



**PEMBUATAN *GAME* SIMULASI INSTALASI
JARINGAN LAN BERBASIS *WEBGL* UNTUK
SMKN 2 DEPOK**

SKRIPSI

NICHOLAS YORIVANZA RUIS

2207431015

**PROGRAM STUDI D-IV TEKNIK MULTIMEDIA
DIGITAL
JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA DAN KOMPUTER
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
2025/2026**



**PEMBUATAN *GAME* SIMULASI INSTALASI
JARINGAN LAN BERBASIS *WEBGL* UNTUK
SMKN 2 DEPOK**

SKRIPSI

**Dibuat untuk Melengkapi Syarat-Syarat yang Diperlukan untuk
Memperoleh Diploma Empat Politeknik**

NICHOLAS YORIVANZA RUIS

2207431015

**PROGRAM STUDI D-IV TEKNIK MULTIMEDIA
DIGITAL
JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA DAN KOMPUTER
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
2025/2026**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nicholas Yorivanza Ruis

NIM : 2207431015

Jurusan/Program Studi : T.Informatika dan Komputer / Teknik Multimedia Digital

Judul skripsi : Pembuatan *Game* Simulasi Instalasi Jaringan LAN Berbasis WebGL Untuk Smkn 2 Depok

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bebas dari peniruan terhadap karya dari orang lain. Kutipan pendapat dan tulisan orang lain ditunjuk sesuai dengan cara-cara penulisan karya ilmiah yang berlaku.

Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa dalam skripsi ini terkandung ciri-ciri plagiat dan bentuk-bentuk peniruan lain yang dianggap melanggar peraturan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Depok, 26 Juni 2026

Yang membuat pernyataan

(Nicholas Yorivanza Ruis)

NIM 2207431015



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi diajukan oleh:

Nama : Nicholas Yorivanza Ruis

NIM : 2207431015

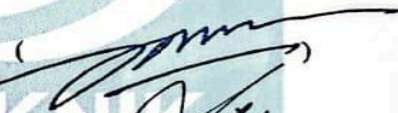
Program Studi : Teknik Multimedia Digital

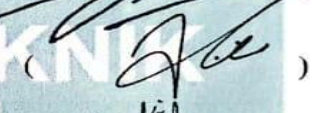
Judul Skripsi : Pembuatan Game Simulasi Instalasi Jaringan LAN Berbasis WebGL Untuk SMKN 2 Depok

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Skripsi pada hari Selasa ,
Tanggal 07, Bulan Juli, Tahun 2026 dan dinyatakan **LULUS**.

Disahkan oleh

Pembimbing I : Malisa Huzaifa, S.Kom., M.T. ()

Penguji I : Iwan Sonjaya, S.T., M.T. ()

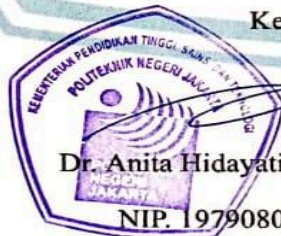
Penguji II : Ade Rahma Yuly, S.Kom., M.Ds. ()

Penguji II : Mira Rosalina, S.Pd., M.T ()

Mengetahui :

Jurusan Teknik Informatika dan Komputer

Ketua



Dr. Anita Hidayati, S.Kom., M.Kom.

NIP. 197908032003122003



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur yang mendalam penulis haturkan kepada Tuhan Yang Maha ESa atas segala kasih karunia, berkat, dan penyertaan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul "Simulasi Interaktif 3D Perakitan Kabel LAN dan Instalasi Jaringan untuk SMKN 2 Depok" ini dengan baik dan tepat waktu. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa proses penelitian, perancangan aset dan sistem, hingga penyusunan laporan ini tidak akan berjalan dengan lancar tanpa adanya campur tangan Tuhan serta doa, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan kerendahan hati penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang tulus kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan keadaan sehat dan selamat tidak ada suatu kekurangan apapun
2. Ibu Dr. Anita Hidayati, S.Kom., M.Kom. selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika dan Komputer
3. Ibu Malisa Huzaifa, S.Kom., M.T. selaku Kepala Program Studi Teknik Multimedia Digital.
4. Ibu Malisa Huzaifa, S.Kom., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran untuk membimbing serta memberikan arahan kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi.
5. Bapak Tino Setiawan, S.Kom, M.Pd. selaku guru SMKN 2 Depok yang telah meluangkan waktu dan membantu penulis dalam melakukan pengujian, observasi, dan penelitian di SMKN 2 Depok
6. Kedua orang tua, keluarga, dan teman yang telah memberikan dukungan moral dan materil sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan tepat waktu
7. Muhamad Yusuf selaku rekan kerja penulis yang senantiasa mau berusaha dan bekerja sama selama menyelesaikan proyek skripsi ini



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Depok, 26 Juni 2026

Penulis,

Nicholas Yorivanza Ruis

NIM.2207431015





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Politeknik Negeri Jakarta, saya bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Nicholas Yorivanza Ruis

NIM : 2207431015

Jurusan/Program Studi : T. Informatika Komputer / T. Multimedia Digital

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Politeknik Negeri Jakarta Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah saya yang berjudul:

Rancang Bangun Media Pembelajaran Interaktif Senjata Tradisional Indonesia Berbasis Markerless Augmented Reality

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non Eksklusif ini Politeknik Negeri Jakarta Berhak menyimpan, mengalihmediakan/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan skripsi saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Depok, 26 Juni 2026

Yang Menyatakan

Nicholas Yorivanza Ruis

NIM.2207431015



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan merancang dan mengembangkan aplikasi Simulasi Interaktif 3D Perakitan Kabel LAN dan Instalasi Jaringan sebagai media pembelajaran pendamping praktikum bagi siswa kelas X SMKN 2 Depok. Aplikasi ini dikembangkan menggunakan perangkat lunak Unity 3D Engine dengan pendekatan metode Multimedia Development Life Cycle (MDLC) dan didistribusikan dalam format WebGL agar dapat diakses secara fleksibel melalui peramban web. Evaluasi kelayakan perangkat lunak dilakukan melalui dua tahapan utama, yaitu Alpha Testing dan Beta Testing. Pada tahap Alpha Testing, pengujian fungsionalitas internal menggunakan metode Black Box Testing membuktikan bahwa seluruh interaksi sistem berjalan sesuai rancangan tanpa adanya kecacatan atau error. Selanjutnya, pada tahap Beta Testing, hasil validasi mencatatkan persentase kelayakan sempurna sebesar 100% dari Ahli Materi dengan kategori Sangat Layak. Selain itu, evaluasi penerimaan pengguna mencatatkan indeks kelayakan sebesar 93,33% berdasarkan uji coba yang melibatkan 32 responden siswa SMKN 2 Depok dengan kategori Sangat Layak. Berdasarkan hasil pengujian tersebut, aplikasi game simulasi 3D ini dinyatakan sangat layak dan terbukti efektif untuk diimplementasikan guna meningkatkan pemahaman prosedur perakitan LAN dan konfigurasi jaringan secara virtual sebelum siswa melaksanakan praktikum menggunakan perangkat keras fisik.

Kata Kunci: Simulasi 3D, Instalasi Jaringan, Media Pembelajaran, LAN, WebGL, Unity.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

ABSTRACT

This research aims to design and develop a 3D Interactive Simulation application for LAN Cable Assembly and Network Installation as a supplementary practicum learning media for tenth-grade students of SMKN 2 Depok. The application was developed using the Unity 3D Engine with the Multimedia Development Life Cycle (MDLC) approach and distributed in WebGL format to ensure flexible access via web browsers. The software feasibility evaluation was conducted through two main stages: Alpha Testing and Beta Testing. In the Alpha Testing stage, internal functionality testing using the Black Box Testing method proved that all system interactions functioned according to the design without any defects or errors. Furthermore, in the Beta Testing stage, the validation results recorded a perfect feasibility percentage of 100% from the Material Expert (Highly Feasible). In addition, the user acceptance evaluation recorded a feasibility index of 93.33% based on a trial involving 32 student respondents from SMKN 2 Depok (Highly Feasible). Based on these test results, this 3D simulation game application is declared highly feasible and proven effective to be implemented in order to improve students' understanding of LAN assembly procedures and network configuration virtually before conducting practicums using physical hardware.

Keywords: 3D Simulation, Network Installation, Learning Media, LAN, WebGL, Unity.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME.....	4
KATA PENGANTAR.....	5
ABSTRAK.....	7
ABSTRACT.....	8
DAFTAR ISI.....	9
DAFTAR TABEL.....	11
DAFTAR GAMBAR.....	12
DAFTAR LAMPIRAN.....	13
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan dan Manfaat.....	4
1.5 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II.....	6
TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Instalasi Jaringan Komputer.....	6
2.2 Jaringan LAN.....	6
2.3 Multimedia Development Life Cycle.....	7
2.4 Game Simulasi.....	7
2.5 WebGL.....	8
2.6 Pemrograman Game.....	8
2.7 Unity.....	9
2.8 Skala Likert.....	10
2.9 Penelitian Terdahulu.....	10
BAB 3.....	13
METODE PENELITIAN.....	13
3.1 Rancangan Penelitian.....	13
3.2 Tahapan Penelitian.....	13
3.3 Objek Penelitian.....	15
3.4.1 Teknik Pengumpulan Data.....	16
3.4.2 Analisis Data.....	16
BAB 4.....	18
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	18
4.1 Analisis Kebutuhan.....	18
4.1.1 Hasil Wawancara.....	18
4.1.2 Kebutuhan Fungsional.....	1



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.1.3 Kebutuhan Non Fungsional.....	20
4.2 Perancangan (Design).....	22
4.2.1 Perancangan Konsep Game.....	23
4.2.2 Perancangan Alur Logika (Flowchart).....	23
4.2.3 Perancangan Antarmuka Pengguna (Wireframe).....	23
4.3 Pengumpulan Bahan (Material Collecting).....	27
4.4 Perakitan (Assembly).....	31
4.4.1 Pengaturan Ruang Kerja dan Sistem Antarmuka.....	31
4.4.2. Penyatuan Model 3D dan Pemrograman Logika Simulasi.....	33
4.4.3. Implementasi Interaksi dan Perakitan Perangkat Keras.....	36
4.4.4. Simulasi Perangkat Lunak (Software) Jaringan.....	38
4.4.5. Kompilasi Modul Evaluasi Akhir.....	40
4.5 Hasil Pengujian dan Evaluasi.....	40
4.5.1 Pengujian Alpha Testing (Black Box Testing).....	40
4.5.2 Pengujian Beta Testing (Ahli Materi).....	43
4.5.3 Beta Testing (Uji pengguna).....	45
4.4.4 Analisis Data Alpha testing.....	47
4.4.5 Analisis Data Beta Testing.....	48
4.4.6 Distribusi.....	49
BAB 5.....	51
PENUTUP.....	51
5.1 Kesimpulan.....	51
5.2 Saran.....	52
DAFTAR PUSTAKA.....	53
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	55
LAMPIRAN.....	56



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu.....	18
Tabel 4.2 Analisis Kebutuhan Non Fungsional.....	18
Tabel 4.3 Rancangan Antarmuka (Wireframe) Pada Game.....	21
Tabel 4.4 Seluruh Aset 2D dan 3D Pada Game.....	24
Tabel 4.5 Pengujian Fungsional (Black Box Testing).....	38
Tabel 4.6 Pengujian Alpha Testing dengan Validasi Ahli Materi.....	40
Tabel 4.8 Pengujian User Acceptance Testing (UAT).....	43





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Diagram Multimedia Development Life Cycle (MDLC)	11
Gambar 4.1 Flowchart Alur Permainan.....	20
Gambar 4.2 Ruang Kerja Unity.....	29
Gambar 4.3 Tampilan Antarmuka Menu Utama Game.....	30
Gambar 4.4 Kondisi Ruang LAB dan Objek 3D Alat Perakitan.....	31
Gambar 4.5 Potongan Snippet Code Validasi Urutan Kabel dan	
Gambar 4.6 Potongan Snippet Code validasi segmen IP.....	32
Gambar 4.7 Tampilan Pengurutan Kabel UTP dan Proses Crimping...	
34	
Gambar 4.8 Mekanisme Pengecekan Kabel UTP.....	34
Gambar 4.9 Mekanisme Menghubungkan PC ke Switch.....	35
Gambar 4.10 Tampilan PC Virtual.....	35
Gambar 4.11 Tampilan IP Config Pada PC.....	36
Gambar 4.13 Tampilan Nilai Akhir.....	37

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Game Design Document.....	52
Lampiran 2 Jobsheet Pengkabelan Straight dan Cross.....	56
Lampiran 3 Jobsheet Membangun Jaringan Dasar.....	61
Lampiran 4 Hasil Kuesioner dari Ahli Materi.....	67
Lampiran 5 Hasil Kuesioner dari Uji Pengguna.....	71
Lampiran 6 Dokumentasi Kegiatan Uji Coba Game.....	77





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Instalasi jaringan komputer, khususnya *Local Area Network* (LAN), merupakan kompetensi keahlian pada pendidikan kejuruan yang menuntut pemahaman teori dan keterampilan praktik secara beriringan. Pelatihan berbasis praktik secara langsung sangat krusial dalam membekali siswa Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) dengan keterampilan teknis yang aplikatif, seperti instalasi jaringan, perancangan topologi, pengenalan IP Address, serta pengelolaan koneksi LAN, agar selaras dengan kebutuhan dunia kerja (Sulaeman et al., 2024). Tanpa adanya pengalaman praktik yang memadai, proses transfer pengetahuan mengenai infrastruktur jaringan komputer cenderung menjadi abstrak dan sulit dipahami oleh siswa.

Kondisi pembelajaran kerap berbenturan dengan keterbatasan fasilitas fisik di sekolah. Berdasarkan hasil observasi dan wawancara dengan bapak Tino Setiawan selaku guru mata pelajaran Teknik Komputer dan Jaringan (TKJ) di SMKN 2 Depok, pelaksanaan praktik instalasi LAN menghadapi sejumlah kendala, seperti terbatasnya jumlah perangkat laboratorium, durasi jam pelajaran praktik yang singkat, serta tingginya tingkat kerusakan bahan habis pakai (seperti kabel UTP dan konektor RJ-45) akibat kesalahan siswa saat proses *crimping*. Keterbatasan sarana fisik ini membutuhkan alternatif media pembelajaran yang inovatif, sebab pembelajaran konvensional dengan rasio alat dan siswa yang tidak seimbang seringkali memicu antrian praktik yang panjang, menurunkan efisiensi waktu, serta dapat menimbulkan kejenuhan belajar pada siswa (Iqbal et al., 2022).

Sebagai solusi ilmiah atas permasalahan fasilitas tersebut, pemanfaatan *Digital Game-Based Learning* (DGBL) berupa permainan simulasi dinilai sangat efektif untuk diterapkan pada jenjang pendidikan kejuruan. Metode DGBL terbukti mampu meningkatkan pemahaman konsep teknis secara interaktif dan menstimulasi kemampuan pemecahan masalah yang relevan



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

dengan standar industri (Shafarin et al., 2025). Data penelitian berbasis meta-analisis mengonfirmasi bahwa *Game-Based Learning* (GBL) memiliki dampak yang sangat signifikan, dengan *effect size* sebesar 2,08 yang menunjukkan bahwa metode ini mampu meningkatkan kinerja kognitif dan hasil belajar siswa vokasi secara jauh lebih baik dibandingkan metode tradisional (Putra et al., 2025). Simulasi *first-person* juga terbukti efektif menjembatani kesenjangan fasilitas dengan cara memvisualisasikan prosedur, tata letak, dan pengenalan fasilitas secara realistis (Bata & Jarvis, 2023).

Dalam aspek rekayasa perangkat lunak, pengembangan *game* simulasi 3D membutuhkan *game engine* yang presisi serta metode perancangan yang terstruktur. Pengembangan *game* edukasi berbasis 3D menggunakan *Unity* dan bahasa pemrograman *C#* telah teruji secara fungsional melalui pengujian *Black Box* mampu berjalan tanpa adanya *error*, serta sangat efektif dalam melatih kelihaian dan respons pemecahan masalah penggunaannya (Fortilla & Jazuli, 2024; Patty et al., 2022). Agar pengembangan ini berjalan sistematis, digunakan metode *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC). Berdasarkan hasil penelitian terdahulu, pengembangan aplikasi *game* simulasi yang dirancang menggunakan alur MDLC terbukti memiliki tingkat penerimaan dan kelayakan (*usability*) yang sangat tinggi dari sisi *User Experience*, dengan tingkat kepuasan pengguna mencapai persentase 88,3% hingga 94,1% (Arisandi & Wulansari, 2024; Atmodjo WP et al., 2024).

Berdasarkan uraian diatas, penelitian ini bertujuan merancang Game Simulasi Instalasi Jaringan LAN Berbasis WebGL untuk SMKN 2 Depok menggunakan metode pengembangan MDLC. Pemilihan format WebGL ditujukan agar media pembelajaran berbasis *game* ini dapat mudah diakses secara fleksibel melalui peramban web (*web browser*) tanpa mengharuskan pengguna melakukan instalasi *file* berekstensi khusus. Kehadiran *game* simulasi ini diharapkan mampu menyediakan ruang praktik virtual yang interaktif bagi siswa SMKN 2 Depok guna menekan pemborosan bahan



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

baku praktik sekaligus meningkatkan kemahiran teknis mereka sebelum berhadapan langsung dengan perangkat keras jaringan yang sesungguhnya.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana merancang dan membangun *game* simulasi 3D instalasi jaringan LAN berbasis WebGL menggunakan pendekatan *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC)?
2. Bagaimana merepresentasikan prosedur praktik fisik perakitan kabel (*crimping*) dan konfigurasi logika jaringan ke dalam mekanika *game* interaktif yang sesuai dengan standar kompetensi siswa TKJ?
3. Bagaimana pemanfaatan format WebGL pada *game* simulasi ini dapat memberikan kemudahan akses praktikum mandiri bagi siswa tanpa memerlukan instalasi perangkat lunak tambahan?
4. Bagaimana tingkat kelayakan *game* simulasi tersebut sebagai media pembelajaran berdasarkan evaluasi fungsionalitas (*Alpha Testing*) dan evaluasi penerimaan pengguna (*Beta Testing*)?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah penelitian pada perancangan sistem *gameplay* interaktif bagi para siswa kelas X SMKN 2 Depok ditetapkan sebagai berikut:

1. Cakupan materi simulasi dibatasi pada materi instalasi jaringan dasar untuk siswa kelas X jurusan Teknik Komputer dan Jaringan (TKJ) SMKN 2 Depok, yang meliputi simulasi perakitan kabel *Local Area Network* (LAN), *crimping* kabel, pengujian konektifitas alat, dan konfigurasi *IP Address* pada sistem operasi virtual.
2. *Game* simulasi interaktif ini dikembangkan dalam bentuk 3D (*first-person*) menggunakan perangkat lunak *Unity 3D Engine* dan didistribusikan secara khusus dalam format WebGL agar dapat diakses melalui peramban web (*web browser*).



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3. Metode pengembangan perangkat lunak yang digunakan adalah *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC) yang mencakup tahap *Concept, Design, Material Collecting, Assembly, Testing*, dan *Distribution*.
4. Pengujian kelayakan perangkat lunak dibatasi pada pengujian fungsionalitas sistem secara internal (*Black Box Testing*), validasi substansi pembelajaran oleh Ahli Materi, dan uji penerimaan pengguna (*User Acceptance Test*) oleh siswa, tanpa melibatkan instrumen pengujian khusus dari Ahli Media.

1.4 Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari penelitian ini mengungkapkan sasaran yang ingin dicapai dengan dilakukannya penelitian terhadap masalah yang telah dikemukakan sebelumnya dalam perumusan masalah. Adapun tujuan dari dilaksanakannya penelitian ini adalah:

1. Menghasilkan rancang bangun *game* simulasi 3D instalasi jaringan LAN berbasis WebGL menggunakan pendekatan *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC).
2. Mewujudkan representasi virtual dari prosedur praktik fisik perakitan kabel (*crimping*) dan konfigurasi logika jaringan ke dalam mekanika *game* yang interaktif dan sesuai dengan standar kompetensi siswa TKJ.
3. Menyediakan media pembelajaran dengan tingkat aksesibilitas tinggi melalui pemanfaatan format WebGL, sehingga siswa dapat melakukan praktikum mandiri tanpa memerlukan instalasi perangkat lunak tambahan.
4. Mengetahui tingkat kelayakan *game* simulasi 3D tersebut sebagai media pembelajaran yang divalidasi melalui evaluasi fungsionalitas (*Alpha Testing*) dan evaluasi penerimaan pengguna (*Beta Testing*).

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan skripsi ini akan disusun sebagai berikut :



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN: Bab ini memuat latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan. Bab ini memberikan gambaran umum mengenai topik penelitian dan menjelaskan secara singkat permasalahan yang dibahas serta tujuan yang dicapai.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA: Bab ini berisi kajian teori yang relevan dengan topik penelitian, yang mencakup teori-teori dasar mengenai instalasi jaringan komputer, simulasi, Unity, WebGL, serta penelitian-penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penggunaan media pembelajaran berbasis *game*. Bab ini juga memaparkan landasan teori yang mendasari pengembangan *game* simulasi instalasi jaringan.

BAB III METODE PENELITIAN: Bab ini menjelaskan metode yang digunakan dalam penelitian ini, termasuk jenis penelitian, pendekatan yang digunakan, desain penelitian, teknik pengumpulan data, serta tahapan Multimedia Development Life Cycle (MDLC) yang dilakukan untuk merancang aplikasi simulasi.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN: Bab ini memaparkan hasil penelitian yang diperoleh dari implementasi dan pengujian *game* simulasi 3D berbasis WebGL untuk instalasi jaringan komputer. Bab ini membahas analisis dan interpretasi dari hasil pembuatan *game* secara teknis serta tingkat penerimaan pengguna (siswa) berdasarkan uji kelayakan atau kuesioner.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN: Bab ini berisi kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan, yang mencakup pencapaian tujuan dan temuan utama penelitian. Selain itu, pada bab ini juga diberikan saran-saran yang relevan untuk pengembangan fitur simulasi lebih lanjut dan implementasi di masa yang akan datang.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Penelitian pengembangan aplikasi "Game Simulasi Instalasi Jaringan LAN Berbasis WebGL untuk SMKN 2 Depok" menghasilkan beberapa kesimpulan utama sebagai berikut:

1. Rancang bangun *game* simulasi 3D instalasi jaringan LAN telah berhasil diselesaikan secara terstruktur melalui penerapan pendekatan *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC). Keenam tahapan MDLC—mulai dari perumusan konsep hingga distribusi akhir—berhasil dieksekusi dengan baik menggunakan perangkat lunak *Unity 3D Engine*.
2. Prosedur praktik perakitan dan konfigurasi jaringan berhasil direpresentasikan secara presisi ke dalam *game*. Sistem terbukti mampu memvisualisasikan pengalaman yang nyata, meliputi proses pengurutan pin *straight/crossover*, *crimping* RJ45, pengujian kabel pada *LAN tester* virtual, hingga simulasi penyambungan perangkat keras dan pengaturan *IP Address* pada antarmuka sistem operasi virtual sesuai standar kompetensi TKJ.
3. Pemanfaatan format distribusi WebGL terbukti berhasil menembus batasan aksesibilitas perangkat. Aplikasi simulasi ini dapat dijalankan dengan lancar secara langsung melalui peramban web (*web browser*) standar tanpa menuntut proses instalasi perangkat lunak atau spesifikasi komputer laboratorium yang tinggi, sehingga sangat aplikatif untuk praktikum mandiri siswa.
4. *Game* simulasi ini dinyatakan Sangat Layak sebagai media pembelajaran pendamping. Kelayakan teknis dibuktikan melalui *Alpha Testing (Black Box)* di mana seluruh fungsionalitas dan logika interaksi sistem berjalan sempurna tanpa *error*. Sementara itu, kelayakan edukatif dibuktikan melalui *Beta Testing*, yang



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

mencatatkan tingkat keakuratan materi yang mutlak dari Ahli Materi serta tingkat penerimaan dan kepuasan yang sangat tinggi dari siswa SMKN 2 Depok.

5.2 Saran

Meskipun aplikasi simulasi ini telah dinyatakan sangat layak dan berhasil mencapai tujuan pengembangannya, masih terdapat ruang untuk penyempurnaan di masa mendatang. Mengacu pada keterbatasan penelitian saat ini, saran yang dapat diberikan untuk pengembangan selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Ekspansi Platform dan *Virtual Reality* (VR): Mengembangkan infrastruktur aplikasi agar tidak hanya terbatas pada peramban web PC (WebGL), tetapi juga dioptimalkan untuk perangkat seluler (*Mobile*). Selain itu, penerapan teknologi *Virtual Reality* (VR) sangat disarankan untuk menghadirkan pengalaman simulasi perakitan dan tata letak spasial yang jauh lebih imersif dan nyata.
2. Implementasi Fitur *Multiplayer*: Menambahkan mode *multiplayer* di dalam permainan agar peserta didik dapat berinteraksi, berdiskusi, dan bekerja sama memecahkan masalah topologi jaringan di dalam satu ruang laboratorium virtual yang sama secara *real-time*.
3. Integrasi *Cloud* dan *Learning Management System* (LMS): Membangun sistem basis data berbasis awan (*Cloud*) yang terintegrasi secara langsung dengan *Learning Management System* (LMS) milik sekolah. Sistem ini akan memungkinkan penyimpanan progres praktikum siswa secara permanen agar tidak hilang saat sesi peramban ditutup.
4. Sistem Penilaian Otomatis (*Auto Assessment*): Memanfaatkan integrasi basis data untuk menciptakan fitur *auto assessment* yang komprehensif. Fitur ini akan mempermudah guru dalam memonitor durasi pengerjaan, jumlah kesalahan (*error rate*), dan nilai akhir siswa secara otomatis melalui dasbor pendidik tanpa perlu melakukan rekapitulasi manual.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PUSTAKA

- Agusti, A. H., & Alfian, A. N. (2022). Multimedia Development Life Cycle dan User Acceptance Test pada Media Pembelajaran Interaktif Rumus Matematika. *Bina Insani ICT Journal*, 9(2), 147-161. <https://doi.org/10.51211/biict.v9i2.2223>
- Arisandi, H., & Wulansari, T. T. (2024). Pengembangan Game Simulasi Pembuatan SKCK Sebagai Media Pembelajaran Menggunakan Metode MDLC. *Progresif: Jurnal Ilmiah Komputer*, 20(1), 221-228. [10.35889/progresif.v20i1.1558](https://doi.org/10.35889/progresif.v20i1.1558)
- Atmodjo, D. W. P., Herdiansah, A., Herryansyah, & Nanda, I. (2024). Pengembangan Game Edukasi Interaktif Pengenalan dan Pengelolaan Sampah Menggunakan Pendekatan Multimedia Development Life Cycle. *Reputasi: Jurnal Rekayasa Perangkat Lunak*, 5(2). <https://doi.org/10.31294/reputasi.v5i2.5624>
- Bata, J., & Jarvis, D. (2023). Rancang Bangun Game Simulasi Sebagai Media Informasi Kampus Menggunakan Model ADDIE. *Jurnal Ilmiah KOMPUTASI*, 22(1).
- Fortilla, Z. A., & Jazuli, M. S. (2024). Developing a 3D Virus Attack Simulation in Unity: A Case Study for Healthcare Education. *Gameology and Multimedia Expert*, 1(2), 33-38. <https://doi.org/10.29103/game.v1i2.15885>
- Haekal, Z. A. T., Suana, W., & Riyanda, A. R. (2022). Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Berbasis Augmented Reality Pada Materi Instalasi Jaringan Komputer. *Jurnal Pendidikan dan Vokasional*, 90-95.
- Iqbal, M. V., Abdillah, H., Fawaid, M., Abizar, H., & Supriyatna, D. (2022). Model media pembelajaran dengan penggunaan aplikasi simulasi



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

mesin bubut sebagai penunjang belajar siswa di SMK. *Vocational Education National Seminar (VENS)*, 1(1), 90-95.

- Muthmainnah, S., Budi, E., & Suhendar, H. (2026). Pengembangan Permainan Simulasi Bird Simulator Sebagai Media Pembelajaran Untuk Penjumlahan Vektor. *Joint Prosiding IPS dan Seminar Nasional Fisika*, 14. <https://doi.org/10.21009/03.1401.PF09>
- Patty, N. A. N., Nurramadhan, M., Rahman, B., & Sunardi. (2022). Perancangan Game Edukasi Sejarah Kerajaan Islam Maluku Sebagai Media Pembelajaran Berbasis Web. *Jurnal Dipanegara Komputer Teknik Informatika*, 15(2), 313-322. <https://doi.org/10.36774/dipakomti.v15i2.1243>
- Putra, R. K., Wagino, Koto, R. D., Purwanto, W., Andrizal, & Maksum, H. (2025). Efektivitas Media Pembelajaran Berbasis Game dalam Proses Belajar Mengajar. *Education and Development*, 13(2), 775-781. <https://doi.org/10.37081/ed.v13i1.6826>
- Shafarin, A. N., Rosa, E., Munir, Nursalman, M., Rasim, & Putro, B. L. (2025). Analisis Bibliometrik: Digital Game-Based Learning dalam Pengembangan Computational Thinking di Sekolah Kejuruan. *Jurnal Pendidikan Vokasi Raflesia*, 5(1), 1-16. <https://doi.org/10.53494/jpvr.v5i2.740>
- Sulaeman, A. A., Fauziah, S., Triwibowo, E., & Soejarminto, Y. (2024). Pelatihan Dasar Jaringan Komputer untuk Siswa SMK Garuda Nusantara. *VIDHEAS: Jurnal Nasional Abdimas Multidisiplin*, 2(2), 249-253. <https://doi.org/10.61946/vidheas.v2i2.122>

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Nicholas Yorivanza Ruis

Nicholas Yorivanza Ruis lahir pada 8 Desember 2003 di Kota Bogor. Merupakan anak tunggal dari pasangan Waudi Jevi Ruis dan Patricia Cahya Pertiwi. Pendidikan menengah pertama ditempuh di SMPN 3 Karanganyar, yang kemudian dilanjutkan ke SMKN 2 Karanganyar dengan mengambil peminatan Rekayasa Perangkat Lunak dan dinyatakan lulus pada tahun 2022.

Setelah menyelesaikan pendidikan menengah kejuruan, penulis melanjutkan studi jenjang Diploma Empat (D-IV) di Politeknik Negeri Jakarta, terdaftar pada Program Studi Teknik Multimedia Digital, Jurusan Teknik Informatika dan Komputer.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN

Lampiran 1 Game Design Document

Game Design Document

SIMULASI INSTALASI JARINGAN LAN

Team

Name	Role
Nicholas Yorivanza Ruis	Programmer
Muhamad Yusuf	3D Asset

Project goals and key outcomes

Mengembangkan game simulasi 3D sebagai media pembelajaran interaktif untuk membantu siswa memahami dan mempraktikkan instalasi jaringan LAN sesuai Capaian Pembelajaran (CP) dan Alur Tujuan Pembelajaran (ATP).

Game session details

- Player count: 1 Pemain (Single Player)
- Venue: Laboratorium komputer sekolah atau ruang kelas berbasis PC
- Platform digital (PC berbasis WebGL – Unity 3D)
- Session duration: 30 - 45 min
- Target Audience: Siswa SMKN 2 Depok Kelas 10

Design Guidelines

Mechanics

Dirancang berdasarkan prosedur instalasi jaringan sesuai ATP:

- Eksplorasi objek 3D
- Pengurutan kabel UTP
- Crimping Kabel
- Input konfigurasi IP
- Test koneksi



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Dynamics

- Pemain mengambil alat sesuai instruksi
- Kesalahan pemasangan menyebabkan koneksi gagal
- Sistem memberikan feedback error
- Pemain harus mengulang jika salah

Aesthetics

- Visual laboratorium TKJ
- Animasi lampu indikator switch menyala
- Notifikasi keberhasilan instalasi
- Suara feedback saat sukses/gagal

Game details

Level 1 – Simulasi Pembuatan Kabel UTP

Deskripsi

Pemain menyusun urutan warna kabel sesuai standar TIA/EIA 368B (yang paling banyak dipakai) atau kadang-kadang juga dipakai sesuai standar TIA/EIA 368A

Mechanics

- Menyusun warna kabel
- Sistem validasi urutan
- Crimping kabel Menggunakan tang crimping
- Cek koneksi kabel menggunakan LAN tester

Dynamics

- Urutan salah → kabel gagal
- Pemain harus mengulang
- Jika benar → lanjut ke crimping kabel
- Crimping kabel selesai → cek kabel menggunakan LAN tester

Aesthetics

- Animasi proses crimping
- Efek suara tang crimping



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Notifikasi sukses

Level 2 – Penyusunan Topologi Jaringan dan config IP pada PC (Star Topology)

Deskripsi

Pemain menyusun topologi jaringan star dengan menghubungkan beberapa PC ke switch menggunakan kabel UTP, setelah itu pemain melakukan konfigurasi IP Address dan Subnet Mask sesuai jaringan yang telah dibuat

Mechanics

- Klik PC lalu klik switch untuk menghubungkan kabel
- Konfigurasi IP dan Subnet Mask pada PC
- Pengecekan sambungan kabel menggunakan test ping pada CMD

Dynamics

- Salah port → koneksi gagal
- Kabel tidak terpasang sempurna → error
- Pemain harus memperbaiki kesalahan
- IP tidak sesuai → koneksi gagal
- Sistem menampilkan pesan error
- Jika benar → muncul notifikasi sukses

Aesthetics

- Animasi kabel terpasang
- Lampu indikator hijau menyala
- Sound effect koneksi berhasil
- UI menyerupai sistem konfigurasi nyata

Pemain melakukan konfigurasi IP Address dan Subnet Mask sesuai jaringan yang telah dibuat.

- IP tidak sesuai subnet → koneksi gagal
- Sistem menampilkan pesan error
- Jika benar → muncul notifikasi sukses

Game State System

Yang dilacak dalam sistem:



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Status koneksi (Connected / Not Connected)
- Skor keberhasilan tiap level
- Jumlah kesalahan pemain
- Progress level

Win Condition

Game dianggap selesai jika:

- Semua perangkat terhubung dengan benar
- Kabel berhasil dibuat
- IP Address dikonfigurasi dengan benar
- Test koneksi berhasil





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 2 Jobsheet Pengkabelan Straight dan Cross

JOBSHEET	
PENGKABELAN STRAIGHT DAN CROSSOVER	
Materi	Melakukan perbaikan dan atau setting ulang koneksi jaringan
Waktu	4 x 45 menit
Guru	
I. TUJUAN 1. Siswa mampu memeriksa perangkat LAN. 2. Siswa mampu mengganti komponen jaringan yang mengalami kerusakan. 3. Siswa mampu melaksanakan langkah korektif untuk mencegah penyebaran kerusakan pada bagian PC yang lain. II. ALAT DAN BAHAN 1. 2 unit PC 2. Kabel UTP dan Konektor RJ-45 3. HUB/Switch 4. Tang Crimping 5. LAN Tester III. KESELAMATAN KERJA 1. Berdoalah sebelum memulai kegiatan belajar. 2. Gunakan peralatan sesuai dengan fungsinya. 3. Gunakan alas kaki yang terbuat dari karet untuk menghindari aliran listrik ke tubuh (tersengat listrik) 4. Letakkan peralatan dan bahan pada tempat yang aman. 5. Bacalah dan pahami petunjuk praktikum pada setiap lembar kegiatan belajar. 6. Tanyakan pada instruktur apabila belum mengerti cara pemakaian alat & bahan praktikum. 7. Matikan catu daya listrik setelah <u>paktikum</u> selesai. IV. DASAR TEORI 1. Kabel straight Kabel straight merupakan kabel yang memiliki cara pemasangan yang	

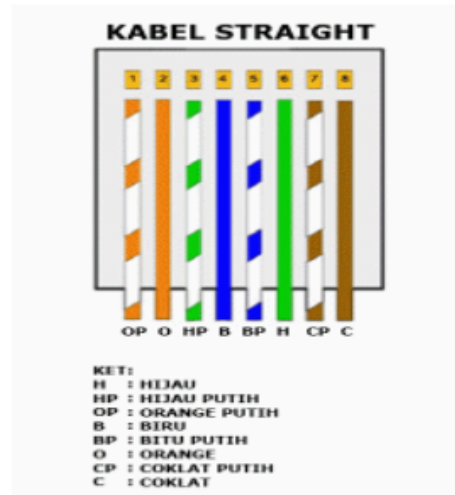


© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

sama antara ujung satu dengan ujung yang lainnya. Kabel straight digunakan untuk menghubungkan 2 device yang berbeda. Urutan standar kabel straight adalah seperti dibawah ini yaitu sesuai dengan standar TIA/EIA 368B (yang paling banyak dipakai) atau kadang-kadang juga dipakai sesuai standar TIA/EIA 368A sebagai berikut:



Contoh penggunaan kabel straight adalah sebagai berikut :

- a. Menghubungkan antara computer dengan switch
- b. Menghubungkan computer dengan LAN pada modem cable/DSL
- c. Menghubungkan router dengan LAN pada modem cable/DSL
- d. Menghubungkan switch ke router
- e. Menghubungkan hub ke router

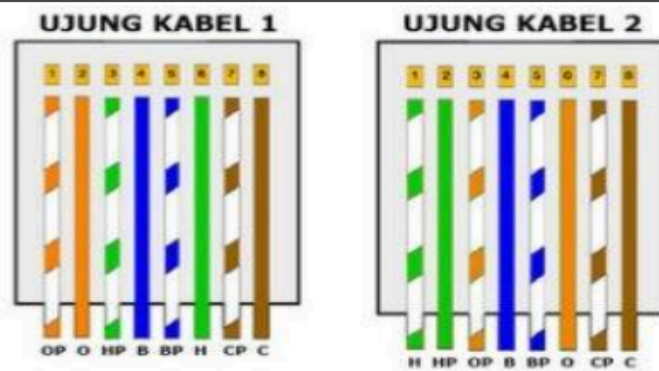
2. Kabel cross over

Kabel cross over merupakan kabel yang memiliki susunan berbeda antara ujung satu dengan ujung dua. Kabel cross over digunakan untuk menghubungkan 2 device yang sama. Gambar dibawah adalah susunan standar kabel cross over.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Contoh penggunaan kabel cross over adalah sebagai berikut :

- a. Menghubungkan 2 buah komputer secara langsung
- b. Menghubungkan 2 buah switch
- c. Menghubungkan 2 buah hub
- d. Menghubungkan switch dengan hub
- e. Menghubungkan komputer dengan router

Dari 8 buah kabel yang ada pada kabel UTP ini (baik pada kabelstraight maupun cross over) hanya 4 buah saja yang digunakan untuk mengirim dan menerima data, yaitu kabel pada pin no 1,2,3 dan 6.

V. LANGKAH KERJA

1. Persiapkan semua peralatan dan bahan pada tempat yang aman.
2. Periksa semua bahan dan peralatan dalam kondisi yang baik.
3. Catat jenis fungsi dan karakteristik peralatan serta bahan yang digunakan dalam jaringan dengan topologi star maupun jaringan dengan topologi Bus.
4. Buatlah pengkabelan untuk kabel UTP model kabel lurus (Straight Cable) dan kabel silang (Crossover Cable).
5. Buatlah laporan pengkabelan UTP Stright dan Cross.
6. Laporkan hasil pekerjaan Anda pada guru pembimbing.
7. Setelah selesai rapikan dan bersihkan tempat praktek.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

VI. HASIL PENGAMATAN

Isilah kolom di bawah ini dengan tanda checklist (v), jika indikator pada LAN tester menyala pada nomor yang sesuai!

PIN	STRAIGHT A	STRAIGHT B	CROSS A	CROSS B
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				

VII. TUGAS

1. Tulis prosedur pengkabelan metode lurus (Straight Cable) dan silang (Crossover Cable)
2. Catat hasil pengujian setiap pin pada kabel menggunakan LAN tester.
3. Diskusikan hasilnya dengan anggota kelompok
4. Buatlah laporan kegiatan serta kesimpulan hasil praktik

VIII. KESIMPULAN

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lembar Penilaian

Nama Siswa :

Kelas :

Guru Pengajar :

BOBO T	ITEM PENILAIAN	RENTANG SKOR	SKO R HAS IL	JUMLA H
20%	A. PROSES			
	1. Penggunaan Alat	1 – 10		
	2. Langkah Kerja	1 – 10		
	3. K3LH	1 – 10		
	4. Perawatan Alat	1 – 10		
70%	B. PRODUK			
	1. Prosedur pengkabelan	1 – 20		
	2. Pengujian menggunakan LAN Tester	1 – 20		
10%	C. WAKTU			
	1. Lebih cepat dari alokasi	20		
	2. Sesuai alokasi	15		
	3. Lebih lambat dari alokasi	10		
100%	TOTAL			

Praktikan

Depok, ...

Guru Pengajar



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 3 Jobsheet Membangun Jaringan Dasar

JOBSHEET	
MEMBANGUN JARINGAN LOKAL	
Materi	Melakukan perbaikan dan atau setting ulang koneksi jaringan
Waktu	4 x 45 menit
Guru	
I. TUJUAN 1. Siswa mampu membuat dan menguji konektivitas kabel jaringan (UTP). 2. Siswa mampu menghubungkan perangkat PC/Laptop ke dalam sebuah jaringan lokal menggunakan Switch/Hub. 3. Siswa mampu melakukan konfigurasi <i>IP Address</i> (IPv4) pada sistem operasi untuk komunikasi jaringan. 4. Siswa mampu melaksanakan langkah korektif atau <i>troubleshooting</i> dasar jika terjadi kegagalan koneksi jaringan.	
II. ALAT DAN BAHAN 1. 2 Komputer PC atau Notebook 3 buah. 2. Switch 3. Kabel UTP 3 meter	
III. KESELAMATAN KERJA 1. Berdoalah sebelum memulai kegiatan belajar. 2. Gunakan peralatan sesuai dengan fungsinya. 3. Gunakan alas kaki yang terbuat dari karet untuk menghindari aliran listrik ke tubuh (tersengat listrik) 4. Letakkan peralatan dan bahan pada tempat yang aman. 5. Bacalah dan pahami petunjuk praktikum pada setiap lembar kegiatan belajar. 6. Tanyakan pada instruktur apabila belum mengerti cara pemakaian alat & bahan praktikum. 7. Matikan catu daya listrik setelah praktikum selesai.	
IV. DASAR TEORI 1. Jaringan Lokal (Local Area Network - LAN)	



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Local Area Network (LAN) adalah sekumpulan komputer dan perangkat jaringan yang terhubung bersama di dalam area geografis yang relatif terbatas, seperti laboratorium komputer, gedung sekolah, atau perkantoran. Tujuan utama membangun LAN adalah untuk berbagi sumber daya (*resource sharing*), seperti pertukaran file, penggunaan printer bersama, hingga menguji konektivitas antar-perangkat (*Ping*). Pada skala pendidikan vokasi, instalasi LAN secara fisik maupun logik menjadi fondasi wajib dalam memahami bagaimana komunikasi data terjadi.

2. Topologi Jaringan Bintang (Star Topology)

Praktikum yang menghubungkan beberapa unit komputer ke satu konsentrator pusat (seperti Switch) membentuk arsitektur yang dikenal sebagai **Topologi Star**. Pada topologi ini, setiap simpul (*node* komputer) memiliki jalur kabel fisiknya masing-masing yang langsung menuju ke perangkat pusat. Keunggulan utama topologi ini adalah tingkat isolasi gangguannya; jika terjadi kerusakan pada salah satu kabel UTP atau satu port pada Switch, permasalahan tersebut hanya akan berdampak pada komputer yang terhubung di jalur tersebut, sementara sisa jaringan tetap beroperasi normal.

3. Media Transmisi: Kabel UTP dan Konektor RJ-45

Untuk mentransmisikan data antar perangkat dalam ruang lingkup LAN kabel, digunakan **Kabel UTP (*Unshielded Twisted Pair*)**, umumnya tipe Cat.5e atau Cat.6, yang di-crimping menggunakan konektor **RJ-45**. Karena perangkat yang saling dihubungkan berbeda fungsinya (End-device PC menuju Intermediary-device Switch), maka aturan penyusunan kabel yang dipraktikkan adalah tipe **Straight-Through**. Kedua ujung kabel menggunakan standar susunan pin yang identik, umumnya mengacu pada standar TIA/EIA-568B:

1. Putih Oranye
2. Oranye
3. Putih Hijau



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4. Biru
5. Putih Biru
6. Hijau
7. Putih Coklat
8. Coklat

4. Perangkat Pusat: Switch

Switch beroperasi sebagai titik persimpangan lalu lintas data. Berbeda dengan Hub biasa, Switch merupakan perangkat cerdas yang beroperasi pada *Data Link Layer* (Layer 2 pada OSI Model). Switch mampu merekam dan mengenali alamat fisik (*MAC Address*) dari setiap kartu jaringan (NIC) komputer yang menancap di port-portnya. Dengan demikian, Switch akan langsung meneruskan paket data spesifik hanya ke *port* komputer tujuan, membuat aliran data lebih cepat dan mencegah terjadinya tabrakan data (*collision*).

5. Pengalamatan Logik (IP Address & Subnet Mask)

Setelah instalasi kabel secara fisik berhasil, komputer tetap belum bisa berkomunikasi hingga dikonfigurasi secara perangkat lunak (*software*). Setiap komputer dalam jaringan membutuhkan alamat identitas unik berupa **IP Address** (Internet Protocol) versi 4 (IPv4). Setiap IP Address disandingkan dengan **Subnet Mask**, yang fungsinya untuk memisahkan alamat menjadi dua bagian: identitas jaringan (*Network ID*) dan identitas perangkat itu sendiri (*Host ID*).

- Sebagai contoh, penggunaan IP **192.168.32.1** dengan Subnet Mask **255.255.255.0** (Prefix /24) menandakan bahwa **192.168.32** adalah alamat jaringannya, sedangkan **1** adalah identitas unik dari komputer (host) tersebut.
- Agar dua atau lebih komputer bisa saling merespons saat dilakukan pengujian koneksi (*Ping*), seluruh komputer tersebut wajib berada dalam kelompok *Network ID* yang sama, namun dengan angka *Host ID* yang berbeda (seperti 192.168.32.1 ke 192.168.32.2).



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

V. LANGKAH KERJA

1. PROSES

- a. Buat 3 buah kabel UTP Cat.5e type Stright.
- b. Hubungkan tiap-tiap komputer ke switch menggunakan kabel UTP sesuai gambar.
- c. Nyalakan switch dengan menghubungkan adaptor yang telah ada ke aliran listrik yang tersedia. Pastikan tegangan dan arus output adaptor sesuai dengan spesifikasi switch.
- d. Nyalakan Komputer, pastikan POST bios berjalan baik dan Normal.
- e. Masuk ke menu Control Panel - Network and Sharing Setting - Change Adapter Setting. Double click Local Area Network - pilih TCP/Ipv4, klik Properties. Use Folowing IP Address isi dengan:
 1. Komputer A: Skenario 1 (192.168.32.1), Skenario 2 (172.16.16.10), Skenario 3 (192.168.10.10).
 2. Komputer B: Skenario 1 (192.168.32.2), Skenario 2 (172.16.16.20), Skenario 3 (192.168.10.20).
 3. Komputer C: Skenario 1 (192.168.32.3), Skenario 2 (172.16.16.30), Skenario 3 (192.168.20.30).
- f. Lakukan test koneksi dari komputer A ke komputer B dan C dengan cara:
 1. Buka command promp, ketikkan "ping ip_address_tujuan" (contoh: "ping 192.168.32.2), catat hasil yang muncul di jendela command prompt.
 2. Lakukan hal yang sama (konfigurasi IP Address dan test koneksi) untuk skenario 2 dan 3.

2. HASIL

- a. Topologi sesuai gambar.
- b. Konfigurasi IP Address.
- c. Hasil perintah "ping":
 - o Reply: menunjukkan jaringan berhasil terhubung.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Request Time Out: jaringan belum terhubung.

VI. HASIL PENGAMATAN

Komponen	Status/Kondisi	Keterangan
Kabel PC 1 ke Switch	☐ Menyala / ☐ Tidak	
Kabel <u>PC 2</u> ke Switch	☐ Menyala / ☐ Tidak	
Indikator Port Switch	☐ Menyala / ☐ Tidak	

VII. TUGAS

1. Tulis prosedur singkat cara mengkonfigurasi IP Address pada sistem operasi yang Anda gunakan.
2. Catat permasalahan apa saja yang Anda temui selama menghubungkan komputer, dan bagaimana solusi yang Anda lakukan.
3. Buatlah laporan kegiatan serta kesimpulan hasil praktik.

VIII. KESIMPULAN

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Lembar Penilaian

Nama Siswa :

Kelas :

Guru Pengajar :

BOBOT	ITEM PENILAIAN	RENTANG SKOR	SKOR HASIL	JUMLAH
20%	A. PROSES			
	1. Penggunaan Alat	1 – 10		
	2. Langkah Kerja	1 – 10		
	3. K3LH	1 – 10		
	4. Perawatan Alat	1 – 10		
70%	B. PRODUK			
	1. Pengujian Kabel LAN	1 – 20		
	2. Konfigurasi IP & Ping Test Berhasil	1 – 20		
10%	C. WAKTU			
	1. Lebih cepat dari alokasi	20		
	2. Sesuai alokasi	15		
	3. Lebih lambat dari alokasi	10		
100%	TOTAL			

Praktikan

.....

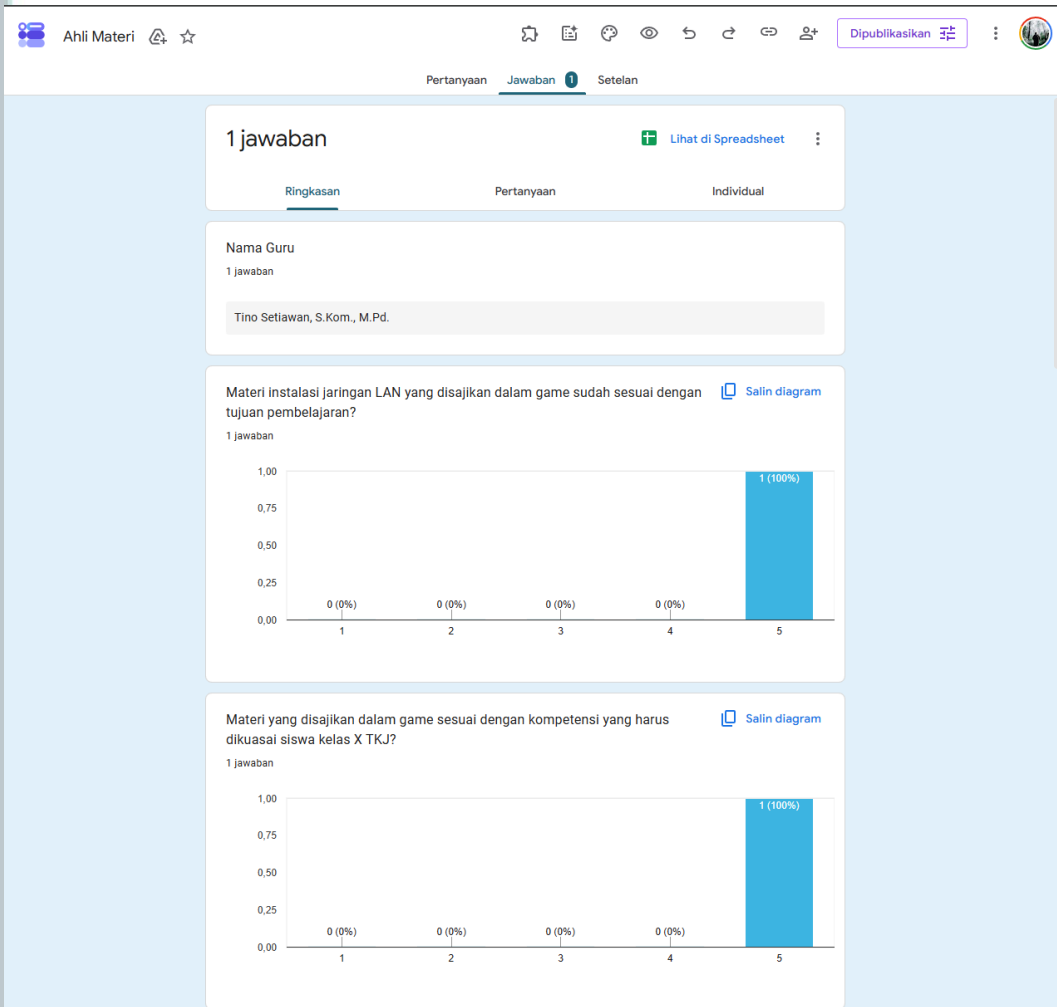
Depok, ...

Guru Pengajar

.....

- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 4 Hasil Kuesioner dari Ahli Materi



Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

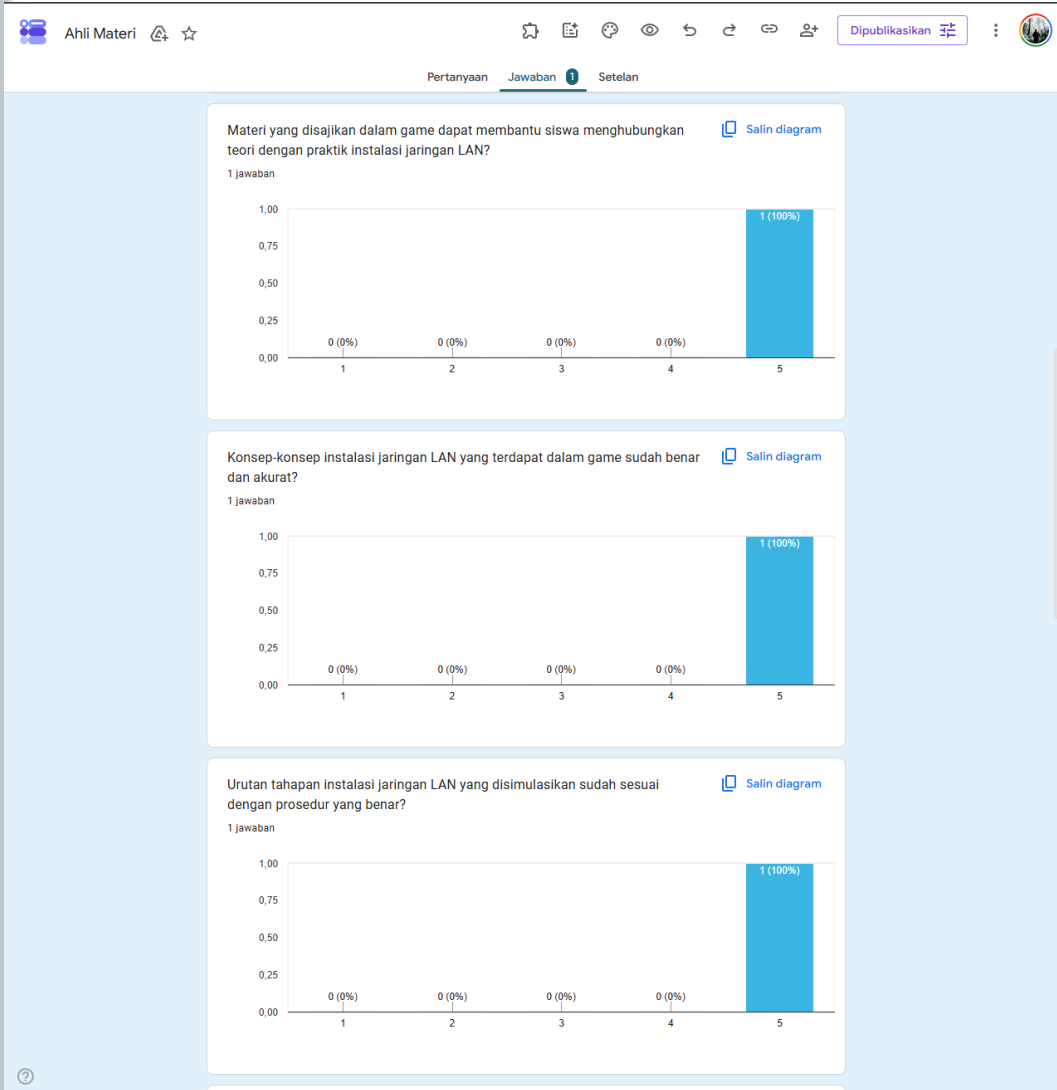




Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

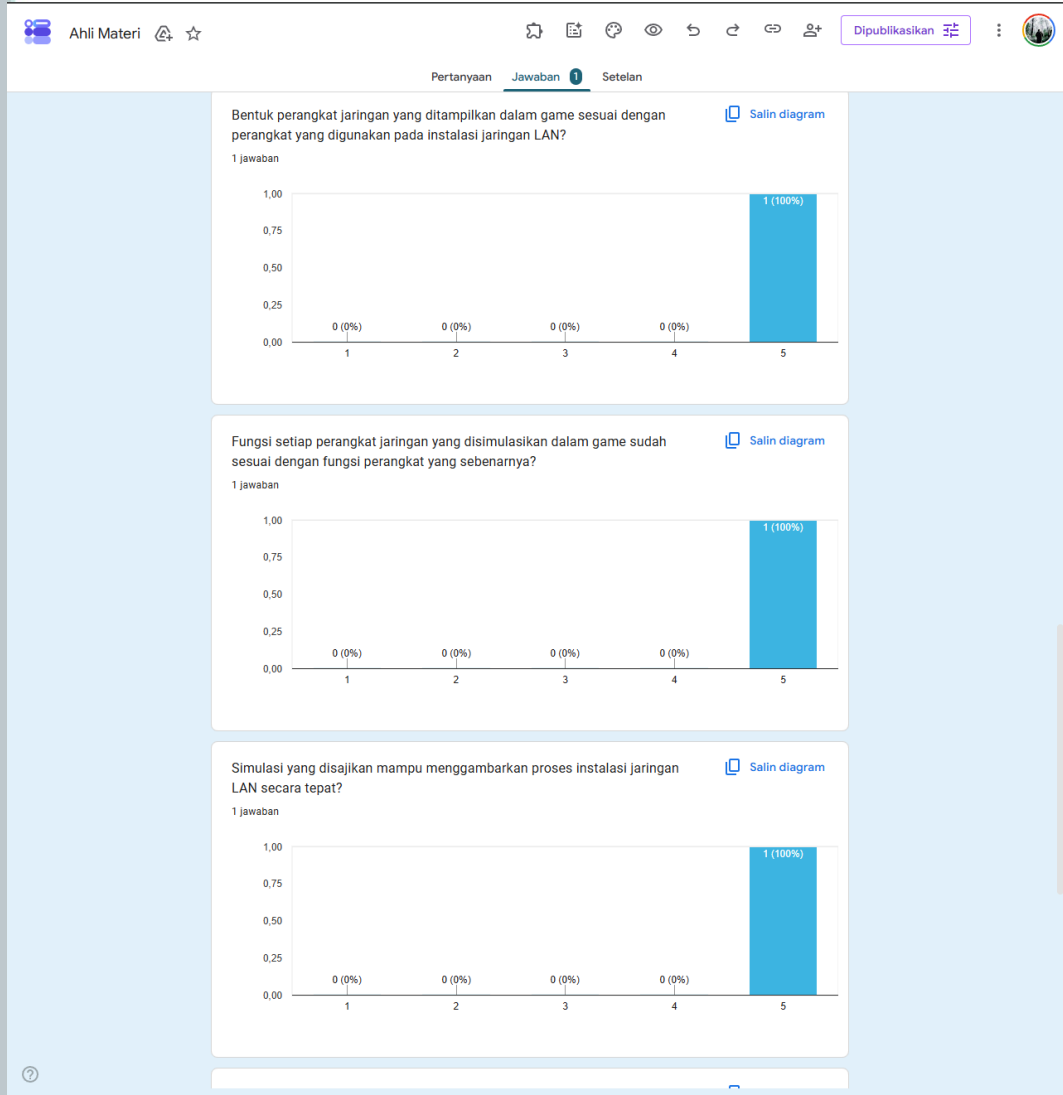




Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

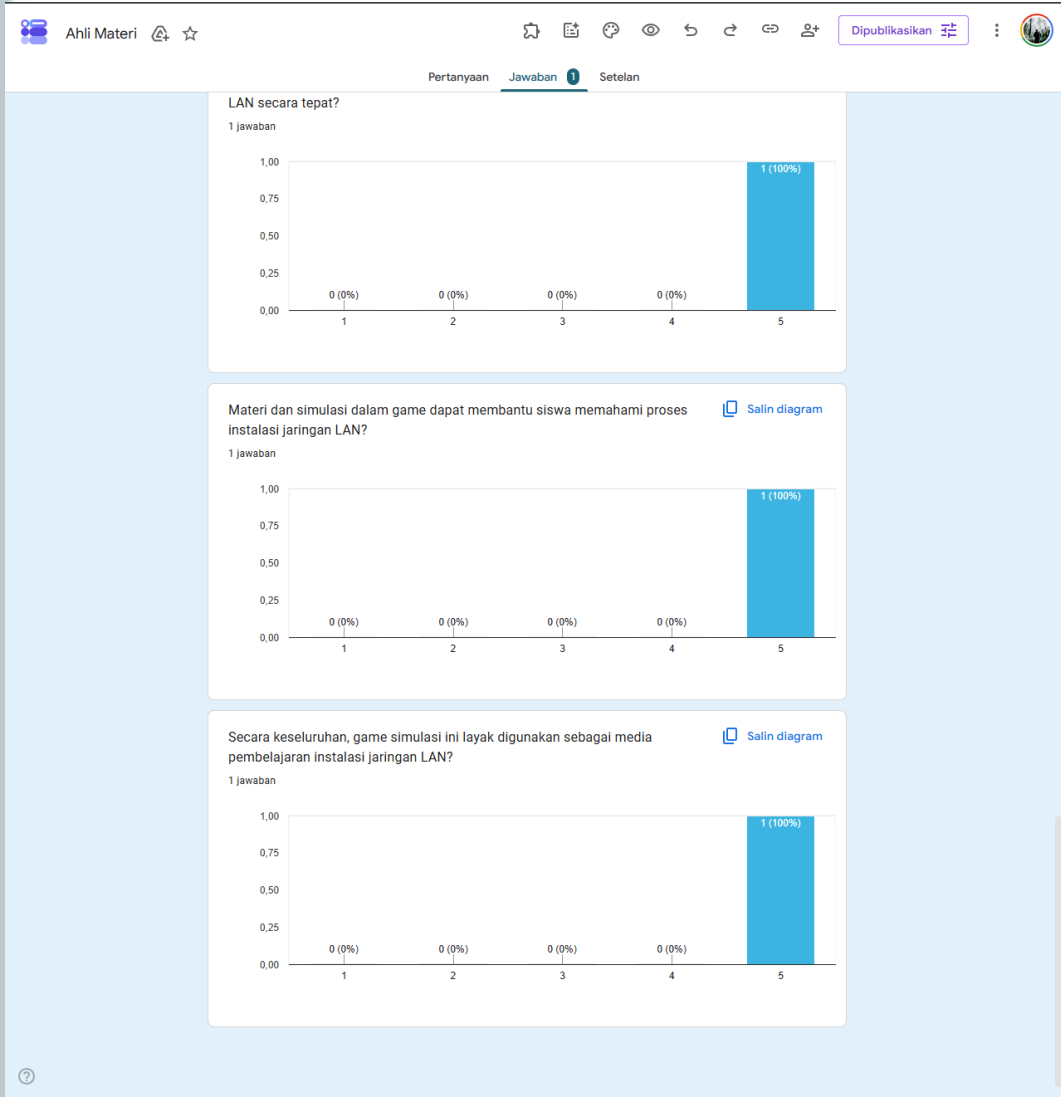




Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



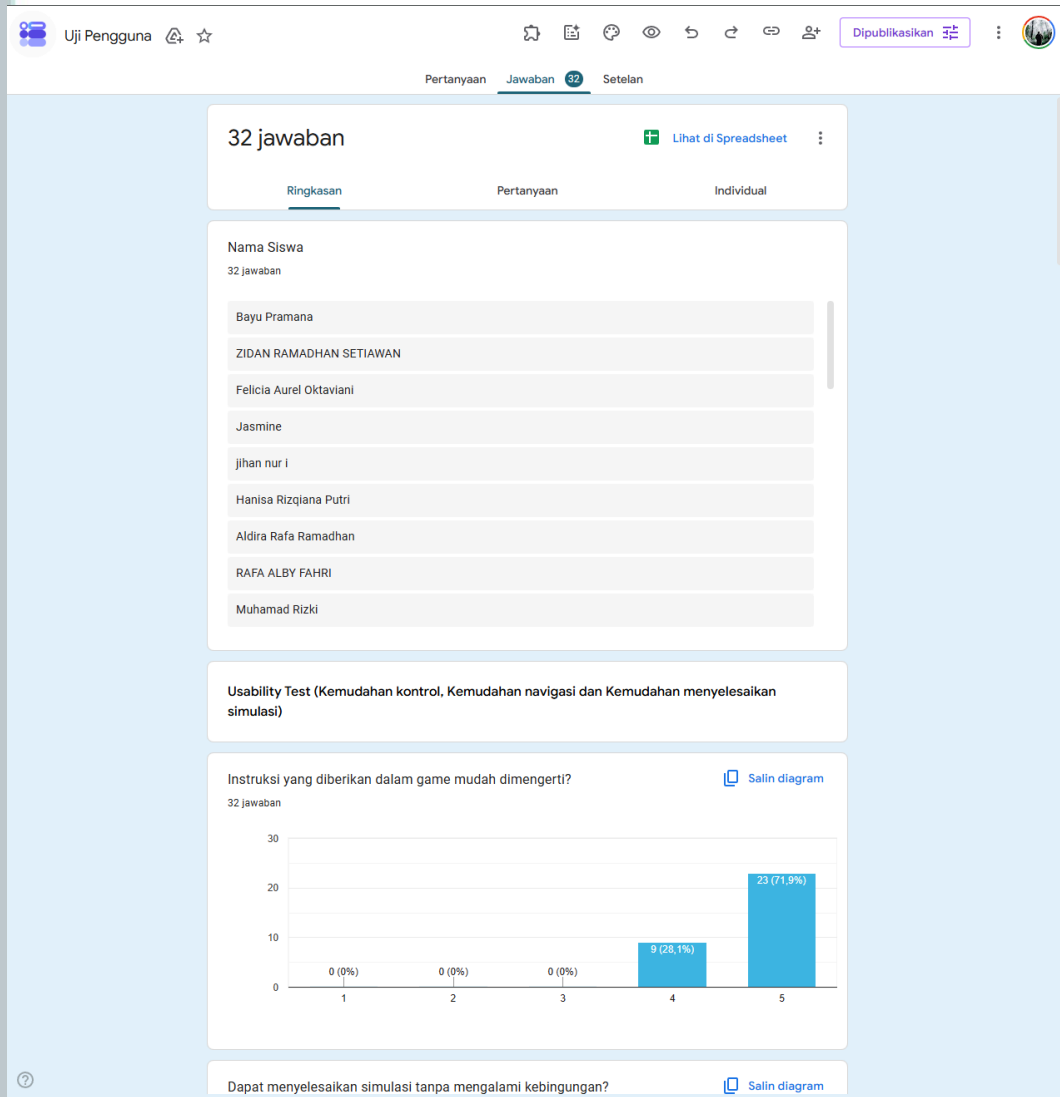
Lampiran 5 Hasil Kuesioner dari Uji Pengguna



Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

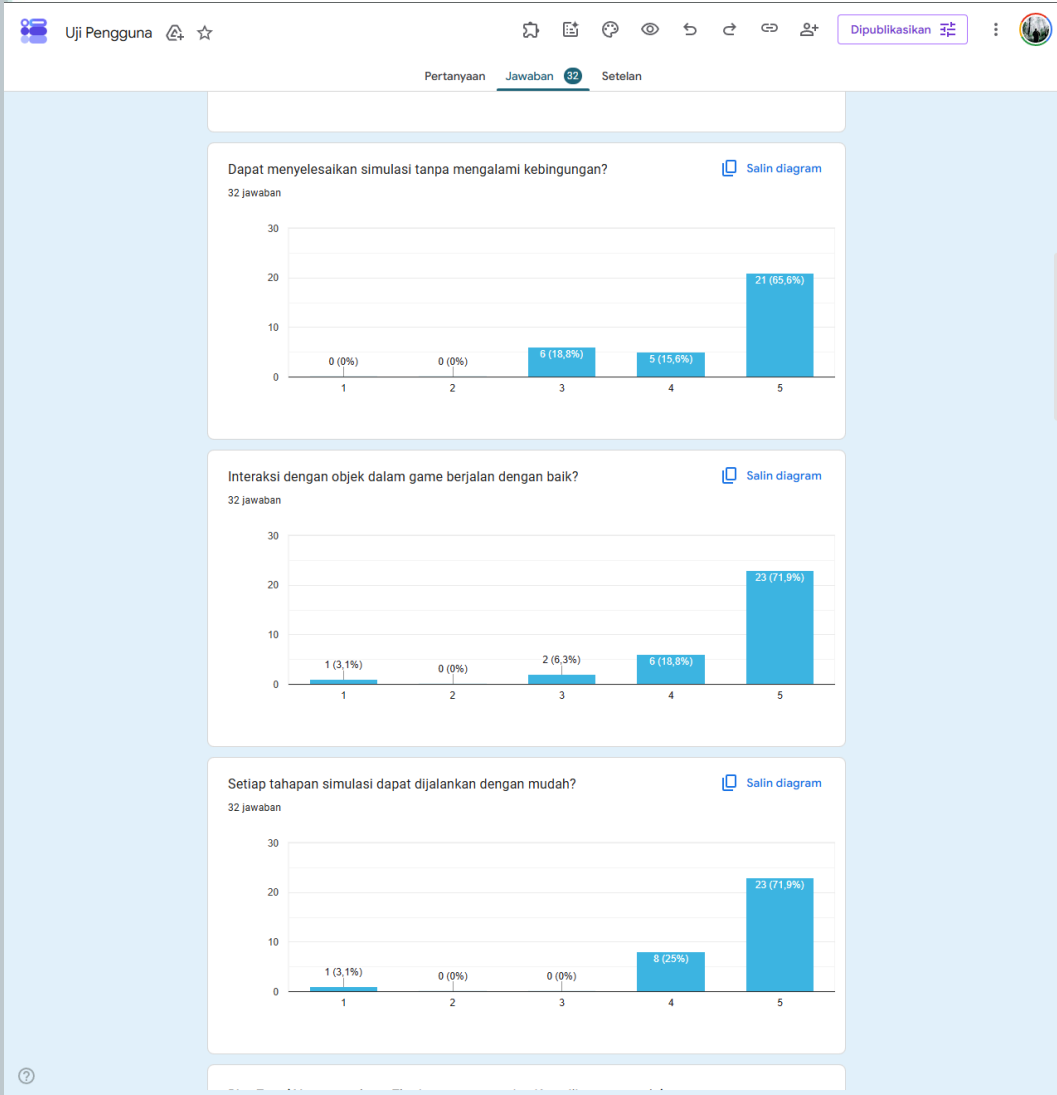




Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

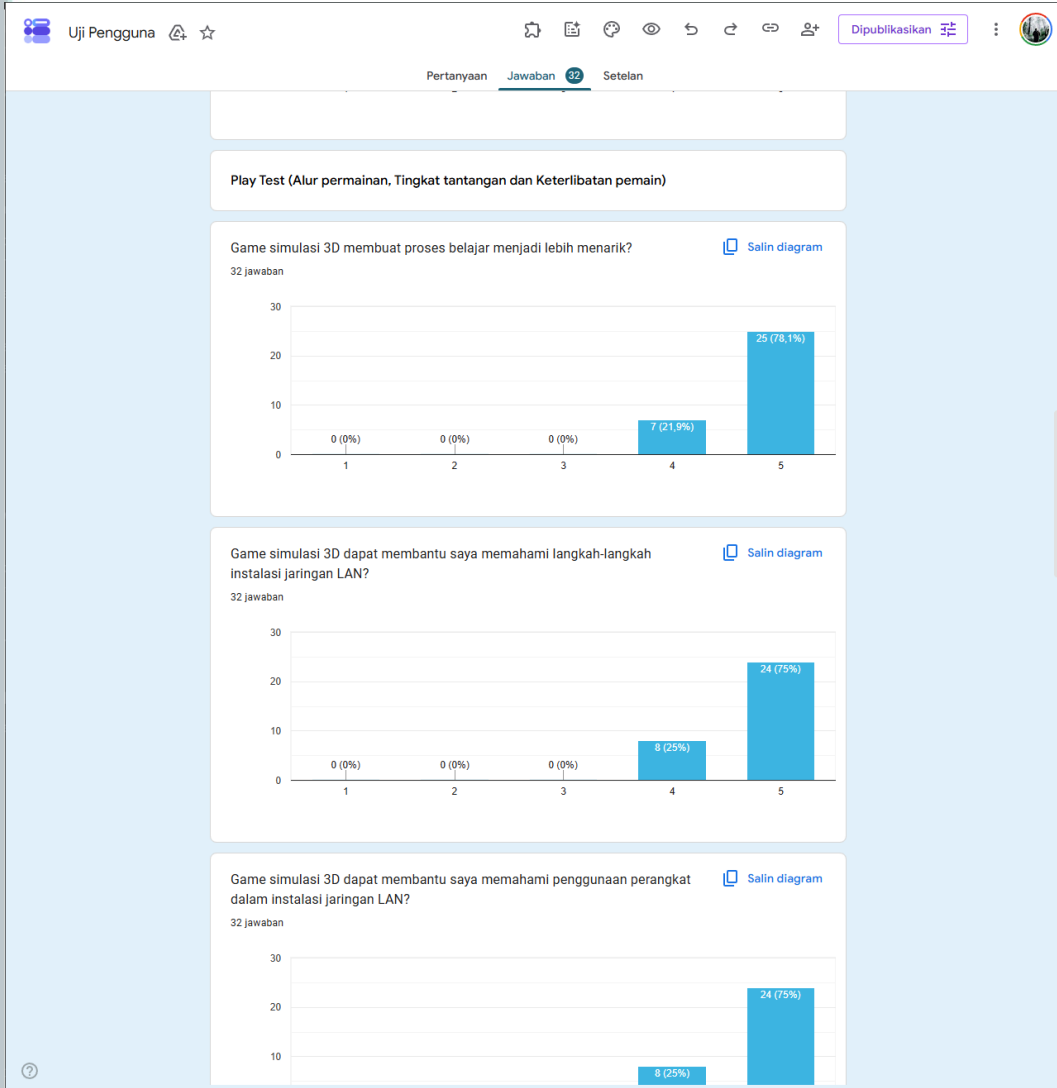




Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

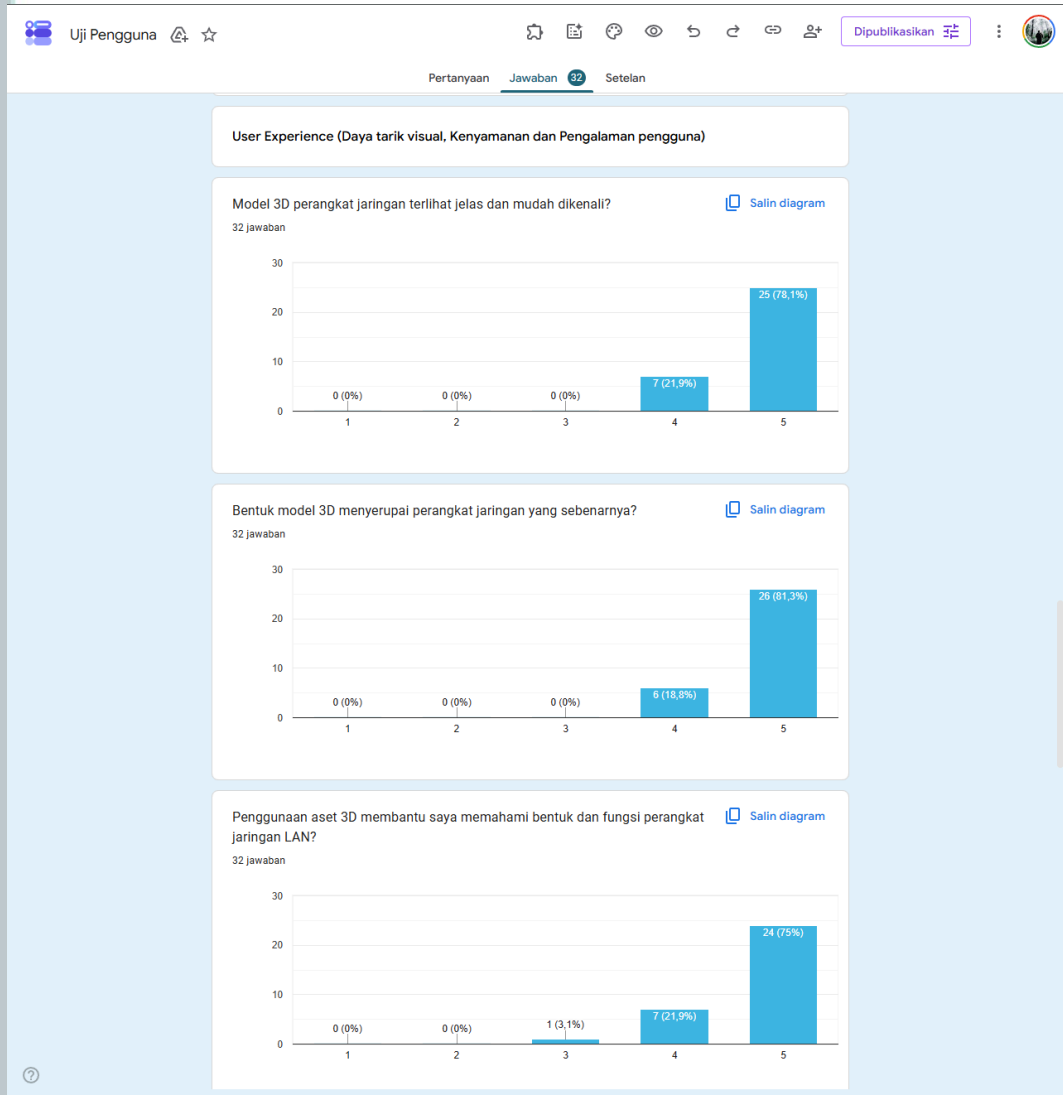




Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

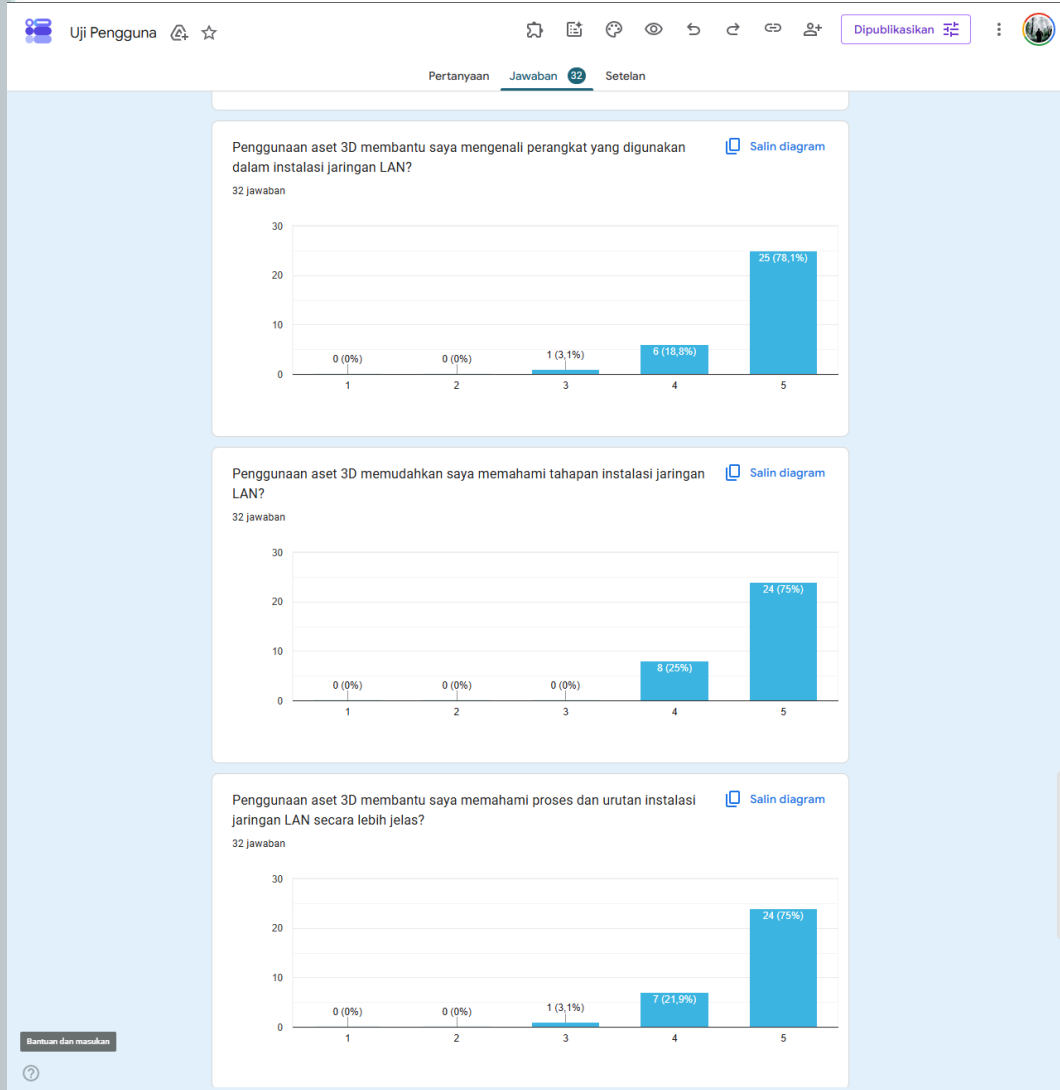




Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





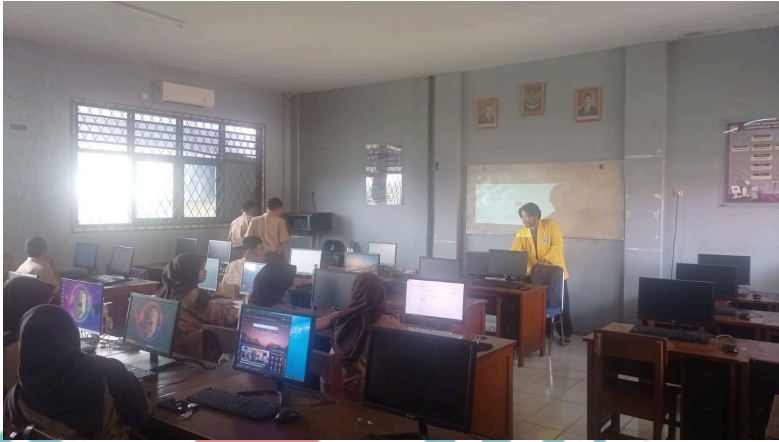
Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Lampiran 6 Dokumentasi Kegiatan Uji Coba Game



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

