



**IDENTIFIKASI BESARAN FISIS FLUIDA PADA ALIRAN IRIGASI  
DAERAH JENGGAWAH JEMBER SEBAGAI E-SUPLEMEN  
BAHAN AJAR FISIKA**

**SKRIPSI**

**Oleh:  
Dwi Lestari  
NIM 150210102102**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA  
JURUSAN PENDIDIKAN MIPA  
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
2019**



**IDENTIFIKASI BESARAN FISIS FLUIDA PADA ALIRAN IRIGASI  
DAERAH JENGGAWAH JEMBER SEBAGAI E-SUPLEMEN  
BAHAN AJAR FISIKA**

**SKRIPSI**

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Pendidikan Fisika (S1) dan mencapai gelar Sarjana Pendidikan

**Oleh:  
Dwi Lestari  
NIM 150210102102**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA  
JURUSAN PENDIDIKAN MIPA  
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
2019**

## PERSEMBAHAN

Dengan menyebut nama Allah SWT yang Maha pengasih dan Maha Penyayang, serta mengucapkan sholawat dan salam kepada Nabi Muhammad SAW, skripsi ini saya persembahkan kepada:

1. Kedua orang tua yang saya sayangi, Bapak Surahman dan Ibu Lilik, terimakasih atas segala do'a, untaian dzikir, kasih sayang, motivasi, masihat, serta pengorbanan yang diberikan kepada saya selama ini;
2. Guru-guru saya sejak Taman Kanak-kanak sampai Perguruan Tinggi, terimakasih telah memberi ilmu serta bimbingan dengan penuh kesabaran dan keikhlasan;
3. Almamater yang saya banggakan, Program Studi Pendidikan Fisika Jurusan Pendidikan MIPA Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

**MOTTO**

*“Baginya (manusia) ada malaikat-malaikat yang selalu menjaganya bergiliran, dari depan dan belakangnya. Mereka menjaganya atas perintah Allah. Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah nasib suatu kaum hingga mereka mengubah diri mereka sendiri. Dan apabila Allah menghendaki keburukan suatu kaum, maka tak ada yang menolaknya dan tidak ada yang dapat menolaknya dan tidak ada pelindung bagi mereka selain Dia”. (QS. Ar-Ra’d: 11)\**



---

<sup>\*)</sup> Lajnah Pentashih Mushaf Al-Qur'an Departemen Agama RI. 2009. *Mushaf Lafziyyah Al-Huda Al-Qur'an Terjemah Per Kata*. Depok: Al-Huda Kelompok Gema Insani.

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dwi Lestari

NIM : 150210102102

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Identifikasi Besaran Fisis Fluida pada Aliran Irigasi Daerah Jenggawah Jember sebagai E-Suplemen Bahan Ajar Fisika” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 04 April 2019

Yang menyatakan,

Dwi Lestari

NIM 150210102102

**SKRIPSI**

**IDENTIFIKASI BESARAN FISIS FLUIDA PADA ALIRAN IRIGASI  
DAERAH JENGGAWAH JEMBER SEBAGAI E-SUPLEMEN  
BAHAN AJAR FISIKA**

Oleh:

Dwi Lestari

NIM. 150210102102

Pembimbing

Pembimbing Utama : Drs. Albertus Djoko Lesmono, M. Si.

Pembimbing Anggota : Drs. Maryani, M. Pd.

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul “Identifikasi Besaran Fisis Fluida pada Aliran Irigasi Daerah Jenggawah Jember sebagai E-Suplemen Bahan Ajar Fisika” karya Dwi Lestari telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal : Jum’at, 05 April 2019

tempat : Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Tim Penguji

Ketua,

Sekretaris,

Drs. Albertus Djoko Lesmono, M. Si.  
NIP. 19641230 199302 1 001

Drs. Maryani, M. Pd.  
NIP. 19640707 198902 1 002

Anggota I,

Anggota II,

Prof. Dr. Sutarto, M. Pd.  
NIP. 19580526 198503 1 001

Drs. Subiki, M. Kes.  
NIP. 19630725 199402 1 001

Mengesahkan  
Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan  
Universitas Jember,

Prof. Drs. Dafik, M. Sc., Ph. D.  
NIP. 19680802 199303 1 004

## RINGKASAN

**IDENTIFIKASI BESARAN FISIS FLUIDA PADA ALIRAN IRIGASI DAERAH JENGGAWAH JEMBER SEBAGAI E-SUPLEMEN BAHAN AJAR FISIKA**; Dwi Lestari; 150210102102; 2019; 40 Halaman; Jurusan Pendidikan MIPA Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

Fisika merupakan ilmu yang melekat dengan kehidupan sehari-hari karena materi yang dipelajarinya sangat erat kaitannya dengan fenomena-fenomena yang terjadi. Pembelajaran fisika selama ini terkesan monoton dan kurang menarik minat dan keinginan belajar siswa. Siswa hanya menghafalkan rumus-rumus tanpa memahami arti fisis yang sebenarnya sehingga aktivitas dan rata-rata hasil belajar siswa masih cenderung rendah. Di sisi lain, pembelajaran materi fluida dinamis yang merupakan salah satu materi yang dipelajari dalam fisika di kelas umumnya masih dilakukan melalui cerita dan gambar diam, dan jarang menghadirkan fenomena kontekstual. Sehingga dibutuhkan juga bahan ajar kontekstual yang dapat membuat siswa tertarik dalam mengikuti pembelajaran dan dapat mengetahui penerapan fluida dinamis dalam kehidupan sehari-hari dan menggunakan data yang real. Salah satu contoh penerapan fluida dinamis dalam kehidupan sehari-hari yaitu irigasi.

Jenis penelitian yang dilakukan yaitu penelitian deskriptif. Penelitian dilakukan untuk mengidentifikasi tentang besaran fisis fluida pada aliran Irigasi daerah Jember untuk suplemen bahan ajar elektronik (e-suplemen bahan ajar) pada pembelajaran fisika di SMA. Pengumpulan data pada penelitian ini yaitu melalui penelitian langsung di lapangan dan pengolahan data untuk bahan pada e-suplemen bahan ajar. Selain melakukan pengukuran langsung, dilakukan juga pengamatan jenis aliran air pada sungai, serta data rata-rata debit pada aliran irigasi daerah Jenggawah selama satu tahun dari UPT Pengairan Jenggawah.

Hasil identifikasi besaran fisis fluida terkait dengan hubungan luas penampang terhadap kecepatan aliran menunjukkan adanya perbedaan luas penampang yang menyebabkan perbedaan kecepatan aliran pada tiap penampang. Pada penampang A dengan luas penampang  $1,081 \text{ m}^2$  dengan tiga kali

pengukuran memiliki rata-rata kecepatannya adalah 0,189 m/s. Penampang kedua yang diukur yaitu penampang B yang memiliki luas penampang 0,306 m<sup>2</sup> dengan tiga kali pengukuran memiliki rata-rata kecepatannya adalah 0,23 m/s. Penampang ketiga yang diukur yaitu penampang C yang memiliki luas penampang 0,156 m<sup>2</sup> dengan tiga kali pengukuran memiliki rata-rata kecepatannya adalah 0,5 m/s. Debit aliran pada penampang A dilakukan tiga kali pengukuran dengan rata-rata debitnya yaitu 0,204 m<sup>3</sup>/s. Pada penampang B juga dilakukan pengukuran sebanyak tiga kali dengan rata-rata debitnya yaitu 0,07 m<sup>3</sup>/s. Pada penampang C juga dilakukan pengukuran sebanyak tiga kali dengan rata-rata debitnya yaitu 0,078 m<sup>3</sup>/s. Penelitian yang dilakukan pada irigasi daerah Jenggawah Kabupaten Jember tidak hanya mengukur kecepatan aliran dan debit, tetapi dilakukan juga penelitian tentang jenis alirannya. Setelah melakukan penelitian secara langsung pada aliran irigasi daerah Jenggawah Kabupaten Jember, dilakukan juga pengambilan data rata-rata debit aliran irigasi daerah Jenggawah kabupaten Jember pada UPT Pengairan Jenggawah selama satu tahun yang pengukurannya dilakukan 10-11 hari sekali tiap periode.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dan pembahasan yang telah diuraikan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut: 1) kecepatan aliran berbanding terbalik dengan luas penampang irigasi, semakin besar luas penampang maka semakin kecil kecepatannya, begitu juga sebaliknya, hal itu sesuai dengan hukum kontinuitas; 2) ada dua jenis aliran pada irigasi daerah Jenggawah Kabupaten Jember yaitu laminar dan turbulen; 3) rata-rata debit dan suplai/ tambahan air pada aliran irigasi daerah Jenggawah Jember berbeda-beda sesuai dengan kebutuhan air untuk mengalir sawah; 4) rancangan suplemen bahan ajar elektronik (e-suplemen) kontekstual fluida dinamis berisi materi, contoh soal, dan latihan soal tentang kecepatan aliran dan debit, asas kontinuitas, jenis aliran, dan video pembelajaran tentang cara mencari kecepatan aliran dan debit pada aliran irigasi.

## PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT. atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Identifikasi Besaran Fisis Fluida pada Aliran Irigasi Daerah Jenggawah Jember sebagai E-Suplemen Bahan Ajar Fisika”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Program Studi Pendidikan Fisika, Jurusan Pendidikan MIPA, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

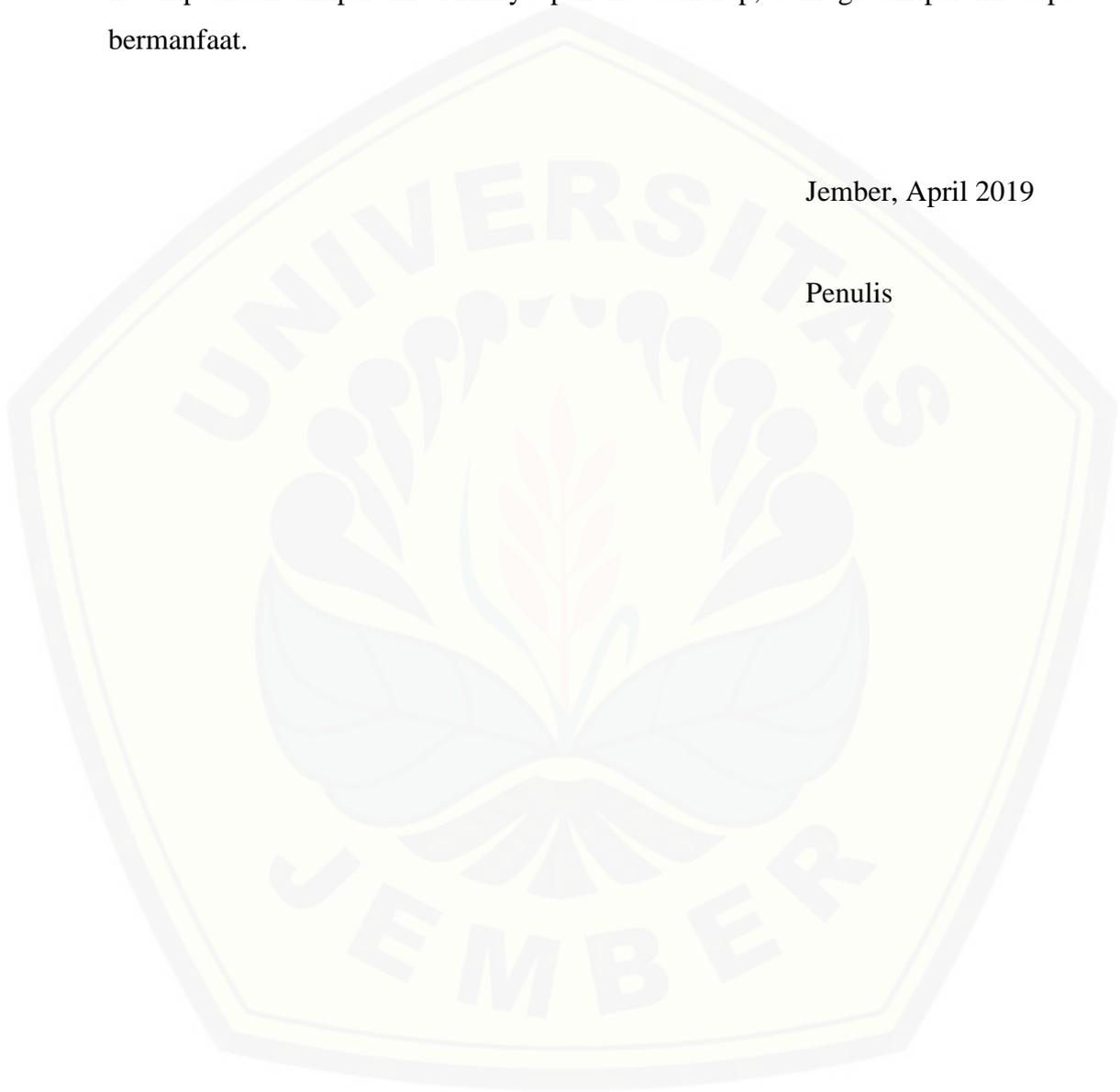
1. Prof. Drs. Dafik, M.Sc., Ph. D., selaku Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember yang telah memberikan fasilitas dan kemudahan dalam penyusunan skripsi ini;
2. Dr. Dwi Wahyuni, M. Kes. selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA FKIP universitas Jember yang telah memfasilitasi dalam pengajuan ujian skripsi;
3. Drs. Bambang Supriadi, M.Sc. selaku Ketua Program studi Pendidikan Fisika FKIP Universitas Jember yang telah meluangkan waktu demi kelancaran penyusunan skripsi ini;
4. Drs. Albertus Djoko Lesmono, M. Si. selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam penulisan skripsi ini;
5. Drs. Maryani, M. Pd. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam penulisan skripsi ini;
6. Prof. Dr. Sutarto, M. Pd selaku Dosen Penguji Utama sekaligus validator, dan Drs. Subiki, M. Kes. selaku Dosen Penguji Anggota sekaligus validator yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam pengujian skripsi ini;
7. Semua dosen FKIP Pendidikan Fisika, atas semua ilmu yang telah diberikan selama menjadi mahasiswa Pendidikan Fisika;
8. Bapak dan teman-teman serta pegawai UPT Pengairan yang telah membantu penelitian; Bapak, Mas Nurul Hidayat, Mbak Eka Wiji Winarti, Mbak Endah Sasi Ginanti, Sisilya, Sofi, Anjas, Bapak Agus, dan Bapak Maryono

9. Keluarga besar Program Studi Pendidikan Fisika 2015 Universitas Jember yang telah memberikan do'a, semangat, motivasi dan kenangan terindah;

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, April 2019

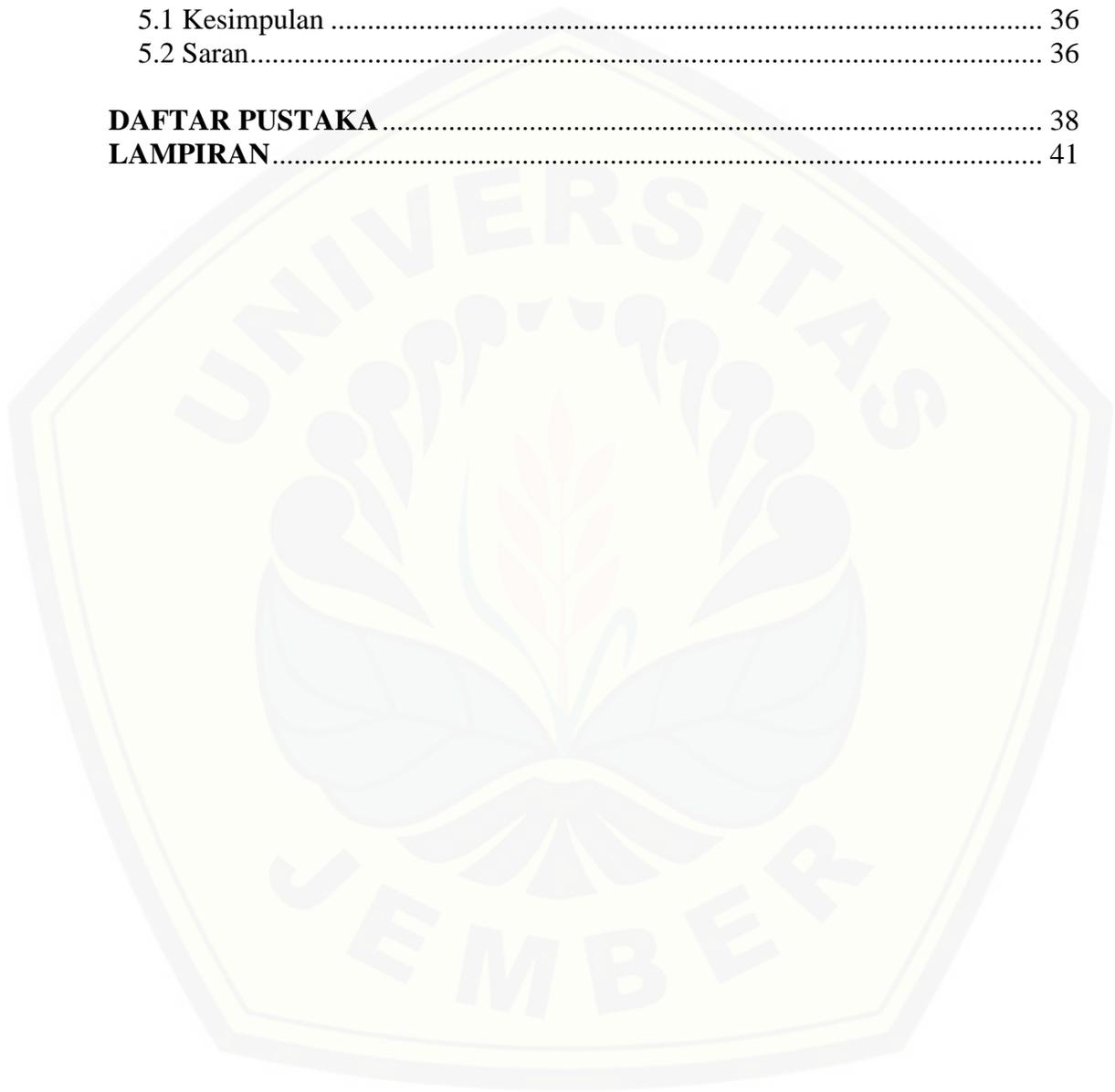
Penulis



**DAFTAR ISI**

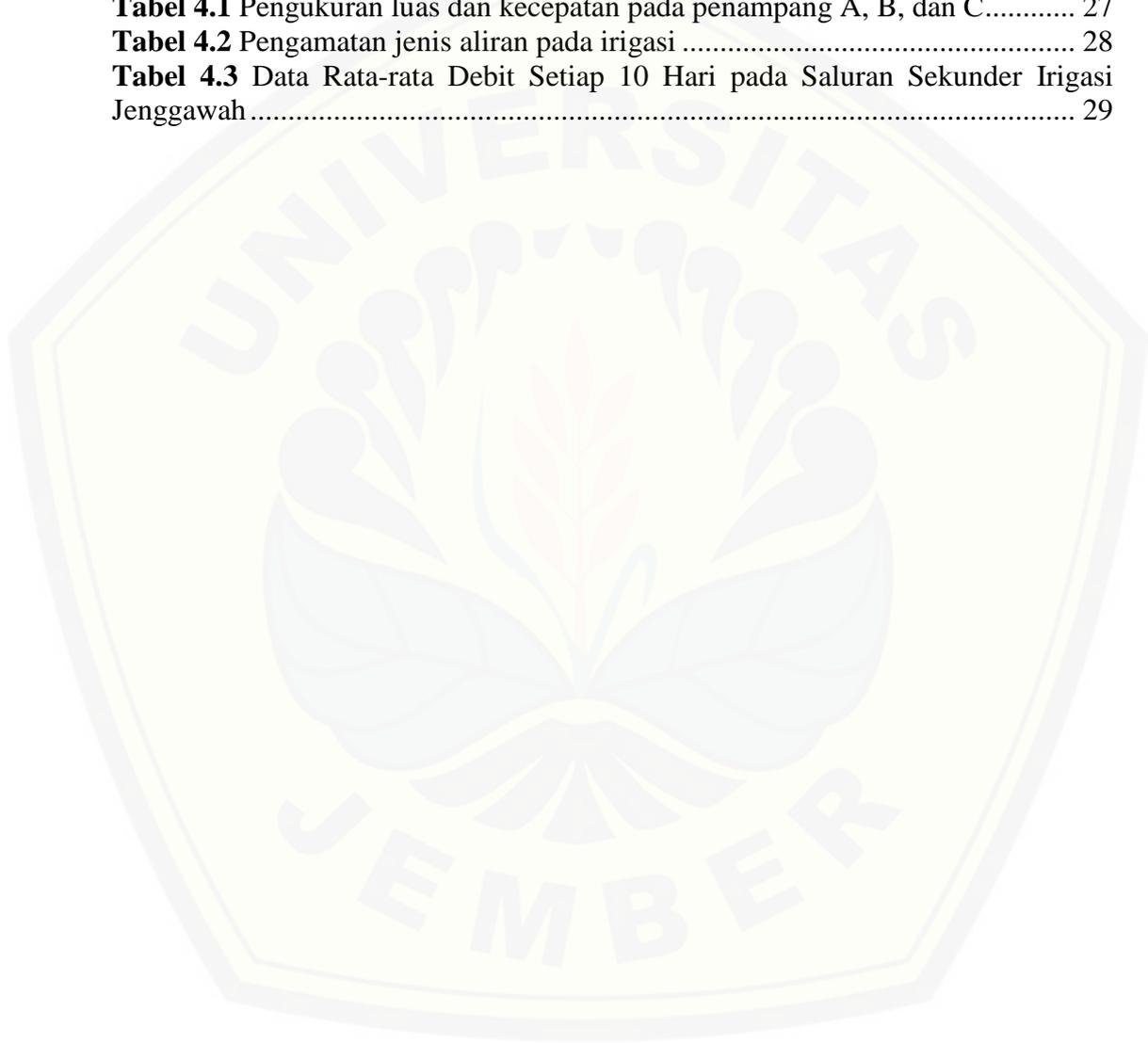
	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	ii
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	iii
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	iv
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	v
<b>HALAMAN PEMBIMBING</b> .....	vi
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	vii
<b>RINGKASAN</b> .....	viii
<b>PRAKATA</b> .....	x
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xv
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xvi
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	5
1.3 Tujuan Penelitian .....	5
1.4 Manfaat Penelitian .....	5
1.5 Batasan Penelitian .....	6
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	7
2.1 Fluida Dinamis .....	7
2.1.1 Aliran pada Fluida.....	7
2.1.2 Laju Aliran .....	9
2.1.3 Debit.....	9
2.1.4 Persamaan Kontinuitas.....	11
2.1.5 Persamaan Bernoulli .....	12
2.2 Irigasi .....	13
2.3 Suplemen Bahan Ajar Elektronik (E-Suplemen Bahan Ajar).....	15
2.4 Rancangan E-Suplemen Bahan Ajar Kontekstual SMA Materi Fluida Dinamis .....	17
<b>BAB 3. METODELOGI PENELITIAN</b> .....	19
3.1 Jenis Penelitian.....	19
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian .....	19
3.2.1 Tempat Penelitian.....	19
3.2.2 Waktu Penelitian .....	19
3.3 Definisi Operasional Variabel.....	19
3.4 Alur Penelitian .....	20
3.5 Metode Pengumpulan Data .....	21
3.6 Teknik Pengumpulan Data .....	22
3.6.1 Alat dan Bahan.....	22
3.6.2 Langkah Pengukuran.....	23
3.7 Teknik Analisis Data.....	24

3.8 Desain E-Suplemen Bahan Ajar.....	26
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	27
4.1 Data Hasil Penelitian.....	27
4.2 Data Debit Aliran Irigasi Selama 1 Tahun.....	29
4.3 Pembahasan.....	31
<b>BAB 5. PENUTUP</b> .....	36
5.1 Kesimpulan .....	36
5.2 Saran.....	36
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	38
<b>LAMPIRAN</b> .....	41



**DAFTAR TABEL**

	Halaman
<b>Tabel 2.1</b> Perbedaan karakteristik antara buku teks dan buku suplemen.....	17
<b>Tabel 3.1</b> Pengukuran luas dan kecepatan pada penampang A, B, dan C.....	24
<b>Tabel 3.2</b> Pengamatan jenis aliran pada irigasi .....	25
<b>Tabel 4.1</b> Pengukuran luas dan kecepatan pada penampang A, B, dan C.....	27
<b>Tabel 4.2</b> Pengamatan jenis aliran pada irigasi .....	28
<b>Tabel 4.3</b> Data Rata-rata Debit Setiap 10 Hari pada Saluran Sekunder Irigasi Jenggawah.....	29

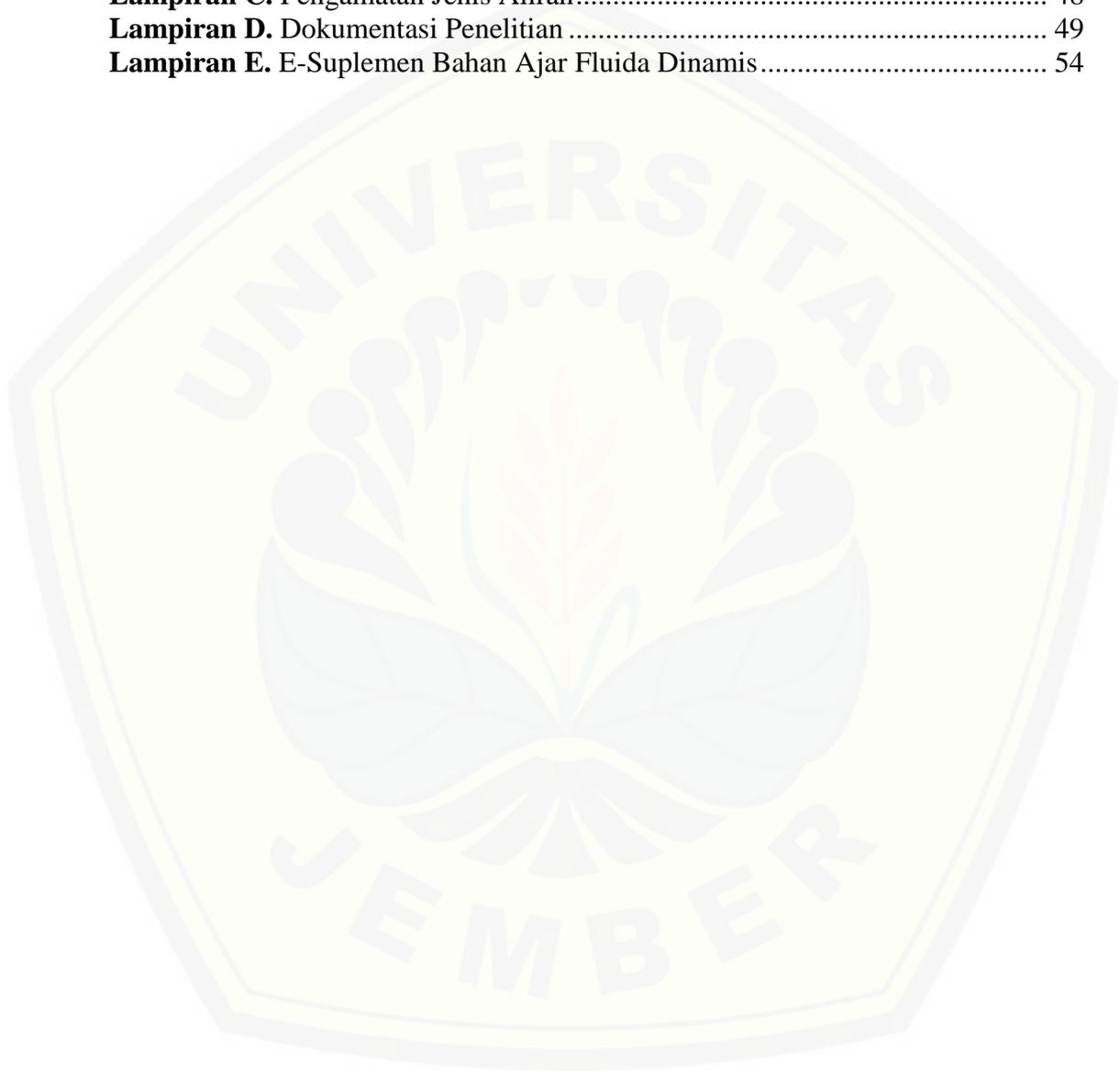


DAFTAR GAMBAR

	Halaman
<b>Gambar 2.1</b> (a) Aliran arus laminar, (b) aliran turbulen.....	8
<b>Gambar 2.2</b> Selama selang waktu $\Delta t$ , elemen dalam fluida berpindah sejauh $\Delta x$	9
<b>Gambar 2.3</b> Elemen fluida berupa silinder .....	9
<b>Gambar 2.4</b> Aliran fluida pada pipa dengan luas penampang berbeda .....	11
<b>Gambar 2.5</b> Aliran fluida.....	12
<b>Gambar 3.1</b> Bagan alur penelitian .....	20
<b>Gambar 3.2</b> Ilustrasi pengukuran kecepatan aliran dan debit air sungai .....	24
<b>Gambar 3.3</b> Ilustrasi pengamatan jenis aliran air pada sungai .....	24
<b>Gambar 3.4</b> Desain E-Suplemen Bahan Ajar Kontekstual.....	26

**DAFTAR LAMPIRAN**

	Halaman
<b>Lampiran A.</b> Matrik Penelitian.....	41
<b>Lampiran B.</b> Perhitungan Kecepatan dan Debit pada Aliran Irigasi.....	42
<b>Lampiran C.</b> Pengamatan Jenis Aliran.....	48
<b>Lampiran D.</b> Dokumentasi Penelitian.....	49
<b>Lampiran E.</b> E-Suplemen Bahan Ajar Fluida Dinamis.....	54



## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Fisika merupakan ilmu yang melekat dengan kehidupan sehari-hari karena materi yang dipelajarinya sangat erat kaitannya dengan fenomena-fenomena yang terjadi. Walaupun demikian, tidak banyak orang mengatakan bahwa fisika itu mudah. Bahkan banyak siswa yang mengatakan bahwa fisika itu menyeramkan karena berputar dengan rumus dan memerlukan daya ingat yang kuat untuk menganalisis dalam penggunaan rumusnya (Pebriyanti, dkk., 2017). Pembelajaran yang berkualitas memerlukan suatu perangkat pembelajaran yang dapat membantu siswa memahami dan menguasai materi Fisika dengan baik. Implikasi dari pernyataan tersebut adalah agar guru dapat mengajar dengan baik, maka guru harus mempersiapkan perangkat pembelajaran sebelum kegiatan belajar mengajar dimulai. Dengan demikian, perangkat pembelajaran memegang peranan penting dalam kesuksesan proses pembelajaran guna mendukung kelancaran dalam kegiatan belajar mengajar (Ayuningtyas, 2015).

Pembelajaran fisika selama ini terkesan monoton dan kurang menarik minat dan keinginan belajar siswa karena pada pembelajaran fisika terbentuk suatu pengelompokan atau model pembelajaran kooperatif hanya pada saat kegiatan praktikum saja. Hal ini dikarenakan kebanyakan guru berasumsi bahwa kegiatan pengelompokan tanpa praktikum dirasa kurang efektif. Oleh karena itu siswa hanya menghafalkan rumus-rumus tanpa memahami arti fisis yang sebenarnya sehingga aktivitas dan rata-rata hasil belajar siswa masih cenderung rendah. Adapun yang menyebabkan hal itu terjadi, diantaranya adalah proses pembelajaran yang berpusat pada guru, kurangnya variasi model dan pendekatan serta media yang digunakan dalam proses pembelajaran (Rofiqoh, dkk., 2015).

Rendahnya kualitas pendidikan pada skala mikro dapat dilihat dari rendahnya perolehan nilai ujian siswa yang merupakan indikator pencapaian hasil belajar. Salah satu mata pelajaran yang termasuk kategori rendah adalah fisika, Tinggi rendahnya hasil belajar fisika siswa disebabkan oleh beberapa faktor, baik

faktor yang berasal dari dalam maupun faktor yang berasal dari luar diri siswa. Rendahnya hasil belajar ini diduga karena pendekatan pembelajaran yang digunakan oleh guru pada proses pembelajaran sangat kurang tepat dan pengelolaan kegiatan pembelajaran yang masih belum dapat membangkitkan motivasi belajar siswa secara optimal (Gumrowi, 2016). Melihat dari kondisi atau fakta di lapangan menjadikan tidak terpenuhinya kompetensi dan tujuan pembelajaran yang diharapkan. Selain itu, kurangnya kesempatan untuk siswa memiliki pengalaman belajar yang nyata dan aktif melalui kegiatan praktikum khususnya pada materi fluida dinamis (Alfiyah *et al*, 2016).

Paradigma baru dalam pembelajaran sains yang kreatif dan inovatif adalah pembelajaran sains yang tidak hanya memberikan penjelasan berupa konsep-konsep, rumus, hukum-hukum serta pengetahuan verbal. Namun memberikan pengalaman-pengalaman yang berhubungan dengan kehidupan sehari-hari siswa, sehingga pembelajaran siswa lebih bermakna dan menyenangkan seperti yang diharapkan siswa. Di sisi lain, pembelajaran materi fluida dinamis yang merupakan salah satu materi yang dipelajari dalam fisika di kelas umumnya masih dilakukan melalui cerita dan gambar diam, dan jarang menghadirkan fenomena kontekstual. Hasil angket pra penelitian juga menyatakan bahwa 44% siswa menganggap materi fluida sebagai materi fisika yang sulit, sedangkan sisanya adalah materi bunyi, cahaya, gaya, dan listrik (Humairoh dan Wasis, 2015). Berdasarkan hasil tes aspek kognitif yang dilakukan Sabariasih, dkk., (2015) materi Fluida Dinamis kelas XI MIA 4 SMA Negeri 6 Surakarta diperoleh data bahwa siswa kelas XI MIA 4 yang belum mencapai KKM sebanyak 100%. Rendahnya ketercapaian KKM pada materi Fluida Dinamis merupakan salah satu indikator bahwa Fluida Dinamis merupakan materi yang cukup sulit.

Konsep fluida dinamis adalah konsep yang ada di dunia nyata siswa, tetapi objek pada materi fluida dinamis tidak bisa atau sukar dihadirkan langsung di dalam kelas, contohnya aliran air pada sungai. Sehingga diperlukan model atau metode pembelajaran yang mengantarkan siswa dari pengalaman sehari-hari ke materi fisika. Model *Contextual Teaching and Learning* (CTL) adalah konsep

belajar yang membantu guru mengaitkan antara materi yang diajarkan dengan situasi dunia nyata siswa dan mendorong siswa membuat hubungan antara pengetahuan yang dimilikinya dengan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari (Trianto, 2009). Selain itu, dibutuhkan juga bahan ajar kontekstual yang dapat membuat siswa tertarik dalam mengikuti pembelajaran dan dapat mengetahui penerapan fluida dinamis dalam kehidupan sehari-hari.

Salah satu contoh penerapan fluida dinamis dalam kehidupan sehari-hari yaitu sungai. Sungai adalah suatu saluran drainase yang terbentuk secara alamiah. Akan tetapi disamping fungsinya sebagai saluran drainase dan dengan adanya aliran air di dalamnya, sungai menggerus tanah dasarnya secara terus-menerus sepanjang masa eksistensinya dan terbentuklah lembah-lembah. Pada definisi lain, alur sungai adalah suatu alur yang panjang di atas permukaan bumi tempat mengalirnya air yang berasal dari hujan. Bagian yang senantiasa tersentuh aliran air ini disebut aliran air. Dan perpaduan antara alur sungai dan aliran air di dalamnya disebut sungai. Aliran air sungai merupakan suatu proses yang cukup kompleks. Air bergerak turun melalui kanal sungai karena pengaruh gaya gravitasi. Kecepatan aliran meningkat sesuai dengan kelerengan atau kemiringan sungai. Aliran air tidak saja lurus tetapi dapat pula acak (turbulent) (Putra, 2014). Menurut Norhadi, dkk., (2015) kecepatan aliran sungai pada satu penampang saluran tidak sama, kecepatan aliran sungai ditentukan oleh bentuk aliran, geometri saluran dan factor-faktor lainnya. Kecepatan aliran sungai diperoleh dari rata-rata kecepatan aliran pada tiap bagian penampang sungai tersebut.

Penelitian ini memilih irigasi karena pada irigasi memiliki lebar sungai yang batasnya jelas sehingga memudahkan untuk mencari luas penampang, selain itu ada banyak irigasi di daerah Kabupaten Jember, hal itu memudahkan melakukan penelitian. Sungai irigasi banyak dibangun karena untuk mengairi persawahan sehingga kebutuhan air untuk persawahan dapat tercukupi. Menurut Hakim, dkk., (2016) menyatakan bahwa sistem irigasi di Indonesia di kembangkan untuk mengairi pesawahan, walaupun tidak semua pesawahan yang ada sekarang ini di layani oleh sistem Irigasi, pesawahan itu sendiri di kembangkan secara bertahap sejalan dengan kemampuan masyarakat setempat

menangani umpan balik yang berasal dari lingkungan produksi. Dalam perkembangan lebih lanjut dilakukan perataan tanah dan pembuatan pematang-pematang untuk memungkinkan air hujan dapat di tampung lebih lama khususnya untuk budidaya padi, dalam tahap berikutnya mulai di kembangkan Irigasi untuk memberikan air ke lahan memerlukan sebagai pelengkap pemberian air oleh hujan. Oleh sebab itu perlu adanya keseimbangan antara kebutuhan dan ketersediaan air, termasuk kebutuhan air pada Daerah pertanian di mana air yang di ambil dari sungai melalui saluran Irigasi haruslah seimbang dengan jumlah air yang tersedia.

Bahan ajar fisika kontekstual merupakan bahan atau materi pelajaran fisika yang berisikan contoh-contoh kontekstual fisika disusun secara sistematis berdasarkan prinsip-prinsip pembelajaran kontekstual. Pembelajaran kontekstual melibatkan tujuh komponen utama, meliputi: (a) konstruktivisme (*constructivism*); (b) bertanya (*questioning*); (c) menemukan (*inquiry*); (d) masyarakat belajar (*learning community*); (e) pemodelan (*modeling*); (f) refleksi (*reflection*); (g) penilaian yang sebenarnya (*authentic assessment*) (Komalasari, 2014). Keuntungan yang didapat dengan penerapan bahan ajar dalam pembelajaran menurut Santayasa dalam Tampubolon *et al* (2015) adalah sebagai berikut: (1) meningkatkan motivasi siswa; (2) setelah dilakukan evaluasi, guru dan siswa mengetahui benar; (3) siswa mencapai hasil sesuai dengan kemampuannya; (4) bahan pelajaran terbagi lebih merata dalam satu semester, dan (5) pendidikan lebih berdaya guna, karena bahan ajar disusun menurut jenjang akademik. Bahan ajar yang dikembangkan dapat berupa bahan ajar dengan pendekatan kontekstual.

Upaya yang dilakukan untuk meningkatkan hasil belajar dan keaktifan siswa dalam mengikuti pembelajaran pada materi fluida dinamis yaitu dengan membuat pembelajaran di kelas menyenangkan dan kontekstual, sehingga siswa akan tertarik dalam mengikuti pembelajaran dan dapat mengetahui secara langsung penerapan dalam kehidupan sehari-hari. Salah satu solusi atau penyelesaian yang diusahakan yaitu dengan menggunakan bahan ajar yang kontekstual. Berdasarkan uraian di atas, penulis berupaya untuk membuat

rancangan bahan ajar yang kontekstual yang diharapkan dapat meningkatkan hasil belajar, motivasi, dan keaktifan siswa dalam pembelajaran fisika dengan melakukan identifikasi yang berjudul “**Identifikasi Besaran Fisis Fluida pada Aliran Irigasi Daerah Jenggawah Jember sebagai E-Suplemen Bahan Ajar Fisika**”

### **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah yang diajukan adalah sebagai berikut:

- a. Apa sajakah identifikasi besaran fisis fluida pada aliran irigasi di daerah Jenggawah Kabupaten Jember ?
- b. Bagaimana rancangan e-suplemen bahan ajar berdasarkan identifikasi besaran fisis fluida pada aliran irigasi di daerah Jenggawah Kabupaten Jember ?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan penelitian yang diajukan adalah sebagai berikut:

- a. Mengidentifikasi tentang besaran fisis fluida pada aliran irigasi di daerah Jenggawah Kabupaten Jember
- b. Membuat rancangan e-suplemen bahan ajar berdasarkan identifikasi besaran fisis fluida pada aliran irigasi di daerah Jenggawah Kabupaten Jember

### **1.4 Manfaat Penelitian**

Hasil penelitian diharap dapat bermanfaat, antara lain:

- a. Bagi peneliti diharap penelitian ini dapat bermanfaat mengamalkan ilmu ketika kuliah dengan melakukan penelitian dalam rangka menyelesaikan

pendidikan dan memberi pengetahuan kepada peneliti mengenai hasil identifikasi besaran fisis fluida pada aliran irigasi

- b. Bagi guru diharap dapat menjadi acuan mengenai e-suplemen bahan ajar yang kontekstual bagi siswa tentang besaran fisis fluida pada irigasi yang ada di daerah Jenggawah Kabupaten Jember
- c. Bagi peneliti lain, sebagai acuan untuk melakukan penelitian selanjutnya

### **1.5 Batasan Penelitian**

Berdasarkan uraian di atas maka diperlukan batasan masalah agar pengidentifikasi tidak terlalu luas, batasan tersebut adalah sebagai berikut:

- a. Gangguan pada aliran diabaikan
- b. Air dianggap homogen (Aquades dengan  $\rho = 1000 \text{ kg/ m}^3$ )
- c. Sungai yang dipilih adalah irigasi

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

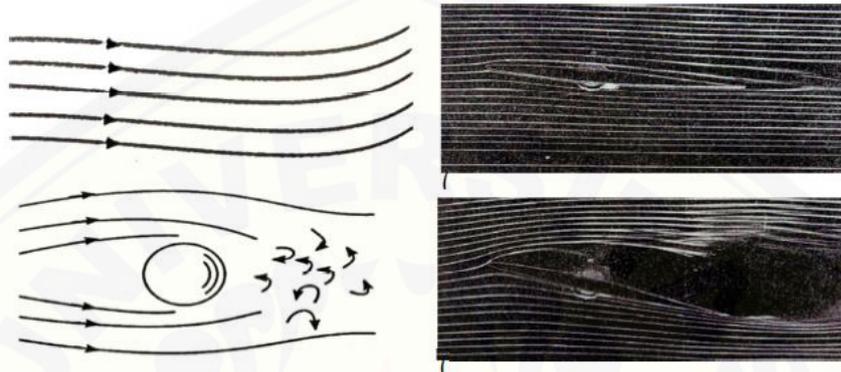
### 2.1 Fluida Dinamis

Fluida adalah zat yang memiliki kemampuan untuk mengalir (Giancoli, 2001: 324). Fluida dikatakan dinamis jika fluida itu bergerak secara terus – menerus terhadap sekitarnya. Fluida yang bergerak sering disebut dinamika fluida atau fluida dinamik. Sifat fluida yang pertama adalah keternampatan, yaitu kemampuan fluida untuk mengalami perubahan volume ketika ditekan (dimampatkan). Hampir semua zat cair tidak dapat dimampatkan. Sifat kedua terkait dengan kekentalan atau viskositas, kekentalan terkait dengan gesekan antar bagian zat alir. Kekentalan terkait dengan gesekan antar bagian fluida. Kekentalan terlihat dampaknya kalau terdapat perbedaan kecepatan antar bagiannya. Air tergolong fluida yang tak kental, sedangkan oli termasuk fluida dengan kekentalan. Fluida yang kental akan lebih sulit mengalir. Itulah sebabnya, kekentalan setara dengan gaya gesekan antar bagian zat alir. Zat alir dikatakan ideal jika zat alir itu tidak kental dan dalam dinamikanya bersifat adiabatik, yakni tidak ada pertukaran bahan atau kalor antar bagiannya maupun dengan lingkungannya. Dalam beberapa kasus, aliran air dapat dipandang sebagai aliran ideal (Rosyid *et al.*, 2014: 299). Gerakan fluida (yaitu cairan atau gas) dikatakan stasioner bila pola gerakannya tidak berubah terhadap waktu. Meskipun kecepatan suatu fluida dengan volume kecil (disebut elemen fluida) dapat berubah bila fluida berubah posisi, kecepatan fluida itu disetiap titik dalam ruang tetap sama. Banyak sekali hal yang berkaitan dengan fluida dinamis dalam kehidupan sehari-hari seperti aliran air di sungai dan aliran pada air terjun. Jadi, selanjutnya akan dibahas tentang fluida dinamis dan aliran air pada irigasi Jenggawah Jember.

#### 2.1.1 Aliran pada Fluida

Aliran fluida dapat dibedakan menjadi dua, yaitu *laminer* dan *turbulen*. Jika aliran tersebut mulus, yaitu lapisan-lapisan yang bersebelahan meluncur satu sama lain dengan mulus, aliran tersebut dikatakan sebagai aliran lurus atau

*laminer*. Pada aliran jenis ini, setiap partikel fluida mengikuti lintasan yang mulus dan lintasan ini tidak saling bersilangan. Di atas laju tertentu, yang bergantung dari beberapa faktor, sebagaimana akan kita lihat kemudian, aliran berubah menjadi turbulen. Aliran turbulen ditandai dengan lingkaran-lingkaran tak menentu, kecil, dan menyerupai pusaran (Giancoli, 2001: 338-339).



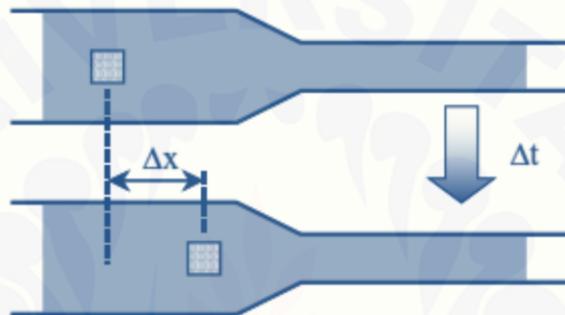
**Gambar 2.1** (a) Aliran arus laminar, (b) aliran turbulen (Sumber: Giancoli, 2001: 339)

Ada juga aliran pada saluran terbuka. Aliran saluran terbuka adalah saluran dimana cairan mengalir dengan permukaan bebas yang terbuka terhadap tekanan atmosfer. Aliran itu disebabkan oleh kemiringan saluran dan permukaan cairannya. Contohnya banyak, baik yang buatan (alur gelontor, alur pelimpah, kanal, bendung, selokan, gorong-gorong), maupun yang ada di alam (air terjun, sungai, kuala, daerah aliran banjir/DAB) (Ranald, 1993: 169). Adanya permukaan bebas yang tekanannya praktis sama dengan tekanan atmosfer sekaligus memudahkan dan menyulitkan analisis. Adanya permukaan bebas itu memudahkan, sebab tekanannya dapat dianggap konstan sepanjang permukaan bebas itu. Berbeda dengan aliran dalam talang tertutup, gradien tekanan tidak penting dalam aliran saluran terbuka, sebab keseimbangan gayanya hanya terbatas pada pengaruh gravitasi dan gesekan. Permukaan bebas itu menyulitkan penganalisisan pada aliran saluran terbuka, karena bentuknya tidak diketahui sebelumnya. Profil kedalaman permukaan bebas berubah-ubah dengan keadaan dan harus ditentukan sebagai bagian dari soal yang harus dipecahkan, terutama dalam soal-soal aliran tak tunak yang meliputi gerak gelombang (Frank, 1991: 215). Pada fluida dinamis selain memiliki bentuk atau klasifikasi aliran juga

memiliki laju aliran atau kecepatan aliran yang akan dibahas pada submateri berikut.

### 2.1.2 Laju Aliran

Laju aliran fluida adalah salah satu besaran yang ada dalam mempelajari fluida bergerak. Laju aliran merupakan jarak yang ditempuh oleh satu elemen per satuan waktu dalam fluida. Persamaan kecepatan aliran fluida  $v = \Delta x / \Delta t$  dapat diartikan bahwa suatu elemen dalam fluida berpindah sejauh  $\Delta x$  dalam selang waktu  $\Delta t$ , seperti pada Gambar 2.2.

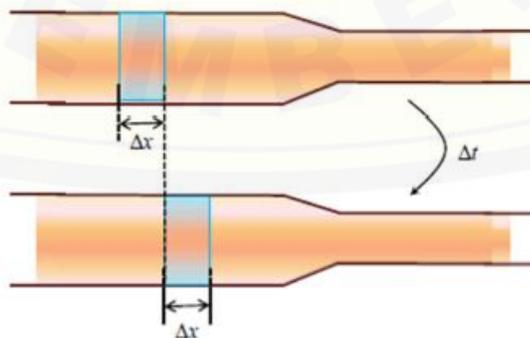


**Gambar 2.2** Selama selang waktu  $\Delta t$ , elemen dalam fluida berpindah sejauh  $\Delta x$

(Abdullah, 2016: 262-262)

### 2.1.3 Debit

Debit aliran adalah jumlah volume fluida yang mengalir per satuan waktu. Untuk menentukan persamaan debit aliran perhatikan Gambar 2.3 berikut:



**Gambar 2.3** Elemen fluida berupa silinder (Sumber: Abdullah, 2016: 772)

Lihat irisan fluida tegak lurus penampang pipa yang tebalnya  $\Delta x$ . Anggap luas penampang pipa  $A$ . Volume fluida dalam elemen tersebut adalah  $\Delta V = A\Delta x$ . Elemen tersebut tepat bergeser sejauh  $\Delta x$  selama selang waktu  $\Delta t$ . Jika laju aliran fluida adalah  $v$  maka  $\Delta x = v\Delta t$ , sehingga elemen volume fluida yang mengalir adalah

$$\Delta V = Av\Delta t \quad (2.1)$$

Debit aliran fluida didefinisikan sebagai

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

$$Q = Av \quad (2.2)$$

(Abdullah, 2016: 771-772)

Sebuah prinsip penting dalam pembahasan gerak fluida adalah persamaan kontinuitas, yang mengungkapkan kekekalan massa fluida. Fluida bergerak dalam tabung garis lurus yang dibatasi oleh luasan  $A_1$ . Volume fluida yang melewati  $A_1$  dalam waktu  $\Delta t$  bersesuaian dengan sebuah silinder dengan dasar  $A_1$  dan panjang  $v_1 \Delta t$ , jadi mempunyai volume  $A_1 v_1 \Delta t$ . Jadi massa fluida yang melewati  $A_1$  dalam selang waktu  $\Delta t$  adalah  $\rho_1 A_1 v_1 \Delta t$ . Demikian juga  $\rho_2 A_2 v_2 \Delta t$  merupakan massa fluida yang melewati  $A_2$  dalam selang waktu yang sama. Kekekalan massa, pada kondisi ini, menghendaki bahwa kedua massa atau  $\rho_1 A_1 v_1 \Delta t = \rho_2 A_2 v_2 \Delta t$ . Karena itu, yang disebut persamaan kontinuitas. Lebih jauh, jika fluida tak termampatkan (*incompressible*), kerapatan tetap sama di mana-mana dan persamaan tersebut menjadi

$$\rho_1 A_1 v_1 \Delta t = \rho_2 A_2 v_2 \Delta t \quad (2.3)$$

$$A_1 v_1 = A_2 v_2 \quad (2.4)$$

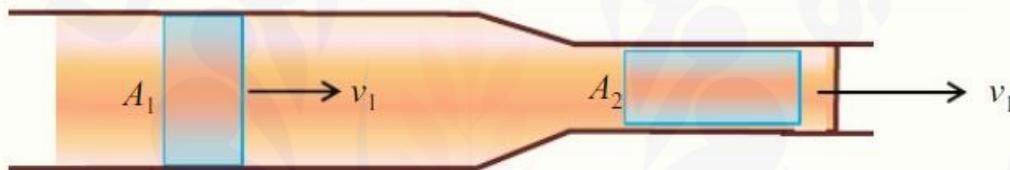
(Alonso dan Edward, 1994: 196)

Berdasarkan persamaan di atas, akan didapatkan bahwa pada bagian pipa yang sempit, fluida bergerak dengan kecepatan lebih cepat. Pada daerah penyempitan pipa aliran air lebih kencang daripada pada daerah yang lebar. Air yang keluar dari keran (tidak menyembur) memperlihatkan perubahan luas penampang yang makin kecil pada posisi yang makin ke bawah. Akibat gravitasi, makin ke bawah, laju air makin besar. Agar terpenuhi persamaan kontinuitas,

maka makin ke bawah, luas penampang air harus makin kecil (Abdullah, 2016: 774).

#### 2.1.4 Persamaan Kontinuitas

Persamaan kontinuitas menjelaskan bahwa massa fluida yang masuk ke dalam suatu penampang akan keluar di ujung penampang lain dengan massa yang sama. Oleh karena itu, debit fluida di seluruh titik penampang adalah sama. Persamaan kontinuitas juga menyatakan bahwa pada fluida tak kompresibel dan tunak, kecepatan aliran fluida berbanding terbalik dengan luas penampangnya sebagaimana dirumuskan dalam persamaan debit fluida. Pada pipa yang luas penampangnya kecil, maka alirannya besar. Sebaliknya pada pipa yang luas penampangnya besar, maka alirannya kecil.



**Gambar 2.4** Aliran fluida pada pipa dengan luas penampang berbeda (Sumber: Abdullah, 2016: 774)

Sehingga dirumuskan dengan persamaan berikut.

$$Q_1 = Q_2 = \dots$$

$$A_1 v_1 = A_2 v_2 = \dots$$

Perbandingan kecepatan aliran fluida dengan penampangnya memenuhi persamaan berikut:

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{A_2}{A_1} = \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2 = \left(\frac{D_2}{D_1}\right)^2$$

Debit aliran dapat membangkitkan suatu daya oleh energi potensial fluida dari suatu ketinggian.

$$P = F \cdot v$$

$$P = \rho \cdot g \cdot h (A \cdot v)$$

Sehingga

$$P = \rho \cdot Q \cdot g \cdot h$$

Dimana:

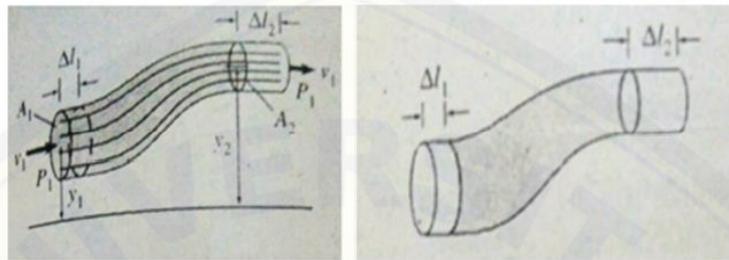
$P$  = daya (W)

$\rho$  = massa jenis fluida ( $\text{kg/m}^3$ )

$Q$  = debit aliran fluida ( $\text{m}^3/\text{s}$ )

$h$  = ketinggian aliran fluida

### 2.1.5 Persamaan Bernoulli



**Gambar 2.5** Aliran fluida (Sumber: Giancoli, 2001: 342)

Bernoulli mengembangkan persamaan yang menyatakan prinsip secara kuantitatif, untuk itu aliran fluida dianggap tetap dan laminar. Fluida tersebut tidak dapat ditekan, dan viskositas cukup kecil sehingga bisa diabaikan. Fluida mengalir dalam tabung dengan penampang lintang yang tidak sama, yang ketinggiannya berubah terhadap suatu tingkat acuan tertentu, seperti pada Gambar 2.5. Fluida pada titik 1 mengalir sejauh  $\Delta l_1$  dan memaksa fluida pada titik 2 untuk berpindah sejauh  $\Delta l_2$ . Fluida disebelah kiri titik memberikan tekanan  $P_1$  pada bagian fluida dan melakukan kerja sebesar

$$W_1 = F_1 \Delta l_1 = P_1 A_1 \Delta l_1 \quad (2.5)$$

Pada titik 2 kerja yang dilakukan pada fluida tersebut adalah

$$W_2 = - F_2 \Delta l_2 = - P_2 A_2 \Delta l_2 \quad (2.6)$$

Tanda negatif karena gaya yang diberikan pada fluida berlawanan dengan gerak (fluida yang melakukan kerja pada fluida di sebelah kanan titik 2). Kerja juga dilakukan oleh gaya gravitasi pada fluida, sehingga

$$W_3 = - mg(y_2 - y_1) \quad (2.7)$$

dimana  $y_1$  dan  $y_2$  adalah ketinggian pusat tabung diatas tingkat acuan tertentu. Pada Gambar 2.5, arah gerakan menuju ke atas melawan gaya gravitasi, sehingga bernilai negatif. Kerja total yang dilakukan fluida adalah

$$W = W_1 + W_2 + W_3$$

$$W = P_1 A_1 \Delta l_1 - P_2 A_2 \Delta l_2 - mgy_2 + mgy_1 \quad (2.8)$$

Keterangan:

$W$  = Usaha total pada fluida

$W_1$  = Usaha yang dilakukan oleh  $P_1$  pada fluida

$W_2$  = Usaha yang dilakukan oleh  $P_2$  pada fluida

$W_3$  = Usaha yang dilakukan oleh gaya gravitasi

Menurut prinsip kerja energi, kerja total yang dilakukan pada sistem sama dengan perubahan energi kinetiknya. Dengan demikian

$$\frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 = P_1A_1\Delta l_1 - P_2A_2\Delta l_2 - mgy_2 + mgy_1$$

massa  $m$  mempunyai volume  $A_1 \Delta l_1 = A_2 \Delta l_2$ , sehingga  $m = \rho A_1 \Delta l_1 = \rho A_2 \Delta l_2$ , maka

$$\begin{aligned} \frac{1}{2}\rho v_2^2 - \frac{1}{2}\rho v_1^2 &= P_1 - P_2 - \rho g y_2 + \rho g y_1 \\ \frac{1}{2}\rho v_1^2 + P_1 + \rho g y_1 &= \frac{1}{2}\rho v_1^2 + P_2 + \rho g y_2 \end{aligned} \quad (2.9)$$

Persamaan tersebut merupakan *persamaan Bernoulli*, karena titik 1 dan 2 bisa berupa dua titik dimana saja sepanjang tabung aliran, persamaan Bernoulli dapat dituliskan

$$P + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho g y = \text{konstan} \quad (2.10)$$

pada setiap titik pada fluida. Persamaan Bernoulli merupakan sebuah bentuk hukum kekekalan energi (Giancoli, 2001: 342-343).

## 2.2 Irigasi

Sukardi, dkk., (2013) sungai terbentuk secara alami sesuai dengan topografi, geologi dan hidrologi kondisi daerah setempat. Dalam perkembangannya, pengaruh demografi, sosial dan budaya dari penduduk lokal sering membawa dampak terhadap kondisi fisik sungai. Indonesia memiliki beberapa kondisi topografi, geologi dan hidrologi di seluruh wilayahnya. Hasil kondisi tersebut di beberapa jenis sungai, dengan fitur dan karakteristik mereka berbeda dari satu sama lain. Jenis sungai terbagi menjadi 5 sungai yaitu sungai

pasang surut (*tidal rivers*), sungai non pasang surut (*nontidal rivers*), sungai kering (*dry rivers*), sungai dengan aliran debris (*debris flow rivers*) dan sungai bawah tanah (*underground rivers*). Chow (2009) menyimpulkan, dalam aliran yang luas, cepat dan dangkal atau dalam saluran yang sangat halus, kecepatan maksimum mungkin sering ditemukan pada permukaan bebas.

Hidrologi adalah ilmu yang mempelajari air dalam segala bentuknya (cairan, padat, gas) pada, dalam atau di atas permukaan tanah termasuk di dalamnya adalah penyebaran daur dan perilakunya, sifat-sifat fisika dan kimia, serta hubungannya dengan unsur-unsur hidup dalam air itu sendiri. Hidrologi juga mempelajari perilaku hujan terutama meliputi periode ulang curah hujan karena berkaitan dengan perhitungan banjir serta rencana untuk setiap bangunan teknik sipil antara lain bendung, bendungan dan jembatan. Analisis hidrologi adalah kumpulan keterangan atau fakta mengenai fenomena hidrologi. Fenomena hidrologi seperti besarnya curah hujan, temperatur, penguapan, lamanya penyinaran matahari, kecepatan angin, debit sungai, tinggi muka air, selalu berubah menurut waktu. Untuk suatu tujuan tertentu data-data hidrologi dapat dikumpulkan, dihitung, disajikan, dan ditafsirkan dengan menggunakan prosedur tertentu (Yuliana, 2008) dalam (Togatorop, dkk., 2016). Tujuan dari analisis frekuensi data hidrologi adalah mencari hubungan antara besarnya kejadian ekstrim terhadap frekuensi kejadian dengan menggunakan distribusi probabilitas. Analisis frekuensi dapat diterapkan untuk data debit sungai atau data hujan. Data yang digunakan adalah data debit atau hujan maksimum tahunan, yaitu data terbesar yang terjadi selama satu tahun yang terukur selama beberapa tahun (Triatmodjo, 2008).

Sungai mempunyai fungsi mengumpulkan curah hujan dalam suatu daerah tertentu dan mengalirkan ke laut. Sungai itu dapat digunakan juga untuk berjenis-jenis aspek seperti pembangkit tenaga listrik, pelayaran, pariwisata, perikanan dan lain-lain. Dalam bidang pertanian sungai itu berfungsi sebagai sumber air yang penting untuk irigasi (Sosrodarsono, 2003: 169). Irigasi adalah penyaluran air yang perlu untuk pertumbuhan tanaman ke tanah yang diolah dan mendistribusikan secara sistematis. Perancangan irigasi disusun terutama

berdasarkan kondisi-kondisi meteorologi di daerah bersangkutan dan kadar air yang diperlukan untuk pertumbuhan taaman. Kondisi-kondisi meteorologi yang sangat erat bersangkutan dengan perancangan irigasi adalah suhu udara/ atmosfer dan curah hujan. Oleh suhu udara yang tinggi, evaporasi dari tanah yang diolah dan dari daun-daun tanaman itu meningkat, sehingga tanaman memerlukan banyak air. Sungai yang digunakan untuk irigasi tanaman di bidang pertanian yaitu sungai irigasi (Sosrodarsono, 2003: 216). Sehingga sungai irigasi yaitu sungai yang dibangun dengan penampang saluran yang digunakan salah satunya yaitu untuk mengalir tanaman pada bidang pertanian.

### **2.3 Suplemen Bahan Ajar Elektronik (E-Suplemen Bahan Ajar)**

Bahan ajar fisika kontekstual merupakan bahan atau materi pelajaran fisika yang berisikan contoh-contoh kontekstual fisika disusun secara sistematis berdasarkan prinsip-prinsip pembelajaran kontekstual. Pembelajaran kontekstual melibatkan tujuh komponen utama, meliputi: (a) konstruktivisme (*constructivism*); (b) bertanya (*questioning*); (c) menemukan (*inquiry*); (d) masyarakat belajar (*learning community*); (e) pemodelan (*modeling*); (f) refleksi (*reflection*); (g) penilaian yang sebenarnya (*authentic assessment*) (Komalasari, 2014). Buku digunakan sebagai bahan ajar yang berisikan ilmu pengetahuan hasil analisis terhadap kurikulum dalam bentuk tertulis yang disusun secara sistematis. Salah satu contohnya adalah buku teks pelajaran, karena buku teks pelajaran merupakan sumber informasi yang disusun dengan struktur dan urutan berdasarkan bidang ilmu tertentu (Daryanto & Aris, 2008: 176).

Trianto (2012: 112) menyatakan bahwa Buku siswa merupakan buku panduan bagi siswa dalam kegiatan pembelajaran yang memuat materi pelajaran, kegiatan penyelidikan berdasarkan konsep, kegiatan sains, informasi, dan contoh-contoh penerapan sains dalam kehidupan sehari-hari. Buku siswa menurut Arsyad (2001: 78), adalah suatu buku yang berisi materi pelajaran berupa konsep-konsep atau pengertian-pengertian yang akan dikonstruksi siswa melalui masalah-masalah yang ada di dalamnya yang disusun berdasarkan pendekatan. Buku siswa dapat digunakan siswa untuk sarana penunjang sebagai kelancaran kegiatan

belajarnya di kelas maupun di rumah. Oleh sebab itu, dalam mengembangkan buku siswa konsep serta gagasan-gagasan harus berupa konsep dasar. Berdasarkan beberapa pendapat di atas, maka dapat dikatakan bahwa buku siswa merupakan salah satu sarana penunjang belajar siswa yang berisi materi pelajaran atau konsep-konsep dasar yang dirancang berdasarkan pendekatan tertentu serta dilengkapi dengan contoh-contoh lembar kegiatan dan latihan soal agar dapat mencapai tujuan pembelajaran.

Pencapaian tujuan pembelajaran dapat berlangsung secara efektif dan efisien apabila ditunjang dengan adanya sumber belajar bagi siswa, seperti buku suplemen siswa atau buku penunjang pembelajaran. Buku suplemen siswa disusun sebagai bahan ajar yang digunakan oleh siswa sebagai buku pendamping buku pokok. Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) menjelaskan pengertian *sup-le-men/suplemén/ n 1* (sesuatu) yang ditambahkan untuk melengkapi; tambahan; 2 bagian ekstra pada surat kabar, majalah, dsb; lampiran pelengkap: majalah hiburan itu menerbitkan -- khusus untuk menyambut tahun baru. Berdasarkan pengertian buku dan suplemen maka buku suplemen adalah buku yang berfungsi sebagai bahan pengayaan bagi anak, baik yang berhubungan dengan pelajaran maupun yang tidak.

Permendiknas Nomor 11 tahun 2005 Pasal 2 menyatakan bahwa dalam mencapai tujuan pendidikan nasional, selain menggunakan buku teks pelajaran sebagai acuan wajib, guru juga dapat menggunakan buku pengayaan dalam proses pembelajaran dan menganjurkan peserta didik membacanya untuk menambah pengetahuan dan wawasan. Mengenai penggunaan dan pengadaan buku pengayaan sangatlah dianjurkan, hal ini sesuai dengan Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia Nomor 2 tahun 2008 pasal 6 ayat 2 dan 3 menyatakan “selain buku teks, pendidik juga dapat menggunakan buku panduan pendidik, buku pengayaan, dan buku referensi dalam proses pembelajaran yang berguna untuk menambah pengetahuan dan wawasan peserta didik, pendidik dapat menganjurkan peserta didik untuk membaca buku pengayaan dan buku referensi”. Berdasarkan karakteristiknya terdapat perbedaan antara buku teks pelajaran dengan buku suplemen. Perbedaan tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.1.

**Tabel 2. 1** Perbedaan karakteristik antara buku teks dan buku suplemen

No.	Karakteristik	Buku Teks	Buku Suplemen
1	Target	Terdiri dari materi yang ditulis dan dipahami siswa dalam satuan pendidikan	Menambah pengetahuan siswa dan guru dalam satuan pendidikan
2	Kegunaan dalam satuan pendidikan	Sumber utama	Bukan sumber utama, hanya pelengkap
3	Kedudukan dalam satuan pendidikan	Wajib	Bukan sumber utama, melainkan pendukung
4	Kegunaan sebagai alat pendukung	Tinggi	Tidak tinggi
5	Keterangan penulisan	Berkaitan dengan kurikulum	Tidak terkait dengan kurikulum
6	Anatomi buku	Berisi materi pembelajaran lengkap	-

Sumber: Depdiknas RI, 2013

Berdasarkan beberapa pendapat tersebut, dapat disimpulkan bahwa buku suplemen siswa merupakan sumber belajar siswa yang digunakan sebagai buku pelengkap atau buku penunjang siswa agar menambah pemahaman siswa mengenai materi pelajaran, sehingga tujuan pembelajaran dapat tercapai dengan maksimal. Buku suplemen siswa dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis, yaitu buku penunjang yang digunakan secara langsung dalam menunjang pembelajaran di sekolah dan buku penunjang yang digunakan sebagai bacaan pengayaan.

#### 2.4 E-Suplemen Bahan Ajar Kontekstual SMA Materi Fluida Dinamis

Hakikat pembelajaran fisika yang harus kontekstual dengan berdasarkan fakta, fenomena-fenomena dalam hasil pemikiran dan hasil eksperimen yang telah dilakukan. Potensi lokal adalah potensi sumber daya spesifik yang dimiliki suatu daerah meliputi sumber daya alam, manusia, teknologi, dan budaya. Melalui potensi lokal yang terintegrasi dalam pembelajaran menjadikan siswa termotivasi untuk mempelajarinya, sehingga pembelajaran menjadi bermakna. Hal ini dapat dilakukan dengan memasukkan unsur potensi lokal dalam kegiatan pembelajaran melalui pembuatan media pembelajaran berupa suplemen bahan ajar. Potensi lokal memberikan kesempatan bagi siswa untuk mengaitkan kejadian, peristiwa, permasalahan atau fenomena yang terdapat pada lingkungan daerah asal ke dalam pembelajaran (Sajidan, 2014: 23). Menurut Nurhadi (2004: 31), penerapan

pembelajaran kontekstual di dalam kelas harus berdasarkan tujuh komponen utama, yaitu: konstruktivisme (*constructivism*), bertanya (*questioning*), menemukan (*inquiry*), masyarakat belajar (*learning community*), pemodelan (*modeling*), refleksi (*reflection*), dan penilaian sebenarnya (*authentic asesment*). Jika suatu kelas menerapkan tujuh komponen tersebut maka dapat dikatakan bahwa kelas tersebut menggunakan pendekatan kontekstual.

E-suplemen bahan ajar dengan pendekatan kontekstual adalah media pembelajaran elektronik (non cetak) yang berisi petunjuk belajar, materi, contoh soal, kesimpulan, dan latihan soal bagi siswa untuk menemukan/ memperoleh pengetahuan dari materi yang sedang dipelajari yang menggunakan pembelajaran yang kehidupan siswa secara nyata, sehingga siswa dapat mengetahui, menghubungkan dan menerapkan kompetensi atau hasil belajar yang telah dilakukan dalam kehidupan sehari-hari. Melalui proses penerapan pembelajaran kontekstual dengan contoh nyata dalam kehidupan sehari-hari, siswa akan merasakan bahwa materi yang dipelajari penting, dan akan memperoleh makna yang mendalam terhadap apa yang dipelajarinya. E-suplemen bahan ajar dengan pendekatan kontekstual akan membuat proses belajar menjadi menyenangkan, karena pembelajaran yang dilakukan secara alamiah dengan contoh nyata, sehingga siswa dapat memahami secara langsung apa yang dipelajarinya dan manfaat dalam kehidupannya.

## BAB 3. METODELOGI PENELITIAN

### 3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan yaitu penelitian deskriptif. Penelitian deskriptif adalah penelitian yang menjelaskan tentang fenomena atau kejadian dengan mendeskripsikan sejumlah variabel yang berhubungan dengan fenomena. Penelitian dilakukan untuk mengidentifikasi tentang besaran fisis fluida pada aliran irigasi daerah Jenggawah Jember sebagai penguatan pemahaman konsep fisika melalui rancangan e-suplemen bahan ajar.

### 3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

#### 3.2.1 Tempat Penelitian

Pada penelitian ini metode untuk menentukan lokasi penelitian adalah purposive sampling area. Lokasi penelitian dipilih dengan beberapa pertimbangan, antara lain:

- a. Area sungai mudah dijangkau karena dekat dengan pemukiman warga dan medan yang dilalui mudah
- b. Area sungai memenuhi kebutuhan bahan identifikasi besaran fisis fluida seperti asas kontinuitas, kecepatan aliran, debit, dan jenis aliran.

#### 3.2.2 Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Januari tahun 2019, setelah proposal ini diuji dan disetujui oleh penguji dan pembimbing.

### 3.3 Definisi Operasional Variabel

Definisi operasional digunakan untuk menghindari perbedaan pemahaman beberapa istilah yang digunakan dalam penelitian ini. Adapun istilah yang didefinisikan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

- a. Identifikasi besaran fisis fluida adalah suatu kegiatan mengidentifikasi fluida yang bergerak agar dapat menghubungkan antara fenomena dalam kehidupan sehari-hari dengan materi fisika yaitu fluida dinamis.

- b. Aliran irigasi merupakan pergerakan air dari hulu ke hilir yang digunakan untuk mengairi sawah. Air bergerak turun melalui kanal sungai karena pengaruh gaya gravitasi.
- c. Rancangan e-suplemen bahan ajar kontekstual merupakan rancangan suplemen bahan ajar elektronik untuk pelajaran fisika yang berisikan contoh-contoh kontekstual fisika disusun secara sistematis berdasarkan prinsip-prinsip pembelajaran kontekstual.

### 3.4 Alur Penelitian

Alur penelitian ini dilakukan agar penelitian berjalan secara sistematis dan runtut. Adapun alur penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:



**Gambar 3.1** Bagan alur penelitian

Langkah penelitian yang akan dilakukan oleh peneliti adalah sebagai berikut:

- a. Observasi awal

Tahap observasi awal yang dilakukan yaitu menentukan tempat penelitian, menganalisis tempat penelitian dengan melihat bagaimana arus pada aliran air yang ada di irigasi Jenggawah Jember.

b. Pengumpulan data

Pada tahap pelaksanaan, akan didapat data yang dibutuhkan peneliti. Pada tahap pengumpulan data akan dilaksanakan pengukuran kecepatan aliran dan debit pada aliran irigasi daerah Jenggawah Jember. Selain pengukuran langsung, peneliti juga meminta data dari UPT Pengairah daerah Jenggawah.

c. Analisis data

Setelah data didapatkan, langkah selanjutnya dilakukan analisis dari hasil pengukuran yang telah didapat. Data hasil pengukuran yang diperoleh dari observasi lapangan akan dianalisis untuk menjawab rumusan masalah.

d. Pembahasan

Pada tahap ini data yang diperoleh akan diproses dengan membandingkan dengan teori pada studi pustaka yang telah dicantumkan, sehingga akan didapat argumentasi hasil penelitian yang dilakukan dan dapat digunakan sebagai acuan untuk merancang suplemen bahan ajar elektronik yang kontekstual.

e. Merancang e-suplemen bahan ajar

Pada tahap ini, suplemen bahan ajar akan dirancang dalam bentuk suplemen bahan ajar elektronik kontekstual dengan memberi contoh, gambaran, dan soal yang berkaitan dengan contoh nyata yaitu kecepatan aliran dan debit pada aliran irigasi untuk materi fluida dinamis.

f. Kesimpulan

Kesimpulan merupakan tahap akhir dari penelitian ini. Kesimpulan ini merupakan jawaban dari rumusan masalah yang dikemukakan dalam penelitian ini berdasarkan analisis data.

### 3.5 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan data penelitian yang relevan dan akurat, dimana metode yang digunakan dalam pengumpulan data memiliki ciri-ciri yang berbeda (Arikunto, 2002: 136). Metode pengumpulan data meliputi teknik pengumpulan data, alat dan bahan penelitian, dan langkah pengukuran.

### 3.6 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data pada penelitian ini yaitu melalui penelitian langsung di lapangan dan pengolahan data untuk bahan pada e-suplemen bahan ajar. Lokasi penelitian berada di area irigasi daerah Jenggawah Jember. Terdapat tiga titik pengukuran yang berbeda berdasarkan kesesuaian rumusan masalah yaitu pada aliran air irigasi pemampang A, penampang B dan penampang C. Selain melakukan pengukuran langsung, dilakukan juga pengamatan jenis aliran air pada irigasi, serta data rata-rata debit pada aliran irigasi daerah Jenggawah selama satu tahun dari UPT Pengairan Jenggawah.

Observasi dilakukan untuk mengumpulkan data agar dapat dianalisis dalam penelitian ini. Pengukuran pertama dilakukan pada aliran irigasi yang memiliki luas penampang besar, data yang dikumpulkan yaitu berupa kedalaman sungai ( $d$ ), lebar penampang sungai ( $l$ ), panjang aliran yang digunakan/ lintasan sterofom ( $p$ ), luas penampang ( $A$ ), laju aliran air ( $v$ ), volume air ( $V$ ), dan debit ( $Q$ ). Pengukuran pada titik kedua dilakukan pada aliran air pada luas penampang yang kecil dengan mengumpulkan data kedalaman sungai ( $d$ ), lebar penampang sungai ( $l$ ), panjang aliran yang digunakan/ lintasan sterofom ( $p$ ), luas penampang ( $A$ ), laju aliran air ( $v$ ), volume air ( $V$ ), dan debit ( $Q$ ). Pada pengamatan aliran air sungai, data yang dikumpulkan yaitu jenis aliran air pada sungai. Setelah data primer diperoleh dari observasi, selanjutnya akan di periksa ulang dengan data sekunder dari hasil perhitungan matematis.

#### 3.6.1 Alat dan Bahan

- a. Meteran, digunakan untuk mengukur lebar dan panjang sungai
- b. Bambu, digunakan untuk mengukur kedalaman sungai
- c. Sterofom, digunakan sebagai alat untuk mencari waktu
- d. Bambu besar, digunakan sebagai benda yang mengamati pergerakan aliran air
- e. Kamera, sebagai alat dokumentasi pada saat penelitian
- f. Serbuk kayu, digunakan untuk mengamati jenis aliran air pada sungai

### 3.6.2 Langkah Pengukuran

Terdapat 3 pengukuran yang berbeda dan 1 pengamatan pada penelitian ini, antara lain adalah sebagai berikut:

- a. Mengukur kecepatan aliran ( $v$ ) dan debit ( $Q$ ) air pada penampang A
  1. Mengukur lebar ( $l$ ), panjang lintasan ( $p$ ), dan kedalaman ( $d$ ) sungai, karena bentuknya dianggap berbentuk persegi panjang maka digunakan rumus luas persegi panjang maka digunakan rumus sebagai berikut:  
Luas persegi panjang =  $l \times d$
  2. Mengukur kecepatan aliran ( $v$ ) air pada penampang besar
  3. Melakukan pengecekan secara matematis menggunakan rumus debit

$$Q_1 = Q_2$$

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

4. Mencatat data hasil penelitian pada tabel 3.1
- b. Mengukur kecepatan aliran ( $v$ ) dan debit ( $Q$ ) air pada penampang B
  1. Mengukur lebar ( $l$ ), panjang lintasan ( $p$ ), dan kedalaman ( $d$ ) penampang air, karena bentuknya dianggap persegi panjang maka digunakan rumus luas persegi panjang maka digunakan rumus sebagai berikut:  
Luas persegi panjang =  $l \times d$
  2. Mengukur kecepatan aliran ( $v$ ) air pada penampang kecil
  3. Melakukan pengecekan secara matematis menggunakan rumus debit

$$Q_1 = Q_2$$

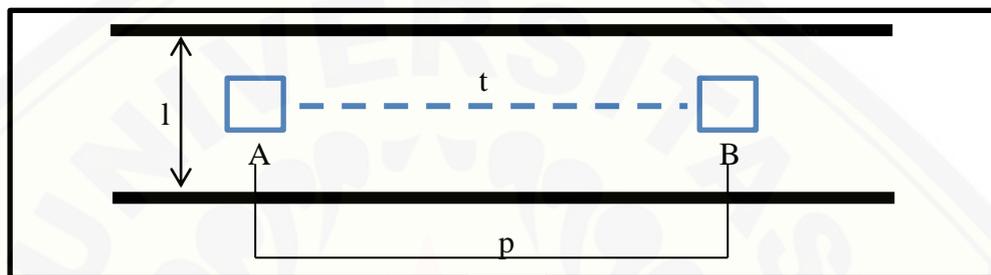
$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

4. Mencatat data hasil penelitian pada tabel 3.1
- c. Mengukur kecepatan aliran ( $v$ ) dan debit ( $Q$ ) air pada penampang C
  1. Mengukur lebar ( $l$ ), panjang lintasan ( $p$ ), dan kedalaman ( $d$ ) penampang air, karena bentuknya dianggap persegi panjang maka digunakan rumus luas persegi panjang maka digunakan rumus sebagai berikut:  
Luas persegi panjang =  $l \times d$
  2. Mengukur kecepatan aliran ( $v$ ) air pada penampang kecil
  3. Melakukan pengecekan secara matematis menggunakan rumus debit

$$Q_1 = Q_2$$

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

4. Mencatat data hasil penelitian pada tabel 3.1
- d. Mengamati jenis aliran air
  1. Menyiapkan batu
  2. Meletakkan batu pada sungai
  3. Mengamati dan merekam aliran air sebelum dan sesudah melewati bambu
  4. Mencatat data hasil penelitian pada tabel 3.2



Gambar 3.2 Ilustrasi pengukuran kecepatan aliran dan debit air sungai



Gambar 3.3 Ilustrasi pengamatan jenis aliran air pada sungai

### 3.7 Teknik Analisis Data

Data hasil pengukuran yang telah diperoleh akan diolah dan dianalisis untuk menjawab pertanyaan pada rumusan masalah. Data yang diperoleh akan dimasukkan pada tabel, adapun tabel tersebut adalah sebagai berikut:

Tabel 3.1 Pengukuran luas dan kecepatan pada penampang A, B, dan C

No.	Penampang air	Lebar / l (m)	Panjang / p (m)	Kedalaman / d (m)	Luas Penampang (m <sup>2</sup> )	Waktu (s)	Kecepatan (m/s)	Debit (m <sup>3</sup> /s)
1	A							
2	B							

		Rata-rata
3	C	
		Rata-rata

**Tabel 3.2** Pengamatan jenis aliran pada irigasi

No.	Posisi	Aliran air sebelum melewati bambu	Aliran air setelah melewati bambu	Jenis Aliran
1	A			
2	B			
3	C			
4	D			

Data yang telah diperoleh akan dianalisis untuk mengidentifikasi tentang fluida dinamis pada titik pengukuran yang sudah ditentukan. Hasil tersebut kemudian digunakan untuk mendeskripsikan rancangan bahan ajar berupa e-suplemen bahan ajar fisika yang kontekstual sesuai dengan pembelajaran di SMA/MA dan sederajat.

E-suplemen bahan ajar kontekstual yang akan dideskripsikan yaitu berupa judul, petunjuk umum, materi, contoh soal, kesimpulan dan latihan soal. Pada e-suplemen bahan ajar ini langkah-langkah yang harus dilakukan dalam pembelajaran akan ditunjukkan pada siswa yaitu melakukan, mengamati, dan menganalisis konsep dan materi yang disajikan. Data dan informasi dari irigasi daerah Jenggawah Jember akan dijadikan sebagai acuan dan akan disinkronkan dengan materi, contoh soal, dan latihan soal pada e-suplemen bahan ajar kontekstual. Pada e-suplemen bahan ajar kontekstual ini berisi tentang materi fluida dan terdapat 3 pokok bahasan yaitu kecepatan dan debit, asas kontinuitas, dan jenis aliran air.

### 3.8 Desain E-Suplemen Bahan Ajar

**DESAIN E-SUPLEMEN BAHAN AJAR FISIKA  
MATERI DINAMIKA FLUIDA KELAS XI SMA**

1. Petunjuk Umum  
.....  
.....  
.....
2. Materi  
.....  
.....  
.....
3. Contoh Soal  
.....  
.....  
.....
4. Kesimpulan  
.....  
.....  
.....
5. Latihan Soal  
.....  
.....  
.....

**Gambar 3.4** Desain E-Suplemen Bahan Ajar

## BAB 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dan pembahasan yang telah diuraikan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- a. Hasil identifikasi besaran fisis fluida pada aliran irigasi daerah Jenggawah yaitu: 1) Besaran fisis fluida yang ada pada irigasi adalah lebar sungai, panjang lintasan sterofom, waktu tempuh sterofom saat melewati lintasan, luas penampang, kecepatan aliran, debit, dan jenis aliran; 2) kecepatan aliran berbanding terbalik dengan luas penampang sungai, semakin besar luas penampang maka semakin kecil kecepatan alirannya, begitu juga sebaliknya, hal itu sesuai dengan hukum kontinuitas; 3) ada dua jenis aliran pada irigasi daerah Jenggawah Kabupaten Jember yaitu laminer dan turbulen; 4) rata-rata debit dan suplai/ tambahan air pada aliran irigasi daerah Jenggawah Jember berbeda-beda sesuai dengan kebutuhan air untuk mengalir sawah.
- b. Suplemen bahan ajar elektronik (e-suplemen bahan ajar elektronik) kontekstual fluida dinamis berisi materi, contoh soal, dan latihan soal tentang kecepatan aliran dan debit, asas kontinuitas, hukum bernoulli, jenis aliran, dan video pembelajaran tentang cara mencari kecepatan aliran dan debit pada aliran irigasi.

### 5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, maka saran yang diajukan adalah sebagai berikut:

- a. Bagi peneliti dapat dikembangkan untuk penelitian lebih lanjut pada pendidikan selanjutnya yaitu S2.
- b. Bagi guru dapat dijadikan sebagai rujukan bahan ajar kontekstual pada materi fluida dinamis di SMA/ Sederajat
- c. Bagi peneliti lain dapat dijadikan sebagai acuan untuk melakukan penelitian selanjutnya terkait materi fluida dinamis kontekstual pada irigasi daerah Jenggawah Kabupaten Jember dengan melihat kelemahan penelitian yang ada

pada pengukuran jenis aliran dan kendala pengukuran, serta dapat dilakukan uji lebih lanjut mengenai e-suplemen bahan ajar yang telah dibuat.



**DAFTAR PUSTAKA**

- Alfiyah, S., Fauzi, B., dan Raihanati. 2016. Pengembangan Set Praktikum Fluida Dinamis Untuk Sekolah Menengah Atas (SMA) Kelas XI. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pendidikan Fisika (JPPPF)*. 2 (2): 47-56.
- Abdullah, M. 2016. *Fisika Dasar I*. Bandung: ITB.
- Alonso, M. dan E. J. Finn. 1994. *Dasar-dasar Fisika Universitas Edisi kedua*. Jakarta: Erlangga.
- Arikunto, S. 2002. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik (Edisi Revisi V)*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Arsyad, Azhar. 2001. *Media Pembelajaran*. Jakarta: PT. Rajagrafindo Persada.
- Ayuningtyas, P., Soegimin, W., W., dan A., I., S. 2015. Pengembangan Perangkat Pembelajaran Fisika dengan Model Inkuiri Terbimbing Untuk Melatih Keterampilan Proses Sains Siswa SMA pada Materi Fluida Statis. *Pendidikan Sains Pascasarjana Universitas Surabaya*. 4 (2): 636-647.
- Chow, Ven Te. 2009. *Open-Channel Hydraulics*. New Jersey: The Blackburn Press.
- Daryanto dan Setiono, Dwi. 2008. *Pengembangan Perangkat Pembelajaran (Silabus, RPP, PHB, Bahan Ajar)*. Jakarta: Gaya Cipta.
- Departemen Pendidikan Nasional. 2013. *Undang-undang Nomor 20 Tahun 2003. Tentang Sistem Pendidikan Nasional*. Jakarta: Depdiknas.
- Dwiyanto, V., Dyah, I., K., dan S., Tugiono. 2016. Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Studi Kasus: Sungai Air Anak (Hulu Sungai Way Besai). *JRSDD*. 4 (3): 407-422.
- Frank. 1991. *Mekanika Fluida*. Jakarta: Erlangga.
- Giancoli. 2001. *Fisika Jilid I Edisi Kelima*. Jakarta: Erlangga.

- Gunrowi, A. 2016. Strategi Pembelajaran Melalui Pendekatan Kontekstual dengan Cooperative Learning Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Gelombang Siswa Kelas XII MAN 1 Bandar Lampung. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-Biruni*. 5 (2): 183-191.
- Humairoh, F., Wasis. 2015. Pengembangan *E-Book* Interaktif Berbasis Salingtemas (Sains, Lingkungan, Teknologi, Masyarakat) Pada Materi Fluida Dinamis Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Siswa dan Penerapannya. *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika (JIPF)*. 4 (2): 69-75.
- Kemendiknas. 2008. *Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 02 Tahun 2008 Pasal 6 Ayat 2 dan 3 tentang Penggunaan Buku di Satuan Pendidikan*. Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional.
- Komalasari, K. 2014. *Pembelajaran Kontekstual Konsep Dan Aplikasi*. Bandung: Refika Aditama.
- Norhadi, A., Akhmad, M., Luki, W., dan rendi, A., Y. 2015. Studi Debit Aliran Pada Sungai Antasan Kelurahan sungai Andai Banjarmasin Utara. *Jurnal Poros Teknik*. 7 (1): 1-53.
- Nurhadi. 2004. *Pembelajaran Konstekstual dan Penerapannya dalam KBK*. Malang: Universitas Negeri Malang.
- Pebriyanti, G., W., Hurum, I., Agus, F., C., W., dan Heni, R. 2017. Profil Hambatan Belajar Epistimologis Siswa pada Materi Asas Bernoulli Kelas XI SMA Berbasis Analisis Tes Kemampuan Responden. *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal) SNF2017*. 6.
- Putra, A., S. 2014. Analisis Distribusi Kecepatan Aliran Sungai Musi (Ruas Sungai : Pulau Kemaro Sampai dengan Muara Sungai Komering). *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*. 2 (3): 603-608.
- Ranald. 1993. *Mekanika Fluida dan Hidraulika*. Jakarta: Erlangga.
- Ridwan. 2010. Survey Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro Di Kuta Malaka Kabupaten Aceh Besar Provinsi Nanggroe Aceh Darussalam. *Journal of Mechatronics, Electrical Power, and Vehicular Technology*. 01 (1): 5-12.

- Rofiqoh, F., I., K., M., dan Yushardi. 2015. Pengaruh Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Numbered Head Together (NHT) Disertai Media Monopoli Games Terintegrasi Pendekatan Problem Solving pada Pembelajaran Fisika di SMA. *Jurnal Pembelajaran Fisika*. 4 (3): 198-203.
- Rosyid, M. F., E. Firmansyah, dan Y. D. Prabowo. 2014. *Fisika Dasar Jilid 1: Mekanika*. Yogyakarta: Periuk.
- Sabariasih, D. P., Jamzuri, dan Lita, R.. 2015. Remediasi Pembelajaran Fisika Dengan Model *Snowball Throwing* Pada Materi Fluida Dinamis Kelas XI Di SMA Negeri 6 Surakarta. *Prosiding Seminar Nasional Fisika dan Pendidikan Fisika (SNFPF)*. 6 (1).
- Sajidan. 2014. Pembelajaran Biologi dengan Pendekatan Saintifik pada Implementasi Kurikulum 2013. *Seminar Nasional XI Pendidikan Biologi FKIP UNS*. 11 (1). 7 Juni 2014. 20-26.
- Sosrodarsono, Suyono. 2003. *Hidrologi untuk Pengairan*. Pradnya Paramita: Jakarta.
- Sukardi, S., dkk. 2013. *River Management in Indonesia*. Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, Yayasan Air Adhi Eka, Japan International Cooperation Agency.
- Tampubolon, R., Sahyar, Dan Makmur, S. 2015. Pengembangan Bahan Ajar Fisika Berbasis Inkuiri Pada Materi Fluida Statis Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa. *Jurnal Tabularasa PPS Unimed*. 12 (2): 189-199.
- Togatorop, H., S., D., Indriani., K., dan Subuh, T. 2016. Analisis Sedimentasi Di *Check Dam* Study Kasus : Sungai Air Anak dan Sungai Talang Bandung Desa Talang Bandung, Kecamatan Sumber Jaya, Kabupaten Lampung Barat. *JRSDD*. 4 (3): 435-446.
- Trianto. 2012. *Model Pembelajaran Terpadu, Konsep, Strategi, dan Implementasinya dalam KTSP*. Jakarta: PT Bumi Aksara.
- Triatmodjo, B. 2008. *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset.
- Triyanto. 2009. *Mendesain Model Pembelajaran Inovatif dan Progresif*. Jakarta: Kencana.

## Lampiran A. Matrik Penelitian

JUDUL	TUJUAN PENELITIAN	VARIABEL	DATA DAN TEKNIK PENGAMBILAN DATA	METODE PENELITIAN
Identifikasi Besaran Fisis Fluida pada Aliran Irigasi Daerah Jenggawah Jember Sebagai E-Suplemen Bahan Ajar Fisika	<p>a. Mengidentifikasi tentang besaran fisis fluida pada aliran irigasi Daerah Jenggawah Kabupaten Jember</p> <p>b. Membuat e-suplemen bahan ajar berdasarkan hasil identifikasi besaran fisis fluida pada aliran irigasi Daerah Jenggawah Kabupaten Jember</p>	<p>1. Variabel bebas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kedalaman sungai (x)</li> <li>• Lebar sungai (l)</li> <li>• Waktu (t)</li> <li>• Volume air (V)</li> <li>• Aliran air sungai</li> </ul> <p>2. Variabel terikat:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Laju aliran air (v)</li> <li>• Debit (Q)</li> <li>• Jenis aliran</li> </ul> <p>3. Variabel kontrol</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Panjang penampang (p)</li> <li>• Luas penampang sungai (A)</li> </ul>	<p>1. Sumber Data Pengukuran secara langsung pada aliran irigasi daerah Jenggawah Jember</p> <p>2. Artikel Penelitian : Sebagai dasar teori dan bukti pendukung akan ketercapaian penelitian</p>	<p>1. Jenis Penelitian : Penelitian Deskriptif</p> <p>2. Pengumpulan Data :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Observasi</li> <li>b) Pengukuran</li> <li>c) Dokumentasi</li> </ol>

**Lampiran B. Perhitungan Kecepatan Aliran dan Debit pada Aliran Irigasi****Tabel A.** Pengukuran luas dan kecepatan pada penampang A, B, dan C

No.	Penampang air	Lebar / l (m)	Panjang/ p (m)	Kedalaman/ d (m)	Luas Penampang (m <sup>2</sup> )	Waktu (s)	Kecepatan (m/s)	Debit (m <sup>3</sup> /s)
1	A	2,3	1	0,47	1,081	5	0,2	0,216
						6	0,16	0,181
						5	0,2	0,216
	Rata-rata						5,3	0,189
2	B	0,68	1	0,45	0,306	4	0,25	0,077
						5	0,2	0,061
						4	0,25	0,077
	Rata-rata						4,3	0,23
3	C	0,6	1	0,26	0,156	2	0,5	0,078
						2	0,5	0,078
						2	0,5	0,078
	Rata-rata						2	0,5

**Perhitungan matematis kecepatan aliran dan debit pada penampang A**

1. Perhitungan pertama

Kecepatan aliran:

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

$$v = \frac{1}{5}$$

$$v = 0,2 \text{ m/s}$$

Debit:

$$Q = A \times v$$

$$Q = (l \times d) \times v$$

$$Q = (2,3 \times 0,47) \times 0,2$$

$$Q = 0,216 \text{ m}^3/\text{s}$$

2. Perhitungan kedua

Kecepatan aliran:

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

$$v = \frac{1}{6}$$

$$v = 0,16 \text{ m/s}$$

Debit:

$$Q = A \times v$$

$$Q = (l \times d) \times v$$

$$Q = (2,3 \times 0,47) \times 0,16$$

$$Q = 0,181 \text{ m}^3/\text{s}$$

### 3. Perhitungan Ketiga

Kecepatan aliran:

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

$$v = \frac{1}{5}$$

$$v = 0,2 \text{ m/s}$$

Debit:

$$Q = A \times v$$

$$Q = (l \times d) \times v$$

$$Q = (2,3 \times 0,47) \times 0,2$$

$$Q = 0,216 \text{ m}^3/\text{s}$$

### Rata-rata kecepatan aliran dan debit pada penampang A

#### 1. Rata-rata kecepatan aliran

$$v = \frac{v_1 + v_2 + v_3}{3}$$

$$v = \frac{0,32 + 0,16 + 0,2}{3}$$

$$v = 0,189 \text{ m/s}$$

#### 2. Rata-rata debit

$$Q = \frac{Q_1 + Q_2 + Q_3}{3}$$

$$Q = \frac{0,216 + 0,181 + 0,216}{3}$$

$$Q = 0,204 \text{ m}^3/\text{s}$$

**Perhitungan matematis kecepatan aliran dan debit pada penampang B**

1. Perhitungan pertama

Kecepatan aliran:

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

$$v = \frac{1}{4}$$

$$v = 0,25 \text{ m/s}$$

Debit:

$$Q = A \times v$$

$$Q = (l \times d) \times v$$

$$Q = (0,68 \times 0,45) \times 0,25$$

$$Q = 0,077 \text{ m}^3/\text{s}$$

2. Perhitungan kedua

Kecepatan aliran:

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

$$v = \frac{1}{5}$$

$$v = 0,2 \text{ m/s}$$

Debit:

$$Q = A \times v$$

$$Q = (l \times d) \times v$$

$$Q = (0,68 \times 0,45) \times 0,2$$

$$Q = 0,061 \text{ m}^3/\text{s}$$

## 3. Perhitungan Ketiga

Kecepatan aliran:

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

$$v = \frac{1}{4}$$

$$v = 0,25 \text{ m/s}$$

Debit:

$$Q = A \times v$$

$$Q = (l \times d) \times v$$

$$Q = (0,68 \times 0,45) \times 0,25$$

$$Q = 0,077 \text{ m}^3/\text{s}$$

**Rata-rata kecepatan aliran dan debit pada penampang B**

## 1. Rata-rata kecepatan aliran

$$v = \frac{v_1 + v_2 + v_3}{3}$$

$$v = \frac{0,25 + 0,2 + 0,25}{3}$$

$$v = 0,23 \text{ m/s}$$

## 2. Rata-rata debit

$$Q = \frac{Q_1 + Q_2 + Q_3}{3}$$

$$Q = \frac{0,077 + 0,061 + 0,077}{3}$$

$$Q = 0,07 \text{ m}^3/\text{s}$$

**Perhitungan matematis kecepatan aliran dan debit pada penampang C**

## 1. Perhitungan pertama

Kecepatan aliran:

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

$$v = \frac{1}{2}$$

$$v = 0,5 \text{ m/s}$$

Debit:

$$Q = A \times v$$

$$Q = (l \times d) \times v$$

$$Q = (0,6 \times 0,26) \times 0,5$$

$$Q = 0,078 \text{ m}^3/\text{s}$$

2. Perhitungan kedua

Kecepatan aliran:

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

$$v = \frac{1}{2}$$

$$v = 0,5 \text{ m/s}$$

Debit:

$$Q = A \times v$$

$$Q = (l \times d) \times v$$

$$Q = (0,6 \times 0,26) \times 0,5$$

$$Q = 0,078 \text{ m}^3/\text{s}$$

3. Perhitungan Ketiga

Kecepatan aliran:

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

$$v = \frac{1}{2}$$

$$v = 0,5 \text{ m/s}$$

Debit:

$$Q = A \times v$$

$$Q = (l \times d) \times v$$
$$Q = (0,6 \times 0,26) \times 0,5$$
$$Q = 0,078 \text{ m}^3/\text{s}$$

**Rata-rata kecepatan aliran dan debit pada penampang B**

## 1. Rata-rata kecepatan aliran

$$v = \frac{v_1 + v_2 + v_3}{3}$$
$$v = \frac{0,5 + 0,5 + 0,5}{3}$$
$$v = 0,5 \text{ m/s}$$

## 2. Rata-rata debit

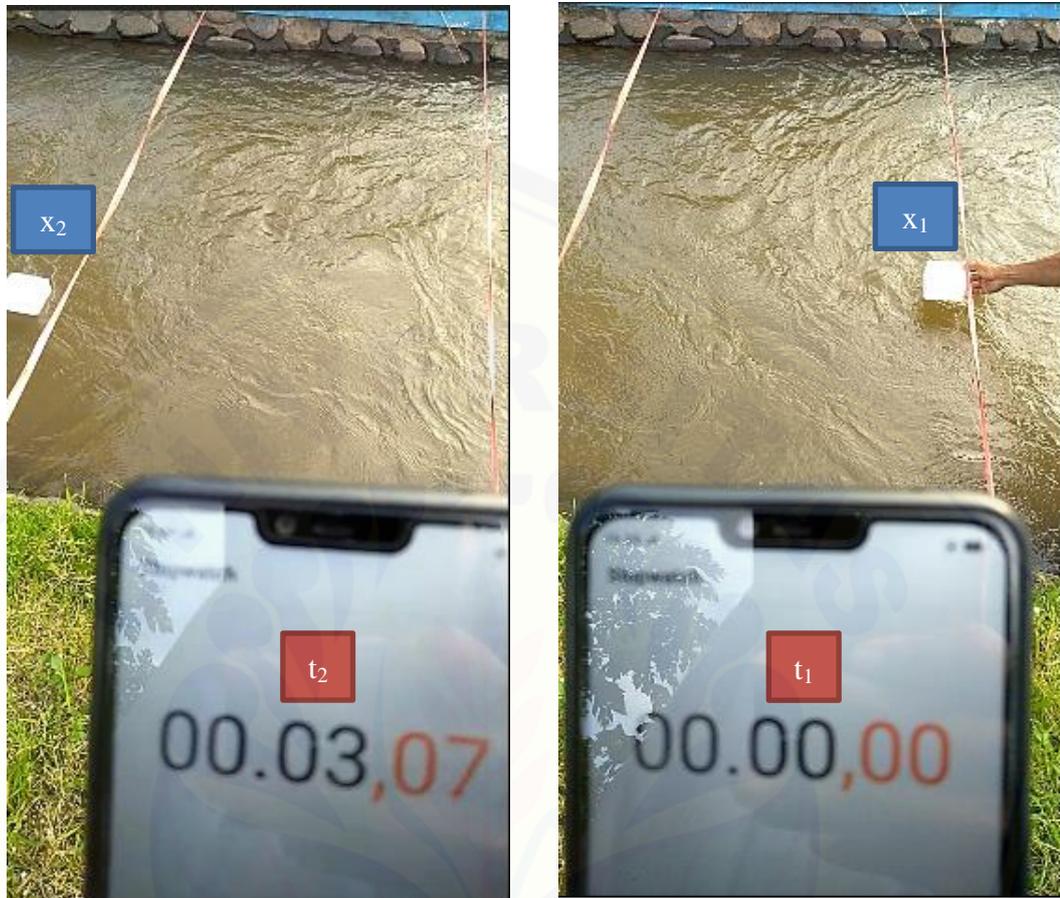
$$Q = \frac{Q_1 + Q_2 + Q_3}{3}$$
$$Q = \frac{0,078 + 0,078 + 0,078}{3}$$
$$Q = 0,078 \text{ m}^3/\text{s}$$

**Lampiran C. Pengamatan Jenis Aliran****Tabel C.** Pengamatan jenis aliran pada sungai

No.	Lokasi	Aliran air sebelum melewati bambu	Aliran air setelah melewati bambu	Jenis Aliran
1	A	Lurus (tidak memutar)	Aliran air tidak menentu/ tidak beraturan	Turbulen
2	B	Aliran air tidak menentu/ tidak beraturan	Aliran air tidak menentu/ tidak beraturan	Turbulen
3	C	Lurus (tidak memutar)	Lurus (tidak memutar)	Laminer
4	D	Lurus (tidak memutar)	Aliran air tidak menentu/ tidak beraturan	Turbulen

**Gambar C.1** Pengamatan jenis aliran

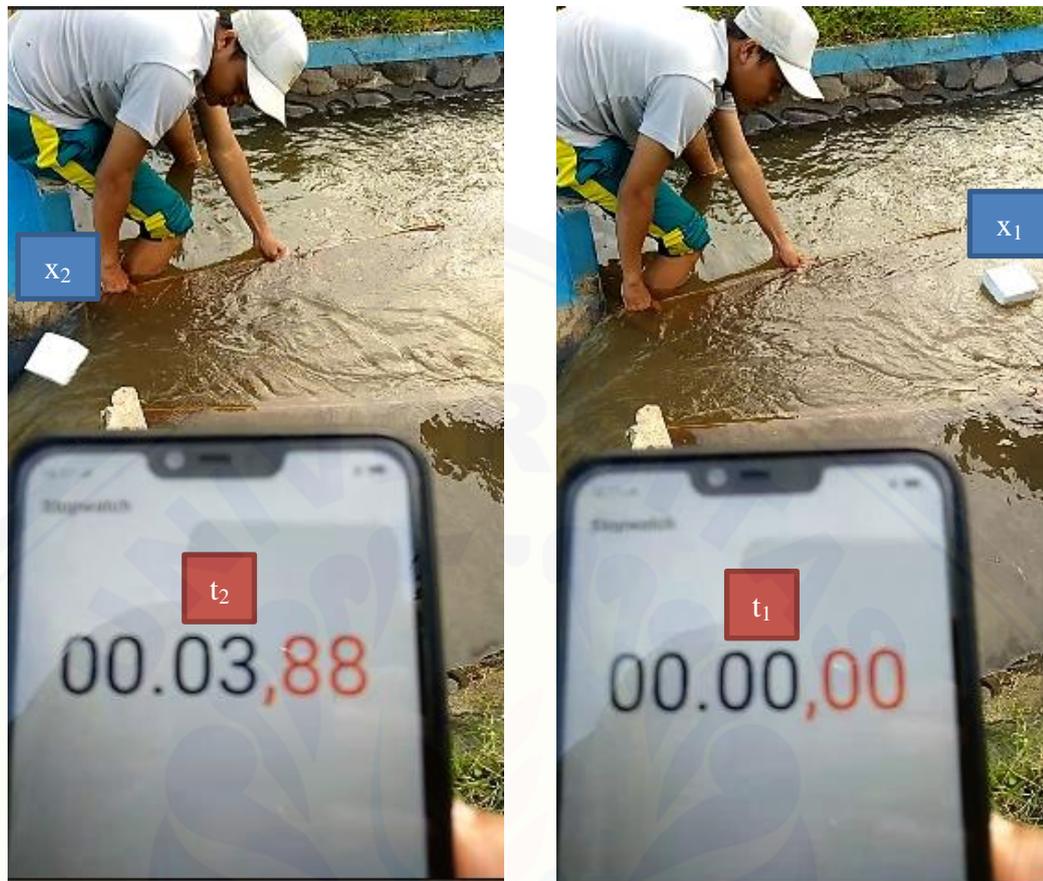
## Lampiran D. Dokumentasi Penelitian



Posisi akhir

Posisi awal

**Gambar D.1** Melakukan praktikum untuk mencari waktu tempuh styrofoam pada penampang A



Posisi akhir

Posisi awal

**Gambar D.2** Melakukan praktikum untuk mencari waktu tempuh styrofoam pada penampang B



Posisi akhir

Posisi awal

**Gambar D.3** Melakukan praktikum untuk mencari waktu tempuh sterofom ketika di posisi awal pada penampang B



**Gambar D.4** Pengamatan aliran air sebelum dan sesudah melewati batu pada lokasi A



**Gambar D.5** Pengamatan aliran air sebelum dan sesudah melewati bambu pada lokasi B



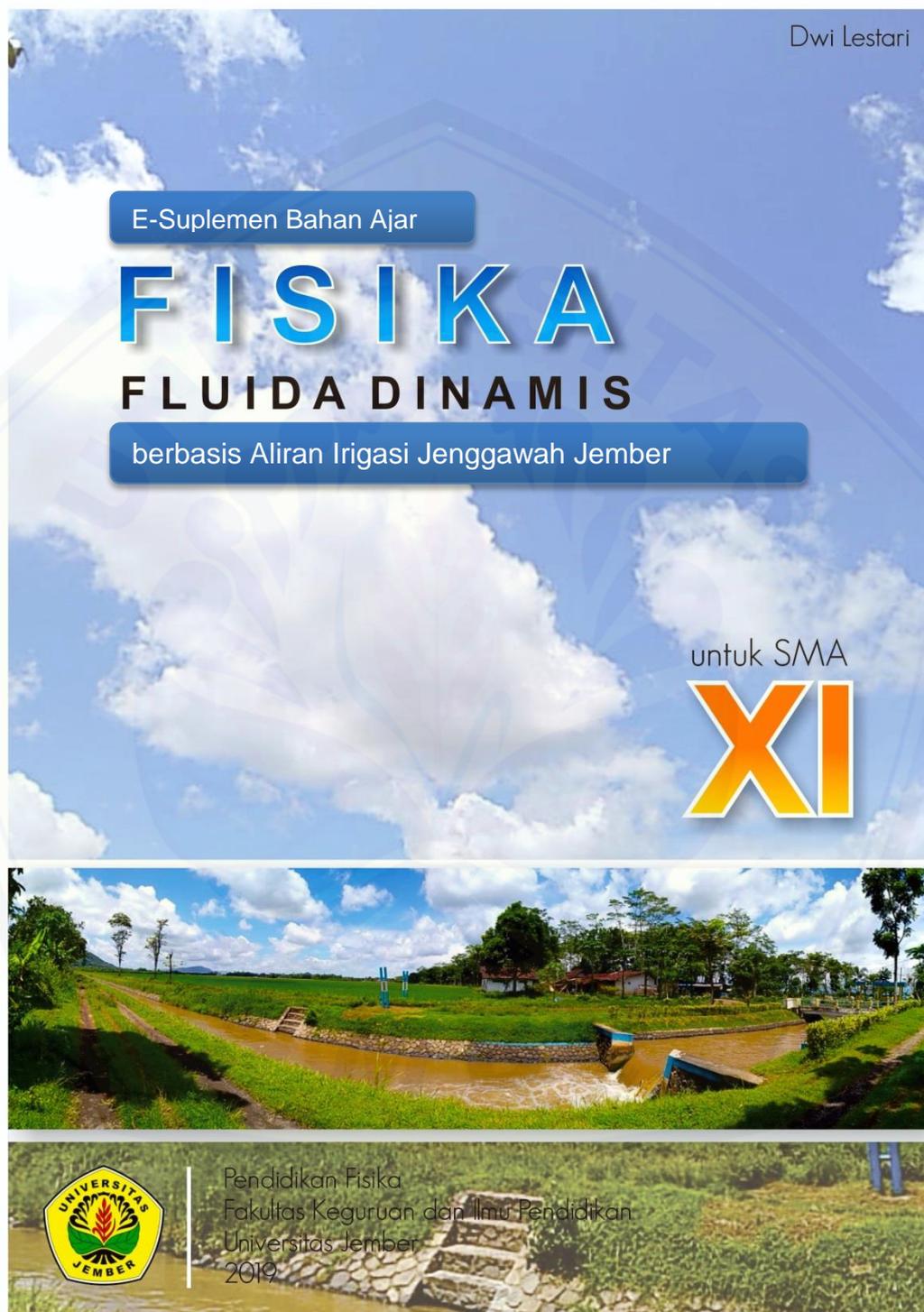
**Gambar D.6** Pengamatan aliran air sebelum dan sesudah melewati bambu pada lokasi C



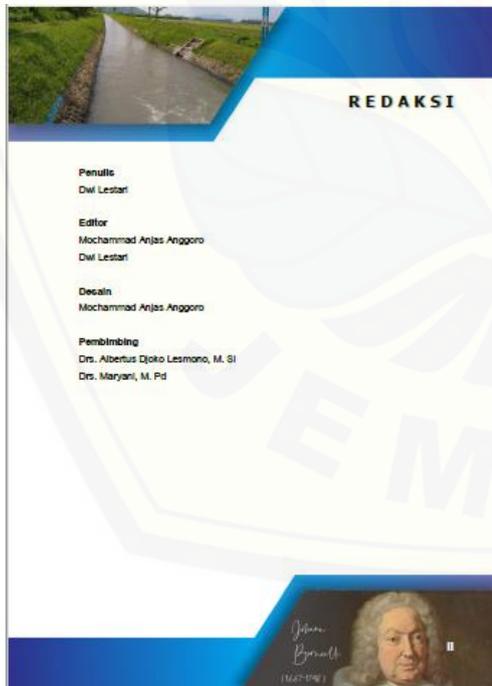
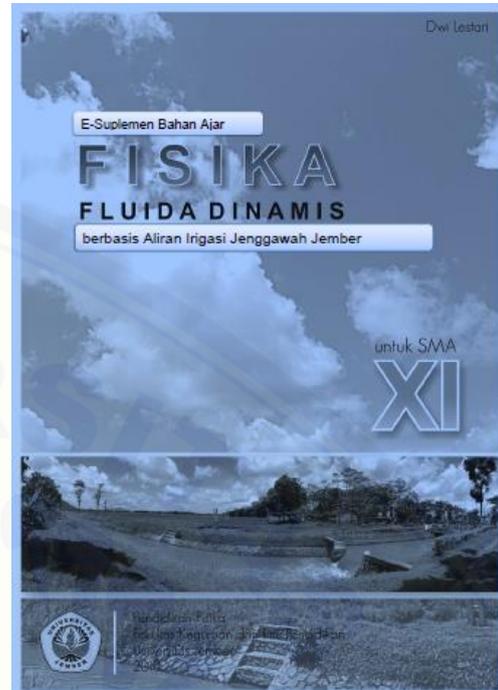
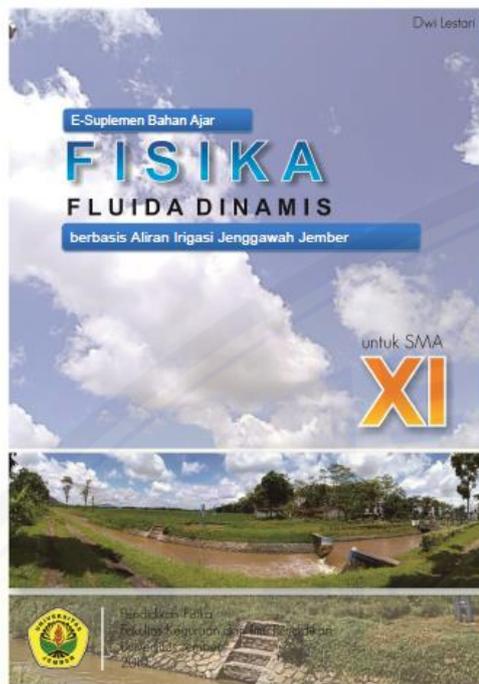
**Gambar D.7** Pengamatan aliran air sebelum dan sesudah melewati bambu pada lokasi D

**Lampiran E. E-Suplemen Bahan Ajar Fluida Dinamis**

**Lampiran E.1 Sampul E-Suplemen Bahan Ajar Fluida Dinamis**



Lampiran E.2 Sampul dan isi E-Suplemen Bahan Ajar Fluida Dinamis



### DAFTAR ISI

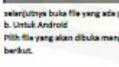
HALAMAN SAMBUL .....	i
REDAKSI .....	ii
PRAKATA .....	iii
DAFTAR ISI .....	iv
DAFTAR GAMBAR .....	v
PETUNJUK PENGGUNAAN E-SUPLEMEN BAHAN AJAR .....	vi
KOMPETENSI INTI & KOMPETENSI DASAR .....	x
MOTIVASI BELAJAR .....	xi
PENCAHULUAN .....	xii
KEGIATAN BELAJAR 1 .....	1
A. Persamaan Kontinuitas .....	1
B. Hukum Bernoulli .....	2
Contoh Soal 1 .....	3
Rangkuman .....	4
Latihan Soal 1 .....	5
KEGIATAN BELAJAR 2 .....	6
A. Jenis-Jenis Aliran .....	6
Contoh Soal 2 .....	7
Rangkuman .....	8
Latihan Soal .....	8
DAFTAR PUSTAKA .....	9

### DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Aliran Fluida dengan Luas Penampang Berbeda .....	1
Gambar 1.2 Kekekalan Energi pada Aliran Fluida .....	2
Gambar 2.1 a. Aliran Anus Laminar .....	6
Gambar 2.1 b. Aliran Anus Turbulen .....	6
Gambar 2.2 Aliran Ingasi .....	6

### PETUNJUK PENGGUNAAN E – SUPLEMEN BAHAN AJAR

Sebelum menggunakan e-suplemen bahan ajar, pengguna perlu membaca petunjuk penggunaan e-suplemen bahan ajar ini. Alasan perlunya membaca petunjuk ini yaitu agar pengguna mengetahui isi atau komponen yang ada pada e-suplemen bahan ajar ini, barak membeli televisi tentunya ingin mengetahui bagaimana kegunaan tombol yang ada pada televisi tersebut. Penjelasan singkat tentang komponen pada e-suplemen bahan ajar ini akan membantu mempermudah pemahaman tentang materi yang tersaji dalam e-suplemen bahan ajar ini. E-suplemen bahan ajar ini berisi tentang materi fluida dinamis yang terdiri dari pendahuluan bab dan dua kegiatan belajar. E-suplemen bahan ajar dan kegiatan belajar di dalamnya menggunakan pendekatan kontekstual yaitu contoh-contoh dan latihan soal tentang ingasi. Berikut adalah uraian petunjuk penggunaan e-suplemen bahan ajar ini.

1. Download aplikasi Readium [untuk PC] atau download aplikasi PDF Reader Pro [untuk android]
2. a. Untuk PC  
Buka readium, maka akan muncul tampilan seperti berikut  
  
kemudian klik ikon  maka akan muncul tampilan seperti berikut  
  
klik Choose File untuk menambah file yang akan dibuka, selanjutnya buka file yang ada pada aplikasi readium tersebut.  
b. Untuk Android  
Pilih file yang akan dibuka menggunakan PDF Reader Pro, maka akan muncul tampilan seperti berikut.



Jika sudah muncul tampilan seperti pada gambar di samping maka klik aplikasi PDF Reader Pro, maka file akan terbuka.

Berikut adalah komponen-komponen pada e-suplemen bahan ajar

**MOTIVASI BELAJAR**

Berikut ini adalah motivasi belajar untuk praktik kelas dengan tujuan yang sama dan akan digunakan di setiap materi yang berkaitan. Jika siswa sudah membaca motivasi, maka siswa akan memahami dan bertanggung jawab untuk belajar.

Sebelum ini pernahkah kalian mendengar kata "berkeseluruhan"? Apa yang dimaksudkan dengan "berkeseluruhan"?

Komponen ini berisi tentang sedikit ulasan dan pertanyaan yang menantang sehingga bisa memotivasi kalian untuk mempelajari materi selanjutnya.

Komponen ini berisi tentang rumus dan konsep-konsep tentang ilmu yang berkaitan dengan materi yang sedang dipelajari pada e-suplemen bahan ajar ini.

**Tag**

  
Bernoulli  
(1627-1705)

**A. Proses Bernoulli**

Prinsip Bernoulli menjelaskan bahwa massa fluida yang mengalir di dalam suatu penampang akan keluar di ujung penampang lain dengan massa yang sama. Saat massa fluida mengalir dari penampang yang lebih sempit ke penampang yang lebih lebar, kecepatan aliran fluida berkurang. Selain itu, tekanan fluida juga berkurang. Hal ini dapat dijelaskan dengan hukum kekekalan energi mekanik. Energi mekanik total (jumlah energi kinetik, energi potensial, dan energi tekanan) adalah konstan sepanjang aliran fluida. Ketika penampang membesar, energi kinetik (kecepatan) berkurang, sehingga energi potensial (tinggi) dan energi tekanan (tekanan) harus meningkat untuk menjaga energi mekanik total tetap konstan.

**Komponen ini berisi tentang ukuran materi terkait dengan pokok bahasan yang dipelajari**

**SOAL LATIHAN**

Pernyataan Bernoulli menyatakan bahwa tekanan fluida yang mengalir dengan kecepatan yang konstan akan berkurang jika penampang yang dilaluinya membesar. Pernyataan ini benar atau salah? Jelaskan!

**Komponen ini berisi tentang hal-hal penting yang harus diingat dari materi ini**

Berikut ini adalah materi yang telah disajikan sebelumnya, saat kita klik akan terlihat:

**Komponen ini berisi tentang video pembelajaran kontekstual (contoh nyata) yang berkaitan dengan materi**

John Bernoulli (1667-1705)

**Soal Pilihan Ganda**

Sebuah kapal selam bergerak dengan kecepatan 10 m/s ke arah kanan di dalam saluran air yang memiliki kedalaman 10 m. Berapakah tekanan di bagian atas kapal selam?

**Komponen ini berisi tentang contoh soal yang berkaitan dengan materi**

**Soal Pilihan Ganda**

1. Prinsip Bernoulli menyatakan bahwa tekanan fluida yang mengalir dengan kecepatan yang konstan akan berkurang jika penampang yang dilaluinya membesar. Pernyataan ini benar atau salah? Jelaskan!

2. Prinsip Bernoulli menyatakan bahwa tekanan fluida yang mengalir dengan kecepatan yang konstan akan berkurang jika penampang yang dilaluinya membesar. Pernyataan ini benar atau salah? Jelaskan!

3. Prinsip Bernoulli menyatakan bahwa tekanan fluida yang mengalir dengan kecepatan yang konstan akan berkurang jika penampang yang dilaluinya membesar. Pernyataan ini benar atau salah? Jelaskan!

4. Prinsip Bernoulli menyatakan bahwa tekanan fluida yang mengalir dengan kecepatan yang konstan akan berkurang jika penampang yang dilaluinya membesar. Pernyataan ini benar atau salah? Jelaskan!

**Komponen ini berisi tentang kesimpulan (ringkasan) yang berkaitan dengan materi**

**Latihan Soal**

1. Sebuah kapal selam bergerak dengan kecepatan 10 m/s ke arah kanan di dalam saluran air yang memiliki kedalaman 10 m. Berapakah tekanan di bagian atas kapal selam?

2. Sebuah kapal selam bergerak dengan kecepatan 10 m/s ke arah kanan di dalam saluran air yang memiliki kedalaman 10 m. Berapakah tekanan di bagian atas kapal selam?

3. Sebuah kapal selam bergerak dengan kecepatan 10 m/s ke arah kanan di dalam saluran air yang memiliki kedalaman 10 m. Berapakah tekanan di bagian atas kapal selam?

4. Sebuah kapal selam bergerak dengan kecepatan 10 m/s ke arah kanan di dalam saluran air yang memiliki kedalaman 10 m. Berapakah tekanan di bagian atas kapal selam?

**Komponen ini berisi tentang latihan soal yang berkaitan dengan materi**

John Bernoulli (1667-1705)

**KOMPETENSI INTI & KOMPETENSI DASAR**

Kompetensi Inti	Kompetensi Dasar
<p>3. Memahami, menerapkan, dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metodologis 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 dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah</p>	<p>3.3 Menerapkan hukum-hukum fluida statis dalam kehidupan sehari-hari</p>
<p>4. Memahami, menerapkan, dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metodologis 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 dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah</p>	<p>4.3 Merancang dan melakukan percobaan yang memanfaatkan sifat-sifat fluida statis, berikut presentasi hasil percobaan dan penerapannya</p>

**FLUIDA DINAMIS**

**MOTIVASI BELAJAR**

Boling dan teman-temannya sedang membuat perahu kertas dengan ukuran yang sama dan akan diluncurkan di sungai setelah pulang sekolah. Jika perahu kertas tersebut dilepas pada sungai yang memiliki 2 penampang yang berbeda yaitu penampang besar dan penampang kecil, apakah yang terjadi? Perahu di penampang manakah yang berjalan lebih cepat? Agar dapat mengetahuinya, mari pelajari materi ini dengan seksama!

Sumber: <https://www.lacoma.id/>

**PENDAHULUAN**

Suplemen bahan ajar elektronik ini disusun untuk membantu siswa SMA kelas XI dalam mempelajari materi fluida dinamis dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari khususnya pada aliran irigasi. Irigasi yang dipilih untuk dijadikan contoh yaitu irigasi daerah Jenggawah. Isi suplemen bahan ajar elektronik ini membahas tentang besaran fisika yang terdapat pada irigasi, sehingga siswa dapat mengetahui secara langsung bahwa irigasi yang ada di lingkungan sekitar merupakan contoh nyata fluida dinamis. Pada suplemen bahan ajar elektronik ini selain disajikan materi, contoh soal, dan latihan soal, disajikan juga video tentang bagaimana cara mencari kecepatan aliran dan debit pada irigasi.

Agar dapat memahami sifat-sifat fluida ini, perlu melakukan beberapa kegiatan antara lain:

1. Membaca dan memahami materi yang disajikan dalam suplemen bahan ajar elektronik ini
2. Mengetahui tugas secara mandiri
3. Mengetahui tes formatif





FLUIDA DINAMIS

Tahik



Bumbar: <https://enough-mathematics.com>

Daniel Bernoulli (1700-1782)

Daniel Bernoulli adalah putra dari Johann Bernoulli, salah di kota Basel dan bekerja sebagai dosen Matematika di Universitas Basel. Peminatnya sangat matematis di Universitas tersebut yang pernah menciptakan materi baru dalam teori probabilitas, analisis geometri, dan kalkulus variasi. Bernoulli berhasil menciptakan prinsip hidrodinamika dan perhitungan aliran fluida. Selain itu, Bernoulli sangat berperan dalam mengembangkan teori probabilitas, kalkulus, dan persamaan diferensial.

Fluida dikatakan dinamis jika fluida itu bergerak secara terus-menerus terhadap sekitarnya. Fluida yang bergerak sering disebut dinamika fluida atau fluida dinamis. Sifat fluida yang pertama adalah ketertahanan, yaitu kemampuan fluida untuk mengalami perubahan volume ketika ditekan (dimampatkan). Hampir semua zat cair tidak dapat dimampatkan. Sifat kedua terkait dengan kekentalan atau viskositas, kekentalan terkait dengan gesekan antar bagian zat cair. Kekentalan terkait dengan gesekan antar bagian fluida. Kekentalan terlihat dampaknya kalau terdapat perbedaan kecepatan antar bagianya. Air tergolong fluida yang tak kental, sedangkan oli termasuk fluida dengan kekentalan. Banyak sekali hal yang berkaitan dengan fluida dinamis dalam kehidupan sehari-hari seperti aliran air di sungai dan aliran pada air terjun.

Partikel-partikel fluida pada setiap garis aliran hanya mengikuti garis aliran tersebut dan tidak berpindah ke garis aliran yang lain. Hal tersebut merupakan suatu gambaran dari aliran fluida ideal yang dinamakan aliran stasioner. Dalam fluida ideal, setiap aliran fluida memiliki



kecepatan aliran yang sama, juga tidak ada gaya gesek antara lapisan aliran fluida yang berdekatan dengan dinding labung atau tempat fluida mengalir. Dengan demikian, fluida ideal adalah fluida yang tidak terpengaruh oleh gaya tekan yang diterimanya. Artinya volume dan massa jenisnya tidak berubah meskipun ada tekanan.

Salah satu contoh fluida dinamis pada kehidupan sehari-hari yaitu sungai. Sungai mempunyai fungsi mengumpulkan curah hujan dalam suatu daerah tertentu dan mengalirkannya ke laut. Sungai itu dapat digunakan juga untuk berbagai jenis aspek seperti pembangkit tenaga listrik, peyairan, pariwisata, perikanan dan lain-lain. Dalam bidang pertanian sungai itu berfungsi sebagai sumber air yang penting untuk irigasi. Irigasi adalah penyaluran air yang perlu untuk pertumbuhan tanaman ke tanah yang diolah dan mendistribusikan secara sistematis. Talang yaitu penampang saluran buatan di mana air mengalir dengan permukaan bebas, yang di buat melintasi cekungan, saluran, sungai, jalan atau sepanjang lereng bukit. Bangunan ini bisa di dukung dengan pilar atau konstruksi lain. Talang beton di gunakan untuk membawa debit kecil, untuk saluran-saluran yang lebih besar di gunakan talang beton atau baja. Sehingga sungai irigasi talang yaitu sungai yang dibangun dengan penampang saluran yang digunakan salah satunya yaitu untuk mengalirkan tanaman pada bidang pertanian.



Sumber: dokumentasi penulis



Johann Bernoulli (1667-1748) XII



Johann Bernoulli (1667-1748) XIII



KEGIATAN BELAJAR 1

Persamaan Kontinuitas dan Hukum Bernoulli

A. Persamaan Kontinuitas



Gambar 1. Aliran fluida pada pipa dengan luas penampang berbeda

Persamaan kontinuitas menjelaskan bahwa massa fluida yang masuk ke dalam suatu penampang akan keluar di ujung penampang lain dengan massa yang sama. Oleh karena itu, debit fluida di seluruh titik penampang adalah sama. Persamaan kontinuitas juga menyatakan bahwa pada fluida tak kompresibel dan tuncak, kecepatan aliran fluida berbanding terbalik dengan luas penampangnya sebagaimana dirumuskan dalam persamaan debit fluida. Perhatikan gambar 1, pada pipa yang luas penampangnya kecil, maka alirannya besar. Sebaliknya pada pipa yang luas penampangnya besar, maka alirannya kecil. Sehingga dirumuskan dengan persamaan berikut.

$$Q_1 = Q_2 = \dots$$

$$A_1 v_1 = A_2 v_2 = \dots$$

Perbandingan kecepatan aliran fluida dengan penampangnya memenuhi persamaan berikut:

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{A_2}{A_1} = \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2 = \left(\frac{D_2}{D_1}\right)^2$$

Debit aliran dapat membangkitkan suatu daya oleh energi potensial fluida dari suatu ketinggian.

$$P = F \cdot v$$

$$P = \rho \cdot g \cdot h \cdot (A \cdot v)$$

Sehingga

$$P = \rho \cdot Q \cdot g \cdot h$$

Dimana:

P = daya (W)

$\rho$  = massa jenis fluida ( $\text{kg/m}^3$ )

Q = debit aliran fluida ( $\text{m}^3/\text{s}$ )

h = ketinggian aliran fluida

INGATLAH!  
Prinsip utama dari persamaan kontinuitas adalah pada selang waktu yang sama, debit fluida akan sama.



B. Hukum Bernoulli

Hukum Bernoulli membahas mengenai hubungan antara kecepatan aliran fluida, ketinggian, dan tekanan dengan menggunakan konsep usaha dan energi. Bernoulli mengembangkan persamaan yang menyatakan prinsip secara kuantitatif, untuk itu aliran fluida dianggap tetap dan laminar. Fluida tersebut tidak dapat ditekan, dan viskositas cukup kecil sehingga bisa diabaikan. Fluida mengalir dalam labung dengan penampang lintang yang tidak sama, yang ketinggiannya berubah terhadap suatu tingkat acuan tertentu, seperti pada Gambar 2.5. Fluida pada titik 1 mengalir sejauh  $\Delta l_1$  dan memaksa fluida pada titik 2 untuk berpindah sejauh  $\Delta l_2$ . Fluida disebabkan kiri titik memberikan tekanan  $P_1$  pada bagian fluida dan melakukan kerja sebesar

$$W_1 = F_1 \Delta l_1 = P_1 A_1 \Delta l_1 \quad (2.5)$$

Pada titik 2 kerja yang dilakukan pada fluida tersebut adalah

$$W_2 = -F_2 \Delta l_2 = -P_2 A_2 \Delta l_2 \quad (2.6)$$

Tanda negatif karena gaya yang diberikan pada fluida berlawanan dengan gerak (fluida yang melakukan kerja pada fluida di sebelah kanan titik 2). Kerja juga dilakukan oleh gaya gravitasi pada fluida, sehingga

$$W_3 = -mg(y_2 - y_1) \quad (2.7)$$

dimana  $y_1$  dan  $y_2$  adalah ketinggian pusat tabung diatas tingkat acuan tertentu. Pada Gambar 2.5, arah gerakan menuju ke atas melawan gaya gravitasi, sehingga bernilai negatif. Kerja total yang dilakukan fluida adalah

$$W = W_1 + W_2 + W_3$$

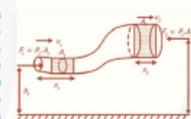
$$W = P_1 A_1 \Delta l_1 - P_2 A_2 \Delta l_2 - mg(y_2 - y_1) \quad (2.8)$$

Keterangan:

$W$  = Usaha total pada fluida

$W_1$  = Usaha yang dilakukan oleh  $P_1$  pada fluida

$W_2$  = Usaha yang dilakukan oleh  $P_2$  pada fluida



Gambar 2. Kekekalan energi pada aliran fluida

3

$W_g$  = Usaha yang dilakukan oleh gaya gravitasi  
 Menurut prinsip kerja energi, kerja total yang dilakukan pada sistem sama dengan perubahan energi kinetiknya. Dengan demikian

$$\frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 = F_1 A_1 \Delta l_1 - F_2 A_2 \Delta l_2 - mg y_2 + mg y_1$$

massa  $m$  mempunyai volume  $A_1 \Delta l_1 = A_2 \Delta l_2$ , sehingga  $m = \rho A_1 \Delta l_1 = \rho A_2 \Delta l_2$ , maka

$$\frac{1}{2}\rho A_1 \Delta l_1 v_2^2 - \frac{1}{2}\rho A_1 \Delta l_1 v_1^2 = F_1 A_1 \Delta l_1 - F_2 A_1 \Delta l_1 + \rho g y_1 A_1 \Delta l_1 - \rho g y_2 A_1 \Delta l_1$$

$$\frac{1}{2}\rho v_2^2 + F_1 + \rho g y_1 = \frac{1}{2}\rho v_1^2 + F_2 + \rho g y_2 \quad (2.9)$$

Persamaan tersebut merupakan persamaan Bernoulli, karena titik 1 dan 2 bisa berupa dua titik dimana saja sepanjang tabung aliran, persamaan Bernoulli dapat dituliskan

$$P + \rho v^2 + \rho g y = \text{konstan} \quad (2.10)$$

**INGATLARI!**  
 Agar Bernoulli merupakan hukum kekekalan energi, maka semua fluida harus memiliki kecepatan yang sama. Selain itu, fluida harus bersifat tak kompresibel.

pada setiap titik pada fluida. Persamaan Bernoulli merupakan sebuah bentuk hukum kekekalan energi (Giancoli, 2001: 342-343).

Setelah memahami materi yang telah diuraikan sebelumnya, mari kita lihat video berikut.



**UKUR KECEPATAN ALIRAN DAN DEBIT PADA SUNGAI IRRIGASI TALANG**

4

**Contoh Soal 1**

Sungai irigasi talang memiliki kedalaman sungai 0,75 m, lebar sungai 6,5 m, dan kecepatan alirannya 0,3125 m/s. Berapakah debit air pada sungai irigasi tersebut?

**PENYELESAIAN**

Diketahui:  
 $d = 0,75 \text{ m}$   
 $l = 6,5 \text{ m}$   
 $v = 0,3125 \text{ m/s}$

Ditanya : Debit ( $Q$ ) = ?

Jawab:  
 $Q = A \times v$   
 $Q = (l \times d) \times v$   
 $Q = (6,5 \times 0,75) \times 0,3125$   
 $Q = 1,565 \text{ m}^3/\text{s}$

**Rangkuman**

- Persamaan kontinuitas menjelaskan bahwa massa fluida yang masuk ke dalam suatu penampang akan keluar di ujung penampang lain dengan massa yang sama.
- Persamaan kontinuitas juga menyatakan bahwa pada fluida tak kompresibel dan tuncak, kecepatan aliran fluida berbanding terbalik dengan luas penampang yang dilaluinya sebagaimana dirumuskan dalam persamaan debit fluida.  
 $Q_1 = Q_2 = \dots$   
 $A_1 v_1 = A_2 v_2 = \dots$
- Debit aliran dapat dibandingkan suatu daya oleh energi potensial fluida dari suatu ketinggian.  
 $P = \rho \cdot Q \cdot g \cdot h$
- Hukum Bernoulli membahas mengenai hubungan antara kecepatan aliran fluida, ketinggian, dan tekanan dengan menggunakan konsep usaha dan energi. Persamaan Bernoulli dapat dituliskan  
 $P + \rho v^2 + \rho g y = \text{konstan}$  pada setiap titik pada fluida
- Persamaan Bernoulli merupakan sebuah bentuk hukum kekekalan energi

5

**Latihan Soal 1**

- Setelah melihat video bayangan pada halaman sebelumnya, sebutkan besaran fisis apa saja yang ada pada irigasi!
- Sungai irigasi saluran sekunder Jenggawah memiliki 2 penampang yang berbeda yaitu penampang A dan penampang B seperti gambar di samping. Jika luas penampang A adalah 5,016 m<sup>2</sup> memiliki kecepatan aliran 0,364 m/s, maka berapakah kecepatan aliran pada penampang B yang memiliki luas penampang 2,61 m<sup>2</sup>?



- Ani ingin mengetahui kecepatan aliran air pada sungai irigasi saluran sekunder Jenggawah, setelah melakukan pengamatan, ani memperoleh data berupa panjang lintasan dan waktu tempuh sterofom yaitu berturut-turut 5 m dan 11 sekon, maka berapakah kecepatan aliran sungai tersebut?
- Dari data dan perhitungan pada nomor 3, berapakah debit dan daya air irigasi saluran sekunder Jenggawah jika diperoleh data tambahan berupa lebar sungai dan kedalaman sungai berturut-turut adalah 4,5 m dan 0,58 m, dengan penampang sungai yang berbentuk persegi panjang?
- Tabel data beberapa debit pada irigasi saluran sekunder Jenggawah pada musim kemarau dan penghujan.

No.	Kemarau	Penghujan
1	0,291 m <sup>3</sup> /s	0,636 m <sup>3</sup> /s
2	0,256 m <sup>3</sup> /s	0,605 m <sup>3</sup> /s
3	0,215 m <sup>3</sup> /s	0,627 m <sup>3</sup> /s

Jika pada musim kemarau dan penghujan tambahan air untuk mengantisipasi kurangnya air karena serapan, penguapan, dan lain-lain yaitu berturut-turut 20% dan 10%, berapa m<sup>3</sup>/s debit air yang harus ditambahkan?

KEGIATAN BELAJAR 2

Jenis-jenis Aliran

**A. Jenis-Jenis Aliran**

Aliran fluida dapat dibedakan menjadi dua, yaitu laminar dan turbulen. Jika aliran tersebut mulus, yaitu lapisan-lapisan yang bersebelahan meluncur satu sama lain dengan mulus, aliran tersebut dikatakan sebagai aliran lurus atau laminar. Pada aliran jenis ini, setiap partikel fluida mengikuti lintasan yang mulus dan lintasan ini tidak saling bersilangan. Diatas laju tertentu, yang bergantung dari beberapa faktor, sebagaimana akan kita lihat kemudian, aliran berubah menjadi turbulen. Aliran turbulen ditandai dengan lintasan-lintasan tak menentu, kecil, dan menyerupai pusaran (Giancoli, 2001: 338-339).



Gambar 3. (a) Aliran laminar, (b) aliran turbulen (Sumber: Giancoli, 2001: 339)

Ada juga aliran pada saluran terbuka.

Aliran saluran terbuka adalah saluran dimana cairan mengalir dengan permukaan bebas yang terbuka terhadap tekanan atmosfer. Aliran itu disebabkan oleh kemiringan saluran dan permukaan cairannya. Contohnya banyak, baik yang buatan (alir pelonjor, alur pelmpah, kanal, bendung, selokan, gorong-gorong), maupun yang ada di alam (air terjun, sungai, Gambar 4. Aliran sungai irigasi talang



Gambar 4. Aliran sungai irigasi talang (Ranald, 1993: 169). Adanya permukaan bebas yang tekanannya praktis sama dengan tekanan atmosfer sekaligus memudahkan

7

dan menyulitkan analisis. Adanya permukaan bebas itu memudahkan, sebab tekanannya dapat dianggap konstan sepanjang permukaan bebas itu. Berbeda dengan aliran dalam talang tertutup, gradien tekanan tidak penting dalam aliran saluran terbuka, sebab keseimbangan gayanya hanya terbatas pada pengaruh gravitasi dan gesekan. Permukaan bebas itu menyulitkan penganalisan pada aliran saluran terbuka, karena bentuknya tidak diketahui sebelumnya. Profil kedalaman permukaan bebas berubah-ubah dengan keadaan dan harus ditentukan sebagai bagian dari soal yang harus dipecahkan, terutama dalam soal-soal aliran tak tunak yang meliputi gerak gelombang (Frank, 1991: 215).

Setelah memahami materi yang telah diuraikan sebelumnya, mari kita lihat video berikut.



#### Contoh Soal 2

Jelaskan yang dimaksud aliran laminar dan turbulen!

#### JENJESAN

- Aliran Laminar adalah aliran fluida yang bergerak dengan kondisi lapisan-lapisan membentuk garis-garis alir yang tidak berpotongan satu sama lain.
- Aliran Turbulen adalah aliran fluida yang partikel-partikelnya bergerak secara acak dan tidak stabil dengan kecepatan berfluktuasi yang saling interaksi. Akibat dari hal tersebut garis alir antar partikel fluidanya saling berpotongan.

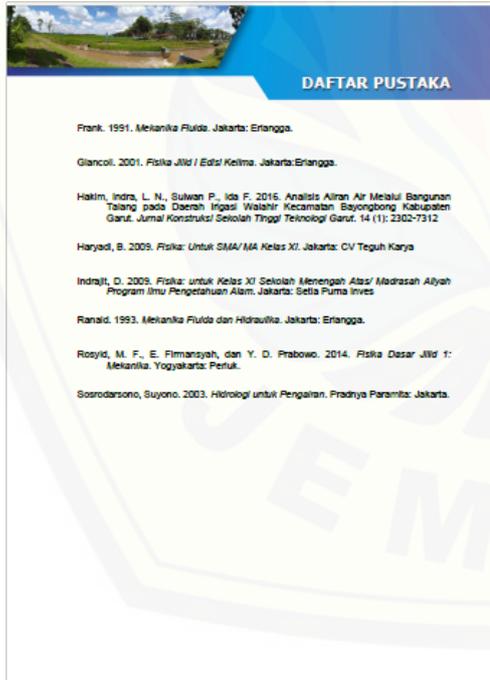
8

#### Rangkuman

1. Aliran fluida dapat dibedakan menjadi dua, yaitu laminar dan turbulen.
2. Jika aliran tersebut mulus, yaitu lapisan-lapisan yang bersebelahan meluncur satu sama lain dengan mulus, aliran tersebut dikatakan sebagai aliran lurus atau laminar.
3. Aliran turbulen ditandai dengan lingkaran-lingkaran tak menentu, kecil, dan menyerupai pusaran.
4. Ada juga aliran pada saluran terbuka. Aliran saluran terbuka adalah saluran dimana cairan mengalir dengan permukaan bebas yang terbuka terhadap tekanan atmosfer.
5. Pada aliran talang tertutup, gradien tekanan tidak penting dalam aliran saluran terbuka, sebab keseimbangan gayanya hanya terbatas pada pengaruh gravitasi dan gesekan.

#### Latihan Soal

1. Sebutkan ciri-ciri aliran turbulen dan aliran laminar!
2. Berdasarkan video yang telah ditayangkan sebelumnya, bagaimanakah aliran sebelum dan sesudah melewati bambu pada lokasi A? Jenis aliran apa yang ada pada lokasi A?
3. Berdasarkan video yang telah ditayangkan sebelumnya, bagaimanakah aliran sebelum dan sesudah melewati bambu pada lokasi A? Jenis aliran apa yang ada pada lokasi B?
4. Berdasarkan video yang telah ditayangkan sebelumnya, bagaimanakah aliran sebelum dan sesudah melewati bambu pada lokasi A? Jenis aliran apa yang ada pada lokasi C?
5. Berdasarkan video yang telah ditayangkan sebelumnya, bagaimanakah aliran sebelum dan sesudah melewati bambu pada lokasi A? Jenis aliran apa yang ada pada lokasi D?



#### DAFTAR PUSTAKA

- Frank, 1991. *Mekanika Fluida*. Jakarta: Erlangga.
- Glencol, 2001. *Fisika Jilid 1 Edisi Kelima*. Jakarta: Erlangga.
- Hakim, Indra, L. N., Sulwan P., Idris F. 2016. Analisis Aliran Air Melalui Bangunan Talang pada Daerah Irigasi Walahri Kecamatan Bayongbong Kabupaten Garut. *Jurnal Konstruksi Sekolah Tinggi Teknologi Garut*. 14 (1): 2302-7312
- Haryadi, B. 2009. *Fisika Untuk SMA/MA Kelas XI*. Jakarta: CV Teguh Karya
- Indrajit, D. 2009. *Fisika untuk Kelas XI Sekolah Menengah Atas/ Madrasah Aliyah Program Ilmu Pengetahuan Alam*. Jakarta: Setia Purna Inves
- Ranald, 1993. *Mekanika Fluida dan Hidraulika*. Jakarta: Erlangga.
- Rosyid, M. F., E. Firmansyah, dan Y. D. Prabowo. 2014. *Fisika Dasar Jilid 1: Mekanika*. Yogyakarta: Pustaka.
- Sosrodarsono, Suyono. 2003. *Hidrologi untuk Pengajaran*. Pradnya Paramita: Jakarta.