



um

Excellence in
Learning Innovation



**PIDATO PENGUKUHAN
JABATAN GURU BESAR**

Prof. Dr. Parno, M.Si

Lembar Kerja Mahasiswa Berbasis PBL pada
Matakuliah Materi dan Pembelajaran Fisika

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI MALANG
23 SEPTEMBER 2021



LEMBAR KERJA MAHASISWA BERBASIS PBL PADA MATAKULIAH MATERI DAN PEMBELAJARAN FISIKA

Prof. Dr. Parno, M.Si

Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar
dalam Bidang Ilmu Pendidikan Fisika
pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
disampaikan pada Sidang Terbuka Senat
Universitas Negeri Malang
Tanggal 23 September 2021

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI MALANG (UM)
SEPTEMBER 2021**

LEMBAR KERJA MAHASISWA BERBASIS PBL PADA MATAKULIAH MATERI DAN PEMBELAJARAN FISIKA

Bismillahirrohamaanirrohiim

Assalaamu'alaykum warahmatullahi wabarokaatuh

Yth. Ketua Senat Universitas Negeri Malang, Bapak Prof. Dr. Suko Wiyono, S.H., M.Hum.

Yth. Rektor Universitas Negeri Malang, Bapak Prof. Dr. AH. Rofi'uddin, M.Pd.

Yth. Para Anggota Senat, Ketua dan para Anggota Komisi Guru Besar Universitas Negeri Malang

Yth. Para Pejabat Struktural Universitas Negeri Malang

Yth. Rekan sejawat dosen, tenaga fungsional, dan mahasiswa Universitas Negeri Malang

Yth. Para tamu undangan dan hadirin yang berbahagia

Mengawali pidato ini, izinkahlah pertama saya menyampaikan puji syukur saya ke hadirat Allah SWT, Tuhan Yang Maha Kuasa, atas segala nikmat dan karunia-Nya yang tiada terhingga yang terlimpahkan kepada kita semua dan kami sekeluarga khususnya, sehingga pagi ini kita dapat berbagi kebahagiaan atas rasa syukur itu melalui majelis terhormat ini. Shalawat dan salam saya haturkan kepada Baginda Nabi Besar Muhammad SAW beserta keluarganya, sahabatnya, dan para pengikutnya sampai di akhir zaman. Alhamdulillah, pada hari ini saya masih diberi kesempatan dan kehormatan untuk memenuhi tradisi akademik yang terpelihara dengan baik di Universitas Negeri Malang, yaitu menyampaikan pidato

pengukuhan sebagai Guru Besar dalam bidang Pendidikan Fisika di Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Malang. Saya menyampaikan rasa terima kasih yang mendalam kepada Ketua Senat Universitas Negeri Malang, Bapak Prof. Suko Wiyono, beserta segenap anggota Senat dan komisi guru besar, dan Rektor Universitas Negeri Malang, Bapak Prof. AH. Rofi'uddin serta segenap jajaran pimpinan dan staf yang telah menghantarkan saya untuk mendapatkan kehormatan berdiri di mimbar ini.

Pada kesempatan ini perkenankanlah saya menyampaikan sedikit pengalaman dan gagasan saat membina matakuliah Materi dan Pembelajaran Fisika. Materi ini saya paparkan dalam beberapa bagian berikut.

LATAR BELAKANG MASALAH

Hadirin yang saya hormati,

Guru hendaknya memiliki kompetensi profesional minimal 80 [1], dan merupakan kunci kualitas pembelajaran sehingga perannya tidak bisa digantikan oleh apapun [2]. Sejumlah matakuliah sampai semester kelima seperti Fisika Dasar I, II & III, Elektronika Dasar, Fisika Modern, Termodinamika, Mekanika, Getaran Gelombang Optik, Elektromagnet disajikan sebagai bekal pemahaman materi fisika sekolah kepada mahasiswa [3]. Tetapi, perkuliahan ini lebih ditujukan agar mahasiswa mendalami fisika lebih lanjut. Berarti, pembekalan materi fisika sekolah mahasiswa secara operasional sulit dilakukan melalui matakuliah bidang studi. Solusinya adalah menyajikan matakuliah Materi dan Pembelajaran Fisika (MPF) dengan bobot 3 sks/3 js yang disajikan pada semester V. Maksud disajikannya matakuliah ini adalah untuk menstrukturisasi kembali materi fisika yang telah diterimanya pada semester sebelumnya, yang

meliputi fakta, konsep, prinsip, hukum, dan teori fisika, sekaligus sebagai bekal matakuliah pembelajaran berikutnya, khususnya KPL [3].

Dalam dua tahun terakhir perkuliahan MPF pada mahasiswa angkatan 2014 dan 2015 belum membuahkan hasil optimal. Untuk angkatan 2014, yang membebaskan mahasiswa untuk mencari permasalahan fisika sekolah berupa soal yang ada dalam buku literatur *Fundamental Physics* dan membahasnya dengan basis multirepresentasi, hanya memperoleh skor rata-rata 33,50. Untuk angkatan 2015, yang permasalahananya berupa miskonsepsi dari jurnal ilmiah, yang pembahasannya melibatkan multirepresentasi dan buku literatur *Fundamental Physics* dan buku BSE, juga menghasilkan skor rata-rata yang belum bagus, yakni 36,18.

Permasalahan di atas memiliki kelemahan, yakni mahasiswa mencari sendiri permasalahananya sehingga lingkupnya terlampau sempit dan kurang problematik. Menyediakan permasalahan yang problematik dan kontekstual merupakan tantangan guru pada abad ke-21 sehingga selama pembelajaran siswa dapat belajar secara aktif dan dapat mengkonstruksi sendiri pengetahuannya secara bermakna [4]. Penyelesaian permasalahan yang problematik dan kontekstual secara konstruktif dan bermakna memungkinkan siswa dapat mengembangkan pemahaman materi bidang studi secara optimal selama pembelajaran. Dengan demikian perlu dikembangkan satu dan atau beberapa permasalahan problematik yang memiliki lingkup lebih luas. Agar permasalahan tersebut dapat disajikan secara terstruktur dan dibahas secara sistematis, maka perlu diwujudkan dalam bentuk Lembar Kegiatan Mahasiswa (LKM).

Dalam aktivitas pendidikan lembar kegiatan yang terstruktur merupakan bahan ajar yang praktis bagi mahasiswa dalam menyelesaikan permasalahan problematik kontekstual. Siswa yang berada dalam lingkungan belajar yang mendukung pembelajaran berbasis pengalaman selalu menikmati pembelajaran [5]. Menghadirkan permasalahan otentik

kontekstual dan bermakna merupakan karakteristik PBL [4]. Fisika penuh tampak secara verbal, gambar, grafik, dan matematik sehingga memerlukan strategi multirepresentasi dalam pembelajarannya. Multirepresentasi merupakan cara menyampaikan suatu konsep dalam satu atau lebih format yang dapat mewakili, menggambarkan, menyimbolkan benda atau proses [6]. Dalam menyelesaikan LKM berbasis PBL-Multirepresentasi-Scaffolding ini mahasiswa perlu dibantu scaffolding agar dapat mencapai potensinya [7]. Empat jenis scaffolding, yaitu *conceptual scaffolding*, *strategic scaffolding*, *procedural scaffolding*, *metacognition scaffolding* [8] dapat disebar dalam seluruh bagian LKM agar pemahaman mahasiswa optimal terhadap permasalahan dalam LKM. Sementara itu, model Two Stay Two Stray (TSTS) membuat siswa belajar lebih bermakna dan aktif selama pembelajaran. Dengan demikian perlu dilakukan pengembangan LKM berbasis PBL-Multirepresentasi-Scaffolding yang disajikan dengan model TSTS. Perkuliahan MPF ini akan memanfaatkan SIPEJAR.

LANDASAN TEORI

Hadirin yang saya hormati,

Lembar kegiatan merupakan bahan ajar yang praktis untuk digunakan dalam aktivitas pendidikan. Lembar Kegiatan Mahasiswa (LKM) diharapkan dapat memperkaya pengalaman belajar mahasiswa dalam menyelesaikan permasalahan problematik kontekstual. Dalam pelaksanaannya, mahasiswa diharapkan berpartisipasi secara aktif sebab permasalahan yang diberikan telah dikembangkan secara terstruktur. Mahasiswa dapat berinteraksi satu sama lain melalui diskusi di “forum” SIPEJAR tentang *draft* penyelesaian masalah, dan juga tentang laporan akhirnya. Perencanaan penyelesaian permasalahan lembar kegiatan tercatat telah digunakan sejak 1987 untuk mendukung proses belajar mengajar. Ditemukan pula bahwa peserta didik yang belajar melalui metode didaktik

mengalami tekanan yang lebih besar dibandingkan mereka yang berada dalam lingkungan belajar yang mendukung pembelajaran berbasis pengalaman [5]. Metode eksperimental merupakan metode yang paling banyak menggunakan lembar kegiatan [9].

Adanya permasalahan kontekstual fenomena sehari-hari merupakan karakteristik Problem based learning (PBL) [4]. PBL merupakan pembelajaran yang fokus pada permasalahan [10]. PBL memiliki 5 sintaks yaitu: mengorientasi siswa pada permasalahan, mengorganisasi siswa untuk belajar, menyelidiki individu dan kelompok, mengembangkan dan menyajikan hasil penyelidikan, dan menganalisis serta mengevaluasi proses pemecahan masalah [4]. Dalam PBL siswa dihadapkan kepada eksplorasi dan penemuan solusi permasalahan kontekstual sehari-hari.

PBL merupakan suatu model pembelajaran yang menghadirkan masalah nyata sebagai bahan belajar untuk melatih kemampuan berpikir dan memecahkan masalah [11]. PBL digunakan untuk melatih dan mengembangkan kemampuan berpikir dan menemukan solusi untuk menyelesaikan masalah-masalah konkrit. Hal ini dapat merangsang kemampuan berpikir tingkat tinggi. Selain itu, guru harus mampu menjaga suasana kondusif, demokratis, dan terbuka dalam pembelajaran sehingga akan sangat membantu siswa untuk menyelesaikan masalah. Esensi PBL terletak pada permasalahan yang dihadirkan dalam pembelajaran. Semakin kompleks permasalahan yang dihadirkan dan bersinggungan langsung dengan lingkungan siswa maka akan semakin bermakna pembelajaran tersebut. Hal ini disebabkan karena masalah tersebut akan menjadi penarik minat siswa untuk melakukan penyelidikan [4]. PBL sebagai sebuah model pembelajaran memiliki karakteristik sebagai berikut yaitu (i) pengajuan pertanyaan atau masalah, (ii) berfokus pada keterkaitan antar disiplin ilmu, (iii) penyelidikan autentik (nyata), (iv) menghasilkan produk/karya dan memamerkannya, (v) kolaboratif [4]. Pengembangan LKM berbasis PBL

memberikan kesempatan kepada siswa untuk mengeksplorasi kemampuannya dalam memecahkan permasalahan kontekstual di sekitarnya.

Konsep fisika tertuang dalam verbal, gambar, grafik, dan matematik. Hal ini menuntut strategi multirepresentasi untuk menyampaikannya dalam pembelajaran. Multirepresentasi merupakan cara menyampaikan suatu konsep dalam satu atau lebih format yang dapat mewakili, menggambarkan, menyimbolkan benda atau proses [6]. Multirepresentasi berarti merepresentasi ulang konsep yang sama dengan format yang berbeda, termasuk verbal, gambar, grafik, dan matematik [12] dan menggunakan berbagai format representasi untuk mempelajari konsep, memahami masalah dan memecahkan masalah [13].

Multi representasi memiliki tiga fungsi utama, yaitu sebagai pelengkap, sebagai pembatas interpretasi dan memperdalam penguasaan [14]. Sebagai pelengkap, multi representasi memberikan informasi lengkap dalam menjelaskan konsep atau masalah fisika. Sebagai pembatas interpretasi, multi representasi dapat digunakan untuk membatasi kemungkinan kesalahan menginterpretasi dalam penggunaan representasi lain. Memperdalam penguasaan, multi representasi dapat membantu membangun penguasaan lebih dalam ketika siswa menghubungkan representasi untuk mengidentifikasi permasalahan dan menyelesaikannya.

Multi representasi terdiri dari berbagai macam format representasi yang dapat digunakan dalam proses pembelajaran dan penyelesaian masalah. Menurut [15] dan [16] berbagai format representasi tersebut antara lain, (1) representasi verbal, memberikan penjelasan suatu konsep secara kualitatif (kalimat penjelasan), (2) diagram (gambar), membantu mahasiswa memvisualisasikan konsep yang bersifat abstrak menjadi lebih mudah dipahami, (3) representasi grafik, memberikan penjelasan yang panjang suatu konsep dapat direpresentasikan dengan grafik, dan (4)

representasi matematik, diperlukan ketika mahasiswa menyelesaikan persoalan kuantitatif dengan menggunakan persamaan yang sesuai dengan informasi yang diperoleh. Catatan bahwa representasi matematik merupakan hanya satu dari beberapa dan kebanyakan dalam fisika lebih mengarah pada berpikir dan penalaran daripada menyelesaikan persamaan [16]. Multi representasi (seperti verbal, gambar, diagram dan grafik) telah digunakan oleh peneliti dalam pendidikan fisika untuk meningkatkan kemampuan mahasiswa untuk memahami konsep dan memecahkan masalah fisika.

Tugas multi representasi memberikan kesempatan kepada mahasiswa untuk mendeskripsikan situasi, menggambar situasi benda, menggambar diagram gerak grafik dalam bentuk komponen. Pemberian tugas multi representasi dapat membantu mahasiswa membangun, mengevaluasi representasi mereka dan mengembangkan kemampuan dalam membangun representasi. Mahasiswa juga dapat membangun kemampuan kognitif dalam situasi tertentu untuk menyelesaikan persoalan menggunakan beberapa format multi representasi. Dengan demikian pengembangan permasalahan fisika problematik yang terstruktur dan sistematis dalam LKM berbasis PBL – Multirepresentasi dapat membantu mahasiswa dalam memahami materi fisika SMA.

Scaffolding adalah dukungan kepada siswa selama proses pembelajaran untuk membantu siswa mencapai tujuan pembelajaran dan secara bertahap dukungan dapat dihilangkan saat siswa bisa mengembangkan strategi pembelajaran secara mandiri [17]. *Scaffolding* memiliki empat karakteristik yang berbeda: (a) berfokus pada perhatian dan kesulitan peserta didik, (b) ketersediaan bantuan yang segera, (c) tingkat optimum kekhususan yang sesuai dengan kompetensi peserta didik, dan (d) penstrukturan bantuan sekitar model ahli [18]. Menurut [19], dalam conceptual *scaffolding* siswa diberikan petunjuk secara eksplisit yang disajikan dalam bentuk peta

konsep. Dalam *strategic scaffolding* bantuan yang diberikan difokuskan pada pendekatan untuk mengidentifikasi untuk memilih informasi yang dibutuhkan, mengevaluasi sumber yang ada, serta mengaitkan pengetahuan baru terhadap pengetahuan dan pengalaman sebelumnya. Sedangkan *procedural scaffolding* memberikan bantuan yang menekankan pada bagaimana pemanfaatan sumber daya dan alat-alat yang tersedia, serta memandu dalam fungsi suatu sistem dan fitur-fitur. Kemudian dalam *metacognition scaffolding*, bantuan yang diberikan dapat mendukung proses dasar terkait dengan manajemen pembelajaran individual serta menyediakan panduan bagaimana berpikir selama belajar.

Model *Two Stay Two Stray (TSTS)* merupakan pembelajaran kooperatif. Menurut [20] dalam model TSTS siswa dapat mengungkapkan pendapatnya di kelompok sendiri dan di kelompok lain. Juga, TSTS memberi kesempatan kepada kelompok untuk membagikan hasil dan informasi dengan kelompok lain. Melalui model TSTS siswa dibagi menjadi beberapa kelompok heterogen, masing-masing kelompok 4 siswa. [20] dan [21] mendeskripsikan model TSTS dilakukan dengan urutan berikut. Mereka berdiskusi atau bekerja sama membuat laporan suatu peristiwa dengan tema tertentu yang disampaikan guru. Setelah selesai, dua siswa dari masing-masing kelompok akan bertamu ke kelompok lain. Dua siswa yang tinggal dikelompoknya bertugas membagi hasil kerja atau menyampaikan informasi kepada tamu mereka. Siswa yang menjadi tamu mohon diri dan kembali ke kelompok mereka sendiri. Mereka melaporkan hal yang didapat dari kelompok lain, kemudian siswa membuat laporan tentang hasil diskusi tersebut.

Dalam penelitian ini LKM berbasis PBL-Multirepresentasi-Scaffolding akan disajikan di kelas melalui model TSTS. Suatu kelompok yang telah menyelesaikan satu LKM akan menyajikan hasil pembahasannya kepada tamu. Dalam waktu bersamaan ada anggota

kelompok yang bertemu ke semua kelompok lain secara berturutan untuk menyerap pembahasan setiap permasalahan dalam suatu LKM. Akhirnya, anggota kelompok yang bertemu kembali ke kelompoknya sendiri untuk menjadikan satu padu materi seluruh permasalahan dari seluruh kelompok agar menjadi pemahaman yang utuh dari submateri yang sedang dibahas.

OPERASIONALISASI LKM BERBASIS PBL

Hadirin yang saya hormati,

Matakuliah MPF memiliki sejumlah pokok bahasan. Setiap pokok bahasan diselesaikan dalam 1 minggu perluliahan. Setiap pokok bahasan memiliki enam atau tujuh permasalahan problematik kontekstual. Penyelesaian setiap permasalahan problematik kontekstual diwujudkan dalam satu LKM. Dengan demikian dalam perkuliahan 1 minggu mahasiswa dibagi sebanyak kelompok sejumlah permasalahan problematik kontekstual, atau setiap kelompok menyelesaikan 1 LKM yang mawadahi 1 permasalahan problematik kontekstual. Sebagai contoh, pokok bahasan Suhu, Kalor, dan Perpindahan Kalor memiliki 7 buah permasalahan problematik kontekstual.

Berikut isi secara berturut-turut satu LKM berbasis PBL-Multirepresentasi-Scaffolding.

Sintaks 1 PBL: mengorientasi siswa pada permasalahan

- (a) Penyampaian permasalahan problematik kontekstual dari salah satu sumber buku literatur Fundamental physics melalui “assignment” SIPEJAR sehingga bisa diakses secara asyinchron seminggu sebelum pembelajaran

Sintaks 2 PBL: mengorganisasi siswa untuk belajar (dibantu scaffolding)

Penyelesaian LKM nomor (b dan c) secara individu

- (b) Penulisan ulang secara verbal permasalahan problematik kontekstual dengan elaborasi yang melibatkan pemahaman awal mahasiswa, dengan menyertakan perbandingannya terhadap

permasalahan yang sama dalam sembilan sumber buku literatur *Fundamental Physics*

- (c) Menemukan konsep-konsep dan atau prinsip-prinsip penting dan mencari penjelasannya dalam berbagai sumber belajar

Penyelesaian LKM nomor (d) secara kelompok sehingga terjadi kesepakatan tentang jenis dan jumlah subpermasalahan yang akan diselesaikan dalam kelompok

- (d) Menghubungkan antarkonsep dan atau antarprinsip agar menjadi subpermasalahan yang lebih kecil

Sintaks 3 PBL: penyelidikan individu dan kelompok (dibantu scaffolding)

Penyelesaian LKM nomor (e sd n) dalam bentuk *draft* secara individual dan atau kelompok

- (e) Menyelesaikan setiap subpermasalahan berbasis 4 representasi: verbal, diagram (gambar), grafik, dan matematik, dan berdasarkan sumber-sumber belajar seperti literatur fisika dasar berbahasa Inggris, miskonsepsi dari jurnal ilmiah, buku BSE, animasi, simulasi, maupun video

Penyelesaian LKM nomor (f sd i) hendaknya dilengkapi minimal satu potongan atau *croft* yang penting yang dapat mewakili.

- (f) Mencari laman dan ringkasan (1 alinea) ppt yang sesuai dengan permasalahan problematik kontekstual di atas
- (g) Mencari laman dan ringkasan (1 alinea) simulasi (misalnya PhET simulation) yang sesuai dengan permasalahan problematik kontekstual di atas.
- (h) Mencari laman dan membuat ringkasan (1 alinea) video yang sesuai dengan permasalahan problematik kontekstual di atas.
- (i) Mencari laman dan membuat ringkasan (1 alinea) hasil penelitian dan atau artikel yang sesuai dengan permasalahan problematik kontekstual di atas (miskonsepsi dan atau pembelajarannya)
- (j) Menentukan kaidah fisika yang menaungi permasalahan problematik kontekstual di atas.
- (k) Mencari peta konsep global dan letak permasalahan problematik kontekstual di atas.

- (l) Menyelesaikan beberapa soal HOTS berbasis 4 representasi: verbal, diagram (gambar), grafik, dan matematik dalam 10 buku literatur Fundamental Physics.
- (m) Membuat draf sajian pembelajaran berbasis inkuiri satu subpermasalahan.
- (n) Mengidentifikasi penerapan kontekstual kompleks setiap subpermasalahan

Paling lambat 3 hari sebelum tatap muka, LKM kelompok diunggah di “forum” SIPEJAR. Mahasiswa dapat mengunduh, dan atau mendiskusikan penyelesaian permasalahan kelompok-kelompok lain melalui “forum” SIPEJAR sebagai persiapan diskusi kelas saat pertemuan tatap muka.

Sintaks 4 PBL: mengembangkan dan menyajikan hasil penyelidikan (dibantu scaffolding)

- (1) Melakukan model Two Stay Two Stray dalam pembelajaran tatap muka kelas.
 - a. Setiap kelompok dibagi dua, yakni yang bertamu ke kelompok lain (two stray) dan yang tetap tinggal untuk melayani tamu (two stay)
 - b. Setiap pertemuan dibagi menjadi tiga sesi, yakni sesi satu dan dua untuk bertamu dan melayani tamu, dan sesi tiga untuk share hasil bertamu antar anggota kelompok
 - c. Pada sesi satu separoh anggota kelompok bertamu ke kelompok lain, dan yang separoh lagi tetap tinggal melayani tamu; tetapi pada sesi dua keduanya berganti peran.
 - d. Sesi satu dan dua berlangsung sekitar @ 25 menit untuk sekali bertamu dan melayani tamu
 - e. Sesi tiga berlangsung sekitar 30 menit.
 - f. Ketiga sesi tersebut dapat menjadi bekal setiap kelompok terutama individu anggota kelompok untuk membuat revisi KLM kelompoknya, yang harus dilengkapi dengan ringkasan masing-masing LKM kelompok lain dan kaidah umum yang meliputi seluruh LKM.

Sintaks 5 PBL: menganalisis serta mengevaluasi proses pemecahan masalah (dibantu scaffolding)

- (2) Paling lambat 3 hari setelah tatap muka, setiap individu merevisi LKM kelompoknya, yang dilengkapi dengan ringkasan masing-masing LKM kelompok lain dan kaidah umum yang meliputi seluruh LKM, dan juga mengunggahnya di “forum” SIPEJAR
- (3) Mahasiswa dapat mengunduh, dan atau mendiskusikan revisi penyelesaian permasalahan kelompok-kelompok lain melalui “forum” SIPEJAR sebagai wahana untuk memperdalam pemahamannya tentang sejumlah permasalahan problematik yang diajukan dalam perkuliahan.

Secara keseluruhan proses pembelajaran yang menggunakan Lembar Kegiatan Mahasiswa (LKM) ini meliputi enam kegiatan secara berturut-turut, yaitu (1) pengunggahan permasalahan kontekstual LKM oleh dosen ke “assignment” SIPEJAR, (2) penyelesaian permasalahan LKM oleh mahasiswa secara individu dan atau kelompok, (3) pengunggahan penyelesaian permasalahan LKM ke “forum” SIPEJAR secara kelompok, dan diskusi tentang penyelesaian permasalahan LKM di “forum” SIPEJAR, (4) penyelenggaraan model TSTS dalam membahas semua permasalahan LKM, (5) pengunggahan laporan individu mahasiswa tentang penyelesaian permasalahan LKM dan ringkasan seluruh permasalahan LKM ke “forum” SIPEJAR, dan [6] diskusi tentang laporan penyelesaian permasalahan LKM ke “forum” SIPEJAR.

CONTOH LKM BERBASIS PERMASALAHAN PROBLEMATIK PADA PBL

Pertemuan 2: X. Suhu, Kalor dan Perpindahan Kalor

Tahun Akademik / Semester : 2019-2020/5

No. Kelompok : 5

Nama / NIM : Berlian Neno Asa (170321612581)
Fatah Kurniawan (170321612508)
Salma Silfitri (170321612572)

A. PERMASALAHAN PROBLEMATIK KONTEKSTUAL



Memasak makanan lebih lama di daerah pegunungan yang memiliki titik leleh air di bawah 100°C . Hal ini berkebalikan dengan memasak makanan dalam suatu *pressure cooker*. Tetapi, air lebih cepat mendidih di daerah pegunungan.
Sumber: Knight (2016) h. 498-499
Sumber: Cutnell and Johnson (2012) h. 370-372

B. PENULISAN ULANG SECARA VERBAL PERMASALAHAN PROBLEMATIK KONTEKSTUAL DENGAN ELABORASI YANG MELIBATKAN PEMAHAMAN AWAL MAHASISWA

Seorang pendaki yang berada di pegunungan sedang memasak air akan lebih cepat mendidih daripada orang yang memasak air di dataran rendah. Hal ini dapat dijelaskan melalui konsep perubahan fase melalui diagram fase. Daerah pegunungan dan daerah dataran rendah memiliki tekanan yang berbeda. Perbedaan tekanan ini menyebabkan titik didih air di dua tempat tersebut berbeda. Daerah yang memiliki tekanan lebih rendah memiliki titik didih yang lebih rendah pula. Dengan demikian, air akan lebih cepat mendidih di daerah pegunungan.

Pressure cooker bekerja dengan memungkinkan tekanan di dalam melebihi 1 ATM. Hal ini menimbulkan titik didihnya naik, sehingga makanan yang berada dalam air mendidih di dalam pressure cooker berada pada suhu di atas 100°C dan membuat nasi masak lebih cepat.

(Randall D. Knight *Physics for Scientists and Engineers A Strategic Approach with Modern Physics*)

Perbandingan dengan 9 sumber textbook lain?

(John D. Cutnell Kenneth W. Johnson - Physics): mari perhatikan apa yang terjadi ketika air yang berada di dalam panci yang terbuka mendidih. ketika peristiwa mendidih muncul, gelembung-gelembung dari uap air terbentuk di dalam air, naik menuju ke permukaan dan beristirahat. Untuk membuat gelembung ini untuk terbentuk dan naik, tekanan di dalam harus paling tidak sama dengan tekanan udara yang berada di permukaan air. Seorang pendaki baru saja mendidihkan air. Mendidihkan air membutuhkan waktu yang lebih sedikit ketika berada di pegunungan tinggi karena titik didihnya menjadi kurang dari 100°C seiring dengan berkurangnya tekanan udara pada daerah yang lebih tinggi.

(Douglas C. Giancoli - Physics 6th) : ketika temperature dinaikkan sampai titik tertentu di mana tekanan uap jenuh pada temperature tersebut sama dengan tekanan luar, terjadilah pendidihan. Sementara mendekati titik didih, gelembung-gelembung kecil cenderung terbentuk pada cairan, yang menunjukkan perubahan dari fase cair ke gas. Titik didih zat cair jelas bergantung pada tekanan luar. Pada ketinggian yang tinggi, titik didih air sedikit lebih kecil dari pada ketinggian permukaan laut. Bagaimanapun, pressure cooker mempersingkat waktu masak karena alat tersebut menaikkan tekanan samapai 2 atm, memungkinkan temperature yang lebih tinggi bisa dicapai.

Alan Giambattista, Betty McCarthy Richardson, Robert C. Richardson - Physics_ Second Edition -McGraw-Hill (2010) : Butuh waktu lebih lama untuk memasak telur rebus di ketinggian tinggi karena suhu air mendidih kurang dari 100°C ; reaksi kimia berjalan lebih lambat pada suhu yang lebih rendah. Mungkin diperlukan selama setengah jam memasak telur rebus di Pike Peak, di mana tekanan rata-rata adalah 0,6 atm. Jika suhu atau tekanan atau keduanya diubah, titik yang mewakili keadaan air bergerak sepanjang jalur pada diagram fasa. Jika lintasan pada diagram fasa melintasi salah satu kurva, terjadi transisi fasa dan panas laten untuk fase itu transisi diserap atau dilepaskan (tergantung pada arah). Menyeberangi

fusi kurva menandakan pembekuan atau peleburan; melintasi kurva tekanan uap menunjukkan kondensasi atau penguapan.

(Halliday-Resnick-Walker - Fundamentals of Physics 9th edition): Air cair, es padat, dan uap air (air gas) dapat hidup dapat muncul dalam keadaan setimbang termal hanya pada nilai tekanan dan suhu tertentu. Hal ini kita sebut sebagai titik tiga air, yang dapat dicapai di laboratorium. Dengan perjanjian internasional, titik tripel air telah diberi nilai 273,16 K sebagai titik tetap standar suhu untuk kalibrasi termometer; Yaitu $T_3 = 273,16 \text{ K}$ (suhu tiga titik).

(Hugh D. Young, Roger A. Freedman - University Physics with Modern Physics-Pearson Education (2015)) : Pada fase setimbang antara fase padat dan cair, apabila sistem mengalami peningkatan energi internal maka sistem akan berubah menjadi cair. Proses ini disebut mencair. Apabila sistem mengalami penurunan energi internal maka sistem akan berubah menjadi padat. Proses ini disebut membeku. Di fase setimbang antara fase cair dan gas, apabila sistem mengalami peningkatan energi internal maka sistem akan berubah menjadi gas. Proses ini disebut menguap. Apabila sistem mengalami penurunan energi internal maka sistem akan berubah menjadi cair. Proses ini disebut mengembun.

(Paul A. Tipler, Gene Mosca - Physics for Scientists and Engineers with Modern Physics (extended version)-W. H. Freeman and Company (2008)) : Keadaan dimana tekanan pada cairan/air berada dalam kesetimbangan dengan uap airnya sendiri disebut sebagai tekanan uap. Pada saat tekanan uap telah dicapai, dan sekarang kita memanaskan sedikit wadah air tersebut, cairannya akan mendidih, lebih banyak cairan akan menguap, dan kesetimbangan baru akan dicapai pada tekanan uap yang lebih tinggi. Oleh karena itu, tekanan uap bergantung pada temperturnya. Jika kita mulaimenekan gasnya pada suhu yang lebih rendah, maka tekanan uapnya akan menjadi lebih kecil. Temperatur yang digunakan untuk mencapai tekanan uap pada saat tekanannya 1 atm, adalah titik didih normal untuk air. Pada saat kita memanaskan air pada tekanan dibawah 1 at, maka titik

didihnya akan berkurang, seperti pada saat kita memanaskan air di daerah pegunungan.

C. IDENTIFIKASI KONSEP-KONSEP DAN ATAU PRINSIP-PRINSIP PENTING DAN PENJELASANNYA

- Diagram Fase = diagram yang digunakan untuk menunjukkan bagaimana fase-fase perubahan suatu zat bervariasi dengan suhu dan tekanan
- Tekanan Atmosfer = tekanan pada titik manapun di atmosfer bumi.
- Titik didih = suhu atau temperatur ketika tekanan uap sebuah zat cair sama dengan tekanan eksternal yang dialami oleh cairan.
- Titik leleh = suhu atau temperatur dimana zat padat berubah wujud menjadi zat cair pada tekanan satu atmosfer.
- Pressure Cooker = sebuah peralatan memasak tertutup yang menggunakan tekanan dalam memasak makanan.
- Sublimasi = peristiwa perubahan fase padat menjadi fase gas.

D. PERUMUSAN BEBERAPA SUBPERMASALAHAN YANG DIDASARKAN ATAS HUBUNGAN ANTARKONSEP DAN ATAU ANTARPRINSIP

1. Perubahan fase akibat perpindahan kalor
2. Diagram fase: Tekanan dan Suhu

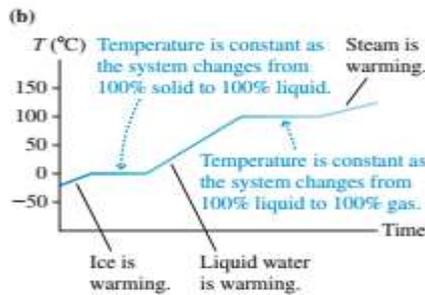
E. PENYELESAIAN SETIAP SUBPERMASALAHAN (4 REPRESENTASI: VERBAL, DIAGRAM (GAMBAR), GRAFIK, DAN MATEMATIK)

1. Perubahan fase akibat perpindahan kalor

Apabila kita amati sebangkah es yang diletakkan pada suatu lantai yang terpapar sinar matahari, maka akan kita dapati es tersebut berubah menjadi air hingga pada akhirnya akan lenyap. Selang waktu tersebut, sebenarnya es telah mengalami tiga fase. Secara umum, terdapat tiga fase yang dialami oleh suatu zat yaitu padat, cair dan gas. Jika dikaitkan dengan air, maka fase padat adalah ketika menjadi es, fase cair adalah ketika menjadi air dan fase gas adalah ketika menjadi uap air.

Proses perubahan fase ini disebabkan oleh perbedaan suhu antara sistem (zat) dengan lingkungannya. Perbedaan suhu ini mengakibatkan adanya perpindahan kalor dari zat yang memiliki suhu tinggi ke zat yang memiliki suhu yang lebih rendah. Ketika sistem mendapatkan kalor dari luar, maka energi internal sistem akan meningkat, dan sebaliknya. Pada suatu saat sistem akan ada pada keadaan dimana terdapat dua fase pada waktu yang sama. Keadaan ini disebut juga dengan fase setimbang.

Pada fase setimbang, kalor akan terus diserap/dilepas oleh sistem sehingga energi internal meningkat/menurun. Akan tetapi, pada fase ini suhu akan tetap hingga sistem berada dalam satu fase yang sama.



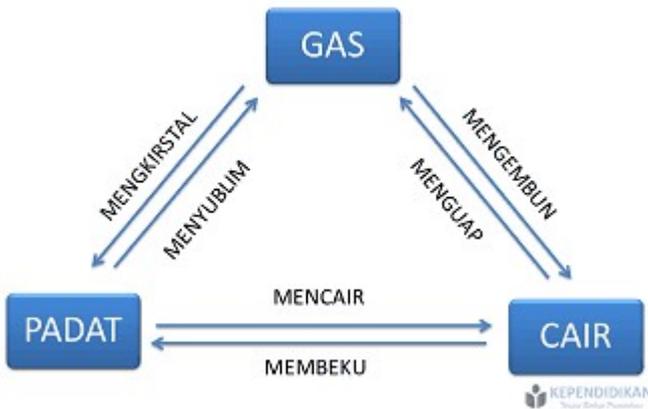
Gambar 1. Grafik suhu terhadap waktu pada perubahan fase air pada tekanan atmosfer
(Sumber: Knight dkk, 2016, h. 497)

Dapat diamati bahwa suhu nol, suhu es konstan hingga seluruh es berubah menjadi air seluruhnya. Pada suhu ini, es mengalami perubahan fase dari padat ke cair maka suhu ini disebut juga titik lebur air. Kemudian pada suhu air konstan hingga seluruh air berubah menjadi uap air seluruhnya. Pada suhu ini, air mengalami perubahan fase dari cair ke gas maka suhu ini disebut juga titik didih air. Dalam dua keadaan ini, sistem tetap akan menyerap kalor ataupun melepaskan kalor. Kalor yang diserap atau dilepaskan pada keadaan tersebut disebut kalor laten.

$$Q = \pm mL$$

dimana m adalah massa zat, sedangkan L adalah kalor laten zat tersebut bergantung pada perubahan fase yang dialami zat tersebut. Tanda positif digunakan ketika sistem menyerap kalor, sedangkan tanda negatif

digunakan ketika sistem melepaskan kalor. Kalor ini tidak membuat sistem mengalami perubahan suhu, tetapi membuat sistem mengalami perubahan energi internal.

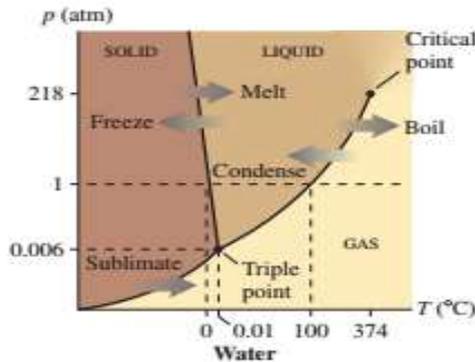


Gambar 2. Diagram perubahan wujud suatu zat
(Sumber: <https://kependidikan.com/perubahan-wujud-benda/>)

Pada fase setimbang antara fase padat dan cair, apabila sistem mengalami peningkatan energi internal maka sistem akan berubah menjadi cair. Proses ini disebut mencair. Apabila sistem mengalami penurunan energi internal maka sistem akan berubah menjadi padat. Proses ini disebut membeku. Di fase setimbang antara fase cair dan gas, apabila sistem mengalami peningkatan energi internal maka sistem akan berubah menjadi gas. Proses ini disebut menguap. Apabila sistem mengalami penurunan energi internal maka sistem akan berubah menjadi cair. Proses ini disebut mengembun.

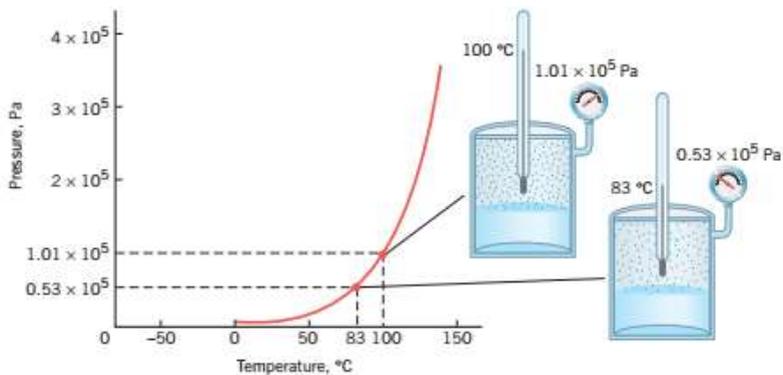
2. Diagram fase: Tekanan dan Suhu

Penyebab perubahan fase suatu zat tidaklah hanya suhunya saja, tetapi juga ada besaran lain yang mempengaruhi yaitu tekanan. Setiap zat memiliki titik lebur dan titik uap yang berbeda, serta memiliki karakteristik yang berbeda meskipun diberi perlakuan sama. Untuk memudahkannya, dibuatlah diagram fase suatu zat dengan rincian tekanan dan suhu.



Gambar 3. Diagram fase air
(Sumber: Knight dkk, 2016, h. 498)

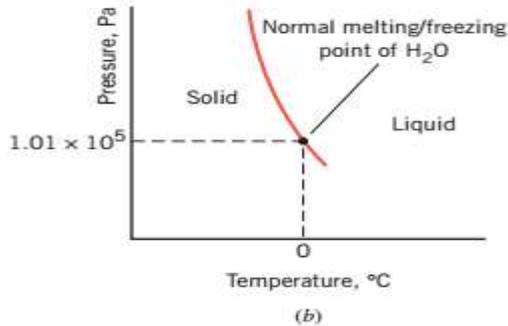
Dapat diamati bahwa diagram fase tersebut terbagi tiga area yaitu padat, cair dan gas. Antar area dibatasi oleh garis batas berwarna hitam, dimana proses perubahan fase terjadi pada garis ini. Pada garis itu pula, sistem berada pada fase setimbang di titik tekanan-suhu yang dapat diketahui melalui koordinatnya.



Gambar 4. Diagram fase air area cair-gas
(Sumber: Cutnell and Johnson, 2016, h. 370)

Dapat diamati pada kedua tabung tersebut air sama-sama mengalami fase transisi antara cair dan gas. Pada masing-masing tabung, tekanan dibuat tetap kemudian keduanya dipanaskan dan diamati kapan air mulai

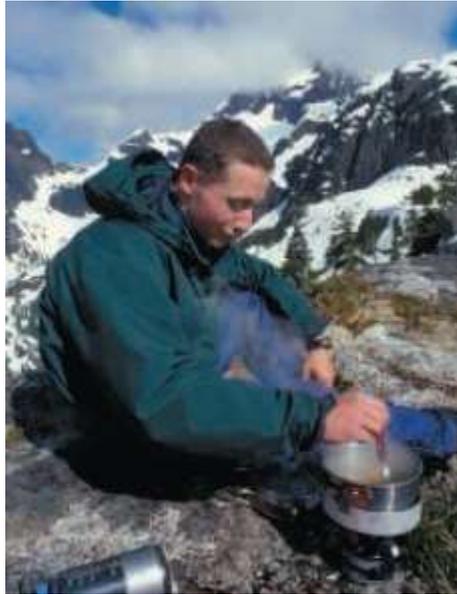
mendidih pada masing-masing tabung. Ternyata air pada tabung yang memiliki tekanan lebih rendah lebih dahulu mendidih dari pada air pada tabung yang memiliki tekanan lebih tinggi. Garis lengkung pada diagram tersebut disebut kurva penguapan, pada garis ini terjadi fase setimbang antara gas dan cair. Diagram tersebut juga menjelaskan bahwa pada tekanan atmosfer, titik didih air sebesar 100°C .



Gambar 4. Diagram fase air area padat-cair
(Sumber: Cutnell and Johnson, 2016, h. 371)

Diagram diatas merupakan menjelaskan area cair dan padat, dimana garis lengkung pada diagram tersebut disebut kurva peleburan, pada garis ini terjadi fase setimbang antara cair dan gas. Diagram tersebut juga menjelaskan bahwa pada tekanan atmosfer, titik lebur air sebesar 0°C .

Apabila gambar 4 dan gambar 5 disatukan, maka akan menghasilkan diagram fase yang kurang lebih sama dengan gambar 3. Pada gambar 3, terdapat titik temu antara kurva penguapan, kurva peleburan dan kurva gas-padat. Titik temu tersebut disebut dengan *triple point*, pada kondisi ini sistem berada dalam tiga fase sekaligus yaitu padat, cair dan gas. Berbeda dengan titik-titik lainnya, *triple point* suatu zat hanya ada pada satu koordinat saja, dimana tentunya setiap zat memiliki *triple point* yang berbeda.



Apabila dikaitkan dengan kasus diatas, seorang pendaki yang berada di pegunungan sedang memasak air akan lebih cepat mendidih daripada orang yang memasak air di dataran rendah. Hal ini dapat dijelaskan melalui konsep perubahan fase melalui diagram fase. Daerah pegunungan dan daerah dataran rendah memiliki tekanan yang berbeda. Perbedaan tekanan ini menyebabkan titik didih air di dua tempat tersebut berbeda. Daerah yang memiliki tekanan lebih rendah memiliki titik didih yang lebih rendah pula. Dengan demikian, air akan lebih cepat mendidih di daerah pegunungan.

F. LAMAN DAN RINGKASAN (1 ALINEA) PPT YANG SESUAI DENGAN PERMASALAHAN PROBLEMATIK KONTEKSTUAL DI ATAS.

Laman PPT : <https://www.slideshare.net/OvidiantikaKhairunni/ppt-suhu-dan-kalor>

Screenshoot :

Clip slide

$$Q = m c \Delta T$$

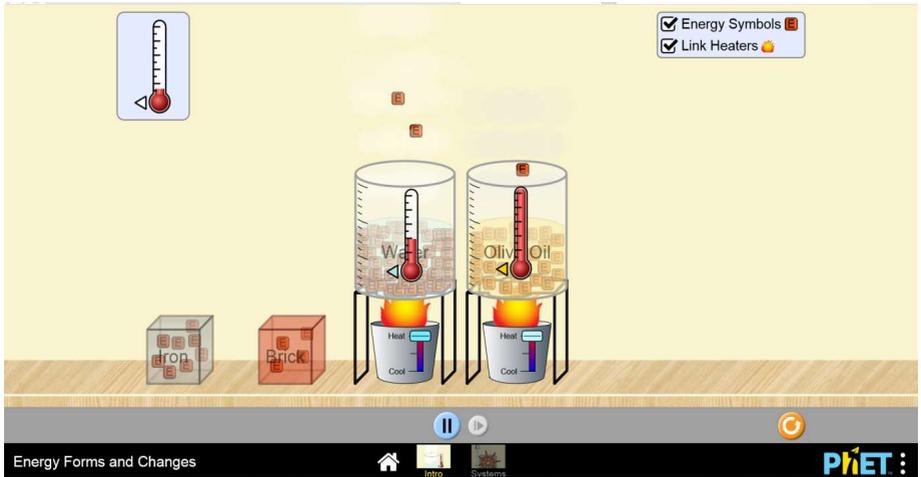
Q = banyaknya kalor yang diterima/dilepas (Joule, Kalori)
 m = massa benda (kg, gram)
 c = kalor jenis benda (Joule/kg^oC , kal/gr^oC)
 ΔT = perubahan suhu (K, ^oC)



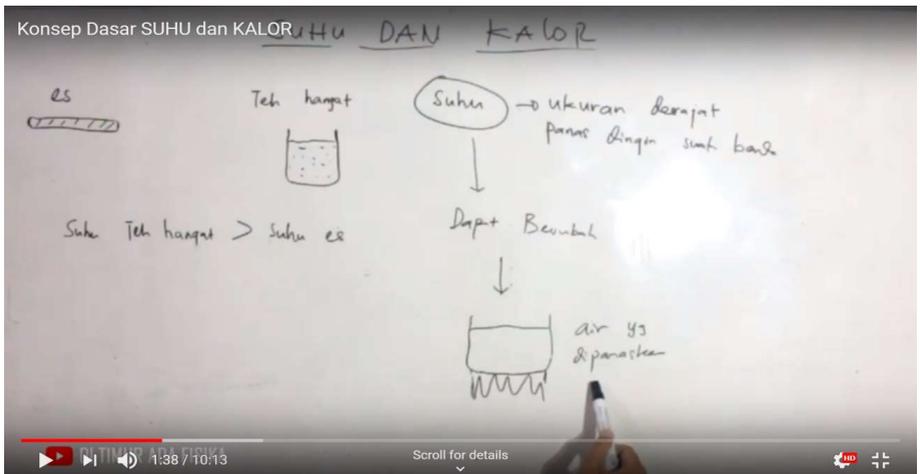
Ringkasan: Pada power point dijelaskan mengenai suhu, kalor, termometer, azas black, pemuai, dan perpindahan kalor. Dapat diketahui dari power point mengenai suhu dan jenis-jenis termometer. Dijelaskan juga bahwa pemuai terjadi pada tiga jenis zat, yaitu zat padat, zat cair, dan gas. Pada zat padat terdapat muai panjang, luas, dan voume. Pada gas terdapat isobarik, isokorik, dan isotermik. Suatu energi akan berpidah dari benda yang memiliki suhu tinggi ke suhu yang lebih rendah. Kalor dirumuskan dengan $Q = m c \Delta T$. Perpindahan kalor dapat terjadi secara konduksi, konveksi, dan radiasi.

G. LAMAN DAN RINGKASAN (1 ALINEA) SIMULASI (MISALNYA PHET SIMULATION) YANG SESUAI DENGAN PERMASALAHAN PROBLEMATIK KONTEKSTUAL DI ATAS.

Laman simulasi : <https://phet.colorado.edu/en/simulation/energy-forms-and-changes>
Screenshoot :



Screenshoot :



Ringkasan: Pada video dijelaskan mengenai suhu dan kalor. Suhu adalah ukuran derajat panas dingin suatu benda. Suhu dapat berubah karena mendapat energi. Energi itulah yang dinamakan dengan kalor. Alat untuk mengukur suhu adalah termometer. Selain itu juga dijelaskan bahwa kalor dapat merubah suhu suatu zat dan juga dapat merubah wujud zat.

I. LAMAN DAN RINGKASAN (1 ALINEA) ARTIKEL YANG SESUAI DENGAN PERMASALAHAN PROBLEMATIK KONTEKSTUAL DI ATAS (MISKONSEPSI DAN ATAU PEMBELAJARANNYA)

Laman hasil artikel :

<https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/JFI/article/download/13993/8694>

Screenshoot :

Jurnal Filsafat Indonesia, Vol 1 No 1 2018
ISSN: E-ISSN 2620-7982, P-ISSN

Eksplanasi Ilmiah Air Mendidih Dalam Suhu Ruang

Juli Firmansyah
Universitas Serambi Mekkah

e-mail: Juli.firmansyah@serambimekkah.ac.id

Abstract

Air merupakan suatu zat yang paling menentukan dalam menunjang kehidupan makhluk hidup. Sekitar 72% permukaan Bumi ditutupi oleh air dan 97% air tersebut merupakan air asin dan tidak dapat diminum sehingga perlu dilakukan langkah-langkah pengolahan air agar dapat dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari. Salah satu bentuk pengolahannya adalah dengan memanaskan air hingga mendidih. Dalam kehidupan masyarakat pada umumnya, mendidihkan air dapat dilakukan dengan memberikan kalor terhadap air, maka suhu air akan meningkatkan dan air akan mengalami proses mendidih. Artikel ini akan menjelaskan secara ilmiah bagaimana proses mendidih air dan apa yang terjadi pada air ketika air mengalami suatu kondisi mendidih. Dalam konteks eksplanasi ilmiah, Pada saat air mendidih, penjelasan umumnya adalah dalam fakta yang dapat diamati, bahwa air mengeluarkan gelembung-gelembung udara dalam suhu air panas karena lazimnya proses mendidih dilakukan dengan memberikan kalor. Pernyataan khusus dalam penjelasan ilmiah ini adalah proses mendidihkan air dapat dilakukan tidak hanya dengan memberikan kalor pada air. Jika dapat memahami filosofi air mendidih, maka proses mendidih dapat dilakukan bahkan dalam suhu kamar atau suhu ruang.

Kata Kunci: air, mendidih, eksplanasi ilmiah, Tekanan

Ringkasan: Artikel menjelaskan mengenai eksplanasi ilmiah air mendidih dalam suhu ruang. Ada dua cara untuk membuat air dapat mendidih. Mengalirkan panas ke air tersebut dengan meningkatnya suhu sehingga tekanan uap sesuai dengan tekanan atmosfer, atau mengurangi tekanan sekitar cairan untuk mencocokkan tekanan uap cairan pada suhu tertentu sehingga cukup untuk menyebabkan air mendidih pada suhu kamar. Tekanan uap air pada suhu kamar (20°C) adalah sekitar 18 mm Hg. Pada 10°C , tekanan uap air adalah sekitar 9 mm Hg. Oleh karena itu, agar air mendidih pada suhu kamar, tekanan atmosfer sekitarnya air harus diturunkan untuk setidaknya 18 mm Hg. Eksplanasi ilmiah tentang konsep mendidih memberikan definisi yang jelas tentang aktivitas partikel selama proses mendidih itu terjadi. Dengan demikian dapat dijelaskan bahwa mendidih tidak hanya dapat dilakukan dengan mengalirkan kalor atau proses pemanasan hingga mencapai titik didih. Namun mendidihkan air dapat dilakukan juga pada kondisi suhu ruang dengan cara mengurangi tekanan udara di atas permukaan air sehingga titik didihnya akan menjadi lebih kecil, atau tekanan uap air lebih besar dari tekanan atmosfer sekitarnya air, sehingga air mulai mendidih.

J. KAIDAH FISIKA YANG MENAUNGI PERMASALAHAN PROBLEMATIK KONTEKSTUAL DI ATAS.

Kaidah fisika yang menaungi permasalahan problematik di atas adalah tentang suhu, kalor serta perpindahan kalor. Perbedaan suhu antara sistem dan lingkungan menyebabkan terjadinya proses perpindahan kalor. Akan tetapi, perpindahan kalor tidak selalu menyebabkan sistem mengalami perubahan suhu. Pada keadaan tertentu, perpindahan kalor ini hanya menyebabkan energi internal sistem berubah tanpa mengubah suhu. Dalam keadaan ini, kalor tersebut disebut kalor laten. Kalor laten muncul ketika sistem mengalami fase setimbang, dimana sistem mengalami transisi dari suatu fase ke fase lainnya.

Fase setimbang pada transisi fase cair ke gas disebut juga dengan titik uap. Titik uap bisa saja berubah karena tekanan yang berbeda. Pada tekanan atmosfer, titik didih air sebesar 100°C . Ketika tekanan di suatu daerah itu rendah, maka titik didih sistem akan lebih rendah dari biasanya (tekanan atmosfer). Hal ini sesuai dengan kenyataan, ketika air dimasak di

daerah pegunungan, maka air akan lebih cepat mendidih. Ini menunjukkan bahwa titik didih air berada lebih rendah dari biasanya (tekanan atmosfer).

K. PETA KONSEP GLOBAL DAN LETAK PERMASALAHAN PROBLEMATIK KONTEKSTUAL DI ATAS.

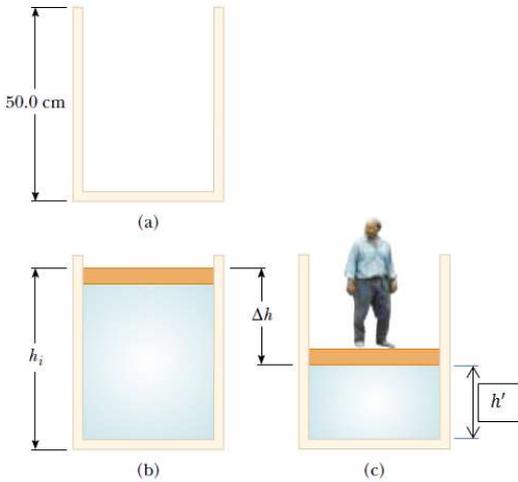


L. PENCARIAN DAN PENYELESAIAN BEBERAPA SOAL HOTS DARI 10 FUNDAMENTAL PHYSICS TEXTBOOK (4 REPRESENTASI: VERBAL, DIAGRAM (GAMBAR), GRAFIK, DAN MATEMATIK)

Soal 1 (Serway hal 602 no 68):

A cylinder that has a 40.0-cm radius and is 50.0 cm deep is filled with air at 20.0°C and 1.00 atm (Fig. P19.68a). A 20.0-kg piston is now lowered into the cylinder, compressing the air trapped inside (Fig. P19.68b). Finally, a 75.0-kg man stands on the piston, further compressing the air, which remains at 20°C (Fig. P19.68c). (a) How far down (Δh) does the piston move when the man steps onto it? (b) To what temperature should the gas be heated to raise the piston and man back to h_i ?

Jawaban :



Pada saat piston dipasang, temperturnya konstan. Maka,

$$\begin{aligned}
 PV &= P_0V_0 \\
 P(Ah_i) &= P_0(Ah_0) \\
 Ph_i &= P_0h_0 \\
 P &= P_0 \frac{h_0}{h_i}
 \end{aligned}$$

Dimana $P = P_0 + \rho gh$

$$\begin{aligned}
 P &= P_0 + \rho gh \\
 P &= P_0 + \frac{m}{V} gh \\
 P &= P_0 + \frac{m}{Ah} gh \\
 P &= P_0 + \frac{m}{A} g
 \end{aligned}$$

Maka,

$$P_0 + \frac{m}{A} g = P_0 \frac{h_0}{h_i}$$

$$\begin{aligned}
P_0 \left(1 + \frac{m}{P_0 A} g \right) &= P_0 \frac{h_0}{h_i} \\
\left(1 + \frac{m}{P_0 A} g \right) &= \frac{h_0}{h_i} \\
h_i &= \frac{h_0}{\left(1 + \frac{m}{P_0 A} g \right)} \\
h_i &= \frac{0,5 \text{ m}}{\left(1 + \frac{20 \text{ kg}(9,8) \text{ m/s}^2}{1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}(\pi(0,4)^2) \text{ m}^2} \right)} \\
h_i &= \frac{0,5 \text{ m}}{\left(1 + \frac{196 \text{ kgm/s}^2}{50893,12 \text{ Pam}^2} \right)} \\
h_i &= 0,4981 \text{ m} \\
h_i &= 49,81 \text{ cm}
\end{aligned}$$

Pada saat seorang laki-laki berada di atas piston, maka massanya menjadi massa piston ditambah masa laki-laki

$$\begin{aligned}
h' &= \frac{h_0}{\left(1 + \frac{(m_p + m_L)}{P_0 A} g \right)} \\
h' &= \frac{0,5 \text{ m}}{\left(1 + \frac{(20 + 75) \text{ kg}(9,8) \text{ m/s}^2}{1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}(\pi(0,4)^2) \text{ m}^2} \right)} \\
h' &= \frac{0,5 \text{ m}}{\left(1 + \frac{931 \text{ kgm/s}^2}{50893,12 \text{ Pam}^2} \right)} \\
h' &= 0,4910 \text{ m} \\
h' &= 49,10 \text{ cm}
\end{aligned}$$

Maka,

$$\begin{aligned}
\Delta h &= h' - h_i \\
\Delta h &= 49,10 - 49,81 \\
\Delta h &= 0,706 \text{ cm}
\end{aligned}$$

Untuk menaikkan laki-laki tersebut ke ketinggian h_i , dibutuhkan temperatur,

Tekanan dari piston tersebut dibuat konstan, maka

$$P = \text{konstan maka, } \frac{V}{T} = \frac{V'}{T_i}$$

$$\frac{V}{T} = \frac{V'}{T_i}$$

$$\frac{Ah_i}{T} = \frac{Ah'}{T_i}$$

$$\frac{h_i}{T} = \frac{h'}{T_i}$$

$$T = T_i \frac{h_i}{h'}$$

$$T = 293 \text{ K} \frac{49,81}{49,10}$$

$$T = 297 \text{ K}$$

$$T = 24^\circ\text{C}$$

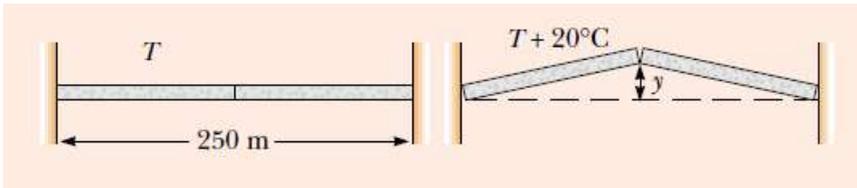
Soal 2 (serway hal 601 no 61):

Two concrete spans of a 250-m-long bridge are placed end to end so that no room is allowed for expansion (Fig. P19.61a). If a temperature increase of 20.0°C occurs, what is the height y to which the spans rise when they buckle (Fig. P19.61b)?

Jawaban :

Dengan menggunakan persamaan untuk pemuaian termal panjang, dimana koefisien muai panjang untuk besi atau baja adalah $\alpha = 12 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$

$$L = L_0 (1 + \Delta T)$$



Karena baja tersebut terbelah maka setengah dari keseluruhan panjangnya adalah 125 m

$$\begin{aligned}
 L &= 125 (1 + 12 \times 10^{-6} \cdot 20) \\
 &= 125 (1 + 2,4 \times 10^{-4}) \\
 &= 125 (1,00024) \\
 &= 125,03 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan pythagoras, kita dapat menentukan tinggi y:

Dimana L sebagai sisi miring dan L_0 sebagai sisi alas

$$\begin{aligned}
 (125,03)^2 &= (125)^2 + y^2 \\
 15632,5009 &= 15625 + y^2 \\
 y^2 &= 15632,5009 - 15625 \\
 y^2 &= 7,5009 \\
 y &= 2,74 \text{ m}
 \end{aligned}$$

M. PENULISAN DRAF PEMBELAJARAN BERBASIS INKUIRI SALAH SATU SUBPERMASALAHAN

TITIK DIDIH LARUTAN

TUJUAN

1. Mengetahui pengaruh konsentrasi larutan terhadap titik didih larutan tersebut
2. Memahami peristiwa mendidihnya air

Alat dan bahan

1. Set lengkap alat pemanas spiritus
2. Korek api
3. Aquades
4. garam

Cara kerja

1. Menyiapkan alat dan bahan
2. Mengambil 5 tabung reaksi dan mengisinya dengan 100 ml aquades
3. Menambahkan garam pada masing-masing tabung dimana tabung 1 diisi dengan 5 gr garam, tabung 2 diisi dengan 10 gr garam, tabung 3 diisi dengan 15 gr garam, tabung 4 diisi dengan 20 gr garam, tabung 5 diisi dengan 25 gr garam.
4. Mencatat lama waktu mendidih masing masing tabung.

Data pengamatan

No	Konsentrasi garam	Lama waktu
1	5	
2	10	
3	15	
4	20	
5	25	

Pembahasan

1. Bagaimana pengaruh konsentrasi larutan terhadap titik larutan tersebut
2. Bagaimana peristiwa titik didih tersebut terjadi

N. IDENTIFIKASI PENERAPAN KONTEKSTUAL KOMPLEKS SETIAP SUBPERMASALAHAN

1. Pressure Cooker atau panci presto merupakan salah satu penerapan kalor yang digunakan sehari-hari karena dengan memasak menggunakan alat tersebut di pegunungan menyebabkan makanan lebih cepat masak.
2. Pada lemari es terjadi proses pelepasan kalor, yaitu kalor yang ada di dalam ruangan lemari es diambil, kemudian melepaskannya di luar sehingga es menjadi turun.
3. Penyulingan air, dilakukan dengan memasukkan air yang akan disuling ke dalam labu didih dan dipanaskan.
4. Termos. Prinsip kerja termos adalah dengan mencegah terjadinya perpindahan kalor dari dalam ke luar atau sebaliknya sehingga suhu zat yang disimpan di dalamnya dapat bertahan lama.

HASIL UJI COBA LKM BERBASIS PBL PADA MATAKULIAH MATERI DAN PEMBELAJARAN FISIKA

Pada pembelajaran MPF semester ganjil 2019/2020 telah diujicobakan efektivitas LKM berbasis PBL. Hasil uji coba tersebut disajikan dalam tabel berikut.

Tes	N soal	Reliabilitas	Skor Rata-rata			
			Kelas AB	Kelas B	Kelas C	Kelas D
I	25	0.685	49.91	34.6	39.0	41.28
II	20	0.792	60.7	28.4	32.5	31.8

Tampak bahwa kelas AB (internasional) telah memperoleh hasil yang cukup baik, tetapi ketiga kelas yang lain (regular) belum mendapatkan hasil yang optimal. Dengan demikian pembelajaran matakuliah MPF dengan LKM berbasis PBL ini masih perlu disempurnakan di masa-masa mendatang.

REKOMENDASI

Hadirin yang saya hormati,

Pembelajaran MPF di semester mendatang perlu diintegrasikan dengan pendekatan STREAM dan Asesmen Formatif serta beberapa tugas individual maupun kelompok. Komponen-komponen STREAM dilakukan berikut. Science = judul-judul kegiatan metode ilmiah/praktikum yang mungkin dilakukan dengan menyebutkan variabel bebas dan terikatnya. Technology = mendeskripsikan sejumlah teknologi (perangkat keras dan atau lunak) yang menggunakan prinsip dan atau teori yang sedang dibahas. Religious = mencari sumber-sumber belajar dari kitab suci/hadist dan atau buku agama lainnya yang berkaitan. Engineering = sejumlah masalah relevan yang masing-masing memerlukan solusi berupa produk teknologi sehingga bisa dibuat dan diuji serta direvisi produk miniaturnya, dan dibuatkan poster dan laporan deskripsi produk. Art = masing-masing individu membuat Essay Kecil tetapi tajam tentang sesuatu hal yang diminati yang masih dalam lingkup makalah, dengan

bentuk bebas dan menarik untuk dilihat dan atau didengarkan, seperti narasi, puisi, poster, video, cerpen, novel, komik, atau bentuk seni lainnya. Mathematics = penggunaan persamaan maupun logika matematika dalam menyelesaikan permasalahan fisika.

Asesmen formatif bisa dilakukan di awal, tengah dan akhir pembelajaran. Di awal pembelajaran dilakukan asesmen formatif (1) mengklarifikasi niat belajar dan kriteria untuk sukses. Pada saat pembelajaran dilakukan asesmen formatif (2) rekayasa diskusi kelas yang efektif dan tugas-tugas pembelajaran lainnya yang menghasilkan bukti pemahaman siswa, dan atau (3) memberikan umpan balik yang menggerakkan peserta didik ke depan, dan atau (4) mengaktifkan siswa sebagai sumber materi satu sama lain. Pada akhir pembelajaran dilakukan asesmen formatif (3) memberikan umpan balik yang menggerakkan peserta didik ke depan, dan atau (4) mengaktifkan siswa sebagai sumber materi satu sama lain, dan atau (5) mengaktifkan siswa sebagai pemilik pembelajaran mereka sendiri.

Berikut tugas individual maupun kelompok yang bisa dilakukan untuk menyempurnakan pemahaman materi MPF. Laporan akhir individual dan kelompok LKM diunggah di SIPEJAR, dan juga di blog individu dan kelompok. Setiap kelompok diberi tugas membuat hand-out suatu pokok bahasan tertentu yang dapat diwujudkan menjadi buku ber-ISBN, dan sekaligus mengurus HAK CIPTA buku ber-ISBN tersebut. Buku ber-ISBN tersebut selanjutnya bisa dibuat 2 video, yakni video materi dan video simulasi pembelajaran berbasis inkuiri. Tugas individu yang berupa Essay Kecil juga bisa dijadikan buku ber-ISBN dan diurus HAK CIPTA-nya.

Hadirin yang saya hormati,

Mengakhiri pidato saya, perkenankanlah saya menyampaikan rasa syukur ke hadirat Allah SWT atas segala karunia, taufik dan hidayah Nya yang selalu dicurahkan kepada saya dan keluarga. Semoga saya dapat mengemban amanah ini sebaiknya-baiknya dan selalu diberikan perlindungan, kemudahan, dan keberkahan dalam melaksanakan tugas saya sebagai dosen di lembaga ini.

Pada kesempatan ini pula, saya menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Pemerintah Republik Indonesi melalui Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan yang telah memberikan kepercayaan kepada saya untuk memangku jabatan Guru Besar di Bidang Pendidikan Fisika di Jurusan Fisika FMIPA Universitas Negeri Malang.
2. Segenap pejabat Universitas Negeri Malang, yakni Ketua dan Anggota Senat dan Komisi Guru Besar, Rektor dan para Wakil Rektor, Dekan dan para Wakil Dekan FMIPA, dan Ketua dan Anggota Senat FMIPA, yang telah menghantarkan dan memberi kesempatan kepada saya untuk memperoleh kehormatan berdiri di mimbar ini.
3. Ketua Tim Penilai Jabatan Akademik Dosen FMIPA dan UM beserta anggota tim yang selalu memotivasi saya dan memberikan alternatif solusi kepada saya selama proses pengajuan usulan guru besar.
4. Ketua Jurusan Fisika/Koordinator Program Studi Pendidikan Fisika, Dr. Hari Wisodo, M.Si, Sekretaris Jurusan Fisika Dr.Sunaryono, M.Si, Kepala Laboratorium Fisika Dr. Eny Latifah, M.Si beserta rekan-rekan ibu bapak dosen dan tenaga kependidikan di Jurusan Fisika dan FMIPA Universitas Negeri Malang, baik bapak/ibu dosen yang masih aktif maupun yang sudah purna, yang selalu memberikan semangat baik akademik maupun non akademik kepada saya selama ini. Ucapan terima kasih secara khusus saya sampaikan untuk seluruh bapak-bapak dosen

Fisika yang sudah purna, yaitu Bapak Drs. Sumardji AK, M.Si, Drs. Mudji Hartono, Drs. Kadim Masjkur, M.Pd, Drs. Widjianto, M.Kom, Drs. Sutarman, M.Pd, Drs. Subani, Drs. Bambang TS, M.Pd, Drs. Eddy Supramono, M.Pd, Drs. Sumarjono, M.Pd., Drs. Sirwadji, Dr. Wartono, M.Pd, Drs. Dwi Haryono, M.Pd, Drs. Asim, M.Pd, dan Dr. Muhardjito, M.Si serta lainnya yang telah memberikan banyak hal kepada saya selama ini. Juga, ucapan terima kasih untuk Prof. Dr. Arif Hidayat, M.Si, Prof. Dr. Sutopo, M.Si, Prof. Dr. Markus Diantoro, M.Si, Prof Dr. Endang Purwaningsih, M.Si. Prof Dr. Lia Yuliati, M.Pd, Dr. Supriyono Koes Handayanto, M.A, M.Pd, Drs. Agus Suyudi, M.Pd., Dr. Edi Supriana, M.Si, Dr. Sentot Kusairi, M.Si, Nuril Munfaridah, M.Pd serta ibu bapak lainnya yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu. Terima kasih sudah menjadi rekan, saudara bahkan orang tua bagi saya.

5. Bapak Ibu di Satuan Penjaminan Mutu Internal dan Unit Penjaminan Mutu Pascasarjana Universitas Negeri Malang.
6. Para mahasiswa/alumni di Program Sarjana, Magister dan Doktor Pendidikan Fisika yang telah menjadi sumber inspirasi dan membantu saya dalam melaksanakan kegiatan tri dharma perguruan tinggi.
7. Bapak Ibu dosen dan tendik di seluruh unit Universitas Negeri Malang atas semua bantuannya selama ini.
8. Semua guru-guru saya di SD, MT's, SMA, Prodi S1 Pendidikan Fisika IKIP Malang, Podi S2 Fisika ITB, dan Prodi S3 Pendidikan Sains Unesa yang telah mendidik, membimbing, memberikan ilmu dan mengajari banyak hal kepada saya sehingga saya menjadi insan akademis seperti saat ini.

Ucapan rasa syukur dan terima kasih yang paling spesial saya haturkan untuk keluarga saya yang selalu ada di setiap saat dan selalu mendoakan saya, yaitu

8. Biyung dan Bapak tercinta, Biyung Tandur dan Bapak Warinah (alm) yang telah membesarkan dan mendidik saya dengan cinta dan kasih sayang yang tidak terbalaskan dengan apapun.
9. Ibu dan Bapak Mertua, Ibu Kasminah (alm) dan Bapak Abdul Djalil (alm) yang telah mendidik dan membesarkan putrinya yang kemudian menjadi istri saya.
10. Kakak dan Kakak Ipar, Adik dan Adik Ipar, serta para keponakan dan cucu di keluarga besar Bapak Warinah dan Bapak Abdul Djalil yang selalu memberikan motivasi kepada saya untuk menjadi pribadi yang lebih baik.
11. Ucapan terima kasih yang sangat khusus saya berikan kepada istri tercinta Sri Nuryani dan anak-anak tersayang Vika Fitratunnany Insanittaqwa, Adeliza Firzarosany Insanitaqwa, dan Aleyda Zahratunany Insanitaqwa. Rasa syukur saya tak terhingga karena kalian semua adalah inspirasi keikhlasan dalam menjalani kehidupan ini.

Saya tidak pernah mampu membalas semua jasa dan budi baik itu. Karena itu, saya berdoa semoga Allah SWT melimpahkan naungan rahmat, fadhool, anugerah, dan kemuliaan untuk semua jasa dan budi baik para guru saya, sahabat-sahabat saya, orang-orang terdekat saya: istri, anak-anak, biyung dan bapak, ibu dan bapak mertua, kakak dan kakak ipar, adik dan adik ipar, para keponakan dan cucu di keluarga besar Bapak Warinah dan Bapak Abdul Djalil.

Aamiin yaa ALLAH yaa rabbal 'aalamiin.

Billahi taufik wal hidayah.

Wassalaamu 'alaykum warahmatullahi wabarakaatuh.

Daftar Rujukan

- [1] Permendiknas (Peraturan Menteri Pendidikan Nasional) (Lampiran) Nomor 16 Tahun 2007 Tanggal 4 Mei 2007 *Standar Kualifikasi Akademik Dan Kompetensi*
- [2] AAPT. 2009. *The Role, Education, and Qualifications and Professionals Development of Secondary School Physics Teacher*, College Park, MD: American Association of Physics Teachers
- [3] UM (Universitas Negeri Malang). 2018. *Katalog FMIPA UM: Jurusan Fisika* (edisi 2018). Malang: FMIPA
- [4] Arend, R. L. 2011. *Learning to Teach* (Edisi Kesembilan). New York: McGraw Hill
- [5] Harmon, A. D & Jones, T. S. (2005). *Elementary education: A reference handbook*. California: ABC-CLIO, inc
- [6] Rosengrant, D., Van Heuvelen, A., & Etnika, E. 2009. Do students use and understand free-body diagrams?. *Physical Review Special Topic-Physics Educations Research*, 5, 010108, 1-13,
- [7] Amiripour, Parvaneh, Somayeh Amir-Mofidi, and Ahmad Shahvarani. 2012. "Scaffolding as Effective Method for Mathematical Learning." *Indian Journal of Science and Technology*
- [8] An, Yun-Jo, and Li Cao. 2014. "Examining the Effects of Metacognitive Scaffolding on Students' Design Problem Solving and Metacognitive Skills in an Online Environment." *Journal of Online Learning & Teaching*
- [9] Kaymakci S 2012 A Review of Studies on Worksheets in Turkey US-China Education Review, ISSN 1548-6613 57-64.
- [10] David H. Jonassen, Woei Hung. 2008. All Problems are Not Equal: Implications or Problem-Based Learning. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*. Volume 2. Issue 2. Article 4. 6-28.
- [11] Marhamah. 2015. Pengembangan Pembelajaran Lingkungan Hidup Model *Problem Based Learning* dipadu *Group Investigation* Melalui *Lesson Study* untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis,

- Hasil Belajar Kognitif, dan Sikap Terhadap Lingkungan pada Mahasiswa STKIP Hamzanwadi Selong. *Disertasi tidak dipublikasikan*. Universitas Negeri Malang.
- [12] Waldrip, B., Prain, V., and Carolan, J. 2006. Learning Junior Secondary Science through Multi-Modal Representations. *Electronic Journal of Science Education*, 11 (1): 88-107
- [13] Scherr R.E. & Stetzer M. R. 2016. Editorial: Focused Collection: Preparing and Supporting University Physics Educators. *Physical Review Special Topic Physics Education Research*. 12 (1) : 1-3
- [14] Ainsworth, S.E. 2008. The educational value of multiple representations when learning complex scientific concepts. [Online] Tersedia: http://www.psychology.nottingham.ac.uk/staff/sea/Ainsworth_Gilbert.pdf
- [15] Kohl, P., Rosengrant, D. and Finkelstein, N. 2006. Comparing Explicit and Implicit Teaching of Multiple Representation Use in Physics Problem Solving. *Physics Education Research Conference*. American Institute of Physics
- [16] Knight, R.D. 2017. *Physics for Scientists and Engineers: A Strategic Approach with Modern Physics*. Fourth Edition. Pearson *Guru*
- [17] Pea, Roy D. 2004. "The Social and Technological Dimensions of Scaffolding and Related Theoretical Concepts for Learning, Education, and Human Activity." In *Journal of the Learning Sciences*
- [18] Asri, Moh, Muslimin Muslimin, and Jusman Mansyur. 2018. "Pengaruh Strategi Scaffolding Dalam Penyajian Contoh Problem Solving Terhadap Hasil Belajar Fisika Siswa Kelas VIII SMP Negeri 1 Sindue Tombusabora." *JPFT (Jurnal Pendidikan Fisika Tadulako Online)*
- [19] Kim, Minchi C., and Michael J. Hannafin. 2011. "Scaffolding Problem Solving in Technology-Enhanced Learning Environments (TELEs): Bridging Research and Theory with Practice." *Computers and Education*

- [20] Lie, A. 2010. Mempraktikkan Cooperatif Learning di Ruang-ruang Kelas. Jakarta: PT. Grasindo.
- [21] Suprijono, A. 2009. Cooperative Learning (Teori dan Aplikasi PAIKEM). Yogyakarta: PustakaPelajar.

CURRICULUM VITAE

1. Identitas

1	Nama Lengkap (dengan gelar)	Prof. Dr. Parno, M.Si
2	Jenis Kelamin	Laki-laki
3	Jabatan Fungsional	Guru Besar
4	Pangkat/Golongan	Pembina Utama Muda / IV-c
5	NIP/NIK/No. Identitas lainnya	19650118 199001 1 001
6	NIDN	0018016505
7	Nomor Sertifikat Pendidik	091103302324
8	Tempat dan Tanggal Lahir	Nganjuk, 18 Januari 1965
9	E-mail	parno.fmipa@um.ac.id ;
10	Nomor Telepon/HP	08 11 36 22 35
11	Alamat Kantor	Jl. Semarang 5 Malang
12	Nomor Telepon/Fax	0341 552125
13	Lulusan yang telah dihasilkan	S-1 = 27 orang; S-2 = 22 orang; S-3 = 0 orang
14	Author ID Google Scholar	1uGIBOYAAAAJ
15	Author ID Scopus	57202361441
16	Author ID Sinta	5999848
17	Author ID Orcid	https://orcid.org/0000-0002-1363-0453
18	NPWP	59.887.940.1-657.000
19	NIK	3507221801650001

2. Riwayat Pendidikan

	S1	S2	S3
Nama Perguruan Tinggi	IKIP Malang	ITB	Unesa

Bidang Ilmu	Pendidikan Fisika	Fisika	Pendidikan Sains (konsentrasi Pendidikan Fisika)
Tahun Masuk-Lulus	1984-1989	1992-1994	2009-2013
Judul Skripsi/Tesis/Disertasi	Hubungan antara sikap dan motivasi	Piezoelektrik sebagai transduser	Pengaruh Pembelajaran diagram benda terisolasi terhadap Pemahaman Fisika dan Kemampuan Berpikir
Nama Pembimbing/Promotor	Ir. Soemarno, Drs. Kadim Masjukur, M.Pd	Prof. Dr. Waloeoyo Loekmanto	Prof. Dr. Budi Jadmiko, M.Pd ; Prof. Soeparman Kardi, M.Sc., Ph.D

3. Riwayat Jabatan

1. Sekretaris Jurusan Fisika FMIPA UM periode 1: 2002 s.d 2005
2. Sekretaris Jurusan Fisika FMIPA UM periode 2: 2005 s.d 2009
3. Person In Charge Pendidikan Profesi Guru (PPG) Pendidikan Fisika 2014, 2015, dan 2016
4. Koordinator Program Studi Pendidikan Fisika FMIPA UM periode 2015 s.d 2018
5. Anggota Satuan Pengawasan Internal (SPI) UM 2019 sd 2022
6. Internal Auditor QMS ISO 9001:2015 FMIPA UM 2019 sd Sekarang
7. Ketua Unit Penjamin Mutu (UPM) Pascasarjana UM 2019 sd 2022
8. Ketua Ikatan Keluarga Alumni (IKA) FMIPA 2018 sd 2019

4. Pengalaman Penelitian (3 tahun terakhir)

1. Parno, Lia Yuliati, Nuril Munfaridah. Pengembangan Model Pembelajaran Berbasis *Science, Technology, Engineering, Mathematics* (STEM) Untuk Membangun Literasi Sains Dan Kemampuan Pemecahan Masalah Fisika Pada Siswa SMA. 2019 (tahun ketiga DRPM)
2. Parno, Lia Yuliati, Edi Supriana, Ahmad Taufiq, Marlina binti Ali (UTM), Anula Ning Widarti, Umi Azizah. Membangun Berpikir Kritis dan Berpikir Kreatif Siswa SMA melalui Pembelajaran Siklus Belajar 7E Terintegrasi *Science, Technology, Engineering, Mathematics* (STEM). 2019. (PNBP UM)
3. Edi Supriana, Parno, Agus Suyudi, Muhammad Abd. Hadi Bin Bunyamin (UTM), Alifa Nurul Afida, Arifa Ni'Matul Fitri. Pengembangan Media Pembelajaran Tepat Guna dalam Menunjang Pembelajaran Fisika Berbasis Inkuiri untuk Kompetensi Kinematika Di SMA Laboratorium. 2019. (PNBP UM)
4. Parno, Jamiatul Mufidah. Model Mental Dan Penguasaan Konsep Siswa Dengan Argument Driven Inquiry (ADI) Berbasis Fenomena Disertai Penilaian Formatif Pada Materi Hukum Newton. 2020. (Penelitian Tesis Magister DRPM)
5. Parno, Gilang Adi Permana. Inquiry Based Learning terintegrasi STEM disertai formative assessment untuk meningkatkan penguasaan konsep dan berpikir kreatif siswa. 2020. (Penelitian Tesis Magister DRPM)
6. Parno, Estianinur. Penerapan Experiential Learning Terintegrasi STEM Disertai Penilaian Formatif Terhadap Penguasaan Konsep dan Kemampuan Pemecahan Masalah Materi Fluida Statis. 2020. (Penelitian Tesis Magister DRPM)
7. Parno, Kinanthi Ayu Widuri. Implementasi Experiential Learning Terintegrasi Stem Disertai Penilaian Formatif Pada Materi Fluida Dinamis Terhadap Penguasaan Konsep Dan Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa. 2020. (Penelitian Tesis Magister DRPM)

8. Parno, Eny Latifah, Estianinur. Peningkatan Penguasaan Konsep Materi Fluida Statis Menggunakan Model *Experiential Learning* Terintegrasi STEM. 2020. (Penelitian Tesis Magister PNBPN)
9. Parno, Markus Diantoro, Jamiatul Mufidah. Model Mental Siswa Dengan *Argument Driven Inquiry* (ADI) Berbasis Fenomena Disertai Penilaian Formatif Pada Materi Hukum Newton. 2020. (Penelitian Tesis Magister PNBPN)
10. Parno, Sugiyanto, Putri Ratna Sari. Pengembangan Bahan Ajar Ipa Berbasis PjBL-Stem Pada Topik Menganalisis Cahaya Dan Optik Sebagai Peluang Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Peserta Didik. 2020. (Penelitian Skripsi Sarjana PNBPN)
11. Parno, M. Fajar Marsuki, Zaro'ul Mufida. Pengembangan Bahan Ajar Ipa Dengan Model *Inquiry Based Learning* Terintegrasi *Augmented Reality* Pada Topik Unsur, Senyawa, Dan Campuran Untuk Mengembangkan Berpikir Kritis Siswa SMP Kelas VII. 2020. (Penelitian Skripsi Sarjana PNBPN)
12. Parno, Yessi Affriyenny, Alifia Asterina Putri. Pengembangan Bahan Ajar IPA Berbasis Pbl Terintegrasi STEM Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Pada Materi Gerak Lurus. 2020. (Penelitian Skripsi Sarjana PNBPN)
13. Parno, Sentot Kusairi, Choirun Nisah Alfiyah. Efektivitas UKBM Berbasis PjBL-STEM Melalui Project Based Learning Terintegrasi STEM Disertai Asesmen Formatif Dalam Meningkatkan Literasi Sains Siswa Sma Pada Materi Alat Optik. 2020. (Penelitian Skripsi Sarjana PNBPN)
14. Parno, Sentot Kusairi, Dini Mahirotul Aulia. Efektivitas E-Modul Berbasis TPACK STEM Melalui Problem Based Learning Terintegrasi STEM Disertai Asesmen Formatif Dalam Meningkatkan Literasi Sains Siswa Sma Pada Materi Alat Optik. 2020. (Penelitian Skripsi Sarjana PNBPN)
15. Parno, Edi Supriana, Arif Hidayat, Nugroho Adi Pramono, Syukriyatul Fauziyah, Rini Tri Anggraini, Marlina Ali. Membangun Kemampuan Pemecahan Masalah Dan Berpikir Kritis Siswa SMA Melalui Pembelajaran PBL Terintegrasi STEM Berbantuan Media Simulasi Virtual. 2020. (Penelitian KBK PNBPN)

16. Parno, Edi Supriana, Arif Hidayat, Lia Yuliati. Membangun Kemampuan Kreativitas Dan Pemecahan Masalah Siswa Melalui Project-Based Learning Terintegrasi STEM Dengan Penilaian Formatif Pada Topik Termodinamika. 2021. (Penelitian KBK PNBPNB)
17. Parno, Sunaryono, Tomy Suganda. Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Melalui Model Argument Driven Inquiry (ADI) Disertai Stem. 2021. (Penelitian Tesis Magister PNBPNB)
18. Parno, Lia Yuliati, Nadya Dewi Arofah Mochsif. Pengaruh Model *Argument-Driven Inquiry* (ADI)-Stem Disertai Asesmen Formatif Terhadap Peningkatan Keterampilan Penalaran Ilmiah Siswa. 2021. (Penelitian Tesis Magister PNBPNB)
19. Muhammad Reyza Arief Taqwa, Parno, Endang Purwaningsih, Agus Suyudi, Icing Syarbila, Agustin Kholifatul Umroh. Studi Kuantitatif Dan Kualitatif Kemampuan Pemecahan Masalah & Bepikir Kritis Melalui Implementasi PBL-STEM Dengan Scaffolding Gabungan (Konseptual & Prosedural) Pada Topik Mekanika Newtonan. 2021. (Penelitian KBK PNBPNB)
20. Lia Yuliati, Parno, Fitroh Fu'adah. Perubahan Konseptual Dan Kemampuan Penalaran Ilmiah Dalam Pembelajaran Jarak Jauh Berbasis Masalah Berbantuan Edmodo Pada Materi Gelombang Mekanik. 2021. (Penelitian Tesis Magister PNBPNB)

5. Publikasi Artikel Ilmiah dalam Jurnal/Prosiding (3 tahun terakhir)

1. Parno*, Lia Yuliati, Binti Qurrotu A'yunin Ni'mah. 2018. The Influence of PBL-STEM on Students' Problem Solving Skills in The Topic of Optical Instruments. (Journal of Physics: Conference Series, Volume 1171, conference 1) 10 March 2019
2. Parno, Fathurrahman, Asim, P. Suwasono, M. Ali. The Influence of Problem Based Learning on Critical Thinking Skill for Students in The Topic Optical Instrument. Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia. Di Jurusan Fisika FMIPA Universitas Negeri Semarang (UNNES). Volume 15, Nomor 1, Januari 2019, hal: 39-45
3. Mimi Rohazal Yaumi, Sutopo, Parno. Pembelajaran Fisika Menggunakan Pemodelan Untuk Meningkatkan Pemahaman

- Konsep Pada Materi Hukum Newton Gravitasi Dan Hukum Kepler. *Edu Sains: Jurnal Pendidikan Sains dan Matematika*. IAIN Palangkaraya. *Vol.7 No.1; 2019, 21-27*
4. Umi Azizah, Parno Parno, Edi Supriana. Identifikasi Penguasaan Konsep Fisika Siswa SMA Kelas XI dan XII pada Materi Suhu dan Kalor. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian dan Pengembangan*. Pascasarjana Universitas Negeri Malang (UM). Vol 4 No 4, April 2019 hal. 484 - 490
 5. Aulia Siska Yuliana, Parno Parno, Ahmad Taufiq. Analisis Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa Berdasarkan Rubrik yang Dikembangkan Docktor pada Materi Suhu dan Kalor. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian dan Pengembangan*. Pascasarjana Universitas Negeri Malang (UM). Vol 4 No 4, April 2019 hal. 524 - 530
 6. Mutiara Meidayanti, Parno Parno, Arif Hidayat. Analisis Efikasi Diri Siswa pada Pembelajaran Sains Berdasarkan Kuesioner yang Dikembangkan Lin dan Tsai. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian dan Pengembangan*. Pascasarjana Universitas Negeri Malang (UM). Vol 4 No 5, Mei 2019 hal. 556 - 561
 7. Sumardiana Sumardiana, Arif Hidayat, Parno Parno. Kemampuan Berpikir Kritis pada Model Project Based Learning (PjBL) disertai STEM Siswa SMA pada Suhu dan Kalor. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian dan Pengembangan*. Pascasarjana Universitas Negeri Malang (UM). Vol 4 No 7, Juli 2019 hal. 874—879
 8. Sentot Kusairi, Lelitha Noviandari, Parno, Hastiningtyas Yuli Pratiwi. 2019. Analysis of Students' Understanding of Motion in Straight Line Concepts: Modeling Instruction with Formative E-Assessment. *International Journal of Instruction*. Vol 12 Nomor 4 October 2019 pp: 353-364.
 9. Parno, Edi Supriana, Lia Yuliati, Anula Ning Widarti, Marlina Ali, Umi Azizah. The Influence of STEM Based 7E Learning Cycle on Student Critical and Creative Thinking Skills in Physics. *International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE)*. ISSN (on line): 2277-3878, Volume-8 Issue-2S9, September 2019 pp: 761-769.

10. Firdausi Firdausi, Lia Yuliati, Parno Parno. Students' Conceptual Errors On Hydrostatics Pressure And Bouyancy Theory. *Jurnal Pendidikan Sains*. PPs UM. Vol. 1, No. 1, Maret 2019, 29-34
11. Rian Priyadi, Markus Diantoro, Parno, and Helmi. An Exploration of Students' Mental Models on Heat and Temperature: A Preliminary Study. *Jurnal Penelitian Fisika dan Aplikasinya (JPFA)* Volume 09, Issue 02, December 2019 pp. 114-122.
12. Rian Priyadi, Markus Diantoro, Parno Parno. 2019. The Development of Mental Models Test On Heat And Temperature. *Edusains*. UNJ. Vol. 11, No. 2, Desember 2019. 156-162.
13. Rian Priyadi, Markus Diantoro, Parno Parno. Student's Scientific Argumentation Skills on Heat and Temperature. *Pancaran Pendidikan, FKIP Universitas Jember* Vol. 7, No. 4, Page 65-72, Nopember, 2018.
14. Nora Indrasari, Parno, Arief Hidayat, Herlina Wahyuni, and Endang Purwaningsih. Designing and Implementing - STEM based Teaching Materials of Static Fluid to Increase Scientific Literacy Skills. *American Institute of Physics Conference Proceedings (AIP Conf. Proc)* 2215, 050006-1–050006-8
15. Aulia Siska Yuliana, Parno, and Ahmad Taufiq. Application of Teaching Materials Based on 7E-STEM Learning Cycle to Improve Student's Problem Solving Skills. *American Institute of Physics Conference Proceedings (AIP Conf. Proc)* 2215, 050014-1–050014-7
16. Umi Azizah, Parno, and Edi Supriana. Effect of STEM-based 7E Cycle learning on Concepts acquisition and Creative Thinking on Temperature and Heat. *American Institute of Physics Conference Proceedings (AIP Conf. Proc)* 2215, 050001-1–050001-7
17. Rian Priyadi, Markus Diantoro, Parno, and M. Reyza Arief Taqwa. Using argument-driven inquiry learning to improve students' mental models. *American Institute of Physics Conference Proceedings (AIP Conf. Proc)* 2215, 050011-1–050011-6

18. Firmanilah Kamil, Parno Parno, Arif Hidayat. The Relationship of Students' Conceptual Mastery and Problem Solving on Rigid Body. *Jurnal Pendidikan Sains*. PPs UM. Vol. 1, No. 2, Juni 2019, 35-42 *e-ISSN*: 2442-3904, *p-ISSN*: 2338-9117
19. Parno, L Yuliati, N Munfaridah, M Ali, N Indrasari, and F U N Rosyidah. The impact of STEM-based guided inquiry learning on students' scientific literacy in the topic of fluid statics. doi: 10.1088/1742-6596/1481/1/012104
20. Anggreni Indika Seprapti, Nizami, Arinal Haqqo, Ana Lailaul Fitriyah, Sentot Kusairi, Parno. Pemahaman Konsep Dan Kesulitan Belajar Mahasiswa: Studi Lintas Semester Pada Materi Usaha Energi. *PLPB : Pendidikan Lingkungan dan Pembangunan Berkelanjutan*. Vol XXI No 1. Maret 2020.
21. Parno, L Yuliati, N Munfaridah, M Ali, F U N Rosyidah and N Indrasari. The effect of project based learning-STEM on problem solving skills for students in the topic of electromagnetic induction.
22. Parno, L Yuliati, I P Ndadari and M Ali. Project Based Learning Integrated STEM to Increase The Scientific Literacy in The Topic of Fluid Statics.
23. Abdul Hamid Hasbullah, Parno Parno, Sunaryono Sunaryono. Efikasi Diri Siswa Dalam Pembelajaran Proyek Berbasis STEM pada Materi Termodinamika. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian dan Pengembangan*. Pascasarjana Universitas Negeri Malang (UM). Vol 5 No 3, Maret 2020 hal. 421—426
24. Firda Ulya Nur Rosyidah, Parno Parno, Siti Zulaikah Senter Faraday sebagai Proyek Inovasi dalam Pembelajaran Elektromagnetik Project Based Learning berbasis Science, Technology, Engineering, and Mathematic. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian dan Pengembangan*. Pascasarjana Universitas Negeri Malang (UM). Vol 5 No 4, April 2020 hal. 565—571
25. Parno, L. Yuliati, F.M. Hermanto, M. Ali. A Case Study on Comparison of High School Students' Scientific Literacy Competencies Domain in Physics with Different Methods: PBL-STEM Eduacation, PBL, annd Conventional Learning. *Jurnal*

- Pendidian IPA Indonesia (Indonesian Journal of Science Education). Prodi IPA UNNES. Vol 9 No 2, June 2020 hal 159-168
26. Khusnul Khotimah, Edi Supriana, Parno Parno. Pengaruh Inkuiri Terbimbing Berbasis Science, Technology, Engineering, Math (STEM) terhadap Penguasaan Konsep Siswa SMA pada Materi Fluida Statis. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian dan Pengembangan*. Pascasarjana Universitas Negeri Malang (UM). Vol 5 No 7, Juli 2020 hal. 896—901
 27. Estianinur, Parno, Eny Latifah. Identifikasi Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa Materi Fluida Statis. *BRILIANT: Jurnal Riset dan Konseptual* Volume 5 Nomor 3, Agustus 2020. 477-487
 28. Parno Parno, Lia Yuliati, Edi Supriana, Ahmad Taufiq, Marlina Binti Ali, Anula Ning Widarti, Umi Azizah. 30 Juli 2020. The Influence of STEM-Integrated 7E Learning Cycle on Students' Creative Thinking Skills in The Topic of Temperature and Heat. Research Article in Proceedings of the 7th Mathematics, Science, and Computer Science Education International Seminar, MSCEIS 2019, 12 October 2019, Bandung, West Java, Indonesia. Publisher EAI (European Alliance for Innovation) ISBN 978-1-63190-256-7 ISSN 2593-7642
 29. Jamiatul Mufidah, Parno, Markus Diantoro. Penguasaan Konsep Siswa dalam *Argument Driven Inquiry* Berbasis Fenomena Disertai Penilaian Formatif. *BRILIANT: Jurnal Riset dan Konseptual* Volume 5 Nomor 4, Nopember 2020. 749-761.
 30. Choirun Nisah Alifiyah, Parno, Sentot Kusairi. Efektivitas Penggunaan UKBM Terhadap Literasi Sains Materi Alat Optik Dalam Model PjB-STEM Dengan Asesmen Formatif Pada Siswa Kelas XI MIA SMA Negeri 9 Malang. *BRILIANT: Jurnal Riset dan Konseptual* Volume 5 Nomor 4, Nopember 2020. 679-686. E-ISSN: 2541-4224, P-ISSN: 2541-4216.
 31. Tomy Suganda, Sentot Kusairi, Nur Azizah, Parno. Correlation of Isomorphic, Open-Ended, and Conventional Score on the Ability to Solve Kinematics Graph Questions. *JPPPF (Jurnal*

- Penelitian dan Pengembangan Pendidikan Fisika). Volume 6 Issue 2, December 2020.
32. A H Nuryanto^{1*}, Parno², dan Wartono. Pengaruh Strategi *Think Pair Share* pada Pembelajaran *Guided Inquiry* terhadap Kemampuan Berpikir Kritis. JRPF (Jurnal Riset Pendidikan Fisika), Vol. 5, No. 2, 2020, Hal. 76–82. Prodi Pendidikan Fisika FMIPA UM. ISSN: 2548-7183.
 33. S D Lukitawanti*, Parno, dan S Kusairi. Pengaruh PjBL-STEM Disertai Asesmen Formatif terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah pada Materi Elastisitas dan Hukum Hooke. JRPF (Jurnal Riset Pendidikan Fisika), Vol. 5, No. 2, 2020, Hal. 83–91.
 34. Alif Darmawan, Berlian Neno Asa, Fatah Kurniawan, Rania Nukhba, Ulul Albab, Parno. Pengembangan Instrumen Tes Pemecahan Masalah Bagi Mahasiswa Jurusan Fisika Pada Materi Dinamika Partikel. Jurnal Pendidikan Fisika dan Keilmuan (JPFK), Vol. 6, No. 1, 2020, Hal. 55–64.
 35. R Alfiana, Parno and C I Yoghathi. Development of ILAU based on PBL-STEM model with formative assessment as an opportunity to improve problem solving skills in heat and temperature topics. doi:10.1088/1742-6596/1747/1/012005 doi journal: 10.1088/issn.1742-6596 (Journal of Physics: Conference Series, Volume 1747 (2021) 012005 18 February 2021
 36. Parno, G A Permana, A Hidayat and M Ali. Improving Students Understanding on Fluid Dynamics through IBL-STEM Model with Formative Assessment. doi:10.1088/1742-6596/1747/1/012008 doi journal: 10.1088/issn.1742-6596 (Journal of Physics: Conference Series, Volume 1747 (2021) 012008 18 February 2021
 37. Estianinur, Parno, Eny Latifah and Marlina Ali. Exploration of students' conceptual understanding in static fluid through experiential learning integrated STEM with formative assessment. American Institute of Physics Conference Proceedings (AIP Conf. Proc) 2330, 050010 (2021)
 38. Gilang Adi Permana, Parno, Arif Hidayat and Marlina Ali. Improving creative thinking skill of fluid dynamic through IBL-

- STEM with formative assessment. American Institute of Physics Conference Proceedings (AIP Conf. Proc) 2330, 050016 (2021)
39. Parno, Jamiatul Mufidah, Markus Diantoro and Marlina Ali. Building conceptual understanding of students on laws of Newton through argument-driven inquiry. American Institute of Physics Conference Proceedings (AIP Conf. Proc) 2330, 050021 (2021)
 40. Parno, N Mufti, K A Widuri and M Ali. The effectiveness of experiential learning –STEM model with formative assessment in building students' mastery on fluid dynamics. doi journal: 10.1088/issn.1742-6596 (Journal of Physics: Conference Series, Volume 1816 (2021) 012051 8 Maret 2021)
 41. Parno, R T Anggraini, A Hidayat, S Fauziyah, N A Pramono, E Supriana and M Ali. The Building of Students' Problem Solving Skills through STEM Approach with Virtual Simulation Media. Doi journal: 10.1088/issn.1742-6596 (Journal of Physics: Conference Series, Volume 1842 (2021) 012073)
 42. Parno, Estianinur, and Eny Latifah. The increase of problem solving skills of students through STEM integrated experiential learning with formative assessment. American Institute of Physics Conference Proceedings (AIP Conf. Proc) 2331, 030021 (2021)
 43. Parno, S Zulaikah, F U N Rosyidah and M Ali. Faraday flashlight project-based STEM to enhance problem-solving skill of students. Doi journal: 10.1088/issn.1742-6596 (Journal of Physics: Conference Series, Volume 1806 (2021) 012029)
 44. Zaroul Mufida, Parno Parno, Muhammad Fajar Marsuki. Development of Science Teaching Materials Using Inquiry Based Learning Model Enhanced Augmented Reality On Elements, Compounds, And Mixtures Topics To Develop Critical Thinking Skills Of Class Vii Smp Students. Jurnal Pembelajaran Sains (JPS), Vol. 5, No. 1, 2021, Hal. 7–11.
 45. Putri Ratna Sari, Parno Parno, Sugiyanto Sugiyanto. The Development of Scientific Teaching Materials Based On STEM-PjBL As A Chance To Improve Student's Creative Thinking

- Ability On The Topic Of Analyzing Of Light And Optics. *Jurnal Pembelajaran Sains (JPS)*, Vol. 5, No. 1, 2021, Hal. 12–17.
46. Parno, J Mufidah and M Diantoro. Comparison of building understanding of students on newton’s laws with phenomenon-based ADI with assessment formative and ADI models. Doi journal: 10.1088/issn.1742-6596 (*Journal of Physics: Conference Series*, Volume 1876 (2021) 012032
 47. Parno, ESupriana, A N Widarti and M Ali. The effectiveness of STEM Approach on students’ critical thinking ability in the topic of fluid statics. Doi journal: 10.1088/issn.1742-6596 (*Journal of Physics: Conference Series*, Volume 1882 (2021) 012150
 48. Parno, S Fauziyah, N A Pramono, R T Anggraini, A Hidayat, E Supriana and M Ali. The increase of students’ critical thinking abilities on optical instrument topic through pbl-stem with virtual simulation media. (*Journal of Physics: Conference Series*, Volume 1918 (2021) 052067

6. Pengabdian Kepada Masyarakat (3 tahun terakhir)

1. Parno, “Pengembangan Soal HOTS, RPP, dan Lesson Study” di SMAK Santa Maria Malang Jawa Timur pada 8 dan 15 Maret 2019. SMAK Santa Maria Malang
2. Parno, “Workshop Pengembangan Pembelajaran Berbasis Lesson Study guru SMPN 2 dan SMPT 1 Malang” di SMPN 2 Malang Jawa Timur pada 25 Juni 2019. SMPN 2 Malang
3. Parno, Endang Purwaningsih, Bakhrul Rizky Kurniawan, Sulur. Klinik Penulisan Karya Ilmiah dalam Bidang pendidikan Fisika SMA. Kerjasama dengan guru MGMP Fisika SMA se-kabupaten Lumajang; pada 27 Juli 2019. PNBP-FMIPA
4. Parno, “BIMTEK dengan tema “Penguasaan Kompetensi profesional Guru IPA” di SMPN 2 Malang Jawa Timur pada 30 Oktober dan 6 Nopember 2019. SMPN 2 Malang
5. Parno, Swasono Rahardjo. FGD Persiapan Visitasi Akreditasi Tadris Fisika Daring (On Ilne) Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan (FTIK) IAIN Tulungagung, 22 Juni 2020. Tadris

Fisika Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan (FTIK) IAIN
Tulungagung

6. Parno, “Workshop Pengembangan Pembelajaran Berbasis PjBL-STEM” di SMPN 2 Malang Jawa Timur pada 3-5 Oktober 2020. SMPN 2 Malang
7. Parno, Edi Supriana, Arif Hidayat, Syukriyatul Fauziyah, Rini Tri Anggraini. Pelatihan Pengembangan Media Untuk Pembelajaran Ipa Berbasis Inkuiri Dalam Menunjang Karya Inovatif Guru IPA SMPN 2 Malang. 2021. (Pengabdian Program Kemitraan Masyarakat (PKM) PNBP)

7. Karya Buku

No	Tahun	Judul Buku	Jumlah Halaman	Penerbit
1	2019	Parno, Lia Yuliati, Nuril Munfaridah, Yessi Affriyenni. Model Pembelajaran Berbasis STEM Untuk Pembelajaran Fisika	144	Penerbit dan percetakan Universitas Negeri Malang
2	2019	Parno, Lia Yuliati, Edi Supriana, Ahmad Taufiq, Umi Azizah, Anula Ning Widarti. Membangun Berpikir Kritis dan Berpikir Kreatif Siswa Melalui Siklus Belajar 7E Terintegrasi STEM	75	Penerbit dan percetakan Universitas Negeri Malang

8. Perolehan HKI

No	Tahun	Judul/Tema HKI	Jenis	Nomor Pendaftaran/Sertifikat
1	16 Agustus 2019	Parno, Lia Yulianti, Nuril Munfaridah, Yessi Affriyenni. Model Pembelajaran Berbasis STEM Untuk Pembelajaran Fisika	Hak Cipta "Buku"	EC00201950927 / 000150524 Tgl/Tempat diumumkan pertama: 12 Agustus 2019 di Malang
2	12 September 2019	Aulia Siska Yuliana, Parno, Ahmad Tufiq. Buku Panduan Guru Fisika Suhu Dan Kalor: Siklus Belajar 7E Terintegrasi STEM	Hak Cipta "Buku"	EC00201970899 / 000154118 Tgl/Tempat diumumkan pertama: 14 Mei 2019 di Malang
3	12 September 2019	Aulia Siska Yuliana, Parno, Ahmad Tufiq. Fisika Suhu Dan Kalor: Siklus Belajar 7E Terintegrasi STEM	Hak Cipta "Buku"	EC00201970902 / 000154121 Tgl/Tempat diumumkan pertama: 14 Mei 2019 di Malang
4	Juli 2019	Parno, Lia Yulianti, Nuril Munfaridah, Yessi Affriyenni. Model Pembelajaran Berbasis STEM Untuk Pembelajaran Fisika	ISBN	978-602-470-135-2
https://isbn.perpusnas.go.id/Account/SearchBuku?searchCat=ISBN&searchTxt=978-602-470-135-2				

5	Juni 2019	Parno, Lia Yuliati, Edi Supriana, Ahmad Taufiq, Umi Azizah, Anula Ning Widarti. Membangun Berpikir Kritis dan Berpikir Kreatif Siswa Melalui Siklus Belajar 7E Terintegrasi STEM	ISBN	978-602-470-159-8
https://isbn.perpusnas.go.id/Account/SearchBuku?searchCat=ISBN&searchTxt=978-602-470-159-8				
6	27 Februari 2020	Parno, Lia Yuliati, Edi Supriana, Ahmad Taufiq, Umi Azizah, Anula Ning Widarti. Siklus Belajar 7E Terintegrasi STEM untuk Berpikir Kritis dan Berpikir Kreatif	Hak Cipta “KARYA TULIS”	EC00202007905 / 000181155 Tgl/Tempat diumumkan pertama: 15 Nopember 2019 di Malang
7	6 April 2020	Hajar Ishfahani Budiarto, Parno, Endang Purwaningsih, Sugiyanto. Unit Kegiatan Belajar Mandiri (UKBM) Berbasis PjBL-STEM Pada Pokok Bahasan Alat Optik Untuk Literasi Sains	Hak Cipta “KARYA TULIS”	EC00202012056 / 000184611 Tgl/Tempat diumumkan pertama: 16 Juli 2019 di Malang

8	22 April 2020	Lutviah Dwi Nurfadhilah, Parno, Sugiyanto. Bahan Ajar IPA Berbasis PjBL-STEM Pada Tekanan Zat Dan Penerapannya Untuk Kemampuan Pemecahan Masalah.	Hak Cipta “KARYA TULIS”	EC00202013333 / 000185756 Tgl/Tempat diumumkan pertama: 11 Juli 2019 di Malang
9	22 April 2020	Farika Ilmi, Parno, Endang Purwaningsih. E-Modul Berbasis TPACK-STEM Pada Materi Alat Optik Untuk Kemampuan Literasi Sains	Hak Cipta “Kompilasi Ciptaan / Data”	Tgl/Tempat diumumkan pertama: 7 Januari 2020 di Malang
10	1 Februari 2021	Dr. Parno, M.Si, Muhammad Fajar Marsuki, S.Pd, M.Sc, Zaro’ul Mufida. Bahan Ajar IPA Unsur, Senyawa Dan Campuran SMP/MTs Kelas VII Semester I	Hak Cipta “Buku”	EC00202109218 / 000236251 Tgl/Tempat diumumkan pertama: 8 Desember 2020 di Malang

9. Penghargaan (dari Pemerintah, Asosiasi atau Institusi Lainnya)

No	Jenis Penghargaan	Institusi Pemberi Penghargaan	Tahun
1	Satyalancana Karya Satya XX Tahun	Pemerintah RI	2016

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggung jawabkan secara hukum. Dan apabila dikemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi persyaratan yang ditentukan.

Malang, 6 Juli 2021

Pengusul,

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Parno', written over a horizontal line.

Prof. Dr. Parno, M.Si

NIP. 19650118 199001 1 001



um

Excellence in
Learning Innovation