

SUMMARY

This study aims to correspond students' learning experiences with the industry demands by designing the e-vocational construction drawing (ECD) learning model. The second objective is to enhance students' skills by implementing the ECD in a civil engineering education study program. The ECD is an industrial adaptation learning model in construction drawing using a project-based flipped classroom strategy with the e-vocational learning platform support. Furthermore, it challenges students to do the best for their projects and promotes teamwork working experiences to enhance the collaborative skill needed by industry in facing the actual workplace. The e-vocational learning platform is developed to assist the students in learning effectively inside (regular-class) and outside (pre-class and after-class) the class. Students learn the lesson material in pre-class (asynchronous) before entering the regular class, apply it to work on projects in the regular class, and advance it in the after-class (synchronous).

It is developmental research that adopts the Borg and Gall 1983, begins with survey and identification, planning, designing, and developing phases. Besides, several methods are employed in a series of supporting research, such as surveys with descriptive statistics analysis, *ex-post-facto* with regression, experiment with t-test, and evaluation using discrepancy evaluation model. The survey and identification determine the course subject to be developed regarding the urgency level, check the course's availability with minimum facilities, observe the student readiness, and conduct teachers group discussions to design the main learning steps. The result determines the CAD construction drawing as the course to be developed. Besides, students are ready to use their computers and agree with an e-learning platform to support the learning process. Moreover, the study determines the seven main learning steps: (1) project auction (challenging stage), (2) proposing project, (3) proposing work schedule, (4) proposing progress report and monitoring, (5) reviewing and preparing for project presentation, (6) presenting the project, and (7) reflecting and evaluating.

Investigation research was conducted to reveal the student skill condition to support the development of the ECD learning model. The investigation results show the construction drawing skills are in a Good category of 68.26 with a Low discrepancy of 31.74% and the collaborative skills are in a Fair category of 61.69 with a Low discrepancy of 38.31%. Furthermore, there is a significant and positive influence of collaborative skill (X) toward construction drawing skill (Y). Besides, the analysis has presented a linear regression model $\hat{Y} = 31.443 + 1.952X$. It also exhibited a correlation coefficient of 0.644, a coefficient of determination (R-squared) of 0.415, and an Adjusted R-squared of 0.410. It means the collaborative skill (X) as a predictor in the regression model gives a 41% contribution to explain the variants of the construction drawing skill (Y) as the dependent variable in a moderate category. Moreover, the research found a unique phenomenon of high social heterogeneity in Indonesia. Students' various customs and cultures offer different characteristics, which lead to different motivations, habits, and behaviors, thus making different collaborative mindsets that build different collaborative skills and construction drawing skills. From the result of the investigation research, the students can be classified into two groups: (1) linear score group (the collaborative group) 25.38% and

36.92% = 62.31%; (2) non-linear score group (the non-collaborative group) 31.54% and 6.15% = 37.69%. It is indicated that most of the student accepts the collaborative approach. Furthermore, regarding the research finding of students' skill achievement characteristics, the designing lesson and learning model consider observing the students' perception and satisfaction of the proposed collaborative lesson and learning model to accommodate the non-collaborative students and prioritizing collaboration between peers and learning interdependence. These results support developing the ECD learning model draft in the planning stage as actual references of ideal learning experiences and strategies. The ECD draft implements Regulation Number 44, 2015, Article 17 of The Minister of Research, Technology and Higher Education of the Republic of Indonesia. The regular class meeting time is 16 times in one semester. This design using the flipped classroom strategy with 16 meetings (face to face or synchronous), 16 pre-class meetings (independent assignment), and 16 after-class meetings (structured assignment).

The developing phase involves raters, revising, examining the design by preliminary field testing and second field testing. The first is the alpha test to get expert's validation, and the second is the beta test by the individual, small group, and field testing. The e-vocational used blended online platforms including WordPress, SNS Whatsapp, the eFront LMS, YouTube, Zoom, Imgbb, and Google for Education integrated into a learning package for better advantages. The platform provides a project showroom with comment tools for discussion, collaborative learning material, and sustainably developed tutorial videos. The evaluation result by raters and field testings states that the e-vocational online learning platform is feasible for use and can be continued for further development.

The first ECD learning model implementation was held in the Civil Engineering Education Study Program for one month. It concludes that there is a significant improvement of collaborative mindset between the pre-test and post-test (experiment class B), increasing the mean value of 9.653 from 70.28 to 79.93 and a highly significant correlation, $r=0.935$ with Sig. $0.000 < 0.05$. It got a g -score of 0.3225 (medium category), which means that the collaborative mindset in the experiment class increased by 32.25%. Moreover, the independent samples t -test revealed that the two classes' initial behaviors are equal with a t -count of $0.278 < t$ -table of 1.665 and the value of Sig. (2-tailed) $0.782 > 0.05$ probability. In opposition, the post-test result asserts a significant difference of collaborative mindset between the two classes (experiment class B and the control class A) with a t -count of $3.707 > t$ -table 1.665 and the value of Sig. (2-tailed) $0.000 < 0.05$. The first ECD learning model implementation concludes that the ECD Learning Model significantly enhances students' collaborative mindset.

The second ECD learning model implementation was conducted for one semester concludes that there is a significant improvement of construction drawing skills with a highly significant correlation of 0.927 and Sig. 0.000 between pre-test and post-test by a paired samples t -test. There is an increase in construction drawing skill mean score of 41.51 from 43.96 to 85.47. Simultaneously, it discovers a significant improvement of collaborative skill with a highly significant correlation of $r=0.942$ and Sig. 0.000. While there is an increase in collaborative skill mean score of 19.583 from 70.28 to 89.86. Moreover, the independent samples t -test revealed that the two classes' initial construction drawing skills are equal with a t -count of $0.569 < t$ -table of 1.996 with Sig. (2-tailed) $0.571 > 0.05$ probability. on the other hand, the collaborative skills t -count of $0.278 < t$ -table of 1.665 and the value of Sig. (2-tailed) $0.782 > 0.05$ probability. In opposition, the post-test

result asserts a significant difference of construction drawing skill between the experiment class and the control class with a t -count of 8.69 and the value of Sig. (2-tailed) 0.000. The post-test result asserts a significant difference of collaborative skill between the experiment class and the control class with a t -count of 10.351 and the value of Sig. (2-tailed) 0.000. Moreover, the N-gain score of construction drawing skill is 0.742 and 0.673 for collaborative skill, which means the construction drawing skill increased by 74.2%. At the same time, the collaborative skill increased by 67.3% after implementing the ECD learning model for one semester. Therefore, based on all the analysis tests, it can be concluded that the ECD learning model is significantly enhancing students' skills. Furthermore, the future-works are implementing the ECD in other classes with different characteristics and developing it based on the new findings and research recommendations.

Keywords: project-based learning, flipped classroom, e-learning, e-vocational, collaborative mindset, student skill, construction drawing skill, civil engineering drawing skill, collaborative skill, vocational education

学位論文審査の概要と結果

報告番号	東アジア博 甲 第 150 号	氏 名	Abdul Haris Setiawan
論文題目	A Study of Designing E-vocational Construction Drawing Learning Model in Civil Engineering Education Study Program (土木工学教育研究プログラムにおける E-職業教育環境を活用した建築図面設計学習モデルに関する研究)		
(論文審査概要)			
<p>本学位論文は、土木工学教育プログラムを通じた学習者のスキル向上を対象にして、企業ニーズに対応した E-職業教育環境を活用した建築図面設計学習モデル (ECD 学習モデル) を設計して、その学習モデルの有用性を検証することについて論じたものである。具体的には、土木工学教育の建築図面設計分野において必要とされる職業人スキルを調査して、企業ニーズのスキルギャップとして特にコラボレーションスキルやプロジェクトに基づいた作業を見出し、これらの企業ニーズを踏まえて、学習プラットフォームによる E-職業教育環境を活用した反転授業手法とプロジェクトに基づいた学習・作業(Project Based Learning: PBL)手法を組み込んだ授業・学習活動を ECD 学習モデルとして設計・開発して、インドネシアの職業教育教員養成学部学生の建築図面設計スキルとコラボレーションスキルの向上を対象にして授業実践を行い、本研究で提案する学習モデルの有用性を検証している。本論文では、この ECD 学習モデル及びこのモデルを活用した学生の建築図面設計スキルとコラボレーションスキルの向上に関する研究課題について、以下の論文構成により解決を試みている。</p> <p>第 1 章では、序論として研究の背景と課題、研究の目的と仮説、そして研究の構造と論文の全体構成を述べている。第 2 章と第 3 章では、職業教育の考え方や関連する学習モデルを整理して説明している。さらに、ECD 学習モデルの必要性、評価のための理論的枠組み、E-職業教育環境を活用した建築図面設計における学習原則について述べて ECD 学習モデルを概観し、PBL の先行研究を整理して ECD 学習モデルに組み込まれる PBL(職業教育を対象にした PBL の 7 つの学習ステップ)を定義するなど本研究の位置づけを行っている。</p> <p>第 4 章と第 5 章では、ECD 学習モデルを開発するために、4 つの職業専門高校 130 名の学習者が有しているドメインや学び方のスキル特徴を調査して、不一致評価モデル (DEM) を用いて分析している。そこでは、建築図面設計スキルのギャップ (31.74%) があり、コラボレーションスキルのギャップ (38.31%) も示された。そのサブ指標である「個々の競争よりも仲間間のコラボレーションを優先すること」は 42.50%、「チームの期待に一致する選択を優先すること」は 41.92% のギャップがあったと説明されている。さらに、コラボレーションスキル (X) は、建築図面スキル (Y) に対して有意に影響があり、線形回帰モデル $\hat{Y} = 31.443 + 1.952X$ が示されている (相関係数: 0.644, 決定係数: 0.415)。これらの調査研究によって、コラボレーションスキル習得のための協調的な作業と学習を設計し、協調的なマインドセットを獲得できる学習モデルを開発することが支持された。</p> <p>第 6 章では、CAD 建築図面設計を対象にした学習者のスキル向上と企業ニーズを組み込んだ ECD 学習モデルの提案を行っている。具体的には、7 つの学習ステップから構成される PBL と非同期型で授業教材をプレクラスで学習し、そこでの学びを大学で実施される授業枠でのプロジェクト作業に適用して、オンライン上でプロジェクトをさらに進めていくポストクラスへとつなげる反転授業を活用して、16 週分の ECD 学習モデルを開発している。ECD 学習モデルを展開する E-職業教育環境には、コメントツール付きのプロジェクトショールーム、協調学習のための教材、チュートリアルビデオ、協調作業のための各種ツールやアプリが開発・実装されている。この環境については、構造化された専門的教材、関連する教育コンテンツ、協調支援、視覚的デザイン、革新的機能、ユーザビリティの各評価観点から 9 名の専門家によるアルファテスト (91.85) と 7 名の学生によるベータテスト (85.33) が実施され、高い利用可能性があることが確認されている。</p> <p>第 7 章と第 8 章では、通常の学習モデルを実施する統制クラス A (学生数: 39 名) と ECD 学習</p>			

モデルを実施する実験クラスB(学生数：36名)によるECD学習モデルの評価が行われている。1か月間の評価では、協調的なマインドセットに関して、実験クラスBのプレ・ポストテストの平均値が9.653増加し、2つのクラスにおける有意差が示されている。さらに1学期間の評価では、コラボレーションスキルに関して実験クラスBの平均値は19.583増加し、建築図面スキルの平均値は41.51増加している。t検定による2つのスキルに関する両クラスの有意差も示されている。これらの評価結果から、ECD学習モデルが学生のスキルを向上させていることを結論付けている。

最後に、第9章では、本研究で得られた研究成果をまとめ、今後の展望と課題を述べている。

以上の学位論文の内容から、審査委員会は次のように評価した。

1. 創造性について

PBL手法と反転授業手法そのものに新規性は認められないが、インドネシアの文化・習慣や学習者の特徴を踏まえた上で協調的なマインドセットなど協調性を向上させる仕組みをECD学習モデルに組み込んだ点は新規性が伺える。よって、創造性の点においては達成できていると判断した。

2. 論理性について

提案されたECD学習モデル等の有用性に関しては、適切な論証手続きに基づいて検証されている。しかし、論文内で冗長な部分が散見されるため、本論文は論理性が達成できていると判断した。

3. 厳格性について

先行研究が多く参照されて本研究が位置づけられている。また、授業実践を統計的な手法で分析している点は評価でき、取り扱ったデータと処理方法の信頼性に問題はない。しかし、論文全体の量が多く整理されきれてない部分が散見されるため、厳格性については、達成できている段階と判断した。

4. 発展性について

提案されたECD学習モデルは、今後精緻化されてインドネシアの職業教育における有効なモデルになり得る可能性を有している。したがって、本論文の発展性については、優れていると判断した。

以上の4つの観点に対して本論文は全体的に達成していることから、論文審査を「合」と判定した。

論文審査結果

合・否

審査委員 主 査 (氏名) 鷹岡 亮

(氏名) 葛崎 隆

(氏名) 中田 亮

(氏名) _____ (印)

(氏名) _____ (印)