PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN *E-LEARNING* BERBASIS *LEARNING MANAGEMENT SYSTEM* (LMS) CHAMILO UNTUK MATA PELAJARAN FISIKA SMA KELAS XI SEMESTER II

SKRIPSI

Disusun Untuk Melengkapi Syarat-Syarat

Guna Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan

Disusun Oleh:

Beta Devita

3215130840

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

2017

PERSETUJUAN PANITIA UJIAN SKRIPSI

PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN *E-LEARNING* BERBASIS *LEARNING MANAGEMENT SYSTEM* (LMS) CHAMILO UNTUK MATA PELAJARAN FISIKA SMA KELAS XI SEMESTER II

Nama : **Beta Devita**

Nomor Registrasi : **3215130840**

	Nama	Tanda tangan	Tanggal
Penanggung Jawab **Dekan**	: **Prof. Dr. Suyono, M.Si.** **NIP 196712181993031005**	.....	21/8 2017
Wakil Penanggung Jawab **Wakil Dekan I**	: **Dr. Muktiningsih, M.Si.** **NIP 196405111989032001**	.....	21/8 2017
Ketua	: **Dr. Sunaryo, M.Si.** **NIP 195503031987031002**	.....	16/8 2017
Sekretaris	: **Dwi Susanti, M.Pd.** **NIP 198106212005012004**	.....	15/8 2017
Anggota			
Pembimbing I	: **Fauzi Bakri, S.Pd., M.Si.** **NIP 197107161998031002**	.....	16/8 - 2017
Pembimbing II	: **Dewi Muliyati, S.Pd., M.Si., M.Sc.** **NIP 199005142015042002**	.....	16/8-2017
Penguji	: **Drs. A. Handjoko Permana, M.Si** **NIP 196211241994031001**	.....	16/8'17

Dinyatakan lulus ujian skripsi tanggal: 9 Agustus 2017

i

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Dengan ini, saya yang bertandatangan di bawah ini, mahasiswa Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta:

Nama	: Beta Devita
No. Reg.	: 3215130840
Program Studi	: Pendidikan Fisika

Menyatakan bahwa skripsi yang saya buat dengan judul "**Pengembangan Media Pembelajaran E-Learning Berbasis *Learning Management System* (LMS) Chamilo Untuk Mata Pelajaran Fisika SMA Kelas XI Semester II**", adalah:

1. Dibuat dan diselesaikan oleh saya sendiri, berdasarkan data yang diperoleh dari hasil penelitian pada bulan Januari – Juli 2017.
2. Bukan merupakan duplikat skripsi yang pernah dibuat oleh orang lain atau jiplakan karya tulis orang lain dan bukan terjemahan karya tulis orang lain.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan saya bersedia menanggung segala akibat yang timbul jika pernyataan saya ini tidak benar.

Jakarta, Agustus 2017
Yang membuat pernyataan

Beta Devita
NIM. 3215130840

Kata Pengantar

Puji dan syukur Penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena dengan rahmat dan karunia-Nya, Penulis dapat menyelesaikan Skripsi berjudul “Pengembangan Media Pembelajaran *E-Learning* Berbasis *Learning Management System* (LMS) Chamilo untuk Mata Pelajaran Fisika SMA Kelas XI Semester II”. Penulisan Skripsi ini dilakukan dengan maksud untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan, Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, di Universitas Negeri Jakarta.

Sebelumnya Penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada beberapa pihak yang akan disebutkan berikut ini karena tanpa bimbingan dan bantuan dari mereka, penulis akan kesulitan dalam menyelesaikan Skripsi ini. Pihak-pihak tersebut adalah:

1. Fauzi Bakri, S.Pd.,M.Si. selaku Dosen Pembimbing I yang telah membimbing Penulis dan memberikan saran dalam penulisan Skripsi ini.
2. Dewi Muliyati, S.Pd.,M.Si., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing II yang telah membimbing Penulis dan memberikan saran dalam penulisan Skripsi ini.
3. Dr. Esmar Budi,MT. selaku koordinator program studi pendidikan fisika
4. Dra.Raihanati selaku pembimbing akademik (PA) yang selalu membimbing selama masa perkuliahan.
5. Seluruh Staf Dosen dan Staf Administrasi FMIPA UNJ yang telah mendukung kelancaran penelitian ini.
6. Segenap pihak yang telah membantu selama penelitan dan penulisan Skripsi yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Mohon maaf apabila terdapat kesalahan dalam penulisan karena keterbatasan Penulis. Semoga penelitian yang dilakukan oleh Penulis dapat bermanfaat untuk masyarakat luas ke depannya.

Jakarta, Agustus 2017

Penulis

Lembar Persembahan

No one makes a lock without a key

That's why God won't give you problems without solution

Terimakasih untuk kalian, jawaban dari setiap masalahku

Kupersembahkan untuk kalian yang terkasih

Keluarga kecilku, Mama, Papa dan Ryan

Kalian yang selalu memberikan doa, support, semangat dan perhatian. Tanpa kalian, aku tak mampu berdiri di tempatku sekarang

Sahabat dan teman temanku Ayu, Indah, Seli, PFB 2013, Ka Tiara, Arin, Bella, Siska, Cikal, Anggi, Dije, Merry, Agus, Dwi, Lydia, Theresia, Novita, Marina Ridwan, Yuda

Kalian yang tak pernah berhenti membuatku tertawa dan mewarnai hari-hariku

And the last, Syahrizal Aditomo. Thankyou for always beside me

Kalianlah alasanku tak pernah berhenti berharap

Hingga kini ku merasa bahwa harapan adalah rumahku

Dan aku merasa nyaman ketika tinggal di dalamnya

ABSTRAK

BETA DEVITA. NIM: 3215130840. Pengembangan Media Pembelajaran *E-Learning* Berbasis *Learning Management System* (LMS) Chamilo Untuk Mata Pelajaran Fisika SMA Kelas XI Semester II. Skripsi. Jakarta: Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta, Agustus 2017.

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan media pembelajaran *e-learning* berbasis LMS Chamilo untuk materi fisika kelas XI semester II. Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D). Media *e-learning* yang dihasilkan menampilkan menu materi untuk setiap KD. Setiap menu materi pembelajaran berisi materi pembelajaran yang ditampilkan secara utuh untuk setiap pokok bahasan. Materi tersebut dapat dibaca di layar komputer atau dapat juga diunduh. Dalam kotak menu pembelajaran, materi diperkaya dengan video pembelajaran dan tes pemahaman siswa. Selain menu pembelajaran, media *e-learning* dilengkapi dengan agenda dan forum diskusi antar pengguna. Forum diskusi memungkinkan terjadinya interaksi antar pengguna atau pengguna dengan guru, sehingga memudahkan pengguna dalam memahami materi fisika yang ditampilkan. Hasil uji kelayakan media *e-learning* oleh ahli materi adalah 86,7%, ahli media 93%, dan ahli pembelajaran 94%. Sedangkan uji efektivitas oleh siswa SMA memperoleh skor *gain* sebesar 0,56 atau interpretasi kenaikan skor sedang. Dari hasil uji kelayakan dan uji efektivitas media *e-learning*, maka dapat disimpulkan bahwa media *e-learning* yang dikembangkan dinyatakan layak sebagai media pembelajaran *online*.

Kata-kata Kunci: *E-learning, LMS, Chamilo, fisika SMA.*

ABSTRACT

BETA DEVITA. NIM: 3215130840. Development of Learning Media Based On Learning Management System (LMS) Chamilo for Physics Subject Grade XI Second Semester. Essay. Jakarta: Physics Studies Program, Faculty of Mathematics and Science, State University of Jakarta, August 2017.

This research aims to produce e-learning based on LMS Chamilo for physics grade XI second semester. This research uses Research and Development (R & D) method. The result of e-learning media displays the material menu for each KD. Each menu of learning material is wrapped intact for each subject. The material can be read on the computer screen or can also be downloaded. In the learning menu box, the material is enriched with learning videos and students' comprehension tests. In addition to the learning menu, e-learning tools come with an agenda and discussion forums between users. Discussion forum with the teachers, making it easier for users to understand the material of developing physics. The feasibility test result of e-learning tool by expert material is 86,7%, media expert 93%, and learning expert 94%. While effectiveness tests by high school students obtained a gain score of 0.56 or a moderate score increase interpretation. From the result of feasibility test and effective test of e-learning media, hence can be concluded that e-learning which developed proper to be online learning media.

Keywords: *E-learning, LMS, Chamilo, physics for high school.*

DAFTAR ISI

PERSETUJUAN PANITIA UJIAN SKRIPSI..... i
SURAT KEASLIAN SKRIPSI..... ii
KATA PENGANTAR..... iii
LEMBAR PERSEMBAHAN..... iv
ABSTRAK..... v
ABSTRACT..... vi
DAFTAR ISI..... vii
DAFTAR TABEL..... viii
DAFTAR GAMBAR..... ix
DAFTAR LAMPIRAN..... x
BAB I PENDAHULUAN..... 1
A. Latar Belakang..... 1
B. Fokus Penelitian..... 3
C. Batasan Masalah..... 3
D. Rumusan Masalah..... 4
E. Kegunaan Hasil Penelitian..... 4
BAB II KAJIAN PUSTAKA..... 5
A. Penelitian dan Pengembangan..... 5
B. Media Pembelajaran..... 12
C. E-learning..... 18
D. LMS Chamilo..... 24
E. Konsep Fisika..... 28
F. Hasil Penelitian yang Relevan..... 29
G. Kerangka Berpikir..... 31
BAB III METODOLOGI PENELITIAN..... 32
A. Tujuan Penelitian..... 32
B. Tempat dan Waktu Penelitian..... 32

C. Sumber Data 32
D. Metode Penelitian 33
E. Desain Penelitian 42
F. Instrumen Penelitian 43
G. Teknik Pengumpul Data 46
H. Teknik Analisa Data 47

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN..... 48

A. Deskripsi Produk 48
B. Deskripsi Data Hasil 57
C. Pembahasan 70
BAB V SIMPULAN DAN SARAN 78
A. Simpulan 78
B. Implikasi..... 78
C. Saran..... 78
DAFTAR PUSTAKA 80
LAMPIRAN 82
DAFTAR RIWAYAT HIDUP 147

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Kisi-Kisi Kuisioner Uji Validasi Ahli Materi 43
Tabel 3.2 Kisi-Kisi Kuisioner Uji Validasi Ahli Media..... 44
Tabel 3.3 Kisi-Kisi Kuisioner Uji Validasi Ahli Pembelajaran 44
Tabel 3.4 Kisi-Kisi Kuisioner Uji Lapangan Pengguna Guru..... 45
Tabel 3.5 Kisi-Kisi Kuisioner Uji Lapangan Siswa……. 46
Tabel 3.6 Interpretasi Skor Gain Ternormalisasi 48
Tabel 4.1 Hasil Uji Validasi Ahli Materi…… 60
Tabel 4.2 Perbaikan Atas Saran Ahli Materi……. 62
Tabel 4.3 Perbaikan Atas Saran Ahli Materi……. 63
Tabel 4.4 Perbaikan Atas Saran Ahli Materi……. 64
Tabel 4.5 Hasil Uji Validasi Ahli Media…… 65
Tabel 4.6 Perbaikan Atas Saran Ahli Media……..... 67
Tabel 4.7 Hasil uji validasi ahli Pembelajaran …… 68
Tabel 4.8 Perbaikan Atas Saran Ahli Pembelajaran……..... 70
Tabel 4.9 Perbaikan Atas Saran Ahli Pembelajaran……..... 71
Tabel 4.10 Hasil Uji Coba Lapangan Ahli guru…… 72
Tabel 4.11 Perbaikan Atas Saran guru…… 74
Tabel 4.12 Hasil Uji Coba Lapangan Siswa…….. 75

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1: Langkah Umum Desain Pembelajaran ADDIE 11
Gambar 2.2 Peta Konsep Teori kinetik gas..... 29
Gambar 3.1 Langkah Penelitian Dick and Carrey 33
Gambar 4.1 Tampilan *Homepage* Sebelum Log in 50
Gambar 4.2 Tampilan *Homepage* Pelajar Setelah Log in 50
Gambar 4.3 Tampilan *Homepage* Pengajar Setelah Log in 51
Gambar 4.4 Halaman Teori Kinetik Gas……..... 51
Gambar 4.5 Halaman Mata Pelajaran Siswa…… 52
Gambar 4.6 Halaman Cover *Course Description*…….. 53
Gambar 4.7 Halaman KD, Indikator dan Tujuan…… 53
Gambar 4.8 Halaman Peta Konsep di *course description*…… 54
Gambar 4.9 Halaman materi di *course description*…… 54
Gambar 4.10 Halaman video di *course description*…… 55
Gambar 4.11 Halaman *Document* …… 55
Gambar 4.12 Halaman Tes…….. 56
Gambar 4.13 Halaman *Score* Siswa …… 57
Gambar 4.14 Halaman *Inbox* Pengajar…… 57
Gambar 4.15 Halaman Chat…….. 58
Gambar 4.16 Halaman Agenda …… 58
Gambar 4.17 Diagram Uji Validasi Ahli Materi…… 61
Gambar 4.18 Diagram Uji Validasi Ahli Media…… 66
Gambar 4.19 Diagram Uji Validasi Ahli Pembelajaran…….. 69
Gambar 4.20 Diagram Uji Lapangan Oleh Guru……. 73

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Uji Validasi Ahli Materi 82
Lampiran 2. Hasil Uji Validasi Ahli Media 85
Lampiran 3. Hasil Uji Validasi Ahli Pembelajaran 89
Lampiran 4. Hasil Uji Lapangan Pengguna Guru..... 91
Lampiran 5. Hasil Uji Lapangan Pengguna Siswa 94
Lampiran 6. Hasil Pre test..... 96
Lampiran 7. Hasil Post test 101
Lampiran 8. Nilai Pretest dan Post test..... 112
Lampiran 9. Surat Penelitian Uji Lapangan 113
Lampiran 10 Dokumentasi Penelitian 114
Lampiran 10 Materi teori kinetik gas 116

BAB 1
PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Menurut PP No.29 tahun 1990 tentang pendidikan menengah menyatakan bahwa tujuan pendidikan adalah Meningkatkan pengetahuan siswa untuk melanjutkan pendidikan pada jenjang yang lebih tinggi dan untuk mengembangkan diri sejalan dengan perkembangan iptek. Namun, pada kenyataannya berdasarkan data hasil kelulusan ujian nasional beberapa tahun terakhir terutama pada mata pelajaran fisika menyatakan bahwa hasil kelulusan yang didapat tidak menunjukan adanya kenaikan, melainkan penurunan.

Menurut Komala (2008:96), hasil belajar siswa masih rendah dikarenakan siswa sulit memahami konsep dalam pelajaran fisika. Selain itu siswa mengalami kesulitan dalam hal menafsirkan grafik, gambar atau simbol dalam bahasa sendiri. Hal ini sangat memungkinkan terjadi mengingat fisika sebagai pelajaran yang memuat berbagai macam konsep-konsep, fakta-fakta atau prinsip-prinsip yang berasal dari pengamatan yang membutuhkan kemampuan pemahaman serta analisis yang baik agar dapat memahaminya.

Berdasarkan hasil penelitian Yoto (2015:211), materi-materi fisika khususnya kelas XI semester II seperti teori kinetik gas, termodinamika, gelombang bunyi, gelombang cahaya, alat optik dan pemanasan global merupakan cakupan kajian yang berkaitan dengan benda-benda yang tidak tampak oleh mata. Oleh karena itu hendaknya

didukung dengan media tambahan yang dapat membantu pemahaman siswa.

Media tambahan yang diperlukan dapat berupa media yang dibantu dengan perkembangan teknologi informasi dan komunikasi (TIK). Menurut Syaad Parmanthara (2012 : 28), kemajuan teknologi memberikan kontribusi positif khususnya dalam bidang pendidikan.

Selain membantu peserta didik, pembelajaran dengan menggunakan TIK ini tidak tergantung pada ruang (tempat) dan waktu, artinya pembelajaran dapat dilaksanakan kapan dan dimana saja. Oleh karena itu, pembelajaran ini membutuhkan fasilitas agar pendidik mampu menyediakan bahan ajar yang dapat diakses kapanpun dan dimanapun. Fasilitas tersebut berupa fasilitas pembelajaran berbasis web atau internet yang dapat menampilkan bahan ajar yang dapat dipelajari secara mandiri oleh peserta didik (Munir, 2010 : 204).

Implementasi dari pemanfaatan internet dalam pembalajaran yang sudah mulai berkembang, salah satunya adalah *e-learning.* Konsep yang dikenal dengan sebutan *e-learning* ini merupakan proses pembelajaran melalui media elektronik terutama internet. Saat ini *e-learning* menjadi media pembelajaran yang dapat digunakan di luar kelas (Yuli Maharetta, 2012 : 14). Dengan *e-Learning* seseorang dapat saling berbagi informasi dan dapat mengakses materi pelajaran setiap saat (Elda , 2013 : 76).

Dalam mengembangkan e-learning berbasis web ini dapat dilakukan dengan dua macam, yakni *Learning Management System* (LMS) dan *Content Management System* (CMS). *Learning Management System* merupakan satu sistem manajemen pembelajaran yang memiliki potensi yang tinggi di masa mendatang dan perlu dipertimbangkan di semua tingkat. Menurut hasil penelitian yang dilakukan oleh Munir (2010), bahwa penggunaan LMS dapat

meningkatkan kinerja, berbagi pengetahuan lebih mudah, dapat meningkatkan produktivitas dan lebih efektif dalam berbagi pengetahuan.

Terdapat berbagai jenis *e-learning* LMS yang dapat digunakan antara lain, chamilo, claroline, e front, moodle, Docebo, Dokeos, TC Exam, A tutor, Omeka dan Gibon. Dari beberapa jenis *e-learning* berbasis web, Chamilo memberikan kemudahan bagi para pengguna. Chamilo menyediakan fitur materi yang dapat dibaca langsung dan atau di download oleh peserta didik, test uji kemampuan untuk mengukur seberapa pemahaman siswa, agenda sebagai jadwal kegiatan pembelajaran, serta aplikasi chatting untuk para pengguna Chamilo.

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dilakukan pengembangan media *e-learning* menggunakan Learning Management System (LMS) Chamilo yang digunakan dalam pembelajaran modern.

B. Fokus Penelitian

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, penelitian ini difokuskan pada pengembangan media *e-learning* menggunakan LMS. Media open source yang digunakan adalah LMS Chamilo.

C. Batasan Masalah

Media *e-learning* ini dikembangkan untuk materi Fisika SMA kelas XI semester II khususnya materi teori kinetik gas. Penelitian ini menitikberatkan pada penggalian sistem manajemen pembelajaran yang dapat dikembangkan dengan perangkat LMS Chamilo.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan pembatasan masalah di atas, maka perumusan masalah dalam penelitian kali ini, yaitu, “apakah media *e-learning* yang dikembangkan untuk materi fisika kelas XI semester II khususnya materi teori kinetik gas dengan menggunakan LMS Chamilo layak sebagai media pembelajaran online?”

E. Kegunaan Hasil Penelitian

1. Menghasilkan produk yang dapat digunakan sebagai media *e-learning* yang dapat diakses kapanpun.
2. Menghasilkan media *e-larning* menggunakan LMS Chamilo.
3. Menghasilkan media *e-learning* yang mudah digunakan

BAB II
KAJIAN TEORITIK

A. Penelitian Pengembangan

Sugiyono (2009:407) berpendapat bahwa, metode penelitian dan pengembangan (*Research and Development*) adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu, dan menguji keefektifan produk tersebut. Untuk dapat menghasilkan produk tertentu digunakan penelitian yang bersifat analisis kebutuhan (digunakan metode survey atau kualitatif) dan untuk menguji keefektifan produk tersebut supaya dapat berfungsi di masyarakat luas, maka diperlukan penelitian untuk menguji keektifan produk tersebut (digunakan metode eksperimen).

Pengertian penelitian pengembangan menurut Borg & Gall adalah suatu proses yang dipakai untuk mengembangkan dan memvalidasi produk pendidikan. Penelitian pengembangan itu sendiri dilakukan berdasarkan suatu model pengembangan berbasis industri, yang temuan-temuannya dipakai untuk mendesain produk dan prosedur, yang kemudian secara sistematis dilakukan uji lapangan, dievaluasi, disempurnakan untuk memenuhi kriteria keefektifan, kualitas, dan standar tertentu (Punaji Setyosari, 2010 : 194-195).

Dari uraian di atas penelitian pengembangan adalah kegiatan yang menghasilkan produk ataupun menyempurnakan produk kemudian diteliti keefektifan dan kelayakan dari produk tersebut.

1. Penelitian Pengembangan Borg and Gall

Borg and Gall mendefinisikan penelitian pengembangan sebagai proses yang digunakan untuk mengembangkan dan memvalidasi produk pendidikan. Langkah-langkah dari proses ini biasanya disebut sebagai siklus R & D.

Borg and Gall (2003:570) menyatakan bahwa model pengembangan dan penilitian pendidikan yang dapat digunakan adalah model pendekatan sistem yang dirancang oleh Walter Dick dan Lou Carey, maka sudah tidak ada lagi langkah-langkah untuk penelitian pengembangan Borg and Gall.

2. Penelitian Pengembangan ADDIE

ADDIE merupakan singkatan dari Analysis, Design, Development or Production, Implementation or Delivery and Evaluations. Model pengembangan ini dikembangkan oleh Dick and Carrey (1996) untuk merancang system pembelajaran. Model ADDIE ini menggunakan lima langkah atau tahapan sebagai berikut (Endang Mulyatiningsih, 2013: 199-200):

a. Tahap Analisis *(Analysis)*

Pada tahap ini, kegiatan utama adalah menganalisis kelayakan dan syarat-syarat pengembangan model/metode pembelajaran baru. Pengembangan metode pembelajaran baru diawali oleh adanya masalah dalam model/metode pembelajaran yang sudah diterapkan.

b. Tahap Desain *(Design)*

Tahap ini merupakan proses sistematik yang dimulai dari menetapkan tujuan belajar, merancang skenario atau kegiatan belajar mengajar, merancang perangkat pembelajaran,

merancang materi pembelajaran dan alat evaluasi hasil belajar. Rancangan model/metode pembelajaran ini masih bersifat konseptual dan akan mendasari proses pengembangan berikutnya.

c. Tahap Pengembangan *(Development)*

Development dalam model ADDIE berisi kegiatan realisasi rancangan produk. Kerangka yang masih konseptual pada tahap desain direalisasikan menjadi produk yang siap diimplementasikan.

d. Tahap Implementasi *(Implementation)*

Pada tahap ini diimplementasikan rancangan dan metode yang telah dikembangkan pada situasi yang nyata yaitu di kelas. Selama implementasi, rancangan model/metode yang telah dikembangkan diterapkan pada kondisi yang sebenarnya. Materi disampaikan sesuai dengan model/metode baru yang dikembangkan.

e. Tahap Evaluasi *(Evaluation*)

Evaluasi dilakukan dalam dua bentuk yaitu evaluasi formatif dan sumatif. Hasil evaluasi digunakan untuk memberi umpan balik kepada pihak pengguna model/metode. Revisi dibuat sesuai dengan hasil evaluasi atau kebutuhan yang belum dapat dipenuhi oleh model/metode baru tersebut.

2. Penelitian Pengembangan Menurut Dick and Carey

Langkah-langkah penelitian pengembangan Dick and Carey (2015) adalah sebagai berikut:

a. Identifikasi Tujuan Pembelajaran (*Identify Instructional Goal(s))*

Langkah pertama dalam proses R&D adalah menentukan informasi apa yang akan ditampilkan dan keterampilan yang akan diajarkan kepada siswa. Tujuan pembelajaran dapat berasal dari tujuan pendidikan nasional, analisis kinerja, analisis kebutuhan siswa, dan kesulitan belajar siswa.

b. Analisis Pembelajaran (*Conduct Instructional Analysis)*

Setelah identifikasi tujuan pembelajaran, langkah selanjutnya adalah menentukan langkah yang dilakukan agar tujuan pembelajaran tercapai. Proses analisis pembelajaran pada akhirnya akan menentukan pengetahuan, keterampilan, dan sikap yang dibutuhkan siswa.

c. Analisis Pembelajar dan Konteks (*Analyze Learners and Contexts*)

Tahap selanjutnya adalah analisis paralel dari siswa, pihak yang akan belajar keterampilan hingga akhirnya menerapkan dalam kehidupannya. Keterampilan awal siswa, kecenderungan/ prioritas, dan sikap ditentukan bersama dengan karakteristik pembelajaran agar menghasilkan produk yang sesuai kebutuhan.

d. Menuliskan Tujuan Pembelajaran Khusus (*Write Performance Objectives*)

Langkah selanjutnya adalah menuliskan pernyataan spesifik dari apa yang siswa dapat lakukan ketika mereka menyelesaikan pembelajaran. Pernyataan ini berasal dari keterampilan yang diidentifikasi dalam analisis pembelajaran, mengidentifikasi keterampilan yang harus dipelajari, kondisi di mana keterampilan akan didemonstrasikan, dan kriteria untuk tujuan pembelajaran yang sukses.

e. Mengembangkan Instrumen Penilaian (*Develop Assessment Instruments*)

Berdasarkan tujuan yang telah ditentukan, langkah selanjutnya adalah mengembangkan penilaian yang sejajar dan mengukur kemampuan peserta didik untuk melakukan apa yang menjadi tujuan pembelajaran. Penekanan utama ditempatkan pada hal berkaitan dengan jenis keterampilan yang diuraikan dalam tujuan dengan persyaratan penilaian.

f. Mengembangkan Strategi Pembelajaran *(Develop Assessment Strategy)*

Berdasarkan informasi dari lima langkah sebelumnya, langkah selanjutnya adalah mengidentifikasi strategi untuk digunakan dalam pembelajaran. Strategi digunakan untuk membantu perkembangan siswa dalam belajar yang mencakup kegiatan sebelum pembelajaran (menstimulasi motivasi dan memfokuskan perhatian), penyajian konten baru dengan contoh dan demonstrasi, kegiatan pembelajaran dan penilaian yang

aktif, dan tindak lanjut kegiatan yang berhubungan dengan kemampuan yang baru dipelajari untuk dilakukan dunia nyata.

g. Mengembangkan dan Memilih Bahan Pembelajaran (*Develop and Select Instructional Materials)*

Langkah selanjutnya adalah menghasilkan bahan pembelajaran yang sesuai dengan strategi pembelajaran. Bahan pembelajaran biasanya terdiri dari panduan bagi peserta didik, materi pembelajaran, dan penilaian.

h. Mendesain dan Melakukan Evaluasi Formatif (*(Design and Conduct Formative Evaluation of Instruction)*

Setelah draft pembelajaran selesai maka langkah selanjutnya adalah melakukan evaluasi. Evaluasi dilakukan untuk mengumpulkan data yang digunakan untuk mengidentifikasi masalah dalam pembelajaran dan menemukan kesempatan untuk membuat pembelajaran menjadi lebih baik.

i. Revisi *(Revise Instruction)*

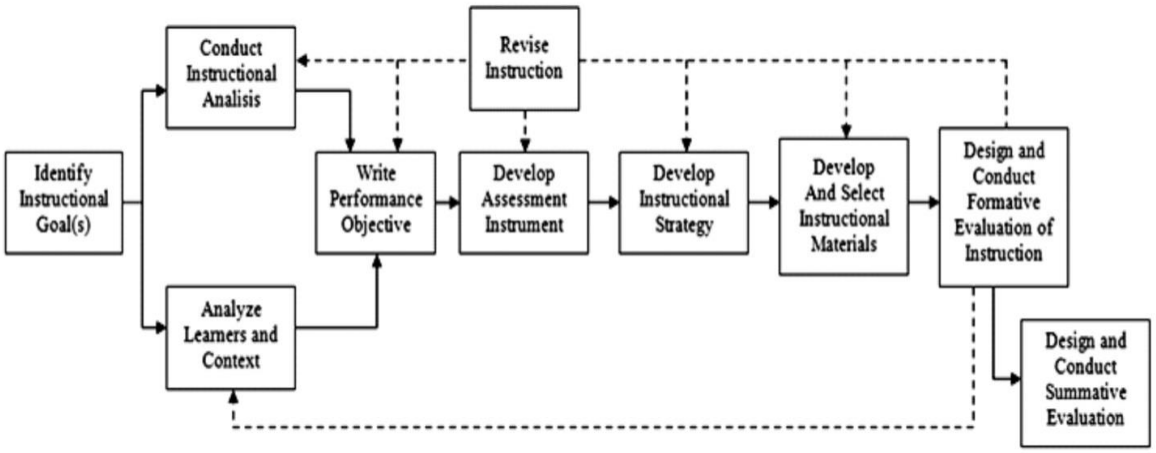
Langkah terakhir dalam desain dan pengembangan proses adalah melakukan revisi produk. Data dari evaluasi formatif berguna untuk mengetahui kekurangan produk dan selanjutnya digunakan memperbaiki kualitas produk.

j. Mendesain dan Melakukan Evaluasi Sumatif (*Design and Conduct Summative Evaluation)*

Langkah terakhir dalam pengembangan produk adalah melakukan evaluasi sumatif. Evaluasi sumatif adalah evaluasi

produk yang menghasilkan nilai absolut atau relatif dan terjadi setelah produk dievaluasi secara formatif dan direvisi.

Adapun bagan dari pengembangan Dick and Carey sebagai berikut:



Bagan 2.1 model penelitian dan pengembangan Dick & Carey

Dari bebarapa model penelitian pengembangan di atas, maka dapat disintesakan bahwa langkah-langkah penelitian pengembangan yang cocok digunakan untuk menganalisis kebutuhan, pengembangan produk serta memperbaiki produk yang sudah ada, mengambil kelebihan dan merevisi kekurangan untuk perbaikan adalah model penelitian pengembangan Dick and Carrey.

B. Media Pembelajaran

1. Pengertian Media Pembelajaran

Istilah media berasal dari bahasa Latin yaitu medius yang berarti tengah, perantara, atau pengantar. Dalam bahasa Arab, media adalah perantara atau pengantar pesan dari pengirim kepada penerima pesan (Azhar Arsyad, 2005 : 3). Menurut AECT (Association of Education and Communication Technology) yang dikutip oleh Basyaruddin (2002) “media adalah segala bentuk yang dipergunakan untuk proses penyaluran informasi” (Ashnawir, 2002 : 11). Sedangkan pengertian lain media adalah alat bantu apa saja yang dapat dijadikan sebagai penyalur pesan guna mencapai tujuan pembelajaran (Djamarah, 2006 : 136).

Dari definisi-definisi tersebut dapat dikatakan bahwa media merupakan sesuatu yang bersifat meyakinkan pesan dan dapat merangsang pikiran, perasaan, dan kemauan audiens (siswa) sehingga dapat mendorong terjadinya proses belajar pada dirinya (Ashnawir, 2002 : 12). Sedangkan pembelajaran atau ungkapan yang lebih dikenal sebelumnya “pengajaran” adalah upaya untuk membelajarkan siswa.

Gerlach & Ely (1971) mengatakan bahwa media apabila dipahami secara garis besar adalah manusia, materi, atau kejadian yang membuat siswa mampu memperoleh pengetahuan, keterampilan, atau sikap. Secara lebih khusus, pengertian media dalam proses belajar mengajar cenderung diartikan alat-alat grafis, fotografis, atau elektronis untuk menangkap, memproses, dan menyusun kembali informasi visual dan verbal.

Heinich dan kawan-kawan (1982) mengemukakan istilah medium atau media sebagai perantara yang mengantar informasi antara sumber dan penerima. Jadi televisi, film, foto, radio, rekaman audio, gambar yang diproyeksikan, bahan-bahan cetakan, dan sejenisnya adalah media komunikasi. Apabila media tersebut membawa pesan-pesan atau informasi yang mengandung pengajaran maka media tersebut disebut media pembelajaran.

Oemar Hamalik menuturkan bahwa pembelajaran adalah suatu kombinasi yang tersusun meliputi unsur-unsur manusiawi, material, fasilitas, perlengkapan dan prosedur yang saling mempengaruhi tercapainya tujuan pembelajaran (Muhaimin, 2002 : 183). Sedangkan menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia pembelajaran adalah proses, cara, perbuatan yang menjadikan orang atau makhluk hidup belajar.

Berdasarkan beberapa pendapat dari paparan di atas, maka dapat disintesakan bahwa media pembelajaran adalah alat bantu guru atau metodik dan teknik dalam mengajar yang digunakan sebagai perantara komunikasi antara seorang guru (sumber belajar) dan murid (penerima pesan belajar) dalam rangka lebih mengefektifkan komunikasi dan interaksi antara guru dan siswa dalam proses pendidikan pengajaran di sekolah.

2. Jenis-Jenis Media Pembelajaran

Media Pembelajaran memiliki banyak jenis dan macamnya. Mulai yang paling kecil sederhana dan murah hingga media yang canggih dan mahal harganya. Ada media yang dapat dibuat oleh guru sendiri, ada media yang diproduksi pabrik. Ada media yang

sudah tersedia di lingkungan dan langsung dapat kita manfaatkan, ada pula media yang secara khusus sengaja dirancang untuk keperluan pembelajaran. Media pembelajaran dibagi menjadi dua, yaitu:

a. Media noneletronik

1) Media cetak

Media cetak adalah cara untuk menghasilkan atau mnyampaikan materi, seperti buku dan materi visual statis terutama melalui proses percetakan mekanis atau fotografis (Azhar Arsyad : 29).

Contoh media cetak ini antara lain buku teks, modul, buku petunjuk, grafik, foto, lembar lepas, lembar kerja, dan sebagainya. Media ini menghasilakan materi pembelajaran dalam bentuk salinan tercetak.

2) Media pajang

Media pajang umumnya digunakan untuk menyampaikan pesan atau informasi didepan kelompok kecil. Media ini meliputi papan tulis, white board, papan magnetik, papan buletin, chart dan pameran. Media pajang paling sederhana dan hampir selalu tersedia disetiap kelas adalah papan tulis.

3) Media peraga dan eksperimen

Media peraga dapat berupa alat-alat asli atau tiruan, dan biasanya berada di laboratorium.Media ini biasanya berbentuk model dan hanya digunakan untuk menunjukkan

bagian-bagian dari alat yang asli dan prinsip kerja dari alat asli tersebut.

Di samping media peraga terdapat pula media eksperimen yang berupa alat-alat asli yang biasanya digunakan untuk kegiatan praktikum.

b. Media elektronik

1) Overhead Projector (OHP)

Media transparansi atau overhead transparency (OHT) sering kali disebut dengan nama perangkat kerasnya yaitu OHP (*overhead projector*). Media transparansi adalah media visual proyeksi, yang dibuat di atas bahan transparan, biasanya film *acetate* atau plastik berukuran 81/2” x 11”, yang digunakan oleh guru untuk memvisualisasikan konsep, proses, fakta, statistik, kerangka outline, atau ringkasan di depan kelompok kecil/besar (Basyiruddin Usman : 57).

2) Program *slide* intruksional

Slide merupakan media yang diproyeksikan dapat dilihat dengan mudah oleh para siswa di kelas. Slide adalah sebuah gambar transparan yang diproyeksikan oleh cahaya melalui proyektor (Basyiruddin Usman : 72).

3) Video Compact Disk (VCD)

Untuk menayangkan program VCD instruksional dibutuhkan beberapa perlengkapan, seperti kabel penghubung video dan audio, remote control, dan kabel penghubung RF dan TV.

4) Televisi

Televisi adalah system elektronik yang mengirimkan gambar diam dan gambar hidup bersama suara melalui kabel atau ruang. Sistem ini menggunakan peralatan yang mengubah cahaya dan suara kedalam gelombang elektrik dan mengkonversinya kembali kedalam cahaya yang dapat dilihat dan suara yang dapat didengar.

5) Internet

Media ini memberikan perubahan yang besar pada cara orang berinteraksi, bereksperimen, dan berkomunikasi. Berdasarkan karakteristik tersebut, internet sangat cocok untuk kelas jarak jauh, dimana siswa dan guru masing-masing berada di tempat berbeda, tetapi tetap dapat berkomunikasi dan berinteraksi seperti layaknya di kelas.

3. Manfaat Media Pembelajaran

Hamalik (1986) mengemukakan bahwa pemakaian media pembelajaran dalam proses belajar mengajar dapat membangkitkan keinginan dan minat yang baru, membangkitkan motivasi dan rangsangan kegiatan belajar, dan bahkan membawa pengaruh-pengaruh psikologis terhadap siswa.

Secara umum, manfaat media dalam proses pembelajaran adalah memperlancar interaksi antara guru dengan siswa sehingga pembelajaran akan lebih efektif dan efisien. Tetapi secara lebih khusus ada beberapa manfaat media yang lebih rinci Kemp dan Dayton (1985) misalnya, mengidentifikasi beberapa manfaat media pembelajaran yaitu (Azhar Arsyad, 2007 : 15):

a. Penyampaian materi pembelajaran dapat diseragamkan

Dengan bantuan media pembelajaran, penafsiran yang berbeda antar guru dapat dihindari dan dapat mengurangi terjadinya kesenjangan informasi diantara siswa dimanapun berada.

b. Proses pembelajaran menjadi lebih jelas dan menarik

Media dapat menampilkan informasi melalui suara, gambar, gerakan dan warna, baik secara alami maupun manipulasi, sehingga membantu guru untuk menciptakan suasana belajar menjadi lebih hidup, tidak monoton dan tidak membosankan.

c. Proses pembelajaran menjadi lebih interaktif

Dengan media akan terjadinya komunikasi dua arah secara aktif, sedangkan tanpa media guru cenderung bicara satu arah.

d. Efisiensi dalam waktu dan tenaga

Dengan media tujuan belajar akan lebih mudah tercapai secara maksimal dengan waktu dan tenaga seminimal mungkin. Guru tidak harus menjelaskan materi ajaran secara berulang-ulang, sebab dengan sekali sajian menggunakan media, siswa akan lebih mudah memahami pelajaran.

e. Meningkatkan kualitas hasil belajar siswa

Media pembelajaran dapat membantu siswa menyerap materi belajar lebih mendalam dan utuh. Bila dengan

mendengar informasi verbal dari guru saja, siswa kurang memahami pelajaran, tetapi jika diperkaya dengan kegiatan melihat, menyentuh, merasakan dan mengalami sendiri melalui media pemahaman siswa akan lebih baik.

f. Media memungkinkan proses belajar dapat dilakukan di mana saja dan kapan saja.

Media pembelajaran dapat dirangsang sedemikian rupa sehingga siswa dapat melakukan kegiatan belajar dengan lebih leluasa dimanapun dan kapanpun tanpa tergantung seorang guru. Perlu kita sadari waktu belajar di sekolah sangat terbatas dan waktu terbanyak justru di luar lingkungan sekolah.

g. Media dapat menumbuhkan sikap positif siswa terhadap materi dan proses belajar

Proses pembelajaran menjadi lebih menarik sehingga mendorong siswa untuk mencintai ilmu pengetahuan dan gemar mencari sendiri sumber-sumber ilmu pengetahuan.

C. E-Learning

1. Pengertian *E-Learning*

E-Learning tersusun dari dua bagian, yaitu 'e' yang merupakan singkatan dari 'electronica' dan 'learning' yang berarti 'pembelajaran'. Jadi *e-learning* berarti pembelajaran dengan menggunakan jasa bantuan perangkat elektronika. Jadi dalam pelaksanaannya, *e-learning* menggunakan jasa audio, video atau

perangkat komputer atau kombinasi dari ketiganya. Dengan kata lain *e-learning* adalah pembelajaran yang dalam pelaksanaannya didukung oleh jasa teknologi seperti telepon, audio, videotape, transmisi satelite atau komputer (Tafiardi, 2005) Sejalan dengan itu, Onno W. Purbo (dalam Amin, 2004) menjelaskan bahwa istilah "e" dalam *e-learning* adalah segala teknologi yang digunakan untuk mendukung usaha-usaha pengajaran lewat teknologi elektronik internet. Internet, satelit, tape audio/video, tv interaktif, dan CD-ROM adalah sebagian dari media elektronik yang digunakan.Pengajaran boleh disampaikan pada waktu yang sama (synchronously) ataupun pada waktu yang berbeda (asynchronously).

Secara lebih singkat William Horton mengemukakan bahwa (dalam Sembel, 2004) *e-learning* merupakan kegiatan pembelajaran berbasis web (yang bisa diakses dari internet). Tidak jauh berbeda dengan itu Brown, 2000 dan Feasey, 2001 (dalam siahaan, 2002) secara sederhana mengatakan bahwa e-learning merupakan kegiatan pembelajaran yang memanfaatkan jaringan (internet, LAN, WAN) sebagai metode penyampaian, interaksi, dan fasilitas yang didukung oleh berbagai bentuk layanan belajar lainnya.

Selain itu, ada yang menjabarkan pengertian *e-learning* lebih luas lagi. Sebenarnya materi *e-learning* tidak harus di distribusikan secara on-line baik melalui jaringan lokal maupun intemet. Interaksi dengan menggunakan internetpun bisa dijalankan secara on-line dan real-time ataupun recara off-line atau archieved. Distribusi secara offline menggunakan media CD/DVD pun termasuk pola *e-learning*. Dalam hal ini aplikasi dan materibelajar di kembangkan sesuai kebutuhan dan di distribusikan melalui media CD/DVD,

selanjutnya pembelajar dapat memanfatkan CD/DVD tersebut dan belajar di tempat dimana dia berada (Lukmana,2006).

Berdasarkan paparan mengenai definisi media pembelajaran *e-learning* di atas, penulis mencoba mendefinisikan media pembelajaran *e-learning* berdasarkan yang akan dikembangangkan bahwa media pembelajaran *e-learning* merupakan alat bantu yang tidak terbatas ruang dan waktu dan menggunakan perangkat serta fasilitas berbasis web atau internet yang menampilkan bahan ajar yang bisa dipelajari secara mandiri untuk mencapai tujuan pembelajaran.

2. **Komponen *E-Learning***

Menurut (Sutanta, 2009, hal. 1-2) *E-learning* yang terintegrasi/terbentuk mempunyai komponen-komponen seperti berikut:

a. Infrastruktur *e-Learning,* yaitu dapat berupa *personal computer* (PC), jaringan komputer, internet dan perlengkapan multimedia.
b. Sistem dan aplikasi *e-learning*, yaitu sistem perangkat lunak yang mem-virtualisasi proses belajar mengajar konvensional yang meliputi bagaimana manajemen kelas, pembuatan materi atau konten, forum diskusi, sistem penilaian, sistem ujian, dan segala fitur yang berhubungan dengan manajemen proses belajar mengajar.
c. Konten *e-learning*, yaitu konten dan bahan ajar yang ada pada *e-learning system*. Konten dan bahan ajar ini bisa berbentuk *multimedia based content* (konten berbentuk multimedia) atau *text based content* (konten berbentuk teks seperti pada buku pelajaran biasa).

3. Karakteristik *E-learning*

E-learning sebagai media pembelajaran online memiliki karakteristik sebagai berikut (Mohammad Rozaldi, 2012 : 147):

a. Memanfaatkan jasa teknologi elektronik; di mana guru dan siswa, siswa dan sesama siswa atau guru dan sesama guru dapat berkomunikasi dengan relatif mudah dengan tanpa dibatasi oleh hal-hal yang protokoler.

b. Memanfaatkan keunggulan komputer (digital media dan computer networks).

c. Menggunakan bahan ajar bersifat mandiri (self learning materials) disimpan di komputer sehingga dapat diakses oleh guru dan siswa kapan saja dan di mana saja bila yang bersangkutan memerlukannya.

d. Memanfaatkan jadwal pembelajaran, kurikulum, hasil kemajuan belajar dan hal-hal yang berkaitan dengan administrasi pendidikan dapat dilihat setiap saat di komputer.

4. Fungsi *E-Learning*

Terdapat 3 fungsi *e-learning* dalam kegiatan pembelajaran, diantaranya sebagai suplemen yang sifatnya pilihan/opsional, pelengkap (komplemen), atau pengganti (substitusi). (Husamah, 2014, hal. 139-140)

a. Sumplemen

Dikatakan berfungsi sebagai suplemen (tambahan), apabila peserta didik mempunyai kebebasan memilih, apakah akan memanfaatkan materi pembelajaran dengan *e-learning* atau tidak. Dalam hal ini, tidak ada kewajiban/keharusan bagi peserta didik untuk mengakses materi pembelajaran secara *e-learning*.

Sekalipun sifatnya opsional, peserta didik yang memanfaatkannya tentu akan memiliki tambahan pengetahuan atau wawasan.

b. Komplemen

Menurut Lewis, 2002 dikatakan berfungsi sebagai komplemen (pelengkap) apabila materi pembelajaran secara *e-learning* diprogramkan untuk melengkapi materi pembelajaran yang diterima peserta didik di dalam kelas.

c. Substitusi

Ada tiga alternatif model kegiatan pembelajaran yang dapat dipilih peserta didik, yaitu : 1) sepenuhnya secara tatap muka (konvensional), 2) sebagian secara tatap muka dan sebagian lagi melalui internet, atau bahkan 3) sepenuhnya melalui internet.

5. Kelebihan *E-Learning*

E-learning dapat dengan cepat diterima dan kemudian diadopsi karena memiliki kelebihan/keunggulan seperti pengurangan biaya; fleksibilitas; personalisasi; standarisasi; efektivitas; kecepatan (Effendi, 2005).

a. Pengurangan biaya

Dengan adanya media pembelajaran *e-Learning* dapat mengurangi pembiayaan seperti biaya perjalanan untuk pelatihan, mengurangi biaya pembangunan sebuah ruang untuk pembelajaran karena *e-learning* tidak harus menuntut belajar di dalam kelas, mengurangi biaya untuk pembuatan dan

percetakan buku-buku cetak karena sumber belajar sudah dapat dilihat dengan e-leaning, terdapat animasi dan video yang dapat dipelajari oleh peserta didik dan mengurangi waktu yang dihabiskan oleh pelajar untuk pergi ke sekolah.

b. Fleksibilitas

Tersedianya fasilitas *e-learning* dimana pengajar dan siswa dapat berkomunikasi secara mudah melalui fasilitas internet secara reguler atau kapan saja kegiatan berkomunikasi itu dilakukan tanpa dibatasi oleh jarak, tempat, dan waktu. Dapat belajar kapan dan dimana saja, selama terhubung dengan intemet. Selain itu, Siswa dapat belajar (me-review) bahan ajar setiap saat dan dimana saja apabila diperlukan mengingat bahan ajar tersimpan di komputer.Personalisasi

c. Personalisasi

Siswa dapat belajar sesuai dengan kemampuan belajar mereka. Dengan *e-learning* menjadikan siswa belajar dengan mandiri. pilihan untuk mandiri dalam belajar menjadikan siswa untuk berusaha melangkah maju, memilih sendiri peralatan yang digunakan untuk penyampaian belajar mengajar, mengumpulkan bahan-bahan sesuai dengan kebutuhan

d. Standarisasi

Dengan *e-learning* mengatasi adanya perbedaan yang berasal dari guru, seperti cara mengajarnya, materi dan penguasaan materi yang berbeda, sehingga memberikan standar kualitas yang lebih konsisten.

e. Efektivitas

Suatu studi oleh J.D Fletcher menunjukkan bahwa tingkat retensi dan aplikasi dari pelajaran melalui metode *e-learning* meningkat sebanyak 25% dibandingkan pelatihan yang

menggunakan cara tradisional. Pengajar dan siswa dapat menggunakan bahan ajar yang terstruktur dan terjadwal melalui internet.*Elearning* mempermudah interaksi antara peserta didik dengan bahan/materi, peserta didik dengan guru maupun sesama peserta didik. Karena dengan *e-learning* proses pembelajaran dapar dilakukan tanpa harus terjadi tatap muka.

f. Kecepatan.

Kecepatan distribusi materi pelajaran akan meningkat, karena pelajaran tersebut dapat dengan cepat disampaikan melalui internet.

D. LMS Chamilo

Menurut Amiroh (2012) sistem manajemen konten (*content management system)* atau yang biasa disebut CMS merupakan perangkat lunak yang digunakan untuk menambahkan, mengubah dan memperbaharui isi *(content)* dari suatu situs web, sehingga kita perlu merancang atau mendesain web terlebih dahulu untuk dapat dijadikan media pembelajaran *online.* Terdapat beberapa pembagian CMS berdasarkan fungsinya, antara lain:

a. CMS *E-Commerce*

CMS *E-Commerce* merupakan sebuah server CMS yang bertujuan agar dapat melakukan proses transaksi online.

b. CMS Forum

CMS forum adalah server CMS yang menyediakan media untuk proses diskusi secara online.

c. CMS Portal

CMS portal adalah sebuah server CMS yang mempunyai banyak layanan, seperti layanan berita, forum, *mailing list, e-mail*, dan lain sebagainya.

d. CMS Gallery

CMS gallery adalah server CMS yang menyediakan wadah untuk menampilkan gallery foto.

e. CMS Blog

CMS blog adalah server CMS yang memiliki fitur-fitur untuk mengelola blog atau website sendiri.

Beberapa macam CMS antara lain adalah CMS wordpress, CMS joomla, CMS drupal, aura CMS, CMS open cart dan CMS prestashop.

Selain CMS, terdapat pula sistem manajemen pembelajaran (*Learning Management System)* yang biasa disebut LMS. LMS berbeda dengan CMS, LMS merupakan aplikasi perangkat lunak untuk kegiatan online, seperti program pembelajaran elektronik (*e-learning*) dan pelatihan yang biasa digunakan oleh kalangan pendidik.

Menurut Effendi dan Zhuang (2005 : 85) Beberapa fungsi dasar LMS adalah:

a. Katalog

LMS yang baik harus memiliki katalog yang berisi informasi yang lengkap mengenai suatu pembelajaran, meliputi judul, tujuan cakupan, *outline,* durasi, target pelajar, tanggal tersedia, materi pendahuluan, tes yang harus diikuti dan lain sebagainya.

b. Registrasi dan persetujuan

LMS ini berfungsi untuk melakukan pendaftaran secara *online* para perserta didik yang akan menjadi anggota *e-learning*. LMS

menyimpan data pendaftaran dan persetujuan untuk membantu departemen pelatihan dalam mengelola *e-learning.*

c. Menjalankan dan memonitor *e-learning*

   LMS menyediakan pembelajaran atau materi *e-learning* dengan baik. Selain itu memiliki kemampuan untuk merekam kegiatan pembelajaran sehingga guru dapat memonitor dan membuat pelaporan.

d. Evaluasi

   Evaluasi disediakan di dalam LMS untuk dapat mengukur kemampuan siswa sebelum dan sesudah belajar menggunakan *e-learning* yang dilihat dari hasil evaluasi yang didapat oleh siswa.

e. Komunikasi

   LMS juga dapat melakukan komunikasi antar guru dengan siswa maupun antar siswa. Di sini guru dapat menyebarkan informasi seperti terdapat materi baru atau latihan baru dan menyampaikan informasi lainnya.

f. Laporan

   Melalui LMS, para admistrator pelatihan dapat memperoleh data berisi data pelatihan. Guru dapat mengakses hasil evaluasi siswa dan mencetak secara langsung.

Dengan LMS memenuhi persyaratan untuk penyebaran pendidikan dan administrasi (Riyadi, 2010). Dengan LMS berarti membangun lingkungan belajar virtual yang digunakan oleh universitas dan sekolah, memungkinkan dosen atau guru dapat mengelola program mereka dan pertukaran informasi dengan siswa untuk kegiatan belajar mengajar mereka selama beberapa minggu. Dalam kegiatan belajar *online* bisa ditempuh dalam waktu singkat,

diselesaikan dalam sesi *online*. Kegiatan belajar *online* ini kemudian dikenal dengan *E-learning*.

Berdasarkan paparan di atas maka penelitian ini dilakukan dengan menggunakan LMS karena LMS merupakan sistem pembelajaran yang sudah tersedia tanpa harus mengatur atau mendesain web tersebut. LMS telah didirancang untuk media pembelajaran online dan telah dilengkapi dengan pengaturan-pengaturan sehingga guru dapat dengan mudah mengunduh pembelajaran dan siswa mudah mengaksesnya.

Beberapa contoh LMS antara lain: *atutor, blackboard, claroline*, *moodle*, *e-front, chamilo,* dll. Chamilo adalah salah satu *Learning Management System* yang bersifat Open Source, menitikberatkan pada pembangunan portal *E-learning*. Chamilo sendiri memiliki fungsi yang sama dengan aplikasi *E-Learning* lainnya seperti Moodle, Dokeos, A Tutor, eFront dan sebagainya. Chamilo memiliki kelebihan dibanding perangkat lainnya, yakni:

1. Selain open source, chamilo juga dihubungkan secara internasional dengan pendidikan luar negeri.
2. Dukungan visual yang banyak membuat user lebih mudah memahami, dan inilah salah satu kelebihan Chamilo yang tidak dimiliki oleh E-Learning lainnya.
3. Chamilo lebih responsif jika dibandingkan dengan E-Learning lainnya
4. Semua fitur Chamilo dalam pembuatan E-Learning bisa diintegrasikan dengan aplikasi E-Learning lainnya, seperti Hot Potatoes. Moodle dan sebagainya.

E. Konsep Fisika

Konsep fisika yang dikembangkan dalam penelitian ini adalah konsep pada kompetensi dasar 3.6 yaitu menjelaskan karakteristik gas pada ruang tertutup.

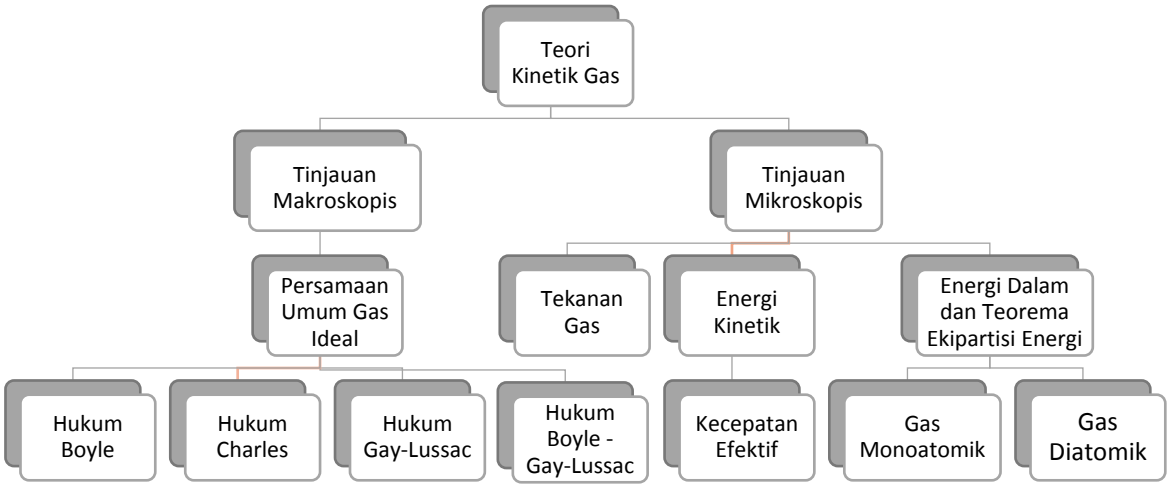
Berdasarkan kurikulum 2013 revisi, terdapat beberapa materi dalam kompetensi dasar 3.6 yang menjelaskan mengenai teori kinetik gas seperti hukum gas ideal, tekanan gas, kecepatan efektif, energi kinetik gas, ekipartisi energi, energi dalam, dan energi total.

Terdapat beberapa buku yang memuat materi teori kinetik gas, John D Cutnell & Kenneth W. Johnson (2012:406-425) menuliskan bahwa dalam teori kinetik gas mencakup pembahasan mengenai massa molekul jumlah mol, bilangan Avogadro; hukum gas ideal yang terdiri dari hukum Boyle, hukum Charles, hukum Gay-Lussac, hukum Boyle-Gay Lussac; energi kinetik gas ideal yang teridiri dari distribusi kelajuan molekul dan energi internal dari gas monoatomik dan difusi di dalam bab materi teori kinetik gas.

Raymond A. Serway (2012:343-353) menuliskan pembahasan teori kinetik gas, antara lain deskripsi makroskopik teori kinetik gas yang membahas bilangan Avogadro, jumlah mol dan massa molekul; hukum-hukum gas ideal, seperti hukum Boyle, hukum Charles, hukum Gay-Lussac, hukum Boyle-Gay Lussac; teori kinetik gas yakni tekanan dan suhu gas ideal, kecepatan efektif gas ideal, energi kinetik gas dan energi total gas.

David Halliday (2010:591-595) membahas bahwa materi teori kinetik gas mencakup penjelasan mengenai temperatur dan tinjauan makroskopis gas ideal seperti massa molekul jumlah mol dan bilangan Avogadro

Sehingga materi teori kinetik gas yang dimasukkan kedalam chamilo mencakup materi persamaan umum gas ideal, tekanan gas, energi kinetik, energi dalam dan teorema ekipartisi energi. Uraian materi ini dipetakan sebagai berikut:



Gambar 2.2 Peta Konsep Teori Kinetik Gas

Adapun paparan lengkap mengenai materi teori kinetik gas disajikan pada lampiran 11.

F. Penelitian yang Relevan

Terdapat beberapa penelitian yang sudah pernah dilakukan dan relevan dengan penelitian ini, diantaranya:

1. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Munir (2010) yang berjudul "Penggunaan Learning Management System (LMS) di perguruan tinggi", menunjukkan bahwa penggunaan LMS dapat meningkatkan

kinerja, berbagi pengetahuan lebih mudah, dapat meningkatkan produktivitas dan lebih efektif dalam berbagi pengetahuan.

2. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Agus Lukman Hakim (2010) yang berjudul “Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Learning Management System (LMS) Pada Materi Senyawa Karbon Untuk SMA Kelas XII”, menunjukan hasil bahwa media pembelajaran berbasis LMS ini memiliki kelayakan untuk digunakan oleh para siswa.
3. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Mawar Ramdhani (2012) yang berjudul “Efektivitas Penggunaan Media Pembelajaran E-learning Berbasis web Teknlogi Informasi dan Komunikasi Terhadap Hasil Belajar Siswa Kelas X”, menunjukkan hasil bahwa efektivitas media pembelajaran berbasis web masuk dalam kriteria sedang dan peningkatan hasil pembelajaran berbasis web lebih baik dibandingkan hasil pembelajaran konvensional pada mata pelajaran tersebut.
4. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Agung Tri Wibowo (2014) yang berjudul “Pengembangan LMS (*Learning Management System*) Berbasis Web Untuk Mengukur Pemahaman Konsep dan Karakter Siswa”, menunjukan hasil bahwa LMS efektif meningkatkan pemahaman siswa, namun belum efektif mengembangkan karakter siswa.
5. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Abdul Hamid (2015) yang berjudul “Efektifitas implementasi LMS (Learning Management System E-front Terhadap Minat dan Hasil Belajar Pada Mata Pelajaran Pemrograman Web”, menunjukan bahwa penggunaan LMS terbukti efektif meningkatkan minat belajar peserta didik.

G. Kerangka Teoritik

Dengan adanya perkembangan teknologi informasi dan komunikasi (TIK) yang mengalami kemajuan pesat, membantu peserta didik di bidang pendidikan dalam memfasilitasi dan meningkatkan kemampuan berfikir serta membantu penguasaan materi. Solusi pembelajaran dengan menggunakan TIK ini tidak mengharuskan siswa dan guru melangsungkan pembelajaran di dalam kelas, karena pembelajaran tersebut tidak terbatas ruang dan waktu. Guru dapat dengan bebas mengakses bahan belajar dan murid dapat belajar kapanpun secara online. Oleh karena itu pembelajaran yang dimaksudkan adalah pembelajaran berbasis internet atau web.

Pembelajaran berbasis web atau internet sering disebut dengan *e-learning. E-learning* dapat didefinisikan sebagai pembelajaran yang menggunakan perangkat untuk mengaksesnya*. E-learning* memberikan kemudahan bagi guru dan murid dalam hal efektif, efisien, personalisasi, ekonomis, fleksibilitas dan kecepatan. Oleh karena *e-learning* pun juga membutuhkan system untuk mengatur segala tatanan yang disebut *leraning magement system* (LMS).

Sistem *e-learning* yang dibuat menggunakan *Learning Management System* (LMS) berbasis chamilo. Materi *e-learning* yang dibuat dengan LMS Chamilo ini adalah materi kelas XI semester II khususnya materi teori kinetik gas.

Berdasarkan paparan di atas, perlu dikembangkan media pembelajaran *e-learning* berbasis LMS Chamilo dalam pembelajaran di sekolah dengan sasaran siswa SMA kelas XI semester II. Tujuan dari dikembangkannya *e-learning* adalah untuk memberikan guru dan murid kemudahan dalam belajar. Terlebih media tersebut cocok digunakan di era sekarang yang selalu menggunakan teknologi.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah menghasilkan media pembelajaran *e-learning* berbasis LMS Chamilo dalam materi fisika kelas XI semester II khususnya materi teori kinetik gas.

B. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari sampai dengan Juli 2017 di laboratorium digital pendidikan fisika fakultas MIPA Universitas Negeri Jakarta. Hasil pengembangan diujicobakan kepada siswa SMA Pusaka 1 Jakarta.

C. Sumber Data

a. Validator

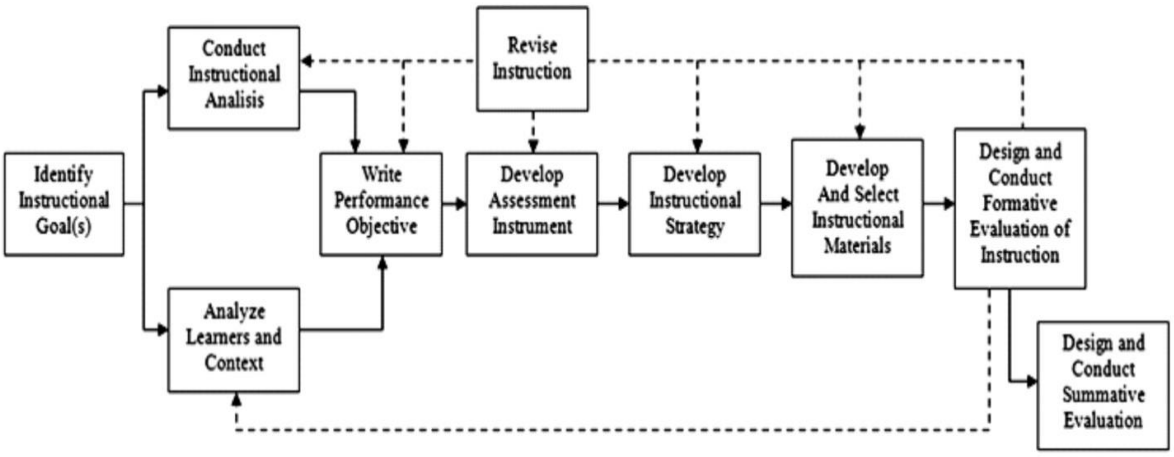
1. Uji Ahli (*Expert Review)* terdiri dari responden ahli yaitu; ahli media, ahli materi, dan ahli pembelajaran. Alat pengumpul data dalam bentuk angket berskala likert.
2. Uji skala kecil (*small group test*) yaitu pengguna perangkat yang dilakukan dengan uji coba kepada guru fisika SMA Pusaka 1 Jakarta dan uji keterbacaan kepada siswa kelas XI SMA Pusaka 1 Jakarta. Alat pengumpul data dalam bentuk kuisioner.

b. Pengguna (Responden)

Pengguna untuk *e-learning* berbasis Chamilo adalah siswa SMA kelas XI SMA Pusaka 1 Jakarta. Data yang didapatkan adalah nilai *pre-test* sebelum siswa menggunakan perangkat *e-learning* dan nilai *post-test*

D. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode penelitian dan pengembangan (*Research and Development*). Menurut Borg and Gall (2003:570) model penelitian dan pengembangan yang digunakan dalam penelitian pengembangan bidang pendidikan adalah model Dick & Carey, seperti pada bagan berikut :



Gambar 3.1 Langkah Penelitian Dick and Carey

Berikut merupakan langkah-langkah pelaksanaan penelitian pengembangan perangkat *e-learning* menggunakan LMS *Chamilo* berdasarkan langkah-langkah Dick and Carey:

1. Identifikasi Tujuan Pembelajaran *(Identify Instructional Goal(s))*.

   Pada tahap ini peneliti menganalisis perlunya pengembangan media pembelajaran berbasis *e-learning.* Dalam langkah pertama ini, peneliti memilih atau menentukan materi yang akan dikembangkan dengan melihat Kompetensi Inti (KI) dan Kompetensi Dasar (KD) yang kemudian disesuaikan dengan perangkat *e-learning* yang akan dikembangkan.

Kompetensi dasar yang akan dikembangkan pada materi *e-learning* ini adalah materi kelas XI semester II dengan KD 3.6. menjelaskan karakteristik gas pada ruang tertutup.

Analisis juga dilakukan terhadap perangkat lunak yang dapat menunjang media e-learning yang dikembangkan. Dari beberapa perangkat lunak yang tersedia, dipilihlah LMS chamilo karena LMS mudah digunakan untuk pengguna yang masih awam. Guru dapat dengan mudah mengunggah materi dan begitu pula siswa dapat dengan mudah mengunduh materi.

2. Analisis Pembelajaran *(Conduct Instructional Analysis)*.

Pada langkah ini dilakukan analisis terhadap KD 3.6 untuk menentukan indikator. Hasil analisis ini menghasilkan indikator pembelajaran pada materi teori kinetik gas:

a. Merumuskan persamaan umum gas ideal berdasarkan karakteristik partikel gas ideal
b. Mengidentifikasi hubungan antar variabel yang mempengaruhi gas ideal
c. Mengidentifikasi besaran yang mempengaruhi teori kinetik gas
d. Menerapkan konsep teori kinetik gas dalam berbagai persoalan fisika

Di tahap ini peneliti juga menganalisis teknologi yang memadai untuk menjalankan penelitian tersebut, seperti komputer, laptop atau *smartphone* serta jaringan internet. Peneliti juga memikirkan apakah siswa di sekolah memiliki perangkat tersebut untuk mengakses pembelajaran di *e-learning*. Cara pengumpulan data pada tahap ini adalah dengan *one on one test*, yakni menanyakan secara langsung

kepada siswa-siwa di kelas mengenai perangkat apa saja yang mereka miliki dan kemudian didatakan.

Selain itu di tahap ini peneliti menentukan model *e-learning* yang dikembangkan. Pada penelitian ini, fungsi *e-learning* adalah sebagai pelengkap (komplemen), dimana materi pembelajaran secara *e-learning* diprogramkan untuk melengkapi materi pembelajaran yang diterima peserta didik di dalam kelas. Oleh karena itu model yang dikembangkan dalam pembuatan *e-learning* ini adalah model *mixed/blended,* yaitu menempatkan *e-learning* sebagai bagian yang tak terpisahkan dalam pembelajaran. Sebagian pembelajaran dilakukan melalui *e-learning* dan sebagian dilakukan secara tatap muka.

3. Analisis Pembelajar dan Konteks *(Analyze Learners and Contexts)*

Pada tahapan ini, peneliti mengidentifikasi dan menganalisis karakteristik dari siswa kelas XI di SMA Pusaka 1 Jakarta dengan cara *one on one test,* yakni menanyakan langsung kepada siswa-siswa tersebut, seperti materi yang dibutuhkan oleh siswa, bagaimana cara belajar siswa dan bagaimana cara mengemas materi tersebut sehingga siswa dapat memahami materi tersebut dengan menggunakan *e-learning*. Berdasarkan pengumpulan data yang didapat, ternyata sebagian besar pembelajaran di SMA Pusaka 1 Jakarta dilakukan dengan media buku teks pelajaran dan mencatat apa yang diterangkan di papan tulis.

Peneliti kemudian menganalisis kebiasaan siswa tersebut dalam menggunakan komputer atau laptop serta internet dengan cara yang sama yaitu *one on one test*. Hasil yang didapat adalah siswa tersebut sebagian besar memiliki internet yang memadai dan terbiasa dalam penggunaan komputer atau laptop. Hal ini menandakan

pembelajaran menggunakan *e-learning* dapat dilakukan dalam kelas tersebut.

Dari hasil analisis, maka ditentukanlah siswa yang dianalisis akan menjadi pengguna dalam chamilo yang dikembangkan dan berperan sebagai *student.* Sedangkan guru akan menjadi pengguna yang berperan sebagai *teacher*.

Tampilan e-learning yang dikembangkan adalah materi pembelajaran yang dilengkapi dengan gambar, grafik dan video pembelajaran. Materi tersebut dapat dibaca langsung oleh siswa di *e-learning* atau diunduh dalam bentuk pdf. Terdapat pula *post test* yang wajib dijawab oleh siswa dengan batas waktu di akhir pembelajaran. Hasil dari tes dapat dilihat langsung oleh guru melalui inbox guru.

4. Menentukan Tujuan Pembelajaran *(Write Performance Objectives)*

Tujuan pembelajaran khusus berasal dari analisis pembelajaran yaitu dari setiap Kompetensi Dasar (KD) yang dikembangkan pada materi fisika SMA kelas XI semester 2 khususnya materi teori kinetik gas yang diterapkan dalam proses pembelajaran dengan menggunakan *e-learning* berbasis chamilo.

Terdapat empat unsur pokok dalam perumusan tujuan pembelajaran, diantaranya:

a. Audience

Secara verbal, *audience* diartikan sebagai pendengar. Dalam konteks pembelajaran yang dimaksud *audience* adalah peserta didik. Artinya peserta didik menjadi subjek/objek sasaran dari tujuan pembelajaran.

b. *Behavior*

Behavior adalah perilaku spesifik yang diharapkan dilakukan atau dimunculkan siswa setelah pembelajaran berlangsung. *Behaviour* ini dirumuskan dalam bentuk kata kerja operasional. Misalnya menyebutkan, merinci, membedakan, menjelaskan, mengidentifikasi, mengklasifikasikan dan lain-lain.

c. *Condition*

Condition adalah keadaan yang harus dipenuhi atau dikerjakan siswa pada saat dilakukan pembelajaran. Dalam perumusan tujuan pembelajaran, *condition* ditulis dalam bentuk kata kerja. Kata kerja yang dimaksud adalah aktivitas yang harus dilakukan siswa agar tercapai suatu perubahan perilaku yang diharapkan.

d. *Degree*

Dalam konteks ini *degree* berarti suatu perbandingan. Hal ini dimaksudkan untuk membandingkan kondisi sebelum dan setelah belajar. *Degree* juga merupakan tingkat penampilan yang dapat dilakukan oleh siswa setelah melalui suatu rangkaian proses pembelajaran. Tingkat *degree* bergantung pada bobot materi yang akan disajikan, serta sejauh mana siswa harus menguasai suatu materi atau menunjukan suatu tingkah laku.

Dari paparan unsur pokok perumusan tujuan di atas, maka dapat dirumuskan tujuan pembelajaran yang sesuai untuk materi teori kinetik gas adalah sebagai berikut:

a. Siswa mampu memahami teori gas ideal dan Hukum Boyle – Gay Lussac.

b. Siswa mampu menerapkan persamaan umum gas ideal pada persoalan fisika sederhana.
c. Siswa mampu memahami teori kinetik gas ideal dan tinjauan impuls-tumbukan untuk teori kinetik gas.
d. Siswa mampu memahami teori kinetik gas dan karakteristik gas pada ruang tertutup dengan tepat.
e. Siswa mampu menerapkan persamaan teori kinetik gas untuk menyelesaikan persoalan
f. Siswa mampu memahami teori ekipartisi energi dan energi dalam.
g. Siswa mampu menerapkan persamaan teori ekipartisi dan energi dalam untuk menyelesaikan permasalahan.

5. Mengembangkan Instrumen Penilaian *(Develop Assessment Instruments)*

Pada tahap ini, peneliti membuat kisi-kisi penilaian kognitif, menganalisis bentuk soal yang sesuai untuk memenuhi ketercapaian indikator dari materi teori kinetik gas. Soal yang dibuat adalah soal *pretest* dan soal *postest*. Soal *pretest* dan soal *postest* dibuat dengan kisi-kisi yang sama.

Selain itu, di tahap ini peneliti juga membuat butir-butir instrumen yang digunakan untuk validasi pada ahli materi, ahli media, dan ahli pembelajaran yang diberikan kepada dosen fisika sebagai validator.

Selanjutnya peneliti membuat instrumen uji keterbacaan yang diberikan kepada siswa dan instrumen uji coba lapangan yang diberikan kepada guru kelas XI IPA SMA Pusaka 1 Jakarta. Peneliti membuat butir instrumen berdasarkan kajian teori dan disesuaikan dengan konten *e-learning*.

Instrumen-instrumen tersebut dibuat untuk mengetahui tingkat kelayakan e-learning menggunakan chamilo untuk materi teori kinetik gas yang dikembangkan.

6. Mengembangkan Strategi Pembelajaran *(Develop Assessment Strategy)*

   Pada tahap keenam, peneliti menyusun konten-konten *e-learning* dan mendesain *e-learning*. Langkah-langkah pembuatan e-learning pada tahap ini antara lain:

   a. Mendesain halaman *homepage*

      Halaman *homepage* merupakan halaman yang pertama ditampilkan pada saat dibukanya *e-learning* chamilo. Oleh karena itu pada tahap ini peneliti mendesain halaman *homepage* semenarik mungkin agar menambah daya tarik siswa untuk membaca. Pertama-tama peneliti memilih tema yang sesuai untuk pembelajaran. Kemudian mendesain tulisan awal *homepage* yaitu "E-LEARNING FISIKA SMA KELAS XI SEMESTER II"

   b. Mendaftarkan mata pelajaran

      Langkah kedua adalah membuat daftar mata pelajaran yaitu mata pelajaran kelas XI semester II. Kemudian setelah semua didaftarkan ke dalam *e-learning* chamilo, peneliti memilih gambar sampul yang sesuai untuk masing-masing mata pelajaran. Daftar mata pelajaran yang didaftarkan di chamilo kemudian ditampilan ke halaman *homepage*. Hal ini bertujuan supaya siswa dapat mengetahui garis besar *e-learning* dengan melihat tampilan *homepage*.

c. Mempersiapkan isi *e-learning*

Langkah selanjutnya adalah mempersiapkan isi *e-learning*. Isi *e-leaning* tersebut antara lain membuat petunjuk penggunaan e-learning, mencari materi yang sesuai untuk isi *e-learning*. Mencari gambar/grafik dan video pembelajaran yang sesuai untuk isi *e-learning.*

7. Mengembangkan dan Memilih Bahan Pembelajaran *(Develop and Select Instructional Materials)*

Langkah selanjutnya adalah menggabungkan bahan pembelajaran ke dalam e-learning chamilo. Pertama menyusun bahan pembelajaran di halaman course description, yaitu halaman yang dapat dibaca langsung oleh siswa. Di sini peneliti menyusun materi yang diperkaya dengan contoh soal dan latihan, gambar, grafik dan menyatukan video pembelajaran.

Selanjutnya peneliti mengunggah materi dalam bentuk pdf dan video pembelajaran ke halaman dokumen supaya siswa dapat dengan mudah mengunduh materi tersebut, jika mereka tidak ingin membaca langsung di chamilo.

Penyusunan terakhir yaitu membuat perangkat tes berbentuk pilhan ganda yang harus dijawab siswa dengan batas waktu di akhir pembelajaran. Perangkat tes yang dibuat berjumlah 20 soal dalam waktu satu jam dengan satu kali kesempatan.

8. Mendesain dan Melakukan Evaluasi Formatif *(Design and Conduct Formative Evaluation of Instruction)*

Setelah *e-learning* selesai maka langkah selanjutnya adalah mengkonsultasikan produk tersebut kepada dosen pembimbing.

Tahapan ini dilakukan untuk mengetahui kelayakan produk sebelum melakukan uji kelayakan ke beberapa validator.

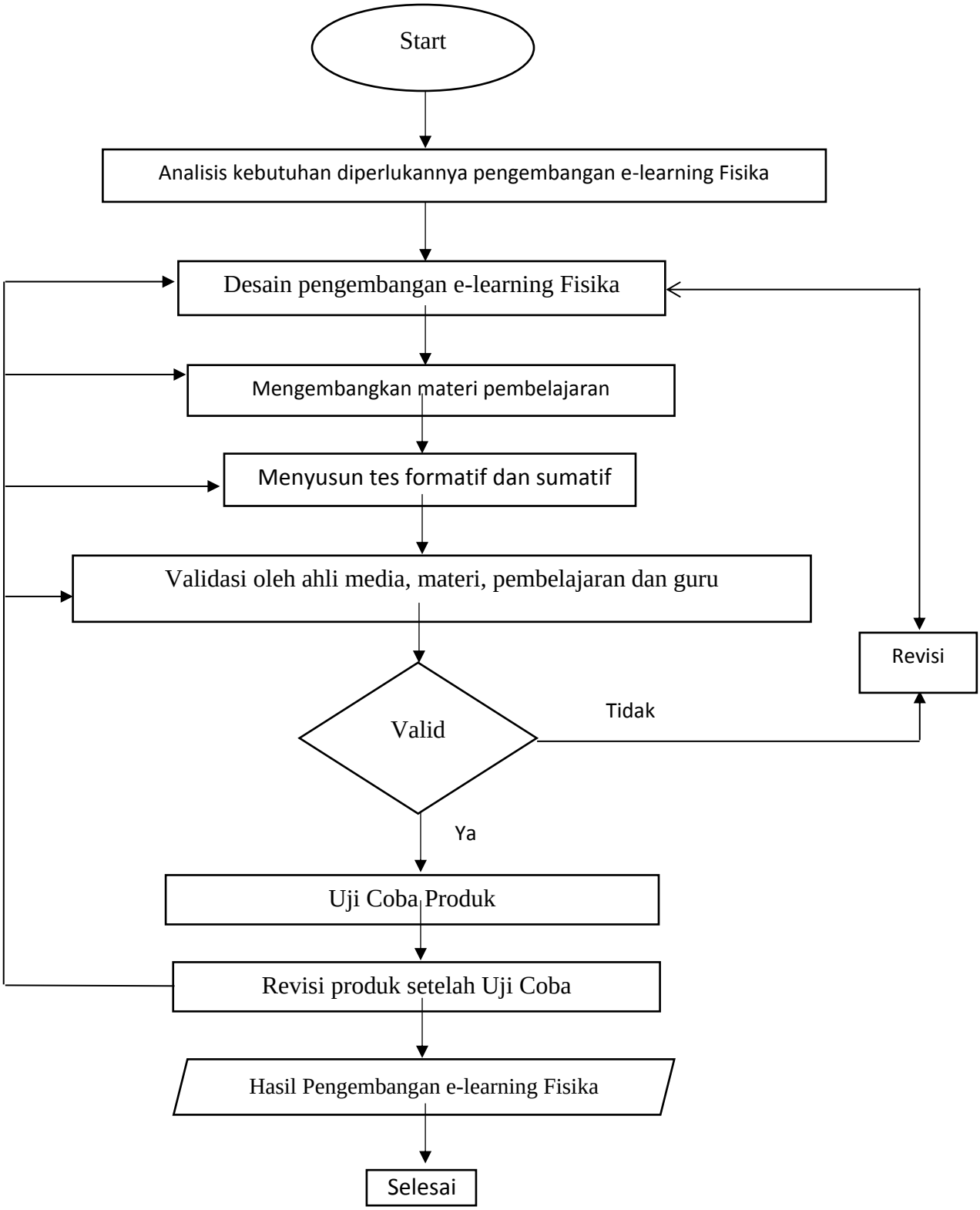
Setelah selesai maka langkah selanjutnya adalah melakukan validasi ke beberapa dosen prodi fisika sebagai ahli materi, pembelajaran dan media. Validasi dilakukan untuk mengetahui kekurangan dari *e-learning* yang telah dibuat serta mengetahui saran perbaikan dari dosen-dosen tersebut. Saran yang diberikan ini menjadi acuan bagia peneliti untuk memperbaiki media pembelajaran yang dikembangkan.

Jika serangkaian validasi atau uji kelayakan telah dilakukan, maka produk tersebut dapat diujicobakan ke sekolah untuk uji skala kecil. Sekolah yang digunakan adalah SMA Pusaka 1 Jakarta. Kelas yang digunakan untuk uji skala kecil adalah kelas XI IPA 1 karena jadwal pembelajaran pada kelas tersebut adalah pada hari Rabu dan Jumat, sehingga waktunya cukup untuk dilakukan penelitian tersebut. Siswa yang dipilih pada uji skala kecil berjumlah 16 orang yang dipilih secara acak.

9. Revisi Pembelajaran *(Revise Instruction)*

Tahap ini merupakan tahap terakhir dari penelitian pengembangan *e-learning* fisika berbasis chamilo yaitu merevisi perangkat *e-learning* fisika berdasarkan dari saran ahli pada uji kelayakan. Kemudian, setelah dilakukan uji skala kecil kepada siswa SMA kelas XI, maka produk *e-learning* berbasis chamilo layak digunakan di SMA Pusaka 1 Jakarta.

E. Desain Penelitian



F. Instrumen Penelitian

Kuisioner evaluasi diberiakan kepada responden, yaitu ahli media, materi, pembelajaran dan pengguna (guru dan siswa). Instrumen yang digunakan pada penelitian ini sebagai berikut:

Tabel 3.1 Kisi-Kisi Kelayakan Materi

Aspek yang Dinilai	Indikator	Pertanyaan	
		Nomor	Jumlah
Desain Materi isi *e-learning*	Kesesuaian peta konsep	1,2	2
	Kesesuaian materi	3,4,5	3
	Kesesuaian soal dengan materi	6	1
Paparan materi	Uraian materi tidak terdapat miskonsepsi	7	1
	Konten materi mendukung pemahaman	8,9,10,11,12	5
	Persamaan matematis dilengkapi keterangan	13	1
	Contoh soal memudahkan konsep	14	1
Bahasa	Bahasa mudah dipahami	15,16	2
	Memenuhi ejaan Bahasa Indonesia	17	1
	Pertanyaan dalam test tidak multitafsir	18	1

Instrumen lengkap untuk kelayakan media dilihat pada lampiran 1.

Tabel 3.2 Kisi-Kisi Kelayakan Media

Aspek yang Dinilai	Indikator	Pertanyaan	
		Nomor	Jumlah
Desain *e-learning*	Tampilan homepage	1,2,3,4,5,6	6
	Tampilan daftar mata kuliah	7,8	2
	Tampilan *Course Description*	9,10,11,12,13	5
	Tampilan halaman document	14,15,16,17	4
	Tampilan video	18,19	2
	Tampilan halaman test	20,21,22	3
Kelayakan konten media	Kelayakan konten *e-learning* pada *course description*	23,24,25,26,27	5
	Kelayakan konten *e-learning* pada halaman PDF	28,29,30,31,32 ,33,34	7
	Kelayakan video	35,36	2
Bahasa	Bahasa mudah dipahami	37,38	2
	Penulisan Bahasa	39,40	2
	Tersedia keterangan simbol	41	1

Instrumen lengkap untuk kelayakan pembelajaran dilihat pada lampiran 2

Tabel 3.3 Kisi-Kisi Kelayakan Pembelajaran

Aspek yang Dinilai	Indikator	Pertanyaan	
		Nomor	Jumlah
Penyajian materi pembelajaran	Peta konsep mencakup kompetensi dasar	1	1
	Kesesuaian materi dengan peta konsep dan kompetensi dasar (KD)	2,3	2
	Sajian tujuan pembelajaran	4	1

	Kesesuaian materi	5,6	2
Kegiatan pembelajaran	*E-learning* mendukung pembelajaran	7,8	2
	Video mendukung pembelajaran	9	1
	Urutan materi	10,11,12	3
Penilaian pembelajaran	Kesesuaian soal dengan materi	13,14,15	3
	Hasil test dapat dilihat secara langsung	16	1

Instrumen lengkap untuk kelayakan pembelajaran dilihat pada lampiran 3.

Tabel 3.4 Kisi-Kisi Kuesioner Pengguna (Guru)

Aspek yang Dinilai	Indikator	Pertanyaan	
		Nomor	Jumlah
Cakupan Materi	Peta konsep mencakup kompetensi dasar	1	1
	Kesesuaian uraian materi dengan peta konsep dan kompetensi dasar	2,3	2
	Kesesuaian indikator dengan KD	4	1
	Sajian tujuan pembelajaran	5	1
	Paparan materi	6,7	2
	Evaluasi sesuai dengan materi	8,9	2
Kegiatan pembelajaran	Video mendukung pemahaman materi	10	1
	Konsisten dalam penulisan symbol	11	1
	e-learning mendukung pembelajaran mandiri	12,13,14	3
Bahasa	Bahasa mudah dipahami	15,16	2
	Memenuhi ejaan Bahasa Indonesia	17	1
	Pertanyaan dalam test tidak multitafsir	18	1

Instrumen lengkap uji kelayakan pengguna (guru) dilihat pada lampiran 4

Tabel 3.5 Kisi-Kisi Kuesioner Pengguna (Siswa)

Aspek yang Dinilai	Indikator	Pertanyaan	
		Nomor	Jumlah
Tampilan *e-learning*	Tampilan homepage	1	1
	Pengoperasian *e-learning*	2	1
	Kemenarikan tampilan *e-learning*	3,4	2
Konten *e-learning*	Konten *e-learning* memudahkan pemahaman	5,6,7,8,9	5
	E-learning mendukung pembelajaran mandiri	10	1
	Latihan soal mendukung pemahaman	11,12	2
	Forum diskusi membantu berinteraksi	13	1
Bahasa	Bahasa mudah dipahami	14,15	2
	Pertanyaan perangkat test jelas	16	1

Instrumen lengkap uji kelayakan pengguna (siswa) dilihat pada lampiran 5

G. Teknik Pengumpulan Data

Data pada penelitian ini diperoleh dari kuesioner uji validasi yang dilajukan kepada ahli materi dan ahli pembelajaran dengan menggunakan skala Likert. Uji keterbacaan dilakukan terhadap siswa SMA Pusaka 1 Jakarta dengan skala kecil. Uji validasi dilakukan terhadap guru ahli, sedangkan uji kelayakan produk dilakukan terhadap guru dan siswa SMA Pusaka 1 Jakarta. Siswa mengamati dan mencoba *e-learning* hasil pengembangan, setelah itu mengisi angket yang disediakan oleh peneliti. Angket dalam bentuk kuisioner adalah kumpulan dari pernyataan yang diajukan secara tertulis untuk memeroleh informasi dari responden tentang hal terkait penilaian produk yeng telah dikembangkan.

H. Teknik Analisa Data

1. Skala Likert

   Data yang diperoleh dianalisis dengan melakukan perhitungan menggunakan skala Likert. Instrumen yang digunakan menggunakan skala likert dengan pilihan skor 1-5.

   1 = Tidak bagus/tidak jelas

   2 = Kurang bagus/kurang jelas

   3 = Cukup / Ragu-ragu

   4 = Bagus/jelas

   5 = sangat bagus/sangat jelas

   Batas penilaian ketepatan dan kesesuaian pengembangan bahan ajar untuk dijadikan sebagai alat bantu pembelajaran didasarkan pada kriteria interpretasi skor untuk skala likert, yaitu:

   0 – 20% = Sangat kurang baik

   21 – 40% = Kurang

   41 – 60% = Cukup

   61 – 80% = Baik

   81 – 100% = Sangat baik

   Interpretasi skor dihitung berdasarkan skor perolehan tiap item:

   % Interpretasi Score = $\frac{\Sigma\ Skor\ perolehan}{\Sigma\ Skor\ maksimum}$ x 100%

2. Uji Gain Ternormalisasi

   Uji gain dilakukan untuk mengetahui peningkatan hasil belajar sebelum dan sesudah pembelajaran pada siswa dengan kemampuan awal yang berbeda. Rumus untuk uji gain ternormalisasi menurut Hake (1999) yaitu:

$$\langle g \rangle = \frac{skor\ post\ test - skor\ pre\ test}{skor\ ideal - skor\ pre\ test}$$

Dimana intepretasi hasil skor gain ternormalisasi (g) menurut Hake yang kemudian dimodifikasi oleh Rostina (2014) sebagai berikut:

Tabel 3.6 Interpretasi Skor Gain Ternormalisasi

Skor Gain	Kategori
$-1{,}00 \leq g < 0{,}00$	Terjadi penurunan
$g = 0{,}00$	Tidak terjadi penurunan
$0{,}00 < g < 0{,}30$	Rendah
$0{,}30 \leq g < 0{,}70$	Sedang
$0{,}70 \leq g \leq 1{,}00$	Tinggi

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Deskripsi produk media *e-learning* untuk materi fisika kelas XI semester II

Produk yang dihasilkan melalui penelitian pengembangan ini berupa media *e-learning* dengan menggunakan chamilo untuk materi fisika kelas XI semester II khususnya materi teori kinetik gas. *E-learning* dapat diakses melalui link http:/sma11b.fisika-unj.ac.id. Pengembangan yang dihasilkan dari penelitian sebelumnya adalah membuat materi dan video yang dapat dilihat langsung dalam satu halaman pada web tersebut. Pada penelitian sebelumnya materi dan video hanya dapat diunggah dan tidak dapat dilihat langsung serta penempatan dokumen terpisah-pisah dalam folder yang berbeda. Sehingga pada pengembangan media pembelajaran *e-learning* ini terdiri dari materi yang dapat dibaca langsung oleh siswa dan materi yang dapat diunduh dalam bentuk pdf, ppt dan word, test pemahaman untuk menguji sejauh mana siswa memahami pembelajaran, chat dan agenda.

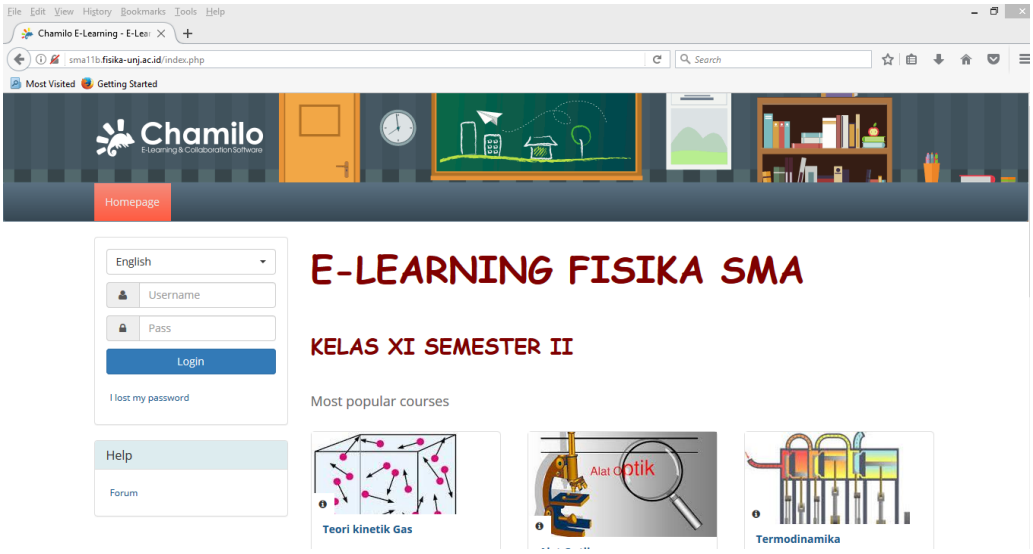
1. Bagian-bagian media *e-learning*

Media e-learning dengan menggunakan chamilo untuk materi fisika kelas XI semester II terdiri dari bagian-bagian sebagai berikut:

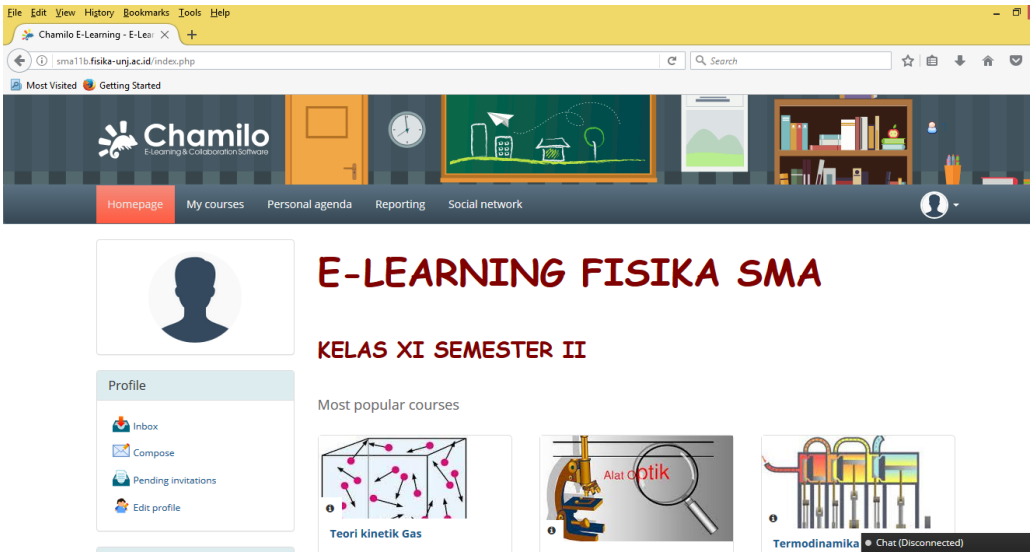
a. *Homepage*

Homepage merupakan halaman awal dari media *e-learning* chamilo. Pada halaman *homepage* menampilkan navigator *log in* untuk masuk ke dalam *e-learning* tersebut bagi para pengguna yang telah memiliki akun. Bagi yang belum memiliki akun, harus mengisi data-data terlebih

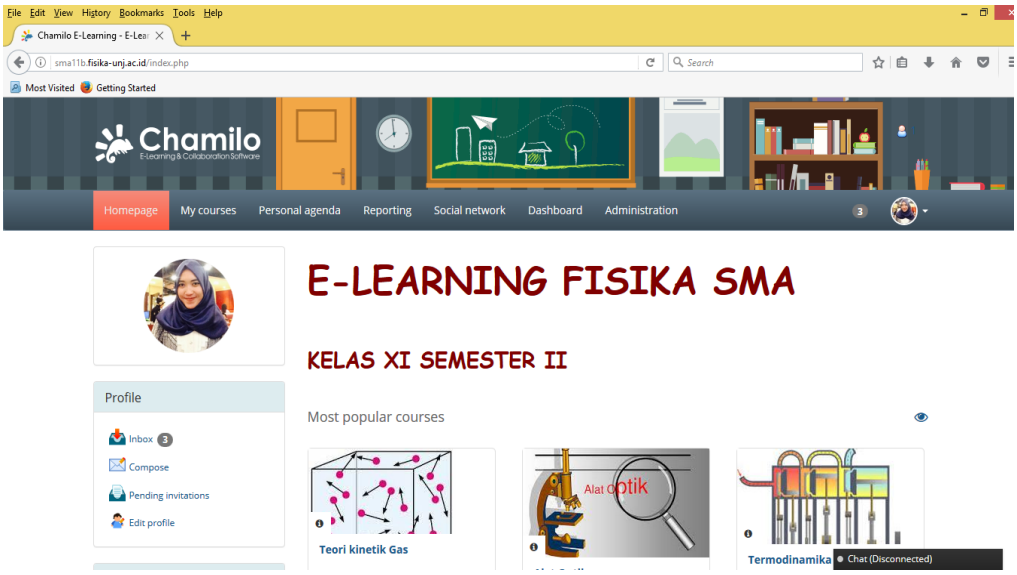
dahulu sebelum melakukan registrasi. Setelah *log in*, terdapat profil pengguna dan tampilan materi-materi fisika kelas XI semester II.



Gambar 4.1. Tampilan homepage sebelum log in



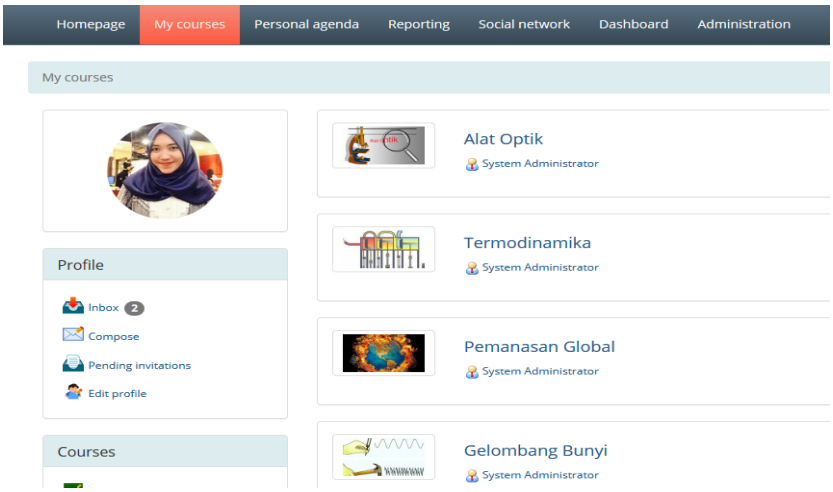
Gambar 4.2. Tampilan homepage pelajar setelah log in



Gambar 4.3. Tampilan homepage pengajar setelah log in

b. Halaman Daftar Mata Pelajaran

Halaman daftar mata pelajaran menampilkan materi-materi pelajaran fisika kelas XI semester II. *User* yang telah *log in* Chamilo dapat langsung melihat daftar materi pelajaran dan mengikuti kelas tersebut.



Gambar 4.4. Halaman daftar mata pelajaran

c. Halaman Teori Kinetik Gas

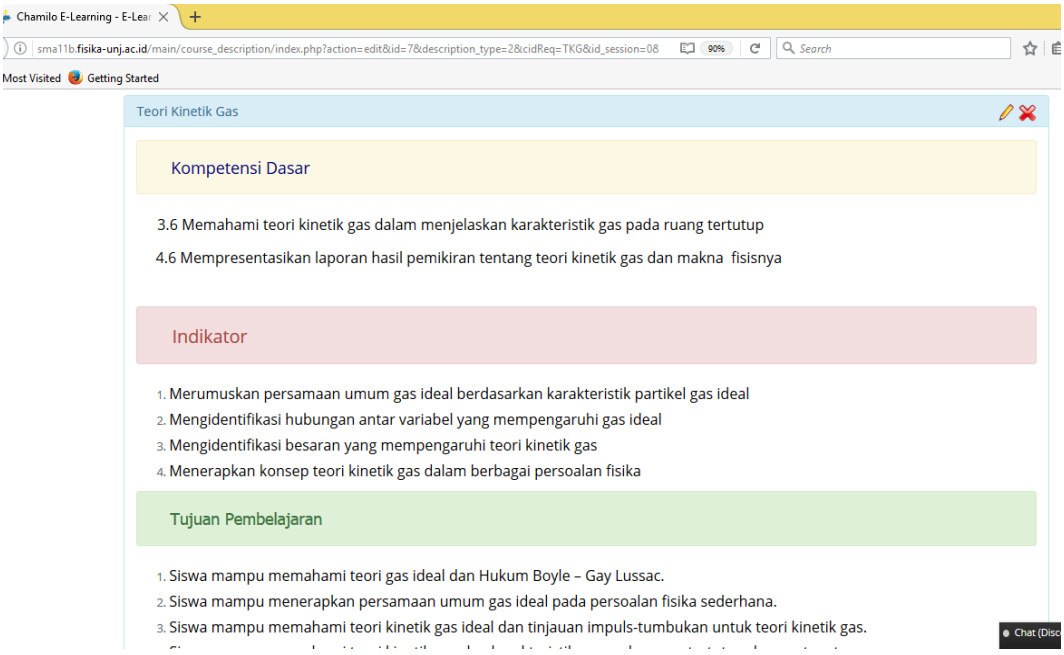
Pada halaman ini terdapat petunjuk penggunaan *e-learning*, *course description* yakni materi pembelajaran yang dapat dibaca langsung oleh siswa, document yang dapat diunduh siswa, test uji pemahaman, chat, serta agenda.

Gambar 4.5. Halaman teori kinetik gas

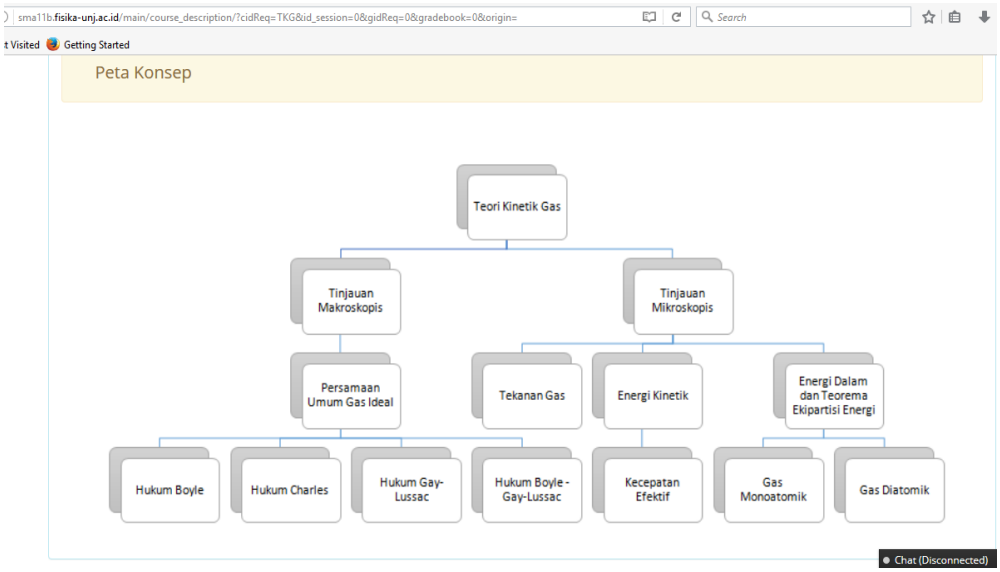
d. Halaman *Course Description*

Halaman *course description* memuat materi pembelajaran yang dapat dibaca langsung oleh siswa melalui chamilo. Materi tersebut diawali dengan kompetensi dasar, indikator dan tujuan pembelajaran yang harus dicapai siswa setelah mempelajari materi tersebut. Setelah itu disajikan peta konsep dari materi keseluruhan agar siswa mengetahui garis besar yang akan dipelajarinya. Materi di dalam *course description* ini juga telah diperkaya dengan video pembelajaran, sehingga siswa dapat lebih memahami konsep pembelajaran.

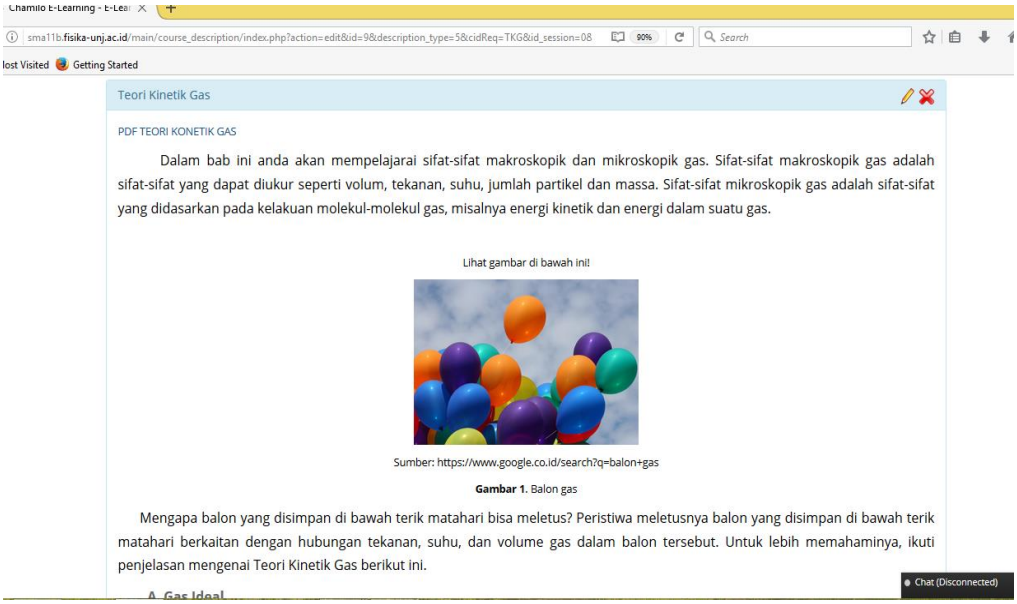
Gambar 4.6. Tampilan cover di Halaman *course description*



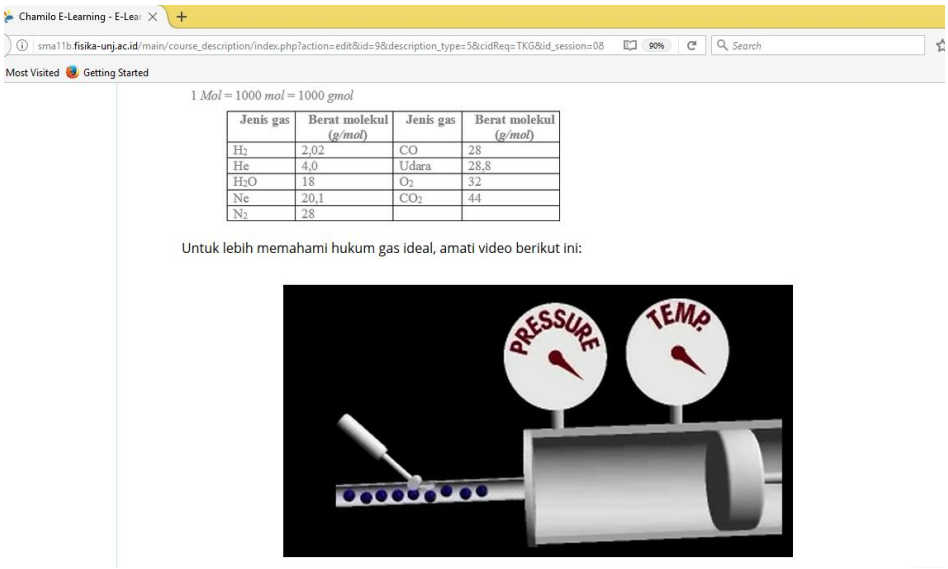
Gambar 4.7 Tampilan KD, indikator dan tujuan di *course description*



Gambar 4.8 Tampilan Peta Konsep di *Course Description*



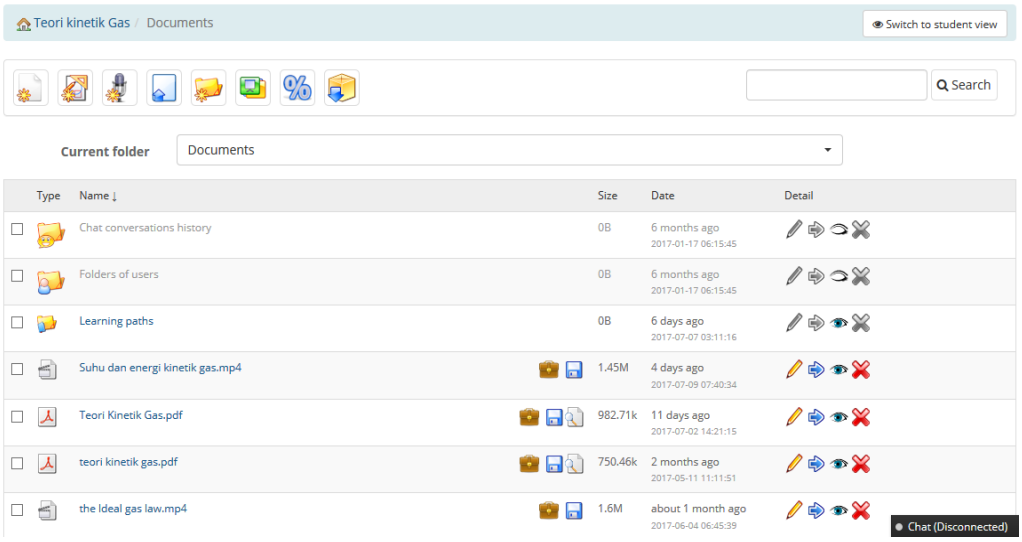
Gambar 4.9 Tampilan materi di *course description*



Gambar 4.10 Tampilan video di *course description*

e. Halaman *Document*

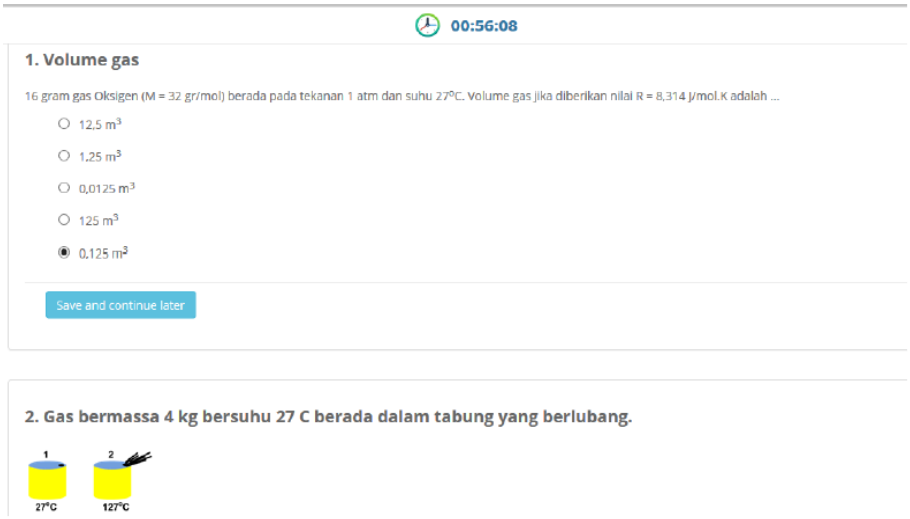
Halaman *document* memuat materi-materi pembelajaran sesuai kurikulum 2013 dalam bentuk pdf, ppt ataupun video yang dapat diunduh langsung oleh siswa.



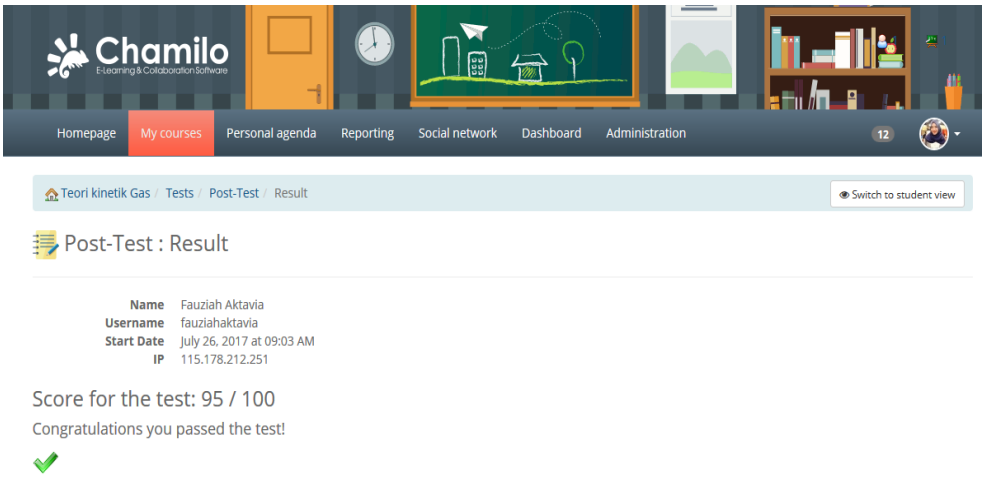
Gambar 4.11. Halaman *document*

f. Halaman *Test*

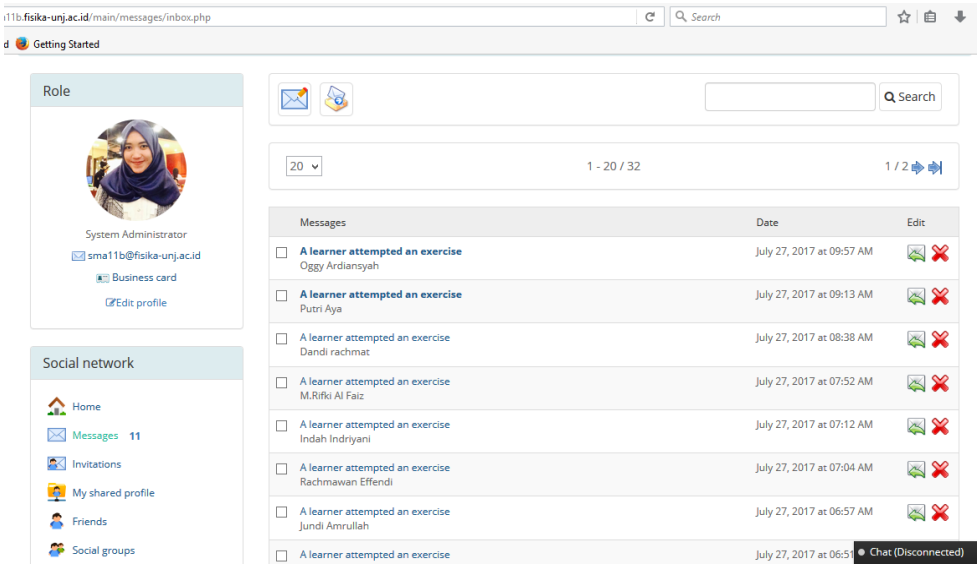
Halaman *test* terdapat pada setiap materi pembelajaran. Halaman ini berisi soal-soal dalam jumlah tertentu yang harus dikerjakan oleh siswa dengan batas waktu. Setelah siswa mengerjakan soal-soal tersebut maka secara otomatis halaman akan menampilkan *score* yang diperoleh dengan keterangan lulus/ tidaknya siswa tersebut. Nilai-nilai dari para siswa secara otomatis masuk ke dalam *inbox* pengajar sehingga pengajar dapat memantau nilai yang didapat siswa.



Gambar 4.12. Halaman Test



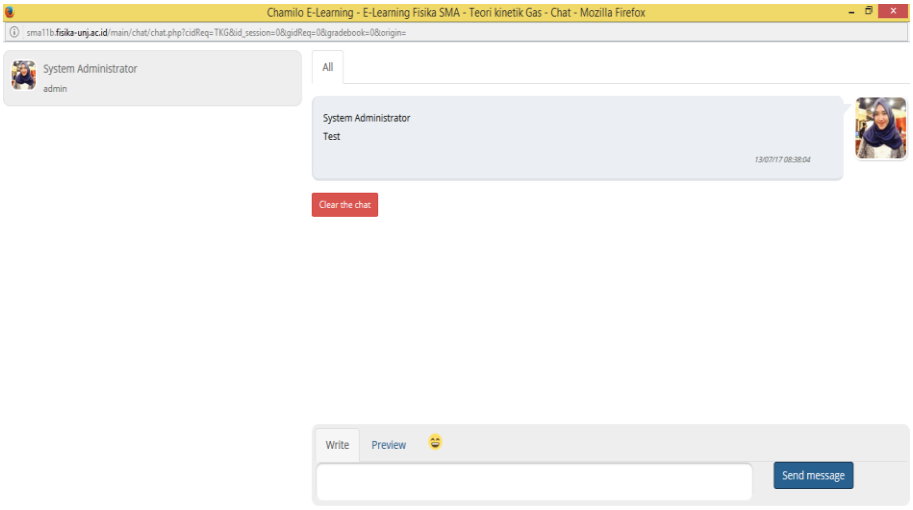
Gambar 4.13. Halaman *score* siswa



Gambar 4.14 Halaman *inbox* pengajar

g. Halaman chat

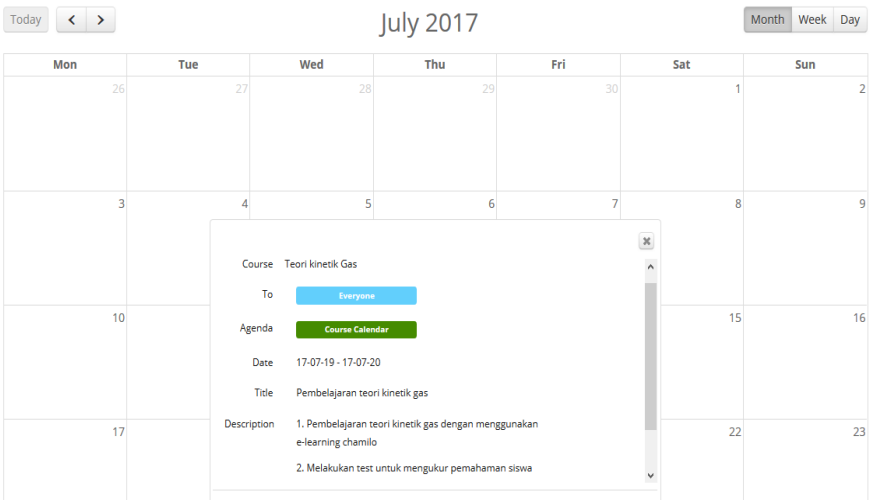
Halaman ini berfungsi untuk berkomunikasi dan bertukar informasi antar sesama siswa atau siswa dengan guru.



Gambar 4.15. Halaman Chat

h. Halaman Agendaku

Halaman agendaku berisi tanggal-tanggal penting yang berkaitan dengan kegiatan pembelajaran.



Gambar 4.16. Halaman agendaku

2. Karakteristik Chamilo

LMS chamilo merupakan sistem *e-learning open source* yang dapat diakses secara gratis. LMS chamilo untuk kelas XI semester II memiliki fitur *course description, document, test, chat*, dan agenda.

B. Deskripsi hasil penelitian

Deskripsi data hasil penelitian dapat digunakan untuk menganalisis kelayakan perangkat *e-learning* menggunakan *Chamilo* yang dikembangkan. Data didapatkan dari hasil uji keterbacaan, uji validasi oleh ahli dan dosen Pendidikan Fisika, serta uji lapangan oleh siswa SMA Pusaka 1 Jakarta.

Pertama-tama *e-learning* menggunakan chamilo ini divalidasikan kepada dosen-dosen fisika selaku ahli materi, media dan pembelajaran. Setelah melakukan revisi dan uji validasi, selanjutnya *e-learning* ini diujicobakan ke sekolah untuk diuji keterbacaan media oleh siswa dan uji lapangan di SMA Pusaka 1 Jakarta. Hasil penelitian tersebut kemudian dijadikan bahan analisis perangkat *e-learning* yang sudah dikembangkan agar menjadi produk yang layak digunakan sebagai media pembelajaran.

1. Deskripsi Hasil Uji Keterbacaan E-Learning Chamilo

Hasil uji keterbacaan media dilakukan oleh kelompok kecil dari kelas XI IPA 1. Dihasilkan bahwa perangkat e-learning yang dikembangkan telah menarik sebagai media pembelajaran, namun kualitas dari komponen *e-learning* perlu ditingkatkan untuk lebih mendukung pemahaman siswa.

2. Deskripsi Hasil Validasi Media *E-Learning* Menggunakan Chamilo Untuk Materi Teori Kinetik Gas Oleh Dosen Ahli Materi

Uji kelayakan oleh ahli materi fisika dilakukan oleh dosen fisika FMIPA UNJ. Validasi bertujuan untuk mengetahui kelayakan perangkat *e-*

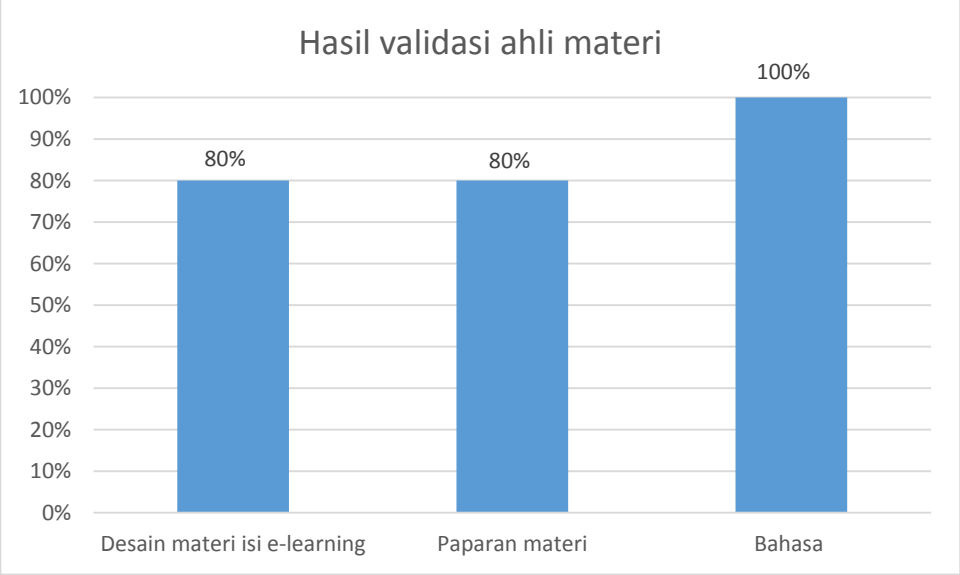
learning dengan menggunakan *Chamilo* yang telah dikembangkan dari segi isi materi fisika.

Penilaian diberikan melalui lembar uji validasi ahli materi fisika. Lembar uji validasi berisi 18 butir pertanyaan dari tiga aspek, yaitu (1) desain materi isi e-learning yang terdiri dari enam butir pernyataan, (2) paparan materi yang terdiri dari delapan butir pernyataan, dan (3) Bahasa yang terdiri dari empat butir pernyataan. Berikut adalah data yang diperoleh dari hasil uji validasi oleh ahli materi fisika:

Tabel 4.1 Hasil uji validasi perangkat e-learning chamilo oleh ahli materi fisika

No	Aspek yang diukur	Presentase capaian	Interpretasi
1	Desain materi isi e-learning	80%	Baik
2	Paparan materi	80%	Baik
3	Bahasa	100%	Sangat baik
Rata-rata seluruh aspek		86,7%	Sangat baik

Berikut diagram dari presentasi pencapaian hasil validasi:

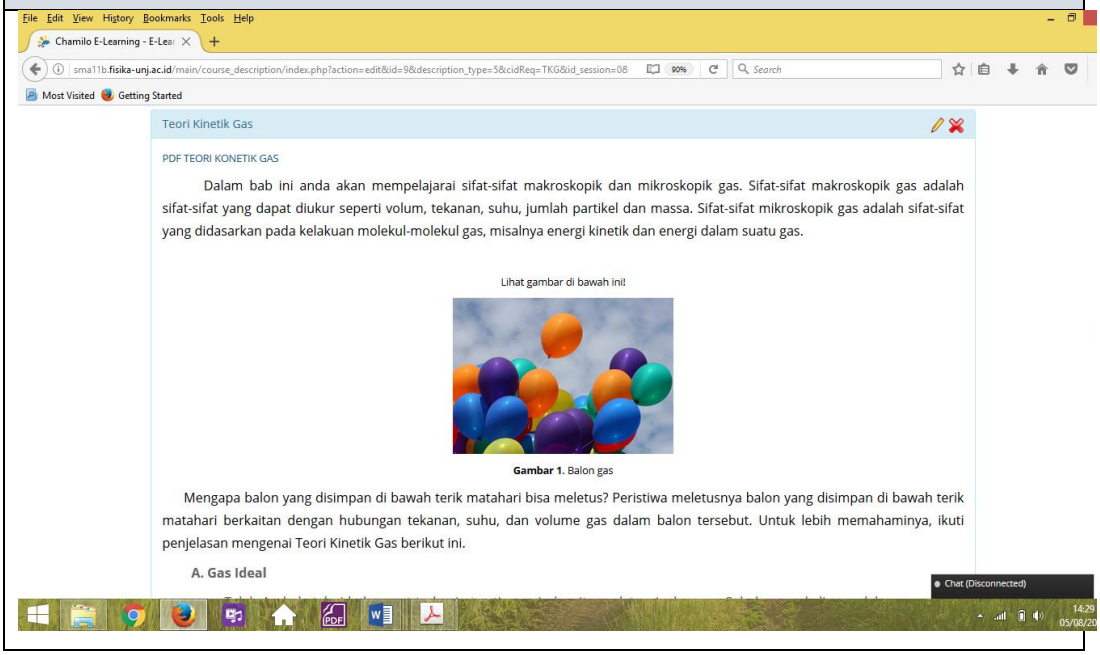


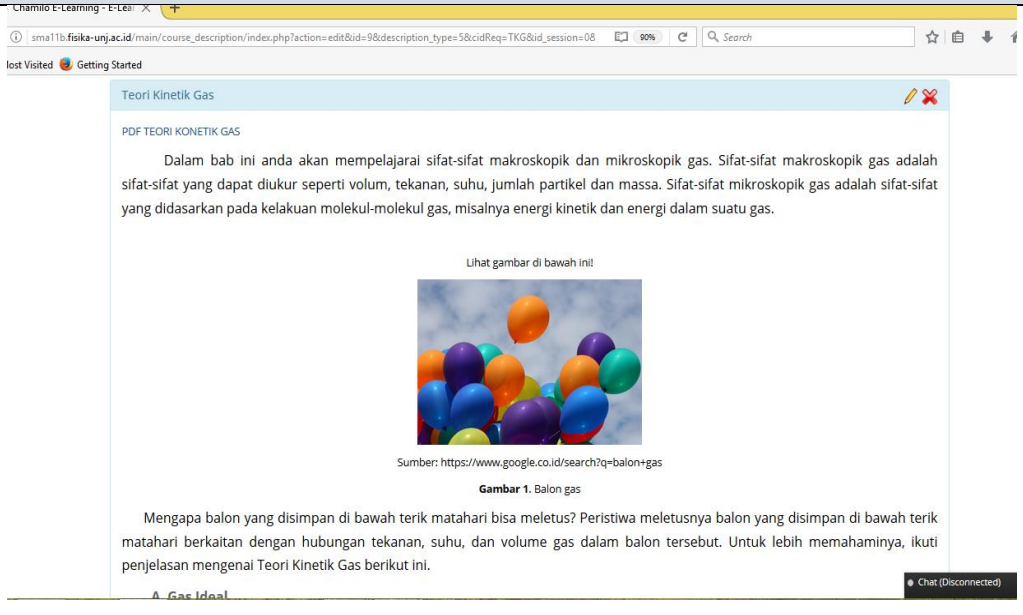
Gambar 4.17 Diagram hasil validasi ahli materi

Berdasarkan diagram di atas menunjukkan desain isi *e-learning*, paparan materi dan Bahasa mendapatkan rata-rata presentase capaian sebesar 86,7%. Berdasarkan skala likert, hal ini menunjukkan bahwa media *e-learning* yang dikembangkan dinilai sudah baik menjadi media pembelajaran.

Terdapat beberapa perbaikan yang dilakukan atas saran ahli materi, diantaranya pada tabel 4.2 menambahkan sumber di setiap gambar, tabel 4.3 memperbaiki beberapa penulisan persamaan, tabel 4.4 menambahkan soal latihan yang membutuhkan analisa. Perbaikan tersebut ditampilkan pada tabel di bawah ini:

Tabel 4.2 Perbaikan media e-learning atas saran ahli materi fisika

Sebelum perbaikan


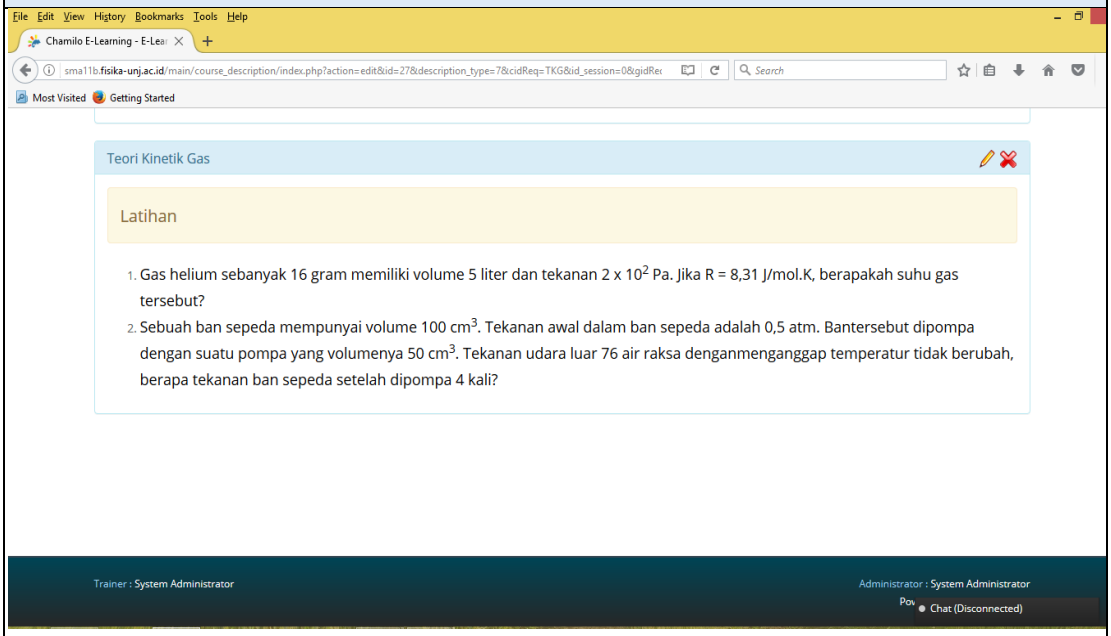
Setelah perbaikan


Tabel 4.3 Perbaikan media e-learning atas saran ahli materi fisika

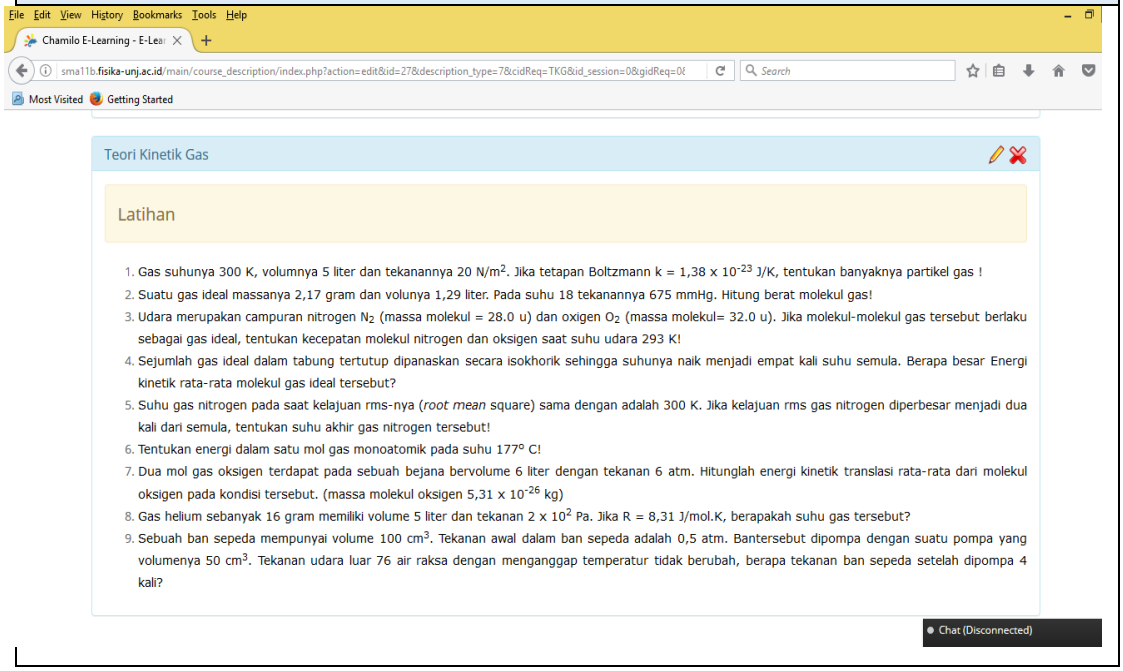
Sebelum Perbaikan
umum antara tekanan, volume, dan suhu dari gas dengan jumlah tertentu. Adapun hubungan ketiga besaran tersebut ditulis dengan hubungan sebagai berikut: pV = CT atau $\frac{pV}{T} = C$ .... Persamaan (4) Hubungan ini menunjukkan bahwa besaran P, V, atau T akan berubah ketika yang lainnya diubah. Dengan *C* adalah konstanta kesebandingan yang suatu gas tertentu. Persamaan 4 merupakan perumusan dari Hukum: $\frac{p_1V_1}{T_1} = \frac{p_2V_2}{T_2}$ .... Persamaan (5)
Sesudah Perbaikan
ditulis dengan hubungan sebagai berikut: PV = CT atau $\frac{PV}{T} = C$ .... Persamaan (4) Hubungan ini menunjukkan bahwa besaran P, V, atau T akan berubah ketika yang lainnya diubah. Dengan *C* adalah konstanta kesebandingan yang suatu gas tertentu. Persamaan 4 merupakan perumusan dari Hukum: $\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$ .... Persamaan (5) **5. Persamaan Keadaan Gas Ideal**

Tabel 4.4 Perbaikan media e-learning atas saran ahli materi fisika

Sebelum Perbaikan



Sesudah Perbaikan



3. Deskripsi Hasil Validasi Media E-Learning Menggunakan Chamilo Untuk Materi Teori Kinetik Gas

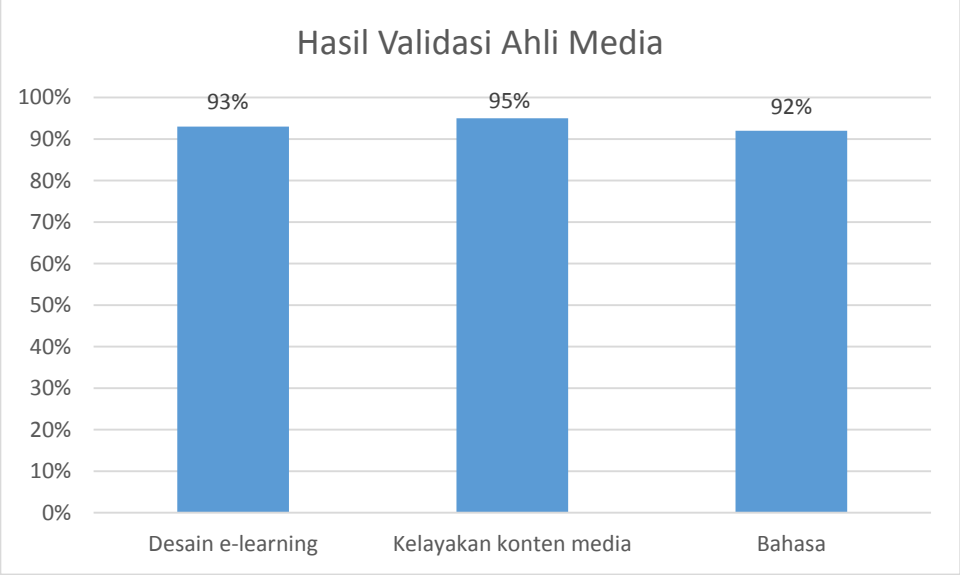
Validasi media e-learning dilakukan oleh dosen fisika FMIPA UNJ. Validasi bertujuan untuk mengetahui kelayakan media *e-learning* dengan menggunakan *Chamilo* yang telah dikembangkan dari segi media

Penilaian diberikan melalui lembar validasi ahli media. Lembar validasi berisi 41 butir pertanyaan dari tiga aspek, yaitu (1) desain e-learning yang terdiri dari 22 butir pernyataan, (2) Kelayakan konten media yang terdiri dari 14 butir pernyataan, dan (3) bahasa yang terdiri dari lima butir pernyataan. Berikut adalah data yang diperoleh dari hasil uji validasi oleh ahli media:

Tabel 4.5 Hasil uji validasi media perangkat e-learning

No	Aspek yang diukur	Presentase capaian	Interpretasi
1	Desain *e-learning*	93%	Sangat baik
2	Kelayakan konten media	95%	Sangat baik
3	Bahasa	92%	Sangat baik
Rata-rata seluruh aspek		93%	Sangat baik

Berikut diagram dari presentasi pencapaian hasil validasi:

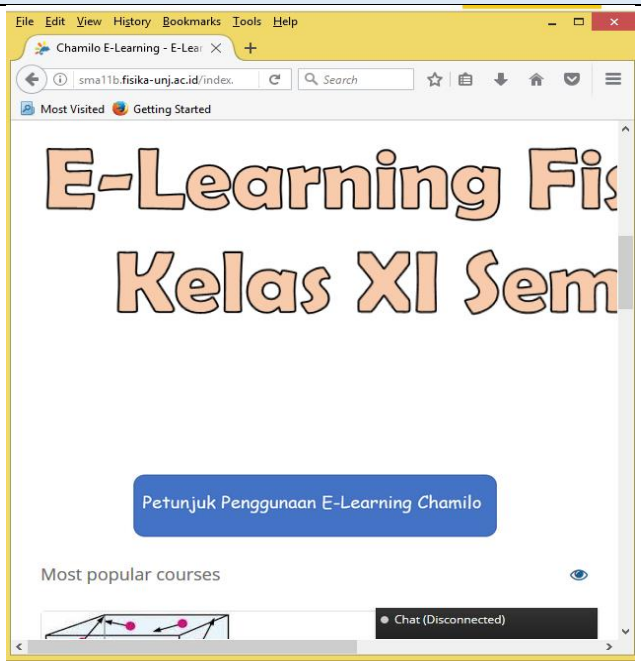
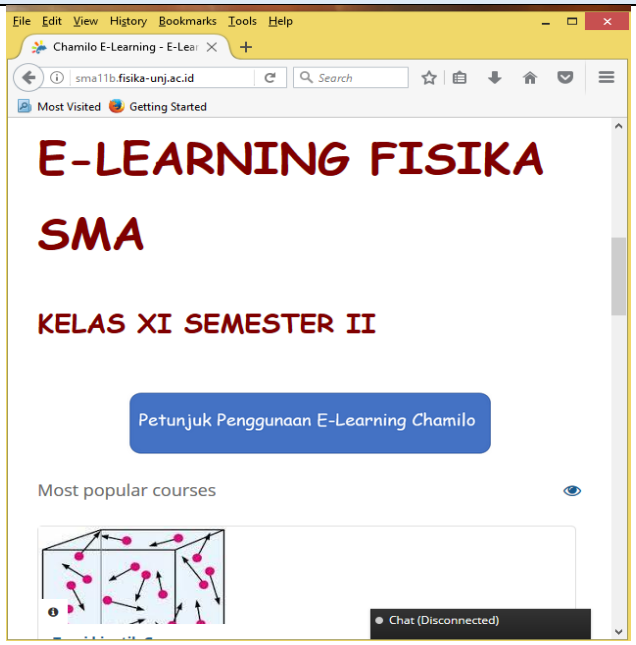


Gambar 4.18 Diagram hasil validasi ahli media

Berdasarkan rata-rata seluruh aspek hasil validasi oleh ahli media mendapatkan 93%. Berdasarkan skala likert, menujukkan perangkat e-learning menggunakan chamilo yang dikembangkan dinilai baik untuk dijadikan sebagai media pembelajaran.

Ada perbaikan yang dilakukan atas saran ahli media, yakni membuat tampilan e-learning chamilo menjadi *mobile responsive.* Sebelum perbaikan, tampilan *e-learning* belum *mobile responsive.* Ketika tampilan dikecilkan maka ada tulisan yang tidak terbaca atau tertutup. Kemudian pada perbaikannya, tampilan dibuat *mobile responsive*, sehingga saat dikecilkan atau dibuka di *smartphone*, maka tampilan akan tetap terlihat atau terbaca semua. Adapun hasil dari perbaikan tersebut ditampilkan pada tabel 4.6.

Tabel 4.6 Perbaikan atas saran ahli media

Sebelum Perbaikan

Sesudah Perbaikan


4. Deskripsi Hasil Validasi Perangkat E-Learning Menggunakan Chamilo Untuk Materi Teori Kinetik Gas Oleh Dosen Ahli Pembelajaran

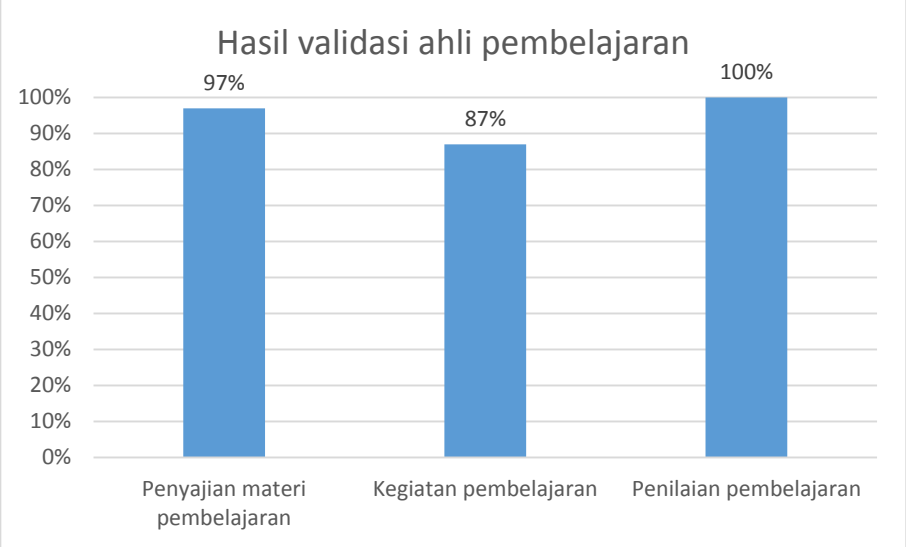
Uji validasi pembelajaran fisika dalam e-learning dilakukan oleh dosen fisika FMIPA UNJ. Validasi bertujuan untuk mengetahui kelayakan perangkat *e-learning* dengan menggunakan *Chamilo* yang telah dikembangkan dari segi pembelajaran.

Penilaian diberikan melalui lembar uji validasi ahli pembelajaran. Lembar uji validasi berisi 16 butir pertanyaan dari tiga aspek, yaitu (1) penyajian materi pembelajaran yang terdiri dari enam butir pernyataan, (2) kegiatan pembelajaran yang terdiri dari enam butir pernyataan, dan (3) penilaian pembelajaran yang terdiri dari empat butir pernyataan. Berikut adalah data yang diperoleh dari hasil uji validasi oleh ahli pembelajaran:

Tabel 4.7 Hasil validasi perangkat e-learning oleh ahli pembelajaran

No	Aspek yang diukur	Presentase capaian	Interpretasi
1	Penyajian materi pembelajaran	97%	Sangat baik
2	Kegiatan pembelajaran	87%	Sangat baik
3	Penilaian pembelajaran	100%	Sangat baik
Rata-rata seluruh aspek		94%	Sangat baik

Berikut diagram presentasi capaian:

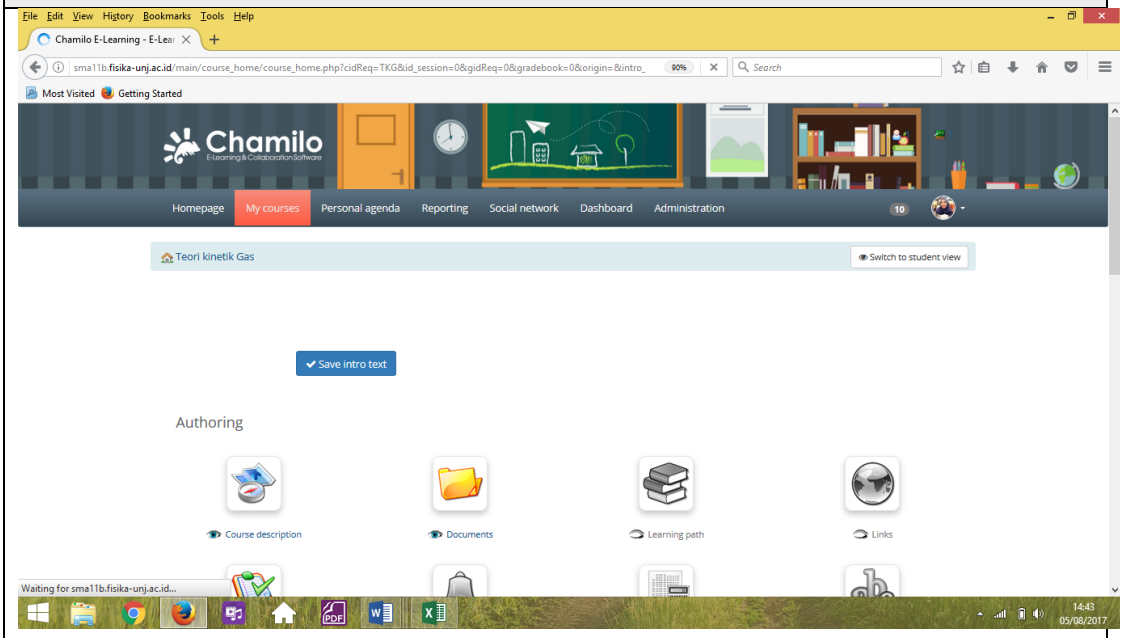
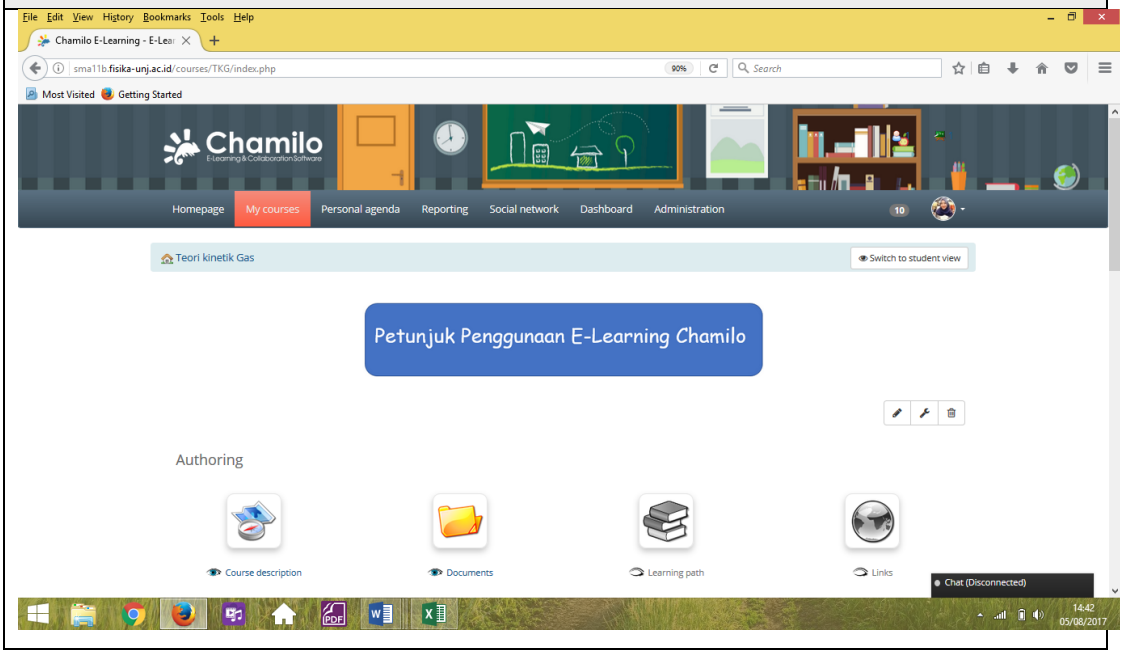


Gambar 4.19 Diagram hasil validasi ahli pembelajaran

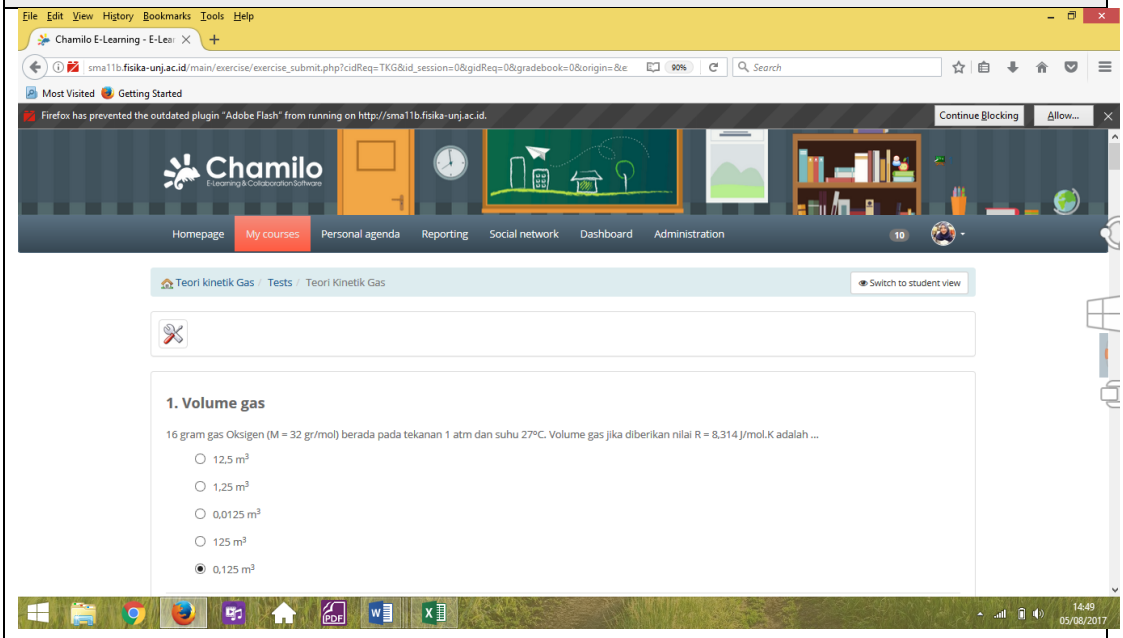
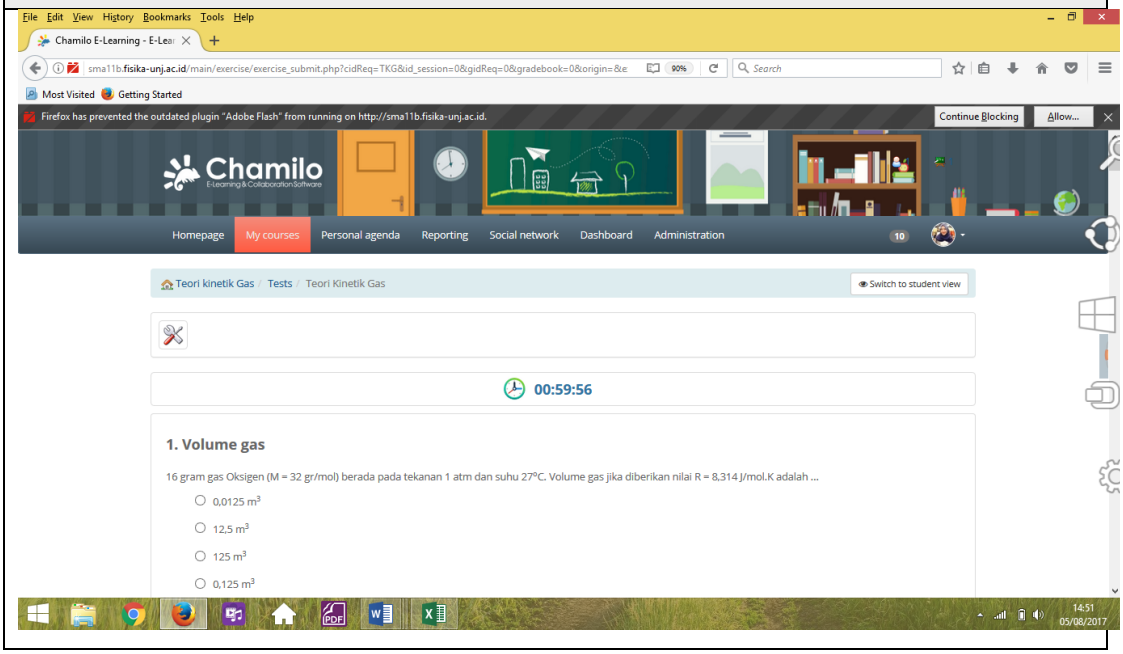
Berdasarkan diagram di atas menunjukkan penyajian materi pembelajaran, kegiatan pembelajaran dan penilaian pembelajaran mendapatkan rata-rata presentase capaian sebesar 94%.

Terdapat beberapa perbaikan pada saat tahap uji validasi atas saran ahli pembelajaran fisika, diantaranya menambahkan petunjuk penggunaan *e-learning,* karena sebelumnya *e-learning* belum menampilkan petunjuk penggunaan. Perbaikan berikutnya adalah menambahkan waktu pada saat pengerjaan soal tes, karena seblumnya belum ada waktu pada saat pengerjaan tes. Berikut produk sebelum dan sesudah perbaikan digambarkan pada tabel 4.8 dan 4.9.

Tabel 4.8 Perbaikan media *e-learning* chamilo atas saran ahli pembelajaran

Sebelum Perbaikan

Setelah Perbaikan


Tabel 4.9 Perbaikan media *e-learning* chamilo atas saran ahli pembelajaran

Sebelum Perbaikan

Setelah Perbaikan


5. Deskripsi Hasil Validasi Media E-learning Chamilo Untuk Materi Teori Kinetik Gas Oleh Guru

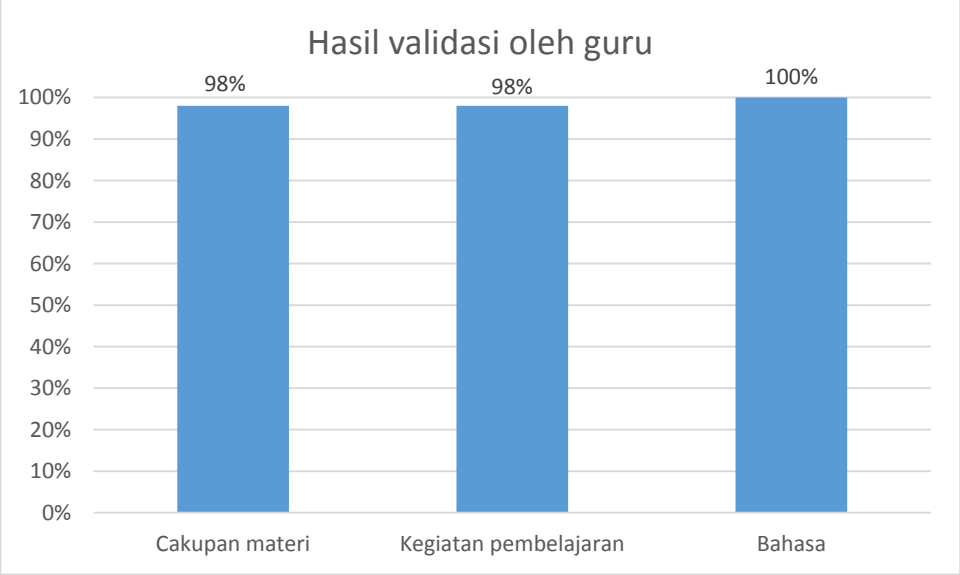
Uji validasi dilakukan oleh guru SMA Pusaka 1 Jakarta. Guru dilibatkan untuk melakukan uji validasi media *e-lerning* menggunakan *Chamilo* untuk mengetahui kelayakan yang telah dikembangkan dan dapat digunakan oleh pengguna sebagai media pembelajaran.

Penilaian diberikan melalui lembar uji validasi oleh guru. Lembar uji validasi ini berisi 18 butir pertanyaan dari aspek (1) cakupan mateeri, yang terdiri dari sembilan butir pernyataan, (2) kegiatan pembelajaran, yang terdiri dari lima butir pernyataan, (3) Bahasa, yang terdiri dari empat butir pernyataan. Berikut ini adalah data yang diperoleh dari hasil uji validasi oleh guru:

Tabel 4.10 Hasil uji validasi perangkat e-learning menggunakan chamilo oleh guru

No	Aspek yang diukur	Presentase capaian	Interpretasi
1	Cakupan materi	98%	Sangat baik
2	Kegiatan pembelajaran	98%	Sangat baik
3	Bahasa	100%	Sangat baik
Rata-rata seluruh aspek		98,7%	Sangat baik

Berikut diagram presentase capaian:



Gambar 4.20 Diagram hasil validasi oleh guru

Berdasarkan diagram di atas menunjukkan cakupan materi, kegiatan pembelajaran dan Bahasa mendapatkan rata-rata presentase capaian sebesar 98,7%. Berdasarkan skala likert, hasil tersebut menunjukkan bahwa perangkat e-learning chamilo yang dikembangkan dinilai baik digunakan sebagai media pembelajaran.

Terdapat beberapa saran yang diberikan kepada guru guna menyempurnakan media e-learning yakni lebih konsisten dalam penulisan simbol atau lambang dalam persamaan.

Tabel 4.11 Perbaikan Atas Saran Guru

Sebelum Perbaikan
umum antara tekanan, volume, dan suhu dari gas dengan jumlah tertentu. Adapun hubungan ketiga besaran tersebut ditulis dengan hubungan sebagai berikut: pV = CT atau $\frac{pV}{T} = C$ .... Persamaan (4) Hubungan ini menunjukkan bahwa besaran P, V, atau T akan berubah ketika yang lainnya diubah. Dengan *C* adalah konstanta kesebandingan yang suatu gas tertentu. Persamaan 4 merupakan perumusan dari Hukum: $\frac{p_1V_1}{T_1} = \frac{p_2V_2}{T_2}$ .... Persamaan (5)
Sesudah Perbaikan
ditulis dengan hubungan sebagai berikut: PV = CT atau $\frac{PV}{T} = C$ .... Persamaan (4) Hubungan ini menunjukkan bahwa besaran P, V, atau T akan berubah ketika yang lainnya diubah. Dengan *C* adalah konstanta kesebandingan yang suatu gas tertentu. Persamaan 4 merupakan perumusan dari Hukum: $\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$ .... Persamaan (5) **5. Persamaan Keadaan Gas Ideal**

6. Deskripsi Hasil Uji Skala Kecil Media E-Learning Menggunakan Chamilo Untuk Materi Teori Kinetik Gas Oleh Siswa SMA Pusaka 1 Jakarta

Media *e-learning* menggunakan *Chamilo* untuk materi teori kinetik gas yang telah diuji keterbacaan, uji validasi oleh ahli materi, ahli media, ahli pembelajaran dan guru sebagai pengguna. Kemudian telah melalui revisi produk atas saran ahli materi, ahli media, ahli pembelajaran, dan guru pengguna. Setelah revisi, dilakukan uji coba perangkat *e-learning* menggunakan *Chamilo* kepada siswa SMA Pusaka 1 Jakarta.

Sebelum menggunakan media *e-learning*, siswa terlebih dahulu mengerjakan soal *pretest* dengan media *paper based test*. Kemudian siswa diberi waktu 3 hari untuk membuka *e-learning* di rumah dan mengerjakan *post-test* secara online. *Pre-test* dan *post-ttest* dilakukan dengan cara berbeda supaya ketika mengerjakan *pre-test*, siswa belum melihat *e-learning* chamilo dan dapat dibandingkan hasil sebelum dan sesudah belajar menggunakan *e-learning.* Hasil *pre-test* dan *post-test* lalu diolah menggunakan uji gain ternormalisasi hingga mendapatkan skor gain sebesar 0,56 atau memiliki kenaikan pengetahuan dengan kategori sedang. Selain itu siswa juga diberikan angket untuk menilai kelayakan media e-*learning* yang telah dikembangkan.

Tabel 4.12 Hasil tanggapan media *e-learning* oleh siswa

No	Aspek yang diukur	Presentase capaian	Interpretasi
1	Tampilan *e-learning*	88,7%	Sangat baik
2	Konten *e-learning*	87,2%	Sangat baik
3	Bahasa	92,4%	Sangat baik
Rata-rata seluruh aspek		89,4%	Sangat baik

Berdasarkan tabel 4.12 menunjukkan aspek tampilan e-learning, konten e-learning dan Bahasa menunjukkan rata-rata presentase capaian sebesar 89,4%. Berdasarkan skala likert, skala tersebut menunjukkan bahwa perangkat e-learning sudah baik untuk dijadikan media pembelajaran.

C. Pembahasan Hasil Penelitian Pengembangan

Pengembangan yang dihasilkan yaitu berupa media *e-learning* dengan menggunakan LMS chamilo untuk materi fisika SMA kelas XI semester II khususnya materi teori kinetik gas. Media *e-learning* yang dihasilkan terdiri dari materi yang dapat dibaca langsung oleh siswa, materi yang dapat diunduh dalam bentuk pdf, ppt dan word, test pemahaman untuk menguji sejauh mana siswa memahami pembelajaran, chat dan agenda.

Berdasarkan hasil validasi yang dilakukan oleh ahli materi, ahli media, ahli pembelajaran, guru dan uji coba lapangan kepada siswa, maka didapatkan hasil validasi media *e-learning* oleh ahli materi fisika menunjukkan interpretasi dalam rentang sangat baik, yaitu 86,7%. Aspek yang diukur mencakup desain materi isi *e-learning*, paparan materi, dan bahasa untuk materi Fisika SMA kelas XI semester II khususnya materi teori kinetik gas. Hal ini menunjukkan bahwa perangkat *e-learning* yang dikembangkan sudah memenuhi syarat sebagai media pembelajaran. Terdapat beberapa saran yang diberikan oleh ahli materi fisika. Saran-saran tersebut sudah dilaku kan oleh peneliti dalam memperbaiki produk perangkat *e-learning* seperti yang ditunjukkan pada tabel 4.2, 4.3 dan 4.4.

Hasil validasi media *e-learning* oleh ahli media menunjukkan interpretasi dalam rentang sangat baik, yaitu 93%. Aspek yang diukur mencakup desain media *e-learning*, kelayakan konten media dan bahasa. Hal ini menunjukkan bahwa perangkat *e-learning* yang dikembangkan sudah memenuhi syarat sebagai media pembelajaran. Terdapat beberapa saran yang diberikan oleh ahli media. Saran-saran tersebut sudah dilakukan oleh peneliti dalam

memperbaiki produk perangkat *e-learning* seperti yang ditunjukkan pada tabel 4.6.

Hasil validasi perangkat *e-learning* oleh ahli pembelajaran menunjukkan interpretasi dalam rentang sangat baik, yaitu 94%. Aspek yang diukur mencakup penyajian materi pembelajaran, kegiatan pembelajaran dan penilaian pembelajaran. Hal ini menunjukkan bahwa perangkat *e-learning* yang dikembangkan sudah memenuhi syarat sebagai media pembelajaran. Terdapat beberapa saran yang diberikan oleh ahli media. Saran-saran tersebut sudah dilakukan oleh peneliti dalam memperbaiki produk perangkat *e-learning* seperti yang ditunjukkan pada tabel 4.8 dan 4.9.

Hasil uji kelayakan oleh guru sebagai pengguna perangkat *e-learning* menunjukkan interpretasi dalam rentang sangat baik, yaitu menunjukkan persentase sebesar 98.7%. Aspek yang diukur mencakup cakupan materi, kegiatan pembelajaran dan Bahasa. Terdapat saran yang diberikan oleh guru. Saran-saran tersebut sudah dilakukan oleh peneliti dalam memperbaiki produk media *e-learning* seperti yang ditunjukkan pada tabel 4.11.

Hasil tanggapan mahasiswa pendidikan fisika terhadap perangkat *e-learning* untuk materi teori kinetik gas yang terlah dikembangkan menunjukkan interpretasi sangat baik, yaitu sebesar 89.4%. Aspek yang diukur mencakup kesesuaian materi dan media. Sedangkan, nilai gain yang didapatkan melalui pretest dan post test yaitu sebesar 0.56 atau menunjukkan interpretasi kenaikan sedang.

BAB V
SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Setelah dilakukan pengembangan perangkat pembelajaran berbasis *online* (*e-learning*) dengan menggunakan LMS *Chamilo* untuk materi Fisika SMA kelas XI semester II khususnya materi teori kinetik gas dan telah dilakukan juga evaluasi formatif terhadap media yang dihasilkan, didapatkan hasil evaluasi formatif oleh ahli materi, ahli media dan ahli pembelajaran dengan nilai sangat baik, dan uji skala kecil oleh siswa SMA Pusaka 1 Jakarta dengan nilai sangat baik. Dari hasil uji kelayakan kepada beberapa dosen dan uji skala kecil di SMA Pusaka 1 Jakarta, maka dapat disimpulkan bahwa media *e-learning* menggunakan *Chamilo* untuk materi Fisika SMA kelas XI semester II khususnya materi teori kinetik gas memenuhi persyaratan sebagai media pembelajaran *online* dengan kualitas sangat baik.

B. Implikasi

Implikasi dari penelitian ini adalah siswa dan guru dapat memanfaatkan teknologi sebagai media pembelajaran di jaman digital sekarang ini. Pembelajaran tersebut membuat siswa dan guru lebih praktis karena pembelajaran dapat dilakukan kapan dan dimana saja.

C. Saran

Beberapa saran yang dapat diberikan untuk pengembangan lebih lanjut adalah sebagai berikut:

1. Penelitan lanjutan perlu dilakukan untuk mengetahui efektivitas media *e-learning* dengan menggunakan *Chamilo* untuk materi Fisika SMA kelas XI semester II.
2. Dapat dilakukan pengembangan media *e-learning* dengan menggunakan *Chamilo* untuk materi Fisika SMA lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

Arsyad, A. 1997. *Media Pembelajaran.* Jakarta: PT RajaGrafindo Persada.

Arsyad, A. 2003. *Media Pembelajaran.* Jakarta: PT Raja Cerapinidi Persada.

Arsyad, A. 2010. *Media Pembelajaran.* Jakarta: PT Rajagrafindo Persada

Asep Sufyan Tsauri. 2009. *Pengembangan Model Sistem E-learning Komunitas Dengan Pendekatan Persolan Learning Environtment*

Desinta Dwi Nuryanti. 2013. *Pengembangan E-learning Berbasis Moodle Sebagai Media Pembelajaran Sistem Gerak di SMA*

Effendi, & Zhuang, E. (2005). *E-Learning, Konsep dan Aplikasi.* Yogyakarta: Ani Offset.

Dick, W., Carey, L., & Carey, J. O. (2015). *The Systematic Design of Instruction.* United States of America: Pearson.

Elda Belina. 2013. *Perancangan dan Implementasi Aplikasi E-learning Versi Mobile Android*

Eri Haeril Jana. 2012. *Aplikasi E-learning Berbasis Web Untuk Meningkatkan Motivasi pembelajaran*

Gall, M. D., Gall, J. P., & Borg, W. R. 2003. *Educational Research: An Introduction Seventh Edition.* United States of America: Pearson Education, Inc.

Grendi Hendrastomo. 2012. *Pengembangan E-learning Sebagai Alternatif Media Pembelajaran*

Hamadin. 2013. *Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Berbasis TIK Dengan Pendekatan Saintifik*

Hilmi Fuad. 2013. *Rancang Bangun Informasi E-learning Berbasis Web*

Munir. 2009. *Kontribusi Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) Dalam Pendidikan di Era Globalisasi Pendidikan Indonesia*

Sugiyono. 2013. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D.* Bandung: Alfabeta.

Yuli Maharetta Arianti. 2011. *Aplikasi E-learning Berbasis Web Dengan Menggunakan Atutor*

Zyainuri. 2012*. Penerapan E-learning Moodle Untuk Pembelajaran Siswa yang Melaksanakan Prakerin*

LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Uji Validasi Ahli Materi

INSTRUMEN UJI VALIDASI UNTUK AHLI MATERI

PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN *E-LEARNING* BERBASIS *LEARNING MANAGEMENT SYSTEM* (LMS) CHAMILO UNTUK MATA PELAJARAN FISIKA SMA KELAS XI SEMESTER II

Nama Validator : Umiatin, M.Si

NIP : 197901042006042001

Institusi : Universitas Negeri Jakarta

Tanggal Validasi : 26 Juli 2017

Petunjuk Pengisian :

1. Bapak/ibu dimohon untuk memberikan penilaian beberapa aspek yang terdapat dalam web ini.
2. Penilaian dilakukan dengan memberikan tanda centang (√) pada tabel pilihan yang disediakan dengan kriteria sebagai berikut:

   1 = Tidak bagus/tidak jelas

   2 = Kurang bagus/kurang jelas

   3 = Cukup / Ragu-ragu

   4 = Bagus/jelas

   5 = sangat bagus/sangat jelas

No.	Pernyataan	Tingkat Penilaian				
		1	2	3	4	5
Desain Materi isi e-learning						
1	Peta konsep telah mencerminkan pokok materi sesuai dengan tuntutan kompetensi dasar (KD)				√	
2	Pokok materi sudah sesuai dengan peta konsep				√	
3	Uraian materi pada isi e-learning sudah mencerminkan jabaran yang mendukung pencapaian kompetensi dasar (KD)				√	
4	Materi fisika sudah disajikan sesuai dengan daya nalar siswa SMA				√	
5	Konten-konten yang diberikan sesuai dengan materi dan konsep fisika terkait				√	
6	Soal tes formatif sesuai dengan materi fisika yang disajikan				√	
Paparan Materi						
7	Uraian materi fisika pada perangkat e-learning tidak terdapat miskonsepsi				√	
8	Gambar yang disajikan mendukung untuk pemahaman konsep				√	
9	Tabel yang disajikan mendukung untuk pemahaman konsep				√	
10	Grafik yang disajikan mendukung untuk pemahaman konsep				√	
11	Video yang disajikan mendukung untuk pemahaman konsep				√	
12	Persamaan matematis memudahkan siswa memahami konsep fisika yang dipelajari				√	
13	Setiap persamaan matematis sudah dilengkapi dengan keterangan lambang yang digunakan				√	
14	Penyajian contoh soal memudahkan siswa memahami konsep fisika yang dipelajari				√	
Bahasa						
15	Bahasa dalam menyampaikan materi jelas dan tidak multitafsir					√
16	Bahasa dalam menyampaikan materi sederhana dan mudah dipahami					√
17	Penulisan materi e-learning sudah memenuhi Ejaan Bahasa Indonesia (EBI)					√

18	Pertanyaan pada perangkat tes tidak multitafsir					√

Saran :

1. Penulisan persamaan yang benar
2. Gambar cantumkan sumbernya
3. Simbol tekanan P bukan p
4. Contoh soal dan soal masukkan juga tipe soal yang lebih butuh analisa dan sulit dipecahkan
5. Soal uraian jangan hanya 2 nomor, paling tidak 5 nomor

Jakarta, 26 Juli 2017

Ahli materi,

Umiatin, M.Si

Lampiran 2. Hasil Uji Validasi Ahli Media

INSTRUMEN UJI VALIDASI AHLI MEDIA

"PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN *E-LEARNING* BERBASIS *LEARNING MANAGEMENT SYSTEM* (LMS) CHAMILO UNTUK MATA PELAJARAN FISIKA SMA KELAS XI SEMESTER II"

Building Future Leaders

Nama penguji : Prof. Agus Setyobudi
NIP : 196304261988031002
Hari, tanggal : Senin, 10 Juli 2017

Petunjuk :

- Berilah tanda cek (√) pada kolom penilaian dengan skala penilaian sebagai berikut:
  1 : Tidak baik 4 : Baik
  2 : Kurang baik 5 : Sangat baik
  3 : Cukup baik
- Apabila penilaian siswa atau siswi kurang baik atau tidak baik, maka berikanlah saran dan masukkan hal-hal yang menjadi kekurangan *e-learning* berbasis Chamilo pada materi fisika SMA kelas XI semester II.

No.	Aspek yang diamati	Nilai Pengamatan				
		1	2	3	4	5
Desain *e-learning*						
Tampilan Awal						
1	Tampilan awal (home page) sudah ditampilkan secara menarik					√
2	Tampilan awal sudah menampilkan kelompok materi yang tertata secara menarik					√

3	Tombol-tombol pada tampilan awal berfungsi dengan baik					✓
4	Gambar pada tampilan awal menambah daya tarik pembaca					✓
5	Tulisan pada tampilan awal mudah dibaca				✓	
6	Komposisi warna pada tampilan awal menarik				✓	
Halaman daftar mata kuliah						
7	Halaman daftar mata kuliah sudah ditampilkan secara menarik					✓
8	*Tools* pada halaman daftar mata kuliah berfungsi dengan baik					✓
Halaman *Course Description*						
9	Kelompok materi pada halaman course description sudah tertata dengan baik					✓
10	Komposis warna pada halaman course description sudah menarik					✓
11	Warna huruf yang digunakan dalam halaman course description sesuai				✓	
12	Ukuran huruf yang digunakan dalam halaman course description sesuai				✓	
13	Gambar pada halaman course description sudah sesuai					✓
Halaman Document						
PDF						
14	Tulisan pada PDF mudah dibaca					✓
15	Tata letak gambar pada PDF sudah sesuai					✓
16	Kualitas gambar pada PDF tidak pecah					✓
17	Komposisi warna pada PDF sudah sesuai				✓	
Video						
18	Resolusi video bagus (tidak pecah)					✓
19	Suara pada video terdengar jelas					✓
Halaman Test						
20	Kombinasi warna sudah baik (tidak menyilaukan mata)					✓
21	Gambar dan grafik sudah jelas dan sesuai					✓
22	Tulisan pada halaman test mudah dibaca					✓

Kelayakan Konten Media							
Halaman course description							
23	Komponen *e-learning* (video, gambar dan latihan) disajikan secara lengkap				✓		
24	Materi yang disajikan mudah dipahami					✓	
25	Gambar pada materi menambah pemahaman					✓	
26	Video sesuai dengan materi					✓	
27	Materi disajikan dalam konteks kehidupan sehari-hari					✓	
PDF							
28	Komponen PDF (video, gambar dan latihan) disajikan secara lengkap				✓		
29	Materi pada PDF yang disajikan mudah dipahami					✓	
30	Gambar pada PDF menambah pemahaman					✓	
31	Materi disajikan dalam						

Lampiran 5. Uji Coba Lapangan Siswa

INSTRUMEN UJI LAPANGAN UNTUK SISWA

"PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN *E-LEARNING* BERBASIS *LEARNING MANAGEMENT SYSTEM* (LMS) CHAMILO UNTUK MATA PELAJARAN FISIKA SMA KELAS XI SEMESTER II"

Building Future Leaders

Nama siswa : Fadila ayu k
Sekolah : SMA pusaka 1 jakarta
Hari, tanggal : Rabu 26 - 07 - 2017

Petunjuk :

- Berilah tanda cek (√) pada kolom penilaian dengan skala penilaian sebagai berikut:
  1 : Tidak baik 4 : Baik
  2 : Kurang baik 5 : Sangat baik
  3 : Cukup baik
- Apabila penilaian anda kurang baik atau tidak baik, maka berikanlah saran dan masukkan hal-hal yang menjadi kekurangan *e-learning* berbasis Chamilo pada materi fisika SMA kelas XI semester II.

No.	Aspek yang diamati	Nilai Pengamatan				
		1	2	3	4	5
	Tampilan *e-learning*					
1	Tampilan awal (home page) sudah ditampilkan secara menarik				√	
2	Pengoperasian *e-learning* dapat digunakan dengan mudah					√
3	Tata letak komponen *e-learning* (video, gambar, tabel, grafik dan paparan) sudah disajikan secara menarik				√	
4	Tampilan *e-learning* menambah daya tarik pembaca					√

Konten *e-learning*						
5	Paparan materi mudah dipahami					✓
6	Video dan gambar yang disajikan memudahkan pemahaman				✓	
7	Tabel dan grafik yang disajikan memudahkan pemahaman				✓	
8	Simbol dan rumus sudah disajikan secara jelas					✓
9	Contoh soal yang disajikan mendukung pemahaman konsep				✓	
10	Penyajian *e-learning* dapat memotivasi siswa lebih aktif belajar secara mandiri					✓
11	Penyajian latihan soal yang disajikan mendukung pemahaman konsep				✓	
12	Penyajian soal evaluasi telah mengukur tingkat penguasaan konsep					✓
13	Forum diskusi membantu pengguna untuk berinteraksi dengan pengguna lain					✓
Bahasa						
14	Bahasa dalam menyampaikan materi jelas					✓
15	Bahasa dalam menyampaikan materi sederhana dan mudah dipahami					✓
16	Pertanyaan pada perangkat tes jelas				✓	

Saran :

lebih banyak pengulasan terhadap materi tersebut

Lampiran 6. Lembar *Pre test*

Pretest

Nama : Tuti Okariani

Kelas : XI IPA 1

Materi : Teori Kinetik Gas

45

Petunjuk:

Silanglah pilihan jawaban a, b, c, d atau e yang dianggap benar!

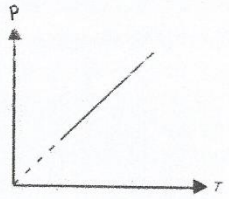
1. Balon yang berisi udara akan mengempis pada malam hari. Hal ini dikarenakan pada tekanan konstan, volume akan berkurang pada saat suhu menurun, dimana volume berbanding lurus dengan suhu mutlaknya yang sesuai dengan konsep....
   a. Hukum Boyle
   b. Hukum Charles
   c. Hukum Gay-Lussac
   d. Hukum Boyle-Gay Lussac
   e. Hukum Newton

2. Sejumlah gas ideal dipanaskan dalam sebuah silinder berpenghisap pada tekanan tetap, maka:
   1. Volume gas bertambah
   2. Tekanan gas konstan
   3. Volume dan temperatur berbanding lurus
   4. Massa gas konstan

   Pernyataan yang benar adalah nomor ...

   a. 1, 2 dan 3
   b. 1 dan 3
   c. 2 dan 4
   d. 4 saja
   e. Semua benar

3. Perhatikan grafik berikut!



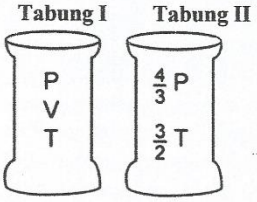
Grafik di atas menunjukan proses …

a. Isobaris
b. Isotermis
c. Isokhoris
d. Adiabatis
e. Semua benar

4. Berikut ini merupakan pernyataan yang benar mengenai tekanan gas pada ruang tertutup adalah…
   a. Sebanding dengan kecepatan rata-rata gas partikel
   b. Sebanding dengan energi kinetik rata-rata partikel gas
   c. Tidak bergantung pada banyaknya partikel gas
   d. Berbanding terbalik dengan volume gas
   e. Pernyataan a, b dan d benar

5. Di dalam ruang tertutup suhu suatu gas 27°C, tekanan 1 atm dan volume 0,5 liter. Jika suhu gas dinaikkan menjadi 327°C dan tekanan menjadi 2 atm, maka volume gas menjadi...
   a. 0,5 Liter
   b. 1,0 Liter
   c. 1,5 Liter
   d. 2,0 Liter
   e. 2,5 Liter

6. Suatu gas ideal mula-mula menempati ruangan yang volumenya V dan suhu T dan tekanan P.



Jika gas dipanaskan kondisinya seperti pada tabung 2, maka volume gas menjadi....
   a. 2/3 V
   b. 7/8 V
   c. 9/8 V
   d. 8/9 V
   e. 5/7 V

7. Gas dengan volume V berada di dalam ruang tertutup bertekanan P dan bersuhu T. Bila gas mengembang secara isobarik sehingga volumenya menjadi 1/2 kali volume mula-mula, maka perbandingan suhu gas mula-mula dan akhir adalah....
   a. 1 : 1
   b. 2 : 1
   c. 3 : 2
   d. 2 : 3
   e. 4 : 3

8. Suatu gas memiliki suhu 400 K dan volumenya 3 Liter. Jika tekanannya sebesar 25 N/m^2, maka banyaknya partikel tersebut... buah ($k = 1{,}38 \times 10^{-23}$ J/K)
   a. $4{,}56 \times 10^{19}$
   b. $3{,}72 \times 10^{20}$
   c. $2{,}66 \times 10^{21}$
   d. $1{,}36 \times 10^{22}$
   e. $0{,}52 \times 10^{23}$

9. 16 gram gas Oksigen (Mr = 32 gr/mol) berada pada tekanan 1 atm dan suhu 27°C. Maka volume gas tersebut sebesar ... (R = 8,314 J/mol.K)
   a. 0,00166 m^3
   b. 0,0176 m^3
   c. 0,186 m^3
   d. 1,86 m^3
   e. 1,96 m^3

10. Energi kinetic gas ideal dalam ruang tertutup bertambah jika:
    1. Suhu gas naik
    2. Tekanan gas bertambah
    3. Suhu gas turun
    4. Jumlah partikel gas berkurang

    Pernyataan di atas yang benar adalah ...
    a. 1 dan 3
    b. 1 dan 2
    c. 1 saja
    d. 1,2 dan 4
    e. 1,2,3,4

11. Suhu gas ideal dalam tabung dirumuskan sebagai Ek = 3/2 KT, T menyatakan suhu mutlak dan E menyatakan energi kinetik rata-rata molekul gas. Berdasarkan persamaan di atas...
    a. Makin tinggi suhu gas, energi kinetiknya makin kecil
    b. Makin tinggi suhu gas, gerak partikel semakin lambat
    c. Makin tinggi suhu gas, gerak partikel semakin cepat
    d. Suhu gas berbanding terbalik dengan energi kinetik gas
    e. Suhu gas tidak mempengaruhi gerak partikel gas

12. Gas dalam ruang tertutup memiliki suhu sebesar T Kelvin energi kinetik rata-rata Ek = 600 joule dan laju efektif V = 20 m/s. Maka energi kinetik rata-rata akhir sebesar ...
    a. 600 Joule
    b. 800 Joule
    c. 1000 Joule
    d. 1200 Joule
    e. 1400 Joule

13. Sebuah tanki memiliki volume 0,3 m^3 dan berisi 2 mol gas helium berisi 27°C, maka energy kinetic rata-rata gas ideal tersebut sebesar ...
    a. $6{,}21 \times 10^{-21}$
    b. $5{,}21 \times 10^{-21}$

c. $4{,}21 \times 10^{-21}$
d. $3{,}21 \times 10^{-21}$
e. $1{,}21 \times 10^{-21}$

14. Didalam sebuah ruangan tertutup terdapat gas dengan suhu 27°C. Apabila gas dipanaskan sampai energi kinetiknya menjadi 5 kali energi semula, maka gas itu harus dipanaskan sampai suhu …

a. 1000° C
b. 1057° C
c. 1127° C
d. 1187° C
e. 1227° C

15. Sebuah ruang tertutup berisi gas ideal dengan suhu T dan kecepatan partikel gas di dalamnya v. Jika suhu gas itu dinaikkan menjadi 2T maka kecepatan partikel gas tersebut menjadi …

a. $\sqrt{2}$ v
b. 12 v
c. 2 v
d. 4 v
e. v^2

16. Di angkasa luar terdapat kira-kira 1 atm hydrogen tiap cm^3 dengan suhu 3,5 K. Jika massa atom hydrogen adalah 1 g/mol, maka kecepatan efektif pada tempat tersebut sebesar…

a. 395,4 m/s
b. 295,4 m/s
c. 259,5 m/s
d. 195,5 m/s
e. 95,4 m/s

17. Pada sebuah tangki yang bervolume 20 liter terdapat suatu gas yang bermassa $5{,}32 \times 10^{-26}$ kg. Saat suhunya 27° C , tekanan gas tersebut sebesar 10 atm. Tentukan kecepatan efektif gas tersebut!

a. 483,17 m/s
b. 583, 17 m/s
c. 683 m/s
d. 783 m/s
e. 893 m/s

18. Jika volume gas ideal diperbesar dua kali volume dan ternyata energy dalamnya menjadi empat kali semula, tekanan gas tersebut menjadi…

a. 4 kali
b. 2 kali
c. ½ kali
d. ¼ kali
e. Tetap

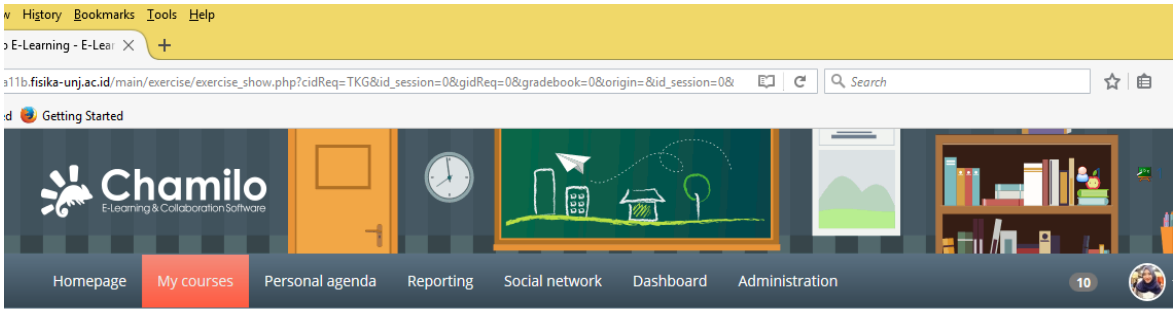
19. Sebuah tangka berisi 2 mol gas helium bersuhu 20°C, Jika Helium dianggap sebagai gas ideal, maka energi total sistem tersebut sebesar…

a. 7308 J
b. 6508 J
c. 5408 J
d. 4508 J
e. 3408 J

20. Gas He (Mr = 4 g/mol) pada suhu 27° C dan volume 1 liter massanya 8 gram. Maka energi dalam gas…. (R = 8,31 J/mol K)

a. 4449 J
b. 5479 J
c. 6469 J
d. 7479 J
e. 8549 J

Lampiran 7 *Postest online*



Teori kinetik Gas / Tests / Post-Test / Result

Switch to student view

Post-Test : Result

Name Rachmawan Effendi
Username Rachmawan
Start Date July 27, 2017 at 07:00 AM
IP 114.4.83.47

Score for the test: 90 / 100

Congratulations you passed the test!

1. Apabila botol kosong dalam keadaan tertutup dimasukkan ke dalam api, maka botol tersebut akan meledak. Hal ini dikarenakan pada volume konstan, maka tekanan berbanding lurus dengan suhu sesuai dengan...

Correct | Performance : 5 / 5

Your choice	Expected choice	Answer	Comment
○	○	Hukum Boyle	
○	○	Hukum Charles	
◉	◉	Hukum Gay-Lussac	**Hukum Gay-Lussac mengatakan bahwa apabila volume dalam suatu ruang tertutup dijaga konstan maka tekanan gas berbanding lurus dengan suhu mutlaknya. Botol kosong memiliki volume yang konstan, ketika dipanaskan maka perlahan suhu akan naik dan menyebabkan tekanan dalam botol meningkat sehingga botol akan meledak**
○	○	Hukum Boyle-Gay Lussac	
○	○	Hukum Newton	

2. Suatu gas ideal memiliki ciri-ciri sebagai berikut:

Correct | Performance : 5 / 5

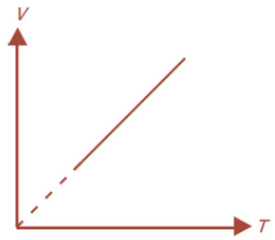
1. Memiliki suhu tinggi (300 K atau lebih)
2. Mempunyai tekanan rendah (1 atm atau kurang)
3. Molekul-molekul gas ideal tersebar merata di seluruh bagian
4. Tumbukan yang terjadi antarmolekul merupakan tumbukan tidak lenting sama sekali

Pernyataan yang benar adalah nomor...

Your choice	Expected choice	Answer	Comment
◉	◉	1, 2 dan 3	**Ciri-ciri gas ideal:** **- Suhu tinggi (300 K atau lebih)** **- Tekanan rendah (1 atm atau kurang)** **- Molekul tersebar merata** **- Tumbukan antarmolekul lenting sempurna** **- Jarak molekul lebih besar dari ukuran molekul**
○	○	1 dan 3	
○	○	2 dan 3	
○	○	3 dan 4	
○	○	Semua benar	

3. Perhatikan gambar berikut!

Correct | Performance : 5 / 5



Grafik di atas menunjukkan proses ...

Your choice	Expected choice	Answer	Comment
○	○	Adiabatis	
○	○	Isotermis	
◉	◉	Isobaris	**Pada tekanan tetap, semakin besar suhu gas, semakin besar pula volume gas. Proses pada tekanan tetap disebut proses isobaris.**
○	○	Isokhoris	
○	○	Pemanasan	

4. Berikut ini pernyataan yang benar apabila volume gas di ruang tertutup di jaga konstan adalah...

Correct | Performance : 5 / 5

Your choice	Expected choice	Answer	Comment
○	○	Semakin tinggi suhu, semakin kecil tekanannya	
◉	◉	Semakin besar suhu, semakin besar tekanannya	**Dalam proses isokhoris, pada volume tetap, tekanan berbanding lurus dengan suhu.**
○	○	Semakin rendah suhu, semakin besar tekanannya	
○	○	Tekanannya sama dengan nol	
○	○	Suhunya sama dengan nol	

5. Hukum Boyle-Gay Lussac

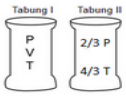
Correct | Performance : 5 / 5

Dua liter gas pada suhu 27°C dan tekanan 1 atm dimampatkan sehingga volumenya menjadi 4/3 Liter dan bersuhu 47°C. Maka tekanan gas akan menjadi ...

Your choice	Expected choice	Answer	Comment
○	○	1,2 atm	
○	○	1,4 atm	
◉	◉	1,6 atm	Dik : $T_1 = 27° C = 300 K$ $V_1 = 2$ Liter $P_1 = 1$ atm $V_2 = 4/3$ Liter Dit : P_2 : .... ? Jawab : $\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$ $\frac{(1)(2)}{300} = \frac{P_2(\frac{4}{3})}{320}$ $640 = 400\ P_2$ $P_2 = 1{,}6$ atm
○	○	2,4 atm	
○	○	3,6 atm	

6. Suatu gas ideal mula-mula menempati ruangan yang volumenya V dan suhu T dan tekanan P.

Correct | Performance : 5 / 5



Jika gas dipanaskan kondisinya seperti pada tabung 2, maka volume gas menjadi....

Your choice	Expected choice	Answer	Comment
○	○	0	
○	○	V^2	
○	○	0,5V	
○	○	V	
◉	◉	2V	Dik : Tekanan menjadi 2/3 mula-mula $P_1 = 3$ $P_2 = 2$ Suhu menjadi 4/3 mula-mula $T_1 = 3$ $T_2 = 4$ Dit : V_2 Jawab: $\frac{P_2V_2}{T_2} = \frac{P_1V_1}{T_1}$ $\frac{2\,V_2}{4} = \frac{3\,V}{3}$ $6\,V_2 = 12\,V$ $V_2 = 2V$

7. Suatu gas ideal mula-mula menempati ruang yang volumenya V dan tekanan P. Jika suhu gas menjadi 5/4 T dan volumenya menjadi 3/4 V, maka tekanannya menjadi….

Correct | Performance : 5 / 5

Your choice	Expected choice	Answer	Comment
○	○	2/3 P	
◉	◉	5/3 P	$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$ $\frac{PV}{T} = \frac{P_2.\frac{3}{4}V}{\frac{5}{4}T}$ $P_2 = \frac{5}{3}P$
○	○	3/4 P	
○	○	4/3 P	
○	○	3/5 P	

8. Gas Ideal

Correct | Performance : 5 / 5

Suatu gas dengan jumlah partikel 1,36 x 10^{22} buah memiliki volume 3 Liter dan tekanan sebesar 25 N/m^2, maka gas tersebut berada pada suhu ... ^{o}C (k = 1,38 x 10^{-23} J/K)

Your choice	Expected choice	Answer	Comment
○	○	158	
○	○	146,6	
◉	◉	126,6	PV = NkT (25) (3) = (1,36 x 10^{22}) (1,38 x 10^{-23}) T 75 = 0,19 T T = 399,6 K T = 126,6 °C
○	○	117,5	
○	○	109	

9. Gas Ideal

Correct | Performance : 5 / 5

Gas helium sebanyak 16 gram memiliki volume 5 liter dan tekanan 2 x 10^2 Pa. Jika R = 8,31 J/mol.K, berapakah suhu gas tersebut?

Your choice	Expected choice	Answer	Comment
○	○	30 K	
○	○	3 K	
○	○	0,3 K	
◉	◉	0,03 K	Dik m = 16 gram V = 5 liter = 5 x 10^{-3} m^3 P = 2 x 10^2 Pa R = 8,31 J/mol.K Dit T jawab : PV = n.R.T 2 x 10^2.5x10^{-3} = (16/4)x8,31xT T = 0,03 K
○	○	0,003 K	

10. Energi kinetik gas ideal dalam ruang tertutup bertambah jika:

Correct Performance : 5 / 5

1. Suhu gas naik
2. Tekanan gas bertambah
3. Suhu gas turun
4. Jumlah partikel gas berkurang

Pernyataan di atas yang benar adalah ...

Your choice	Expected choice	Answer	Comment
○	○	1 dan 3	
○	○	1 dan 2	
○	○	1 saja	
◉	◉	1, 2 dan 4	Persamaan energy kinetic ditunjukkan dengan persamaan: $E_k = 3/2\ KT$ $U = N E_k$ $P = 2/3\ E_k \frac{N}{V}$ Sehingga energy kinetic akan bertampah apabila: 1. Suhu gas naik 2. Tekanan gas bertambah 3. Jumlah partikel gas berkurang
○	○	1,2,3 dan 4	

11. Suhu gas ideal dalam tabung dirumuskan sebagai Ek = 3/2 KT, T menyatakan suhu mutlak dan E menyatakan energi kinetik rata-rata molekul gas. Berdasarkan persamaan di atas...

Correct Performance : 5 / 5

Your choice	Expected choice	Answer	Comment
○	○	Makin tinggi suhu gas, energi kinetiknya makin kecil	
○	○	Makin tinggi suhu gas, gerak partikel semakin lambat	
◉	◉	Makin tinggi suhu gas, gerak partikel semakin cepat	Dari rumus $E_k = 3/2\ kT$, suhu berbanding lurus dengan energi kinetik. Jika suhu dinaikkan maka energi kinetiknya makin besar. Semakin besar energi kinetik gerak partikel gas akan bergerak semakin cepat
○	○	Suhu gas berbanding terbalik dengan energi kinetik gas	
○	○	Suhu gas tidak mempengaruhi gerak partikel	

12. Gas dalam ruang tertutup memiliki suhu sebesar T Kelvin energi kinetik rata-rata Ek = 1200 joule dan laju efektif V = 20 m/s. Maka energi kinetik rata-rata akhir sebesar ...

Correct Performance : 5 / 5

Your choice	Expected choice	Answer	Comment
◉	◉	2400 J	**Pembahasan** a) perbandingan energi kinetik rata-rata gas kondisi akhir terhadap kondisi awalnya $Ek = \frac{3}{2}kT$ $\frac{Ek_2}{Ek_1} = \frac{T_2}{T_1}$ $\frac{Ek_2}{Ek_1} = \frac{2T}{T} = 2:1$ b) energi kinetik rata-rata akhir $\frac{Ek_2}{Ek_1} = \frac{2T}{T} = 2:1$ $Ek_2 = 2Ek_1$ $Ek_2 = (2)(1200) = 2400\ joule$
○	○	3600 J	
○	○	4800 J	
○	○	5600 J	
○	○	6400 J	

13. Energi Kinetik

Correct Performance : 5 / 5

Jika konstanta Boltzmann k = 1,38 x 10^{-23} J/K, berapakah energi kinetic sebuah helium pada suhu 27 °C?

Your choice	Expected choice	Answer	Comment
○	○	3,21 x 10^{-21}	
○	○	4,21 x 10^{-21}	
○	○	5,21 x 10^{-21}	
◉	◉	6,21 x 10^{-21}	Dik k = 1,38 x 10^{-23} J/K T = 300K Dit Ek jawab : Ek = 3/2 kT Ek = 3/2x1,38 x 10^{-23} x300 Ek = 6,21 x 10^{-21} J =621 x 10^{-23} J
○	○	7,21 x 10^{-21}	

14. Energi Kinetik

Correct | Performance : 5 / 5

Didalam sebuah ruangan tertutup terdapat gas dengan suhu 127°C. Apabila gas dipanaskan sampai energi kinetiknya menjadi 3 kali energi semula, maka gas itu harus dipanaskan sampai suhu ...

Your choice	Expected choice	Answer	Comment
○	○	1000 K	
○	○	1200 K	
○	○	1400 K	
○	○	1800 K	
◉	◉	2000 K	$\frac{Ek_2}{Ek_1} = \frac{T_2}{T_1}$ $T_2 = \frac{Ek_2}{Ek_1} \times T_1$ $T_2 = \frac{5Ek_2}{Ek_1} \times 400 \text{ Kelvin} = 2000 \text{ k}$

15. Sebuah ruang tertutup berisi gas ideal dengan suhu T dan kecepatan partikel gas di dalamnya v. Jika suhu gas itu dinaikkan menjadi 4T maka kecepatan partikel gas tersebut menjadi ...

Correct | Performance : 5 / 5

Your choice	Expected choice	Answer	Comment
◉	◉	2v	Kecepatan gas untuk dua suhu yang berbeda $v = \sqrt{\frac{3kT}{m_o}}$ Sehingga diperoleh $\frac{v_2}{v_1} = \frac{\sqrt{\frac{3kT_2}{m_o}}}{\sqrt{\frac{3kT_1}{m_o}}} = \sqrt{\frac{T_2}{T_1}}$ $v_2 = \sqrt{\frac{T_2}{T_1}} \times v_1 = \sqrt{\frac{4T}{T}}\, v = \boxed{2v}$
○	○	3v	
○	○	4v	
○	○	5v	
○	○	6v	

16. Di angkasa luar terdapat kira-kira 1 atom hydrogen tiap centimeter kubik dengan suhu 4,5 K. Jika massa atom hydrogen adalah 1 g/mol, maka kecepatan efektif pada tempat tersebut sebesar…

Wrong Performance : 0 / 5

Your choice	Expected choice	Answer	Comment
○	○	315 m/s	
◉	○	325 m/s	$V_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{mr}}$ $= \sqrt{\frac{3\ x\ 8{,}31\ x\ 10^3\ x\ 4{,}5}{1}}$ $= 335$ m/s
○	◉	335 m/s	
○	○	343 m/s	
○	○	350 m/s	

17. Kecepatan efektif

Wrong Performance : 0 / 5

Di dalam ruang tertutup terdapat gas yang tekanannya 3,2 x 10^5 N/ m^2. Jika massa jenis gas tersebut adalah 6 kg/ m^3, berapakah kecepatan efektif tiap partikel gas tersebut?

Your choice	Expected choice	Answer	Comment
○	◉	400 m/s	
○	○	300 m/s	
○	○	200 m/s	
○	○	100 m/s	
◉	○	50 m/s	$\overline{v_{rms}} = \sqrt{\frac{3P}{\rho}}$ $v_{rms} = \sqrt{(3x3{,}2\ x\ 10^5)/6))}$ $v_{rms} = \sqrt{1{,}6\ x\ 10^5}$ m/s = 400 m/s

18. Energi dalam

Correct | Performance : 5 / 5

Suatu gas ideal memiliki energi dalam U pada suhunya 27°C. Berapakah besar kenaikan energi dalamnya bila suhu dinaikkan mnjadi 127°C?

Your choice	Expected choice	Answer	Comment
◉	◉	1/3 U	$U = \frac{3}{2}NkT = \frac{3}{2}Nk \times (27 + 273) = \frac{3}{2}Nk \times 300$ $\Delta U = \frac{3}{2}Nk(\Delta T) = \frac{3}{2}Nk \times 100$ $\frac{\Delta U}{U} = \frac{{}^{3}/_{2}kT \times 100}{{}^{3}/_{2}kT \times 300} = \frac{1}{3} \rightarrow \Delta U = \frac{1}{3}U$
○	○	2/3 U	
○	○	U	
○	○	3/4 U	
○	○	3/2 U	

19. Energi total

Correct | Performance : 5 / 5

Sebuah tangka berisi 4 mol gas helium bersuhu 30^{O} C, Jika Helium dianggap sebagai gas ideal, maka energi total sistem tersebut sebesar...

Your choice	Expected choice	Answer	Comment
○	○	6543,5 J	
○	○	10897 J	
○	○	12879 J	
◉	◉	15103 J	Dik : N = 4 x 6,02 x 10^{23} = 2,408 x 10^{24} k = 1,38 x 10^{-23} T = 30°C + 273 = 303 K Dit : U ? Jawab : $U = \frac{3}{2}NkT$ $= \frac{3}{2}$ x 2,408 x 10^{24} x 1,38 x 10^{-23} x 303 = 15103 J
○	○	18970,3 J	

20. Energi dalam

Correct | Performance : 5 / 5

Neon (Ne) adalah suatu gas monoatomik. Berapakah energi dalam 2 gram gas neon pada suhu 50°C jika massa molekul relatifnya Mr = 10 g/mol dan tetapan umum gas R = 8,31 J/mol K?

Your choice	Expected choice	Answer	Comment
○	○	705,65 J	
◉	◉	805,24 J	$U = \frac{3}{2} n R T$ $= \frac{3}{2} \frac{m}{Mr} R T$ $= \frac{3}{2} \frac{2}{10} 8{,}31 \text{ x } (50 + 273)$ $= 805{,}24 \text{ J}$
○	○	908 J	
○	○	1023 J	
○	○	1228 J	

Lampiran 8. Hasil *Pre test* dan *Post test*

NAMA	Pre test	Post test
Siswa 1	45	75
Siswa 2	45	80
Siswa 3	40	65
Siswa 4	40	70
Siswa 5	35	60
Siswa 6	40	70
Siswa 7	35	60
Siswa 8	30	95
Siswa 9	25	65
Siswa 10	35	70
Siswa 11	40	70
Siswa 12	30	60
Siswa 13	40	90
Siswa 14	35	60
Siswa 15	35	80
Siswa 16	25	75
RATA-RATA	**35,9**	**71,6**
NILAI GAIN	**0,56**	

Lampiran 9. Surat Keterangan Penelitian

YAYASAN PENDIDIKAN PUSAKA NUSANTARA
SEKOLAH MENENGAH ATAS (SMA) PUSAKA 1 JAKARTA
STATUS : TERAKREDITASI PERINGKAT "A" NIS/NSS/NPSN : 30072/304016403149/20103200
Jl. Taruna Pahlawan Revolusi No.89, Pondok Bambu, Duren Sawit - Jakarta 13430
Telp. (021) 8617192 Fax. (021) 86608470 Email : sma_pusaka1@yahoo.co.id

SURAT - KETERANGAN

Nomor : 1980/1.851.61

Yang bertanda tangan di bawah ini, Kepala Sekolah Menengah Atas (SMA) Pusaka I Jakarta menerangkan bahwa :

1.	N a m a	: **BETA DEVITA**
2.	Asal Universitas	: Universitas Negeri Jakarta
3.	Fakultas	: Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
4.	NIM	: 3215130840
5	Keterangan	: Adalah benar mahasiswa Universitas Negeri Jakarta yang telah melaksanakan penelitian dengan judul *"Pengembangan Media Pembelajaran E-Learning Berbasis Learning Management System (LMS) Chamilo Untuk Mata Pelajaran Fisika Pada Peserta Didik Kelas XI SMA Pusaka 1 Semester II"* pada tanggal 17 s.d 28 Juli 2017.

Demikian Surat Keterangan ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 26 Juli 2017
Kepala SMA Pusaka I Jakarta

YAYASAN PENDIDIKAN PUSAKA NUSANTARA
SMA PUSAKA I
SEKOLAH MENENGAH ATAS
JAKARTA

ACHMAD DJAINUDIN, M.Pd

Tembusan
1. Arsip

Lampiran 10. Dokumentasi Penelitian

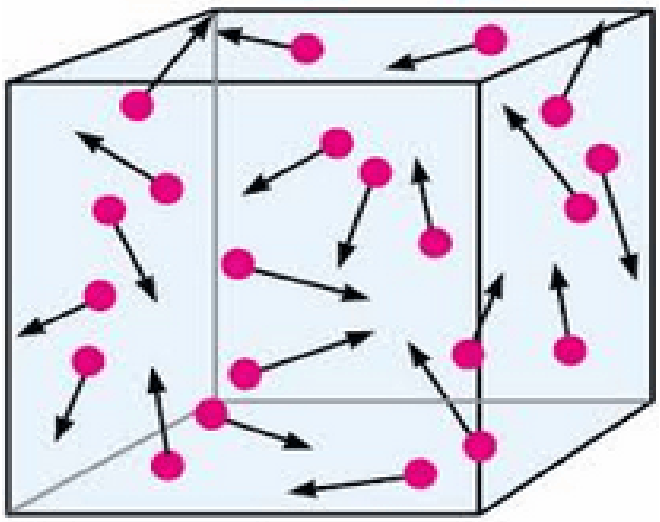
Siswa saat melakukan uji keterbacaan

Siswa saat melakukan pretest

Siswa mengisi kuisioner uji coba lapangan

Lampiran 11. Materi teori kinetik gas

Teori Kinetik Gas



SMA/MA kelas XI

Semester 2

✓ Kompetensi Dasar

3.6 Memahami teori kinetik gas dalam menjelaskan karakteristik gas pada ruang tertutup
4.6 Mempresentasikan laporan hasil pemikiran tentang teori kinetik gas dan makna fisisnya

✓ Indikator

1. Merumuskan persamaan umum gas ideal berdasarkan karakteristik partikel gas ideal
2. Mengidentifikasi hubungan antar variabel yang mempengaruhi gas ideal
3. Mengidentifikasi besaran yang mempengaruhi teori kinetik gas
4. Menerapkan konsep teori kinetik gas dalam berbagai persoalan fisika

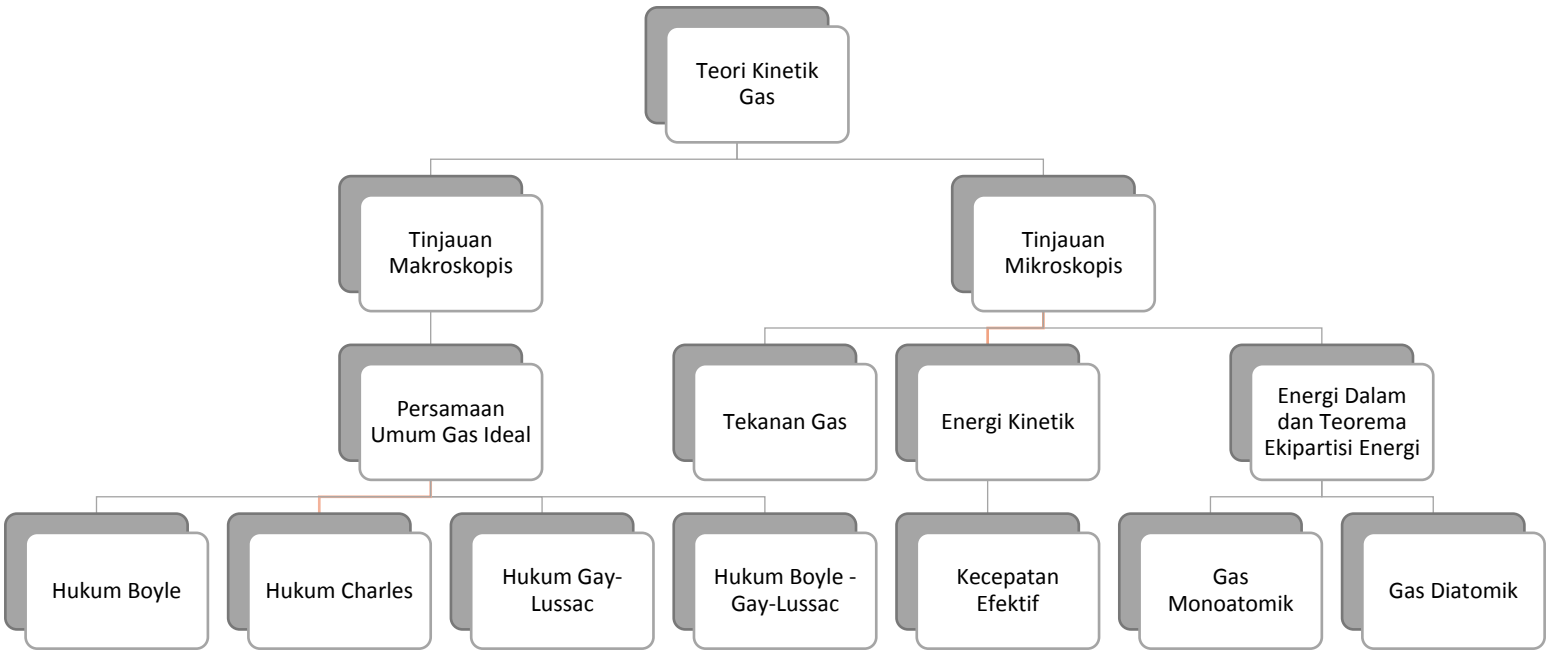
✓ Tujuan Pembelajaran

a. Siswa mampu memahami teori gas ideal dan Hukum Boyle – Gay Lussac.
b. Siswa mampu menerapkan persamaan umum gas ideal pada persoalan fisika sederhana.
c. Siswa mampu memahami teori kinetik gas ideal dan tinjauan impuls-tumbukan untuk teori kinetik gas.
d. Siswa mampu memahami teori kinetik gas dan karakteristik gas pada ruang tertutup dengan tepat.
e. Siswa mampu menerapkan persamaan teori kinetik gas untuk menyelesaikan persoalan
f. Siswa mampu memahami teori ekipartisi energi dan energi dalam.
g. Siswa mampu menerapkan persamaan teori ekipartisi dan energi dalam untuk menyelesaikan permasalahan.

✓ Materi Pembelajaran

1. Hukum-hukum yang mendasari persamaan gas ideal
2. Pengertian gas ideal
3. Persamaan gas ideal
4. Tekanan dan keteapan gas ideal
5. Suhu dan energi kinetik gas ideal
6. Kecepatan efektif gas ideal
7. Derajad kebebasan dan teorema ekipartisi energi
8. Energi dalam pada gas ideal

PETA KONSEP


Teori Kinetik Gas
Tinjauan Makroskopis
Tinjauan Mikroskopis
Persamaan Umum Gas Ideal
Tekanan Gas
Energi Kinetik
Energi Dalam dan Teorema Ekipartisi Energi
Hukum Boyle
Hukum Charles
Hukum Gay-Lussac
Hukum Boyle - Gay-Lussac
Kecepatan Efektif
Gas Monoatomik
Gas Diatomik

Dalam bab ini anda akan mempelajarai sifat-sifat makroskopik dan mikroskopik gas. Sifat-sifat makroskopik gas adalah sifat-sifat yang dapat diukur seperti volum, tekanan, suhu, jumlah partikel dan massa. Sifat-sifat mikroskopik gas adalah sifat-sifat yang didasarkan pada kelakuan molekul-molekul gas, misalnya energi kinetik dan energi dalam suatu gas.

Perhatikan gambar di bawah ini!

Sumber: https://www.google.co.id/search?q=balon+gas

Gambar 1. Balon gas

Mengapa balon yang disimpan di bawah terik matahari bisa meletus? Peristiwa meletusnya balon yang disimpan di bawah terik matahari berkaitan dengan hubungan tekanan, suhu, dan volume gas dalam balon tersebut. Untuk lebih memahaminya, ikuti penjelasan mengenai Teori Kinetik Gas pada modul ini.

A. Gas Ideal

Telah Anda ketahui bahwa zat terbagi atas tiga wujud, yaitu padat, cair dan gas. Sebelumnya kalian sudah mempelajari bahwa gas merupakan bentuk zat yang menempati ruang, mempunyai volume dan bentuk yang tidak tetap.

Dengan mempelajari gas, kita mengetahui bahwa gas sangat beragam. Terdapat banyak variabel untuk mengetahui suatu gas seperti suhu, volume, massa dan tekanan. Dimana variable-variabel tersebut memperlihatkan suatu hubungan sederhana. Berdasarkan sifat makroskopis suatu gas anda dapat mendefinisikan gas

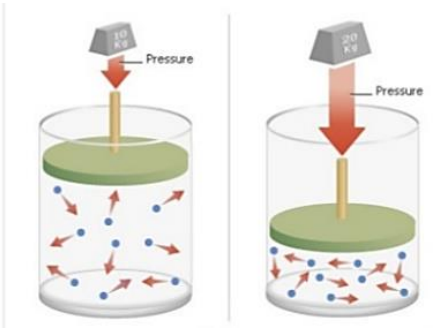
ideal dengan suatu asumsi yang sesuai dengan definisi makroskopis. Gas ideal merupakan gas yang memenuhi asumsi-asumsi berikut:

Suatu gas terdiri atas molekul-molekul yang besar. Setiap molekul identik (sama) sehingga tidak dapat dibedakan dengan molekul lainnya. - Molekul-molekul gas ideal bergerak secara acak ke segala arah.

- Molekul-molekul gas ideal tersebar merata di seluruh bagian.
- Jarak antara molekul gas jauh lebih besar daripada ukuran molekulnya.
- Tidak ada gaya interaksi antarmolekul; kecuali jika antarmolekul saling bertumbukan atau terjadi tumbukan antara molekul dengan dinding.
- Semua tumbukan yang terjadi baik antarmolekul maupun antar molekul dengan dinding merupakan tumbukan lenting sempurna dan terjadi pada waktu yang sangat singkat (molekul dapat dipandang seperti bola keras yang licin).
- Hukum-hukum Newton tentang gerak berlaku pada molekul gas ideal.
- Mempunyai suhu tinggi (300 K atau lebih)
- Mempunyai tekanan rendah (1 atm atau kurang)

1. Hukum Boyle

Apakah kalian pernah mengisi ban? Anda biasanya akan mengisinya tekanannya antara 30-35 PSI (Pounds per inci persegi). Ketika anda menempatkan terlalu banyak gas ke dalam ban, Anda memaksa semua molekul gas untuk dikemas bersama-sama, yang akan mengurangi volume mereka. Keadaan seperti ini sering menyebabkan kecelakaan yang diakibatkan ban meletus saat suhu udara meningkat. Peristiwa ini sesuai dengan konsep yang dikemukakan oleh Robert Boyle (1627-1691).



Sumber: https://www.google.co.id/search?q=hukum+boyle&source

Gambar 2. Hukum Boyle - hubungan Tekanan dan Volume

Volume gas dalam suatu ruang tertutup sangat bergantung pada tekanan dan suhunya. Apabila suhu dijaga konstan, maka tekanan yang diberikan akan memperkecil volumenya. Hubungan, tersebut dikenal dengan Hukum Boyle yang dapat dinyatakan berikut ini.

Apabila suhu gas yang berada dalam ruang tertutup dijaga konstan, maka tekanan gas berbanding terbalik dengan volumenya.

Secara sistematis, pernyataan tersebut dapat dituliskan:

$\boldsymbol{P \propto \frac{1}{V}}$ untuk $\boldsymbol{P.V = konstan}$

atau

$$\boldsymbol{P_1.V_1 = P_2.V_2}$$ persamaan 1

Keterangan:

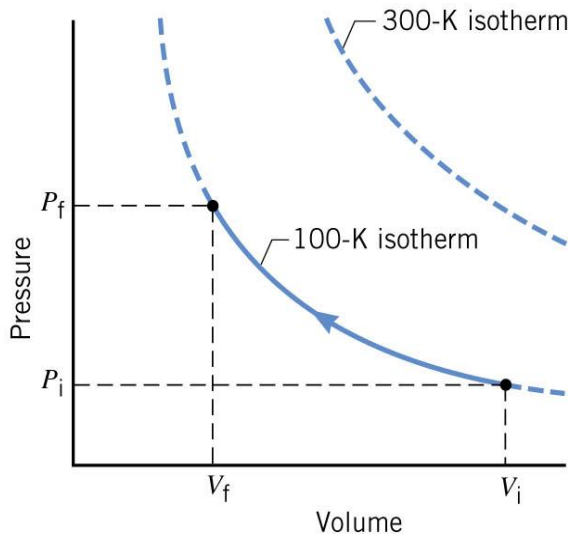
P_1 = tekanan gas pada keadaan 1 $(N/m^2 = Pa)$

V_1 = volume gas pada keadaan 1 (m^3)

P_2 = tekanan gas pada keadaan 2 $(N/m^2 = Pa)$

V_2 = volume gas pada keadaan 2 (m^3)

Persamaan 1 berlaku untuk hampir semua gas dengan kerapatan rendah. Berikut grafik yang menggambarkan hubungan antara tekanan dengan volume gas. Pada gambar 3 terlihat bahwa untuk suhu yang tetap, jika volume dinaikkan, maka tekanan akan menjadi turun, dan begitu sebaliknya. Proses pada suhu konstan disebut *proses isotermis.*



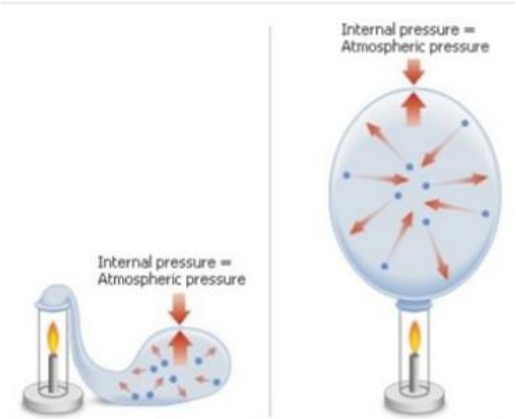
Sumber: https://www.google.co.id/search?biw=1366&bih=610&tbm=grafik+hubungan+p-v

Gambar 3. Grafik hubungan P-V pada suhu konstan

Salah satu alat yang bekerja berdasarkan hukum Boyle adalah manometer raksa terbuka. Manometer ini berintikan sebuah pipa U yang didalamnya diisi raksa. salah satu ujung pipa dihubungkan ke gas dalam ruang tertutup. Sedangkan ujung lainnya dibiarkan terbuka.

2. Hukum Charles

Kalian tentu sering meniup balon untuk menghias ruangan ketika di acara ulang tahun, namun pernahkah kalian memperhatikan apa yang terjadi pada balon tersebut ketika malam hari? Balon yang mengembang akan mengempis pada malam hari. Hal ini dikarenakan karena pada tekanan konstan, volume akan berkurang saat suhu udara menurun. begitupun sebaliknya, pada saat suhu meningkat, maka volume akan meningkat. Hal ini sesuai dengan yang dikemukakan oleh Jacques Charles (1746-1823).



Sumber: https://www.google.co.id/search?biw=1366&bih=610&=penerapan+hukum+charles

Gambar 4. Hukum Charles - Hubungan volume dan suhu

Untuk lebih jelasnya, perhatikan gambar di atas. Selain ditentukan oleh tekanan, volume gas dalam ruang tertutup juga dipengaruhi oleh suhu. Jika suhu gas dinaikkan, maka gerak partikel-partikel gas akan semakin cepat sehingga volumenya bertambah. Apabila tekanan tidak terlalu tinggi dan dijaga konstan, volume gas akan bertambah terhadap kenaikan suhu. Hubungan tersebut dikenal dengan Hukum Charles yang dapat dinyatakan berikut ini:

Apabila tekanan gas yang berada dalam ruang tertutup dijaga konstan, maka volume gas berbanding lurus dengan suhu mutlaknya.

Secara matematis, pernyataan tersebut dapat dituliskan:

$V \propto T$ untuk $\frac{V}{T} = konstan$

Atau

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$ persamaan 2

Keterangan:

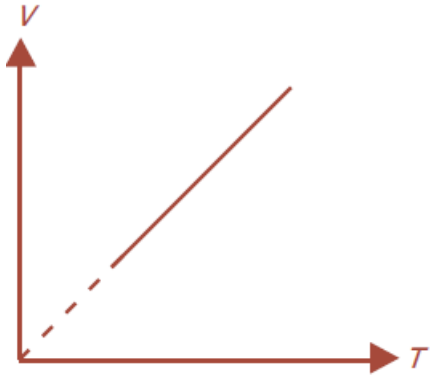
V_1 = volume gas pada keadaan 1 (m^3)

T_1 = suhu mutlak gas pada keadaan 1 (K)

V_2 = volume gas pada keadaan 2 (m^3)

T_2 = suhu mutlak gas pada keadaan 2 (K)

Hubungan antara volume gas dan suhu pada tekanan konstan dapat dilukiskan dengan grafik seperti yang tampak pada gambar 5 di bawah ini. Pada gambar 5 jelas terlihat bahwa pada tekanan yang tetap, semakin besar suhu gas tersebut maka semakin besar pula volume gas tersebut. Proses yang terjadi pada tekanan tetap disebut *proses isobaris*



Sumber: https://www.google.co.id/search?biw=1366&bih=610&tb=isch&sa=grafik++isobaris

Gambar 5. Grafik hubungan V – T pada tekanan konstan

3. Hukum Gay-Lussac

Apabila botol kosong dalam keadaan tertutup kita masukkan ke api, maka botol tersebut akan meledak. Mengapa demikian? Hal ini dapat terjadi karena ketika botol dipanaskan, suhu gas di dalam botol yang volumenya tetap mengalami peningkatan, akibatnya tekanan di dalam botol meningkat seiring meningkatnya suhu. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa:

> *Apabila volume gas yang berada pada ruang tertutup dijaga konstan, maka tekanan gas berbanding lurus dengan suhu mutlaknya.*

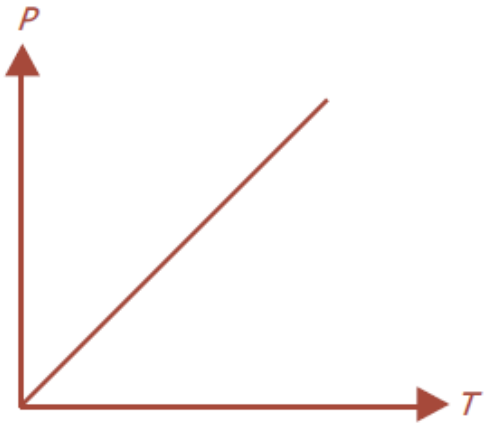
Pernyataan tersebut dikenal dengan Hukum Gay Lussac. Secara matematis dapat dituliskan:

$\mathbf{P} \propto \mathbf{T}$ untuk $\frac{P}{T} = \boldsymbol{konstan}$

atau

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$ persamaan 3

Hubungan antara tekanan dan suhu gas pada volume konstan dapat dilukiskan dengan grafik seperti yang tampak pada gambar 6. Pada gambar terlihat bahwa pada volume yang dijaga tetap,maka tekanan di dalam wadah akan meningkat seiring meningkatnya suhu. Proses yang terjadi pada volume konstan disebut *proses isokhoris*.



Sumber:

https://www.google.co.id/search?biw=1366&bih=610&tbm=isch&sa=grafik++isokoris

Gambar 6. Grafik hubungan P – T pada volume konstan

4. Hukum Boyle-Gay Lussac

Berdasarkan persamaan 3 pada kerapatan rendah hasil kali PV sebanding dengan temperatur T, sesuai dengan persamaan berikut:

$$PV = CT$$

atau

$$\frac{PV}{T} = C \qquad \text{persamaan 4}$$

Dengan C adalah konstanta kesebandingan yang sesuai dengan satu macam gas tertentu. Persamaan 4 merupakan perumusan dari Hukum Boyle - Gay Lussac, sehingga dapat dituliskan:

$$\frac{\boldsymbol{P_1V_1}}{\boldsymbol{T_1}} = \frac{\boldsymbol{P_2V_2}}{\boldsymbol{T_2}} \qquad \text{persamaan 5}$$

5. Persamaan Gas Ideal

Misalkan dua wadah masing – masing berisi jumlah gas yang sama dari gas yang sama pada temperatur yang sama. Masing – masing mempunyai volume *V* yang dinyatakan oleh persamaan 1. Bila kedua wadah tersebut digabungkan, maka akan didapatkan dua kali volume gas pada tekanan *P* yang sama dan temperatur *T* yang sama. Berdasarkan persamaan 1 akan didapatkan bahwa *C* harus bertambah 2 kali lipat. Dengan kata lain, *C* sebanding dengan jumlah gas. Maka kita dapat menuliskan :

$$C = kN$$

dengan *N* adalah jumlah molekul gas dan k adalah konstanta. Maka persamaan 1 menjadi :

$$\boldsymbol{PV = NkT}$$ persamaan 7

Konstanta *k* dinamakan konstanta Boltzman. Secara eksperimen ditemukan bahwa konstanta ini mempunyai nilai yang sama untuk tiap jenis gas atau jumlah gas. nilai ini dalam SI nilainya adalah

$$k = 1{,}381 \times 10^{-23}\,\frac{J}{K}$$

Satu mol sebuah zat adalah jumlah zat tersebut yang mengandung atom – atom atau molekul – molekul sejumlah Avogadro. Bilangan avogadro N_A didefinisikan sebagai jumlah atom karbon dalam 12 gram $^{12}_{6}C$. Nilai bilangan Avogadro adalah

$$N_A = 6{,}022 \times 10^{23} mol$$

Jika kita mempunyai *n* mol zat, maka jumlah molekulnya adalah

$$\boldsymbol{N = nN_A}$$ persamaan 8

Maka persamaan 7. menjadi

$$PV = nN_A kT = nRT$$ persamaan 9

dengan

$$R = kN_A$$ persamaan 10

Persamaan 10 disebut konstanta gas umum. Nilainya, yang sama untuk semua gas, adalah

$R = 8{,}314 \frac{J}{mol}.K = 0{,}08206\ L.atm/mol.K.$

Kita dapat melihat bahwa untuk gas nyata, $\frac{pV}{nT}$ sangat mendekati konstan meliputi rentang tekanan yang cukup lebar. Gas ideal didefinisikan sebagai gas dimana $\frac{pV}{nT}$ konstan untuk seluruh tekanan. Pada gas ideal, tekanan, volume, dan temperatur dihubungkan oleh persamaan 9. Persamaan 9. di atas adalah persamaan keadaan hukum gas ideal.

Keterangan:

$$Jumlah\ mol\ gas = \frac{massa\ gas}{Berat\ molekul}$$

$$n = \frac{m}{Mr}$$

m = massa gas (g)

Mr = berat molekul (*g/mol*)

1 *Mol* = 1000 *mol* = 1000 *gmol*

Jenis gas	**Berat molekul (*g/mol*)**	**Jenis gas**	**Berat molekul (*g/mol*)**
H_2	2,02	CO	28
He	4,0	Udara	28,8
H_2O	18	O_2	32
Ne	20,1	CO_2	44
N_2	28		

Contoh Soal 1

1. Satu mol gas menempati volume 1 m^3 dan suhu gas pada saat itu adalah 127℃. Tentukanlah tekanan gas tersebut.

Solusi:

Dik : n = 1 mol

R = 8,314 J/molK

V = 1 m^3

T = 127℃ = (127 + 273) = 400 K

Dit : p = . . . N/m^2

Jawab : pV = n R T

p (1) = (1 mol) (8,314 J/kmolK) (400K)

p = 3,326 x 10^3 N/m^2

jadi, tekanan gas tersebut adalah p = 3,326 x 10^3 N/m^2

2. Satu liter gas memiliki tekan 1 atm pada temperatur -23℃. Berapakah tekanan gas tersebut jika volumenya menjadi 0,5 liter dan teperaturnya menjadi 77℃ ?

Solusi:

Dik : T_1 = (-23+ 273 = 250 K; V_2= 0,5 liter

T_2 = (77+ 273 = 350 K; p_1 = 1 atm

V_1 = 1 liter

Dit : p_2 = . . . atm

Jawab : $\frac{p_1V_1}{T_1} = \frac{p_2V_2}{T_2}$

$$\frac{(1\ atm)\ (1\ L)}{250\ K} = \frac{P_2(0{,}5\ L)}{350\ K}$$

$$P_2 = 2{,}8\ atm$$

Jadi , tekanan gas tersebut adalah 2,8 atm

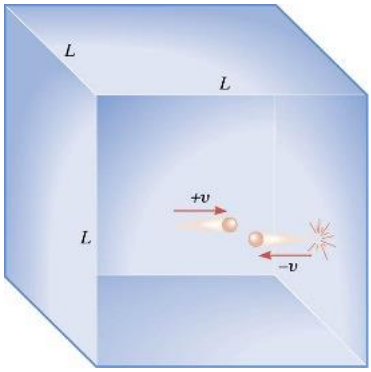
Latihan 1

1. Gas suhunya 300 K, volumnya 5 liter dan tekanannya 20 N/m^3. Jika tetapan Boltzmann k = 1,38 x 10^{-23} J/K, tentukan banyaknya partikel gas !
2. Suatu gas ideal massanya 2,17 gram dan volunya 1,29 liter. Pada suhu 18℃ tekanannya 675 mmHg. Hitung berat molekul gas!

B. Tekanan Gas Ideal

Pada gas ideal, tekanan yang timbul berasal dari tumbukan antara molekul-molekul gas dengan dinding tempat gas tersebut. Seperti yang telah dibahas sebelumnya, molekul-molekul gas ideal bergerak secara acak. Jika gas tersebut berada pada wadah tertutup, molekul-molekunya akan menumbuk dinding wadah dengan kecepatan tertentu. Dengan demikian, tekanan gas di dalam sebuah wadah tertutup sama dengan tekanan gas pada dindingnya akibat ditumbuk oleh molekul gas tersebut.

Amati gambar di bawah ini!



Sumber: https://www.google.co.id/search?gerakan+molekul+gas+pada+bejana+berbentuk+kubus

Gambar 7. Ilustrasi molekul gas di dalam sebuah wadah tertutup

A_2 A_1

Kita ambil contoh sejumlah molekul gas dengan massa tiap molekul *m* berada dalam ruangan tertutup berbentuk kubus dengan panjang rusuk *L*. Molekul-molekul di dalam kubus bergerak ke segala arah dengan kecepatan yang berbeda. Sekarang kita tinjau salah satu molekul yang bergerak searah dengan sumbu-y.

Ketika menumbuk dinding, molekul akan terpantul kembali dengan besar kecepatan yang sama namun ke arah yang berlawanan dengan arah semula. Setelah

memantul dari dinding A_1, molekul akan menumbuk dinding A_2. Peristiwa tumbukan molekul dengan dinding ini terjadi secara terus menerus.

Tumbukan yang terjadi antar molekul merupakan tumbukan lenting sempurna, artinya tidak terjadi perubahan besar kecepatan molekul sebelum dan sesudah tumbukan dengan molekul lainnya. Untuk satu kali tumbukan, perubahan momentum molekul gas memenuhi persamaan berikut:

$$\Delta p = p_2 - p_1$$

$$\Delta p = m(-v_y) - mv_y$$

$$\boxed{\Delta p = -2mv_y} \quad \text{persamaan 11}$$

Keterangan:

Δp = perubahan momentum (kg.m/s)

m = massa satu molekul gas (kg)

v_y = kecepatan molekul gas searah sumbu y (m/s)

Arah perubahan momentum ini tegak lurus permukaan bidang A. Jadi, besar momentum molekul yang menumbuk dinding adalah $2mv_y$. Kita tahu bahwa molekul akan menumbuk dinding yang berhadapan secara terus menerus. Ini berarti untuk kembali menumbuk dinding yang sama, molekul menempuh jarak *2L* dengan kecepatan v_y. Dengan demikian, waktu yang dibutuhkan untuk menumbuk satu dinding sebanyak dua kali secara berurutan adalah

$$\boxed{\Delta t = \frac{2L}{v_y}} \quad \text{persamaan 12}$$

Keterangan:

Δt = perubahan waktu (*s*)

L = panjang rusuk wadah (*m*)

Karena molekul-molekul gas mematuhi Hukum II Newton, maka dari persamaan perubahan momentum dan waktu, kita dapat menerapkan teorema impuls - momentum untuk mencari gaya impuls saat molekul menumbuk dinding.

$$I = F.\Delta t = \Delta p$$

$$F = \frac{\Delta p}{\Delta t}$$

$$F_y = \frac{-2mv_y}{\frac{2L}{v_y}}$$

$$F_y = \frac{-m(v_y)^2}{L}$$

Persamaan tersebut menyatakan besarnya gaya satu buah molekul saat menumbuk dinding. Pada kenyataannya, molekul yang menumbuk dinding adalah sejumlah N molekul. Oleh karena itu, gaya yang diterima dinding akibat ditumbuk sejumlah N partikel adalah

$$F_y = \frac{-Nm(v_y)^2}{L}$$ Persamaan 13

Keterangan:

F_y = gaya pada sumbu-Y (N)

N = banyak molekul

Dari bab mengenai tekanan, kita tahu bahwa tekanan merupakan banyaknya gaya yang diterima tiap satuan luas. Dengan demikian, besar tekanan yang dialami oleh dinding adalah besarnya gaya yang diterima dinding akibat ditumbuk sejumlah N partikel dibagi dengan luas permukaan kubus (A).

$$P_y = \frac{F_y}{A} = \frac{Nm(v_y)^2}{AL}$$

Karena AL adalah volume (V), maka persamaannya menjadi

$$P_y = \frac{Nm(v_y)^2}{V}$$

P_y adalah tekanan pada dinding di sumbu-y. Dengan cara yang sama, tekanan gas pada dinding tegak yang searah dengan sumbu-x dan sumbu-z dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$P_x = \frac{Nm(v_x)^2}{V} \quad \text{dan} \quad P_z = \frac{Nm(v_z)^2}{V}$$

Bagaimana cara mengetahui resultan dari tekanan *P*?

Seperti yang telah dijabarkan pada materi mengenai penjumlahan vektor, maka untuk mendapatkan resultan dari tekanan, terlebih dulu harus mencari resultan kecepatannya, menurut kaidah vektor, besar resultan kecepatan adalah.

$v^2 = {v_x}^2 + {v_y}^2 + {v_z}^2$

dengan $v_x = v_y = v_z$

maka $v^2 = 3{v_y}^2$

$\frac{1}{3}v^2 = {v_y}^2$

Dengan demikian, persamaan tekanan gas pada ruang tertutup adalah

$$P = \frac{1}{3}\frac{Nmv^2}{V}$$ persamaan 14

Persamaan tekanan gas dalam ruang tertutup di atas (persamaan14) dapat dinyatakan dalam bentuk energi kinetik rata-rata ($\overline{E_K}$) dari partikel gas, yaitu

$$\overline{E_K} = \frac{1}{2}mv^2$$

$$2\overline{E_K} = mv^2$$ persamaan 15

dengan mensubstitusikan persamaan 15 ke dalam persamaan14, maka didapatkan hubungan tekanan gas dengan energi kinetik partikel gas sebagai berikut.

$$P = \frac{2}{3}\frac{N}{V}\overline{E_K}$$ Persamaan 16

Keterangan:

P = tekanan (N/m^2 atau Pa)

N = banyak molekul

V = volume gas (m^3)

$\overline{E_K}$ = energi kinetik rata-rata satu partikel gas ($joule$ atau J)

Contoh Soal 2

Tekanan gas dalam sebuah wadah tertutup menurun menjadi 81% dari semula. Berapa persentase penurunan kelajuan molekul gas?

Solusi:

Dik : $P_2 = 81\%P_1$

Dit : Persentase penurunan kelajuan molekul gas?

Jawab :

Hubungan tekanan p terhadap kelajuan v

$$P = \frac{1}{3}\frac{Nmv^2}{V}$$

Karena $\frac{1}{3}\frac{Nm}{V}$ adalah konstan, maka

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{{v_1}^2}{{v_2}^2}$$

$${v_2}^2 = \frac{p_2 {v_1}^2}{p_1}$$

$${v_2}^2 = \frac{0{,}81\ p_1 {v_1}^2}{p_1}$$

$${v_2}^2 = 0{,}81\ {v_1}^2$$

$$v_2 = 0{,}9\ v_1$$

$$v_2 = 90\%\ v_1$$

Latihan 2

Udara merupakan campuran nitrogen N_2 (massa molekul = 28.0 u) dan oxigen O_2 (massa molekul= 32.0 u). Jika molekul-molekul gas tersebut berlaku sebagai gas ideal, tentukan kecepatan molekul nitrogen dan oksigen saat suhu udara 293 K!

C. Suhu dan Energi Kinetik Gas Ideal

1. Suhu dan Energi Kinetik Rata-rata gas ideal

Seperti yang sudah kita ketahui bahwa atom suatu zat jika dipanaskan/dinaikkan suhunya akan bergerak dengan kecepatan tertentu. Demikian pula dengan atom pada gas, saat suhu gas dinaikkan gerak pertikel-partikel dalam gas akan semakin cepat. Dimana, energi kinetic berbanding lurus terhadap kecepatan benda (dalam hal ini partikel), sehingga dari persamaan umum gas ideal kita dapat menentukan nilai energi kinetik gas sebagai berikut:

$$p\,V = NkT$$

$$NkT = \frac{2}{3}\,N\,E_k$$

Sehingga

$$T = \frac{2}{3k}\,E_k$$

atau

$$\boxed{E_k = \frac{3}{2}\,k\,T}$$ persamaan 17

keterangan:

E_k $= energi\ kinetik\ \ gas\ (J)$

T $= suhu\ mutlak\ (K)$

k $= Konstanta\ Boltzman\ \left(1{,}38 \times \frac{10^{-23}\,J}{K}\right)$

2. Kecepatan efektif gas ideal

Salah satu anggapan tentang gas ideal adalah bahwa partikel-partikel gas bergerak dengan laju dan arah yang beraneka ragam. Apabila di dalam suatu ruang tertutup terdapat N_1 partikel yang bergerak dengan kecepatan v_1, N_2 partikel yang bergerak dengan kecepatan v_2, dan seterusnya, maka rata-rata kuadrat kecepatan partikel gas $\bar{v}^2$, dapat dituliskan:

$$\bar{v}^2 = \frac{N_1\bar{v}_1^2 + N_2\bar{v}_2^2 + \cdots + N_i\bar{v}_i^2}{N_1 + N_2 + N_3} = \frac{\sum N_i\bar{v}_i^2}{\sum N_i}$$

Akar dari rata-rata kuadrat kecepatan disebut kecepatan efektif gas atau v_{rms} *(rms = root mean square).*

$$v_{rms} = \sqrt{\bar{v}^2}$$

$$atau$$

$$\overline{v^2} = v_{rms}^2$$

mengingat besar energikinetik satu partikel adalah $E_k = \frac{1}{2}m_o\overline{v^2} = \frac{1}{2}m_o\bar{v}_{rms}^2$, maka apabila kita gabungkan dengan persamaan energi kinetik gas ideal , diperoleh:

$$\frac{1}{2}m_o\bar{v}_{rms}^2 = \frac{3}{2}k\,T$$

maka

$$\boxed{v_{rms} = \sqrt{\frac{3k.T}{m_o}}}$$ persamaan 18

Karena massa sebuah partikel adalah $m_o = n.Mr = \frac{Mr}{N_A}$ dan $= \frac{R}{N_A}$, maka persamaan $v_{rms} = \sqrt{\frac{3k.T}{m_o}}$ dapat dituliskan:

$$v_{rms} = \sqrt{\frac{3R.T}{Mr}}$$ persamaan 19

Dapat dikatakan bahwa pada suhu tertentu, molekul-molekul gas yang lebih ringan secara rata-rata akan bergerak lebih cepat daripada molekul-molekul gas yang lebih berat. Dengan kata lain, *pada suhu tertentu kecepatan efektif molekul gas berbanding terbalik dengan akar massa molekul relatifnya.*

Berdasarkan persamaan umum gas ideal $k.T = \frac{P.V}{N}$, massa total gas $m = N.m_o$ dan $\rho = \frac{m}{V}$, maka persamaan $v_{rms} = \sqrt{\frac{3R.T}{Mr}}$, dapat dinyatakan:

$$v_{rms} = \sqrt{\frac{3p}{\rho}}$$ persamaan 20

keterangan:

$v_{rms} = kelajuan\ efektif\ gas\ (m/s)$
$T \quad = suhu\ mutlak\ (K)$
$m_o \quad = massa\ sebuah\ partikel\ gas\ (kg)$
$k \quad = Konstanta\ Boltzman\ (1{,}38 \times 10^{-23} J/K)$
$\rho \quad = massa\ jenis\ \left(\frac{kg}{m^3}\right)$

Persamaan diatas menyatakan hubungan kecepatan efektif gas dengan tekanannya. Tetapi harus diperhatikan bahwa untuk gas, perubahan tekanan p berkaitan dengan perubahan massa jenis ρ karena ρ bergantung pada volume V. Sebagai akibat dari hukum Boyle, diperoleh bahwa p berbanding lurus

dengan V. Dengan demikian, *kecepatan efektif gas tidak bergantung pada tekanan atau volume gas.*

D. Teorema Ekipartisi dan Energi Dalam Gas

Energi Dalam Gas

Apa kaitan antara energi kinetik molekul dengan energi dalam? Energi dalam adalah energi yang ada di dalam sistem. Energi tersebut merupakan sifat mikroskopik yang tidak tampak dari luar. Kita hanya bisa mengukur perubahan energi dalam.

Seperti yang telah dibahas pada kegiatan belajar 1 mengenai sifat-sifat gas ideal, diasumsikan bahwa atom-atom gas berkelakuan sebagai partikel yang tidak berinteraksi satu sama lain, dengan demikian energi potensial dari interaksinya dapat diabaikan. Satu-satunya bentuk energi yang dimiliki adalah energi kinetik translasi. Gas ideal memiliki energi kinetik sehingga senantiasa bergerak dengan kecepatan tertentu. Karena di dalam molekul gas tidak terdapat energi lainnya selain energi kinetik, maka energi kinetik ini disebut sebagai energi dalam atau energi internal (U). Jika di dalam ruang tertutup terdapat sejumlah molekul gas, maka besar energi dalam merupakan jumlah energi kinetik seluruh molekul gas yang terdapat dalam ruang tersebut.

Kita tahu bahwa satu buah molekul gas akan menghasilkan energi kinetik sebesar $\frac{3}{2}kT$. Jika gas terdiri dari N molekul, maka besar energi dalam gas adalah N kali energi kinetik molekul gas. Jadi, besar energi dalam gas pada keadaan tertentu dinyatakan dengan persamaan berikut.

$$U = NE_K$$

atau

$$\boxed{U = \frac{3}{2}nRT}$$ persamaan 21

keterangan:

U = energi dalam gas (Joule)

Jika energi ini diambil sebagai energi dalam total gas, maka energi internal hanya tergantung pada suhu saja, tidak tergantung pada volume dan tekanannya.

1. Derajad Kebebasan

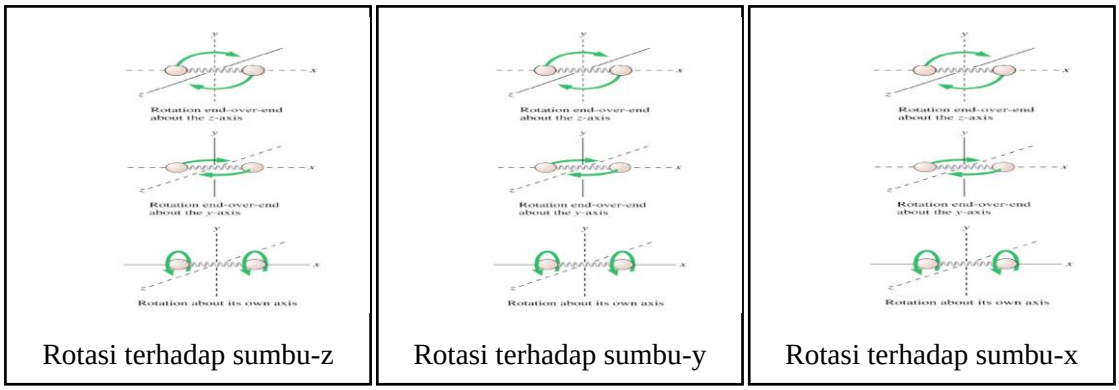
Setiap molekul gas dapat bergerak translasi ke arah mana saja. Jika dihubungkan dengan struktur molekulnya, molekul multi-atomik dapat mengalami gerak rotasi terhadap sumbu manapun. Selain itu, dapat pula terjadi vibrasi intermolekular diantara partikel gas terdekat, dan gerak vibrasi dari gaya intermolekuler antara atom-atom yang menyusun molekul tersebut. Semua jenis gerakan yang memberikan kontribusi pada besarnya energi dalam disebut sebagai **derajat kebebasan** atau ***degree of freedom*** (*f*).

a. **Gas Monoatomik**

Pada molekul gas monoatomik atau beratom tunggal, molekul gas hanya melakukan gerak translasi sehingga energi yang ada masing-masing digunakan untuk gerak translasi pada arah sumbu x, y, dan z. Oleh karena itu, molekul gas monoatomik dikatakan memiliki tiga derajat kebebasan.

b. Gas Diatomik

Untuk molekul gas diatomik atau beratom dua, disamping melakukan gerak translasi, molekul juga melakukan gerak rotasi dan vibrasi, bergantung pada suhunya. Gas diatomik memiliki 3 derajat kebebasan untuk gerak translasi. Sedangkan untuk gerak rotasi hanya memiliki 2 derajat kebebasan, termasuk gerak vibrasi molekul juga memiliki 2 derajat kebebasan.



Rotasi terhadap sumbu-z | Rotasi terhadap sumbu-y | Rotasi terhadap sumbu-x

Sumber: https://www.google.co.id/gerak+rotasi+molekul+diatomik+terhadap+sumbu-X+Y+dan+Z

Gambar 7. Gerak rotasi molekul diatomik terhadap sumbu-X, Y dan Z

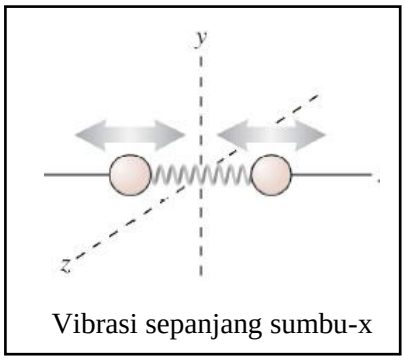
Pada model yang melibatkan gerak translasi dan rotasi, molekul gas diatomik digambarkan sebagai dua buah bola yang dihubungkan oleh batang seperti pada gambar di atas. Pusat massa molekul melakukan gerak translasi dengan komponen energi kinetik pada arah sumbu x, y, dan z (m_x, m_y, m_z) sehingga memiliki tiga derajat kebebasan. Selain itu, molekul juga dapat melakukan gerak rotasi terhadap sumbu x, y, dan z dengan energi kinetik rotasi masing-masing sebagai berikut

$$Ek_{rot_x} = \frac{1}{2} I_x \omega^2$$

$$Ek_{rot_y} = \frac{1}{2} I_y \omega^2$$

$$Ek_{rot_z} = \frac{1}{2} I_z \omega^2$$

Namun, karena kedua atom merupakan massa titik dengan batang penghubung terletak pada sumbu x sebagai poros, maka momen inersia terhadap sumbu x adalah nol ($I_x = 0$). Akibatnya, energi kinetik rotasi terhadap sumbu x bernilai nol ($Ek_{rot_x} = 0$). Dengan demikian energi rotasi hanya memiliki dua komponen energi kinetik, yaitu Ek_{rot_y} dan Ek_{rot_z} yang berarti bahwa gerak rotasi molekul hanya memiliki dua derajat kebebasan.



Vibrasi sepanjang sumbu-x

Sumber:https://www.google.co.id/search?gerak+vibrasi+molekul+terhadap+sumbu-X

Gambar 8. gerak vibrasi molekul diatomik terhadap sumbu-X

Dalam model gerak vibrasi, dua buah atom digabungkan oleh sebuah pegas imajiner seperti gambar 8. Terdapat dua jenis kontribusi energi pada gerak vibrasi, yaitu energi kinetik vibrasi $E_K = \frac{1}{2} mv^2$ dan energi potensial elastik $E_P = \frac{1}{2} kx^2$sehingga gerak vibrasi memiliki dua derajat kebebasan.

Berdasarkan analisis data di atas, jenis gerak yang timbul tergantung suhu molekul gas. Berikut adalah macam-macam derjat kebebasan dan suhunya:

- Gas diatomik suhu rendah ±250 K, hanya gerak translasi sehingga hanya memiliki 3 derajat kebebasan.

- Gas diatomik suhu sedang ±500 K, terjadi gerak translasi dan rotasi sehingga memiliki 5 derajat kebebasan.
- Gas diatomik suhu tinggi ± 1000 K, terjadi gerak translasi, rotasi dan vibrasi sehingga memiliki 7 derajat kebebasan.

2. Teorema Energi Ekipartisi

Seperti yang telah dibahas sebelumnya, dalam teori kinetik gas ideal, energi kinetik translasi rata-rata per molekul adalah $\frac{3}{2}kT$. Ada tiga arah gerak translasi yaitu arah sumbu-x, sumbu-y, dan sumbu-z. Kita mengatakan bahwa molekul memiliki 3 derajat kebebasan, maksudnya adalah dibutuhkan 3 koordinat untuk menentukan posisi sebuah molekul, satu koordinat untuk tiap derajat kebebasan. Teorema Energi Ekipartisi menyatakan bahwa tiap derajat kebebasan harus memiliki jumlah energi kinetik yang sama.

Tiap derajat kebebasan memiliki jumlah energi rata-rata per molekul sebesar $\frac{1}{2}kT$ *atau ½RT tiap mole gas, bila zat berada dalam kesetimbangan*

Berdasarkan pernyataan di atas, untuk suatu sistem molekul-molekul gas pada suhu mutlak T dengan setiap molekul memiliki f derajat kebebasan (*degree of freedom*), maka total energi dalam gas ideal bernilai

$$U = EK = Nf\frac{1}{2}kT$$ persamaan 21

Persamaan energi ini disebut sebagai **Energi Ekipartisi**.

Berdasarkan Teorema Energi Ekipartisi tersebut, maka energi kinetik pada **gas monoatomik** yang memiliki nilai derajat kebebasan 3 adalah sebesar:

$$E_K = \frac{3}{2}kT$$

Sedangkan besar energi kinetik pada **gas diatomik** berbeda-beda sesuai dengan suhunya, yaitu:

a. suhu rendah (>250 K)

$$U = E_K = \frac{3}{2}kT$$

b. suhu sedang (>500 K)

$$U = E_K = \frac{5}{2}kT$$

c. suhu tinggi (> 1000 K)

$$U = E_K = \frac{7}{2}kT$$

Contoh Soal 3

Sebuah tangki berisi 2 mol gas helium bersuhu 20℃. Jika helium dianggap sebagai gas ideal, hitunglah energi total sistem dan juga energi kinetik rata-rata setiap molekul!

Solusi

Dik: n = 2 mol

R = 8,31 J/mol. K

T = 20 + 273 = 293 K

Dit: a. E =?

b. Ek =?

Jawab:

a. $E = \frac{3}{2}nRT$

$E = \frac{3}{2}(2\ mol)(8{,}31\ \text{J/mol. K})(293\text{K})$

$E = 7.308\ J$

b. $E_K = \frac{3}{2}kT$

$E_K = \frac{3}{2}(1{,}38 \times 10^{-23} J/K)(293K)$

$E_K = 6{,}07 \times 10^{-21} J$

Latihan 3

1. Tentukan energi dalam satu mol gas monoatomik pada suhu 177℃!
2. Dua mol gas oksigen terdapat pada sebuah bejana bervolume 6 liter dengan tekanan 6 atm. Hitunglah energi kinetik translasi rata-rata dari molekul oksigen pada kondisi tersebut. (massa molekul oksigen = $5{,}31 \times 10^{-26} kg$)

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Beta Devita. Dilahirkan di Jakarta pada tanggal 23 April 1995 dari pasangan Bapak Suharto dan Ibu Hermawati. Anak kedua dari dua bersaudara. Bertempat tinggal di Jl.Kampar Raya No.542 RT 13/001, Kelurahan Semper Barat, Kecamatan Cilincing, Jakarta Utara.

Riwayat Pendidikan. Penulis telah Menyelesaikan pendidikan formal di TK Al Ihsan (2000-2001) Kemudian menyelesaikan di SD Strada St.Ignatius (2001-2007), SMP Strada FX II (2007-2010) dan SMA Negeri 13 Jakarta (2010-2013). Setelah lulus penulis melanjutkan pendidikan di Universitas Negeri Jakarta, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Jurusan Fisika, Program Studi Pendidikan Fisika pada tahun 2013.

Pengalaman Organisasi. Saat SMP penulis aktif berorganisasi sebagai sekertasris OSIS. Ketika SMA, penulis aktif menjadi pantitia extrakurikuler English Society.

Pengalaman Publikasi/Seminar. Pemakalah dalam Seminar Nasional Fisika (SNF) pada tahun 2017 yang di selenggarakan oleh Universitas Negeri Jakarta dengan judul “Desain *E-Learning* berbasis *Chamilo* sebagai Media Pembelajaran Fisika SMA Kelas XI semester II”.

Pengalaman Lainnya. Asisten Laboratorium mata kuliah Fisika Dasar 1 smt. 105