



ZAHIR
publishing

Fisika ***Terapan***

Lusiani - Arief Muliawan - Ratnadewi - Erwinsyah Satria
Herman Hi. Tjolleng Taba - Tanwir - Juarni Siregar
Ahmad Yani - A. Sediyo Adi Nugraha - Handini Widyastuti

FISIKA TERAPAN

Lusiani
Arief Muliawan
Ratnadewi
Erwinsyah Satria
Herman Hi. Tjolleng Taba
Tanwir
Juarni Siregar
Ahmad Yani
A Sediyo Adi Nugraha
Handini Widyastuti

FISIKA TERAPAN

Penulis

Lusiani
Arief Muliawan
Ratnadewi
Erwinsyah Satria
Herman Hi. Tjolleng Taba
Tanwir
Juarni Siregar
Ahmad Yani
A Sediyo Adi Nugraha
Handini Widyastuti

Editor

Dr. Dian Utami Sutiksno, S.E., M.Si.
Dr. Ratnadewi, S.T., M.T.
Ismi Aziz

Tata Letak

Ulfa

Desain Sampul

HUFA Design

15.5 x 23 cm, viii + 159 hlm.
Cetakan I, September 2021

ISBN: 978-623-6398-75-3

ISBN digital: 978-623-6398-76-0 (PDF)

Diterbitkan oleh:

ZAHIR PUBLISHING

Kadisoka RT. 05 RW. 02, Purwomartani,
Kalasan, Sleman, Yogyakarta 55571
e-mail : zahirpublishing@gmail.com

Anggota IKAPI D.I. Yogyakarta

bekerja sama dengan



Hak cipta dilindungi oleh undang-undang.

Dilarang mengutip atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari penerbit.

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat serta karunia-Nya sehingga buku berjudul *Fisika Terapan* ini telah dapat kami selesaikan.

Buku ini dilengkapi penjelasan teori serta contoh aplikasi fisika terapan dalam beberapa bidang keilmuan. Buku *Fisika Terapan* ini dapat digunakan untuk kalangan sekolah menengah, khususnya sekolah menengah kejuruan, serta perguruan tinggi baik dalam mata kuliah dasar maupun mata kuliah terapan.

Buku ini tersusun menjadi beberapa bab sebagai berikut:

- Bab 1 : Pengantar Fisika Terapan
- Bab 2 : Analisis Vektor
- Bab 3 : Dinamika
- Bab 4 : Hidrostatika
- Bab 5 : Usaha dan Energi
- Bab 6 : Arus dan Tahanan
- Bab 7 : Medan Magnet
- Bab 8 : Fluida
- Bab 9 : Suhu dan Kalor
- Bab 10 : Teori Relativitas

Semoga sumbangsih pemikiran sederhana dalam buku ini dapat memberi manfaat konstruktif bagi semua pihak yang membaca dan membutuhkan.

Demi Indonesia yang lebih sejahtera melalui inovasi terapan ilmu Fisika.

Cilacap, Agustus 2021

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	v
BAB 1. PENGANTAR FISIKA TERAPAN	1
1.1 Pengantar Fisika Terapan.....	1
1.2 Analisis dan Vektor.....	5
1.3 Dinamika.....	6
1.4 Hidrostatika.....	6
1.4.1 Gaya Hidrostatik pada Permukaan Terendam	6
1.4.2 Gaya Hidrostatik dalam Survei yang Terendam Permukaan	6
1.5 Usaha dan Energi	6
1.5.1 Usaha dan Energi.....	6
1.5.2 Daya Konten Lainnya	7
1.6 Arus dan Tahanan	8
1.7 Medan Magnet.....	9
1.8 Fluida.....	9
1.9 Suhu dan Kalor	10
1.10 Teori Relativitas.....	11
1.11 Kesimpulan.....	11
BAB 2. ANALISIS VEKTOR.....	14
2.1 Pendahuluan	14
2.2 Sifat Vektor.....	16
2.3 Perkalian Skalar dan Vektor	18
2.3.1 Perkalian Skalar	19
2.3.2 Perkalian Vektor.....	20
2.4 Operator Differensial Vektor	23
2.5 Kesimpulan.....	27

BAB 3. DINAMIKA.....	28
3.1 Pendahuluan	28
3.2 Bagaimana Tubuh Bergerak?	28
3.3 Posisi, Jarak, dan Perpindahan	29
3.4 Kecepatan dan Kecepatan Rata-Rata	30
3.5 Percepatan	32
3.6 Benda Jatuh Bebas	34
3.7 Gaya dan Gerakan.....	36
3.8 Hukum Newton Pada Gerak	37
BAB 4. HIDROSTATIKA	47
4.1 Pendahuluan	47
4.2 Cair dan Gas.....	48
4.3 Tekanan	50
4.3.1 Tekanan dalam Zat Cair	52
4.4 Kesimpulan	64
BAB 5. USAHA DAN ENERGI	67
5.1 Pendahuluan	67
5.2 Usaha, Unit dari Kerja dan Daya	68
5.2.1 Usaha.....	68
5.2.2 Daya.....	72
5.2.3 Unit dari Kerja dan Daya	72
5.3 Energi.....	74
5.3.1 Konservasi Energi.....	74
5.3.2 Energi Kinetik	75
5.3.3 Sifat Dari Energi Potensial.....	77
5.3.4 Kerja Dari Deformasi.....	77
5.3.5 Energi Ketegangan Dari Sebuah Pegas.....	78
5.3.6 <i>Friction Work</i>	79
5.4 Kesimpulan	80
BAB 6. ARUS DAN TAHANAN.....	81
6.1 Pendahuluan	81
6.2 Arus.....	81

6.3 Tahanan	91
6.3.1 Carbon Composition Resistor (Resistor Komposisi Karbon)	93
6.3.2 Carbon Film Resistor (Resistor Film Karbon)	93
6.3.3 Metal Film Resistor (Resistor Film Logam)	93
6.4 Kesimpulan	95
BAB 7. MEDAN MAGNET	97
7.1 Pendahuluan	97
7.2 Flux Magnet	98
7.3 Induksi Magnet	100
7.3.1 Induksi Magnet pada Kawat Berarus Listrik	101
7.3.2 Induksi Magnet pada Kawat Melingkar Berarus	102
7.3.3 Induksi Magnet Pada Selenoida Berarus	102
7.3.4 Induksi Magnet Pada Toroida Berarus	104
7.4 Gaya Magnetik	105
7.4.1 Pada Magnet Permanen	105
7.4.2 Pada Muatan Listrik Bergerak	106
7.4.3 Pada Kawat Listrik Bergerak	106
7.4.4 Pada Kumpanan Berarus	107
7.4.5 Pada Interaksi Kawat Sejajar	107
7.4.6 Pada Lintasan Muatan Listrik dalam Medan Magnet Homogen	108
BAB 8. FLUIDA	110
8.1 Pendahuluan	110
8.2 Sifat - Sifat Fluida	110
8.2.1 Kerapatan Massa Zat (ρ)	110
8.2.2 Berat Jenis (γ)	111
8.2.3 Kerapatan Relatif	112
8.2.4 Viscositas (Kekentalan) Suatu Fluida	113
8.2.5 Tekanan Fluida	115
8.3 Statika Fluida	116
8.3.1 Tekanan Pada Fluida Statik	116
8.3.2 Tekanan Rata-Rata	117

8.3.3 Tekanan Hidrostatik.....	118
8.4 Dinamika Fluida.....	120
8.4.1 Persamaan Dasar Aliran Fluida.....	120
8.5 Kesimpulan.....	124
BAB 9. SUHU DAN KALOR.....	126
9.1 Konsep Suhu.....	126
9.2 Perpindahan Panas (Kalor).....	130
9.2.1 Konduksi.....	131
9.2.2 Konveksi.....	134
9.2.3 Radiasi Termal.....	136
BAB 10. TEORI RELATIVITAS.....	144
10.1 Pendahuluan.....	144
10.2 Teori Relativitas Khusus.....	145
10.2.1 Postulat Pertama Einstein.....	145
10.3 Teori Relativitas Umum.....	152
10.4 Kesimpulan.....	154
BIODATA PENULIS.....	156

BAB 4

HIDROSTATIKA

Erwinsyah Satria
Universitas Bung Hatta
erwinsyah.satria@bunghatta.ac.id

4.1 Pendahuluan

Banyak hal yang kita hargai dalam hidup adalah fluida atau zat alir: seperti menghirup udara musim dingin yang segar; nyala api biru yang panas di kompor gas kita; air yang kita minum, renangi, dan gunakan untuk mandi; dan darah dalam nadi kita. Apa sebenarnya zat alir itu? Bisakah kita memahami zat alir dengan hukum yang sudah disajikan, atau akankah hukum baru bisa muncul dari meneliti mereka? Karakteristik fisik dari zat alir statis atau stasioner dan beberapa hukum yang mengatur perilaku mereka adalah topik bahasan bab ini.

Hidrolika adalah studi tentang fluida dan dibagi menjadi hidrostatika (aerostatik), menyangkut fluida saat diam dan hidrodinamika (aerodinamika), mengenai fluida yang sedang bergerak (Stephens & Ward, 1972). Fluida adalah kumpulan partikel kecil tanpa batas dan mampu bekerja dan bergerak di antara satu sama lain di setiap arah tanpa gesekan (Webster, 1856).

Sifat hidrostatika yang sudah lama ditemukan oleh Archimedes of Syracuse (CCI. 287-212 B.C.), biasanya dikatakan sehubungan dengan apa yang disebut prinsip Archimedean. Archimedes memberikan pengembangan matematika untuk prinsip ini dalam Buku I dari sebuah karya yang berjudul *On Floating Bodies*. Banyak perhatian telah diberikan pada buku pertamanya tentang hidrostatik, berkebalikan dengan Buku II tentang benda apung. Namun, buku kedua lebih baik menunjukkan kejeniusan matematika dari Archimedes (Estes, 1963).

Objek ilmu Hidrostatika adalah untuk membahas sifat mekanik zat alir, atau untuk menentukan sifat alami aksi timbal balik yang

diberikan zat alir pada permukaan dengan siapa mereka bersentuhan, dan untuk menjelaskan dan mengklasifikasikan, di bawah hukum-hukum umum, fenomena yang bervariasi berkaitan dengan zat alir yang menjadi perhatian seorang pengamat. Untuk mencapai tujuan ini, perlu dibangun teori yang konsisten, didirikan berdasarkan pengamatan dan percobaan, yang dari mana, dengan proses penalaran deduktif, dan bantuan Geometri dan Aljabar, penjelasan dari fenomena akan mengalir sebagai konsekuensi dari definisi dan properti fundamental yang diasumsikan; uji dari teori akan menjadi bersesuaian dengan fakta yang diamati dari hasil pemikiran tersebut (Besant, 1890). Karena sifat dari sains yang mana ilmu diperoleh melalui adanya bukti empiris dan teori ditemukan dengan cara metode ilmiah serta berpikir kritis (Satria & Widodo, 2020; Satria & Sopandi, 2019).

Di bab ini akan dijelaskan konsep zat cair dan gas, tekanan pada zat alir, contoh penerapan hukum Pascal, hukum pokok hidrostatik, penerapan prinsip bejana berhubungan di keseharian, contoh penerapan hukum hidrostatik, pompa, dan turbin.

4.2 Cair dan Gas

Fluida adalah zat yang mengalir atau mampu mengalir. Dua bentuk cairan yang paling dikenal adalah udara dan air. Sifat zat-zat ini yang membedakan mereka paling mudah dari zat padat adalah yang mana dengan mudah massa dari mereka dapat dibagi lagi. Mereka tidak memberikan perlawanan terhadap pemisahan, atau dalam bahasa matematika, mereka tidak memberikan tekanan geser. Zat cair mempunyai volume tertentu, mudah berubah bentuknya, dan tidak mudah ditekan. Gas tidak mempunyai volume dan bentuk tertentu yang mudah dikompresi dan dapat dibuat untuk mengembang tanpa batas dengan meningkatkan volume yang dimilikinya (Ramsey, 2017). Cairan dan gas dianggap sebagai zat alir karena mereka menghasilkan gaya geser, sedangkan benda padat menahannya. Perhatikan bahwa sejauhmana cairan menghasilkan gaya geser (dan karenanya mengalir dengan mudah dan cepat) tergantung pada kuantitas yang disebut

viskositas. Kita dapat memahami fase-fase materi dan apa yang merupakan fluida dengan mempertimbangkan kekuatan-kekuatan di antara atom-atom yang berubah dalam tiga fase (Sears, Zemansky, & Young, 2013).

Zat alir adalah zat yang tidak mampu menahan gaya dan cenderung berubah bentuk. Zat cair tertentu menempati volume yang pasti, hampir tidak dapat dimampatkan dan hampir tidak terpengaruh oleh perubahan suhu, sedangkan massa gas yang diberikan benar-benar mengisi bejana yang tertutup, mudah dikompresi, dan sangat dipengaruhi oleh perubahan suhu (Stephens & Ward, 1972; Halliday, Resnick, & Jearl Walker, 2011). Cair adalah keadaan materi yang dicirikan oleh mobilitas molekul. Cairan dapat mengambil bentuk sesuai wadahnya, tetapi masih ada kekuatan yang cukup besar (gaya kohesi) antara molekul, memanifestasikan diri dalam kompresibilitas rendah dan tegangan permukaan. Cairan terdiri dari partikel materi dengan vibrasi halus, seperti atom, yang disatukan oleh gaya antarmolekul. Sifat khas dari wujud cairan adalah tegangan permukaan, yang mengarah pada fenomena pembersihan (Benenson, Harris, Stöcker, & Lutz, 2006; Serway & Jewett, 2018).

Partikel gas dipisahkan berjauhan satu sama lain, dan akibatnya, memiliki ikatan antarmolekul yang lebih lemah daripada cairan atau padatan. Gaya antarmolekul ini dihasilkan dari interaksi elektrostatis antarpartikel gas. Gas yang mengandung ion bermuatan permanen dikenal sebagai plasma (Giancoli, 2016; Sears, Zemansky, & Young, 2013). Semua gas dapat dikonversi menjadi cairan dengan menurunkan suhu dan peningkatan tekanan. Untuk setiap gas ada suhu kritis sehingga untuk suhu yang lebih tinggi dengan tidak ada peningkatan tekanan akan menyebabkan gas mengembun, sedangkan untuk suhu yang lebih rendah, gas dapat terkondensasi dengan mengerutkan tekanan. Pada suhu di bawah suhu kritis gas disebut uap dan ketika di atas temperatur kritis disebut gas permanen (Ramsey, 2017).

Gas, keadaan materi di mana terdapat gaya yang lemah dan berjarak pendek yang bertabrakan di antara molekul-molekulnya. Gas dicirikan oleh kompresibilitas tinggi dan kurangnya tegangan

permukaan dan kohesi. Aliran gas juga dapat dijelaskan dengan hidrodinamika, tetapi kompresibilitas tinggi dan fluktuasi kepadatan yang dihasilkan harus diperhitungkan (Benenson, Harris, Stöcker, & Lutz, 2006).

4.3 Tekanan

Gagasan tentang tekanan menyiratkan sesuatu yang ditekan; misalnya permukaan yang tunduk pada gaya atau dorongan tertentu. Gaya yang diberikan oleh fluida statis pada suatu benda selalu tegak lurus terhadap permukaan dari objek (Serway & Jewett, 2018). Tekanan rata-rata pada permukaan bidang tertentu adalah tekanan seragam yang akan menghasilkan gaya dorong yang sama dengan tekanan aktual (Ramsey, 2017).

Benda zat cair juga memiliki tekanan. Karena zat cair memiliki berat sehingga memberikan gaya ke segala arah. Hal tersebut dapat dilihat pada bendungan air; jika bendungan tidak kuat untuk menahan tekanan air, maka bendungan tersebut akan hancur dan airnya akan tumpah.

Tekanan, gaya per satuan luas yang bekerja secara normal ke elemen permukaan dalam fluida. Karena mobilitas molekul fluida yang tinggi, gaya yang bekerja pada satu posisi merambat dengan cepat dan secara isotropik dengan besaran yang sama melalui seluruh volume fluida. Dalam fluida diam, gaya normal yang diberikan pada permukaan uji kecil (misalnya, bagian dinding kapal atau permukaan benda yang terendam) memiliki besaran yang sama di mana-mana dan tidak tergantung pada orientasi permukaan uji (tekanan isotropik, lihat Gambar 4.1). Ini hanya berlaku jika tekanan akibat gravitasi dapat diabaikan. Tegangan geser tidak ada dalam cairan (Benenson, Harris, Stöcker, & Lutz, 2006).

Secara matematis, tekanan dirumuskan sebagai berikut (Giancoli, 2016):

$$\text{Tekanan} = \frac{\text{Gaya}}{\text{Luas Bidang}} \quad P = \frac{F}{A}$$

dengan:

P = Tekanan (N/m^2)

F = Gaya normal (N)

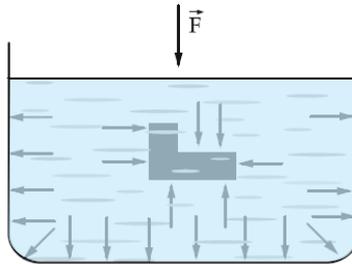
A = Luas bidang (m^2)

Dalam satuan international, satuan tekanan adalah satuan gaya per satuan luas sama disebut Pascal (Pa). Dalam sistem CGS, satuan tekanan adalah dyne/cm^2 . Satuan tekanan lainnya adalah: $1 \text{ atm} = 14.7 \text{ lb/in.}^2 = 14.7 \text{ psi}$.

$$1 \text{ atm} = 76 \text{ cm Hg}$$

$$1 \text{ N/m}^2 = 100.000 \text{ dyne/cm}^2$$

Tekanan bukan kuantitas vektor. Gaya adalah vektor dan tekanan adalah skalar. Tidak ada arah terkait dengan tekanan kerjanya ke segala arah dengan besaran yang sama (Serway & Jewett, 2018).



Gambar 4.1 Tekanan isotropik bekerja secara seragam dan isotropis; arah kekuatan ditunjukkan oleh panah

Tekanan atmosfer (P_0), di permukaan laut sekitar $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$. Khusus untuk keperluan cuaca digunakan satuan atmosfer, cm-raksa (cm-Hg), dan milibar (mb).

$$1 \text{ mb} = 0,01 \text{ bar}, 1 \text{ atm} = 76 \text{ cm Hg} = 1,01 \times 10^5 \text{ Pa} = 1,01 \times \text{bar}$$

Alat mengukur tekanan yang biasa digunakan diantaranya: autoclave, yaitu bejana tekan untuk mengukur tekanan sangat tinggi (1000-10000 bar). Pompa vakum, mengukur tekanan yang sangat rendah (saat ini sampai ke 10^{-11} bar). Tekanan ditentukan dengan mengukur gaya yang bekerja pada area yang diketahui: dalam manometer pegas, dalam barometer aneroid dengan deformasi kotak logam yang dievakuasi, dalam tabung Bourdon dengan deformasi tabung yang langsung ditransmisikan ke jarum penunjuk. Manometer

adalah bentuk pengukur tekanan sederhana yang mencatat secara langsung tekanan dalam pipa atau perbedaan tekanan antara dua titik dalam pipa.

Barometer merkuri, mengukur tekanan dengan membandingkan tekanan yang tidak diketahui dengan tekanan yang diketahui karena gravitasi kolom cair. Metode modern menggunakan elemen piezoelektrik di mana gaya yang diterapkan pada kristal menghasilkan tegangan listrik.

4.3.1 Tekanan dalam Zat Cair

Seperti yang diketahui penyelam, tekanan air meningkat seiring kedalaman. Demikian juga, tekanan atmosfer berkurang dengan meningkatnya ketinggian; untuk alasan ini, pesawat terbang di ketinggian harus memiliki kabin bertekanan untuk kenyamanan penumpang. Tekanan yang ditemui oleh penyelam dan pendaki gunung biasanya disebut tekanan hidrostatik, karena mereka disebabkan oleh cairan yang statis (diam) (Halliday, Resnick, & Jearl Walker, 2011).

Jika zat cair dimasukkan ke dalam tabung, maka zat cair memberikan tekanan pada dinding tabung yang bersentuhan dengan zat cair. Sifat-sifat tekanan zat cair antara lain: (1) zat cair menekan ke segala arah dengan sama besar pada kedalaman yang sama, (2) makin ke dalam dari permukaan zat cair, tekanannya makin besar, (3) tekanan zat cair tidak bergantung pada bentuk wadahnya, (4) tekanan zat cair bergantung pada massa jenisnya (Cruise, Sherif, & Singh, 2007).

Tekanan zat cair dalam keadaan diam disebut tekanan hidrostatik (lihat Gambar 4.2). Besarnya tekanan hidrostatik dapat diukur dengan menggunakan alat Hartl. Tekanan hidrostatik bergantung pada massa jenis, ketinggian atau kedalaman zat cair, serta percepatan gravitasi bumi (Halliday, Resnick, & Jearl Walker, 2011). Tekanan karena gravitasi adalah tekanan yang dihasilkan dalam cairan dengan beratnya sendiri. Ini hasil dari gaya yang diberikan oleh kolom cair dengan tinggi h dan volume $V = h.A$ pada area dasarnya A , dapat dirumuskan dengan:

Berat kolom = berat per satuan volume x volume = $\rho \cdot g \times A \cdot h$

Tekanan pada dasar kolom = $P \times A$, di mana P adalah tekanan pada basis.

$$\rho \cdot g \times A \cdot h = P \cdot A \longrightarrow P = s \cdot h = \rho \cdot g \cdot h$$

P = tekanan hidrostatik (N/m^2 atau dn/cm^2 , Pascal atau atm)

s = berat jenis zat cair (N/m^3 atau dn/cm^3)

h = jarak ke permukaan zat cair (m atau cm)

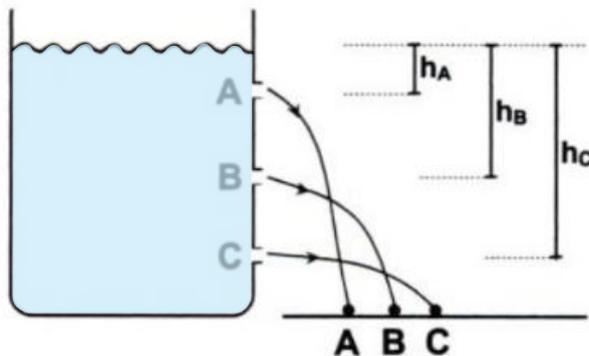
ρ = massa jenis zat cair (kg/m^3 atau g/cm^3) ($1000 \text{ kg/m}^3 = 1 \text{ g/cm}^3$).

$1000 \text{ liter} = 1 \text{ m}^3$

g = gravitasi (m/s^2 atau cm/s^2)

Kepadatan (ρ) adalah karakteristik penting dari zat. Sangat penting dalam menentukan apakah suatu benda tenggelam atau mengapung dalam cairan. Kepadatan juga mengungkapkan sesuatu tentang fase materi dan strukturnya. Perhatikan bahwa kerapatan cairan dan padatan kira-kira sebanding, konsisten dengan fakta bahwa atom-atomnya berada dalam kontak dekat. Jumlah kerapatan gas jauh lebih sedikit daripada cairan dan padatan, karena atom-atom dalam gas dipisahkan oleh ruang kosong dalam jumlah besar (Sears, Zemansky, & Young, 2013).

Tekanan di C lebih besar daripada tekanan hidrostatik di B dan A, sehingga pancaran air lebih jauh pada titik C dibandingkan titik B dan A. Tekanan total pada kedalaman tertentu: $P = P_o + \rho \cdot g \cdot h$



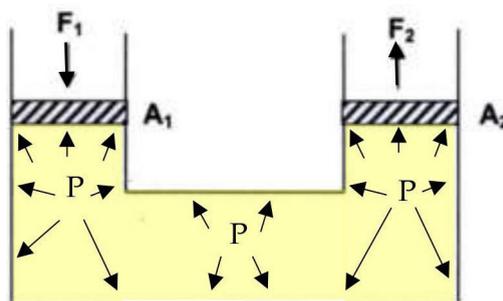
Gambar 4.2 Tekanan hidrostatik di kedalaman yang berbeda

Paradoks hidrostatik adalah tekanan di bagian bawah wadah/bejana hanya tergantung pada kepadatan cairan dan ketinggian kolom cair, tetapi tidak pada bentuk wadah, dan karenanya tidak pada jumlah cairan.

4.3.1.1 Hukum Pascal

Karena tekanan dalam suatu fluida bergantung pada kedalaman dan pada nilai P_0 (tekanan permukaan), setiap kenaikan tekanan pada permukaan harus ditransmisikan ke setiap titik lain dalam fluida. Konsep ini pertama kali dikenali oleh ilmuwan Prancis Blaise Pascal (1623–1662) dan disebut hukum Pascal: perubahan tekanan yang diterapkan pada fluida ditransmisikan tanpa batas ke setiap titik fluida dan ke dinding wadah, dengan sama besar (sama kuat) (Giancoli, 2016).

Hukum Pascal ini banyak dimanfaatkan untuk pembuatan peralatan hidrolik yang digunakan untuk memindahkan dan mengubah besar gaya, yaitu dengan memberikan gaya yang kecil untuk memperoleh gaya yang besar, seperti pada mesin atau proyek alat pengangkat hidrolik/pneumatik (Satria, 2018). Prinsip kerjanya seperti pada Gambar 4.3. Tekanan piston, tekanan yang dihasilkan dalam cairan dengan menekan piston yang dapat bergerak ke dalam silinder di dalam wadah cairan. Dalam keseimbangan statis tekanan P dari cairan hanya mengkompensasi gaya eksternal F_1 dan F_2 .



Gambar 4.3 Tekanan Piston pada mesin tekan hidrolik

Misalkan piston 1 mempunyai luas penampang A_1 , dan piston 2 mempunyai luas penampang A_2 dengan $A_1 < A_2$. Jika piston I diberi

gaya F_1 ke bawah, maka zat cair yang berada dalam piston tersebut mengalami tekanan P_1 sebesar F_1/A_1 . Berdasarkan hukum Pascal, tekanan P akan diteruskan ke segala arah dengan sama besar sampai ke piston 2. Oleh karena $A_2 > A_1$ maka $F_2 > F_1$. Hal inilah yang menyebabkan gaya yang bekerja pada penampang A_2 menjadi lebih besar.

Secara matematis, hukum Pascal dinyatakan dengan:

$$P_1 = P_2 \rightarrow \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

Keterangan: P_1 = tekanan piston 1 (Pa), P_2 = tekanan piston 2 (Pa), F_1 = gaya pada A_1 (N), F_2 = gaya pada A_2 (N), A_1 = luas penampang 1 (m^2), A_2 = luas penampang 2 (m^2).

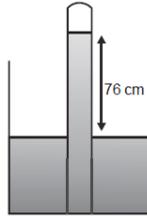
Dari konversi energi, stroke piston di area yang lebih besar lebih rendah dengan faktor A_1/A_2 daripada stroke di area yang lebih kecil. Penerapan hukum Pascal (Serway & Jewett, 2018) dengan penerapan prinsip piston untuk mengirim dan memperkuat gaya dalam pengaturan teknologi, di keseharian dapat ditemukan seperti pada: (1) dongkrak hidrolik, (2) mesin hidrolik pengangkat mobil, (3) rem hidrolik mobil, (4) kempa hidrolik, (5) pompa hidrolik. Keuntungan khususnya adalah kemungkinan mengubah arah gaya tanpa menggunakan elemen mekanis seperti tuas atau roller.

Untuk pembelajaran di sekolah ada KIT hidrostastika yang bisa digunakan sebagai media untuk menambah pemahaman siswa akan konsep tekanan dan aplikasi teknologinya (Satria, 2018; Sudarsana, dkk., 2019; Sudarsana, dkk., 2019) yang akan bisa meningkatkan aktivitas, minat, dan keterampilan ilmiah siswa (Satria, 2020; Satria; 2019).

Tidak seperti cairan, gas sangat kompresif. Pekerjaan kompresi yang dilakukan dalam mengompresi volume gas disimpan sebagai energi internal dalam gas dan dapat dilepaskan pada posisi apa pun dan kapan saja. Gas terkompresi berfungsi sebagai perangkat penyimpanan energi, dan digunakan dalam kontrol mesin (pneumatik).

Alat ukur merkuri (manometer merkuri sering digunakan untuk mengukur tekanan darah arteri), alat untuk pengukuran tekanan dengan perbandingan dengan tekanan karena gravitasi kolom merkuri. Di satu sisi pengukur, ada p , tekanan yang akan diukur, dan $\rho g h_1$ (massa jenis ρ , g percepatan gravitasi, tinggi h_1), tekanan akibat gravitasi; dan di sisi lain, ada tekanan karena gravitasi kolom cair $\rho g h_2$, dan tekanan referensi p_0 . Dalam keseimbangan: $p - p_0 = \rho \cdot g \cdot (h_2 - h_1)$.

Oleh karena itu, perbedaan tekanan sebanding dengan perbedaan ketinggian. Semakin berat cairan, semakin besar tekanan yang terukur. Dalam bentuknya yang paling sederhana, pengukur terdiri dari tabung gelas ditutup di ujung atas dengan ujung bawah terendam merkuri. Tekanan referensi yaitu tekanan dalam rongga di ujung atas, adalah tekanan uap merkuri yang sangat rendah (hampa udara). Perangkat yang sesuai yang dirancang untuk pengukuran tekanan atmosfer disebut barometer. Gambar 4.4 menunjukkan barometer Torricelli.



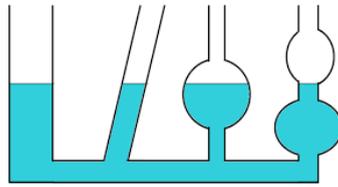
Gambar 4.4 Bentuk manometer paling sederhana.

4.3.1.2 Bejana Berhubungan

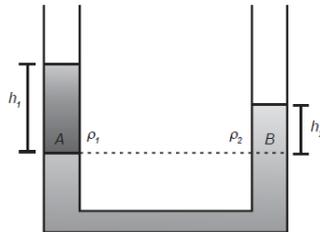
Salah satu sifat zat cair jika dalam keadaan diam, mempunyai permukaan yang datar. Jika zat cair yang sejenis (misalnya air) dimasukkan dalam bejana berhubungan yang memiliki empat tabung kaca yang berbeda bentuknya tampak bahwa permukaan air dalam keempat tabung tetap mendatar dan sama tinggi (lihat Gambar 4.5).

Tekanan hidrostatik pada titik A (Gambar 4.6) akan sama dengan tekanan hidrostatik pada titik B sehingga diperoleh persamaan:

$$P_A = P_B \longrightarrow \rho_1 \cdot g \cdot h_1 = \rho_2 \cdot g \cdot h_2 \longrightarrow \rho_1 \cdot h_1 = \rho_2 \cdot h_2$$



Gambar 4.5 Permukaan zat cair dalam bejana berhubungan yang bentuk tabungnya berbeda



Gambar 4.6 Bejana berhubungan dengan zat cair yang massa jenisnya berbeda

4.3.1.3 Kompresibilitas

1. Definisi Kompresibilitas

Kompresibilitas yaitu perubahan fraksional volume cairan karena perubahan tekanan (Benenson, Harris, Stöcker, & Lutz, 2006):

$$K = \frac{\Delta V}{V \cdot \Delta p} \longrightarrow K = \text{Kompresibilitas (1/Pa = m}^2/\text{N)}$$

ΔV = perubahan volume (m^3); V = volume awal (m^3); Δp = perubahan tekanan (Pa)

Nilai kompresibilitas khas berada dalam kisaran 10^{-1} 1/Pa. Dalam kondisi standar (suhu 0°C dan tekanan 101.325 kPa), air memiliki kompresibilitas $0,5 \cdot 10^{-9}$ 1/Pa. Di bawah tekanan atmosfer 10^5 Pa, volume air 1 m^3 adalah: $\Delta V = KV\Delta p = 0,5 \cdot 10^{-9}$ 1/Pa $\cdot 1 \text{ m}^3 \cdot 10^5 \text{ Pa} = 0,5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 = 50 \text{ cm}^3$.

2. Koefisien Ekspansi Volume

Koefisien ekspansi volume, γ , menggambarkan ekspansi cairan saat suhu meningkat (Benenson, Harris, Stöcker, & Lutz, 2006).

Ekspansi fraksional volume cairan sebanding dengan kenaikan suhu jika kecil dibandingkan dengan suhu asli.

$$\frac{\Delta V}{V} = \gamma \Delta \theta$$

$$\frac{\Delta V}{V} = \text{perubahan fraksi volume (1)}$$

γ = koefisien ekspansi volume (1/K);

$\Delta \theta$ = perubahan suhu (K)

Koefisien ekspansi volume memiliki unit 1/K. Itu tergantung pada suhu bahan, dan biasanya suhu diberikan, $\theta_0 = 0^\circ\text{C}$. Koefisien ekspansi volume air pada 20°C adalah $\gamma = 0,18 \cdot 1/\text{K}$. Untuk gas ideal pada suhu ini,

$$\gamma = \frac{1}{\theta_0} = 3 \cdot 4 \times 10^{-3} 1/\text{K}$$

4.3.1.4 Tekanan Karena Gravitasi Dalam Gas

1. Perhitungan Tekanan Karena Gravitasi Dalam Gas

Dalam perhitungan tekanan karena gravitasi dalam gas, seseorang harus memperhitungkan kompresibilitas gas. Densitas gas pada tekanan p diberikan oleh:

$$\rho = \rho_0 \frac{p}{p_0}$$

dengan menunjukkan densitas pada tekanan referensi p_0 . Perubahan tekanan p untuk perubahan ketinggian h di atas area dasar kolom gas adalah (Benenson, Harris, Stöcker, & Lutz, 2006):

$$\Delta p = -\frac{\Delta m g}{A} = -\rho g \Delta h$$

2. Persamaan Barometrik

Persamaan barometrik (Gambar 4.7) dari persamaan sebelumnya:

$$p = p_0 e^{-Ch} \quad C = \frac{\rho_0 g}{p_0}$$

Dengan: p = tekanan pada ketinggian h (Pa), h = ketinggian (m),
 C = konstanta (1/m), p_0 = tekanan di permukaan tanah (Pa), ρ =

massa jenis di permukaan tanah (kg/m^3), g = kecepatan gravitasi (m/s^2) (Benenson, Harris, Stöcker, & Lutz, 2006).

Tekanan dalam kolom gas (khususnya, di atmosfer bumi) berkurang secara eksponensial dengan ketinggian. Konstanta C untuk udara memiliki nilai $C = 0.1256/\text{km}$, untuk tekanan $p_0 = 101,3 \text{ kPa}$ di permukaan tanah dan suhu 0°C . Untuk setiap peningkatan ketinggian sekitar 8 m di dekat permukaan tanah, tekanan udara berkurang $100 \text{ Pa} = 1 \text{ mbar}$.

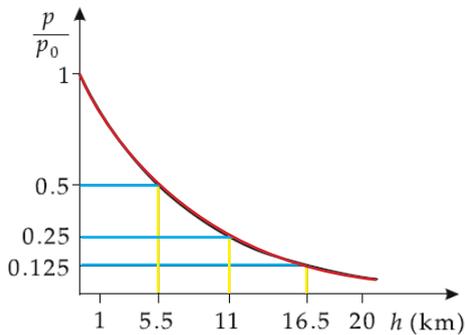
3. Persamaan Barometrik Internasional

Penurunan suhu dengan meningkatnya ketinggian tidak diperhitungkan dalam persamaan barometrik. Dimasukkannya variasi suhu ini mengarah ke persamaan barometrik internasional:

$$p = \left(1 - \frac{0.00651}{288} \frac{m \cdot h}{288} \right)^{5.255} \cdot 101.325 \text{ kPa}$$

Persamaan ini berlaku hingga ketinggian 11 km . Kepadatan udara diberikan oleh (Benenson, Harris, Stöcker, & Lutz, 2006):

$$\rho = \left(1 - \frac{0.00651}{288} \frac{m \cdot h}{288} \right)^{4.255} \cdot 1.2255 \text{ kg/m}^3$$



Gambar 4.7. Solusi dari persamaan barometric

4. Standar Atmosfer

Tekanan atmosfer berfluktuasi sekitar 10%, tergantung pada cuaca dan suhu. Tekanan standar dan kepadatan standar udara di permukaan laut dan untuk 15 °C:

$$p_o = 101.325 \text{ kPa} \quad \rho_o = 1.293 \text{ kg/m}^3$$

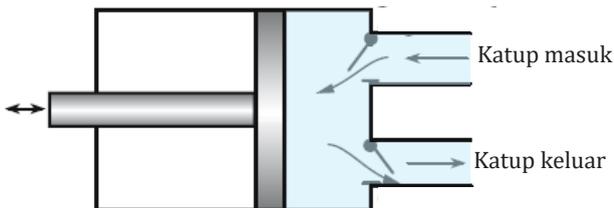
(sebelumnya: 760 Torr, dinamai untuk Evangelista Torricelli, yang menemukan barometer merkuri pada tahun 1674).

4.3.1.5 Pompa

Pompa adalah mesin untuk mengangkut cairan dan gas.

1. Tipe-Tipe Dari Pompa (Benenson, Harris, Stöcker, & Lutz, 2006)

- Pompa piston, piston bergerak bolak-balik dalam sebuah tabung. Dalam satu langkah, bahan yang akan dipompa ditarik melalui katup hisap, pada langkah mundur itu dikeluarkan melalui katup tekanan. Digunakan untuk engine (Gambar 4.8).



Gambar 4.8 Prinsip pompa piston.

- Pompa diafragma, membran digunakan sebagai pengganti piston (misal, untuk cairan korosif, pompa bahan bakar).
- Pompa baling-baling, satu atau beberapa baling-baling yang ditempatkan dalam sebuah silinder bergerak bolak-balik, bukan piston; katup tekanan dimasukkan ke dalam baling-baling, katup hisap dipasang di pipa saluran masuk.
- Pompa roda gigi, persneling menekan cairan dari satu sisi ke sisi lain (sering sebagai pompa pelumas).

- e. Pompa putar; juga turbin atau pompa sentrifugal, cairan memasuki wilayah tengah dan ditangkap oleh baling-baling putar, dipercepat dan ditekan ke luar oleh gaya sentrifugal (pompa air keluaran tinggi yang digerakkan oleh motor listrik seperti pompa turbo) (Gambar 4.9).
- f. *Water-jet pump*, jet air yang mengalir melalui *nozzle* mengangkut udara keluar (lihat efek hisap dari cairan yang mengalir).
- g. Pompa penguap uap, semburan uap air mengangkut air.
- h. Pompa difusi, untuk menghasilkan tekanan tinggi. Bahan seperti minyak atau merkuri diuapkan di forevacuum. Ia naik, dengan demikian membawa molekul gas untuk dipompa melalui difusi ke dalam berkas uap; setelah kondensasi pada dinding yang didinginkan, ia diumpankan kembali (Gambar 4.10).
- i. Pompa molekuler, pompa turbin menggerakkan molekul gas ke daerah dengan tekanan lebih tinggi karena gesekan dalam tumbukan partikel dengan cakram berputar.
- j. Pompa pengambil/intake, untuk vakum sangat tinggi, berdasarkan pada absorpsi molekul gas residu pada zat yang bekerja (pengambil)

2. Properti dan Parameter Pompa (Benenson, Harris, Stöcker, & Lutz, 2006)

Tinggi pemompaan, H , ketinggian maksimum hingga cairan dapat dibawa oleh pompa. Kuantitas ini ditentukan oleh tekanan pompa yang tersedia yang dapat mengkompensasi tekanan kolom air setinggi ini. Parameter H juga membatasi kecepatan aliran yang mungkin dicapai dalam pipa; ketinggian pompa berkorelasi dengan aliran pompa, tergantung pada desain detailnya.

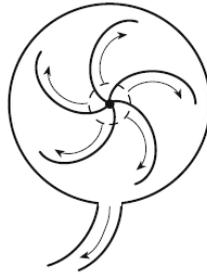
Aliran pemompaan, Q , aliran volume, volume cairan yang disampaikan per satuan waktu. Itu tergantung pada dimensi pompa, dan pada kecepatan aliran yang dicapai.

Kapasitas pemompaan, PQ , daya pemompaan, pekerjaan per unit waktu yang dapat dilakukan oleh pompa terhadap gravitasi, produk

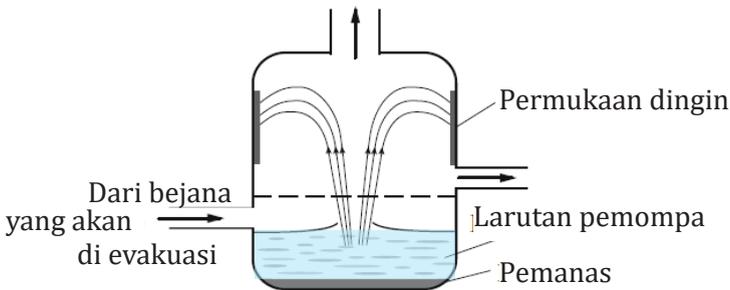
gaya gravitasi per volume ρg , aliran volume Q dan tinggi pemompaan H : $P_Q = \rho g H Q$

Efisiensi pompa, rasio kapasitas pemompaan yang dicapai P_Q dengan daya mekanik yang disediakan P_0 :

$$\eta = \frac{P_Q}{P_0}$$



Gambar 4.9 Pompa putar. Pipa saluran masuk terhubung secara aksial



Gambar 4.10 Pompa difusi

3. Pompa Hisap dan Pompa Bertekanan

Pompa hisap mengeksploitasi tekanan atmosfer dengan menghasilkan wilayah sub-tekanan (misalnya dengan ekspansi volume akibat menggerakkan piston). Efek hisap kemudian muncul karena perbedaan tekanan antara tekanan atmosfer dan nilai tekanan bawah. Oleh karena itu, tekanan pompa maksimum adalah tekanan atmosfer, dan ketinggian hisap maksimum untuk air adalah sekitar 10 m. Pompa tekanan beroperasi secara langsung dalam medium, terlepas dari tekanan atmosfer.

4. Turbin

Turbin, kebalikan dari pompa. Dalam turbin, energi aliran dimodifikasi jadi energi mekanik (energi rotasi) (misalnya untuk mengoperasikan generator). Berbeda dengan mesin piston, ini tidak terjadi dengan menggerakkan piston, melainkan poros yang digerakkan langsung oleh aliran.

Roda air, perangkat tertua yang mengubah energi aliran menjadi energi mekanik. Roda air dapat digerakkan oleh air yang jatuh ke baling-baling, atau dengan air yang mengalir di bawah roda dan membawa baling-baling. Efisiensi 80 hingga 85%. Kekuatannya diberikan oleh (Benenson, Harris, Stöcker, & Lutz, 2006):

$$P = g\rho Qh$$

(g = percepatan gravitasi, ρ = kepadatan cairan, aliran volume = Q , h = ketinggian jatuh).

Pembagian turbin sebagai berikut:

- a. Turbin air, mesin hidrolis yang memperoleh energi dari aliran air. Dalam turbin jet air, sebuah jet air menabrak baling-baling yang dipasang pada sulur. Dalam turbin Kaplan dan turbin Francis, air mengalir dari luar melalui baling-baling pemandu ke baling-baling yang bergerak, melepaskan energi kinetik ketika bergerak ke dalam, dan dibuang di dekat roda gandar/as. Daya: hingga 250 MW.
- b. Turbin uap, untuk produksi energi di pembangkit listrik termal. Pertama, uap dikembangkan pada roda pemandu tetap (yang tidak dapat terjadi pada turbin air karena ketidak terkompresian air) dan dengan demikian dipercepat ke kecepatan tinggi; kemudian ia menggerakkan satu atau beberapa baling-baling bergerak.
- c. Turbin gas, digerakkan oleh gas yang mudah terbakar: kombinasi turbin yang tepat yang digerakkan oleh gas limbah pembakaran panas dan kompresor yang mendahului pembakaran yang menekan udara ke dalam ruang bakar. Aplikasi untuk pesawat terbang sebagai mesin turboprop yang melibatkan baling-baling pada poros, dan mesin jet tanpa baling-baling; juga

untuk generator mobil, kadang-kadang untuk kendaraan darat. Keuntungannya adalah konstruksi sederhana dengan beberapa unit bergerak, bobot ringan per unit daya, laju rotasi tinggi (hingga 20.000 putaran/menit), efisiensi hingga 35% untuk perangkat multi-tahap dan bahan bakar murah.

Di bab ini belum dibahas daya apung, kohesi, adhesi, tegangan permukaan, dan kapilaritas yang jadi bagian dari hidrostatika.

4.4 Kesimpulan

Ada banyak karakteristik lain yang membedakan cairan dari satu sama lain, seperti warna, tingkat transparansi, kualitas kimia, viskositas, dan lain-lain. Dalam teori Hydrostatics karakteristik yang sangat diperlukan adalah kepadatan/massa jenis dan berat.

Siswa akan paham lebih jelas sifat tekanan fluida, dan untuk melihat bahwa aksi fluida tidak tergantung pada kuantitasnya, tetapi pada posisi. Harus diingat dengan hati-hati bahwa tekanan hanya terikat dengan kedalaman di bawah bidang permukaan.

Jadi, dalam pembangunan gerbang-dermaga, atau kunci-kanal, bukan bentangan laut di luar yang akan memengaruhi tekanan, melainkan ketinggian permukaan; dan dalam mempertimbangkan kekuatan yang dibutuhkan dalam konstruksi, ketinggian permukaan terbesar akibat pasang surut juga harus diperhitungkan, juga karena pasang yang cepat atau badai. Prinsip yang sama menunjukkan bahwa dalam pembangunan tanggul, atau pemeliharaan tepian sungai, kekuatannya harus sebanding dengan kedalaman di bawah permukaan air.

Daftar Pustaka

- Stephens, R. C., & Ward, J. J. (1972). Hydrostatics. In Applied Mechanics (pp. 145-153). Palgrave, London
- Webster, T. (1856). *The Principles of Hydrostatics*. John W. Parker
- Estes, B. R. (1963, February). The Hydrostatics of Archimedes. In Proceedings of the Oklahoma Academy of Science (Vol. 43, pp. 188-190)

- Besant, W. H. (1890). *Elementary Hydrostatics*. Deighton, Bell and Company
- Satria, E., & Widodo, A. (2020, June). View of Teachers and Students Understanding of the Nature of Science at Elementary Schools in Padang City Indonesia. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1567, No. 3, p. 032066). IOP Publishing
- Satria, E., & Sopandi, W. (2019, October). Applying RADEC Model in Science Learning to Promoting Students' Critical Thinking in Elementary School. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1321, No. 3, p. 032102). IOP Publishing
- Ramsey, A. S. (2017). *Hydrostatics*. Cambridge University Press
- Sears, F. W., Zemansky, M. W., & Young, H. D. (2013). *College Physics*. Addison Wesley Publishing Company
- Halliday, D., Resnick, R., & Jearl Walker, J. (2011). *Fundamental of Physics*, edisi 9
- Benenson, W., Harris, J. W., Stöcker, H., & Lutz, H. (Eds.). (2006). *Handbook of Physics*. Springer Science & Business Media
- Serway, R. A., & Jewett, J. W. (2018). *Physics for Scientists and Engineers with Modern Physics*. Cengage learning
- Giancoli, D. C. (2016). *Physics: Principles with Applications*. Boston: Pearson
- Cruise, J. F., Sherif, M. M., & Singh, V. P. (2007). *Elementary Hydraulics*. Toronto, Ontario: Thomson/Nelson
- Satria, E. (2018, March). Projects for the Implementation of Science Technology Society Approach in Basic Concept of Natural Science Course as Application of Optical and Electrical Instruments' Material. In *Journal of Physics: Conference Series*
- Satria, E., & Sari, S. G. (2018). Penggunaan Alat Peraga dan KIT IPA oleh Guru dalam Pembelajaran di Beberapa Sekolah Dasar di Kecamatan Padang Utara dan Nanggalo Kota Padang. *IKRA-ITH HUMANIORA: Jurnal Sosial dan Humaniora*, 2(2), 1-8
- Sudarsana, I. K., Mulyaningsih, I., Kurniasih, N., Wulandari, Y. O., Ramon, H., Satria, E., ... & Abdullah, D. (2019, November). Integrating Technology And Media In Learning Process. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1363, No. 1, p. 012060). IOP Publishing
- Sudarsana, I. K., Nakayanti, A. R., Sapta, A., Satria, E., Saddhono, K., Daengs, G. A., ... & Mursalin, M. (2019, November). Technology

Application In Education And Learning Process. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1363, No. 1, p. 012061). IOP Publishing

Satria, E. (2020). Improving Students' Scientific Skills, Cognitive Learning Outcomes, and Learning Interest in Natural Science in Class IV by Using Brain Based Learning Approach with Science Kit at SD Negeri 34 Kuranji Padang

Satria, E. (2019). Problem Based Learning Approach With Science Kit Seqip To Enhancing Students' Scientific Process Skills And Cognitive Learning Outcomes. *Jurnal Akrab Juara*, 4(2), 101-114

BIODATA PENULIS



Lusiani, S.Pd.Si, M.Pd. Penulis kelahiran Cilacap ini adalah dosen Program Studi Teknik di Akademi Maritim Nusantara sejak tahun 2015 hingga saat ini.

Penulis menyelesaikan pendidikan formal Sarjana Pendidikan Fisika di Universitas Negeri Yogyakarta pada Tahun 2011 dan Magister Pendidikan Sains di Universitas Negeri Yogyakarta pada tahun 2013. Email: anilusi0287@gmail.com, lusiani@amn.ac.id



Arief Muliawan, S.Si., M.Sc. Penulis kelahiran Pangkajene ini adalah dosen tetap Program Studi Teknik Mesin di Sekolah Tinggi Teknologi Industri Bontang. Setelah menamatkan sekolah di SMAN 2 Palu tahun 2003, ia melanjutkan studi S-1 di Jurusan Fisika Universitas Tadulako Palu lulus tahun 2007. Setelah lulus sarjana, ia melanjutkan studi S-2 di

Jurusan Fisika Universitas Gadjah Mada dan mendapatkan gelar Magister of Science pada tahun 2011. Pengalaman publikasi dan pengabdian telah dilakukan mulai tahun 2011 sebagai dosen dalam bidang energi terbarukan dan material. Email: ariefstitek@gmail.com



Dr. Ratnadewi, S.T., M.T. Penulis kelahiran Purwokerto ini adalah dosen tetap program studi Teknik Elektro di Universitas Kristen Maranatha, Bandung sejak tahun 1994.

Penulis menyelesaikan pendidikan formal Sarjana Teknik di Universitas Kristen Maranatha, Master Teknik di Institut Teknologi Bandung, dan Doktor di Institut Teknologi Bandung.

Penulis telah menulis beberapa buku komputer, matematika, dan elektro. Jurnal dan prosiding nasional dan internasional terindeks telah dituliskan pula. Email: ratnadewi@maranatha.ac.id



Erwinsyah Satria, S.T., M.Si., M.Pd. Penulis kelahiran Bukittinggi ini adalah dosen tetap (*faculty member*) Program Studi Sarjana Pendidikan Dasar (*primary education*) di Universitas Bung Hatta, Padang Sumatera Barat sejak tahun 2007.

Erwinsyah penggemar elektronika, pemrograman, dan traveling ini menyelesaikan pendidikan formal sarjana di Universitas Jayabaya Jurusan Mesin Manufaktur dan *Master of Science in Instrumentation Physics* (M.Si.) di Universitas Indonesia serta Master of Education (M.Pd.) di Universitas Negeri Padang. Sejak tahun 2017 menjalani pendidikan Doktor Pendidikan Dasar di Universitas Pendidikan Indonesia. Email: erwinsyah.satria@bunghatta.ac.id, URL:<http://sinta.ristekbrin.go.id/authors/detail?id=6070917&view=overview>.



Herman Hi. Tjolleng Taba, S.T., M.T. Penulis kelahiran Ambon ini adalah dosen tetap pada program studi sarjana teknik mesin di Universitas Sains dan Teknologi Jayapura, Kampus Jayapura sejak tahun 2005.

Penggemar traveling, menulis, mancing ini menyelesaikan pendidikan formal sarjana di Universitas Muslim Indonesia Makassar dan Magister Teknik di Universitas Hasanuddin Makassar. Sampai sekarang diamanahkan jabatan sebagai Sekertaris Program Studi Teknik Mesin di USTJ Papua. Email: herman@ustj.ac.id



Dr. Tanwir, S.T., M.T. Penulis kelahiran Ujung Pandang ini adalah dosen tetap fakultas teknologi industri dan kebumian program studi teknik elektro di Universitas Sains dan Teknologi Jayapura, Kampus USTJ Jayapura sejak tahun 1998 dengan kegemaran bulutangkis dan film serta menyelesaikan pendidikan formal Sarjana di Universitas Muslim Indonesia UMI Makassar, dan Master of Electrical Engineering Multimedia Telecommunication (MT) di ITS Surabaya tahun 2001, menyelesaikan pendidikan Doktor Teknik Elektro - Teknik Telekomunikasi Multimedia di ITS Surabaya 2018. Email : tanwir@ustj.ac.id



Juarni Siregar, S.Pd., M.Kom. Penulis kelahiran Sei Tampa, Langkat ini adalah dosen tetap (*faculty member*) Program Studi Sistem Infomasi (*Information System*) di STMIK Nusa Mandiri, Kampus Kali Abang Bekasi sejak tahun 2016. Muslimah yang memiliki hobi *gardening and cooking* ini menyelesaikan pendidikan formal Diploma III di Politeknik Negeri Medan Jurusan Teknik Mesin. Menempuh Pendidikan Sarjana (S1) di STKIP Pelita Bangsa Jurusan Pendidikan Matematika dan Magister Ilmu Komputer (M.Kom.) di STMIK Nusa Mandiri. Email: juarni.jsr@nusamandiri.ac.id



Ahmad Yani, lahir di Bima, Nusa Tenggara Barat pada tanggal 04 Desember 1987. Lulus Program Sarjana Teknik Mesin di Universitas Muhammadiyah Malang Tahun 2009 dan Program Magister Teknik Mesin di Universitas Brawijaya Malang Tahun 2012 dengan konsentrasi konversi energi, serta tahun 2019 lulus Program Profesi Insinyur di Universitas Mulawarman Samarinda. Mulai berkarier di bidang pendidikan sebagai Dosen Program Studi Teknik Mesin Universitas Trunajaya Bontang (2012 s/d 2018) dan mulai tahun 2018 s/d sekarang menjadi dosen di Program Studi Teknik Mesin Sekolah Tinggi Teknologi Industri Bontang. Penelitian

yang telah dilakukan berkaitan dengan teknik konversi energi diantaranya: pembuatan dan analisis turbin air, turbin angin, mesin uap, solar cell, motor bakar, distilasi air laut, biogas, dan pembuatan alat pirolisis pengolah sampah plastik menjadi BBM sampai aplikasi BBM dari sampah plastik untuk konsumsi kendaraan bermotor.



A Sediyo Adi Nugraha, S.Si., M.Sc. Penulis kelahiran Metro ini adalah dosen tetap (*faculty member*) Jurusan Geografi Program Studi Sarjana Pendidikan Geografi di Universitas Pendidikan Ganesha, Kampus Singaraja sejak tahun 2018.

Muslim yang gemar mengumpulkan buku ini memulai pendidikan formal pada tingkat Diploma di Universitas Gadjah Mada dan melanjutkan studi tingkat Sarjana di Universitas Muhammadiyah Surakarta. Sejak tahun 2016 telah menyelesaikan studi pascasarjana di Universitas Gadjah Mada dengan jurusan Penginderaan jauh. Memiliki *research topic* terkait *Thermal Infrared Imaging, Image Processing*, dan *Drought disaster* sebagai fokus penelitian yang dikaji. Email: adi.nugraha@undiksha.ac.id URL : -



Handini Widyastuti, M.Kom. Penulis kelahiran Jakarta ini adalah dosen tetap (*faculty member*) Program Studi Sistem Informasi (*Information System*) di Universitas BSI Jakarta sejak tahun 2011.

Muslim yang mempunyai hobi *travelling* dan menonton film ini menyelesaikan pendidikan formal sarjana di STMIK Nusa Mandiri dan *Master of Computer Science* (M.Kom.) di STMIK Nusa Mandiri. Email: handini.hw@bsi.ac.id

Buku ini tersusun menjadi beberapa bab sebagai berikut:

Bab 1 : Pengantar Fisika Terapan

Bab 2 : Analisis Vektor

Bab 3 : Dinamika

Bab 4 : Hidrostatika

Bab 5 : Usaha dan Energi

Bab 6 : Arus dan Tahanan

Bab 7 : Medan Magnet

Bab 8 : Fluida

Bab 9 : Suhu dan Kalor

Bab 10 : Teori Relativitas



✉ zahirpublishing@gmail.com
🌐 www.penerbitzahir.com

ISBN 978-623-6398-76-0 (PDF)

