

Analisis Buku Ajar Termodinamika dengan Konsep *Technological Pedagogical and Content Knowledge (TPACK)* untuk Penguatan Kompetensi Belajar Mahasiswa

C Huda^{1,3}, D Sulisworo², M Toifur²

¹Program Studi Pendidikan Fisika, Universitas PGRI Semarang, Jl. Lontar No. 1 Semarang

²Program Studi Pendidikan Fisika, Program Pasca Sarjana, Universitas Ahmad Dahlan, Jl. Pramuka 42 Yogyakarta

³E-mail: choirulhuda@upgris.ac.id

Abstrak. Telah dilakukan studi analisis *content* buku ajar termodinamika dengan tujuan untuk mengetahui kebutuhan penggunaan modul berbasis *Technological Pedagogical And Content Knowledge (TPACK)* pada mata kuliah termodinamika. TPACK merupakan pengetahuan yang menggabungkan hubungan antara teknologi, pedagogik, dan konten secara sinergis. Metode penelitian ini adalah deskriptif kualitatif. Penelitian ini untuk menganalisis isi dari buku-buku referensi yang digunakan dalam pembelajaran. Teknik pengumpulan data menggunakan observasi dan angket. Hasil analisis kandungan TPACK pada buku ajar I, buku ajar II, buku ajar III masing-masing didapatkan prosentase sebesar 15,38%, 20%, dan 28,57%. Hasil angket pada responden sebanyak 23 mahasiswa pendidikan fisika menyatakan bahwa 87% mahasiswa menyatakan perlunya dikembangkan modul termodinamika berbasis TPACK yang mendukung pemahaman konsep.

Kata kunci: analisis, buku ajar, TPACK

Abstract. The research has been conducted on analysis of thermodynamics textbook content in order to determine the needs of the use of the modules base on *Technological Pedagogical And Content Knowledge (TPACK)* in the subject of thermodynamics. TPACK is knowledge that combines the relationship between technology, pedagogy and content synergistically. The method of research is descriptive qualitative. This study was to analyze the contents of the reference textbooks used in teaching in the classroom. Data collection technique is held using observation and questionnaires. The results of the analysis of the content ON the textbook I, textbook II, and textbook III obtained a percentage are 15.38%, 20% and 28.57% respectively. The questionnaire on the 23 response result that 87% of the students stated the need to develop modules base on TPACK that support on the understanding of the concept of thermodynamics.

Keywords: analysis, textbook, TPACK

1. Pendahuluan

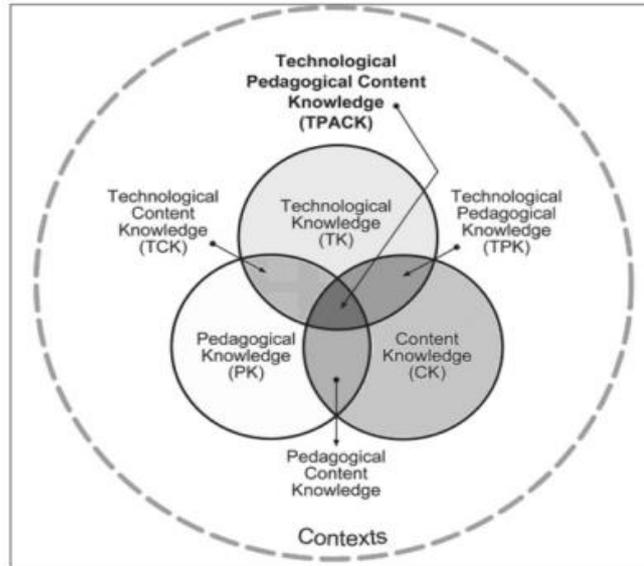
Proses pembelajaran fisika bukan hanya belajar berhadapan dengan teori, rumus atau dengan menghafal saja melainkan harus berbuat sesuatu, mengalami dan memecahkan persoalan dengan segala aspek yang berkaitan dengannya. Fisika menurut Piaget dikelompokkan sebagai pengetahuan fisis. Pengetahuan fisis terjadi karena abstraksi terhadap alam dunia ini. Pengetahuan fisis adalah pengetahuan akan sifat-sifat fisis dari suatu objek atau kejadian seperti bentuk, besar, kekasaran, berat, serta bagaimana objek-objek itu berinteraksi satu dengan yang lain [1]. Sehubungan dengan pentingnya peranan fisika, maka

sudah seharusnya segala permasalahan pada proses pembelajaran fisika ditangani dengan baik. Pendidik perlu mempersiapkan suatu fasilitas pembelajaran yang terprogram agar peserta didik mencapai ketuntasan belajar yang diharapkan. Salah satu prinsip penting psikologi pendidikan adalah pendidik tidak hanya memberi mahasiswa pengetahuan dengan cara penyampaian informasi kepada mahasiswa, namun mahasiswalah yang seharusnya membangun pengetahuan dalam pikiran mereka sendiri. Dalam proses pembelajaran pendidik berperan memberikan dukungan. Kesempatan pada mahasiswa untuk menerapkan ide-idenya dan strategi dalam belajar.

Pembelajaran merupakan suatu sistem yang terdiri dari berbagai komponen yang saling berhubungan satu dengan yang lain, komponen tersebut meliputi: tujuan, materi, metode dan evaluasi [2]. Berdasarkan hasil wawancara dengan mahasiswa didapatkan bahwa banyak mahasiswa mengalami kesulitan dalam memahami buku teks termodinamika. Materi-materi yang dibahas padamata kuliah itu adalah konsep dasar sistem, persamaan keadaan, suhu dan kalor, kerja termodinamika, proses termodinamika, hukum ke nol termodinamika, hukum pertama termodinamika, hukum kedua termodinamika, serta hukum ketiga termodinamika. Beberapa kesulitan mahasiswa adalah kesulitan dalam memahami konten, aplikasi, serta cara mengajarkan kepada peserta didik. Hal yang sama juga dilakukan wawancara terhadap dosen termodinamika bahwa dosen mengalami beberapa kesulitan terkait cara mengajarkan konten sekaligus konteks dalam kehidupan sehari-hari, serta menyelaraskan terhadap pemanfaatan teknologi dalam belajar. Berdasarkan hasil evaluasi semester gasal juga didapatkan bahwa sebagian besar mahasiswa kesulitan memahami materi dalam bentuk persamaan matematis yang dikaitkan dengan fenomena fisis.

Hal yang penting dalam pembelajaran mata kuliah termodinamika adalah memahami teori secara benar tentang konsep dasar serta dapat penerapannya dalam kehidupan sehari-hari. Konteks seharusnya diajarkan tanpa melupakan konten. Pembelajaran seharusnya juga dapat memahami konsep dan tidak sekedar menghafal [3]. Dalam taksonomi ranah kognitif Bloom pemahaman dibagi menjadi tiga aspek yaitu translasi, interpretasi, dan ekstrapolasi. Pertama, Translasi (kemampuan menerjemahkan), yaitu kemampuan untuk mengubah simbol tertentu menjadi simbol lain tanpa perubahan makna. Simbol berupa kata-kata (verbal) diubah menjadi gambar atau bagan atau grafik. Kalau simbol ini berupa kata-kata atau kalimat tertentu, maka dapat diubah menjadi kata-kata atau kalimat lain. Pengalihan konsep yang dirumuskan dari kata-kata ke dalam grafik dapat dimasukkan dalam kategori menerjemahkan. Kedua, Interpretasi (kemampuan menafsirkan), yaitu kemampuan untuk menjelaskan makna yang terdapat di dalam simbol, baik simbol verbal maupun yang nonverbal. Kemampuan untuk menjelaskan konsep, atau prinsip atau teori tertentu termasuk dalam kategori ini. Seseorang dapat menginterpretasikan sesuatu konsep atau prinsip jika dapat menjelaskan secara rinci makna atau arti suatu konsep atau prinsip, atau dapat membandingkan, membedakan, atau mempertentangkannya dengan sesuatu yang lain. Sedangkan ketiga adalah ekstrapolasi (kemampuan meramalkan), yaitu kemampuan untuk melihat kecenderungan atau arah atau kelanjutan dari suatu temuan. Kemampuan pemahaman jenis ini menuntut kemampuan intelektual yang lebih tinggi, misalnya membuat telahan tentang kemungkinan apa yang akan berlaku [4].

Pembelajaran modern dituntut kemampuan abad 21 yang melibatkan kemampuan komunikasi dan kerja sama serta pemanfaatan Informasi teknologi dalam pembelajaran. Pengembangan pembelajaran dengan mengintegrasikan ICT memberikan kontribusi yang signifikan terhadap level praktek pedagogis terhadap peserta didik [5]. Pengajar juga dituntut terhadap kemampuan literasi IT dalam pembelajaran sains dengan berbagai macam metode dan pendekatan pembelajaran di kelas [6,7,8]. Penelitian terbaru menjelaskan bahwa kesuksesan pembelajaran abad 21 melibatkan pemahaman materi atau content, cara pengajaran, dan pemanfaatan informasi teknologi secara sinergis [9-18]. Ide tentang TPACK juga memiliki hubungan erat dengan peningkatan kreativitas, kolaborasi, dan akuntabilitas dalam pembelajaran [19]. Penelitian lain juga dilakukan oleh Yazdani & Godbole [20] bahwa pembelajaran yang baik memberikan kontribusi terhadap motivasi untuk berprestasi dan dapat mengetahui kebiasaan peningkatan kemampuan akademik lain. Harris dkk [21] merekomendasikan untuk menggunakan keefektifan pengetahuan teknologi, penyampaian secara pedagogi, dan konten secara sekaligus seperti yang terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka kerja TPACK [21]

Gambar 1 menunjukkan tiga set pengetahuan gabungan mereka yang juga dianggap penting dalam TPACK yaitu pengetahuan pedagogis konten (PCK), pengetahuan teknologi konten (TCK) dan pengetahuan teknologi pedagogis (TPK).

Berdasarkan permasalahan diatas, penulis tertarik untuk meneliti tentang analisis *Technological Pedagogical and Content Knowledge* (TPACK) pada buku ajar termodinamika untuk mendukung pemahaman konsep mahasiswa.

2. Metode

Metode penelitian ini adalah deskriptif kualitatif. Subjek penelitian ini adalah mahasiswa Pendidikan Fisika di Universitas PGRI Semarang. Pengumpulan data dilakukan dengan angket dan observasi. Aspek yang diobservasi pada 3 buku ajar termodinamika adalah aspek teknologi, pedagogi, dan konten materi. Angket responden mahasiswa digunakan untuk menilai kebutuhan mahasiswa terhadap modul termodinamika berbasis *Technological, Pedagogical and Content Knowledge* (TPACK).

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil dari penelitian ini adalah data analisis buku ajar yang digunakan dalam pembelajaran termodinamika. Buku ajar yang dianalisis terdiri atas 3 buku ajar termodinamika yang digunakan sebagai buku pegangan mahasiswa. buku yang pertama adalah *Thermodynamics, Kinetic Theory, and Statistical Thermodynamics* yang terdiri atas 13 bab [22]. Studi deskriptif dari buku I tersebut nampak pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil analisis deskriptif TPACK pada buku ajar I

Unsur	Jumlah (bab)	Prosentase (%)
CK	6	46,15
PCK	5	38,46
TPACK	2	15,38

Hasil analisis buku ajar I tersebut menunjukkan bahwa 46,15% mengandung unsur CK, sedangkan 38,46% mengandung unsur PCK, dan hanya 15,38% memuat unsur TPACK. Content

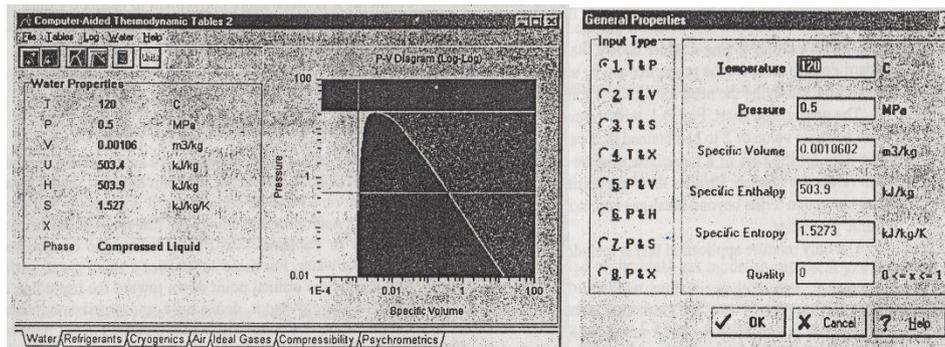
Knowledge (CK) antara lain pengetahuan tentang konsep, teori, ide, kerangka berpikir, pengetahuan nyata, bukti, hukum, prinsip, praktek-praktek dan pendekatan untuk mengembangkan pengetahuan tersebut. Sedangkan untuk *Pedagogical Content Knowledge* (PCK) berhubungan dengan pengetahuan pedagogi yang berlaku pada ajaran konten tertentu sesuai dengan ciri khas materi yang diajarkan. PCK meliputi inti materi, proses pembelajaran, kurikulum, penilaian, dan hasil belajar. Pengetahuan yang lebih komplit TPACK suatu bentuk pengetahuan yang melampaui semua komponen yaitu konten, pedagogi, dan teknologi.

Hasil analisis buku ajar II berjudul *Fundamental of Thermodynamics* terdiri atas 15 bab dan didapatkan bahwa unsur terdapat unsur CK 53,33%, PCK 13,33%, TCK 13,33%, dan TPACK 20% seperti nampak pada tabel 2 [23].

Tabel 2. Hasil analisis deskriptif TPACK pada buku ajar II

Unsur	Jumlah (bab)	Prosentase (%)
CK	8	53,33
PCK	2	13,33
TCK	2	13,33
TPACK	3	20,00

Unsur TPACK pada tabel 2 diketahui lebih tinggi persentasenya dibandingkan pada buku ajar II.



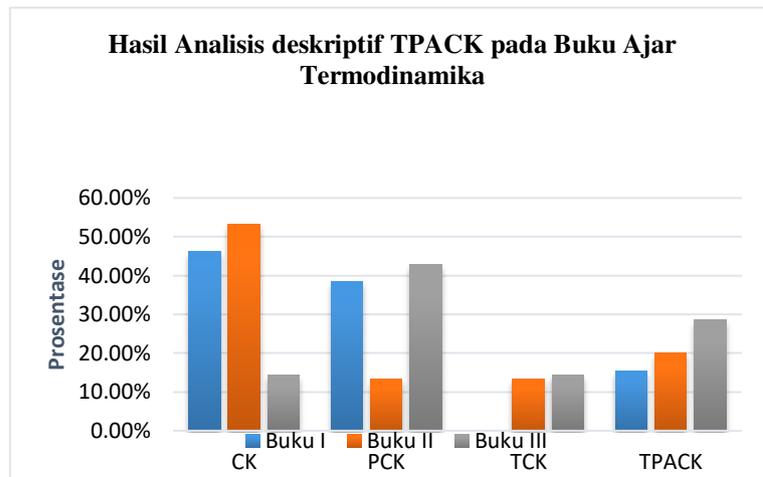
Gambar 2. Temuan materi termodinamika dengan *Computer-Aided Thermodynamics*

Pada buku ajar II yang terlihat pada gambar 2 ditemukan bahwa terdapat unsur pengetahuan yang menggabungkan unsur teknologi dengan pedagogi dan konten materi termodinamika. Unsur teknologi yang ditemukan adalah penggunaan *Computer-Aided Thermodynamics*. Unsur pedagogi yang ditemukan proses mengajarkan variasi fase air, hubungan antara tekanan, suhu, volume dan entropi. Hasil analisis buku ajar III berjudul *Fundamental of Thermodynamics* terdiri atas 15 bab dan didapatkan bahwa unsur terdapat unsur CK 14,29%, PCK 42,86%, TCK 14,29%, dan TPACK 28,57% seperti nampak pada tabel 3 [24].

Tabel 3. Hasil analisis deskriptif TPACK pada buku ajar III

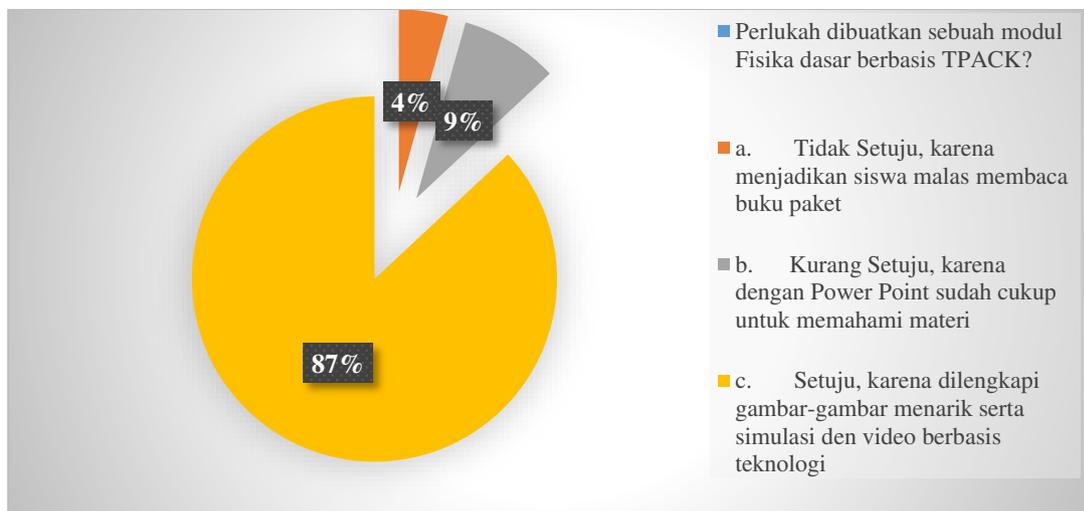
Unsur	Jumlah (bab)	Prosentase (%)
CK	1	14,29
PCK	3	42,86
TCK	1	14,29
TPACK	2	28,57

Dari tiga buku ajar tersebut telah didapatkan hasil analisis perbandingan unsur CK, PCK, TCK, dan TPACK seperti terlihat pada gambar 4.



Gambar 4. Hasil analisis deskriptif TPACK pada 3 buku ajar termodinamika

Pada buku pertama (lihat gambar 4) ditemukan bahwa unsur TCK tidak ada. Hal ini dikarenakan *Technological Content Knowledge* (TCK) merupakan bentuk pengetahuan tentang keberadaan teknologi dan kemampuan berbagai teknologi seperti yang digunakan dalam proses pembelajaran, mengetahui bagaimana mengajar dan pengaturan belajar, mengetahui bagaimana perubahan hasil belajar karena menggunakan teknologi tertentu dan sebaliknya. Temuan yang lain juga didapatkan bahwa buku III memiliki unsur TPACK paling tinggi. Hal ini dikarenakan *Technological Pedagogical and Content Knowledge* (TPACK) merupakan pemahaman yang muncul dari interaksi pengetahuan, konten, pedagogi dan teknologi. Hal ini dengan pernyataan Ismawati (2014) bahwa pembelajaran seharusnya juga dapat memahami konsep dan tidak sekedar menghafal [3]. Upaya peningkatan TPACK juga sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Villagrasa dkk (2014) serta Ertmer & Ottenbreit (2010) bahwa sebagai pengajar juga dituntut terhadap kemampuan literasi IT dalam pembelajaran sains dengan berbagai macam metode dan pendekatan pembelajaran di dalam pembelajaran [6,7].



Gambar 5. Hasil angket kebutuhan modul termodinamika

Hasil angket responden 23 mahasiswa juga mendapatkan bahwa sekitar 87% mahasiswa perlu dibuatkan modul berbasis TPACK, 4% kurang setuju karena menjadikan mahasiswa malas membaca buku paket, serta 9% menjawab tidak setuju karena cukup menggunakan bahan presentasi dari dosen seperti terlihat pada gambar 5. Oleh karena itu perlu dikembangkan bahan ajar yang menambahkan pengetahuan teknologi, pedagogi dan konten dalam pembelajaran.

4. Simpulan

- a. Penelitian ini telah berhasil menganalisis 3 buku ajar termodinamika berbasis *Technological Pedagogical and Content Knowledge* (TPACK). Hasil analisis buku ajar III yaitu *Fundamental of Thermodynamics* memiliki unsur TPACK lebih tinggi dari pada buku lainnya.
- b. Hasil angket responden mahasiswa telah didapatkan bahwa perlu dikembangkan modul berbasis TPACK pada materi termodinamika pada mahasiswa

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terimakasih kami sampaikan kepada program studi Pendidikan Fisika Universitas PGRI Semarang sebagai tempat penelitian.

Daftar Pustaka

- [1] Suparno P 2007 *Metode Pembelajaran Fisika* (Yogyakarta: USD Press)
- [2] Hosnan M 2014 *Pendekatan saintifik dan kontekstual dalam pembelajaran abad 21* (Bogor: Ghalia Indonesia)
- [3] Ismawati F Nugroho S E and Dwijananti P 2014 Application of Conceptual Understanding Procedures for Improving Student Curiosity and Understanding Concepts (*Jurnal Pendidikan Indonesia*) vol 10 no 1 22–27
- [4] Leonor J P 2015 Exploration of Conceptual Understanding and Science Process Skills: A Basis for Differentiated Science Inquiry Curriculum Model (*International Journal Innovation in Engineering and Technology*) vol 5 no 4 pp 255–260.
- [5] Brun M and Hinostroza J E 2014 Learning to Become a Teacher in the 21st Century: ICT Integration in Initial Teacher Education in Chile (*Educational Technology & Society*) vol 17 no 3 pp 222–238
- [6] Villagrana S Fonseca D Redondo E and Duran J 2014 Teaching Case of Gamification and Visual Technologies for Education (*Journal of Cases on Information Technology*) vol 16 no 4 pp 38–57
- [7] Ertmer P A Ottenbreit-Leftwich A N 2010 Teacher Technology Change: How Knowledge, Confidence, Beliefs, and Culture Intersect (*Journal of Research on Technology in Education*) vol 42 no 3 pp 255–284
- [8] Webb C L and Kapavik R R 2011 Contextualizing Content Area Vocabulary: A 21st Century Approach (*Journal of Content Area Reading*) vol 9 no 1 pp 5–26
- [9] Baya N and Daher W 2015 The Development of College Instructors Technological Pedagogical and Content Knowledge (*Procedia - Social and Behavioral Sciences*) no 174 pp 1166–1175
- [10] Bektas O 2015 Pre-service Science Teachers' Pedagogical Content Knowledge in the Physics, Chemistry, and Biology Topics (*European Journal of Physics Education*) vol 6 no 2 pp 41–53
- [11] Bratley-Dias L and Ertmer P A 2013 Goldilocks and TPACK is the Construct “Just Right?” (*Journal of Research on Technology in Education*) vol 46 no 2 pp 103–128
- [12] Chai C S Koh J H L and Tsai C C 2013 A Review of Technological Pedagogical Content Knowledge (*Educational Technology & Society*) vol 16 no 1 31–51

- [13] Chua J H and Jamil H 2012 Factors Influencing the Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) among TVET Instructors in Malaysian TVET Institution. (*Procedia - Social and Behavioral Sciences*) 69 (Iceepsy) pp 1539–1547.
- [14] Foulger T S Buss R R Wetzel K and Lindsey L A 2015 Instructors Growth in TPACK: Teaching Technology Infused Methods Courses to Preservice Teachers (*Journal of Digital Learning in Teacher Education*) vol 31 no 4 pp 134–147
- [15] Lyublinskaya I and Tournaki N 2016 Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK): Can this Type of Knowledge Transfer between Settings?
- [16] Mourlam D 2016 Developing Content Methods Faculty and Teacher Candidate Technological, Pedagogical, Content Knowledge of a Design-Based Approach
- [17] Young J R Young J L and Shaker Z 2012 Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) Literature Using Confidence Intervals (*Tech Trends*) vol 56 no 5 pp 25–33
- [18] Rossenberg J M Koehler M J 2015 Context and Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK): A systematic review (*Journal of Research on Technology in Education*) vol 47 no 3 pp 186–210
- [19] Kutaka-kennedy J 2015 A Proposed Model to Increase Creativity, Collaboration and Accountability in the Online Classroom (*International Journal Innovation in Engineering and Technology*) vol 5 no 11 pp 873-876
- [20] Yazdani and Godbole V 2014 Relationship Between Achievement Motivation and Time Management with Academic Performance (*Vidyabharati International Interdisciplinary Research Journal*) vol 3 no 1 pp 1-12
- [21] Harris J Mishra P and Koehler M 2009 Teachers Technological Pedagogical Content Knowledge and Learning Activity Types: Curriculum based Technology Integration Reframed (*Journal of Research on Technology in Education*) vol 41 no 4 pp 393–416
- [22] Sears W F and Salinger L G 1980 *Thermodynamics, Kinetic Theory, and Statistical Thermodynamics* (New York: Addison-Wesley Publishing Company)
- [23] Sonntag R E Borgnakke C and Van Wylen G J 2003 *Fundamental of Thermodynamics* (Michigan: John wiley & Sons, inc)
- [24] Khuriati A 2009 *Termodinamika.cetakan pertama* (Graha Ilmu: Yogyakarta)