

MODEL *PROJECT-BASED LEARNING* BERBANTUAN *EXPERT SYSTEM* PADA MATAKULIAH JARINGAN KOMPUTER

DISERTASI



**Ditulis untuk memenuhi sebagian persyaratan mendapatkan
Gelar Doktor Pendidikan Teknologi dan Kejuruan**

**Oleh:
YADI
NIM. 17193069**

**PROGRAM PASCASARJANA FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG**

2021

ABSTRACT

Yadi, 2021. *Project-Based Learning Model Assisted Expert System on Computer Networking Subjects.*

Vocational education is one of the national education systems that aims to prepare someone to be a ready-made expert, who has the skills and knowledge to be applied in the field of employment, the need for labor on computer networks is increasing making an opportunity for students who have computer network competence. The problems that occur are not optimal knowledge and skills in analyzing problems on computer networks are still weak, so the design of network topology made by students has not been maximal. To overcome these problems, it is necessary to develop a Project-based Learning model that uses the help of technology in accordance with the conditions of the industrial revolution 4.0. This research aims to develop a Project-based Learning model assisted by expert systems that can improve knowledge and skills based on soft skills 4C (communication, collaboration, critical thinking and creative).

Research uses the Research and Development (R&D) approach by adopting Borg and Gall into three stages including introduction, testing and development, to determine the validation of the model using expert tests through Focus Group Discussion (FGD). Effectiveness tests are conducted through cognitive, affective and psychomotor measurements through the dissemination of questionnaire instruments and formative tests, product trials are conducted on a limited and broader basis. Data analysis uses descriptive and inferential statistics with data processing aided by SPSS Version 21.

This research resulted in a Project-based Learning model assisted by Expert System on computer networking courses. Based on the findings, it can be concluded that the Expert System-assisted Project-based Learning model has proven validity, practicality and effectiveness so that it is suitable for use in the learning process. The implications of this study can make recommendations for project-based learning models to improve knowledge and skills in analyzing a problem.

Keywords: *Project-Based Learning, Expert System, Computer Network.*

ABSTRAK

Yadi, 2021. Model *Project-Based Learning* Berbantuan *Expert System* pada Matakuliah Jaringan Komputer. Disertasi Pascasarjana Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

Pendidikan kejuruan merupakan salah satu sistem pendidikan nasional yang bertujuan mempersiapkan seseorang menjadi tenaga ahli yang siap pakai, yang mempunyai keterampilan dan pengetahuan untuk diterapkan di lapangan pekerjaan, kebutuhan tenaga kerja pada jaringan komputer semakin meningkat menjadikan sebuah peluang bagi mahasiswa yang memiliki kompetensi jaringan komputer. Permasalahan yang terjadi belum optimal pengetahuan dan keterampilan dalam menganalisis permasalahan pada jaringan komputer masih lemah, sehingga desain topologi jaringan yang dibuat mahasiswa belum maksimal. Untuk mengatasi permasalahan tersebut perlu dikembangkan suatu model pembelajaran *project-based learning* yang menggunakan bantuan teknologi sesuai pada kondisi revolusi industri 4.0. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model *project-based learning* berbantuan *expert system* yang dapat meningkatkan pengetahuan dan keterampilan yang didasari *softskill* 4C (*Communication, Collaboration, Critical Thinking dan Creative*).

Penelitian menggunakan pendekatan *Research and Development* (R&D) dengan mengadopsi Borg and Gall menjadi tiga tahapan diantaranya pendahuluan, pengujian dan pengembangan, untuk menentukan validasi model menggunakan uji pakar melalui *Focus Group Discussion* (FGD). Uji efektivitas dilakukan melalui pengukuran kognitif, afektif dan psikomotor melalui penyebaran instrumen kuesioner dan tes formatif, uji coba produk dilakukan secara terbatas dan lebih luas. Analisis data menggunakan statistik deskriptif dan inferensial dengan pengolahan data berbantuan program SPSS Versi 21.

Penelitian ini menghasilkan model *project-based learning* berbantuan *expert system* pada matakuliah jaringan komputer. Berdasarkan temuan dapat disimpulkan bahwa model *project-based learning* berbantuan *expert system* ini memiliki validitas, praktikalitas dan efektivitas yang telah teruji sehingga layak dipergunakan dalam proses pembelajaran. Implikasi dari penelitian ini dapat menjadikan rekomendasi model pembelajaran berbasis proyek untuk meningkatkan pengetahuan dan keterampilan dalam menganalisis suatu permasalahan.

Kata kunci: *Project-Based Learning, Expert System, Jaringan Komputer.*

PERSETUJUAN AKHIR DISERTASI

Mahasiswa : Yadi
NIM : 17193069
Program Studi : Doktor (S3) PTK

MENYETUJUI

Promotor I,



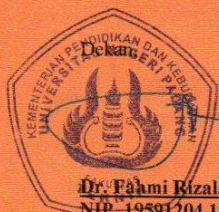
Prof. Dr. Ambiyar, M.Pd.
NIP. 19550213 198103 1 003

Promotor II,



Prof. Dr. Usmeldi, M.Pd.
NIP. 19600910 198511 1 001

PENGESAHAN



Dr. Falmi Rizal, M.Pd., M.T.
NIP. 19591204 198503 1 004

Koordinator Program Studi Pascasarjana,



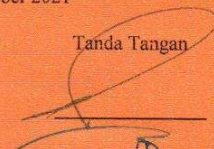
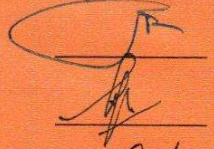

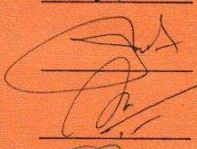
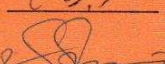
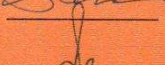


Prof. Dr. Ambiyar, M.Pd.
NIP. 19550213 198103 1 003

PERSETUJUAN KOMISI
UJIAN DISERTASI

DISERTASI

Mahasiswa : Yadi
NIM : 17193069

Dipertahankan di depan Dewan Penguji Disertasi
Program Doktor Pendidikan Teknologi dan Kejuruan
Program Pascasarjana Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang
Hari: Kamis, Tanggal : 21 Oktober 2021

No.	Nama	Tanda Tangan
1	<u>Prof. Ganefri, Ph.D.</u> (Ketua)	
2	<u>Dr. Fahmi Rizal, M.Pd., M.T.</u> (Sekretaris)	
3	<u>Prof. Dr. Ambivar, M.Pd.</u> (Promotor)	
4	<u>Prof. Dr. Usmeldi, M.Pd.</u> (Co Promotor)	
5	<u>Prof. Dr. Wakhinuddin, M.Pd.</u> (Penguji)	
6	<u>Dr. Muhammad Anwar, M.T.</u> (Penguji)	
7	<u>Dr. Rijal Abdullah, M.T.</u> (Penguji)	
8	<u>Prof. Dr. Sarjon Defit, S.Kom., M.Sc.</u> (Penguji Luar Institusi)	

Padang, 21 Oktober 2021
Koordinator Program Studi Pascasarjana,


Prof. Dr. Ambivar, M.Pd.
NIP. 19550213 198103 1 003

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis saya, disertasi dengan judul “**Model *Project-Based Learning* Berbantuan *Expert System* pada Matakuliah Jaringan Komputer**” adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapat gelar akademik, baik di Universitas Negeri Padang, maupun di Perguruan Tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini murni gagasan, penilaian, dan rumusan saya sendiri, dengan arahan tim promotor dan tim pembahas.
3. Di dalam karya tulis ini tidak terdapat hasil karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali dikutip secara tertulis dengan jelas dan dicantumkan pada daftar rujukan.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran pernyataan ini maka saya bersedia menerima sanksi akademik, berupa pencabutan gelar yang telah saya peroleh karena karya tulis ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma dan ketentuan hukum yang berlaku.

Padang, 21 Oktober 2021
Saya yang menyatakan,



Yadi
NIM. 17193069

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Alhamdulillahirabbil'alamiin segala puji dan syukur hanya kepada Allah SWT. Yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga disertasi ini dapat diselesaikan dengan baik. Dalam pelaksanaan penelitian dan penyusunan disertasi peneliti ini banyak mendapatkan bimbingan dan arahan dari berbagai pihak, oleh karena itu peneliti ingin menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih yang setinggi tingginya kepada:

1. Prof. Ganefri, Ph.D selaku Rektor Universitas Negeri Padang.
2. Prof. Dr. Ambiyar, M.Pd selaku Promotor I dan juga selaku Koordinator Pascasarjana Program Studi Doktor S3 Pendidikan Teknologi dan Kejuruan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang yang telah membantu peneliti dalam memberikan arahan, bimbingan, dan dukungan sehingga disertasi ini dapat diselesaikan.
3. Prof. Dr. Usmeldi, M.Pd selaku Promotor II yang telah membantu peneliti dalam memberikan arahan, bimbingan dan dukungan sehingga disertasi ini dapat diselesaikan.
4. Prof. Dr. Wakhinuddin, M.Pd, Dr. Muhammad Anwar, MT, Dr. Rijal Abdullah, M.Pd selaku Pembahas yang telah memberikan saran dan kritik demi kesempurnaan pada penelitian.
5. Dr. Fahmi Rizal, M.Pd. M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
6. Prof. Dr. Sarjon Defit, S.Kom, M.Sc selaku Penguji Luar Institusi yang telah memberikan arahan dan masukan dalam penyempurnaan disertasi ini.
7. Para ahli yang terlibat dalam *Focus Group Discussion* (FGD) pada disertasi ini, yang telah memberikan berbagai saran untuk perbaikan pada produk hasil penelitian.
8. Kepada kedua orang tua, Bapak dan Ibu, yang selalu mendoakan, memotivasi, dan memberikan kasih sayang untuk tetap semangat menjalani perkuliahan dan menyelesaikan disertasi.

9. Teman-teman mahasiswa Program Studi Pendidikan Teknologi Kejuruan S3, Universitas Negeri Padang, yang selalu mendukung untuk menyelesaikan disertasi.

Teriring harapan dan do'a semoga Allah SWT membalas amal kebaikan dari berbagai pihak tersebut serta selalu melimpahkan karunia, dan hidayah. Tentunya masih banyak kekurangan yang ada dalam penulisan disertasi ini, untuk itu penulisan berharap masukan dari pembaca dan semoga karya ilmiah ini dapat bermanfaat bagi penulis dan para pembaca. Aamiin

Padang, 21 Oktober 2021

Peneliti

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRACT	i
ABSTRAK	ii
PERSETUJUAN AKHIR DISERTASI	iii
PERSETUJUAN KOMISI UJIAN DISERTASI	iv
PERNYATAAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Identifikasi Masalah	9
C. Batasan Masalah	10
D. Rumusan Masalah	10
E. Tujuan Penelitian	11
F. Manfaat Penelitian	11
G. Spesifikasi Produk	12
H. Definisi Operasional	13
BAB II. KAJIAN PUSTAKA	
A. Landasan Pengembangan Model <i>Project-Based Learning</i> Berbantuan <i>Expert System</i>	15
B. Pendidikan Kejuruan	23
C. Ranah Afektif	34
D. Ranah Kognitif	39
E. Ranah Psikomotor	41
F. Model Pembelajaran	42
G. Model <i>Project-Based Learning</i>	46

H. Kelebihan dan Kelemahan <i>Project-Based Learning</i>	48
I. Model <i>Project-Based Learning</i> pada Jaringan Komputer	52
J. Sistem Pakar	54
K. Metode <i>Forward Chaining</i>	67
L. Model <i>Project-Based Learning</i> Berbantuan <i>Expert System</i>	75
M. Jaringan Komputer	77
N. Model Pengembangan <i>Expert System</i> Jaringan Komputer	83
O. Penelitian yang Relevan	86
P. Kerangka Konseptual Pengembangan Model <i>Project-Based Learning</i> Berbantuan <i>Expert System</i>	91
BAB III. METODE PENELITIAN	
A. Model Pengembangan	94
B. Prosedur Pengembangan	95
C. Prosedur Pengembangan Perangkat Lunak <i>Expert System</i>	100
D. Uji Coba Produk	102
E. Subjek Uji Coba Produk	103
F. Jenis Data	104
G. Instrumen Pengumpulan data	105
H. Teknik Analisis Data	111
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. Hasil Pengembangan Model	116
B. Pengembangan Model	132
C. Pengujian	150
D. Pembahasan	165
E. Keterbaharuan (<i>Novelty</i>).....	177
F. Keterbatasan Penelitian	178
G. Kelebihan Model <i>Project-Based Learning</i> Berbantuan <i>Expert System</i>	179
H. Kelemahan Model <i>Project-Based Learning</i> Berbantuan <i>Expert System</i>	180

BAB V. SIMPULAN, IMPLIKASI DAN SARAN	
A. Simpulan	181
B. Implikasi	182
C. Saran	183
DAFTAR RUJUKAN	184
LAMPIRAN	192

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1. Sintak Model <i>Project-Based Learning</i>	51
2.2. Permasalahan Topologi Jaringan	68
2.3. Simbol DFD	69
2.4. Simbol ERD	70
2.5. Simbol <i>Flow Direction</i>	72
2.6. Simbol Proses	73
2.7. Simbol <i>Input/Output</i>	74
3.1. Rincian Kegiatan Pengembangan	96
3.2. Desain <i>Pretest-Posttest</i>	103
3.3. Kisi-Kisi Instrumen Validitas Buku Model	105
3.4. Kisi-Kisi Instrumen Buku Pedoman Dosen dan Mahasiswa	106
3.5. Kisi-Kisi Instrumen Model <i>Project-Based Learning</i>	106
3.6. Kisi-Kisi <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> Jaringan Komputer	107
3.7. Kisi-Kisi Instrumen Aspek Afektif	108
3.8. Kisi Instrumen Aspek Psikomotor	108
3.9. Kriteria Tingkat Kesukaran	110
3.10. Kriteria Daya Pembeda Soal	110
3.11. Kriteria Penilaian Validitas Aiken	112
3.12. Uji Praktikalitas	112
3.13. Kriteria Aspek Penilaian	113
4.1. Rujukan Pengembangan Model	118
4.2. Narasumber FGD	133
4.3. Hasil Validasi Buku Model	134
4.4. Hasil Validasi Buku Pedoman Dosen	134
4.5. Hasil Validasi Buku Pedoman Mahasiswa	135
4.6. Hasil Validasi Bahan Ajar	136
4.7. Hasil Validasi Buku Pedoman Aplikasi	136

4.8. Hasil Instrumen Kuesioner Dosen Uji Coba Terbatas	140
4.9. Hasil Instrumen Kuesioner Mahasiswa Uji Coba Terbatas	141
4.10. Hasil Uji Coba Terbatas Efektivitas Dosen	142
4.11. Hasil Uji Coba Terbatas Efektivitas Mahasiswa	142
4.12. Distribusi Frekuensi Hasil <i>Pretest</i> Uji Coba Terbatas	143
4.13. Distribusi Frekuensi Hasil <i>Posttest</i> Uji Terbatas	144
4.14. Data Kerusakan Topologi Jaringan	146
4.15. Data Kriteria Gejala Kerusakan Topologi Jaringan	147
4.16. Data Solusi	148
4.17. <i>Rule Expert System</i>	149
4.18. Rekapitulasi Hasil Instrumen Praktikalitas Aspek Daya Tarik	151
4.19. Rekapitulasi Hasil Instrumen Praktikalitas Aspek Proses Pengembangan	151
4.20. Rekapitulasi Hasil Instrumen Praktikalitas pada Aspek Kemudahan Pengguna	152
4.21. Rekapitulasi pada Aspek Keberfungsian dan Kegunaan	152
4.22. Rekapitulasi Hasil Instrumen Praktikalitas pada Aspek Reliabilitas	153
4.23. Hasil Aspek Afektif	154
4.24. Rekapitulasi Afektifitas Kelas Eksperimen	155
4.25. Rekapitulasi Penilaian Afektif Kelas Kontrol	156
4.26. Hasil Penilaian Psikomotor Pembelajaran Jaringan Komputer	157
4.27. Hasil Efektivitas Kognitif	158
4.28. Distribusi Frekuensi Data <i>Pretest</i> Kelas Eksperimen	159
4.29. Distribusi Frekuensi Data <i>Posttest</i> Kelas Eksperimen	160
4.30 Distribusi Frekuensi Data <i>Pretest</i> kelas Kontrol	161
4.31 Distribusi Frekuensi Data <i>Posttest</i> Kelas Kontrol	162
4.32 Uji Normalitas	163
4.33 Hasil Uji Homogenitas	163
4.34 Hasil Distribusi Rata-Rata	164
4.35 Hasil Uji T	165

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1.1. Nilai Jaringan Komputer	5
2.1. Komponen Model Pembelajaran	43
2.2. Arsitektur <i>Expert System</i>	55
2.3. <i>Backward Chaining</i>	58
2.4. <i>Forward Chaining</i>	58
2.5. Pola Penelusuran <i>Depth-First Search</i>	63
2.6. Pola Penelusuran <i>Breadth-First Search</i>	63
2.7. DFD Interaksi <i>Expert System</i>	70
2.8. ERD <i>Database Expert System</i>	71
2.9. <i>Flowchart</i> Diagnosis <i>Expert System</i>	74
2.10. Sintak Model <i>Project-Based Learning</i> Berbantuan <i>Expert System</i>	77
2.11. Topologi Jaringan Bus	78
2.12. Topologi Jaringan <i>Ring</i>	79
2.13. Topologi Jaringan <i>Star</i>	80
2.14. Topologi Jaringan <i>Extended Star</i>	81
2.15. Topologi Jaringan <i>Mesh</i>	82
2.16. Topologi Jaringan Hierarki	83
2.17. Tahapan dalam <i>Waterfall</i>	84
2.18. Kerangka Konseptual Model <i>Project-Based Learning</i> Berbantuan <i>Expert System</i>	93
3.1. Model Pengembangan R&D	95
3.2. Arsitektur <i>Project-Based Learning</i> berbantuan <i>Expert System</i>	99
3.3. Desain Pengembangan Perangkat Lunak Model <i>Waterfall</i>	101
4.1 Nilai Jaringan Komputer	124
4.2. Distribusi Frekuensi <i>Pretest</i> Uji Coba Terbatas	143
4.3. Distribusi Frekuensi <i>Posttest</i> Uji Coba Terbatas	144
4.4. Hasil Penilaian Afektif	154
4.5. Nilai Afektifitas Kelas Eksperimen	155

4.6. Nilai Afektifitas Kelas Kontrol	157
4.7. Diagram Hasil Penilaian Psikomotor	158
4.8. Distribusi Frekuensi Ranah Kognitif <i>Pretest</i> Kelas Eksperimen	159
4.9. Distribusi Frekuensi Ranah Kognitif <i>Posttest</i> Kelas Eksperimen	160
4.10. Nilai Interval <i>Pretest</i> Kelas Kontrol	161
4.11. Nilai Interval <i>Posttest</i> Kelas Kontrol	162

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Surat Izin Penelitian	192
2. Absensi Pakar FGD (<i>Focus Group Discussion</i>)	193
3. Rekapitulasi Penilaian Validitas Buku Model	194
4. Hasil Penilaian Validitas Buku Pedoman Dosen	195
5. Hasil Penilaian Validitas Buku Pedoman Mahasiswa	196
6. Hasil Penilaian Validitas Buku Modul	197
7. Hasil Penilaian Validitas Buku Pedoman Aplikasi	198
8. Hasil Pengolahan Data Validasi	199
9. Instrumen Penilaian Praktikalitas	201
10. Rekapitulasi Data Praktikalitas	202
11. Tingkat Kesukaran Soal dan Realibilitas	205
12. Uji Daya Pembeda Soal	206
13. Validitas Tes	207
14. Instrumen Uji Efektifitas	208
15. Tabulasi Penilaian Afektif	209
16. Rekapitulasi Hasil Penilaian Afektifitas (Sikap)	211
17. Tabulasi Hasil Penilaian Kognitif	213
18. Rekapitulasi Hasil Penilaian Kognitif Uji Luas	214
19. Hasil Analisis Data Normalitas, Homogenitas dan Uji-T	226
20. Pengolahan Uji Normalitas SPSS	218

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Pendidikan kejuruan merupakan salah satu sistem pendidikan nasional bertujuan mempersiapkan tenaga profesional yang mempunyai keterampilan, pengetahuan dan kompetensi untuk diterapkan di dunia kerja sesuai dengan bidangnya. Pendidikan kejuruan diklasifikasikan pada tingkat pendidikan menengah seperti SMK/SMAK, serta pendidikan vokasi pada perguruan tinggi. (Hanafi, 2014)

Perkembangan revolusi industri 4.0 membawa perubahan pada perguruan tinggi untuk mempersiapkan lulusan yang memiliki kompetensi sesuai perkembangan abad 21 seperti *critical thinking, creativity, collaboration dan communication*. Menghadapi perkembangan revolusi industri dalam menciptakan lulusan yang memiliki kompetensi pemerintah Indonesia ikut berperan melalui Perpres No 8 Tahun 2012 menetapkan Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia (KKNI) sebagai acuan dalam penyusunan capaian pembelajaran lulusan dari setiap jenjang pendidikan secara nasional. (Perpres, 2012)

Profesional dan kompetensi harus dimiliki oleh lulusan perguruan tinggi agar dapat bersaing di dunia usaha maupun dunia industri, melalui Kepmen Diknas No 232 Tahun 2000 bahwa dalam penyusunan kurikulum perguruan tinggi, lulusan harus memiliki sifat tanggung jawab serta kompetensi agar dapat terserap pada lapangan kerja sesuai dengan bidang ilmu yang dimiliki.

Pendidikan teknologi dan kejuruan yang dipengaruhi oleh berbagai perubahan seperti perubahan organisasi pekerja, perubahan formasi, kompetensi yang dibutuhkan dalam membangun kerja sama antara dunia kerja dan lembaga pendidikan teknologi dan kejuruan yang bertanggung jawab dalam mengembangkan kemampuan lulusan. (Jalinus, 2011)

Perguruan tinggi terus meningkatkan kualitas dalam pembelajaran agar menghasilkan lulusan dengan kualifikasi dan kompetensi sesuai kebutuhan dunia kerja, kualitas lulusan sangat menjadi perhatian penyelenggara pendidikan hal ini terlihat dari strategi dan upaya dalam perbaikan serta peningkatan kualitas pembelajaran, terutama pada pendidikan vokasi yang ikut menghadirkan proyeksi dunia kerja yang nyata dalam pembelajaran melalui replika lingkungan kerja. Peningkatan kualitas pembelajaran melalui pengalaman baru bagi para mahasiswa dalam pembelajaran membawa dampak pada perkembangan kognitif, afektif dan psikomotor. (Usman & Darmono, 2016)

Perkembangan teknologi informasi yang semakin berkembang ikut berpengaruh dalam dunia pendidikan, pada dasarnya dengan perkembangan teknologi komputerisasi semua diberikan kemudahan dalam berkomunikasi serta mendapatkan informasi yang cepat dan akurat.

Pemanfaatan teknologi akan berdampak pada optimalisasi kemampuan serta meningkatkan efisiensi kinerja dalam menyelesaikan permasalahan dan mengambil sebuah keputusan yang tepat, dengan pertumbuhan sumber daya manusia yang semakin baik akan sangat membantu dalam kemajuan bangsa. (Jalinus, 2011)

Perkembangan teknologi menuntut manusia memasuki era transisi, perubahan kemampuan manusia untuk meninggalkan kemampuan manual (*manual skill*) menuju pada kemampuan otak (*brains skill*), sehingga *critical thinking* sangat dibutuhkan dalam menyelesaikan permasalahan dengan cepat dan tepat.

Model pembelajaran mempunyai peran yang sangat penting dalam proses menghasilkan sumber daya manusia yang memiliki kompetensi sesuai dengan bidang ilmu dan kebutuhan pekerjaan. Penerapan model pembelajaran merupakan strategi kemudahan dalam pembelajaran agar mahasiswa dapat menjadi lebih aktif dalam pembelajaran yang berdampak pada hasil belajar. (Hartini, 2017)

Perancangan pendidikan bukan hanya untuk meningkatkan potensi mahasiswa namun mempersiapkan manusia yang produktif, oleh sebab itu dosen harus mampu membekali mahasiswa dengan keterampilan sesuai dengan profesi lulusan dan kompetensi. (Muam, 2017)

Diagnosis kognitif merupakan metode populer sebagai alat bantu terhadap dukungan penilaian untuk ketuntasan belajar, kemampuan diagnosis mahasiswa sangat penting dilakukan. (Kurniawan et al., 2019) menyatakan bahwa diagnosis kemampuan dari aspek pengetahuan (*cognitive domain*) sebagai dasar dukungan penilaian terhadap capaian pembelajaran. Dengan melakukan diagnosis, mahasiswa akan memperoleh informasi dan penjelasan kemampuan yang telah dikuasai atau belum dipahami oleh mahasiswa pada materi bahasan yang disajikan pada pembelajaran, dengan adanya diagnosis dengan *expert system* dapat mengetahui gambaran mahasiswa dalam menguasai konsep dalam menuntaskan materi dari pembelajaran.

Peran taksonomi sebagai salah satu element paling penting dalam perancangan dalam penyusunan kurikulum untuk mempertimbangkan pentingnya pembelajaran kepada mahasiswa dalam memfasilitasi prestasi belajar mulai dari tingkat kemampuan berfikir rendah sampai tingkat tinggi sesuai dengan model *taxonomy bloom's*. (Hyder & Shelina Bhamani, 2016)

Pemahaman mahasiswa dapat ditingkatkan dengan lebih menekankan pada pembelajaran yang lebih nyata, analisa permasalahan yang tepat pada sasaran dan tujuan yang dicapai memberikan pengalaman baru dalam pembelajaran. Salah satu model pembelajaran *project-based learning* dapat dipergunakan dalam membantu mahasiswa melaksanakan pembelajaran berbasis proyek dengan melakukan replika permasalahan pada dunia kerja dalam pembelajaran yang akan berpengaruh pada peningkatan kemampuan dalam pemecahan masalah dalam menyelesaikan permasalahan pada proyek. (Narkglom et al., 2019)

Pembelajaran *project-based learning* sangat tepat dalam mengoptimalkan kemampuan mahasiswa dalam peningkatan kompetensi dengan mempresentasikan keterampilan dalam penyelesaian proyek sesuai dengan

perencanaan, desain yang telah dilakukan sebelumnya, pada model *project-based Learning* pembelajaran dapat dilakukan secara berkelompok sehingga akan melatih komunikasi dan kerjasama tim. (Indiramma, 2014)

Keterampilan yang dimiliki oleh mahasiswa dalam menyelesaikan permasalahan sangat penting menjadi bekal dalam memasuki dunia kerja oleh sebab itu model pembelajaran *project-based learning* dapat didesain untuk menyelesaikan permasalahan proyek seperti pada dunia kerja yang sebenarnya. (Edi et al., 2017)

Model *project-based learning* dalam pembelajaran dipergunakan sebagai pendekatan yang sangat baik terutama memberikan pengalaman pembelajaran yang baru kepada mahasiswa (Stolk & Martello, 2019). Jaringan komputer salah satu matakuliah pada program studi Teknik Informatika yang dapat menggunakan model *project-based Learning* pada pembelajaran.

Pada program studi Teknik Informatika Sekolah Tinggi Teknologi Pagaralam proses pembelajaran dengan menggunakan model *project-based learning* telah dilakukan namun belum berjalan secara optimal terlihat pada permasalahan dalam proses pembelajaran *project-based learning*.

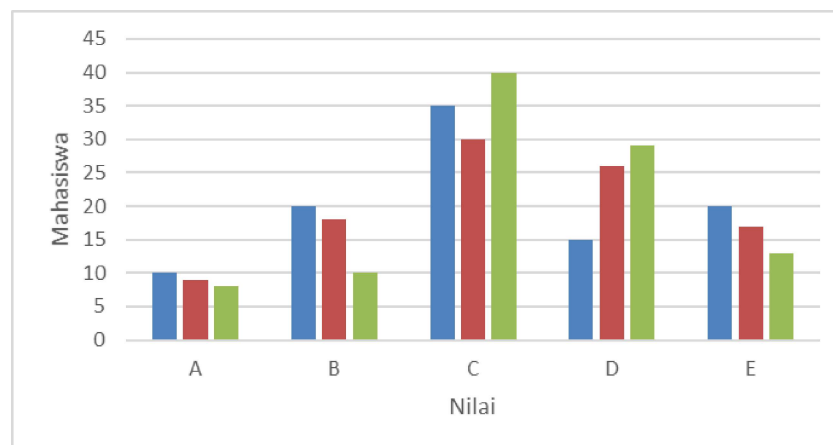
Pembelajaran yang terjadi selama ini pemberian proyek melalui modul praktikum oleh dosen, kemudian mahasiswa mengerjakan proyek pada modul praktikum, pada tahap desain dan implementasi mahasiswa sering mendapatkan kesulitan dalam menyelesaikan permasalahan hal ini dikarenakan pengetahuan dan keterampilan mahasiswa dalam menganalisa permasalahan pada jaringan komputer seperti desain infrastruktur masih lemah dan belum optimal sehingga proses penyelesaian proyek masih berfokus kepada dosen.

Implementasi *project-based learning* mahasiswa dalam pengerjaan proyek juga membutuhkan waktu yang banyak untuk menghasilkan produk, hal ini menjadi salah satu penyebab kesulitan dosen untuk melibatkan semua mahasiswa pada penyelesaian proyek yang berdampak pada kurang optimal dalam memberikan materi pelajaran sehingga pembelajaran belum berpusat kepada mahasiswa.

Seperti salah satu matakuliah pada jaringan komputer pada materi topologi jaringan mahasiswa masih terkendala pada saat implementasi topologi jaringan yang telah didesain diantaranya mahasiswa mengalami kesulitan mendeteksi kerusakan pada struktur topologi jaringan, hal ini disebabkan karena kurang optimalnya pengetahuan dan kemampuan mahasiswa dalam menganalisa permasalahan yang terjadi pada saat ujicoba topologi jaringan yang berakibat pada produk harus diperbaiki bahkan gagal saat dipergunakan.

Kesalahan yang sering terjadi pada saat melakukan perancangan dan implementasi topologi jaringan diantaranya analisa kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak yang dipergunakan dalam perancangan struktur topologi jaringan, penggunaan kabel jaringan dan konfigurasi jaringan yang membutuhkan pengetahuan terhadap klasifikasi struktur pengalamatan Internet *Protocol* (TCP/IP) yang berfungsi sebagai perintah melakukan komunikasi dari satu perangkat pada perangkat lainnya.

Proses implementasi proyek yang tidak berjalan dengan baik akan berdampak kepada hasil belajar mahasiswa saat dilakukan evaluasi dan penilaian oleh dosen pada penyusunan struktur topologi jaringan hasil nilai yang didapat seperti Gambar 1.1.



Gambar 1.1. Nilai Jaringan Komputer

Sumber: BAAK STTPagaralam (2019)

Dilihat dari grafik nilai pada tiga tahun terakhir masih terdapat mahasiswa dengan nilai rendah pada matakuliah jaringan komputer

sebagaimana salah satu matakuliah wajib dengan nilai minimum baik, matakuliah jaringan komputer salah satu dasar kompetensi yang harus dimiliki oleh mahasiswa Program Studi Teknik Informatika Sekolah Tinggi Teknologi Pagar alam.

Prestasi yang diperoleh mahasiswa dalam usaha menyelesaikan tugas selama mengikuti pembelajaran bukanlah masalah yang berdiri sendiri, melainkan mempunyai kaitan yang erat dengan beberapa faktor lain. Pakar berpendapat tingkat prestasi berkaitan erat dengan proses pembelajaran yang selalu menekankan kepada penyampaian informasi materi pelajaran. (Destiani et al., 2013)

Model *project-based learning* yang telah dipergunakan selama ini dirasakan perlu dilakukan pengembangan agar pembelajaran dapat berfokus pada mahasiswa dalam penyelesaian proyek dengan memberikan kesempatan kepada mahasiswa dalam mengoptimalkan proses pembelajaran secara mandiri sesuai dengan pada pemahaman pembelajaran abad 21 seperti kemampuan *critical thinking, creativity, collaboration* dan *communication* berjalan dengan baik. Pengembangan model pembelajaran dengan memanfaatkan teknologi seperti kecerdasan buatan dirasakan mampu membawa perubahan dan pengalaman yang baru bagi mahasiswa dalam meningkatkan pengetahuan dalam pembelajaran.

Expert system merupakan salah satu teknologi kecerdasan buatan yang sedang berkembang namun belum mampu dimanfaatkan secara baik dalam proses pembelajaran di Indonesia. *Expert system* dipergunakan dalam menyelesaikan suatu permasalahan melalui pengetahuan seorang pakar, dimana seorang pakar merupakan orang yang mempunyai keahlian yang didapat melalui pendidikan akademik maupun dari proses pengalaman yang dimiliki khusus pada suatu bidang tertentu. (Turban, 2005)

Konsep dasar dari *expert system* terdiri dari *expertise, expert* dan *transferring expertise*. Penggunaan *expert system* terdapat algoritma atau aturan yang dipergunakan untuk mengambil sebuah kesimpulan dari penyelesaian permasalahan.

Proses penarikan kesimpulan berdasarkan pada data dan fakta pengetahuan yang disebut *knowledge base* pada sistem, keistimewaan *expert system* adalah kemampuan dalam mengambil keputusan yang disebut dengan mesin *inferensi*, dengan adanya *expert system* yang dipergunakan dalam proses pembelajaran dapat menjadikan solusi untuk membantu mahasiswa mengoptimalkan pengetahuan dan kemampuan menganalisa permasalahan sehingga dapat menyelesaikan permasalahan layaknya seorang pakar. (Kurniawan et al., 2019)

Expert System bertujuan untuk memberikan kemudahan serta solusi dari permasalahan tertentu dengan mengadopsi pengetahuan dari seorang pakar dalam memecahkan permasalahan dengan memanfaatkan teknologi perangkat komputer. Kinerja *expert system* diantaranya mampu mengidentifikasi modalitas belajar mahasiswa dengan jelas tanpa harus pertemuan dengan pakar atau dosen dalam menyelesaikan permasalahan sebagai sarana konsultasi sehingga dengan bantuan *expert system* dapat meningkatkan pengetahuan dan kompetensi mahasiswa dalam menyelesaikan permasalahan. (Kadrahman et al., 2020)

Inovasi pengembangan model pembelajaran dengan bantuan *expert system* dalam mengoptimalkan pengetahuan mahasiswa untuk dapat berpikir kritis terletak pada data dan fakta permasalahan yang didapatkan dari seorang pakar untuk dipergunakan dalam menyelesaikan permasalahan. Pada dasarnya *expert system* dipergunakan untuk membantu dalam memecahkan permasalahan bukan untuk menggantikan kedudukan seorang ahli atau pakar dengan tujuan memberikan pengetahuan kepada mahasiswa dalam menyelesaikan permasalahan yang rumit.

Expert system yang di bangun untuk membantu memecahkan suatu masalah tanpa harus bertemu dan bergantung kepada seorang pakar. Misalnya adanya kerusakan pada topologi jaringan teknisi mengalami kesulitan dalam mendeteksi permasalahan yang menjadi penyebab kerusakan dengan adanya *expert system* teknisi dapat memanfaatkan untuk berkonsultasi berdasarkan data dan fakta yang terjadi tanpa harus bertemu dengan seorang pakar untuk

mengatasi permasalahan pada topologi jaringan yang praktis dengan memberikan pengetahuan beserta solusi dari permasalahan.

Pemanfaatan pengetahuan seorang pakar yang terintegrasi dengan teknologi informasi dan kecerdasan buatan menjadi komponen yang terpenting dalam membangun *expert system* agar dapat berfikir seperti seorang pakar. Penarikan kesimpulan dalam penyelesaian permasalahan pada *expert system* menggunakan algoritma *If-Then*. Seperti sebuah contoh dalam menganalisa jaringan komputer yang berawal dari sebuah gejala *If* lampu indikator tidak menyala *Then not connection* atau jaringan internet terputus kesimpulan didapatkan dari penarikan pengetahuan dengan memanfaatkan algoritma yang dipergunakan pada *expert system*.

Pengembangan model *project-based learning* berbantuan *expert system* berlandaskan dari beberapa model *project-based learning* yang telah dikembangkan diantaranya mengacu pada model yang telah dikembangkan oleh Lucas dengan sintak yang terdiri dari 6 (enam) tahap. (Foundation, 2005)

Berdasarkan permasalahan diatas pengembangan model pembelajaran dengan berbantuan *expert system* dapat memberikan solusi terhadap penyelesaian permasalahan dengan pola pikir seorang pakar, implementasi pengembangan dilakukan pada mata kuliah jaringan komputer, hal ini diharapkan dapat membantu mahasiswa mengoptimalkan kemampuan diri dalam penguasaan materi pembelajaran dan mengenal mata kuliah tersebut sebagai dasar pada ilmu Teknik Informatika dengan baik sesuai dengan kompetensi.

Model *project-based learning* berbantuan *expert system* merupakan sebuah konsep pembelajaran yang tepat diterapkan kepada mahasiswa untuk meningkatkan keterampilan pemahaman dalam menganalisa pemecahan suatu permasalahan, inovasi yang dilakukan pada pengembangan pembelajaran ini pastinya akan melibatkan dosen untuk dapat meningkatkan keterampilan.

Usaha dalam penyempurnaan kegiatan pembelajaran mata kuliah Jaringan Komputer yang akan dilaksanakan difokuskan kepada upaya pengembangan model pembelajaran *project-based learning* dengan berbantuan

expert system untuk mendeteksi pemahaman mahasiswa terhadap proyek yang akan di desain sehingga dapat memberikan kemudahan kepada mahasiswa dalam menyelesaikan proyek yang akan di desain sesuai dengan potensi yang dimiliki oleh mahasiswa.

Perancangan *expert system* bertujuan untuk meningkatkan kemampuan mahasiswa dalam menyelesaikan permasalahan dalam penyelesaian proyek dengan melihat dari permasalahan yang terjadi dalam perancangan proyek. (Purnama et al., 2020)

Pengembangan model *project-based learning* berbantuan *expert system* sebagai upaya untuk memecahkan masalah mahasiswa dalam memahami materi belajar untuk menyelesaikan permasalahan berbasis proyek, berdasarkan observasi lapangan bahwa pembelajaran mata kuliah jaringan komputer pada program studi Teknik Informatika Sekolah Tinggi Teknologi Pagar alam.

Pengembangan *project-based learning* dapat dikembangkan dengan menggunakan teknologi untuk keperluan pembelajaran untuk membantu mahasiswa dalam melakukan analisis penyelesaian permasalahan dalam proyek perancangan jaringan komputer.

Pengembangan model *project-based learning* pada mata kuliah jaringan komputer berbantuan *expert system* diharapkan dapat membantu mahasiswa dalam proses penyelesaian permasalahan proyek yang akan di hasilkan dengan tersedianya sistem pakar yang dipergunakan untuk mendiagnosis kemampuan mahasiswa dalam pemahaman terhadap dasar proyek yang akan di buat sampai pada evaluasi proyek dengan demikian mahasiswa dapat meningkatkan hasil belajar pada mata kuliah jaringan komputer.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan dari latar belakang masalah, maka dapat diidentifikasi permasalahan dalam penelitian ini antara lain:

1. Hasil belajar mahasiswa pada mata kuliah Jaringan Komputer kurang memuaskan.

2. Pengetahuan dan keterampilan dalam menganalisis permasalahan pada Jaringan Komputer masih lemah.
3. Materi yang disampaikan dosen dalam proses pembelajaran masih belum optimal.
4. Desain infrastruktur jaringan komputer yang dibuat mahasiswa belum maksimal.
5. Dosen mengalami kesulitan dalam melibatkan semua mahasiswa pada penyelesaian proyek.
6. Model *project-based learning* mahasiswa membutuhkan waktu yang banyak untuk menghasilkan produk.
7. Mahasiswa mengalami kesulitan dalam pembuatan perencanaan proyek pada model *project-based learning*.
8. Pada model *project-based learning* mahasiswa mengalami kesulitan dalam menganalisis permasalahan yang muncul saat pengerjaan proyek.
9. Pada model *project-based learning* dosen masih terlibat dalam memberikan solusi kepada mahasiswa untuk menyelesaikan permasalahan.

C. Batasan Masalah

Berdasarkan uraian identifikasi masalah sehingga menjadi lebih fokus pada akar permasalahan yang ada dengan membatasi ruang lingkup penelitian pada kemampuan mahasiswa dalam menyelesaikan proyek dan pengerjaan proyek, tempat waktu menggunakan model *project-based learning* berbantuan *expert system* pada mata kuliah Jaringan Komputer.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan yang telah diuraikan adapun rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana model *project-based learning* berbantuan *expert system* pada matakuliah jaringan komputer di Sekolah Tinggi Teknologi Pagar alam?

2. Bagaimana validitas, praktikalitas, dan efektivitas model *project-based learning* berbantuan *expert system* dalam pembelajaran Jaringan Komputer?

E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Menghasilkan model *project-based learning* berbantuan *expert system* pada mata kuliah Jaringan Komputer.
2. Mengungkapkan validitas, praktikalitas, dan efektivitas dari model *project-based learning* berbantuan *expert system* pada matakuliah Jaringan Komputer.

F. Manfaat Penelitian

Manfaat hasil dari penelitian yang dilakukan baik secara teoretis maupun praktis sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis
 - a. Secara teoritis dapat menjadikan referensi dalam pengembangan model pembelajaran berbantuan *expert system* pada matakuliah Jaringan Komputer.
 - b. Menambah sumber pengetahuan mengenai model pembelajaran berbantuan *expert system*.
 - c. Dapat memberikan referensi berupa perancangan sistem pakar yang dipergunakan dalam proses pembelajaran pada matakuliah Jaringan Komputer.
2. Manfaat Praktis
 - a. Bagi Mahasiswa
 - 1) Hasil penelitian bermanfaat untuk mahasiswa dalam melaksanakan pembelajaran Jaringan Komputer.

- 2) Mahasiswa lebih mudah memahami materi yang disampaikan dosen dan lebih termotivasi dalam mengikuti pembelajaran.
 - 3) Memberikan pelajaran yang menyenangkan dengan bantuan *expert system* yang telah disediakan.
 - 4) Mampu memecahkan permasalahan dalam pembelajaran Jaringan Komputer.
- b. Bagi Dosen
- 1) Membantu dosen dalam mencapai kompetensi yang diharapkan pada matakuliah Jaringan Komputer.
 - 2) Sebagai alat bantu dalam pembelajaran pada matakuliah Jaringan Komputer.
 - 3) Proses pembelajaran lebih mudah dengan model yang telah dikembangkan.
- c. Bagi Institusi
- 1) Hasil penelitian dapat digunakan sebagai kontribusi dalam pembelajaran.
 - 2) Membantu tercapainya tujuan institusi dalam menciptakan lulusan yang memiliki kompetensi.
- d. Bagi Peneliti Lain
- 1) Sebagai bahan referensi untuk dapat mengembangkan model pembelajaran.
 - 2) Sebagai bahan untuk dilakukan penelitian lebih mendalam lagi dengan menambahkan variabel lainnya.

G. Spesifikasi Produk

Produk yang diharapkan dari penelitian ini yakni model *project-based learning* berbantuan *expert system* pada matakuliah Jaringan Komputer, dengan bantuan *expert system* yang didesain menggunakan bahasa pemrograman PHP dan *database* MySQL untuk memberikan kemudahan dalam mengoptimalkan pembelajaran Jaringan Komputer.

Produk yang dihasilkan dari pengembangan model *project-based learning* berbantuan *expert system* diantaranya:

1. Buku model *project-based learning* berbantuan *expert system* berisikan tentang langkah atau sintaks pembelajaran yang terdiri dari beberapa tahapan; a) pertanyaan mendasar, b) desain proyek, c) *solution alternativ (expert system)*, d) monitoring, e) *task assessment*, f) *feedback*, g) evaluasi. Memuat adanya sistem sosial, sistem pendukung, dampak instruksional dan dampak pengiring.
2. Buku pedoman mahasiswa berisikan kegiatan pembelajaran bagi mahasiswa dalam menerapkan model *project-based learning*.
3. Buku pedoman dosen berisikan kegiatan pengajaran bagi dosen dalam merancang rencana pembelajaran dalam penerapan model *project-based learning*.
4. Buku pengguna aplikasi berisikan instruksi pengguna aplikasi *expert system* yang dapat dipergunakan untuk mengoptimalkan kemampuan mahasiswa dalam pembelajaran.
5. Bahan Ajar berisikan materi perkuliahan Jaringan Komputer yang membahas *software* dan *hardware* struktur Jaringan Komputer.

H. Definisi Operasional

Definisi istilah dalam pengembangan model *project-based learning* berbantuan *expert system* sebagai berikut:

1. Model *project-based learning* berbantuan *expert system* adalah model pembelajaran yang menggunakan *expert system* sebagai media pendukung pembelajaran dalam meningkatkan pengetahuan dan keterampilan mahasiswa.
2. *Expert system* adalah Sistem informasi yang berisi pengetahuan seorang pakar sehingga dapat digunakan untuk konsultasi dengan pengetahuan seorang pakar yang menjadi dasar untuk menjawab pertanyaan berdasarkan data dan fakta yang sebenarnya.

3. *Forward chaining* adalah metode pencarian atau penarikan kesimpulan berdasarkan pada data atau fakta dengan konsep penelusuran dari premis menuju pada kesimpulan atau *bottom up reasoning*.
4. Validasi produk adalah produk yang melalui proses validasi pakar melalui *focus group discussion* dengan melakukan validasi terhadap produk yang telah dikembangkan.
5. Praktikalitas adalah tingkat kemudahan dan kepraktisan produk yang dikembangkan untuk membantu mahasiswa dan dosen dalam pembelajaran.
6. Efektivitas adalah tingkat keberhasilan capaian dalam tujuan pembelajaran seperti kemampuan kognitif, afektif dan psikomotor.