

Rancangan Pembelajaran Berbasis Proyek Program Studi Rekayasa Keamanan Siber Politeknik Negeri Batam

Nelmiawati*, Uuf Brajawidagda**

*Politeknik Negeri Batam

Program Studi Rekayasa Keamanan Siber, Jurusan Teknik Informatika

**Politeknik Negeri Batam

Program Studi Teknik Multimedia dan Jaringan, Jurusan Teknik Informatika

Jl. Ahmad Yani, Tlk. Tering, Batam Kota, Batam, Kepulauan Riau 29461, Indonesia

E-mail: mia@polibatam.ac.id, uuf@polibatam.ac.id

Abstrak

Pembelajaran berbasis proyek atau *Project-Based Learning* (PBL) merupakan salah satu metode pembelajaran yang berpusat pada aktivitas pembelajaran mahasiswa (*Student-Centered Learning*) dengan melakukan eksplorasi aktif terhadap pembelajaran serta menyelesaikan permasalahan yang ada. Metode PBL telah dipercaya dapat membantu dalam meningkatkan motivasi, kompetensi serta *softskills* mahasiswa dalam belajar. Hal ini menjadi dasar bagi Program Studi Rekayasa Keamanan Siber, Jurusan Teknik Informatika, Politeknik Negeri Batam untuk bertransformasi mengembangkan pembelajaran berbasis konvensional ke arah pembelajaran berbasis PBL. Implementasi pembelajaran berbasis PBL yang ada juga beraneka ragam tergantung dari proyek, permasalahan, atau produk yang dihasilkan. Studi ini memberikan gambaran mengenai rancangan PBL Program Studi Rekayasa Keamanan Siber dengan memberikan contoh proyek yang dapat dilakukan, serta tahapan pelaksanaan PBL yang benar-benar mengikuti standar pelaksanaan proyek di industri (*hardware, software, services*) melalui metode Agile. Hal ini merupakan langkah awal dalam mewujudkan pelaksanaan PBL di program studi tersebut sehingga dapat meningkatkan *soft skills* maupun *hard skills* mahasiswa dalam memecahkan permasalahan di bidang Keamanan Siber.

Kata kunci: PBL, Keamanan Siber, Scrum Agile

Abstract

Project-Based Learning (PBL) is a learning method that is based on Student-Centered Learning activities by conducting active exploration of learning and solving existing problems. The PBL method has been believed in increasing student motivation, competence and soft skills. This is the basis for Cyber Security Engineering Study Program, Informatics Engineering Department, Politeknik Negeri Batam to transform, develop conventional-based learning towards PBL. Existing PBL-based learning implementations also vary depending on the project, problem, or product produced. This study provides an overview of the PBL design by providing examples of projects that can be carried out, as well as the stages of implementing PBL that follow the industry standards (*hardware, software, services*) through Agile method. This is the first step in realizing the implementation of PBL in the study program so that it can improve student soft skills and hard skills in solving problems especially in Cyber Security field.

Keywords: PBL, Cyber Security, Scrum Agile

1. Pendahuluan

Indonesia berada dalam bayang-bayang *Middle Income Trap* (MIT) [1]. Beberapa faktor yang menyebabkan suatu negara masuk kedalam MIT yaitu: rendahnya dukungan infrastruktur, ketidakberdayaan membangun kemandirian pangan serta perlindungan sosial selain tentunya faktor Sumber Daya Manusia (SDM), birokrasi, serta supremasi hukum. Agar terlepas dari status MIT tersebut, beberapa kendala yang perlu diperhatikan terkait produktifitas, daya saing, dan SDM [2]. Selaras dengan pendapat tersebut salah satu yang menjadi prasyarat utama untuk Indonesia dapat bermigrasi dari MIT menuju *High Income Countries* (HIC) yaitu dengan meningkatkan kapabilitas industri.

Program Kebijakan Merdeka Belajar – Kampus Merdeka saat ini dipercaya sebagai salah satu ikhtiar dalam mewujudkan Indonesia menuju HIC (Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan). Program ini meliputi beberapa hal, seperti: kemudahan pembukaan program studi baru, perubahan sistem akreditasi perguruan tinggi, kemudahan perguruan tinggi negeri menjadi PTN berbadan hukum, dan hak belajar tiga semester di luar program studi [3]. Disamping itu, proses pembelajaran dalam Kampus Merdeka merupakan salah satu perwujudan pembelajaran yang berpusat pada mahasiswa dalam bentuk Pembelajaran Berbasis Proyek atau yang sering dikenal dengan *Project-Based Learning* (PBL).

PBL sudah lama dipercaya sebagai salah satu metode pembelajaran yang sangat efektif dalam meningkatkan kemampuan mahasiswa baik *hard skills* maupun *soft skills*. Pelaksanaan PBL sebagai pengganti pembelajaran konvensional diharapkan dapat meningkatkan hubungan antara dunia kampus dengan industri. Oleh karena itu, hal ini menjadi dasar bagi Program Studi Rekayasa Keamanan Siber (RKS), Jurusan Teknik Informatika (IF), Politeknik Negeri Batam untuk bertransformasi mengembangkan pembelajaran berbasis konvensional ke arah pembelajaran berbasis proyek, PBL.

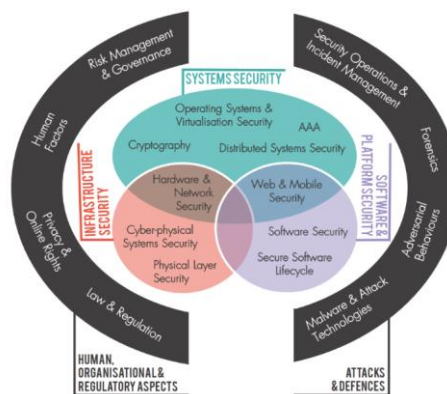
Implementasi pembelajaran berbasis PBL yang ada juga beraneka ragam bergantung kepada proyek, permasalahan atau produk yang dicapai. Studi ini membahas tentang rancangan pelaksanaan pembelajaran berbasis proyek di bidang Keamanan Siber pada program studi RKS. Beberapa contoh proyek yang dapat dilakukan serta tahapan pelaksanaan PBL diidentifikasi sehingga sejalan dengan proyek yang benar-benar mengikuti standar pelaksanaan proyek di industri (*hardware, software, services*) melalui metode Agile. Dengan adanya rancangan pelaksanaan PBL ini diharapkan dapat menjadi dasar dalam implementasi PBL di program studi tersebut. Hal ini guna mendukung kebijakan Merdeka Belajar – Kampus Merdeka, menghasilkan

hubungan yang baik antara dunia kampus dan industri, serta mengeluarkan Indonesia dari zona MIT.

2. Landasan Teori

A. *Cyber Security Body of Knowledge (CyBOK)*

CyBOK berisi dokumentasi *body of knowledge* khusus di bidang Keamanan Siber dalam mendukung pendidikan dan pelatihan profesional, yang disusun berdasarkan referensi-referensi yang telah ada sebelumnya, seperti: *text book*, penelitian ilmiah, *whitepaper* dan standar industri Keamanan Siber [4]. Proyek penyusunan dan pengembangan CyBOK disponsori oleh National Cyber Security Program, yang dipimpin oleh University of Bristol, UK, dimulai sejak 1 Februari 2017. Area pengetahuan yang dicakup oleh CyBOK dapat dilihat pada Gambar 1. CyBOK juga dijadikan sebagai salah satu referensi utama dalam penyusunan mata kuliah pada program studi RKS.



Gambar 1. CyBOK [4]

B. *Project-Based Learning (PBL)*

Pembelajaran berbasis proyek atau *Project-Based Learning* (PBL) merupakan salah satu metode pembelajaran pada siswa yang melibatkan pendekatan kelas dinamis dimana diyakini bahwa siswa memperoleh pengetahuan yang lebih dalam melalui eksplorasi aktif terhadap tantangan dan masalah dunia nyata [5]. Siswa belajar tentang suatu subjek dalam kurun waktu tertentu untuk menyelidiki dan menanggapi pertanyaan, tantangan, atau masalah kompleks yang ada [6]. Hal ini merupakan gaya belajar aktif dan pembelajaran berbasis inkuiri, kontras dengan pembelajaran konvensional yang menggunakan kertas, menghafal, atau instruksi yang dipimpin guru yang menyajikan fakta-fakta mapan atau menggambarkan jalan mulus menuju pengetahuan dengan mengajukan pertanyaan, masalah atau skenario [7].

Metode PBL telah terbukti meningkatkan motivasi, kompetensi *hard skills* serta *soft skills* mahasiswa dalam belajar: *hard skills*, sejalan dengan Piramida Pembelajaran [8] dimana model pembelajaran ini

mampu memacu hingga 90% penyerapan pengetahuan; *soft skills*, erat kaitannya dengan keterampilan abad ke-21 (*21st Century Skills*). Terdapat tiga jenis keterampilan yang perlu dikuasai mahasiswa milenial zaman kini di abad ke-21, seperti: kemampuan belajar (*learning skills*) meliputi berfikir kritis, kreativitas, kolaborasi, dan komunikasi; kemampuan literasi (*literacy skills*) meliputi literasi informasi, literasi media dan literasi teknologi; dan kemampuan hidup (*life skills*) meliputi fleksibilitas, kepemimpinan, produktivitas, dan sosial [9].

PBL di bidang Keamanan Siber pernah dilakukan pada beberapa studi berikut [10] [11] [12] [13] [14]. Bentuk proyek, rincian tingkatan proyek, serta tantangan yang dihadapi dalam melaksanakan proyek berbeda-beda. Proyek yang dilakukan studi ini [10] merupakan proyek mahasiswa di tingkat akhir sarjana. Beberapa tantangan, peluang, serta pembelajaran yang diperoleh telah dijabarkan dengan baik bersamaan dengan contoh proyek yang dikerjakan.

Proyek dalam bentuk PBL juga telah dijabarkan pada studi ini [11]. Studi ini menggunakan metode Maastricht dalam pelaksanaan PBL nya. Pada studi ini dapat dilihat pemetaan antara pelaksanaan PBL dengan dua skenario yang diberikan. Proyek yang diberikan terdiri atas beberapa skenario sederhana berdasarkan konsep pembelajaran pada mata kuliah.

PBL dibidang Keamanan Siber kini juga telah banyak diimplementasi. Selain yang ada pada studi sebelumnya [10, 11], berbagai contoh proyek/problem dapat diakses melalui CTE Online berikut [12, 15, 16]. Contoh pelaksanaan PBL untuk mata kuliah tertentu seperti Keamanan Jaringan juga telah didiskusikan melalui studi berikut [13, 14].

3. Rancangan PBL Program Studi RKS

Rancangan PBL program studi RKS disusun melalui tahapan berikut: perumusan proyek, persiapan pra-PBL, pelaksanaan proyek, peralatan pendukung, indikator performa, contoh proyek PBL.

A. Perumusan Proyek

Pelaksanaan PBL memberikan kesempatan kepada mahasiswa dalam melaksanakan proyek nyata di bidang Keamanan Siber, dengan mengikuti kaidah praktis yang lazim digunakan dalam dunia industri. Proyek-proyek pada rancangan PBL ini merupakan proyek berkelanjutan yang diantaranya saling berkaitan erat dalam membentuk sebuah proyek yang lebih besar.

Perumusan rancangan PBL pada program studi RKS berlandaskan pada hal-hal berikut:

- a. Area pengetahuan pada CyBOK [4];
- b. Mata kuliah dan capaian pembelajaran yang ada

pada kurikulum program studi RKS;

- c. Relevansi penerapan hasil-hasil proyek untuk peningkatan keamanan siber di lingkungan internal Politeknik Negeri Batam;
- d. Penerapan proses dan teknologi yang umum digunakan dalam industri teknologi informasi pada umumnya, dan rekayasa keamanan siber pada khususnya.

Faktor lain yang menjadi pertimbangan dalam perumusan rancangan PBL yaitu asas manfaat dari proyek itu sendiri. Sebagai langkah awal dalam satu hingga lima tahun ke depan, hasil rancangan PBL ditargetkan mampu memberikan kontribusi dalam peningkatan keamanan siber di lingkungan internal Politeknik Negeri Batam. Hal ini merupakan langkah awal yang penting dalam menciptakan *brand image* program studi RKS. Untuk kedepannya, pelaksanaan PBL ditargetkan mampu membangun kerjasama dengan industri. Oleh karena itu, untuk meminimalkan gap antara dunia kampus dengan industri, maka perumusan rancangan PBL ini mengadopsi proses dan teknologi yang umum digunakan di industri.

B. Persiapan Pra-PBL

Sebelum pelaksanaan PBL dapat dijalankan dengan baik, berikut beberapa tips rekomendasi/*best-practice* yang dapat dilakukan seperti pada Tabel 1 berikut.

TABEL 1. PRA-PBL

Aktivitas	Durasi (minggu)	Peserta	Deskripsi
<i>Project Training for Trainer</i>	24	Dosen	Setiap dosen pada Program Studi RKS, disyaratkan untuk mengikuti <i>Training for Trainer</i> untuk mengerjakan proyek-proyek yang telah dirumuskan. Hal ini penting dilakukan, untuk memastikan mereka mampu mendampingi mahasiswa dalam melaksanakan PBL, sesuai dengan peran mereka masing-masing.
<i>Scrum Workshop</i>	1	Dosen Mahasiswa	Setiap dosen dan mahasiswa, disyaratkan mengikuti <i>Scrum Workshop</i> . Hal ini penting dilakukan, untuk memastikan mereka memiliki pemahaman yang benar dan sama atas <i>Scrum Framework</i> .

Aktivitas	Durasi (minggu)	Peserta	Deskripsi
Belajar mandiri terkait ilmu dan teknologi dasar yang dibutuhkan pada PBL	24	Mahasiswa	Setiap mahasiswa, disyaratkan memiliki ilmu berikut: <ul style="list-style-type: none"> • Penggunaan sistem operasi Microsoft Windows 7/10. • Penggunaan kanal komunikasi PBL yang disepakati. • Penggunaan repositori BitBucket. • Penggunaan <i>Scrum Tool</i>. • Penggunaan <i>tools</i> dokumentasi.
Kesepakatan pelaksanaan PBL	1	Dosen Mahasiswa	Setiap dosen dan mahasiswa menetapkan kesepakatan-kesepakatan yang diperlukan dalam pelaksanaan PBL, seperti: <ul style="list-style-type: none"> • Scrum rule • Pembagian kelompok

C. Metode pelaksanaan Proyek

Metode pelaksanaan PBL program studi RKS pada rancangannya mengadopsi panduan yang diberikan oleh PBLWorks [6], dan dilaksanakan dengan mengikuti kaidah yang diberikan oleh *Scrum Framework* [17] [18]. Setiap proyek memiliki *backlog* yang didefinisikan dan diatur prioritasnya oleh dosen sebagai *Product Owner*, dan dilaksanakan secara berulang (*iterative*) dan bertahap (*incremental*) oleh sekelompok mahasiswa yang *self-organized* dan *cross-functional*. Suatu tim *scrum* disyaratkan secara kolektif memiliki kemandirian dalam mengelola aktifitasnya, dan secara kolektif memiliki ataupun mampu membangun keahlian yang diperlukan untuk menyelesaikan *backlog* proyek.

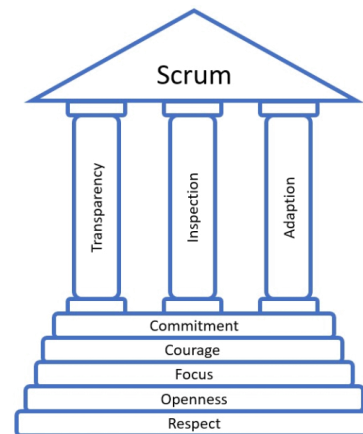
Scrum dibangun atas tiga pilar, yaitu:

- Transparency;** Segala aktifitas (proses maupun tugas) harus terlihat dengan jelas oleh semua pihak terkait. Mereka harus memiliki pemahaman yang sama terhadap aktifitas-aktifitas yang telah disepakati.
- Inspection;** Segala *scrum artifact* dan perkembangan dalam pencapaian tujuan yang telah disepakati harus konsisten diinspeksi (evaluasi) secara berkala sehingga segala permasalahan yang berpotensi muncul dapat dideteksi dan ditangani sedini mungkin.
- Adaptation;** Sigap beradaptasi terhadap perbaikan dan penyesuaian yang diperlukan terhadap penyimpangan-penyimpangan yang diluar batas toleransi atas proses maupun produk yang dihasilkan.

Untuk mendukung ketiga pilar tersebut, penting bagi anggota tim *scrum* untuk sepenuhnya menjadikan nilai-nilai berikut sebagai pondasi:

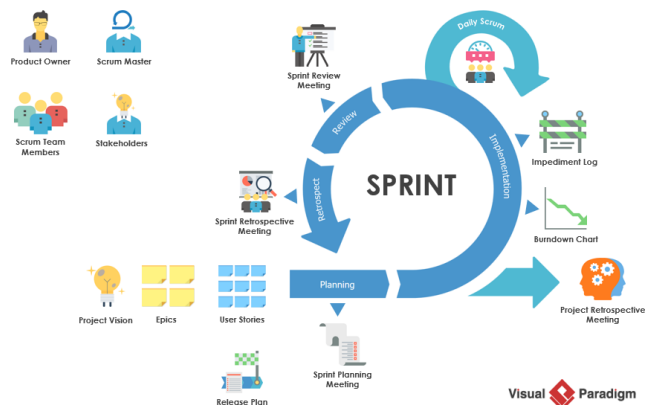
- Commitment;** Memiliki komitmen dalam mencapai goal yang telah disepakati.
- Courage;** Memiliki keberanian dalam melakukan hal-hal yang benar dan dapat dilakukan dalam memecahkan permasalahan yang ada.
- Focus;** Memusatkan aktifitas dalam mencapai hasil terbaik terhadap goal yang telah disepakati.
- Openness;** Bersama-sama dengan stakeholders saling terbuka terhadap aktivitas dan tantangan yang dihadapi.
- Respect;** Saling menghormati satu sama lainnya atas kemandirian dan kemampuan yang dimiliki anggota tim.

Sebagai ilustrasi, Gambar 2 menganalogikan secara visual, bagaimana pilar-pilar dan nilai-nilai tersebut dalam membangun *scrum*.



Gambar 2. Pilar Scrum

Selanjutnya, Gambar 3 memberikan ringkasan mengenai *Scrum Framework*, yang secara lebih rinci diberikan pada [20].






Gambar 3. Scrum Framework [19]

a. Artifak

Scrum artifact merupakan informasi yang digunakan oleh tim *scrum* dan *stakeholders* dalam memberikan rincian mengenai hasil dari proyek yang dilaksanakan, beserta aktifitas-aktifitas yang perlu dilakukan untuk mendapatkan hasil tersebut. *Scrum artifact* merupakan hal yang esensial dalam menjaga *transparency*, *inspection*, dan *adaptation*. Selanjutnya, rincian mengenai *scrum artifact* diberikan pada

TABEL 2. SCRUM ARTIFACT

Artifact	Deskripsi
 Project Backlog	<p><i>Project Backlog</i> merupakan daftar fitur baru, pengembangan fitur yang telah ada, perbaikan fitur yang telah ada, dan tugas-tugas, ataupun pekerjaan yang disyaratkan sebagai kebutuhan untuk dikerjakan pada sebuah proyek.</p> <p><i>Project Backlog</i> disusun dari berbagai macam sumber, seperti: <i>customer support</i>, analisa kompetitor, kebutuhan pasar, dan kebutuhan secara umum.</p> <p><i>Product Backlog</i> dapat berupa <i>User Story</i> yang memberikan persyaratan kebutuhan secara spesifik, dan dapat juga berupa <i>Epic</i> yang memberikan persyaratan kebutuhan secara garis besar dengan cakupan yang lebih luas.</p> <p>Setiap <i>User Story</i> dilengkapi dengan <i>Success Criteria</i>, yaitu hal yang harus dipenuhi agar sebuah <i>User Story</i> dapat dinyatakan selesai.</p>
 Sprint Backlog	<p><i>Sprint Backlog</i> merupakan bagian dari <i>Project Backlog</i> yang disetujui untuk dikerjakan pada sebuah tahapan berkelanjutan yang akan dilaksanakan. Tahapan-tahapan berkelanjutan yang ada pada sebuah proyek dinamakan sebagai <i>Sprint</i>.</p> <p>Sebuah <i>Epic</i> disyaratkan untuk dirincikan ke dalam beberapa <i>User Story</i> sebelum dimasukkan ke dalam <i>Sprint Backlog</i>.</p> <p>Seluruh <i>User Story</i> pada <i>Sprint Backlog</i> disyaratkan telah memiliki deskripsi yang jelas dan dilengkapi dengan <i>Condition of Success</i> yang harus dipenuhi dalam rangka menyelesaikan <i>User Story</i> tersebut.</p>
 Shippable Product Increment	<p><i>Output</i> yang dihasilkan secara bertahap dan berkelanjutan pada setiap <i>Sprint</i>.</p> <p><i>Output</i> merupakan sesuatu yang bermakna dalam memenuhi sebagian kebutuhan yang disyaratkan pada suatu proyek.</p>

b. Aktor

ADA EMPAT AKTOR UTAMA DALAM PELAKSANAAN SCRUM, YAITU:

STAKEHOLDERS, PRODUCT OWNER, SCRUM MASTER, DAN SCRUM

TEAM MEMBERS. LAMPIRAN

Tabel 8 pada Lampiran memberikan rincian terhadap masing-masing aktor tersebut.

c. Aktivitas

Setiap proyek yang dirumuskan pada Tabel 7, dilaksanakan mengikuti kaidah dan panduan proses *Scrum*, sebagaimana yang dirangkum pada Tabel 9 terlampir.

D. Peralatan Pendukung

Dalam pelaksanaan PBL, diperlukan peralatan pendukung berupa hardware (perangkat keras), software (perangkat lunak), dan software as service seperti yang dirincikan pada Tabel 3 – 5 berikut.

TABEL 3. HARDWARE

No.	Hardware	Minimal Requirement	Recommended Requirement
1.	CPU	4 Core	8 Core
2.	Memory	8 GB	16 GB
3.	Empty Disk Space	50 GB	100 GB

TABEL 4. SOFTWARE

No	Vendor	Software	Version	License
1.	Microsoft	Operating System Windows 7/10	Latest	Commercial
2.	Microsoft	Windows PowerShell	5.1	Commercial
3.	Notepad+	Notepad++	7.9.1	GNU General Public License, version 2
4.	WinMerge	WinMerge	2.16.8	GNU General Public License, version 2
5.	Cmder	Cmder	1.3.16	MIT License
6.	Visual Paradigm	Visual Paradigm	16.2 Community	Visual Paradigm Community Edition License Agreement
7.	Tortoise Git	TortoiseGit	2.11.10	GNU General Public License, version 2
8.	Oracle	VirtualBox	6.1.16	GNU General Public License, version 2
9.	HashiCorp	Vagrant	2.2.14	MIT License
10.	HashiCorp	Vagrant box: ubuntu/xenial64	Xenial 16.04 LTS	<MIX>
11.	Docker	Docker engine for Ubuntu xenial64	Xenial 16.04 LTS Community	Docker Software End User License Agreement
12.	Docker	Docker compose for Ubuntu xenial64	1.27.4	Apache License 2.0
13.	Canonical	MicroK8s	1.19.0	Apache License 2.0
14.	Apache	Httpd	2.4.46	Apache License 2.0

No	Vendor	Software	Version	License
15.	HashiCorp	Vault	1.6.0	Mozilla Public License, version 2.0
16.	Kong	Kong	2.2.0	Apache License 2.0
17.	Keycloak	Keycloak	11.0.3	Apache License 2.0
18.	OpenLDAP	OpenLDAP	2.4.56	Apache License 2.0
19.	Oracle	MySQL	8.0.22 Community	GNU General Public License, version 2

TABEL 5. SOFTWARE AS SERVICE

No	Vendor	Service	Version	Service Link	Note
1.	Microsoft	Mailing List PBL (rks-pbl@polibatam.ac.id)	Cloud		Commercial
2.	Atlasian	Bitbucket (Git)	Cloud	https://www.atlassian.com/software/bitbucket	Free
3.	Atlasian	Jira Software	Cloud	https://www.atlassian.com/software/jira	Free
4.	Atlasian	Confluence	Cloud	https://www.atlassian.com/software/confluence	Free
5.	Docker	Docker Hub	Cloud	https://hub.docker.com	Free
6.	Discord	Discord	Cloud	https://discord.com	Free

E. Indikator Performa

Untuk mengukur kesuksesan pelaksanaan Agile PBL, digunakan kriteria yang diberikan pada Tabel 6.

TABEL 6. INDIKATOR PERFORMA

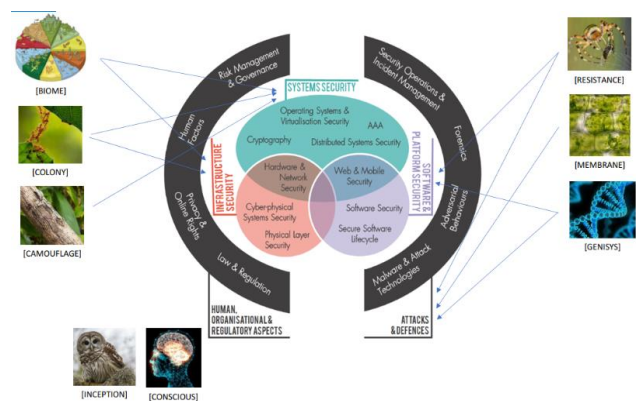
Kriteria	Deskripsi
<i>Sprint Velocity</i>	Konsistensi bobot <i>User Story</i> yang dapat diselesaikan pada setiap <i>Sprint</i> .
<i>On Time Delivery</i>	Ketepatan waktu penyelesaian proyek sesuai dengan perencanaan dan komitmen <i>Scrum Team Member</i> . Hal ini dipengaruhi oleh faktor: <ul style="list-style-type: none"> Kerjasama team Kemampuan dalam merencanakan proyek dengan baik Kemampuan mengatasi masalah-masalah yang muncul selama pelaksanaan proyek Kemampuan analitis dan teknis Kemampuan dalam belajar mandiri
<i>Process Quality</i>	Kualitas pelaksanaan proses-proses di dalam proyek.
<i>Delivery Quality</i>	Kualitas hasil proyek.

F. Contoh Projek PBL

Daftar contoh proyek yang telah dirumuskan untuk rancangan pelaksanaan PBL pada program studi RKS dapat dilihat pada Tabel 7.

TABEL 7. DAFTAR CONTOH PROJEK

No.	Kode Projek	Nama Projek
1	BIOME	<i>Virtualization for Rapid Development</i>
2	COLONY	<i>Kubernetes for Docker Microservice Orchestrator</i>
3	CAMOUFLAGE	<i>Building Public Key Infrastructure</i>
4	RESISTANCE	<i>Web Application Firewall at DMZ</i>
5	MEMBRANE	<i>API Gateway to Control Access to LI</i>
6	GENISYS	<i>Identity Provider to Authenticate and Authorize Client</i>
7	INCEPTION	<i>Continuously Security Hardening and Assessment</i>
8	CONSCIOUS	<i>Continuously Security Awareness</i>



Gambar 4. Contoh Projek

1. BIOME, menyediakan lingkungan virtualisasi lokal dasar berbiaya rendah yang dapat disiapkan dengan cepat, dan dapat direproduksi dengan mudah, dapat digunakan kembali untuk:
 - a. Proyek lain di PBL;
 - b. Proyek kursus siswa;
 - c. Tugas akhir siswa;
 - d. Lingkungan pengujian untuk UPT-SI.
2. COLONY, menyediakan Kubernetes dasar yang aman, dapat diskalakan, dan dipersiapkan dengan ketersediaan tinggi, untuk menerapkan solusi layanan mikro, hal ini juga dapat digunakan kembali untuk:
 - a. Proyek lain di PBL;
 - b. Proyek kursus siswa;
 - c. Tugas akhir siswa;
 - d. Lingkungan produksi untuk UPT-SI.

3. CAMOUFLAGE, penyediaan *Public Key Infrastructure* untuk penggunaan internal di Politeknik Negeri Batam, dalam hal:
 - a. Sertifikat TLS / SSL Internal;
 - b. Sertifikat Klien untuk Otentikasi Bersama;
 - c. Sertifikat SSH Klien;
 - d. Sertifikat VPN Klien;
 - e. Enkripsi S / Mime Email dan Sertifikat Tanda Tangan;
 - f. Enkripsi Dokumen dan Sertifikat Penandatanganan.
4. RESISTANCE, menyediakan Firewall Aplikasi Web yang dapat digunakan untuk melindungi permintaan HTTP berbahaya yang datang ke WebUI atau Layanan HTTP yang disediakan oleh Politeknik Negeri Batam.
5. MEMBRANE, menyediakan API *Gateway* untuk mengontrol titik akhir yang diekspos oleh WebUI atau Layanan HTTP yang disediakan oleh Politeknik Negeri Batam.
6. GENISYS, menyediakan identitas penyedia yang aman yang dapat digunakan untuk melindungi Layanan WebUI atau HTTP yang disediakan oleh Politeknik Negeri Batam.
7. INCEPTION, memberikan dasar penguatan keamanan untuk perangkat lunak dan perangkat keras umum yang digunakan di Politeknik Negeri Batam.
8. CONSCIOUS, membangun kepedulian bagi seluruh civitas (masyarakat) di Politeknik Negeri Batam.

4. Kesimpulan

Rancangan PBL program studi Rekayasa Keamanan Siber, Jurusan Teknik Informatika, Politeknik Negeri Batam telah disusun dan dijabarkan dalam studi ini. Rancangan disusun mulai dari perumusan PBL, persiapan pra-PBL, metode pelaksanaan proyek, peralatan pendukung, indicator performa, serta contoh proyek yang dapat dikerjakan dalam skala PBL di bidang Keamanan Siber. Hal ini dapat digunakan sebagai langkah awal pelaksanaan pembelajaran berbasis proyek pada program studi tersebut. Studi selanjutnya akan membahas mengenai pelaksanaan nyata PBL yang telah dilakukan pada program studi tersebut. Pada akhirnya, diharapkan rancangan ini dapat digunakan sebagai langkah awal untuk melaksanakan pembelajara berbasis proyek di RKS. Sehingga, mahasiswa yang dihasilkan mendapatkan keuntungan peningkatan dari segi *hardskills* maupun *softskills* serta sejalan dengan program Kebijakan





Kampus Merdeka – Merdeka Belajar dan mendukung program Indonesia menuju HIC.

Daftar Pustaka



- [1] D. Setyawan, "kemenkeu.go.id," [Online]. Available: <https://www.kemenkeu.go.id/media/4450/indonesia-dalam-bayang-bayang-middle-income-trap.pdf>.
- [2] Prima, "jaringanprima.co.id," [Online]. Available: <https://www.jaringanprima.co.id/id/merdeka-finansial-indonesia-dan-middle-income-trap#:~:text=Sebelumnya%2C%20Presiden%20Joko%20Widodo%20optimis,Income%20Trap%20di%20tahun%202045.&text=Indonesia%20sendiri%20per%202019%20lalu,dari%20tahun%202018%20USD%203..>
- [3] Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, "dikti.kemdikbud.go.id," [Online]. Available: <http://dikti.kemdikbud.go.id/wp-content/uploads/2020/04/Buku-Panduan-Merdeka-Belajar-Kampus-Merdeka-2020>.
- [4] CyBOK, "cybok.org," 2019. [Online]. Available: https://www.cybok.org/media/downloads/cybok_version_1.0.pdf. [Accessed 2021].
- [5] Edutopia, George Lucas Educational Foundation, [Online]. Available: <https://www.edutopia.org/project-based-learning>. [Accessed 2021].
- [6] PBLWorks, "pblworks.org," [Online]. Available: <https://www.pblworks.org/what-is-pbl>. [Accessed 2021].
- [7] J. S. Vogler, D. W. Davis, B. E. Mayfield, P. M. Finley and D. Yasseri, "The hard work of soft skills: augmenting the project-based learning experience with interdisciplinary teamwork," *Instructional Science*, pp. 457-488, 2018.
- [8] E. Dale, "The cone of Learning," 1946.
- [9] 21stcenturyskills, "21stcenturyskills.org," [Online]. Available: <https://www.battelleforkids.org/networks/p21>.
- [10] A. Carpenter and R. Hansen, "Supervising Undergraduate Cybersecurity Projects," in *ASEE*, Boston, 2019.
- [11] M. Shivapurkar, S. Bhatia and I. Ahmed, "Problem Based Learning for Cybersecurity Education," in *The Colloquium for Information System Security Education (CISEE)*, USA, 2019.
- [12] E. Amerikaner, "Let ME Teach You About Cybersecurity PBL Project," CTEOnline, [Online]. Available: <https://www.cteonline.org/projects/2jko3/let-me-teach-you-about-cybersecurity-pbl-project>. [Accessed 2021].
- [13] L. Delligiannidis, C. Wiseman, M. Yun and T. Goulding, "Network Security Course: A Demonstration of Project-Based Learning," Boston.








- [14] E. Golaszewski, A. Sherman, L. Olivia, P. Peterson and M. Bailey, "Project-based learning continues to inspire cybersecurity students: the 2018-2019 SFS research studies at UMBC," *acmlnroads*, vol. 11, no. 2, pp. 46-54, 2020.
- [15] CyberEdge, "cyberedge.uk," CyberEdge, [Online]. Available:
<https://www.cyberedge.uk/cske/pbl-scenarios.php>.
- [16] cyberacademy, "cyberacademy.org," cyberacademy, [Online]. Available:
<https://cyberacademy.org/project-ideas/>.
- [17] SCRUMGUIDES, "scrumguides.org," ScrumGuides, [Online]. Available:
<https://www.scrumguides.org/scrum-guide.html>.
[Accessed 2021].
- [18] PBLWorks, "pblworks.org," [Online]. Available:
<https://www.pblworks.org/blog/why-i-scrum-using-project-management-tool-pbl>. [Accessed 2021].
- [19] Visual-Paradigm, "visual-paradigm.com," [Online]. Available:
<https://www.visual-paradigm.com/cn/scrum/what-is-scrum/>. [Accessed 2021].
- [20] K. Schwaber and J. Sutherland, "The 2020 Scrum Guide™," [Online]. Available:
<https://www.scrumguides.org/scrum-guide.html>.
[Accessed 2020].

LAMPIRAN
TABEL 8. AKTOR

Aktor	Deskripsi	Tugas	Pemegang Peran
 Stakeholders	Seluruh pihak yang secara langsung maupun tidak langsung memberikan pengaruh terhadap pelaksanaan proyek	<ul style="list-style-type: none"> Memberikan input kepada <i>Product Owner</i> ataupun <i>Scrum Team Member</i> apabila diperlukan Menerima manfaat dari output proyek yang dihasilkan <i>Scrum Team Member</i> apabila relevan. 	<ul style="list-style-type: none"> Secara umum: seluruh Civitas Academic Politeknik Negeri Batam Secara khusus: UPT-SI
 Product Owners	Seseorang yang bertanggung jawab dalam memastikan <i>Scrum Team</i> memberikan hasil maksimal dalam pelaksanaan proyek	<ul style="list-style-type: none"> Menentukan Project Vision dan Project Goal. Mendefinisikan Project Backlog. Menentukan prioritas setiap Epics maupun User Stories pada Project Backlog. Mengkomunikasikan Project Backlog kepada <i>Scrum Team Members</i>, dan memastikan mereka memiliki pemahaman yang sama. 	<ul style="list-style-type: none"> Dosen RKS yang ditunjuk menjadi <i>Product Owner</i> untuk suatu kelompok PBL mahasiswa dalam mengerjakan sebuah proyek PBL.
 Scrum Master	Seseorang yang bertanggung jawab dalam memastikan pelaksanaan proyek mengikuti kaidah dan panduan proses <i>Scrum</i> .	<ul style="list-style-type: none"> Memimpin <i>Scrum Team Member</i> dalam mencapai Project Goal. Memastikan pelaksanaan proyek mengikuti kaidah dan panduan proses <i>Scrum</i>. Menyelesaikan masalah-masalah yang dapat berdampak negatif terhadap kinerja <i>Scrum Team Member</i>. Membantu <i>Scrum Team Member</i> dan <i>Product Owner</i> memiliki pemahaman yang sama terhadap Project Backlog. Memfasilitasi interaksi <i>Scrum Team Member</i> dengan Stakeholders. 	<ul style="list-style-type: none"> Ketua kelompok PBL mahasiswa, yang merupakan salah satu dari <i>Scrum Team Members</i>.
 Scrum Team Members	Anggota kelompok yang terdiri atas 3 – 9 orang (tidak termasuk <i>Scrum Master</i>) yang memiliki komitmen dalam mengerjakan <i>Project Backlog</i> dan menghasilkan <i>Shippable Product Increment</i> pada setiap <i>Sprint</i> .	<ul style="list-style-type: none"> Membuat Sprint Planning. Mengerjakan Sprint Backlog. Menghasilkan <i>Shippable Product Increment</i> pada setiap <i>Sprint</i>. Melakukan adaptasi terhadap perencanaan yang telah dilakukan agar selalu selaras dengan Project Goal. 	<ul style="list-style-type: none"> Kelompok PBL mahasiswa

TABEL 9. AKTIVITAS

No	Aktivitas	Deskripsi	Aktor yang Terlibat
1	 Pendefinisian <i>Project Vision</i> dan <i>Project Goal</i> .	<p>Sebelum proyek dimulai, <i>Product Owner</i> harus mendefinisikan <i>Project Vision</i> dan <i>Project Goal</i>, yaitu visi dan <i>goal</i> yang hendak dicapai pada proyek tersebut, untuk disampaikan kepada seluruh <i>Stakeholders</i> sebelum proyek dimulai.</p> <p><i>Project Vision</i> adalah gambaran keinginan yang menjelaskan perencanaan yang hendak dicapai dalam jangka waktu dekat maupun jangka waktu panjang. <i>Project Vision</i> harus secara teratur direview untuk beradaptasi dengan perubahan-perubahan yang ada apabila memang diperlukan.</p> <p><i>Project Goal</i> adalah target dari visi yang dapat dipahami dengan baik, dengan hasil yang terukur, pada rentang waktu yang ditentukan. <i>Project Goal</i> disusun dengan menggunakan pendekatan SMART, yaitu:</p> <ul style="list-style-type: none"> S = <i>Sustainable</i>; Apakah <i>goal</i> cukup jelas dan stabil untuk diikuti? M = <i>Measurable</i>; Apakah pencapaian <i>goal</i> terukur? A = <i>Attainable</i>; Apakah <i>goal</i> bisa dicapai? R = <i>Realistic</i>; Apakah <i>goal</i> realistis untuk dicapai oleh manusia? T = <i>Time Based</i>; Apakah <i>goal</i> bisa dicapai dalam rentang waktu yang diberikan? 	<i>Product Owner</i>
2	 Membangun <i>Release Planning</i>	<p><i>Product Owner</i> mendefinisikan <i>Product Backlog</i>, mengurutkan <i>Epic</i> ataupun <i>User Story</i> yang ada didalamnya sesuai dengan prioritas, dan kemudian mempresentasikan kepada <i>Scrum Team Member</i>.</p> <p><i>Scrum Team Member</i> menganalisa <i>Product Backlog</i>, memberi bobot terhadap setiap <i>Epic</i> dan <i>User Story</i> subjektif sesuai kemampuan yang dimiliki <i>Scrum Team Member</i>, menganalisa kapasitas waktu <i>Scrum Team Member</i> yang tersedia, kemudian memperkirakan waktu penyelesaian seluruh <i>Product Backlog</i> yang diberikan.</p> <p><i>Scrum Team Member</i> aktif berdiskusi dengan <i>Product Owner</i> apabila diperlukan selama melakukan analisa terhadap <i>Product Backlog</i>.</p> <p><i>Scrum Team Member</i> boleh mengusulkan kepada <i>Product Owner</i> untuk menambah, mengurangi, mengubah isi, maupun mengubah urutan prioritas di dalam <i>Product Backlog</i>. Untuk setiap <i>Product Backlog</i> yang berbentuk <i>Epic</i>, maka <i>Scrum Team Member</i> harus memecahnya menjadi <i>User Story</i>.</p>	<i>Product Owner</i> <i>Scrum Team Member</i>
Sprint Iteration (2 hingga 4 minggu)			

No	Aktivitas	Deskripsi	Aktor yang Terlibat
3a	 Sprint Planning	Di awal <i>Sprint</i> , <i>Scrum Team Member</i> memilih <i>User Story</i> yang telah dianalisa sebelumnya, sesuai dengan prioritas yang diberikan, dengan tidak melebihi kapasitas waktu <i>Scrum Team</i> yang tersedia pada <i>Sprint</i> yang akan dilaksanakan. <i>Scrum Team Member menganalisa lebih rinci terhadap User Story</i> yang dipilih baik dalam hal isi maupun bobot kompleksitas <i>User Story</i> tersebut. Segala perubahan yang muncul, harus dikomunikasikan dengan <i>Product Owner</i> . <i>Scrum Team Member</i> mengkonfirmasi <i>User Story</i> yang mereka pilih dengan komitmen untuk menyelesaikannya kepada <i>Product Owner</i> .	<i>Product Owner</i> <i>Scrum Master</i> <i>Scrum Team Member</i>
3b	 Daily Scrum	Aktivitas harian <i>Scrum Team</i> pada sebuah <i>Sprint</i> dalam mengerjakan <i>User Story</i> yang telah direncanakan dan telah diberikan komitmen pada <i>Sprint Planning</i> . <i>Scrum Master</i> menganalisa <i>Sprint Burndown</i> , yaitu konsistensi kelajuan team dalam menyelesaikan <i>User Story</i> untuk memastikan komitmen penyelesaian di akhir <i>Sprint</i> .  <i>Scrum Master</i> diharuskan peka dan sigap dalam mengatasi rintangan-rintangan yang muncul selama pelaksanaan <i>Sprint</i> untuk memastikan komitmen penyelesaian di akhir <i>Sprint</i> .  Selama pelaksanaan <i>Daily Scrum</i> , <i>Scrum Team Member</i> berkolaborasi dan saling berkomunikasi dalam menyelesaikan <i>User Story</i> . <i>Scrum Team Member</i> mengadakan <i>Daily Scrum Meeting</i> , selama 5 – 10 menit setiap hari, untuk saling mengetahui perkembangan <i>Sprint</i> secara keseluruhan. Apabila terdapat perubahan-perubahan yang perlu diadaptasi, maka <i>Scrum Master</i> harus mengkomunikasikannya dengan <i>Product Owner</i> .	<i>Product Owner</i> <i>Scrum Master</i> <i>Scrum Team Member</i>
3c	 Sprint Review	Di akhir <i>Sprint</i> , <i>Scrum Team Member</i> bersama <i>Scrum Master</i> mempresentasikan <i>User Story</i> yang telah diselesaikan kepada <i>Stakeholders</i> dan <i>Product Owner</i> untuk mendapatkan persetujuan perubahan status <i>User Story</i> tersebut menjadi selesai (<i>Done</i>).	<i>Stakeholders</i> <i>Product Owner</i> <i>Scrum Master</i> <i>Scrum Team Member</i>
3d	 Sprint Retrospective	Di akhir <i>Sprint</i> , <i>Scrum Team Member</i> bersama <i>Scrum Master</i> melakukan <i>retrospective</i> atau evaluasi untuk mengambil pelajaran pada <i>Sprint</i> tersebut, sehingga <i>Sprint</i> berikutnya menjadi lebih baik.	<i>Product Owner</i> <i>Scrum Master</i> <i>Scrum Team Member</i>
4	 Project retrospective	Setelah semua <i>User Story</i> selesai, dipenghujung projek, seluruh aktor yang terlibat: <i>Stakeholders</i> , <i>Product Owner</i> , <i>Scrum Master</i> , dan <i>Scrum Team Member</i> , melakukan <i>retrospective</i> atau evaluasi untuk mengambil pelajaran pada projek tersebut, sehingga projek berikutnya menjadi lebih baik.	<i>Stakeholders</i> <i>Product Owner</i> <i>Scrum Master</i> <i>Scrum Team Member</i>