi bencana banjir dikaitkan dengan konsep fisika.

10.	Kesesuaian materi fisika bermuatan mitigasi bencana.		(2) Contoh mitigasi banjir sesuai dengan penerapan dalam kehidupan sehari-hari. (3) Contoh mitigasi banjir dapat membantu menjelaskan materi fluida statis .
		B	Dua poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		KB	Satu poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		SK	Tidak satupun poin yang disebutkan di atas dapat terpenuhi.

D. Lembar Penilaian

No.	Indikator Penilaian	Jawaban			
		SB	B	KB	SK
Kelayakan Isi					
1.	Kesesuaian materi dengan KI dan KD		√		
2.	Kesesuaian dengan kebutuhan peserta didik		√		
3.	Keakuratan materi		√		
4.	Kemutakhiran materi	√			
Kelayakan Bahasa					
5.	Struktur kalimat			√	
6.	Kejelasan informasi		√		
7.	Kesesuaian dengan kaidah bahasa indonesia			√	
Kelayakan Penyajian					
8.	Pendukung penyajian		√		
9.	Penyajian Pembelajaran		√		
Pengembangan E-Modul					
10.	Kesesuaian materi fisika bermuatan mitigasi bencana.		√		

E. Komentar dan saran validator terkait dengan E-Modul Fluida Statis Bermuatan Mitigasi Bencana Banjir Kelas XI SMA:

Perlu disampaikan bahwa yang termasuk fluida bukan hanya zat cair.

Disampaikan pula syarat suatu zat dapat dikategorikan sebagai fluida, dengan definisi aksiomatis misalnya.

Terdapat beberapa salah ketik dan penggunaan kata yang kurang tepat.

Pada bagian tekanan hidrostatik, sebaiknya diberikan gambar agar jelas bidang tekan yang dimaksud (lihat bagian B. Tekanan Hidrostatik)

F. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penilaian, modul elektronik ini:

1. Layak digunakan di lapangan tanpa revisi
2. Layak digunakan di lapangan dengan revisi sesuai saran (√)
3. Tidak layak digunakan di lapangan

*) Lingkari sesuai pilihan Anda

Semarang, 7 Oktober 2021

Ahli Materi



Siti Wirdah

NIP

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Siti Wirdah
NIP :
Instansi : UIN Walisongo Semarang

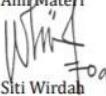
Menyatakan bahwa saya telah memberikan penilaian berupa komentar dan saran pada skripsi yang berjudul "Pengembangan E-Modul Fluida Statis Bermuatan Mitigasi Bencana Banjir Kelas XI SMA" yang disusun oleh:

Nama : Fidella Salsabila
NIM : 1708066059
Program Studi : Pendidikan Fisika
Fakultas : Fakultas Sains dan Teknologi

Harapan saya komentar dan saran yang diberikan dapat digunakan untuk menyempurnakan e-modul tersebut sebagai tugas akhir mahasiswa yang bersangkutan. Demikian surat keterangan ini dibuat untuk selanjutnya e-modul tersebut dapat digunakan untuk penelitian.

Semarang, 7 Oktober 2021

Ahli Materi



Siti Wirdah

NIP

**INSTRUMEN ANGKET VALIDASI AHLI MATERI
TERHADAP PENGEMBANGAN E-MODUL FLUIDA STATIS BERMUATAN
MITIGASI BENCANA BANJIR KELAS XI SMA**

Judul Penelitian : Pengembangan E-Modul Fluida Statis Bermuatan Mitigasi Bencana Banjir Kelas XI SMA
Peneliti : Fidella Salsabila
Nama Validator : SUHARI, S.Pd
NIP : 196904162005011014
Instansi : SMAN 10 SEMARANG .

A. Pengantar

Berkaitan dengan pelaksanaan pengembangan modul elektronik (e-modul) fisika pada materi fluida statis bermuatan mitigasi banjir, maka peneliti bermaksud mengadakan validasi modul elektronik ini. Oleh sebab itu, dimohon kesediaan Bapak/Ibu mengisi angket di bawah ini sebagai validator substansi materi. Data-data hasil evaluasi yang Bapak/Ibu berikan akan dipergunakan sebagai bahan untuk melihat kelayakan e-modul fluida statis bermuatan mitigasi bencana banjir untuk kelas XI SMA. Sebelumnya, saya sampaikan terima kasih atas kesediaan Bapak/Ibu sebagai validator aspek kelayakan media pada e-modul yang dikembangkan ini.

B. Petunjuk Penilaian

1. Mohon Bapak/Ibu membaca terlebih dahulu e-modul yang telah dikembangkan sebelum mengisi angket ini.
2. Mohon Bapak/Ibu menjawab pertanyaan-pertanyaan dalam instrumen ini dengan memberikan tanda checklist (√) pada kolom skala penilaian sesuai dengan pendapat Bapak/Ibu.
3. Mohon Bapak/Ibu memberikan komentar atau saran pada lembar yang telah disediakan. Komentar dan saran Bapak/Ibu dalam penilaian sangat peneliti harapkan untuk perbaikan.
4. Pedoman alternatif jawaban sebagai berikut.

No	Analisis Kuantitatif	Skor
1	Sangat Baik (SB)	4
2	Baik (B)	3
3	Kurang Baik (KB)	2
4	Sangat Kurang (SK)	1

C. Indikator Instrumen Validasi

No	Indikator	Kriteria Penilaian
Kelayakan Isi		
1.	Kesesuaian materi dengan KI dan KD	SB (1) Tujuan pembelajaran sesuai dengan KI (Kompetensi Inti) dan KD (Kompetensi Dasar) yang harus dicapai peserta didik. (2) Materi sesuai dengan KI dan KD yang harus dicapai peserta didik. (3) Memuat konsep, prinsip, dan definisi yang sesuai dengan materi pokok yang mendukung tercapainya KI dan KD.
		B Dua poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		KB Satu poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		SK Tidak ada poin yang disebutkan di atas terpenuhi.
2.	Kesesuaian dengan kebutuhan peserta didik	SB (1) Sesuai dengan karakteristik peserta didik. (2) Koherensi dan keruntutan sesuai alur pikir peserta didik. (3) Sesuai dengan lingkungan tempat belajar peserta didik.
		B Dua poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		KB Satu poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		SK Tidak ada poin yang disebutkan di atas terpenuhi.
3.	Keakuratan materi	SB (1) Konsep dan definisi yang disajikan jelas sesuai dengan konsep dan definisi dalam bidang fisika. (2) Fakta dan data yang disajikan sesuai dengan kenyataan (kontekstual). (3) Notasi dan simbol besaran fisika disajikan dengan benar dan akurat.
		B Dua poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		KB Satu poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		SK Tidak ada poin yang disebutkan di atas terpenuhi.
4.	Kemutakhiran materi	SB (1) Materi yang disajikan sesuai dengan perkembangan zaman. (2) Materi yang disajikan sesuai dengan peta konsep. (3) Menggunakan contoh kasus yang terdapat dalam kehidupan sehari-hari.
		B Dua poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		KB Satu poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		SK Tidak ada poin yang disebutkan di atas terpenuhi.
Kelayakan Bahasa		
5.	Struktur kalimat	SB (1) Ketepatan pemilihan struktur kalimat. (2) Keefektifan penulisan kalimat yaitu sederhana dan tepat sasaran. (3) Keruntutan dan keterpaduan kalimat antar paragraf.
		B Dua poin yang disebutkan di atas terpenuhi

		KB	Satu poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		SK	Tidak ada poin yang disebutkan di atas yang terpenuhi.
6.	Kejelasan informasi	SB	(1) Pesan atau Informasi mudah dipahami. (2) Kalimat yang digunakan mampu menjelaskan suatu konsep. (3) Kata perintah/petunjuk jelas tidak menimbulkan multitafsir.
		B	Dua poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		KB	Satu poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		SK	Tidak ada poin yang disebutkan di atas yang terpenuhi.
7.	Kesesuaian dengan kaidah bahasa Indonesia	SB	(1) Penggunaan ejaan sesuai dengan Ejaan Yang Disempurnakan (EYD). (2) Kebenaran penulisan besaran fisika. (3) Istilah yang digunakan sesuai dengan Kamus Besar Bahasa Indonesia atau istilah teknis yang telah baku.
		B	Dua poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		KB	Satu poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		SK	Tidak ada poin yang disebutkan di atas yang terpenuhi.
Kelayakan Penyajian			
8.	Pendukung penyajian	SB	(1) Terdapat soal latihan dan rangkuman setiap akhir kegiatan belajar. (2) Terdapat tes formatif dan kunci jawaban untuk setiap kegiatan belajar. (3) Terdapat glosarium, daftar pustaka, dan kata pengantar.
		B	Dua poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		KB	Satu poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		SK	Tidak ada poin yang disebutkan di atas yang terpenuhi.
9.	Penyajian pembelajaran	SB	(1) Penyajian materi mengajak peserta didik berpartisipasi aktif secara mandiri. (2) Penggunaan istilah dan simbol dalam e-modul disajikan secara konsisten dan sistematis. (3) Sistematika sajian dalam kegiatan belajar konsisten.
		B	Dua poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		KB	Satu poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		SK	Tidak satupun poin yang disebutkan di atas dapat terpenuhi.
Pengembangan E-Modul			
		SB	(1) Mitigasi bencana banjir dikaitkan dengan konsep fisika.

10.	Kesesuaian materi fisika bermuatan mitigasi bencana.		(2) Contoh mitigasi banjir sesuai dengan penerapan dalam kehidupan sehari-hari. (3) Contoh mitigasi banjir dapat membantu menjelaskan materi fluida statis.
		B	Dua poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		KB	Satu poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		SK	Tidak satupun poin yang disebutkan di atas dapat terpenuhi.

D. Lembar Penilaian

No.	Indikator Penilaian	Jawaban			
		SB	B	KB	SK
Kelayakan Isi					
1.	Kesesuaian materi dengan KI dan KD	✓			
2.	Kesesuaian dengan kebutuhan peserta didik	✓			
3.	Keakuratan materi	✓			
4.	Kemutakhiran materi	✓			
Kelayakan Bahasa					
5.	Struktur kalimat	✓			
6.	Kejelasan informasi	✓			
7.	Kesesuaian dengan kaidah bahasa Indonesia	✓			
Kelayakan Penyajian					
8.	Pendukung penyajian	✓			
9.	Penyajian Pembelajaran	✓			
Pengembangan E-Modul					
10.	Kesesuaian materi fisika bermuatan mitigasi bencana.	✓			

E. Komentar dan saran validator terkait dengan E-Modul Fluida Statis Bermuatan Mitigasi Bencana Banjir Kelas XI SMA:

E-Modul Fluida Statis Bermuatan Mitigasi Bencana Banjir Kelas XI SMA layak digunakan.

F. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penilaian, modul elektronik ini:

1. Layak digunakan di lapangan tanpa revisi
2. Layak digunakan di lapangan dengan revisi sesuai saran
3. Tidak layak digunakan di lapangan

*J) Lingkari sesuai pilihan Anda

Semarang, 4 OKT 2021
Ahli Materi

SUHARI, S.Pd.
NIP. 196204162005011014

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : SUHARI, S.Pd
NIP : 19690416 200501 1014
Instansi : SMAN 10 SEMARANG

Menyatakan bahwa saya telah memberikan penilaian berupa komentar dan saran pada skripsi yang berjudul "Pengembangan E-Modul Fluida Statis Bermuatan Mitigasi Bencana Banjir Kelas XI SMA" yang disusun oleh:

Nama : Fidella Salsabila
NIM : 1708066059

Program Studi : Pendidikan Fisika

Fakultas : Fakultas Sains dan Teknologi

Harapan saya komentar dan saran yang diberikan dapat digunakan untuk menyempurnakan e-modul tersebut sebagai tugas akhir mahasiswa yang bersangkutan. Demikian surat keterangan ini dibuat untuk selanjutnya e-modul tersebut dapat digunakan untuk penelitian.

Semarang, 4 OKT 2021
Ahli Materi

SUHARI, S.Pd
NIP 19690416 200501 1014

Lampiran 10. Lembar Penilaian Ahli Media

**INSTRUMEN ANGKET VALIDASI AHLI MEDIA
TERHADAP PENGEMBANGAN E-MODUL FLUIDA STATIS BERMUATAN
MITIGASI BENCANA BANJIR KELAS XI SMA**

Judul Penelitian : Pengembangan E-Modul Fluida Statis Bermuatan Mitigasi Bencana Banjir Kelas XI SMA
Peneliti : Fidella Salsabila
Nama Validator : Susilawati, M.Pd
NIP : 198605122019032010
Instansi : UIN Walisongo Semarang

A. Pengantar

Berkaitan dengan pelaksanaan pengembangan modul elektronik (e-modul) fisika pada materi fluida statis bermuatan mitigasi banjir, maka peneliti bermaksud mengadakan validasi modul elektronik ini. Oleh sebab itu, dimohon kesediaan Bapak/ Ibu mengisi angket di bawah ini sebagai validator substansi penggunaan media bahan ajar. Data-data hasil evaluasi yang Bapak/Ibu berikan akan dipergunakan sebagai bahan untuk melihat kelayakan e-modul fluida statis bermuatan mitigasi bencana banjir untuk kelas XI SMA. Sebelumnya, saya sampaikan terima kasih atas kesediaan Bapak/Ibu sebagai validator aspek kelayakan media pada e-modul yang dikembangkan ini.

B. Petunjuk Penilaian

- Mohon Bapak/ibu membaca terlebih dahulu e-modul yang telah dikembangkan sebelum mengisi angket ini.
- Mohon Bapak/ibu menjawab pertanyaan-pertanyaan dalam instrumen ini dengan memberikan tanda checklist (√) pada kolom skala penilaian sesuai dengan pendapat Bapak/Ibu.
- Mohon Bapak/ibu memberikan komentar atau saran pada lembar yang telah disediakan. Komentar dan saran Bapak/Ibu dalam penilaian sangat peneliti harapkan untuk perbaikan.
- Kriteria penilaian :

No	Analisis Kuantitatif	Skor
1	Sangat Baik (SB)	4
2	Baik (B)	3
3	Kurang Baik (KB)	2
4	Sangat Kurang (SK)	1

C. Indikator Instrumen Validasi

No	Indikator	Kriteria Penilaian
		Aspek Desain Media
1.	Desain isi e-modul	SB (1) Kelengkapan unsur isi e-modul meliputi judul kegiatan belajar, sub judul, angka halaman, ilustrasi/gambar dan keterangan/caption gambar. (2) Penempatan unsur tata letak (judul, sub judul, gambar, dan angka halaman) mengikuti pola yang sudah ditentukan dan konsisten pada setiap kegiatan belajar. (3) Tidak menggunakan lebih dari 2 jenis huruf.
		B Dua poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		KB Satu poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		SK Tidak ada poin yang disebutkan di atas terpenuhi.
2.	Kemenarikan sampul e-modul	SB (1) Penampilan sampul depan dan belakang harmonis, yaitu memiliki irama dan kesatuan secara konsisten. (2) Penulisan judul pada sampul mampu menggambarkan isi e-modul dengan baik. (3) Tata letak teks dan gambar pada sampul proporsional dan serasi.
		B Dua poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		KB Satu poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		SK Tidak ada poin yang disebutkan di atas terpenuhi.
3.	Komposisi warna	SB (1) Penggunaan warna yang konsisten di setiap halaman. (2) Penerapan warna pada huruf/teks serasi dengan latar belakang. (3) Desain tata letak warna setiap halaman yang proporsional.
		B Dua poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		KB Satu poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		SK Tidak ada poin yang disebutkan di atas terpenuhi.
4.	Tampilan tipografi (seni huruf dan tata huruf)	SB (1) Kesesuaian pemilihan jenis huruf. (2) Kesesuaian pemilihan ukuran huruf. (3) Penggunaan spasi/jarak antar kata dan antar baris proporsional yaitu tidak terlalu dekat sehingga tidak menimbulkan kesan menempel.
		B Dua poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		KB Satu poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		SK Tidak ada poin yang disebutkan di atas yang terpenuhi.
5.	Kualitas gambar/ilustrasi dan video	SB (1) Gambar/ilustrasi dan video yang terdapat dalam e-modul mampu mendukung isi materi

			<p>pembelajaran.</p> <p>(2) Gambar/ilustrasi dan video dapat ditampilkan secara jelas.</p> <p>(3) Bentuk dan ukuran gambar/ilustrasi proporsional.</p>
		B	Dua poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		KB	Satu poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		SK	Tidak ada poin yang disebutkan di atas yang terpenuhi.
Aspek Penggunaan Media			
6.	Pengelolaan e-modul	SB	<p>(1) Pengelolaan e-modul mudah dilakukan tidak memerlukan perawatan khusus.</p> <p>(2) Pengelolaan e-modul tidak membutuhkan biaya tinggi.</p> <p>(3) E-modul tidak membutuhkan penyimpanan besar, karena dapat digunakan melalui smartphone dengan bantuan internet.</p>
		B	Dua poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		KB	Satu poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		SK	Tidak ada poin yang disebutkan di atas yang terpenuhi.
7.	Kemudahan penggunaan/pengoperasian	SB	<p>(1) Pengguna e-modul tidak harus memiliki keahlian khusus dalam mengoperasikan/menggunakan e-modul.</p> <p>(2) Penggunaan e-modul melalui smartphone dengan bantuan internet ini mudah digunakan dimana saja, kapan saja.</p> <p>(3) Kebergunaan tombol yang tersedia dalam e-modul untuk mempermudah akses penggunaan e-modul.</p>
		B	Dua poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		KB	Satu poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		SK	Tidak satupun poin yang disebutkan di atas dapat terpenuhi.

D. Lembar Penilaian

No.	Indikator Penilaian	Jawaban			
		SB	B	KB	SK
Aspek Desain Media					
1.	Desain isi e-modul		√		
2.	Kemenarikan sampul e-modul	√			
3.	Komposisi warna		√		
4.	Tampilan tipografi (seni huruf dan tata huruf)			√	
5.	Kualitas gambar/ilustrasi dan video		√		

Aspek Penggunaan Media				
6.	Pengelolaan e-modul		√	
7.	Kemudahan penggunaan/pengoperasian	√		

E. Komentar dan saran validator terkait dengan E-Modul Fluida Statis Bermuatan Mitigasi Bencana Banjir Kelas XI SMA:

E-Modul Fluida Statis Bermuatan Mitigasi Bencana Banjir dapat digunakan sebagai media dan sumber belajar khususnya bagi siswa kelas XI SMA. E-modul ini lebih praktis dan fleksibel untuk dibaca karena berupa bahan belajar elektronik. Sistematika pembuatan e-modul cukup lengkap terdapat peta konsep, petunjuk penggunaan modul, uraian konten materi dan evaluasi. Latihan soal yang menggugah rasa ingin tahu dilengkapi dengan arahan jawaban. Tes formatif yang menarik untuk menggali pemahaman konsep fluida statis. Muatan mitigasi bencana pada e-modul yang cukup memadai. Tujuan kegiatan belajar dapat ditambah ke ranah berpikir tingkat tinggi. Gambar, grafik dan ilustrasi masih minim perlu ditambahkan. Praktikum 1 dapat ditambah tujuan percobaan, tidak hanya 1 tujuan percobaan dan tambahkan gambar rancangan percobaan atau ilustrasi yang memperjelas. E-modul ini dapat ditambahkan bagian Glosarium untuk memenuhi kelengkapan modul.

F. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penilaian, modul elektronik ini:

1. Layak digunakan di lapangan tanpa revisi
- ②. Layak digunakan di lapangan dengan revisi sesuai saran
3. Tidak layak digunakan di lapangan

*) Lingkari sesuai pilihan Anda

Semarang, 27 September 2021

Ahli Media

Susilawati, M.Pd

NIP. 198605122019032010

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Susilawati, M.Pd
NIP : 198605122019032010
Instansi : UIN Walisongo Semarang

Menyatakan bahwa saya telah memberikan penilaian berupa komentar dan saran pada skripsi yang berjudul "Pengembangan E-Modul Fluida Statis Bermuatan Mitigasi Bencana Banjir Kelas XI SMA" yang disusun oleh:

Nama : Fidella Salsabila
NIM : 1708066059
Program Studi : Pendidikan Fisika
Fakultas : Fakultas Sains dan Teknologi

Harapan saya komentar dan saran yang diberikan dapat digunakan untuk menyempurnakan e-modul tersebut sebagai tugas akhir mahasiswa yang bersangkutan. Demikian surat keterangan ini dibuat untuk selanjutnya e-modul tersebut dapat digunakan untuk penelitian.

Semarang, 27 September 2021

Ahli Media



Susilawati, M.Pd
NIP. 198605122019032010

**INSTRUMEN ANGKET VALIDASI AHLI MEDIA
TERHADAP PENGEMBANGAN E-MODUL FLUIDA STATIS BERMUATAN
MITIGASI BENCANA BANJIR KELAS XI SMA**

Judul Penelitian : Pengembangan E-Modul Fluida Statis Bermuatan ~~Mitigasi Bencana~~
Banjir Kelas XI SMA
Peneliti : Fidella Salsabila
Nama Validator : Sindun Sudikan
NIP : 196607151988031015
Instansi : SMAN 10 Semarang

A. Pengantar

Berkaitan dengan pelaksanaan pengembangan modul elektronik (e-modul) fisika pada materi fluida statis bermuatan mitigasi banjir, maka peneliti bermaksud mengadakan validasi modul elektronik ini. Oleh sebab itu, dimohon kesediaan Bapak/Ibu mengisi angket di bawah ini sebagai validator substansi penggunaan media bahan ajar. Data-data hasil evaluasi yang Bapak/Ibu berikan akan dipergunakan sebagai bahan untuk melihat kelayakan e-modul fluida statis bermuatan mitigasi bencana banjir untuk kelas XI SMA. Sebelumnya, saya sampaikan terima kasih atas kesediaan Bapak/Ibu sebagai validator aspek kelayakan media pada e-modul yang dikembangkan ini.

B. Petunjuk Penilaian

1. Mohon Bapak/Ibu membaca terlebih dahulu e-modul yang telah dikembangkan sebelum mengisi angket ini.
2. Mohon Bapak/Ibu menjawab pertanyaan-pertanyaan dalam instrumen ini dengan memberikan tanda checklist (√) pada kolom skala penilaian sesuai dengan pendapat Bapak/Ibu.
3. Mohon Bapak/Ibu memberikan komentar atau saran pada lembar yang telah disediakan. Komentar dan saran Bapak/Ibu dalam penilaian sangat peneliti harapkan untuk perbaikan.
4. Kriteria penilaian :

No	Analisis Kuantitatif	Skor
1	Sangat Baik (SB)	4
2	Baik (B)	3
3	Kurang Baik (KB)	2
4	Sangat Kurang (SK)	1

C. Indikator Instrumen Validasi

No	Indikator	Kriteria Penilaian
Aspek Desain Media		
1.	Desain isi e-modul	SB ✓ (1) Kelengkapan unsur isi e-modul meliputi judul kegiatan belajar, sub judul, angka halaman, ilustrasi/gambar dan keterangan/caption gambar. (2) Penempatan unsur tata letak (judul, sub judul, gambar, dan angka halaman) mengikuti pola yang sudah ditentukan dan konsisten pada setiap kegiatan belajar. (3) Tidak menggunakan lebih dari 2 jenis huruf.
		B Dua poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		KB Satu poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		SK Tidak ada poin yang disebutkan di atas terpenuhi.
2.	Kemenarikan sampul e-modul	SB ✓ (1) Penampilan sampul depan dan belakang harmonis, yaitu memiliki irama dan kesatuan secara konsisten. (2) Penulisan judul pada sampul mampu menggambarkan isi e-modul dengan baik. (3) Tata letak teks dan gambar pada sampul proporsional dan serasi.
		B Dua poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		KB Satu poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		SK Tidak ada poin yang disebutkan di atas terpenuhi.
3.	Komposisi warna	SB ✓ (1) Penggunaan warna yang konsisten di setiap halaman. (2) Penerapan warna pada huruf/teks serasi dengan latar belakang. (3) Desain tata letak warna setiap halaman yang proporsional.
		B Dua poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		KB Satu poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		SK Tidak ada poin yang disebutkan di atas terpenuhi.
4.	Tampilan tipografi (seni huruf dan tata huruf)	SB ✓ (1) Kesesuaian pemilihan jenis huruf. (2) Kesesuaian pemilihan ukuran huruf. (3) Penggunaan spasi/jarak antar kata dan antar baris proporsional yaitu tidak terlalu dekat sehingga tidak menimbulkan kesan menempel.
		B Dua poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		KB Satu poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		SK Tidak ada poin yang disebutkan di atas yang terpenuhi.

5.	Kualitas gambar/ilustrasi dan video	SB ✓	(1) Gambar/ilustrasi dan video yang terdapat dalam e-modul mampu mendukung isi materi pembelajaran.
			(2) Gambar/ilustrasi dan video dapat ditampilkan secara jelas.
			(3) Bentuk dan ukuran gambar/ilustrasi proporsional.
		B	Dua poin yang disebutkan di atas terpenuhi
		KB	Satu poin yang disebutkan di atas terpenuhi
SK	Tidak ada poin yang disebutkan di atas yang terpenuhi.		
Aspek Penggunaan Media			
6.	Pengelolaan e-modul	SB ✓	(1) Pengelolaan e-modul mudah dilakukan tidak memerlukan perawatan khusus.
			(2) Pengelolaan e-modul tidak membutuhkan biaya tinggi.
			(3) E-modul tidak membutuhkan penyimpanan besar, karena dapat digunakan melalui smartphone dengan bantuan internet.
		B	Dua poin yang disebutkan di atas terpenuhi
KB	Satu poin yang disebutkan di atas terpenuhi		
SK	Tidak ada poin yang disebutkan di atas yang terpenuhi.		
7.	Kemudahan penggunaan/pengoperasian	SB ✓	(1) Pengguna e-modul tidak harus memiliki keahlian khusus dalam mengoperasikan/menggunakan e-modul.
			(2) Penggunaan e-modul melalui smartphone dengan bantuan internet ini mudah digunakan dimana saja, kapan saja.
			(3) Kebergunaan tombol yang tersedia dalam e-modul untuk mempermudah akses penggunaan e-modul.
		B	Dua poin yang disebutkan di atas terpenuhi
KB	Satu poin yang disebutkan di atas terpenuhi		
SK	Tidak satupun poin yang disebutkan di atas dapat terpenuhi.		

D. Lembar Penilaian

No.	Indikator Penilaian	Jawaban			
		SB	B	KB	SK
Aspek Desain Media					
1.	Desain isi e-modul	✓			
2.	Kemenarikan sampul e-modul	✓			
3.	Komposisi warna	✓			
4.	Tampilan tipografi (seni huruf dan tata huruf)	✓			
5.	Kualitas gambar/ilustrasi dan video	✓			

Aspek Penggunaan Media					
6.	Pengelolaan e-modul	✓			
7.	Kemudahan penggunaan/pengoperasian	✓			

E. Komentar dan saran validator terkait dengan E-Modul Fluida Statis Bermuatan Mitigasi Bencana Banjir Kelas XI SMA:

+ Buat video materi fisika yang ada unsur gerak
 + dibuat animasi sehingga mempermudah konsep fisika
 + Modalitas siswa yang berbeda (visual kinetik, audio)
 + menuntut adanya gambar bergerak (animasi) dan
 suara (music).

F. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penilaian, modul elektronik ini:

1. Layak digunakan di lapangan tanpa revisi
- ② Layak digunakan di lapangan dengan revisi sesuai saran
3. Tidak layak digunakan di lapangan

*] Lingkari sesuai pilihan Anda

Semarang, 1-10-2021

Ahli Media



Siman Sudikan
 NIP. 106607151000031015

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sindun Sudikan
NIP : 196607151988031015
Instansi : SMA Negeri 10 Semarang

Menyatakan bahwa saya telah memberikan penilaian berupa komentar dan saran pada skripsi yang berjudul "Pengembangan E-Modul Fluida Statis Bermuatan Mitigasi Bencana Banjir Kelas XI SMA" yang disusun oleh:

Nama : Fidella Salsabila
NIM : 1708066059
Program Studi : Pendidikan Fisika

Fakultas : Fakultas Sains dan Teknologi

Harapan saya komentar dan saran yang diberikan dapat digunakan untuk meyempurnakan e-modul tersebut sebagai tugas akhir mahasiswa yang bersangkutan. Demikian surat keterangan ini dibuat untuk selanjutnya e-modul tersebut dapat digunakan untuk penelitian.

Semarang, 1-10-2021

Ahli Madya



Sindun Sudikan

NIP 196607151988031015

Lampiran11. Kisi-Kisi Instrumen Respon Siswa

Kisi-kisi Instrumen Angket Respon Siswa

Dimodifikasi (Menurut Walker & Hess dalam Arsyad, 2009) dan skripsi (Utami,2020)

Aspek	Indikator	Item Pernyataan	No. Butir
Kualitas isi dan materi	Kesesuaian penyajian isi	Saya yakin konsep, prinsip, dan definisi yang disajikan dalam e-modul sesuai dengan materi.	1
		Saya merasa latihan soal dan tes formatif yang disertakan dalam e-modul sesuai dengan materi yang dipelajari.	2
		Tersedianya kunci jawaban dan cara penilaiannya memudahkan saya untuk mengukur kemampuan belajar.	3
		Adanya petunjuk penggunaan membantu memudahkan saya untuk melakukan kegiatan selanjutnya.	4
		Adanya contoh mitigasi banjir pada e-modul ini menjadikan saya tahu mengenai mitigasi banjir	5
	Menarik minat/perhatian siswa	Saya rasa adanya e-modul membuat pembelajaran fisika lebih menyenangkan.	6
		Saya berusaha mendapatkan pengetahuan yang lebih ketika belajar menggunakan e-modul.	7
		E-modul fluida statis yang dikaitkan dengan mitigasi banjir menjadikan saya sadar pentingnya untuk menjaga lingkungan.	8
		Saya merasa ingin memiliki e-modul ini untuk membantu proses pembelajaran.	9
	Keterbacaan	Saya merasa bahasa yang digunakan jelas, dan sederhana.	10
		Saya merasa ukuran, jenis dan warna huruf yang digunakan pada e-modul tepat dan konsisten.	11
Kualitas media	Kemenarikan e-modul	Saya merasa penampilan sampul depan dan belakang harmonis, sehingga menarik perhatian pembaca.	12
		Saya merasa penerapan warna pada huruf/teks serasi dengan latar belakang.	13
		Saya merasa tata letak teks dan gambar pada e-modul proporsional.	14
	Kualitas gambar/video	Saya merasa gambar/ilustrasi dan video yang terdapat dalam e-modul mampu mendukung isi materi pembelajaran.	15
		Saya merasa gambar/ilustrasi dan video dapat ditampilkan secara jelas (tidak buram).	16
	Kemudahan penggunaan/pengoperasian	Saya merasa e-modul mudah digunakan karena melalui smartphone dengan bantuan internet dapat digunakan dimana saja, kapan saja.	17
		Saya merasa tombol yang tersedia dalam e-modul mempermudah akses penggunaan e-modul.	18

Lampiran 12. Lembar Hasil Penilaian Respon Siswa

Daftar Siswa dalam Uji Respon Skala Kecil

NO	KODE RESPONDEN	KELAS
1	SK-A	XI MIPA 5
2	SK-B	XI MIPA 5
3	SK-C	XI MIPA 5
4	SK-D	XI MIPA 5
5	SK-E	XI MIPA 5
6	SK-F	XI MIPA 5
7	SK-G	XI MIPA 5
8	SK-H	XI MIPA 5
9	SK-I	XI MIPA 5
10	SK-J	XI MIPA 5
11	SK-K	XI MIPA 5
12	SK-L	XI MIPA 5
13	SK-M	XI MIPA 5
14	SK-N	XI MIPA 5
15	SK-O	XI MIPA 5
16	SK-P	XI MIPA 5
17	SK-Q	XI MIPA 5
18	SK-R	XI MIPA 5
19	SK-S	XI MIPA 5
20	SK-T	XI MIPA 5
21	SK-U	XI MIPA 5
22	SK-V	XI MIPA 5
23	SK-W	XI MIPA 5
24	SK-X	XI MIPA 5
25	SK-Y	XI MIPA 5
26	SK-Z	XI MIPA 5
27	SK-AA	XI MIPA 5
28	SK-AB	XI MIPA 5
29	SK-AC	XI MIPA 5
30	SK-AD	XI MIPA 5
31	SK-AE	XI MIPA 5
32	SK-AF	XI MIPA 5
33	SK-AG	XI MIPA 5
34	SK-AH	XI MIPA 5

Lampiran 13. Surat Keterangan Penelitian dari SMA Negeri 10 Semarang



FEMERINTAH PROVINSI JAWA TENGAH
DINAS PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
SEKOLAH MENENGAH ATAS NEGERI 10 SEMARANG
Jalan Padi Raya Nomor 16, Semarang Kode Pos 50114
Telepon (024) 6594078 Faksimile (024) 6594078
<http://www.sma10-smg.sch.id> E-mail smanegeri10smg@gmail.com

SURAT KETERANGAN TELAH MELAKSANAKAN PENELITIAN

Nomor : 070/444

Yang bertanda tangan di bawah ini Kepala SMA Negeri 10 Semarang :

Nama : **Drs. Sukirna**
NIP : 19631216 199203 1 008
NPWP : 48.296.248.752.5.000
Pangkat / Gol . : Pembina Tingkat I, IV/b
Jabatan : Kepala Sekolah

Menerangkan bahwa :

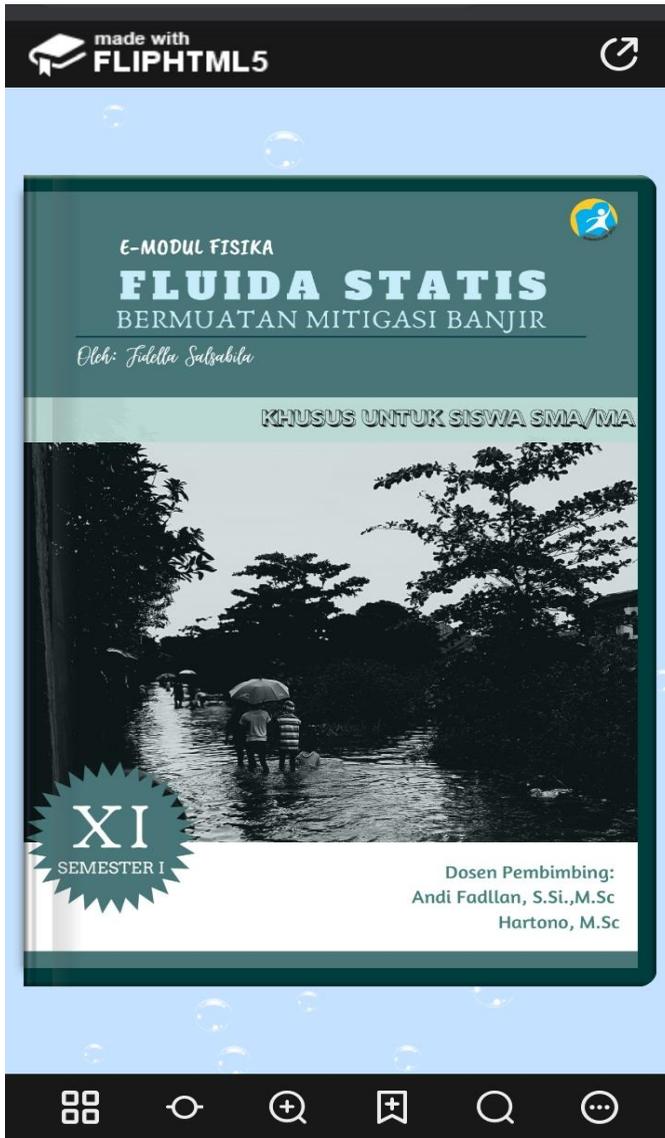
Nama : **Fidella Salsabila**
NIM : 1708066059
Prodi : Pendidikan Fisika, S1
Program : Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas : Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang

Telah melaksanakan Penelitian di SMA Negeri 10 Semarang pada tanggal 1 Oktober s.d 22 Oktober 2021 dengan Judul "**Pengembangan E-modul Fluida Statis Bermuatan Mitigas Bencana Banjir Kelas XI SMA**".

Demikian surat keterangan ini kami buat, agar dapat digunakan sebagaimana mestinya..



Lampiran 14. Produk Akhir



made with
FLIPHTML5




KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Segala puji bagi Allah SWT, atas segala nikmat, kasih sayang, ridho dan pertolongan-Nya dalam segala urusan sehingga penyusunan e-modul fisika bermuatan mitigasi bencana banjir ini dapat terselesaikan. Penulis mengucapkan terimakasih kepada dosen pembimbing, para dosen ahli, guru, serta para siswa yang telah ikut berperan untuk memberi masukan dan respon terhadap e-modul ini.

E-Modul ini disusun untuk memenuhi kebutuhan siswa akan pengetahuan, pemahaman, dan sejumlah kemampuan yang dipersyaratkan guna memasuki jenjang pendidikan yang lebih tinggi, serta mengembangkan ilmu teknologi. Adanya e-modul fluida statis yang bermuatan mitigasi bencana banjir ini diharapkan dapat membantu pembaca baik siswa, guru maupun semua pihak yang terlibat dalam pendidikan. Tujuannya untuk mengembangkan kemampuan belajar, mengembangkan pengalaman belajar, memupuk sikap ilmiah, membentuk sikap positif terhadap ilmu SAINS, dan membantu siswa untuk memiliki sikap tanggap bencana serta peduli lingkungan.

Penulis menyadari bahwa penulisan pada e-modul ini tidaklah sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun guna perbaikan e-modul fluida statis ini. Ucapan terimakasih juga penulis sampaikan kepada semua pihak yang terlibat untuk membantu proses penyelesaian penyusunan e-modul ini. semoga e-modul ini dapat memberikan manfaat untuk penulis, pendidik, peserta didik, pembaca dan juga semua pihak di lingkungan pendidikan.

Semarang, Juni 2021

Penulis

E-Modul Fluida Statis  *E-Modul Mitigasi Banjir*



made with
FLIPHTML5




DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	ii
PENDAHULUAN.....	iii
PETA KONSEP.....	v
PETUNJUK PENGGUNAAN E-MODUL.....	vi
CONTOH KASUS BENCANA BANJIR.....	1
KEGIATAN BELAJAR 1 (KONSEP TEKANAN HIDROSTATIS)	4
A. SIFAT-SIFAT ZAT CAIR.....	7
B. TEKANAN HIDROSTATIS.....	9
TES FORMATIF 1.....	15
KEGIATAN BELAJAR 2 (HUKUM PASCAL, HUKUM ARCHIMEDES)	18
A. HUKUM PASCAL.....	20
B. HUKUM ARCHIMEDES.....	24
TES FORMATIF 2.....	32
KEGIATAN BELAJAR 3 (FENOMENA FLUIDA STATIK)	36
A. TEGANGAN PERMUKAAN.....	38
B. GEJALA MENISKUS.....	42
C. GEJALA KAPILARITAS.....	43
D. VISKOSITAS DAN HUKUM STOKES.....	47
TES FORMATIF 3.....	51
KUNCI JAWABAN	54
GLOSARIUM.....	55
DAFTAR PUSTAKA.....	56
BIODATA PENULIS.....	57

E-Modul Fluida Statis  *E-Modul Mitigasi Banjir*








made with
FLIPHTML5




PENDAHULUAN

IDENTITAS E-MODUL

Mata Pelajaran : Fisika
 Kelas/Semester : XI/1 (Satu)
 Materi : Fluida Statis
 Muatan Materi : Mitigasi Banjir

KOMPETENSI INTI

KI. 1 Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya
 KI. 2 Mengembangkan perilaku (jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli, santun, ramah lingkungan, gotong royong, kerjasama, cinta damai, responsif dan proaktif) dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan bangsa dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.
 KI. 3 Memahami, menerapkan, dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.
 KI. 4 Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, bertindak secara efektif dan kreatif, serta mampu menggunakan metode sesuai kaidah keilmuan.

KOMPETENSI DASAR

3.3. Menerapkan hukum-hukum fluida statis dalam kehidupan sehari-hari.
 4.3. Merancang dan melakukan percobaan yang memanfaatkan sifat-sifat yang ada pada bab fluida statis, berikut presentasi hasil percobaan dan pemanfaatannya.

E-Modul Fluida Statis

E-Modul Mitigasi Banjir








The image shows a screenshot of an interactive e-module page. At the top, there is a black header with the text "made with FLIPHTML5" and a refresh icon. The main content area has a light blue background with a white document-like shape. The document contains the following text:

TUJUAN PEMBELAJARAN

Melalui proses pembelajaran materi Fluida Statis dengan bermuatan mitigasi banjir, peserta didik diharapkan mampu teliti dan jujur dalam menerapkan hukum-hukum fluida statis pada kehidupan sehari-hari. Peserta didik juga diharapkan mampu bekerja sama, teliti serta terampil dalam merancang dan melakukan percobaan yang memanfaatkan sifat-sifat fluida serta mengkomunikasikannya dalam bentuk laporan tertulis.

DESKRIPSI

E-modul fluida statis ini disusun dengan memuat contoh penerapan mitigasi banjir yang dikaitkan dengan materi fluida statis guna membantu peserta didik mempelajari materi fluida statis. Hal-hal yang dipelajari dalam e-modul ini meliputi sifat-sifat dan hukum-hukum fluida statis. Fluida merupakan zat yang tidak pernah lepas dalam kehidupan sehari-hari dan teknologi-teknologi yang sering digunakan. Sehingga, penting bagi kita untuk mempelajari sifat-sifatnya agar dapat memanfaatkan sifat-sifat fluida dalam kehidupan. Peserta didik perlu melakukan beberapa kegiatan antara lain:

- Membaca dan menelaah materi yang diuraikan dalam e-modul ini.
- Mengerjakan tugas secara mandiri maupun kelompok.
- Mengerjakan tes formatif.

At the bottom of the document area, there are three small icons: a book icon labeled "E-Modul Fluida Statis", a page number icon "iv", and a book icon labeled "E-Modul Mitigasi Banjir".

At the very bottom of the screen, there is a black navigation bar with several white icons: a grid icon, a circular arrow icon, a magnifying glass icon, a bookmark icon, a search icon, and a three-dot menu icon.

made with
FLIPHTML5

PETA KONSEP

```
graph LR; FISIKA --- Fluida_Statis[Fluida Statis]; Fluida_Statis --- Konsep_Tekanan_Hidrostatik[Konsep Tekanan Hidrostatik]; Fluida_Statis --- Hukum_Archimedes[Hukum Archimedes]; Fluida_Statis --- Fenomena_dalam_Fluida_Statik[Fenomena dalam Fluida Statik]; Konsep_Tekanan_Hidrostatik --- Sifat_sifat_Zat_Cair[Sifat-sifat Zat Cair]; Konsep_Tekanan_Hidrostatik --- Tekanan_Hidrostatik[Tekanan Hidrostatik]; Hukum_Archimedes --- Mengapung[Mengapung]; Hukum_Archimedes --- Melayang[Melayang]; Hukum_Archimedes --- Tenggelam[Tenggelam]; Fenomena_dalam_Fluida_Statik --- Tegangan_Permukaan[Tegangan Permukaan]; Fenomena_dalam_Fluida_Statik --- Gejala_Meniskus[Gejala Meniskus]; Fenomena_dalam_Fluida_Statik --- Gejala_Kapilaritas[Gejala Kapilaritas]; Fenomena_dalam_Fluida_Statik --- Viskositas_dan_Hukum_Stokes[Viskositas dan Hukum Stokes];
```

E-Modul Fluida Statis

E-Modul Mitigasi Banjir

Navigation icons: Home, Back, Forward, Search, and Menu.

made with **FLIPHTML5**




PETUNJUK PENGGUNAAN E-MODUL

1. Bagi Guru

Guru dapat mengarahkan peserta didiknya untuk mempelajari modul secara mandiri dari rumah ataupun pada jam-jam kosong di luar jam pelajaran fisika guna memperdalam pengetahuan dan pemahaman peserta didik mengenai materi di dalam e-modul ini.
2. Bagi Peserta Didik
 - a. E-modul ini dapat digunakan dalam kegiatan pembelajaran mandiri maupun diskusi kelompok.
 - b. Pastikan apabila anda ingin memulai mempelajari materi dalam e-modul ini, anda harus siap mempelajarinya minimal satu kegiatan hingga tuntas. Jangan terputus-putus atau berhenti di tengah-tengah kegiatan.
 - c. Keberhasilan belajar ditentukan dari ketekunan masing-masing peserta didik dalam berusaha memahami materi di dalam e-modul ini.
 - d. Baca dan pahami setiap konsep dan contoh yang disajikan pada uraian materi di dalam e-modul ini.
 - e. Perhatikan alur atau langkah-langkah penyelesaian pada setiap latihan soal yang disajikan di dalam e-modul.
 - f. Cobalah untuk menyelesaikan setiap soal latihan dan juga uji kompetensi yang telah disediakan dalam e-modul ini, apabila mengalami kesulitan lakukanlah diskusi bersama teman maupun guru.
 - g. Apabila ingin memutar video yang tersedia dalam e-modul silahkan pilih tombol seperti ikon di bawah ini:



ikon alat bantu laptop



ikon alat bantu smartphone
 - h. Apabila terdapat uji coba praktik, lakukanlah kegiatan tersebut berdasarkan langkah petunjuk yang disediakan.

E-Modul Fluida Statis



E-Modul Mitigasi Banjir










CONTOH KASUS BENCANA BANJIR

Semarang Banjir, Dosen Kelautan UNDIP Beberkan Sederet Faktor Penyebabnya

INews.id, · Selasa 09 Februari 2021 16:45 WIB



Banjir di Semarang, Jawa Tengah
Sumber: <https://teleneews.id/>

SEMARANG – Banjir parah yang mengepung Kota Semarang, Jawa Tengah pada Sabtu 6 Februari 2021 disebabkan sejumlah faktor. Banjir kali ini merupakan banjir terbesar setelah 10 tahun terakhir dan menggenangi Ibu Kota Jawa Tengah lebih luas dari sebelumnya. Sisi lain, besarnya bencana banjir ini menurut hitungan hidrologi Menteri PUPR menyebutkan bahwa curah hujan ekstrem ini merupakan siklus 50 tahunan yang berulang, di samping munculnya fenomena La Nina. Pemerhati lingkungan Munasik mengatakan, banyak faktor yang turut mendukung terjadinya banjir parah di Kota Semarang. Menurutnya, secara garis besar karena kurangnya perhatian masyarakat terhadap aspek ekologi kota. "Selain aspek hidrometeorologi, terganggunya ekologi kota memicu besarnya bencana banjir dan tanah longsor di kawasan kota," kata Munasik, Selasa (9/2/2021).

Ia mengatakan, perubahan ekologi Kota Semarang ditandai oleh berkurangnya daerah resapan di kota bagian atas serta turunnya muka tanah (*land subsidence*) di kota bagian

E-Modul *Fisika Statis*



E-Modul *Mitigasi Banjir*



made with **FLIPHTML5**

bawah. "Sehingga, curah hujan yang seharusnya tersimpan di daerah resapan kota atas melimpas dan meluncur deras menuju kota bawah sehingga menimbulkan genangan pada titik-titik lokasi yang rendah terutama yang dilalui sungai atau saluran air," katanya. Ditambah dengan permasalahan penurunan muka tanah di kota bawah maka praktis genangan akan semakin meluas dan dalam, apalagi jika bersamaan dengan saat rob (pasang) air laut.

Menurutnya, peningkatan pembangunan di kota atas Semarang ditengarai telah menjadi penyebab menurunnya daerah resapan. Hal ini ditunjukkan dengan semakin meningkatnya alih fungsi lahan. "Meningkatnya permintaan rumah bagi warga kota telah meningkatkan pembangunan perumahan di kawasan hijau sehingga merubah fungsi lahan resapan menjadi Kawasan pemukiman, seperti di Tembalang, Banyumanik, Gunungpati, Mijen serta lahan atas Kabupaten Semarang dan sekitarnya.," kata Dosen Ilmu Kelautan Undip ini.

Hal itu belum termasuk alih fungsi lahan akibat perubahan cara pemanfaatan lahan, lahan hutan berubah menjadi perkebunan budidaya dan tanaman semusim juga berpotensi menurunkan fungsi resapan air. Ia mengatakan, jika alih fungsi lahan ini terjadi di sekitar Daerah Aliran Sungai (DAS) akan menimbulkan erosi, longsor dan berkurangnya tutupan lahan yang akan berdampak terhadap biodiversitas (keragaman hayat) kawasan hijau tersebut. Selain tekanan ekologi akibat berkurangnya daerah resapan, kata dia, Kota Semarang juga tengah mengalami penurunan muka tanah hingga mencapai 15 cm per tahun. Bahkan, studi tahun 2007 telah memprediksi di tahun 2020, muka tanah di sebagian wilayah kota Semarang 1,5-2 meter di bawah permukaan laut.

Namun demikian, beberapa strategi pembangunan fisik, seperti pembangunan Waduk Jatibarang, pompanisasi di Kawasan langganan banjir serta pembangunan sabuk laut Semarang-Demak perlu diapresiasi oleh semua pihak dalam rangka mengurangi bencana banjir dan rob di Kota Semarang. "Akan tetapi program fisik tersebut perlu disertai program-program ekologis untuk mengawalinya disertai penyadaran masyarakat kota akan pentingnya keseimbangan ekologi," ujarnya. Munasik mencontohkan, seperti kegiatan padat karya reboisasi lahan atas oleh masyarakat, rehabilitasi pesisir dan garis pantai Kota Semarang dengan penanaman mangrove dan vegetasi pantai. Di samping itu, Pemerintah Kota Semarang juga meningkatkan fungsi pengendalian alih fungsi lahan baik melalui pengetatan izin pemanfaatan lahan kota atas serta evaluasi RT RW Kota Semarang secara periodik.

E-Modul Fluida Statis

2

E-Modul Mitigasi Banjir

made with
FLIPHTML5






Menurut dia, penanganan banjir harus menjadi prioritas pembangunan Kota Semarang ke depan, karena bencana banjir ini tidak hanya berakibat terhadap keselamatan jiwa warga, terganggunya pelayanan publik dan aktivitas ekonomi di daratan, tetapi juga berdampak terhadap sumber daya pesisir dan laut. Peralnya, air limpasan banjir berupa air tawar, keruh mengandung sedimen dan bahan pencemar akan mengganggu keseimbangan kehidupan pesisir dan laut. "Jika hal ini terjadi terus menerus akan merusak ekologi pesisir dan laut secara permanen yang ditandai dengan pantai yang keruh, perairan pantai semakin tawar," ujarnya.

Akibatnya ikan dan biota bentik akan mati atau berenang menuju kelaut lepas. Sehingga bencana hidrometeorologi ini akan mengurangi produktivitas perikanan perairan laut Kota Semarang, "Mari berupaya untuk tertib di darat untuk keberlanjutan di laut," katanya. Seperti diberitakan, banjir menerjang Kota Semarang dengan ketinggian bervariasi 30 cm hingga mencapai 150 cm. Banjir menggenangi beberapa lokasi strategis dan vital di Kota Semarang. Di antaranya Jalan Raya Kaligawe dan Jalan Raya Mangkang merupakan pintu masuk Kota Semarang dari arah Jakarta maupun Surabaya. Banjir juga merendam stasiun Tawang, landasan pacu bandara Ahmad Yani, rumah sakit, SPBU dan sejumlah kantor sehingga melumpuhkan transportasi dan layanan publik di Kota Semarang.

Sumber: <https://news.okezone.com/>

E-Modul Fluida Statis 3 *E-Modul Mitigasi Banjir*








made with
FLIPHTML5



KEGIATAN BELAJAR 1

KONSEP TEKANAN HIDROSTATIS

Bacalah petunjuk penggunaan e-modul secara teliti dan seksama.

Ambil buku dan alat tulis sebelum mempelajari e-modul.

Nanti saat memulai belajar awailah dengan berdoa.

Jika ada materi yang kurang paham dapat dicari melalui sumber belajar lainnya.

Ikhlas dan terus semangat untuk mencoba mengerjakan e-modul.

Rajinlah mengulang membaca materi agar lebih paham.

TUJUAN:
Setelah membaca dan mempelajari e-modul ini diharapkan peserta didik dapat:

1. Menganalisis fluida dan konsep tekanan hidrostatik.
2. Menentukan besar tekanan hidrostatik pada fluida statis.
3. Memformulasikan tekanan absolut pada fluida statis.
4. Mengidentifikasi penerapan fluida dalam kehidupan sehari-hari.

E-Modul Fluida Statis  *E-Modul Mitigasi Banjir*



made with FLIPHTML5 



Pada kegiatan belajar ini sebelum membahas lebih jauh mengenai sifat-sifat fluida, kita hendak membicarakan pengertian zat alir. Hal ini penting agar kita dapat menentukan gejala-gejala alam yang dapat dipandang sebagai zat alir sehingga mampu menerapkan hukum-hukum tentang gerakan zat alir. Zat alir atau fluida adalah sekumpulan "molekul-molekul" sedemikian rupa sehingga:

1. "Molekul-molekul" tersebut tersebar secara acak.
2. Jarak rata-rata antar dua "molekul" yang bertetangga itu jauh lebih kecil jika dibandingkan dengan ukuran kumpulan "molekul-molekul" itu.
3. Ukuran masing-masing molekul itu jauh lebih kecil jika dibandingkan dengan jarak rata-rata antara dua "molekul" yang bertetangga.
4. "Molekul-molekul" itu terikat oleh gaya kohesif lemah dan saling tolak jika berada pada jarak jauh yang cukup dekat.
5. "Molekul-molekul" itu bergerak secara acak.

"Molekul-molekul" dalam hal ini tidak harus dipahami sebagai molekul-molekul dalam pengertian kimiawi. "Molekul-molekul" disini berarti penyusun zat yang disebut zat alir tersebut. Syarat pertama dalam pengertian zat alir di atas menyatakan bahwa "molekul-molekul" tersebut bebas memilih tempat pada titik manapun dalam ruang. Syarat kedua menyatakan jumlah molekul dalam kumpulan itu cukup banyak. Syarat ketiga menyatakan bahwa dalam kumpulan "molekul-molekul" itu terdapat banyak ruang kosong. Syarat keempat menyatakan bahwa kumpulan-kumpulan itu tidak menggumpal, tidak tercerai-berai ataupun tidak mudah buyar. Syarat kelima menyatakan bahwa dalam kumpulan "molekul-molekul", terdapat tekanan dan temperatur.

Masing-masing zat alir mempunyai watak yang berbeda satu dengan yang lain. Udara dapat ditekan sehingga menempati ruang yang sempit, tetapi hal ini tidak dapat diterapkan kepada air. Jadi, dapat kita pahami bahwa fluida merupakan zat alir bukan hanya berkaitan dengan zat cair. Dalam pembelajaran kali ini kita akan membahas sifat-sifat fluida secara umum, namun contoh-contoh yang kita gunakan menyangkut zat cair. Hal ini karena zat cair lebih mudah dilustrasikan dan dipahami daripada gas. Pada Kegiatan Belajar kali ini kita akan membahas beberapa sifat atau perilaku yang berkaitan dengan fluida statis, diantaranya tekanan hidrostatik, hukum Pascal, hukum Archimedes, tegangan permukaan, meniskus, kapilaritas dan viskositas. Akan tetapi sebelum kita melangkah lebih jauh, ada baiknya kita mengingat sifat-sifat yang terkait dengan zat cair.

E-Modul Fluida Statis  *E-Modul Mitigasi Banjir*





PROSES TERJADINYA BANJIR

Apakah kalian tahu proses terjadinya banjir atau rob? Rob merupakan fenomena banjir yang terjadi tanpa hujan. Kenyataan tersebut terjadi karena dampak penurunan tanah, khususnya dikawasan pesisir pantai. Banjir sendiri menurut KBBI daring yaitu peristiwa terbenamnya daratan (yang biasanya kering) karena volume air yang meningkat. Terjadinya banjir rob dapat dijelaskan melalui konsep fisika yaitu dengan konsep fluida pada materi sifat zat cair. Pada prinsipnya air mengalir dari tempat yang tinggi ke tempat yang rendah dan menempati ruang. Air hujan yang jatuh ke bumi akan ditempatkan ke segala daerah, ada yang tertampung di sungai, waduk, bendungan, tanggul ada juga yang diserap tanah dengan bantuan akar-akar pohon.



Gambar 1.1 Luapan Banjir Sungai hingga ke Jalan Raya
Sumber: <https://metrosemarang.com/>

Saat hujan turun dengan debit cukup deras akan menghasilkan jumlah air yang melimpah. Air dengan jumlah melimpah tersebut membutuhkan luas penampang yang besar, hal ini sesuai dengan teori fisika bahwa semakin besar debit air maka semakin besar volume air yang dihasilkan setiap satuan waktu. Jika sungai, waduk, danau, atau bendungan tidak mampu menampung air dan tanahpun tidak mampu menyerap air, maka air tersebut akan meluap dan mengalir ke tempat yang lebih rendah. Daerah yang dekat dengan sungai, bendungan, ataupun waduk dapat terendam oleh luapan air sehingga menyebabkan timbulnya banjir. Hal ini sesuai dengan salah satu sifat zat cair yaitu zat cair mengalir dari tempat yang lebih tinggi ke tempat yang lebih rendah. Hal ini dikarenakan zat cair mengalir di bawah pengaruh gravitasi hingga mencapai daerah terendah yang mungkin untuk menampungnya.

Untuk lebih jelasnya silahkan dibaca dan dipahami penjelasan mengenai tekanan hidrostatik di bawah ini!

E-Modul Fluida Statis



E-Modul Mitigasi Banjir





A. SIFAT ZAT CAIR

Berbeda halnya dengan zat padat atau benda padat yang cenderung bersifat kaku dan tegar, zat cair memiliki sifat-sifat yang tidak sekaku zat padat. Sifat-sifat zat cair (khususnya yang dicontohkan disini adalah air) yang umum diantaranya:

1. Zat cair dapat berubah bentuk bergantung dari wadah penampungnya. Ketika kita menuangkan air ke dalam gelas, maka air tersebut akan berbentuk seperti gelas, ketika kita menuangkan air ke dalam mangkuk, maka air tersebut akan berbentuk seperti mangkuk. Artinya zat cair memiliki bentuk yang sesuai dengan wadah penampungnya, dan dapat berubah bentuk sesuai wadahnya. Bila kita memindahkan air yang berada dalam botol ke dalam gelas, maka bentuk air berubah dari berbentuk botol menjadi berbentuk gelas.
2. Zat cair menempati ruang dan mempunyai massa. Bila kita menuangkan air pada sebuah wadah maka air akan menempati ruang dari tempat yang terendah. Ketika air dituangkan pada sebuah wadah yang bentuknya tidak beraturan, maka air akan menyesuaikan bentuk sesuai dengan wadah penampungannya itu. Wadah yang kosong akan terasa lebih ringan dibandingkan dengan wadah yang terisi penuh air. Ini menunjukkan bahwa air juga memiliki massa.
3. Permukaan zat cair selalu mendatar. Anda pernah memperhatikan seorang pekerja bangunan yang membawa selang kecil yang panjang dan berisi air untuk mengetahui kedataran pada saat memasang batu bata atau ubin? Pekerja tersebut memanfaatkan salah satu sifat zat cair yakni permukaannya selalu mendatar. Meskipun wadah penampungannya air dibuat miring sekalipun, permukaan air akan selalu mendatar.
4. Zat cair mengalir dari tempat yang lebih tinggi ke tempat yang lebih rendah. Ketika kita menuangkan air ke suatu wadah, kemanakah air itu mengalir? Air selalu mengalir ke tempat yang lebih rendah. Demikian pula halnya aliran air pada sungai selalu mengalir dari arah hulu menuju hilir. Artinya, zat cair mengalir dari tempat yang lebih tinggi ke tempat yang lebih rendah, atau zat cair mengalir di bawah pengaruh gravitasi hingga mencapai daerah terendah yang mungkin untuk menampungnya.

Berdasarkan beberapa sifat-sifat yang telah disebutkan di atas, ada beberapa karakteristik yang dimiliki oleh fluida, khususnya zat cair, diantaranya pada zat cair





terdapat tekanan hidrostatik zat cair, zat cair menekan ke segala arah dan sama besar serta perilaku benda yang dapat mengapung, melayang, atau tenggelam dalam zat cair.

MITIGASI BANJIR DAN TEKANAN HIDROSTATIS

Melalui contoh kasus bencana banjir yang tertera pada halaman 1. Dapat kita ketahui bahwa faktor yang mempengaruhi banjir selain aspek hidrometeorologi, juga terganggunya ekologi kota. Oleh karena itu beberapa strategi pembangunan fisik bagi mereka yang tinggal di daerah rawan banjir dapat dilakukan, dengan membangun tanggul maupun waduk. Tanggul yaitu semacam tembok miring baik buatan maupun alami, dipergunakan untuk mengatur muka air. Tujuan utama dibuatnya tanggul adalah untuk mencegah terjadinya banjir pada dataran dipinggiran sungai. Spesifikasi tanggul yang diperlukan meliputi, panjang, tinggi, kemiringan, dan lainnya. Tinggi tambahan diperlukan dalam pembuatan tanggul untuk menampung loncatan air dari permukaan air sungai yang sedang mengalir. Hal ini diakibatkan oleh ombak gelombang dan loncatan hidrolis saat terjadi banjir.



Gambar 1.2 Rancangan Pembuatan Tanggul

Sumber: <https://geologi.co.id/>

Apakah kalian pernah mendengar berita mengenai rubuhnya tanggul di Kudus yang mengakibatkan banyak kerugian? Melalui pengamatan selintas rubuhnya tanggul sebenarnya memiliki sifat yang dapat digunakan sebagai pembelajaran dalam ilmu fisika. Tanggul yang rubuh berawal dari dinding tanggul yang sudah tidak sanggup menahan tekanan air. Biasanya runtuhnya konstruksi suatu bendungan atau tanggul seringkali disebabkan tekanan air yang berlebihan. Faktor-faktor yang mempengaruhi besarnya tekanan air yaitu massa jenis, gravitasi dan ketinggian (jarak dari permukaan). Fluida





yang mengalami tekanan akan mengerahkan sebuah gaya dimana fluida tersebut akan bersentuhan pada setiap permukaan. Dalam ilmu fisika kita akan mengenal dan menghitung tekanan air saat mempelajari materi tekanan hidrostatik. Tekanan hidrostatik merupakan tekanan yang diberikan oleh air ke semua arah pada titik ukur manapun akibat adanya gaya gravitasi. Tekanan hidrostatik akan meningkat seiring dengan bertambahnya kedalaman diukur dari permukaan air.

Tekanan yang dialami oleh dasar tanggul dapat diperkirakan dengan mempelajari tekanan hidrostatik dalam ilmu fisika. Mempertimbangkan konstruksi tanggul juga diperlukan melalui perhitungan dan analisa yang detail. Dinding tanggul bagian bawah didesain lebih tebal dari bagian atas sesuai dengan konsep tekanan hidrostatik, bahwa semakin dalam maka tekanan akan semakin besar. Hal ini agar tanggul tidak mudah rubuh karena tekanan zat cair terbesar berada pada dasar. Berdasarkan penjelasan di atas, dapat disimpulkan mengenai konsep tekanan hidrostatik yaitu, semakin besar jarak titik ukur dengan permukaan air, maka akan semakin besar tekanan hidrostatik pada titik tersebut.

Untuk lebih jelasnya silahkan dibaca dan dipahami penjelasan mengenai tekanan hidrostatik di bawah ini!

B. TEKANAN HIDROSTATIS

Secara umum, tekanan didefinisikan sebagai gaya dibagi luas bidang tekanan. Ketika seorang pria berdiri di tanah yang berlumpur, berat badannya menyebabkan kakinya terbenam ke dalam lumpur.



Gambar 1.3 Orang yang berada di sebuah papan di atas tanah berlumpur
Sumber: <https://travel.kompas.com/>

Namun, jika ia berdiri di atas papan yang di bawahnya adalah tanah berlumpur, papan tersebut akan sulit terbenam dalam lumpur. Pada kasus pertama, seluruh berat badan pria menyebar pada kedua telapak kakinya yang menekan tanah, sedangkan pada kasus kedua, berat badan pria tersebut tersebar pada papan yang luasnya jauh lebih besar dibandingkan dengan kasus pertama.



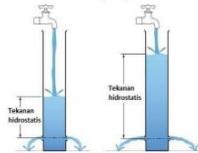


Secara matematis, definisi tekanan P dari sebuah benda yang dikenai gaya F pada suatu permukaan yang luasnya A dapat dirumuskan:

$$P = \frac{F}{A} \quad (1.1)$$

Karena gaya dan luas diukur dalam newton (N) dan meter persegi (m^2) satuan gaya adalah newton per meter persegi (Nm^{-2}). Dalam satuan SI, $1 Nm^{-2}$ disebut **1 pascal (Pa)**.

Bagaimana dengan tekanan yang dihasilkan oleh fluida? Sedikit berbeda dengan tekanan pada zat padat, tekanan yang dihasilkan oleh fluida menyebar ke segala arah. Sementara pada zat padat, tekanan yang dihasilkan hanya ke arah atas bawah (jika pada zat padat tidak diberikan gaya luar lain, pada zat padat hanya bekerja gaya gravitasi). Biasanya, tekanan yang dihasilkan oleh fluida ini disebut **tekanan hidrostatik**.



Gambar 1.4 Tekanan hidrostatik pada wadah berlubang

Sumber:

<https://www.studiobelajar.com/>

Jadi semakin besar jarak titik ukur dengan permukaan air, maka akan semakin besar tekanan hidrostatik pada titik tersebut. Fenomena ini dapat dilihat pada gambar 1.4 dimana semakin besar ketinggian air, maka akan semakin besar pula tekanan hidrostatik di dasar bejana. Akibatnya, air akan memancar lebih jauh pada bejana sebelah kanan karena tekanan yang lebih tinggi dibandingkan bejana di sebelah kiri.

Tekanan hidrostatik menekan kesegala arah dan didefinisikan sebagai gaya yang diberikan pada luasan yang diukur atau dapat dihitung berdasarkan kedalaman objeknya dengan persamaan:

$$P_h = \rho gh \quad (1.2)$$

Dimana:

P_h = tekanan hidrostatik (Pa)

g = percepatan gravitasi (m/s^2)

h = kedalaman zat cair dari permukaan (m)

ρ = massa jenis zat cair (kg/m^3)

Perlu diperhatikan, bahwa tekanan yang kita tentukan pada persamaan (1.2) merupakan **tekanan hidrostatik**, dimana kita tidak memperhitungkan **tekanan atmosfer**.



made with
FLIPHTML5





Tekanan disuatu titik di dalam suatu fluida yang sebenarnya disebut **tekanan absolut**. Tekanan absolut merupakan tekanan total yang dialami benda atau objek yang berada di dalam air dan dinyatakan dengan:

$$P_{absolut} = P_{atmosfer} + P_{hidrostatik}$$

$$P_{absolut} = P_{atm} + \rho gh$$

(1.3)

Dimana:

$P_{absolut}$ = tekanan absolut (Pa)
 P_{atm} = tekanan atmosfer (Pa)
 P_h = tekanan hidrostatik (Pa)
 ρ = massa jenis zat cair (kg/m^3)
 g = percepatan gravitasi (m/s^2)
 h = tinggi zat cair (kg/m^3)

Hukum pokok hidrostatis menyatakan semua titik yang terletak pada satu bidang datar dalam satu jenis zat cair memiliki tekanan yang sama.

$$P_1 = P_2$$

$$P_1 h_1 = P_2 h_2$$

(1.4)

E-Modul Fluida Statis



E-Modul Mitigasi Banjir

☰ 🔍 + 🔖 🔍 ⋮



PRAKTIKUM I TEKANAN HIDROSTATIS

Aktivitas Ilmiah : Tekanan Hidrostatik

Tujuan Percobaan :

1. Mengetahui hukum utama hidrostatik.
2. Menentukan besar tekanan hidrostatik pada kedalaman tertentu pada zat cair.

Alat dan Bahan:

1. Botol air mineral, air mineral
2. Penggaris
3. Paku
4. Selotip hitam

Langkah Kerja:

1. Berilah empat lubang pada botol air mineral secara berurut dari atas ke bawah dengan jarak masing-masing botol diatur pada kedalaman 5, 10, 15, dan 20 cm kemudian tutup setiap lubang dengan selotip hitam. Selanjutnya isilah botol tersebut dengan air hingga penuh.



Gambar Rancangan Percobaan

2. Botol mineral diberi lubang pada kedalaman 5 cm dari permukaan air, amati tekanan air yang keluar.
3. Botol mineral diberi lubang pada kedalaman 10 cm dari permukaan air, amati tekanan air yang keluar.
4. Botol mineral diberi lubang pada 15 cm dari permukaan air, amati tekanan air yang keluar.
5. Botol mineral diberi lubang pada kedalaman 20 cm dari permukaan air, amati tekanan air yang keluar.



made with **FLIPHTML5**

6. Tanpa menggunakan selotip hitam amati air yang keluar dari empat kebocoran tersebut, kemudian catat ke dalam tabel pengamatan yang anda buat.

Tabel Pengamatan:

NO	Zat Cair	Kedalaman (m)	Tekanan Hidrostatik (Ph)	Ket

Pertanyaan:

1. Apa yang terjadi pada air yang keluar dari keempat lubang ketika tutup botol dibuka?.....
2. Apa yang terjadi pada air yang keluar dari keempat lubang ketika tutup botol ditutup?.....
3. Apa yang dapat anda simpulkan dari aktivitas ilmiah tersebut?.....

Buatlah laporan hasil pengamatan dan diskusi anda, kemudian presentasikan di depan kelas dengan menggunakan media presentasi.

E-Modul Fluida Statis  *E-Modul Mitigasi Banjir*



LATIHAN SOAL 1

1. Dari dalam dasar bendungan air dideteksi dengan alat untuk mengukur tekanan hidrostatik yang menunjukkan angka 1500000 pascal. Berapakah kedalaman bendungan air tersebut?...
2. Sebuah pipa U yang kedua ujungnya terbuka diisi dengan zat cair dan minyak, salah satu sisi diisi dengan minyak setinggi 7 cm. Jika massa jenis zat cair $0,7 \text{ gr/cm}^3$ dan massa jenis minyak sebesar $0,4 \text{ gr/cm}^3$, maka hitunglah perbedaan ketinggian pada kedua sisi pipa tersebut...
3. Pada pembangunan bendungan digunakan konstruksi semakin ke bawah maka dinding bendungan semakin tebal. Mengapa harus dirancang demikian? Jelaskan!

Petunjuk Jawaban Latihan

1. Diketahui $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$, kemudian untuk $g = 10 \text{ m/s}^2$. Setelah itu kerjakan menggunakan rumus $P_h = \rho gh$.
2. Hitunglah ketinggian zat cair terlebih dahulu dengan menggunakan rumus $\rho_{\text{zat cair}} \cdot h_1 = \rho_{\text{minyak}} \cdot h_2$
3. Alasannya berhubungan dengan bacaan yang menjelaskan hubungan materi tekanan hidrostatik dengan mitigasi banjir. Alasan tersebut dapat dijawab dengan menggunakan persamaan $P = \rho gh$.

《RANGKUMAN》

1. Sifat-sifat zat cair yang umum terbagi menjadi 4, yaitu: (1) Zat cair dapat berubah bentuk bergantung dari wadah penampungnya, (2) Zat cair menempati ruang dan mempunyai massa, (3) Permukaan zat cair selalu mendatar, (4) Zat cair mengalir dari tempat yang lebih tinggi ke tempat yang lebih rendah.
2. Tekanan didefinisikan sebagai gaya dibagi luas bidang tekanan. Secara matematis, definisi tekanan P dari sebuah benda yang dikenai gaya F pada suatu permukaan yang luasnya A dapat dirumuskan

$$P = \frac{F}{A}$$

3. Tekanan hidrostatik adalah hasil kali massa jenis fluida, percepatan gravitasi dan kedalaman. Secara matematis dapat dituliskan

$$P_h = \rho gh$$





4. Tekanan disuatu titik di dalam suatu fluida yang sebenarnya disebut *tekanan absolut*.

Secara matematis dapat dituliskan:

$$P_{\text{absolut}} = P_{\text{atm}} + \rho gh$$

TES FORMATIF 1

- Di bawah ini manakah sifat zat cair yang umum kita ketahui, kecuali...
 - Zat cair dapat berubah bentuk bergantung dari wadah penampungnya.
 - Permukaan zat cair selalu mendatar.
 - Bentuk zat cair akan selalu tetap tidak bergantung pada wadahnya.
 - Zat cair menempati ruang dan mempunyai massa.
 - Zat cair mengalir dari tempat yang lebih tinggi ke tempat yang lebih rendah.
- Ketika seorang penyelam menyelam semakin dalam maka...
 - Tekanan hidrostatik yang dialami tetap, gaya ke atasnya juga tetap.
 - Tekanan hidrostatik yang dialami tetap, gaya ke atasnya bertambah.
 - Tekanan hidrostatik yang dialami bertambah, gaya ke atasnya tetap.
 - Tekanan hidrostatik yang dialami bertambah, gaya ke atasnya bertambah.
 - Tekanan hidrostatik yang dialami berkurang, gaya ke atasnya tetap.
- Vina praktikum menggunakan gelas ukur yang diisi dengan suatu cairan. Kemudian, Vina membenamkan sepenuhnya bola pingpong yang sangat ringan ke dalam cairan tersebut. Perubahan tekanan hidrostatik disuatu titik dalam cairan akibat membenaman bola pingpong itu TIDAK bergantung pada...
 - Rapat massa cairan dan volume pingpong.
 - Tekanan udara luar dan luas penampang gelas ukur.
 - Rapat massa cairan dan luas penampang gelas ukur.
 - Tekanan udara luar dan ketinggian titik itu dari dasar gelas ukur.
 - Ketinggian titik itu dari dasar gelas ukur dan percepatan gravitasi.
- Reno mendorong tembok dengan salah satu tangannya. Jika gaya dorong yang diberikan sebesar 40 N dan luas telapak tangan anak 100 cm², maka hitunglah tekanan yang diberikan Reno pada dinding tersebut...
 - 4000 Pa
 - 2000 Pa
 - 400 Pa





- d. 200 Pa
e. 100 Pa
5. Seorang penyelam sedang melakukan penyelaman dengan kedalaman 5 m, massa jenis air 1000 kg/m^3 , konstanta gravitasi pada tempat tersebut yakni 10 N/kg , hitunglah besar tekanan hidrostatisnya...
- a. 3000 N/m^2
b. 5000 N/m^2
c. 30000 N/m^2
d. 50000 N/m^2
e. 70000 N/m^2
6. Sebuah ember diisi oleh air hingga ketinggian 70 cm pada dasar ember. Jika ember dilubangi 10 cm dari dasarnya. Berapakah besar tekanan hidrostatis pada lubang... ($g = 10 \text{ m/s}^2$ dan $\rho_{\text{air}} = 1000 \text{ kg/m}^3$)
- a. 300 N/m^2
b. 600 N/m^2
c. 1000 N/m^2
d. 3000 N/m^2
e. 6000 N/m^2
7. Sebuah gelas ukur berisi minyak setinggi 20 cm. Jika tekanan udara luar diabaikan dan tekanan yang terjadi di dasar gelas sebesar 1600 Pa , hitunglah besar massa jenis minyak tersebut...
- a. 80 kg/m^3
b. 800 kg/m^3
c. 1200 kg/m^3
d. 1800 kg/m^3
e. 3000 kg/m^3
8. Velocia memiliki sebuah bejana berhubungan yang diisi air dan minyak. Apabila massa jenis air mempunyai 1 g/cm^3 dan massa minyak $0,73 \text{ g/cm}^3$. Jika tinggi permukaan air dari batas minyak 10 cm, maka hitunglah tinggi permukaan minyak tersebut...
- a. 12,00 cm.
b. 12,69 cm.
c. 13,00 cm.
d. 13,69 cm.





- e. 14,00 cm
9. Eveline mengisi sebuah pipa U dengan alkohol dan air dalam keadaan stabil. Jika massa jenis air = 1000 kg/m^3 dan massa jenis alkohol 800 kg/m^3 . Jika tinggi permukaan alkohol dari batas air 16 cm, maka hitunglah perbedaan ketinggian permukaan antara alkohol dan air...
- 6 cm
 - 8 cm
 - 9 cm
 - 11 cm
 - 12 cm
10. Sebuah bendungan mampu menampung air dengan ketinggian 4 m. Jika panjang dinding bendungan 20 m. Berapa besar gaya yang dibutuhkan oleh dinding bendungan untuk menahan air tersebut...
- $32 \times 10^4 \text{ Pa}$
 - $32 \times 10^3 \text{ Pa}$
 - $31 \times 10^3 \text{ Pa}$
 - $31 \times 10^2 \text{ Pa}$
 - $30 \times 10^2 \text{ Pa}$

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 1 yang terdapat dibagian akhir e-modul ini. Kemudian, hitunglah jawaban benar anda menggunakan rumus berikut:

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{Jumlah skor yang diperoleh}}{\text{Total skor maksimum}} \times 100\%$$

untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 1.

Arti tingkat penguasaan: 90 - 100% = baik sekali

80 - 89% = baik

70 - 79% = cukup

< 70% = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan Kegiatan Belajar 2. Namun, jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 1, terutama bagian yang belum anda kuasai.



made with
FLIPHTML5



KEGIATAN BELAJAR 2

HUKUM PASCAL, HUKUM ARCHIMEDES DAN PENERAPANNYA

Bacalah petunjuk penggunaan e-modul secara teliti dan seksama.
Ambil buku dan alat tulis sebelum mempelajari e-modul.
Nanti saat memulai belajar awalilah dengan berdoa.
Jika ada materi yang kurang paham dapat dicari melalui sumber belajar lainnya.
Ikhlas dan terus semangat untuk mencoba mengerjakan e-modul.
Rajinlah mengulang membaca materi agar lebih paham.

TUJUAN
Setelah membaca dan mempelajari modul ini diharapkan peserta didik dapat:

1. Menyimpulkan konsep hukum Pascal pada fluida statis.
2. Menentukan gaya pada konsep hukum Pascal.
3. Mengidentifikasi aplikasi hukum Pascal dalam kehidupan sehari-hari.
4. Menyimpulkan konsep prinsip hukum Archimedes pada fluida statis.
5. Menganalisis keadaan benda dalam zat cair dan kaitannya dengan hukum Archimedes.
6. Mengidentifikasi aplikasi hukum Archimedes dalam kehidupan sehari-hari.
7. Menentukan besar gaya Archimedes.

E-Modul Fluida Statis  *E-Modul Mitigasi Banjir*





HUKUM PASCAL DALAM MITIGASI BANJIR

Berdasarkan contoh kasus berita banjir yang tertera pada halaman 1. Mereka yang tinggal di kawasan rawan banjir dapat melakukan upaya mitigasi banjir dengan membangun rumah pompa ataupun juga pompanisasi. Rumah pompa sendiri adalah tempat untuk memindahkan atau menaikkan debit air serta mengatur besarnya air yang dapat dikeluarkan oleh pompa tersebut. Pompa adalah salah satu mesin fluida yang termasuk dalam golongan mesin kerja. Pompa adalah alat untuk memindahkan fluida dari tempat satu ke tempat lainnya yang bekerja atas dasar mengkonversikan energi mekanik menjadi energi kinetik. Stasiun pompa terdiri dari pompa dan panel operasi pompa. Pompa jenis hidrolik terdiri dari beberapa tipe diantaranya yaitu pompa archemedian screw, pompa rotodynamic, pompa sentrifugal (aliran radial) dan pompa axial (baling-baling). Pompa berguna untuk merubah energi mekanis (kerja putar poros) menjadi energi fluida dan tekanan. Fungsi pompa banjir dalam sistem drainase perkotaan adalah untuk melayani aliran banjir yang cukup besar, juga untuk mengeringkan air hujan dari suatu daerah yang luas.



Gambar 2.1 Penampakan rumah pompa atau pump room
Sumber: <https://irehydrant.id/>

Pompanisasi atau pembangunan rumah pompa dalam upaya mitigasi banjir dapat menjelaskan materi hukum Pascal. Prinsip kerja pompa sendiri didasarkan cara mengalirkan fluida yaitu dengan memberikan gaya tekan pada fluida tersebut. Adanya tekanan, diharapkan dapat membantu fluida mengatasi hambatan saat proses pemindahan fluida berlangsung. Prinsip kerja pompanisasi merupakan salah satu penerapan hukum Pascal dalam kehidupan sehari-hari. Hukum yang dicetuskan oleh



made with
FLIPHTML5





Blaise Pascal ini menyatakan bahwa tekanan yang diberikan pada suatu zat cair di tempat tertentu dalam ruangan tertutup akan diteruskan ke semua arah dengan besaran dan tekanan yang sama rata. Hal ini diasumsikan bahwa tekanan pada suatu wadah memiliki besaran yang sama di segala sisi.

Untuk lebih jelasnya mengenai materi hukum Pascal, silahkan baca dan pahami materi hukum Pascal di bawah ini dengan seksama!

A. HUKUM PASCAL

Pernahkan kamu menekan suatu permukaan air yang berada dalam wadah tertutup? Peristiwa apa yang akan terjadi? Untuk mengetahuinya lakukanlah percobaan berikut yaitu ambil kantong plastik yang berisi air, kemudian pegang ujung kantong plastik tersebut atau ikatlah ujung kantong plastik tersebut. Setelah itu, ambillah jarum ataupun tusuk gigi untuk melabangi plastik berisi air tersebut. Remaslah ujung kantong plastik secara perlahan-lahan. Amatilah peristiwa yang terjadi!



Gambar 2.2 Contoh kegiatan air di dalam plastik yang diberi tekanan
Sumber: Dokumen Pribadi

Saat kamu mencoba untuk melakukan percobaan tersebut, kamu meremas ujung kantong yang berisi air tersebut. Berarti kamu memberikan tekanan pada air yang di dalam kantong. Hasilnya dapat dituliskan sbb:

1. Ketika jumlah air yang memancar keluar sesuai dengan jumlah lubang yang dibuat oleh tusukan jarum pada kantong plastik. Hal ini membuktikan bahwa tekanan yang diberikan pada kantong plastik diteruskan oleh air yang berada dalam kantong tersebut.

E-Moiful Fluida Statis  *E-Moiful Mitigasi Banjir*





2. Besarnya pancaran air yang keluar pada setiap lubang sama kuatnya. Hal ini membuktikan bahwa tekanan dalam air akan menyebar ke segala arah dengan sama kuat.

Melalui simpulan tersebut, kita dapat ketahui bahwa hasil yang didapat dalam percobaan tersebut sama dengan bunyi hukum yang dikemukakan oleh Blaise Pascal seorang ilmuwan Prancis yang menyatakan bahwa “ketika perubahan tekanan diberikan pada suatu fluida pada ruang tertutup, perubahan tersebut akan diteruskan sama besar ke segala arah dengan sama kuat”. Pernyataan ini akhirnya dikenal sebagai **Hukum Pascal**. Formula hukum Pascal dalam sistem tertutup dapat disimpulkan dengan:

$$P_{\text{muda}} = P_{\text{besar}}$$

$$P_1 = P_2$$

Seperti yang sudah kita tahu bahwa tekanan adalah gaya dibagi besar luasan penampangnya, maka persamaan diatas dapat ditulis kembali sebagai berikut

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \quad (2.1)$$

Sehingga dapat ditulis:

$$F_2 = \frac{A_2}{A_1} F_1 \text{ atau } F_1 = \frac{A_1}{A_2} F_2 \quad (2.2)$$

Dimana: F_1 = gaya pada penampang kecil (N)

F_2 = gaya pada penampang besar (N)

A_1 = luas penampang pipa kecil (m^2)

A_2 = luas penampang pipa besar (m^2)

Hukum Pascal banyak dimanfaatkan untuk membantu pekerjaan manusia. Contoh alat-alat yang prinsip kerjanya berdasarkan Hukum Pascal adalah dongkrak hidrolik, mesin pengangkat mobil, rem hidrolik pada motor dan mobil.

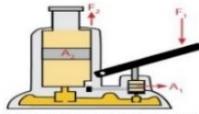
1. Dongkrak Hidrolik

Dongkrak hidrolik merupakan sebuah alat yang diciptakan untuk memudahkan dan meringankan pekerjaan manusia. Alat ini dibuat dengan menerapkan hukum Pascal. Dongkrak hidrolik terdiri atas dua tabung dengan ukuran yang berbeda. Masing-masing tabung diisi oleh air dan ditutup rapat disetiap permukaannya. Salah satu bagian penting dari dongkrak hidrolik adalah piston. Piston mampu menghasilkan daya yang besar walaupun tenaga yang dibutuhkan untuk mengoperasikan alatnya



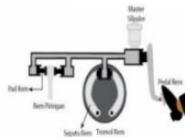


relatif kecil. Bengkel mobil biasanya menggunakan dongkrak hidrolik untuk mengangkat mobil ke atas, sehingga mekaniknya lebih mudah melihat mesin bagian bawah atau untuk mengganti ban mobil.



Gambar 2.3 Diagram dongkrak hidrolik
Sumber: <https://idschool.net/>

2. Rem Hidrolik



Gambar 2.4 Diagram rem hidrolik
Sumber: <https://idschool.net/>

Piston pedal adalah piston yang dekat dengan pedal rem sedangkan piston cakram adalah piston yang bekerja untuk menghentikan laju cakram sehingga pengereman dapat dilakukan.

Rem hidrolik biasa disebut sebagai rem cakram karena alat ini menggunakan media cakram besi untuk mengerem. Rem ini memiliki pipa hidrolik yang diisi dengan minyak rem untuk membantu melakukan pengereman. Di setiap ujung pipa ini terdapat dua piston, yakni piston pedal dan juga piston cakram.

3. Pompa Hidrolik



Gambar 2.5 Pompa hidrolik
Sumber: <https://idschool.net/>

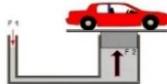
Prinsip kerja pompa hidrolik juga menggunakan hukum pascal. Tujuan dari mesin pompa hidrolik digunakan untuk memudahkan manusia mengangkat beban yang berat dengan tenaga yang kecil.





4. Mesin Hidrolik Pengangkat Mobil

Mesin hidrolik pengangkat mobil ini memiliki prinsip yang sama dengan dongkrak hidrolik. Perbedaannya terletak pada perbandingan luas penampang pengisap yang digunakan. Pada mesin pengangkat mobil, perbandingan antara luas penampang kedua pengisap sangat besar sehingga gaya angkat yang dihasilkan pada pipa berpenampang besar dapat digunakan untuk mengangkat mobil.



Gambar 2.6 Diagram mesin hidrolik pengangkat mobil
Sumber: <http://ipaedukasi-supena.blogspot.com/>

HUKUM ARCHIMEDES DALAM MITIGASI BANJIR

Melalui contoh kasus bencana banjir di halaman 1, dapat kita ketahui salah satu penyebab banjir adalah lurangnya daerah resapan akibat peningkatan pembangunan. Saat terjadi banjir, mereka yang berada di daerah tersebut dapat melakukan mitigasi. Salah satunya dengan memanfaatkan perahu atau getek untuk alat transportasi ditengah kepungan banjir. Evakuasi melalui alat transportasi bantu tersebut akan memudahkan para relawan untuk mengevakuasi korban banjir. Proses evakuasi saat terjadinya banjir, memerlukan sesuatu yang dapat mengapung salah satunya perahu maupun getek. Proses mitigasi banjir melalui perahu maupun getek dapat menjelaskan melalui fisika pada materi hukum Archimedes. Hukum Archimedes menyatakan bahwa suatu benda yang tercelup ke dalam fluida (zat cair) baik sebagian maupun seluruhnya akan mengalami gaya apung yang besarnya sama dengan fluida (zat cair) yang dipindahkan.



Gambar 2.7 Proses evakuasi banjir dengan bantuan perahu
Sumber: <https://regional.kompas.com/>



 made with
FLIPHTML5




Berdasarkan prinsip Archimedes, dapat diketahui apabila suatu benda dicelupkan seluruhnya atau sebagian ke dalam fluida yang diam, maka fluida tersebut akan mengerjakan tekanan pada setiap bagian permukaan benda yang bersentuhan dengan fluida. Tekanan yang lebih besar terdapat pada bagian benda yang tercelup lebih dalam. Apabila besar gaya apung suatu benda lebih besar dari gaya beratnya, maka benda tersebut akan terapung. Sebaliknya jika gaya apungnya lebih kecil dari gaya beratnya, benda akan tenggelam. Sementara jika besarnya gaya apung dan gaya berat sama maka benda akan melayang di dalam fluida. Evakuasi korban banjir menggunakan alat transportasi perahu maupun getek ini berdasarkan pengaplikasian hukum Archimedes dalam kehidupan sehari-hari.

Untuk lebih jelasnya mengenai materi dan pengaplikasiannya hukum Archimedes, silahkan baca dan pahami materi hukum Archimedes di bawah ini!

B. HUKUM ARCHIMEDES

Pernahkah Anda memikirkan mengapa kapal-kapal pesiar yang terbuat dari logam berat dapat terapung di perairan? Pertanyaan ini merupakan salah satu pertanyaan yang dapat Anda jawab setelah mempelajari hukum Archimedes. Seorang ilmuwan Yunani yang bernama Archimedes (287 – 212 SM) menemukan bahwa benda-benda yang tercelup dalam air seolah-olah kehilangan beratnya. Hal ini karena air memberikan gaya ke atas yang menopang benda secara keseluruhan. Akan tetapi kejadian tersebut tidak hanya terjadi pada zat cair saja, melainkan pada seluruh fluida. Berkaitan dengan gaya ke atas yang dialami benda dalam fluida ini, Archimedes mengemukakan sebuah prinsip yang dikenal dengan **Hukum Archimedes**, yaitu "Apabila suatu benda dicelupkan sebagian atau seluruhnya ke dalam fluida, maka benda tersebut mendapatkan gaya ke atas yang besarnya sama dengan berat fluida yang dipindahkan atau didesak oleh benda tersebut".

Sekarang marilah kita tinjau secara lebih mendalam. Misalkan kita memiliki sebuah balok kayu yang digantungkan pada seutas tali (Gambar 2.8). Pada saat balok kayu tersebut tergantung di udara (Gambar 2.8 (a)) terlihat bahwa balok kayu tersebut memiliki berat tertentu yang terukur pada sebuah neraca. Ketika balok kayu tersebut dicelupkan pada suatu zat cair (Gambar 2.8 (b)) terlihat bahwa berat balok kayu yang terukur menjadi berkurang. Hal ini disebabkan zat cair memberikan gaya ke atas yang

E-Modul Fluida Statis

24

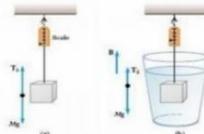
E-Modul Mitigasi Banjir








sebagian mengimbangi gaya berat benda. Hal inilah yang dinamakan gaya apung atau lebih dikenal dengan nama gaya Archimedes.



Gambar 2.8 Perbedaan gaya berat benda yang tercelup dan tidak tercelup

Sumber: Physics for Scientists and Engineers

Ketika kita membenamkan sebuah benda yang memiliki volume ke dalam fluida, maka akan ada fluida yang dipindahkan tempatnya, sebanyak volume benda yang dibenamkan. Dengan demikian, volume fluida yang dipindahkan adalah v . Kita tahu bahwa massa adalah massa jenis dikalikan volumenya. Dengan demikian, massa fluida yang dipindahkan adalah $m = \rho v$. Akhirnya didapatkan persamaan (2.3) yang dapat kita tuliskan:

$$\begin{aligned} w_u - w_f &= w_c \\ F_{\text{apung}} &= m_c \times g \end{aligned} \quad (2.3)$$

Untuk kasus benda yang tercelup dalam zat cair, maka berat benda yang hilang sama dengan gaya ke atas yang dialami oleh benda dan nilainya sama dengan selisih berat benda di udara dan berat benda dalam zat cair. Secara matematis besarnya gaya ke atas (gaya apung) yang dialami benda ketika tercelup dalam zat cair dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$F_{\text{apung}} = \rho_f g V_f \quad (2.4)$$

Dimana:

F_{apung} = gaya ke atas (N)	w_u = berat benda di udara (N)
ρ_f = massa jenis zat cair (kg/m^3)	w_f = berat benda dalam zat cair (N)
g = percepatan gravitasi (m/s^2)	w_c = berat zat cair yang ditumpahkan (N)
v_f = volume benda yang tercelup dalam zat cair (m^3)	

Penyelesaian kasus pada Gambar 2.8(b), besarnya gaya angkat (T_2) yang diperlukan untuk mengangkat benda yang tercelup dalam air dapat dituliskan sebagai berikut.





$$Mg = T_2 + B$$

Dimana: Mg merupakan gaya berat benda = w

T_2 merupakan gaya angkat.

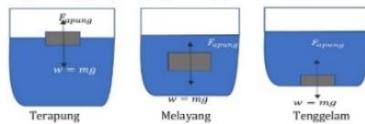
B merupakan gaya ke atas (gaya apung) = F_A

Maka persamaan tersebut dapat ditulis ulang menjadi:

$$w = \text{gaya angkat} + F_A \quad (2.5)$$

Konsep Benda Mengapung, Melayang, dan Tenggelam

Ketika sebuah benda dimasukkan ke dalam suatu fluida maka akan terdapat tiga kemungkinan yaitu mengapung, melayang, dan tenggelam.



Gambar 2.9 Diagram benda yang terapung, melayang, dan tenggelam di dalam zat cair
Sumber: Dokumen Pribadi

1. Mengapung

Terapung adalah keadaan seluruh benda atau sebagian benda tepat berada di atas permukaan zat cair. Pada saat terapung, besar gaya apung F_{apung} lebih besar daripada berat benda w_b .

Syarat benda terapung: $F_{\text{apung}} > w_b$

Benda terapung, dikarenakan massa jenis benda lebih kecil daripada massa jenis fluida, maka:

$$\rho_f > \rho_b$$

Jadi, syarat benda terapung adalah jika massa jenis benda lebih kecil daripada massa jenis fluida.

$$\text{Syarat Terapung: } \rho_f > \rho_b \quad (2.6)$$





2. Melayang

Melayang adalah keadaan suatu benda berada diantara dasar dan permukaan zat cair. Pada saat melayang, F_{apung} sama dengan berat benda w_b .

Syarat benda melayang: $F_{apung} = w_b$

Benda melayang dikarenakan massa jenis benda sama dengan massa jenis fluida, maka:

$$\rho_f = \rho_b$$

Jadi, syarat benda agar dapat melayang di dalam fluida, yaitu massa jenis benda harus sama dengan massa jenis fluida.

$$\text{Syarat Melayang: } \rho_f = \rho_b \quad (2.7)$$

3. Tenggelam

Tenggelam adalah keadaan benda berada di dasar zat cair. Pada saat tenggelam, F_{apung} lebih kecil daripada berat benda w_b .

Syarat benda tenggelam: $F_{apung} < w_b$

Benda tenggelam, dikarenakan massa jenis benda lebih besar daripada massa jenis benda, maka:

$$\rho_f < \rho_b$$

Jadi, syarat benda tenggelam seluruhnya ke dalam fluida, yaitu massa jenis benda lebih besar daripada massa jenis fluida.

$$\text{Syarat Tenggelam: } \rho_f < \rho_b \quad (2.8)$$

Dimana:

ρ_b = Massa jenis benda (kg/m^3)

F_a = Gaya angkat (N)

ρ_f = Massa jenis zat cair (kg/m^3)

v_b = Volume benda (m^3)

w_b = Berat benda (N)

v_f = Volume fluida (m^3)

Penerapan Hukum Archimedes dalam Kehidupan Sehari-hari

a. Hidrometer

Hidrometer merupakan alat untuk mengukur berat jenis atau massa jenis zat cair. Jika hidrometer dicelupkan ke dalam zat cair, sebagian alat tersebut akan tenggelam. Semakin besar massa jenis zat cair, semakin sedikit bagian hidrometer yang tenggelam. Hidrometer banyak digunakan untuk mengetahui besar kandungan air pada bir atau susu. Hidrometer terbuat dari tabung kaca.





Gambar 2.10 Hidrometer
Sumber: <http://tsika012.blogspot.com/>

b. Jembatan Ponton



Gambar 2.11 jembatan ponton
Sumber: <https://www.tsika.co.id/>

Bagian bawah tabung dibebani dengan butiran timbal supaya tabung kaca terapung tegak dalam zat cair. Diameter bagian bawah tabung kaca dibuat lebih besar supaya volume zat cair yang dipindahkan hidrometer lebih besar. Dengan demikian, dihasilkan gaya ke atas yang lebih besar dengan hidrometer dapat mengapung di dalam zat cair.

Jembatan ponton adalah kumpulan drum-drum kosong yang berjajar sehingga menyerupai jembatan. Jembatan ponton merupakan jembatan yang dibuat berdasarkan prinsip benda terapung. Drum-drum tersebut harus tertutup rapat sehingga tidak ada air yang masuk ke dalamnya. Jembatan ponton digunakan untuk keperluan darurat. Apabila air pasang, jembatan naik. Jika air surut, maka jembatan turun. Jadi, tinggi rendahnya jembatan ponton mengikuti pasang surutnya air.

c. Kapal Laut

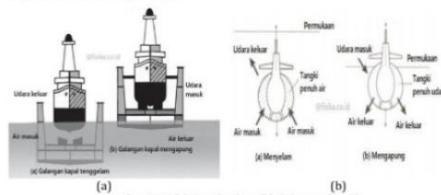
Apakah kalian pernah meletakkan sepotong besi pada bejana berisi air? maka besi itu akan tenggelam. Namun, mengapa kapal laut yang massanya sangat besar tidak tenggelam? Bagaimana konsep fisika dapat menjelaskannya? Kapal laut tidak tenggelam karena kapal harus dibuat berongga. Hal ini bertujuan agar volume air laut yang dipindahkan oleh badan kapal menjadi lebih besar. Berdasarkan persamaan besarnya gaya apung sebanding dengan volume zat cair yang dipindahkan, sehingga gaya apungnya menjadi sangat besar. Gaya apung inilah yang mampu melawan berat kapal, sehingga kapal tetap dapat mengapung di permukaan laut.



Gambar 2.12 Kapal laut

 Sumber: <https://www.fisika.co.id/>

d. Kapal Selam dan Galangan Kapal



Gambar 2.13 (a) Kapal selam (b) Galangan kapal

 Sumber: <https://www.fisika.co.id/>

Prinsip kerja kapal selam dan galangan kapal sama. Jika kapal akan menyelam, maka air laut dimasukkan ke dalam ruang cadangan sehingga berat kapal bertambah. Pengaturan banyak sedikitnya air laut yang dimasukkan, menyebabkan kapal selam dapat menyelam pada kedalaman yang dikehendaki. Jika kapal mengapung, maka air laut dikeluarkan dari ruang cadangan. Berdasarkan konsep tekanan hidrostatik, kapal selam mempunyai batasan tertentu dalam menyelam. Jika kapal menyelam terlalu dalam, maka kapal bisa hancur karena tekanan hidrostatiknya terlalu besar. Untuk memperbaiki kerusakan kapal bagian bawah, digunakan galangan kapal. Jika kapal akan diperbaiki, galangan kapal ditenggelamkan dan kapal dimasukkan. Setelah itu galangan diapungkan. Galangan ditenggelamkan dan diapungkan dengan cara memasukkan dan mengeluarkan air laut pada ruang cadangan.



made with **FLIPHTML5**





PRAKTIKUM 2
HUKUM ARCHIMEDES

Aktivitas Ilmiah : Gaya Keatas

Tujuan Percobaan : Mengamati gaya keatas oleh Fluida

Alat dan Bahan:

1. Neraca pegas
2. Wadah
3. Beban
4. Air

Langkah Kerja:

1. Timbanglah berat beban diudara, kemudian catat angka yang ditunjukkan oleh neraca pegas.
2. Pindahkan beban tersebut ke dalam bejana berisi air, kemudian catat angka yang ditunjukkan oleh neraca pegas.
3. Lakukan langkah 1 dan 2 untuk massa beban yang berbeda (minimal 5 benda).

Pertanyaan:

1. Bagaimana hasil yang anda peroleh berdasarkan pengamatan tersebut?.....
2. Apa hasilnya sesuai dengan referensi ? jika tidak sebutkan kendalanya.....
3. Apa yang dapat anda simpulkan dari aktivitas ilmiah tersebut?.....

Buatlah laporan hasil pengamatan dan diskusi anda, kemudian presentasikan di depan kelas.

E-Modul Fluida Statis  *E-Modul Mitigasi Banjir*



LATHAN SOAL 2

1. Sebuah sampan yang bocor hampir tak mampu mengapung di daerah yang terendam banjir tinggi. Sampan yang bocor tersebut tenggelam, setelah dikayuh beberapa lama. Mengapa sampan tersebut dapat tenggelam. Jelaskan?
2. Di dalam teko yang berisi air mengapung bongkahan es batu yang massa jenisnya 800 kg/m^3 . Volume es yang tercelup ke dalam air $0,22 \text{ m}^3$. Jika massa jenis air 1000 kg/m^3 . Berapakah volume m^3 seluruh es tersebut?
3. Sebuah bejana berhubungan ditutup oleh pengisap yang luas masing-masing pengisapnya 5 cm^2 dan 30 cm^2 . Apabila pada pengisap kecil ditekan oleh gaya sebesar 15 N , hitunglah besar gaya yang menekan pada pengisap besar agar tetap seimbang.
4. Sebuah dongkrak hidrolik memiliki rasio diameter piston $1 : 20$. Pada piston besar dimuati beban 1 ton . Berapakah besar gaya yang harus diberikan pada piston kecil agar mencapai keadaan setimbang?

Petunjuk Jawaban Latihan

1. Jawabannya didasarkan pada Hukum Archimedes. Suatu sampan dapat mengapung dikarenakan massa jenis kapal lebih ringan daripada air.
2. Sebelumnya pastikan satuan yang digunakan sudah sesuai. Kemudian masukkan besar nilai yang telah diketahui pada persamaan $\rho_{es} \cdot v = \rho_{air} \cdot v_t$
3. Carilah F_2 menggunakan persamaan $F_2 = \frac{A_2}{A_1} F_1$
4. Pertama, tentukan dahulu gaya yang bekerja pada piston besar. Menggunakan rumus $F_2 = w = mg = 1.000 \times 10 = 10.000 \text{ N}$. Kemudian hasil tersebut dimasukkan ke dalam persamaan $\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$

《 RANGKUMAN 》

1. Tekanan yang diberikan pada suatu zat cair dalam ruang tertutup diteruskan sama besar ke segala arah dengan sama kuat. Pernyataan ini akhirnya dikenal sebagai **Hukum Pascal**. Rumus Hukum Pascal dapat ditulis:

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

Penerapan hukum Pascal: Dongkrak hidrolik, rem hidrolik, pompa hidrolik, dan mesin hidrolik pengangkat mobil.



made with
FLIPHTML5
↻



2. Gaya apung yang bekerja pada suatu benda yang dicelupkan sebagian maupun seluruhnya ke dalam fluida sama dengan berat fluida yang dipindahkan benda tersebut. Gaya apung dapat dirumuskan:

$$F_{\text{apung}} = \rho_f g V_f$$

- Benda terapung : $\rho_b < \rho_f$
- Benda melayang : $\rho_b = \rho_f$
- Benda terapan : $\rho_b > \rho_f$

Penerapan hukum Archimedes: hidrometer, jembatan ponton, kapal laut, kapal selam, dan galangan kapal.

« TES FORMATIF 2 »

1. Tekanan yang diberikan pada zat cair di dalam ruang tertutup akan diteruskan oleh zat cair ke segala arah dengan sama besar. Pernyataan itu dinamakan...
 - a. Hukum Boyle.
 - b. Hukum Pascal.
 - c. Hukum Archimedes.
 - d. Hukum Newton.
 - e. Hukum Stokes.
2. Alat yang prinsip kerjanya berdasarkan Hukum Pascal yaitu...
 - a. Water pass.
 - b. Galangan kapal.
 - c. Alat pengangkat mobil.
 - d. Balon udara.
 - e. Jembatan ponton.
3. Kapal laut dapat terapung di permukaan air. Hal ini disebabkan...
 - a. Massa jenis seluruh kapal lebih kecil daripada massa jenis air.
 - b. Massa jenis bahan pembuat kapal lebih kecil daripada massa jenis air.
 - c. Massa jenis seluruh kapal sama dengan massa jenis air.
 - d. Massa jenis bahan pembuat kapal lebih besar daripada massa jenis air.
 - e. Massa jenis bahan pembuat kapal sama dengan massa jenis air.

E-Modul Fluida Statis

32

E-Modul Mitigasi Banjir

☐
↻
+
+
🔍
⋮



4. Devita menggondong adiknya ketika mereka sedang berada di dalam kolam renang hingga mereka keluar dari kolam renang. Devita merasa tubuh adiknya lebih berat saat digendong di luar kolam. Hal ini disebabkan oleh...
- Ketika di dalam kolam berat badan seseorang menjadi lebih kecil sehingga mempermudah mengangkat beban yang berat.
 - Ketika di dalam kolam renang tekanan badan seseorang tekanan yang diberikan kecil sehingga mempermudah mengangkat beban yang berat.
 - Ketika di dalam kolam massa seseorang menjadi lebih kecil sehingga mempermudah mengangkat beban yang berat.
 - Di dalam kolam renang terdapat tekanan hidrostatis yang membantu mengangkat beban yang berat.
 - Di dalam kolam terdapat bantuan dari gaya apung air sehingga mempermudah mengangkat beban yang berat.
5. Sebuah benda memiliki volume $0,4 \text{ m}^3$ tercelup seluruhnya ke dalam zat cair yang massa jenisnya 1500 kg/m^3 . Jika $g = 10 \text{ m/s}^2$ maka benda akan mengalami gaya ke atas sebesar...
- 6000 N
 - 5000 N
 - 3000 N
 - 600 N
 - 300 N
6. Alat pengangkat mobil menggunakan luas penampang penghisap kecil 12 cm^2 dan penghisap besar 48 cm^2 , maka hitunglah besar gaya yang harus diberikan agar dapat mengangkat mobil 16000 N ...
- 4000 N
 - 2000 N
 - 400 N
 - 200 N
 - 160 N
7. Rina memiliki mobil yang beratnya 8000 N diangkat menggunakan mesin hidrolik. Jika luas penampang piston kecil 4 cm^2 dan piston besarnya $0,02 \text{ m}^2$. Berapa besar gaya yang harus diberikan pada piston kecil mesin tersebut?...
- 40



made with
FLIPHTML5



b. 100 N
c. 140 N
d. 160 N
e. 200 N

8. Sebuah bola es terapung di dalam bejana berisi air. Jika diketahui massa jenis es dan air masing-masing adalah $0,9 \text{ g/cm}^3$ dan 1 g/cm^3 , bagian es yang terendam dalam air sebesar...

a. 90%
b. 85%
c. 75%
d. 60%
e. 25%

9. Sebuah papan kayu terapung pada suatu fluida (zat cair) dengan $\frac{1}{3}$ bagian halok tercelup. Jika massa jenis kayu tersebut $0,8 \text{ gr/cm}^3$, hitunglah besar massa jenis (kg/m^3) zat cair tersebut...

a. 1800 kg/m^3
b. 2000 kg/m^3
c. 2100 kg/m^3
d. 2200 kg/m^3
e. 2400 kg/m^3

10. Sebuah benda terapung di atas permukaan air yang berlapiskan minyak dengan 45% volume benda di dalam air, 30% di dalam minyak, dan sisanya berada di atas permukaan minyak. Jika massa jenis air dan minyak berturut-turut 1 g/cm^3 dan $0,8 \text{ g/cm}^3$, maka hitunglah massa jenis benda tersebut... g/cm^3

a. 0,60
b. 0,65
c. 0,69
d. 0,78
e. 0,80

E-Modul Fluida Statis  *E-Modul Mitigasi Banjir*



made with
FLIPHTML5



Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 2 yang terdapat dibagian akhir e-modul ini. Kemudian, hitunglah jawaban benar anda menggunakan rumus berikut:

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{jumlah skor yang diperoleh}}{\text{Total skor maksimum}} \times 100\%$$

untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 2.

Arti tingkat penguasaan: 90 - 100% = baik sekali
80 - 89% = baik
70 - 79% = cukup
<70% = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan Kegiatan Belajar 3. Namun, jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 2, terutama bagian yang belum anda kuasai.

E-Modul Jflooda Statis  *E-Modul Mitigasi Banjir*



made with
FLIPHTML5



KEGIATAN BELAJAR 3

FENOMENA FLUIDA STATIK

Bacalah petunjuk penggunaan e-modul secara teliti dan seksama.

Ambil buku dan alat tulis sebelum mempelajari e-modul.

Nanti saat memulai belajar awallah dengan berdoa.

Jika ada materi yang kurang paham dapat dicari melalui sumber belajar lainnya.

Ikhlaskan dan terus semangat untuk mencoba mengerjakan e-modul.

Rajinlah mengulang membaca materi agar lebih paham.

TUJUAN

Setelah membaca dan mempelajari modul ini diharapkan peserta didik dapat:

1. Menganalisis konsep tegangan permukaan.
2. Menyebutkan aplikasi tegangan permukaan dalam kehidupan sehari-hari.
3. Menganalisis gejala meniskus.
4. Menganalisis konsep peristiwa kapilaritas.
5. Menyebutkan manfaat kapilaritas dalam kehidupan sehari-hari.
6. Menganalisis konsep viskositas dan Hukum Stokes.

E-Modul Fluida Statis  *E-Modul Mitigasi Banjir*



MITIGASI BANJIR DAN TEGANGAN PERMUKAAN

Berdasarkan contoh kasus berita banjir pada halaman 1. Korban bencana banjir akan melakukan upaya evakuasi terhadap diri dan harta bendanya, apabila banjir di daerah tersebut semakin tinggi. Salah satu upaya mengatasi permasalahan tersebut yaitu kegiatan mitigasi saat bencana dengan mendirikan tenda-tenda darurat untuk evakuasi korban banjir. Keberadaan tenda darurat cukup efektif bagi korban banjir, karena penyaluran bantuan maupun informasi dari pemerintah dapat tersampaikan dalam satu tempat secara merata. Tenda darurat diperlukan para korban banjir untuk tempat berlindung. Tenda darurat yang digunakan para korban banjir merupakan tenda-tenda yang kedap air. Kain tenda yang digunakan adalah bahan-bahan yang anti air. Ketika hujan turun, maka air tidak dapat menembus tenda karena adanya suatu lapisan tipis air terbentuk diantara bahan-bahan yang anti air. Namun, apabila seseorang menyentuh tenda dari dalam, air dapat merembes masuk dan membasahi tenda. Hal ini disebabkan pecahnya lapisan tipis air diantara bahan-bahan anti air tersebut. Tenda yang kedap air ini merupakan penerapan konsep tegangan permukaan dalam kehidupan sehari-hari.



Gambar 3.1 Tenda darurat untuk evakuasi korban banjir
Sumber: Dokumen pribadi

Dalam ilmu fisika kita mengenal materi mengenai tegangan permukaan. Salah satu penerapan tegangan permukaan dalam kehidupan sehari-hari yaitu pada kain tenda yang menggunakan bahan-bahan kedap air. Tegangan permukaan zat cair adalah kecenderungan permukaan zat cair untuk menegang sehingga permukaannya seperti ditutupi oleh suatu lapisan elastis dan membuat air seolah tidak menyatu. Prinsip kerja dari kain tenda darurat adalah menggunakan kain yang terbuat dari bahan yang memiliki



permukaan sangat kasar dan energi permukaan yang rendah. Kain tersebut dapat mencegah air membasahi permukaan, membentuk tolak air dan menciptakan sudut kontak yang besar. Tetesan air yang tercipta cenderung berbentuk bola dan melekatkan semua partikel yang berada didekatnya kemudian menggulungkannya. Tolak air merupakan peristiwa dimana suatu permukaan dapat menolak air, tetapi udara masih sanggup menembus permukaan tersebut apabila memiliki kekuatan cukup besar.

Pada dasarnya tegangan permukaan suatu zat cair dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya densitas, konsentrasi, suhu, dan viskositas. Tegangan permukaan berhubungan dengan kemampuan air untuk membasahi benda. Semakin kecil tegangan permukaan air, maka semakin baik kemampuan air untuk membasahi benda. Tegangan permukaan akan menyebabkan benda yang memiliki massa jenis lebih besar dibandingkan massa jenis zat cair dapat mengapung di air, seperti nyamuk maupun serangga lainnya yang dapat mengapung di air. Tegangan permukaan memiliki hubungan dengan peristiwa kohesi (gaya tarik menarik antara molekul sejenis) dan adhesi (gaya tarik menarik antara molekul tidak sejenis).

Untuk selengkapnya penjelasan mengenai materi tegangan permukaan dapat dibaca dan dipahami pada materi di bawah ini!

A. TEGANGAN PERMUKAAN



Sekor anangga yang mengapung di atas permukaan air



Penjepit kertas yang mengapung di permukaan air

Gambar 3.2 Beberapa peristiwa yang menunjukkan adanya tegangan permukaan pada fluida.

Sumber: <https://falkaonline.com/>

Meskipun menurut hukum Archimedes kedua benda harusnya tenggelam karena massa jenis kedua benda tersebut lebih besar daripada massa jenis air. Nyamuk, pisau

Pernahkan anda mengamati seekor nyamuk yang terapung pada permukaan air? atau Anda pernah mencoba untuk mengapungkan sebuah pisau silet maupun sebuah jarum jahit di atas permukaan air? Jika diletakkan dengan hati-hati, pisau silet maupun jarum jahit tersebut dapat mengapung di permukaan.



made with
FLIPHTML5






silet dan juga jarum jahit tersebut dapat tetap terapung pada permukaan air karena adanya gejala yang disebut **tegangan permukaan** pada fluida. Tegangan permukaan zat cair adalah kecenderungan permukaan zat cair untuk menegang sehingga permukaannya seperti ditutupi oleh suatu lapisan elastis. Hal ini dipengaruhi oleh adanya gaya kohesi antara molekul air. Contoh:

- Nyamuk dapat hinggap di permukaan air.
- Silet dapat langsung terapung dipermukaan air.

Tegangan permukaan didefinisikan sebagai perbandingan antara gaya tegangan permukaan dan panjang permukaan. Jika pada suatu permukaan sepanjang l bekerja gaya sebesar F yang arahnya tegak lurus pada l dan γ menyatakan tegangan permukaan, maka persamaannya dapat ditulis sebagai berikut:

$$\gamma = \frac{F}{l} \quad (3.1)$$

Dengan kata lain, tegangan permukaan γ adalah gaya per satuan panjang yang bekerja pada permukaan yang tegak lurus terhadap kawat. Jika seutas kawat dibengkokkan membentuk huruf U. Pada kaki-kaki kawat tersebut dipasang seutas kawat sehingga dapat bergeser. Jika kawat ini kita celupkan ke dalam air sabun kemudian kita angkat, akan terbentuk suatu lapisan sabun. Karena lapisan sabun ini memiliki dua permukaan, maka tegangan permukaan sabun bekerja sepanjang $2l$, sehingga dapat ditulis:

$$\gamma = \frac{F}{2l} \quad (3.2)$$

Keterangan: γ = tegangan permukaan (N/m)
 F = gaya tegangan permukaan (N)
 l = panjang permukaan tempat gaya bekerja (m)

Besarnya tegangan permukaan suatu zat cair dipengaruhi oleh keadaan permukaan zat cair, misalnya suhu. Semakin tinggi suhu zat cair semakin kecil tegangan permukaannya. Hal inilah yang menyebabkan baju yang dicuci dengan air hangat lebih mudah dibersihkan dari pada baju yang dicuci dengan air dingin. Penerapan tegangan permukaan dalam kehidupan sehari-hari:

- Mencuci dengan air panas jauh lebih bersih dibandingkan dengan air yang bersuhu normal. Hal ini dikarenakan tegangan permukaan pada air juga akan berkurang dengan bertambahnya suhu air.

E-Modul Fluida Statis 39 *E-Modul Mitigasi Banjir*










2. Bahan-bahan pembuat sabun ditambahkan pada larutan pembasmi insektisida yang digunakan petani. Bahan sabun ini akan menambah daya resap larutan pembasmi insektisida ke dalam air karena mengurangi tegangan permukaan air. Akibatnya, larutan pembasmi insektisida dapat menyebar dengan lebih luas pada suatu permukaan daun.

Pada umumnya nilai tegangan permukaan zat cair berkurang dengan adanya kenaikan suhu. Perhatikan nilai tegangan permukaan berbagai zat cair pada Tabel 3.1

Tabel 3.1 Nilai Tegangan Permukaan Beberapa Zat Cair

Zat cair	Suhu (°C)	Tegangan Permukaan (N/m)
Raksa	20	0,440
Darah (seluruhnya)	37	0,058
Darah (plasma)	37	0,073
Alkohol	20	0,023
Air	0	0,076
Air	20	0,072
Air	100	0,059
Benzena	20	0,029
Larutan sabun	20	0,025
Oksigen	-193	0,016

Sumber: <https://fisikazone.com/>

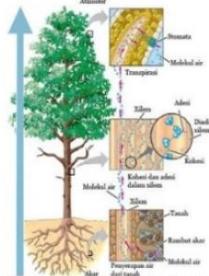
GEJALA MENISKUS, GEJALA KAPILARITAS DALAM MITIGASI BANJIR

Berdasarkan contoh kasus berita yang terdapat pada halaman 1. Upaya yang dapat dilakukan untuk antisipasi bencana banjir dengan kegiatan padat karya reboisasi lahan atas oleh masyarakat. Kita juga dapat melakukan rehabilitasi pesisir dan garis pantai Kota Semarang dengan penanaman mangrove. Mengapa kegiatan tersebut dapat menjadi antisipasi atau upaya mitigasi banjir? Salah satu penyebab banjir adalah kurangnya daerah peresapan air karena penggundulan hutan atau penebangan pohon secara liar. Air yang seharusnya masuk ke dalam tanah diserap oleh akar dan dibawa hingga menuju daun tidak dapat terjadi, karena tumbuhan yang seharusnya melakukan kegiatan tersebut ditebang oleh manusia diganti oleh pembangunan-pembangunan. Oleh karena itu, untuk pencegahan agar tidak ada genangan air yang menyebabkan banjir sudah





seharusnya kita sebagai makhluk hidup melakukan kegiatan tanam pohon (reboisasi) dengan begitu daerah peresapan air akan semakin banyak. Tumbuhan akan melakukan tugasnya untuk menyerap air dan menjaga lingkungan sekitar terhindar dari genangan air, pada akhirnya dapat mengantisipasi terjadinya banjir.



Gambar 3.3 Proses transportasi yang ada pada tumbuhan
Sumber: <https://sumberbelajar.belajar.kemdikbud.go.id/>

Melalui kegiatan padat karya reboisasi lahan atas dan juga rehabilitasi garis pantai dengan penanaman mangrove dapat menjelaskan materi gejala meniskus dan gejala kapilaritas. Pada kegiatan reboisasi terdapat proses transportasi tumbuhan yang bisa menjelaskan materi kapilaritas pada ilmu fisika. Apa itu gejala kapilaritas? Gejala kapilaritas adalah gejala naik atau turunnya permukaan zat cair dalam pipa kapiler. Kapilaritas (gaya kapiler) adalah gejala atau peristiwa meresapnya zat cair melalui celah-celah sempit atau pipa kapiler. Bagaimana pemanfaatan gejala kapilaritas dalam kehidupan sehari-hari? dari penjelasan di atas dapat kita ketahui salah satu pemanfaatan gejala kapilaritas dapat dijumpai pada proses transportasi tumbuhan. Timbulnya gejala kapilaritas pengangkutan air pada tumbuhan diakibatkan oleh pengangkutan intravaskuler, pengangkutan melalui berkas pembuluh pengangkut. Dalam pengangkutan intravaskuler, air diangkut dari xilem akar ke xilem batang dan diteruskan ke daun. Air dan garam mineral dari dalam tanah memasuki tumbuhan melalui epidermis akar, menembus korteks akar, masuk ke stele dan kemudian mengalir naik ke pembuluh





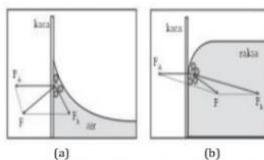
xilem sampai pucuk tumbuhan. Setelah melewati sel-sel akar, air dan mineral yang terlarut akan masuk ke pembuluh kayu (xilem) dan selanjutnya terjadi pengangkutan secara vertikal dari akar menuju batang sampai ke daun.

Dalam kasus ini yang bertindak sebagai pipa kapiler adalah akar tumbuh-tumbuhan dan pembuluh kayu dalam batang tanaman. Peristiwa naiknya air tanah melalui batang tumbuhan dan sampai ke daun karena gaya adhesi lebih besar daripada gaya kohesi. Adanya adhesi ini selain menimbulkan gejala meniskus juga menimbulkan kapilaritas. Oleh karena itu, berdasarkan gejala kapilaritas tumbuhan tersebut akan melakukan tugasnya untuk menyerap air dan menjaga lingkungan sekitar terhindar dari genangan air yang pada akhirnya dapat menjadi upaya mitigasi banjir.

Untuk lebih jelasnya mengenai gejala kapilaritas dan gejala meniskus silahkan baca dan pahami materi yang tertera di bawah ini!

B. GEJALA MENISKUS

Berdasarkan pengertian tegangan permukaan yang telah kita bahas sebelumnya, maka permukaan suatu zat cair harus tegak lurus dengan resultan gaya yang bekerja padanya. Karena jika tidak, akan ada komponen gaya yang sejajar dengan permukaan, yang sesuai hukum II Newton, akan menyebabkan adanya gerakan permukaan. Pada umumnya permukaan zat cair adalah horizontal, yaitu tegak lurus dengan gaya gravitasi, namun jika zat cair bersentuhan dengan suatu zat padat, permukaan pada tepi persentuhan ini biasanya berupa lengkungan. Gejala seperti ini disebut *gejala meniskus*. Meniskus ialah sifat yang dimiliki zat cair berupa penampakan kelengkungan yang terjadi dan ada pada permukaan zat cair ketika zat berada dalam tabung atau celah yang sempit.



Gambar 3.4 Gejala meniskus pada zat: (a) meniskus cekung dan (b) meniskus cembung
Sumber: <https://fisikazone.com/>





Meniskus ada dua macam yaitu:

1. Meniskus cekung, yaitu suatu keadaan di mana permukaan zat cair berada dalam tabung/bejana sempit yang tampak melengkung ke bawah. Hal ini disebabkan karena gaya tarik menarik antar partikel air dan kaca (adhesi) antara molekul zat cair lebih besar daripada gaya tarik menarik antar partikel air (kohesi). Contohnya bentuk permukaan air cekung di dalam tabung reaksi.
2. Meniskus cembung, yaitu suatu keadaan di mana permukaan zat cair berada dalam tabung/bejana sempit yang tampak melengkung ke atas. Hal ini disebabkan karena gaya tarik menarik antar partikel air (kohesi) lebih besar daripada gaya tarik menarik antar partikel air dan kaca (adhesi). Contohnya bentuk permukaan raksa yang cembung di dalam volume tabung reaksi.

Konsep kohesi dan adhesi dalam menjelaskan proses terjadinya meniskus cembung dan meniskus cekung, dapat diperhatikan dalam contoh peristiwa kehidupan sehari-hari berikut ini:

1. Peristiwa air di atas daun talas terjadi karena gaya kohesi lebih besar daripada gaya adhesi.
2. Naiknya minyak pada sumbu kompor minyak terjadi karena gaya adhesi lebih besar daripada gaya kohesi.
3. Naiknya air tanah melalui batang tumbuhan dan sampai ke daun terjadi karena gaya adhesi lebih besar daripada gaya kohesi.

C. GEJALA KAPILARITAS

Tegangan Permukaan menyebabkan zat cair yang memiliki sudut kontak kurang dari 90° naik ke atas dalam pipa kapiler, lebih tinggi dibandingkan dengan permukaan zat cair di luarnya. Semakin kecil pipa kapiler, semakin tinggi kenaikan zat cair. Jika zat cair memiliki sudut kontak yang lebih dari 90° , permukaan zat cair dalam pipa kapiler akan lebih rendah dibandingkan permukaan zat cair di luarnya. Semakin kecil pipa kapiler, semakin besar penurunan permukaan zat cair. Gejala naik atau turunnya permukaan zat cair dalam pipa kapiler ini disebut **gejala kapilaritas**. Pengaruh gaya kohesi dan adhesi terhadap kapilaritas, yaitu sebagai berikut:



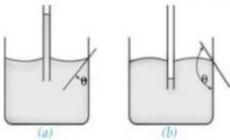
made with
FLIPHTML5






a. Sebuah pipa kapiler kaca jika dicelupkan pada tabung berisi air, maka air dapat naik ke dalam pembuluh kaca pipa kapiler, ini disebabkan karena gaya adhesi lebih besar daripada gaya kohesi.

b. Sebuah pipa kapiler dicelupkan pada tabung berisi air raksa maka air raksa di dalam pembuluh kaca pipa kapiler lebih rendah permukaannya dibandingkan permukaan air, ini disebabkan karena gaya kohesi lebih besar daripada gaya adhesi.



Gambar 3.5 (a) jika sudut kontak kurang dari 90° , permukaan zat cair dalam pipa kapiler naik. (b) jika sudut kontak lebih besar dari 90° , permukaan zat cair dalam pipa kapiler turun.

Sumber: <https://fisikaone.com>.

Besarnya kenaikan/penurunan pada zat cair dalam pipa kapiler:

$$h = \frac{2\gamma \cos\theta}{\rho g r} \quad (3.3)$$

Keterangan:

h = ketinggian fluida pada pipa kapiler	ρ = massa jenis fluida (kg/m^3)
γ = tegangan permukaan (N/m)	g = percepatan gravitasi (m/s^2)
θ = sudut kontak	r = jari-jari pipa kapiler (m)

Gejala kapilaritas dalam kehidupan sehari-hari:

- Gejala kapilaritas xilem pada tumbuhan dalam menyerap air dan unsur hara.
- Gejala kapilaritas sumbu obor dan minyak tanah.
- Tisu yang dibasahi salah satu ujungnya dapat menjadi basah seluruhnya
- Basahnya dinding tembok rumah di pada dalam ketika hujan.

Manfaat kapilaritas diantaranya yaitu:

- Pada manusia, hemoglobin darah akan mengambil oksigen dari paru paru dan oksigen akan dilepaskan saat eritrosit melewati pembuluh kapiler.

E-Modul Fluida Statis 44 *E-Modul Mitigasi Banjir*










- b. Pada ikan, insang merupakan alat pernafasan ikan. Tiap lembaran insang terdiri dari sepasang filament. Pada filament terdapat pembuluh darah yang mengandung kapiler untuk memungkinkan terjadinya pertukaran gas O_2 dan CO_2 .
- c. Pada tumbuhan air naik melalui batang, dahan, ranting akibat ranting kapiler.

MITIGASI BANJIR DAN VISKOSITAS

Berdasarkan contoh kasus bencana banjir yang tertera pada halaman 1. Kita dapat melakukan upaya pencegahan dengan melakukan budidaya tanaman tahunan di halaman rumah. Kita juga dapat membuat sumur resapan dan mengalokasikan lahan dengan luas tertentu untuk tetap dapat menyerap air saat hujan tiba. Mengapa hal tersebut dapat menjadiantisipasi atau upaya mitigasi banjir? Hal ini dikarenakan adanya penebangan pohon dan pengusuran jalur hijau menyebabkan perusakan struktur dan tekstur tanah. Air yang memiliki viskositas rendah sekalipun tidak dapat diserap ke dalam tanah dan akar tanaman justru hanya dapat mengalir dari tempat tinggi ke tempat yang lebih rendah, yang mengakibatkan air tersebut menggenang pada cekungan. Tanaman yang seharusnya melakukan kegiatan tersebut ditebang oleh manusia diganti oleh lahan pebangunan. Oleh karena itu, untuk pencegahan agar tidak ada genangan air dapat dilakukan dengan melakukan budidaya tanaman tahunan di halaman rumah, dengan begitu daerah peresapan air akan semakin banyak.



Gambar 3.6 Budidaya tanaman di halaman rumah
Sumber: <https://www.kompasiana.com/>





Pengaruh suhu tanah yang rendah akan berakibat absorpsi air dan unsur hara terganggu, karena transpirasi meningkat. Apabila kekurangan air secara terus menerus maka tanaman akan rusak. Suhu tanah berhubungan dengan dehidrasi dalam jaringan tanaman, apabila suhu tanaman rendah maka viskositas air naik dalam membran sel, kemudian aktivitas fisiologis sel-sel akar menurun. Tekanan berpengaruh terhadap proses penyerapan air, faktor pertama air dapat naik ke daun tanaman adalah adanya tekanan akar. Proses penyerapan air menyebabkan akar menekan air hingga air masuk ke dalam pembuluh xilem, dalam pembuluh ini air diangkut menuju ke batang daun. Cairan pada sel rambut akar menjadi kurang pekat jika dibandingkan dengan cairan pada sel korteks, hal ini terjadi setelah rambut akar menyerap air. Hal ini membuat air dari sel rambut akar dapat mengalir ke dalam sel pada korteks secara osmosis. Osmosis adalah perpindahan zat dari larutan kurang pekat ke larutan yang lebih pekat melalui selaput semipermeabel.

Seperti yang dijelaskan di atas, bahwa adanya kegiatan budidaya tanaman tahunan di halaman rumah dapat menjelaskan adanya viskositas. Viskositas air dapat membantu proses transportasi pada tanaman yaitu membantu penyerapan air oleh akar tanaman untuk dapat naik ke batang tanaman. Dalam ilmu fisika kita akan mempelajari sifat-sifat fisis fluida diantaranya tegangan permukaan, kapilaritas, dan viskositas. Viskositas sendiri adalah ukuran "kekentalan/kepekatan" atau "ketahanan/resistensi terhadap perubahan" pada suatu fluida. Viskositas ini disebabkan gaya gesek internal yang terjadi diantara berbagai bagian cairan karena molekul cairan dipaksa bergerak relatif terhadap satu sama lain. Oleh karena itu, semakin rendah viskositas suatu fluida, maka semakin besar juga pergerakan dari fluida tersebut. Hambatan/gesekan dapat terjadi karena gaya kohesi yang timbul dari zat cair. Hasil nilai viskositas dapat menentukan besar kecepatan mengalirnya suatu fluida. Viskositas juga dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya yaitu suhu, konsentrasi larutan, berat molekul solute, dan tekanan.

Untuk lebih jelasnya mengenai materi viskositas dan hukum Stokes, silahkan kalian baca dan pahami materi yang tertera di bawah ini!





D. VISKOSITAS & HK. STOKES

Permukaan zat padat yang bersentuhan menimbulkan gaya gesekan satu sama lain ketika keduanya bergerak. Besarnya gesekan yang dialami oleh suatu fluida saat mengalir dinyatakan sebagai **viskositas fluida**. Semakin besar viskositas, semakin susah fluida itu mengalir. Viskositas fluida dapat menunjukkan gerakan zat padat dalam fluida tersebut. Semakin besar viskositas, semakin susah suatu zat padat bergerak di dalamnya. Dalam kehidupan sehari-hari, viskositas kita kenal sebagai **ukuran kekentalan fluida**. Di dalam zat cair, viskositas dihasilkan oleh gaya kohesi antara molekul-molekul zat cair, sedangkan dalam gas, viskositas muncul sebagai akibat tumbukan antara molekul-molekul gas. Viskositas zat cair dapat ditentukan secara kuantitatif dengan besaran **koefisien viskositas (η)**. Suatu fluida ideal tidak memiliki viskositas, kenyataannya fluida yang ada dalam kehidupan sehari-hari adalah fluida sejati. Oleh karena itu, bahasan mengenai viskositas hanya akan ditemukan pada fluida sejati, yaitu fluida yang memiliki sifat-sifat sebagai berikut:

- Dapat dimampatkan (kompresibel).
- Mengalami gesekan saat mengalir (memiliki viskositas).
- Alirannya turbulen.

Koefisien viskositas fluida η , didefinisikan sebagai perbandingan antara koefisien viskositas fluida η , didefinisikan sebagai perbandingan antara tegangan luncur F/A dengan kecepatan perubahan regangan luncur v/l . Secara matematis, persamaannya ditulis sebagai berikut:

$$\eta = \frac{\text{tegangan luncur}}{\text{cepat perubahan tegangan luncur}} = \frac{F}{A} \cdot \frac{l}{v}$$

$$F = \eta A \frac{v}{l} \quad (3.4)$$

Dimana:

F = gaya (N)

v = kelajuan fluida

η = koefisien viskositas (kg)

l = jarak antar keping

A = luas keping yang bersentuhan dengan fluida (m²)

Ukuran viskositas suatu benda dinyatakan oleh koefisien viskositas η . Setiap fluida memiliki koefisien viskositas yang berbeda-beda. Besar koefisien viskositas untuk beberapa fluida seperti yang ditunjukkan pada tabel 3.2:



made with **FLIPHTML5**

Tabel 3.2 Besar Koefisien Viskositas Beberapa Fluida

Fluida	Suhu (°C)	Koefisien viskositas η (Pa s)
Oli mesin	30	200×10^{-3}
Darah	37	4×10^{-3}
Plasma darah	37	$1,5 \times 10^{-3}$
Ethil alcohol	20	$1,2 \times 10^{-3}$
Air	0	$1,8 \times 10^{-3}$
Air	20	$1,0 \times 10^{-3}$
Air	100	$0,3 \times 10^{-3}$
Gliserin	20	1500×10^{-3}
Udara	20	$0,018 \times 10^{-3}$
Hidrogen	0	$0,009 \times 10^{-3}$

Benda yang bergerak dalam fluida kental mengalami gaya gesek yang besarnya dinyatakan dengan persamaan:

$$F_s = k\eta v \quad (3.5)$$

Keterangan:

- F_s = gaya gesekan fluida (N)
- k = konstanta (tergantung pada geometrik benda) bisa juga menggunakan Π
- η = koefisien viskositas (Pa s)
- v = kecepatan gerak benda (m/s)

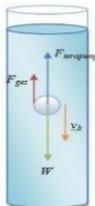
Hukum Stokes dan Kecepatan Terminal

Rumusan untuk menghitung besarnya gaya viskositas untuk benda yang bentuknya tak teratur tentu saja sulit. Untuk itu dalam pembahasan ini akan kita tinjau gaya viskositas oleh suatu bola yang dijatuhkan dalam fluida. Berdasarkan perhitungan laboratorium, pada tahun 1845, Sir George Stokes menunjukkan bahwa untuk benda yang bentuk geometrisnya berupa bola nilai $k = 6\pi r$. Bila nilai k dimasukkan ke dalam persamaan, maka diperoleh persamaan sebagai berikut :

$$F_s = 6\pi\eta r v \quad (3.6)$$

Persamaan di atas selanjutnya dikenal sebagai **hukum Stokes**.

E-Modul Fluida Statis 48 *E-Modul Mitigasi Banjir*



Gambar 3.7 Keadaan bola ketika di dalam fluida

Sumber:

<https://pfisikaum.wordpress.com/>

Jika sebuah benda berbentuk bola (kelereng) jatuh bebas dalam suatu fluida kental, kecepatannya akan bertambah karena pengaruh gravitasi Bumi hingga mencapai suatu kecepatan terbesar yang tetap. Kecepatan terbesar yang tetap tersebut dinamakan **kecepatan terminal**. Pada saat kecepatan terminal tercapai, berlaku keadaan:

$$\sum F = 0$$

$$F_f + F_A = mg$$

$$F_f = mg - F_A$$

$$6\pi\eta r v_T = \rho_b v_b g - \rho_f v_b g$$

$$v_T = \frac{g v_b (\rho_b - \rho_f)}{6\pi\eta r}$$

Pada benda berbentuk bola, volumenya $v_b = \frac{4}{3} \pi R^3$ sehingga diperoleh persamaan:

$$v_T = \frac{g \left(\frac{4}{3} \pi R^3\right) (\rho_b - \rho_f)}{6\pi\eta r} = \frac{2R^2 g}{9\eta} (\rho_b - \rho_f) \quad (3.7)$$

Keterangan:

v_T = kecepatan terminal (m/s)

ρ_b = massa jenis bola (kg/m³)

F_A = gaya gesekan Stokes (N)

ρ_f = massa jenis fluida (kg/m³)

F_f = gaya ke atas (N)

LATIHAN SOAL 3

1. Pada peristiwa tegangan permukaan diketahui gaya tegang 2N. Jika panjang permukaannya 20 cm, maka berapa besar tegangan permukaannya...
2. Kiki memiliki tabung yang berjari-jari 0,002 m, kemudian ia memasukkan air ke dalam tabung tersebut secara vertikal dengan sudut kontaknya 60°. Jika kenaikan air pada tabung tersebut adalah 2,2 cm, maka hitunglah tegangan permukaan air tersebut...
3. Mita memiliki kelereng berjari-jari 0,004 m dijatuhkan ke dalam drum berisi oli yang memiliki koefisien viskositas 0,11 kg/s. Jika kelereng bergerak dengan kelajuan $5\pi^{-1}$ m/s, maka berapa besar gaya gesekan yang dialami kelereng adalah...



made with
FLIPHTML5




Petunjuk Jawaban Latihan

1. Untuk mencari tegangan permukaan menggunakan persamaan $\gamma = \frac{F}{l}$
2. Untuk mencari tegangan pada soal ini, perlu dihubungkan dengan kapilaritas, sehingga menggunakan persamaan $h = \frac{2\gamma \cos \theta}{\rho g r}$
3. Untuk mencari gaya gesek yang dialami kelereng menggunakan persamaan $F_s = 6\pi\eta r v$

◀ RANGKUMAN ▶

1. Permukaan zat cair berperilaku seperti selaput dalam keadaan tegang, gaya per satuan panjang pada permukaan dikenal dengan tegangan permukaan, yang dilambangkan dengan γ . Dapat ditulis secara matematis melalui persamaan:

$$\gamma = \frac{F}{l} = \frac{F}{2l}$$
2. Meniskus ialah sifat yang dimiliki zat cair berupa penampakan kelengkungan yang terjadi pada permukaan zat cair ketika zat cair berada dalam tabung atau celah yang sempit. Jika kohesi > adhesi, maka $\theta > 90^\circ$, dan terbentuk meniskus cembung. Jika kohesi < adhesi, maka $\theta < 90^\circ$, dan terbentuk meniskus cekung.
3. Kapilaritas adalah peristiwa naik turunnya zat cair pada celah sempit atau pipa kapiler. Kenaikan atau penurunan fluida dalam pipa kapiler dapat ditulis dengan persamaan:

$$h = \frac{2\gamma \cos \theta}{\rho g r}$$
4. Viskositas merupakan ukuran kekentalan fluida. Fluida yang memiliki koefisien viskositas akan mengalami gaya gesek sebesar $F_s = 6\pi\eta r v$.
5. Pada saat benda bergerak dengan kecepatan terminal, pada benda tersebut bekerja tiga buah gaya, yaitu gaya berat, gaya ke atas yang dikerjakan fluida, dan gaya gesekan fluida.

$$v_r = \frac{2R^2 g}{9\eta} (\rho_b - \rho_f)$$

E-Modul Fluida Statis  *E-Modul Mitigasi Banjir*



made with FLIPHTML5 



TES FORMATIF 3

- Serangga dapat berdiri di atas permukaan air akibat adanya...
 - Gaya Newton.
 - Gaya Pascal.
 - Gaya Archimedes.
 - Tegangan Permukaan.
 - Gaya Regang.
- Contoh kapilaritas dalam kehidupan sehari-hari, kecuali...
 - Naiknya air dan tanah menuju daun pada tumbuhan.
 - Meresapnya air pada kain yang direndam.
 - Naiknya air pada pipet saat disedot.
 - Naiknya minyak pada sumbu kompor dan obor minyak tanah.
 - Naiknya air pada dinding rumah sehingga dinding rumah basah.
- Itik dan angsa bisa berenang dan terapung di atas permukaanair karena bulu-bulu tidak basah oleh air. Namun apabila air dicampur dengan detergen, bulu-bulu itik dan angsa tersebut akan basahsehingga bisa menjadikan hewan tersebut tenggelam, hal tersebut dikarenakan ...
 - Tegangan permukaan air yang bertambah.
 - Tegangan permukaan air yang mengecil.
 - Massa jenis air bertambah.
 - Massa jenis air berkurang.
 - Luas air bertambah.
- Gaya gesek yang dialami oleh bola yang jatuh ke dalam fluida dipengaruhi oleh:
 - (1) Koefisien viskositas
 - (2) Jari-jari bola
 - (3) Kelajuan bola
 - (4) Suhu
 Pernyataan berikut yang benar adalah...
 - a. 1 dan 4
 - b. 2 dan 3
 - c. 2 saja
 - d. 1, 2, dan 3

E-Modul Fluida Statis  *E-Modul Mitigasi Banjir*

made with FLIPHTML5

5. Sebatang jarum dengan massa M dan panjang L diletakkan perlahan-lahan di atas permukaan air, jika tegangan permukaan adalah γ , massa jarum maksimum agar tak tenggelam adalah...

- $\frac{2\gamma L}{g}$
- $\frac{\gamma L}{g}$
- $\frac{\gamma L \sqrt{2}}{g}$
- $\frac{\gamma L}{2g}$
- $\frac{2\gamma g}{L}$

6. Seekor serangga jatuh ke dalam permukaan air hingga terapung. Serangga tersebut memiliki panjang 5 cm dan massa serangga tersebut 10 gram, maka besar tegangan permukaan air adalah... (percepatan gravitasi 10 m/s^2)

- 0,7 N/m
- 1,0 N/m
- 10,0 N/m
- 15,0 N/m
- 20,0 N/m

7. Sebuah kelereng yang berjari-jari 7 cm bergerak dengan kecepatan 10 m/s di dalam fluida dengan koefisien kekentalan $2,4 \times 10^{-3}$. Berapakah besar gaya gesek yang dialami kelereng tersebut...

- 0,024 N.
- 0,044 N.
- 0,124 N.
- 0,164 N.
- 0,224 N.

8. Jari-jari pembuluh xylem pada pohon mangga adalah $2,5 \times 10^{-5}$ m. Jika tegangan permukaan air $72,8 \times 10^{-3}$ N/m, sudut kontak 0° maka tinggi kenaikan air pada pembuluh akibat adanya kapilaritas adalah.. ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

- 1,6482 m
- 1,8482 m
- 0,5842 m

E-Modul Fluida Statis 52 *E-Modul Mitigasi Banjir*



- d. 0,4842 m
e. 0,2882 m
9. Sebuah pipa kapiler memiliki diameter 0,10 mm dimasukan ke dalam air dengan sudut kontak 45° . Jika tegangan permukaannya sebesar $0,04 \text{ N/m}$ maka tinggi air pada pipa kapiler adalah... ($\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$)
- a. $11,3 \times 10^3 \text{ N/m}$
b. $11,3 \times 10^2 \text{ N/m}$
c. $11,3 \times 10^{-1} \text{ N/m}$
d. $11,3 \times 10^{-2} \text{ N/m}$
e. $11,3 \times 10^{-3} \text{ N/m}$
10. Sebuah logam bergerak vertikal ke bawah dengan kelajuan tetap $0,5 \text{ cm/s}$ didalam suatu fluida yang mempunyai massa jenis 4 gr/cm^3 . Jari-jari bola $0,3 \text{ cm}$ dan massa jenisnya 9 gr/cm^3 . Percepatan gravitasi bumi 10 m/s , maka hitunglah koefisien viskositas fluida tersebut adalah...
- a. $12,5 \text{ N s/m}^2$
b. $18,5 \text{ N s/m}^2$
c. $19,0 \text{ N s/m}^2$
d. $20,0 \text{ N s/m}^2$
e. $22,5 \text{ N s/m}^2$

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 3 yang terdapat dibagian akhir e-modul ini. Kemudian, hitunglah jawaban benar anda menggunakan rumus berikut:

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{jumlah skor yang diperoleh}}{\text{Total skor maksimum}} \times 100\%$$

untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 3.

Arti tingkat penguasaan: 90 - 100% = baik sekali

80 - 89% = baik

70 - 79% = cukup

< 70% = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan e-modul selanjutnya. Namun, jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 3, terutama bagian yang belum anda kuasai.



made with
FLIPHTML5



KUNCI JAWABAN

TES FORMATIF 1

1. c	6. b
2. c	7. b
3. b	8. d
4. a	9. e
5. d	10. a

TES FORMATIF 2

1. b	6. a
2. c	7. d
3. b	8. a
4. e	9. e
5. a	10. c

TES FORMATIF 3

1. d	6. b
2. c	7. a
3. b	8. c
4. e	9. e
5. a	10. d

E-Modul Fluida Statis



E-Modul Mitigasi Banjir





GLOSARIUM

1. Bencana: Suatu peristiwa alam yang mengakibatkan dampak besar bagi populasi manusia.
2. Gaya Adhesi: Gaya tarik-menarik antar molekul yang tidak sejenis.
3. Gaya Apung: Gaya ke atas yang dikerjakan oleh fluida yang melawan berat dari benda yang direndam
4. Gaya Berat: Gaya yang disebabkan oleh gravitasi yang berkaitan dengan massa benda tersebut.
5. Gaya Gesek: Gaya yang berarah melawan gerak benda atau arah kecenderungan benda bergerak.
6. Gaya Kohesi: Gaya tarik-menarik antar molekul yang sama.
7. Gejala Meniskus: Kelengkungan permukaan suatu zat cair dalam sebuah tabung/wadah.
8. Hidrostatis: Tekanan yang diberikan zat cair (fluida) pada kesetimbangan karena pengaruh gaya gravitasi.
9. Hukum Archimedes: Suatu benda yang tercelup sebagian atau seluruhnya di dalam zat cair akan mengalami gaya apung yang besarnya sama dengan berat zat cair yang dipindahkan.
10. Hukum Pascal: Hukum yang menjelaskan bahwa tekanan yang diberikan pada zat cair dalam suatu ruang tertutup akan diteruskan oleh zat cair itu ke segala arah dengan sama kuat.
11. Hukum Stokes: Peristiwa benda dijatuhkan dalam fluida dan terlibat beberapa gaya diantaranya yaitu gaya gesek fluida gaya berat dan gaya tekan ke atas.
12. Kermampatan: ukuran perubahan volume relatif dari fluida atau padatan sebagai tanggapan terhadap perubahan tekanan.
13. Mitigasi: Segala upaya untuk mengurangi adanya resiko bencana.
14. Sudut kontak: Sudut permukaan zat padat dengan gradien bidang permukaan zat cair.
15. Tegangan Permukaan: Gaya atau tarikan ke bawah yang menyebabkan permukaan cairan berkontraksi dan benda dalam keadaan tegang.
16. Viskositas: Ukuran kekentalan fluida.



made with
FLIPHTML5




DAFTAR PUSTAKA

Abdullah, Mikrajuddin. 2016. *Fisika Dasar I*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.

Alinti, N. (2019). Tinjauan Rumah Pompa sebagai Salah Satu Pengendalian Banjir di Kota Gorontalo. *Jurnal Peradaban SAINS, Rekayasa dan Teknologi*, 108-117.

Azhari, T. R., & Anwar, S. (2019). Analisis Curah Hujan untuk Peramalan Banjir di Wilayah Cirebon. *Jurnal Konstruksi*, 510-519.

BNPB. 2017. *Tanggap Tangkas Tangguh Menghadapi Bencana*. Jakarta: Graha BNPB

Halliday, Resnick, & Walker. 2010. *Fisika Dasar*. Edisi 7 Jilid 1. Jakarta: Erlangga.

Handayani, Sri, Damari, Ari. 2009. *Fisika 2 untuk SMA dan MA Kelas XI*. Jakarta: Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional.

Jewet, Serway. 2009. *Fisika untuk Sains dan Teknik Buku 1 Edisi 6*. Jakarta: Salemba Teknika.

KBBI Daring (2020). Kamus Besar Bahasa Indonesia Daring. Kemendikbud. <https://kbbi.kemdikbud.go.id/>

Munson, Bruce R., Young, Donald F., Okiishi, Theodore H. 2003. *Mekanika Fluida Edisi Keempat*. Jakarta: Erlangga.

Nurachmadani, S. (2009). *Fisika 2 untuk SMA/MA Kelas XI*. Jakarta: Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional.

Ongga, P., Sanwaty, Y., Rondonuwu, F. S., & Kristiyanto, W. H. (2009). Konsepsi Mahasiswa tentang Tekanan Hidrostatik. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan, dan Penerapan MIPA*, (pp. 181-185). Yogyakarta.

Rosandi, A. K. (2019). Pembelajaran Kapilaritas terhadap Pertumbuhan Tanaman untuk Melatih Kreativitas Anak Usia Dini. *Journal of Early Childhood Islamic Education*, 88-112.

Rosyid, M.F., Firmansyah, E., Prabowo, Y.D. (2014). *Fisika Dasar Jilid 1: Mekanika*. Yogyakarta: Penerbit Perluok.

Widodo, T. (2009). *Fisika untuk SMA/MA*. Jakarta: Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional.

Zainuri, Imam. 2006. *Tips & Trik Fisika*. Jakarta: Erlangga.

E-Modul Fluida Statis

56

E-Modul Mitigasi Banjir

☰
⦿
🔍
🔖
🔍
⋮

made with
FLIPHTML5






BIODATA PENULIS

Nama : Fidella Salsabila
 TTL : Semarang, 10 Mei 1999
 Alamat : Jl. Syuhada Raya RT.05/RW.22,
 Kec. Pedurungan, Kota Semarang.
 IG : fidellasalsabila



Jenjang Pendidikan:

1. SD N TLOGOSARI WETAN 01 LULUS 2011
2. SMP N 4 KOTA SEMARANG LULUS 2014
3. SMA N 10 KOTA SEMARANG LULUS 2017

Penulis merupakan salah satu mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika UIN Walisongo angkatan 2017. Penulis menyusun e-modul ini sebagai tugas akhir, guna menyelesaikan pendidikannya di UIN Walisongo Semarang. Terimakasih dan permintaan maaf penulis sampaikan kepada para pembaca. Pengembangan e-modul ini diharapkan dapat membantu proses pembelajaran fisika yang lebih berorientasi kepada lingkungan dan alam.

E-Modul Fluida Statis

57

E-Modul Mitigasi Banjir















RIWAYAT HIDUP

A. Identitas Diri

1. Nama Lengkap : Fidella Salsabila
2. Tempat & Tgl. Lahir : Semarang, 10 Mei 1999
3. Alamat Rumah : Jl. Syuhada Raya RT.05/22,
Kec. Pedurungan, Kel.
Tlogosari Kulon, Semarang.
4. HP : 087792860560
5. E-mail : fidellasalsabilla@gmail.com

B. Riwayat Pendidikan

1. SMA Negeri 10 Semarang Lulus 2017
2. SMP Negeri 4 Semarang Lulus 2014
3. SD Negeri Tlogosari Wetan 01 Lulus 2011
4. TK Islam As-Syuhada Lulus 2005

C. Prestasi Akademik

1. Juara III Lomba Drama Radio SMP sekota Semarang (2013)

D. Karya Ilmiah

-

Semarang, 16 Desember 2021



Fidella Salsabila
NIM : 1708066059