ABSTRAK

Skripsi dengan judul "Pengembangan E-Modul Berbasis PBL bermuatan STEM pada Materi Pemanasan Global Kelas X MAN 3 Tulungagung" ini ditulis oleh Cintia Ayu Dama Yanti. NIM 126211211006, dengan pembimbing Ibu Dr. Desyana Olenka Margaretta. M.Si.

Kata Kunci: E-Modul, *Problem Based Learning*, STEM, Pemanasan Global, Hasil Belajar

Materi pemanasan global merupakan topik penting yang bersifat interdisipliner dan kompleks karena melibatkan konsep dari berbagai bidang ilmu seperti fisika, kimia, biologi, serta matematika. Berdasarkan hasil observasi dan wawancara di MAN 3 Tulungagung, ditemukan bahwa pembelajaran fisika masih cenderung konvensional dan penggunaan bahan ajar masih terbatas pada buku cetak. Hal ini menyebabkan rendahnya minat belajar peserta didik dan hasil belajar yang belum maksimal. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk: (1) mengembangkan e-modul berbasis *Problem Based Learning* (PBL) bermuatan STEM pada materi pemanasan global; (2) mengetahui validitas, kepraktisan, dan efektivitas e-modul terhadap hasil belajar peserta didik.

Penelitian ini merupakan *Research and Development* (R&D) dengan menggunakan model pengembangan 4D (*Define, Design, Develop, Disseminate*) yang dimodifikasi menjadi 3D tanpa tahap *Disseminate* karena keterbatasan waktu. Populasi dalam penelitian ini adalah peserta didik kelas X yang telah mempelajari materi pemanasan global. Sampel pada uji coba kepraktisan adalah kelas XI-A sebanyak 32 siswa, dan untuk uji efektivitas adalah kelas X-C sebagai kelas eksperimen dan X-B sebagai kelas kontrol. Instrumen yang digunakan meliputi lembar validasi ahli materi dan media, angket respon peserta didik, serta tes hasil belajar. E-modul dikembangkan menggunakan aplikasi Canva dan dipublikasikan melalui platform *Heyzine Flipbook*, dengan integrasi teks, gambar, video, dan aktivitas berbasis sintaks PBL serta pendekatan STEM.

Analisis data dilakukan dengan metode deskriptif kuantitatif dan uji statistik. Validitas data dianalisis dengan menghitung persentase skor dari validator, kepraktisan data dianalisis menggunakan rata-rata skor angket respon peserta didik. Sedangkan untuk menguji efektivitas, data *posttest* dianalisis menggunakan uji non-parametrik Mann Whitney U karena data tidak berdistribusi normal, dengan bantuan software SPSS 23. Selain itu, untuk melihat besar pengaruh penggunaan e-modul, dilakukan uji *effect size* dengan rumus *Cohen's d*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa: (1) hasil validasi oleh dua validator ahli media memperoleh persentase sebesar 90,71% dan ahli materi sebesar 84,54%, keduanya masuk dalam kategori "sangat valid"; (2) kepraktisan e-modul berdasarkan angket peserta didik memperoleh skor rata-rata 88,25%, yang menunjukkan kategori "sangat praktis"; (3) efektivitas e-modul ditunjukkan melalui hasil belajar peserta didik kelas eksperimen yang lebih tinggi (rata-rata 94,25) dibanding kelas kontrol (rata-rata 60,53) dengan hasil uji Mann Whitney U yang menunjukkan nilai signifikansi 0,000 (< 0,05) dan nilai effect size (Cohen's d) sebesar 2,91 dalam kategori *large*. Dengan

demikian, e-modul berbasis PBL bermuatan STEM pada materi pemanasan global ini dinyatakan valid, praktis, dan efektif dalam meningkatkan hasil belajar.

ABSTRACT

The thesis entitled “Development of E-Module Based on PBL with STEM Content on Global Warming Material for Class X MAN 3 Tulungagung” was written by Cintia Ayu Dama Yanti. NIM 126211211006, with the supervisor Mrs. Dr. Desyana Olenka Margaretta. M.Sc.

Keywords: E-Module, Problem Based Learning, STEM, Global Warming, Learning Outcomes

Global warming material is an important topic that is interdisciplinary and complex because it involves concepts from various fields of science such as physics, chemistry, biology, and mathematics. Based on the results of observations and interviews at MAN 3 Tulungagung, it was found that physics learning still tends to be conventional and the use of teaching materials is still limited to printed books. This causes low interest in learning among students and learning outcomes that are not optimal. Therefore, this study aims to: (1) develop an e-module based on Problem Based Learning (PBL) with STEM content on global warming material; (2) to determine the validity, practicality, and effectiveness of e-modules on student learning outcomes.

This study is a Research and Development (R&D) using the 4D development model (Define, Design, Develop, Disseminate) which was modified into 3D without the Disseminate stage due to time constraints. The population in this study were grade X students who had studied global warming material. The sample in the practicality trial was class XI-A with 32 students, and for the effectiveness test was class X-B as the experimental class and X-C as the control class. The instruments used included material and media expert validation sheets, student response questionnaires, and learning outcome tests. The e-module was developed using the Canva application and published through the Heyzine Flipbook platform, with the integration of text, images, videos, and PBL syntax-based activities and the STEM approach.

Data analysis was conducted using quantitative descriptive methods and statistical tests. Data validity was analyzed by calculating the percentage score from validators, while data practicality was analyzed using the average score of student response questionnaires. To test effectiveness, posttest data was analyzed using the non-parametric Mann-Whitney U test because the data was not normally distributed, with the assistance of SPSS 23 software. Additionally, to determine the magnitude of the effect of e-module usage, an effect size test was performed using Cohen's d formula.

The results of the study showed that: (1) the validation results by two media expert validators obtained a percentage of 90.71% and material experts 84.54%, both of which were in the "very valid" category; (2) the practicality of the e-module based on the student questionnaire obtained an average score of 88.25%, indicating a "very practical" category; (3) the effectiveness of the e-module is shown through the learning outcomes of students in the experimental class which are higher (average 94.25) compared to the control class (average 60.53) with the results of the Mann Whitney U test showing a significance value of 0.000 (<0.05) and an effect size value (Cohen's d) of 2.9 in the large category. Thus, the PBL-based e-module with STEM content on the

global warming material is declared valid, practical, and effective in improving learning outcomes.

الملخص

أطروحة بعنوان "تطوير وحدات إلكترونية قائمة على التعلم القائم على التعلم القائم على حل المشكلات مع محتوى العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات حول مادة الاحتباس الحراري العالمي للصف العاشر من مدرسة عليّة تولونجاجونج" كتبتها سينتيا أيو داما يانتي. رقم تعريف الطالبة ١٢٦٢١١٢١١٠٠٦، مع المشرفة ٣نيجيري السيدة الدكتورة ديزيانا أولينكا مارغاريتا. م. سي.

الكلمات المفتاحية: الوحدة الإلكترونية، التعلم القائم على حل المشكلات، العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، الاحتباس الحراري، نتائج التعلم

الاحتباس الحراري موضوع مهم متعدد التخصصات ومعقد لأنه يتضمن مفاهيم من مختلف مجالات العلوم مثل الفيزياء والكيمياء والأحياء والرياضيات. استنادًا إلى الملاحظات والمقابلات التي أجريت في مدرسة عليّة نيجيري تولونغاغونغ، تبين أن تعلم الفيزياء لا يزال يميل إلى أن يكون تقليديًا ولا يزال استخدام المواد التعليمية يقتصر ٣ على الكتب المطبوعة. وهذا يتسبب في انخفاض الاهتمام بالتعلم من قبل الطلاب وعدم تحقيق نتائج تعليمية مثلى) تطوير وحدات إلكترونية قائمة على التعلم القائم على حل المشكلات ١حتى الآن. لذلك، تهدف هذه الدراسة إلى: ( ) تحديد مدى صلاحية ٢مع محتوى العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات حول مواد الاحتباس الحراري؛ (الوحدات الإلكترونية ومدى عمليتها وفعاليتها على نتائج تعلم الطلاب.

هذا البحث عبارة عن بحث وتطوير باستخدام نموذج التطوير رباعي الأبعاد (تحديد، تصميم، تطوير، نشر) تم تعديله إلى ثلاثي الأبعاد دون مرحلة النشر بسبب ضيق الوقت. كان مجتمع الدراسة في هذه الدراسة طلاب الصف العاشر الذين درسوا مادة الاحتباس الحراري. كانت العينة في اختبار التطبيق العملي هي الصف الحادي عشر- طالبًا وطالبة، أما بالنسبة لاختبار الفعالية فكانت العينة في اختبار الفعالية هي الصف العاشر-ج ٣٢ألف بعدد كصف تجريبي والصف العاشر-ب كصف ضابطة. وشملت الأدوات المستخدمة أوراق التحقق من صحة المواد والوسائط، واستبيانات استجابة الطلاب، واختبارات نتائج التعلم. تم تطوير الوحدة الإلكترونية باستخدام تطبيق كانفا ونشرها من خلال منصة هايزين فليب بوك، مع دمج النصوص والصور ومقاطع الفيديو والأنشطة القائمة على بناء التعلم القائم على حل المشكلات ومنهج العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات.

تم تحليل البيانات باستخدام الأساليب الوصفية الكمية والاختبارات الإحصائية. تم تحليل صحة البيانات من خلال حساب النسبة المئوية للدرجات من المصادقين، وتم تحليل فعالية البيانات باستخدام متوسط درجات استبيان استجابة المتعلم للاستبيان. وفي الوقت نفسه، لاختبار الفعالية، تم تحليل بيانات الاختبار البعدي باستخدام اختبار . بالإضافة ٢٣مان ويتني يو غير البارامتري لأن البيانات لم تكن موزعة بشكل طبيعي، بمساعدة برنامج سبسس إلى ذلك، لمعرفة حجم تأثير استخدام الوحدات الإلكترونية، تم إجراء اختبار حجم التأثير باستخدام معادلة كوهين د.

أظهرت النتائج أن: (١) حصلت نتائج المصادقة من قبل خبيرين من خبراء الإعلام على نسبة ١٧.٠٩ % وخبراء المواد على نسبة ٤٥.٤٨% وكلاهما في فئة "صالح جداً"؛ (٢) حصلت فعالية الوحدات الإلكترونية بناءً على استبيانات الطلاب على متوسط درجة ٥٢.٨٨% من خلال استبيانات الطلاب، والتي أشارت إلى فئة "عملي

جداً"; (٣) تظهر فعالية الوحدات الإلكترونية من خلال نواتج التعلم الأعلى لطلاب الفصل التجريبي (متوسط ٥٢.٤٩) مقارنة بالفصل الضابطة (متوسط ٣٥.٠٦) مع نتائج اختبار مان ويتني يو التي أظهرت قيمة دلالة ٠٠٠.٠ (<٥٠.٠) وقيمة حجم التأثير (كوهين د) ١٩.٢ في الفئة الكبيرة. وبالتالي، تم الإعلان عن صلاحية هذه الوحدة الإلكترونية القائمة على التعلم القائم على حل المشكلات في مجال العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات مع محتوى العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات حول مادة الاحتباس الحراري العالمي، وأنها صالحة وعملية وفعالة في تحسين نتائج التعلم