



© 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



**IMPLEMENTASI VSAT SEBAGAI BACKHAUL CADANGAN
SISTEM KOMUNIKASI DARURAT BERBASIS LORA UNTUK
MITIGASI BENCANA**

SKRIPSI

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

**Nayla Fayyaza Azzahra
2203421004**

**PROGRAM STUDI BROADBAND MULTIMEDIA
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
2026**



© 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



**IMPLEMENTASI VSAT SEBAGAI BACKHAUL CADANGAN
SISTEM KOMUNIKASI DARURAT BERBASIS LORA UNTUK
MITIGASI BENCANA**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Terapan**

Nayla Fayyaza Azzahra

2203421004

**PROGRAM STUDI BROADBAND MULTIMEDIA
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
2026**



HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Nayla Fayyaza Azzahra

NIM : 2203421004

Tanda Tangan : 

Tanggal : Jumat, 17 Juli 2026

**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

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Tugas Akhir diajukan oleh :

Nama : Nayla Fayyaza Azzahra
NIM : 2203421004
Program Studi : Broadband Multimedia
Judul Tugas Akhir : Implementasi VSAT Sebagai *Backhaul* Cadangan
Sistem Komunikasi Darurat Berbasis LoRa Untuk
Mitigasi Bencana

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Tugas Akhir pada 2 Juli 2026
dan dinyatakan LULUS.

Pembimbing 1 : Zulhelman, S.T., M.T.
NIP. 196403021989031002

Pembimbing 2 : Shita Herfiah, S.Pd., M.T.
NIP. 199707232024062002

Depok, 17 Juli 2026

Disahkan oleh

Ketua Jurusan Teknik Elektro



Dr. Murie Dwiyaniti, S.T., M.T.
NIP. 197803312003122002



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

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Allah SWT, karena atas rahmat dan karunia Nya kegiatan penelitian hingga penyusunan laporan skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik dan tepat. Penulis membuat skripsi ini dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Terapan pada Program Studi D4 Broadband Multimedia di Politeknik Negeri Jakarta. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah banyak membantu dalam pelaksanaan dan penyusunan Laporan Skripsi, diantaranya:

1. Bapak Zulhelman, S.T., M.T., dan Shita Herfiah, S.Pd., M.T., selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan skripsi ini;
2. Papah, Mamah, Mbah ibu, Daffa, Naura, Zidni, dan seluruh keluarga penulis yang selalu memberikan do'a, dukungan, dan motivasi kepada penulis baik moral maupun materil;
3. Rafa, Thalia, Shania, dan teman-teman Broadband Multimedia Angkatan 2022, yang telah banyak membantu dan menemani penulis dalam berjuang menyelesaikan skripsi ini;
4. Lathiifa, Nita, Suna, dan Ina, yang selalu memberikan dukungan, semangat, serta menjadi tempat berbagi cerita;
5. Ucapan terima kasih yang tulus kepada Muh Ikrar Sakti Indriawan Yahya yang senantiasa menemani serta memberikan dorongan moral selama proses penyusunan skripsi ini;

Penulis mengucapkan rasa syukur dan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah berkontribusi dalam penyusunan skripsi ini. Skripsi ini merupakan hasil dari rangkaian penelitian yang telah dilakukan oleh penulis, dan diharapkan dapat memberikan kontribusi positif bagi pengembangan ilmu pengetahuan serta menjadi referensi yang bermanfaat bagi berbagai pihak.

Depok, 17 Juli 2026

Penulis



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

Implementasi VSAT Sebagai Backhaul Cadangan Sistem Komunikasi Darurat Berbasis LoRa Untuk Mitigasi Bencana

Abstrak

Pada kondisi bencana, infrastruktur jaringan seluler seperti NB-IoT berpotensi mengalami gangguan akibat kerusakan fisik, sehingga pengiriman informasi darurat dari lapangan menuju pusat bantuan dapat terhambat. Penelitian ini mengimplementasikan *Very Small Aperture Terminal* (VSAT) sebagai jalur backhaul cadangan pada gateway sistem komunikasi darurat berbasis LoRa, dilengkapi dengan mekanisme *failover* dan *failback* otomatis untuk menjamin kontinuitas komunikasi. Gateway dibangun menggunakan mikrokontroler Heltec LoRa V3 (ESP32-S3 + SX1262) yang menerima paket data berisi pesan singkat dan koordinat GPS dari node korban melalui protokol LoRa *Point-to-Point* (P2P), kemudian meneruskan data tersebut ke server melalui NB-IoT sebagai jalur utama menggunakan modul SIM7000E atau VSAT sebagai jalur cadangan. Integrasi VSAT dilakukan menggunakan modem Hughes HT2010 melalui layanan UBIQU dari PT. Pasifik Satelit Nusantara (PSN) pada satelit PSN-6 (146°E). Data yang diterima server diproses oleh Node-RED, disimpan dalam database MySQL, dan divisualisasikan pada dashboard monitoring berbasis web. Hasil pengujian menunjukkan bahwa jaringan VSAT mampu menyediakan koneksi yang andal dengan RTT rata-rata 570 ms (RTT minimum 532 ms dan RTT maksimum 606 ms) serta packet loss 0%. Mekanisme *failover* berhasil dilakukan dengan rata-rata waktu perpindahan 6,17 detik dan standar deviasi 0,817 detik. Mekanisme *failback* berhasil diimplementasikan dengan rata-rata waktu perpindahan 12,45 detik dan standar deviasi 7,651 detik, dengan tingkat keberhasilan 100% pada seluruh percobaan *failover* maupun *failback*. Pengujian *backend* dashboard membuktikan seluruh data yang diterima dan ditampilkan sesuai. Sistem yang dikembangkan terbukti mampu mempertahankan komunikasi darurat secara andal pada kondisi kegagalan jaringan utama.

Kata Kunci: backhaul cadangan, failover, failback, komunikasi darurat, LoRa, mitigasi bencana, VSAT.

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



Implementation of VSAT as Backup Backhaul for LoRa-Based Emergency Communication System for Disaster Mitigation

Abstract

During disasters, cellular network infrastructure such as NB-IoT is susceptible to disruption due to physical damage, which can hinder the transmission of emergency information from the field to the command center. This study implements a Very Small Aperture Terminal (VSAT) as a backup backhaul link for a LoRa-based emergency communication system gateway, equipped with automatic failover and failback mechanisms to ensure communication continuity. The gateway is built using a Heltec LoRa V3 microcontroller (ESP32-S3 + SX1262), which receives data packets containing short messages and GPS coordinates from victim nodes via the LoRa Point-to-Point (P2P) protocol, then forwards the data to the server via NB-IoT as the primary link using a SIM7000E module or VSAT as the backup link. VSAT integration was performed using a Hughes HT2010 terminal via the UBIQU service from PT. Pasifik Satelit Nusantara (PSN) on the PSN-6 satellite (146°E). Data received by the server is processed by Node-RED, stored in a MySQL database, and visualized on a web-based monitoring dashboard. Test results show that the VSAT network is capable of providing a reliable connection with an average RTT of 570 ms (minimum 532 ms, maximum 606 ms) and 0% packet loss. The failover mechanism was successfully executed with an average switchover time of 6.07 seconds and a standard deviation of 0.824 seconds. The failback mechanism was successfully implemented with an average switchover time of 12.45 seconds and a standard deviation of 7.651 seconds, with a 100% success rate across all failover and failback trials. Backend dashboard testing confirmed that all data received and displayed was accurate. The developed system proved capable of reliably maintaining emergency communications in the event of a primary network failure.

Keywords: backup backhaul, disaster mitigation, emergency communication, failover, failback, LoRa, VSAT.

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



DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	13
1.1 Latar Belakang.....	13
1.2 Perumusan Masalah	14
1.3 Tujuan	14
1.4 Luaran	15
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	16
2.1 <i>State of The Art</i>	16
2.2 Sistem Komunikasi Darurat	19
2.3 <i>Backhaul</i> pada Sistem Komunikasi	19
2.3.1 Jenis-jenis <i>Backhaul</i>	20
2.3.2 Mekanisme <i>Failover</i> dan <i>Failback</i> pada Sistem <i>Backhaul</i>	22
2.4 <i>Narrowband Internet of Things</i> (NB-IoT)	23
2.5 Teknologi LoRa (<i>Long Range</i>).....	24
2.5.1 <i>LoRa Point-to-Point</i> (P2P)	25
2.5.2 Komponen <i>Gateway</i>	27
2.6 <i>Very Small Aperture Terminal</i> (VSAT).....	28
2.7 Komponen Perangkat Lunak	32
2.7.1 <i>Message Queuing Telemetry Transport</i> (MQTT).....	32
2.7.2 Arduino IDE	33
2.7.3 MySQL	33
2.7.4 Node-RED	34
BAB III PERENCANAAN DAN REALISASI	36
3.1 Rancangan Sistem.....	36
3.1.1 Deskripsi Sistem	36
3.1.2 Cara Kerja Sistem	37
3.1.3 Perancangan Komunikasi Data	39
3.1.4 Perancangan Sistem <i>Failover</i>	40

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

3.1.5 Perancangan Sistem <i>Failback</i>	41
3.1.6 Perancangan Backend Dashboard	41
3.2 Realisasi Sistem	42
3.2.1 Realisasi Integrasi VSAT pada <i>Gateway</i>	42
3.2.2 Realisasi Program <i>Failover</i>	46
3.2.3 Realisasi Program <i>Failback</i>	51
3.2.4 Realisasi Backend Dashboard	53
BAB IV PEMBAHASAN	58
4.1 Pengujian Kinerja Komunikasi Melalui VSAT	58
4.1.1 Deskripsi Pengujian	58
4.1.2 Prosedur Pengujian	59
4.1.3 Data Hasil Pengujian	59
4.1.4 Analisis Data	60
4.2 Pengujian Sistem <i>Failover</i>	60
4.2.1 Deskripsi Pengujian	61
4.2.2 Prosedur Pengujian	61
4.2.3 Data Hasil Pengujian	62
4.2.4 Analisis Data	62
4.3 Pengujian Sistem <i>Failback</i>	64
4.3.1 Deskripsi Pengujian	64
4.3.2 Prosedur Pengujian	64
4.3.3 Data Hasil Pengujian	65
4.3.4 Analisis Data	66
4.4 Pengujian Backend Dashboard	67
4.4.1 Deskripsi Pengujian	67
4.4.2 Prosedur Pengujian	67
4.4.3 Data Hasil Pengujian	68
4.4.4 Analisis Data	69
BAB V SIMPULAN	71
DAFTAR PUSTAKA	73
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	78
LAMPIRAN	79



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 GAMBAR

Gambar 2. 1 Serat Optik (Fiber Optic)	20
Gambar 2. 2 Gelombang Mikro (microwave)	21
Gambar 2. 3 Satelit	21
Gambar 2. 4 Arsitektur Komunikasi LoRa P2P	26
Gambar 2. 5 Board Heltec LoRa V3 (ESP32-S3)	27
Gambar 2. 6 Arsitektur VSAT.....	28
Gambar 2. 7 Prinsip kerja VSAT.....	30
Gambar 2. 8 MQTT	32
Gambar 2. 9 Arduino IDE	33
Gambar 2. 10 MySQL.....	34
Gambar 2. 11 Node-RED.....	35
Gambar 3. 1 Diagram Blok Sistem.....	36
Gambar 3. 2 Diagram Alir Sistem.....	38
Gambar 3. 3 Ilustrasi Mekanisme Komunikasi Data	40
Gambar 3. 4 Modem Hughes HT2010.....	43
Gambar 3. 5 Router Tenda	43
Gambar 3. 6 Antena VSAT yang Digunakan.....	44
Gambar 3. 7 Proses Pointing Antena VSAT	45
Gambar 3. 8 Inbox Modem VSAT	45
Gambar 3. 9 Flow Node-RED.....	54
Gambar 3. 10 Node MQTT	55
Gambar 3. 11 Node JSON.....	55
Gambar 3. 12 Node Function	55
Gambar 3. 13 Node MySQL	56
Gambar 3. 14 Struktur Database.....	56
Gambar 3. 15 Tampilan Dashboard.....	57



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 TABEL

Tabel 2. 1 State of The Art	16
Tabel 2. 2 Spesifikasi Heltec LoRa V3.....	28
Tabel 2. 3 Spesifikasi Perangkat VSAT.....	31
Tabel 3. 1 Konfigurasi dan Pointing Antena VSAT	44
Tabel 3. 2 Verifikasi Koneksi VSAT.....	46
Tabel 3. 3 Tabel Database	57
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Kinerja Komunikasi VSAT	59
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Sistem Failover	62
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Sistem <i>Failback</i>	65
Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Backend Dashboard	69
Tabel 4. 5 Hasil Performansi Pengiriman Data Node Korban ke Dashboard	69

**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

DAFTAR LAMPIRAN

L- 1 Node Korban.....	79
L- 2 Node Gateway.....	79



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

Dalam proses mitigasi bencana, komunikasi merupakan hal penting untuk memastikan informasi korban dapat tersampaikan dengan baik ke pusat bantuan. Pada kondisi bencana, infrastruktur komunikasi terestrial seperti jaringan seluler sering mengalami gangguan akibat kerusakan fisik sehingga komunikasi menjadi tidak stabil atau terputus total. Kondisi ini dapat menghambat koordinasi dan memperlambat penanganan darurat. Untuk mengatasi hal tersebut diperlukan sistem komunikasi yang lebih andal dan mampu tetap beroperasi selama bencana.

Untuk membangun sistem komunikasi yang andal dan mampu tetap beroperasi selama bencana, digunakan salah satu teknologi alternatif yaitu LoRa (*Long Range*), karena teknologi ini memiliki jangkauan luas dan konsumsi daya rendah. Dalam beberapa penelitian, *gateway* LoRa memanfaatkan jaringan NB-IoT sebagai jalur *backhaul* utama karena menyediakan konektivitas seluler dengan cakupan luas, reliabilitas yang baik, serta dukungan kualitas layanan untuk pengiriman data menuju server (Peruzzi & Pozzebon, 2022; Sinha, Wei & Hwang, 2017). Namun, karena NB-IoT masih bergantung pada infrastruktur jaringan seluler, komunikasi tetap berpotensi mengalami gangguan ketika terjadi kerusakan infrastruktur akibat bencana sehingga kontinuitas komunikasi belum dapat dijamin sepenuhnya.

Dengan keterbatasan tersebut, pada penelitian ini digunakan teknologi *Very Small Aperture Terminal* (VSAT) sebagai jalur *backhaul* cadangan, yaitu sistem komunikasi berbasis satelit yang mampu menyediakan konektivitas data tanpa bergantung pada infrastruktur jaringan terestrial. Karakteristik tersebut menjadikan VSAT sesuai untuk digunakan pada kondisi darurat ketika jaringan seluler mengalami gangguan (Ippolito, 2017). Agar proses komunikasi tetap berlangsung tanpa intervensi pengguna, diterapkan mekanisme *failover* yang memungkinkan *gateway* secara otomatis mengalihkan jalur komunikasi dari NB-IoT menuju VSAT ketika jaringan utama tidak tersedia, serta mekanisme *failback* yang mengembalikan jalur dari VSAT ke jalur komunikasi NB-IoT ketika sudah tersedia.



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

Penelitian ini berfokus pada implementasi VSAT sebagai jalur *backhaul* cadangan dalam sistem komunikasi darurat berbasis LoRa, serta penerapan mekanisme *failover* dan *failback* untuk menjaga kontinuitas komunikasi ketika jaringan NB-IoT mengalami gangguan maupun ketika jaringan utama kembali tersedia. Komunikasi antara node korban dan *gateway* menggunakan protokol LoRa *Point-to-Point* (P2P) yang dipilih karena kesederhanaan arsitekturnya dan kemampuannya beroperasi tanpa memerlukan infrastruktur *network server* tambahan, sehingga sesuai untuk kondisi darurat di lapangan (Semtech, 2020; RAKwireless, 2024; Manuel et al., 2022).

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut dapat dirangkum rumusan masalah sebagai berikut.

1. Bagaimana mengimplementasikan mekanisme *failover* dan *failback* menggunakan VSAT sebagai jalur *backhaul* cadangan untuk meneruskan pesan darurat dari *gateway* ke pusat bantuan ketika jaringan NB-IoT tidak tersedia?
2. Bagaimana merealisasikan sistem komunikasi darurat yang mampu mengirimkan dan menampilkan pesan darurat dari *gateway* ke dashboard pusat bantuan melalui koneksi VSAT?
3. Bagaimana kinerja sistem komunikasi darurat yang dikembangkan berdasarkan parameter *Round Trip Time* (RTT), *packet loss*, serta waktu *failover* dan *failback*?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian antara lain sebagai berikut.

1. Mengimplementasikan mekanisme *failover* dan *failback* menggunakan VSAT sebagai jalur *backhaul* cadangan untuk meneruskan pesan darurat dari *gateway* ke pusat bantuan ketika jaringan NB-IoT tidak tersedia.
2. Merealisasikan sistem komunikasi darurat yang mampu mengirimkan dan menampilkan pesan darurat dari *gateway* ke dashboard pusat bantuan melalui koneksi VSAT.



© 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

3. Mengevaluasi kinerja sistem komunikasi darurat berdasarkan parameter *Round Trip Time (RTT)*, *packet loss*, serta waktu *failover* dan *failback*.

1.4 Luaran

Luaran yang dihasilkan dari penelitian ini antara lain sebagai berikut.

1. Laporan skripsi dengan judul “Implementasi VSAT sebagai *Backhaul* Cadangan Pada Sistem Komunikasi Darurat Berbasis Lora Untuk Mitigasi Bencana”, yang mendokumentasikan seluruh proses perancangan, implementasi, serta evaluasi sistem.
2. Modul praktikum sistem komunikasi darurat berbasis LoRa dengan sistem *backhaul* NB-IoT dan VSAT untuk mitigasi bencana.
3. Artikel ilmiah yang disusun berdasarkan hasil penelitian dan diseminarkan pada Seminar Nasional Teknik Elektro 2026, serta ditujukan untuk publikasi dalam prosiding seminar atau jurnal ilmiah yang relevan di bidang teknologi informasi dan komunikasi.

**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 V

SIMPULAN

Berdasarkan seluruh tahapan penelitian yang meliputi perancangan, implementasi, serta pengujian dan evaluasi terhadap sistem komunikasi darurat berbasis LoRa dengan mekanisme *failover* dan *failback* menggunakan VSAT sebagai jalur backhaul cadangan, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Mekanisme *failover* dan *failback* berhasil diimplementasikan pada *gateway* berbasis Heltec LoRa V3 (ESP32-S3 + SX1262) dengan memanfaatkan dua jalur backhaul, yaitu NB-IoT melalui modul SIM7000E sebagai jalur utama dan VSAT melalui *router* WiFi sebagai jalur cadangan. Sistem mampu melakukan perpindahan jalur komunikasi secara otomatis berdasarkan pemantauan status konektivitas modem dan jaringan WiFi tanpa memerlukan intervensi pengguna.
2. Sistem komunikasi darurat berhasil direalisasikan dengan persentase kesesuaian data sebesar 100%, sehingga pesan darurat yang dikirimkan dari node melalui *gateway* dapat diteruskan menggunakan koneksi jaringan aktif menuju server dan ditampilkan pada dashboard pusat bantuan. Seluruh data yang meliputi Node ID, koordinat lokasi, pesan SOS, timestamp, dan status jalur komunikasi berhasil diterima, disimpan ke dalam basis data MySQL, serta ditampilkan pada dashboard. Dari sisi performansi pengiriman, hasil pengujian menunjukkan bahwa data darurat berhasil ditampilkan pada dashboard dengan rata-rata delay *end-to-end* sebesar 3 detik dengan tingkat keberhasilan pengiriman sebesar 100%.
3. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa sistem komunikasi darurat yang dikembangkan mampu beroperasi dengan baik menggunakan VSAT sebagai jalur backhaul cadangan. Pengujian jaringan VSAT menghasilkan nilai *Round Trip Time* (RTT) rata-rata sebesar 570 ms dengan *packet loss* sebesar 0% pada pengiriman 10 paket data.



© 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. Mekanisme *failover* dan *failback* menunjukkan rata-rata waktu *failover* sebesar 6,07 detik dengan standar deviasi 0,817 detik, serta rata-rata waktu *failback* diperoleh sebesar 12,45 detik dengan standar deviasi 7,651 detik. Hal ini menunjukkan bahwa sistem mampu mempertahankan kontinuitas komunikasi ketika jalur utama mengalami gangguan maupun saat kembali tersedia.

Secara keseluruhan, penelitian ini berhasil mengembangkan sistem komunikasi darurat berbasis LoRa dengan mekanisme *failover* dan *failback* otomatis menggunakan VSAT sebagai jalur backhaul cadangan. Sistem mampu menjaga keberlangsungan pengiriman informasi lokasi dan pesan darurat ke pusat bantuan ketika jalur komunikasi utama tidak tersedia, sehingga mendukung keandalan komunikasi pada kondisi darurat.

**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

DAFTAR PUSTAKA

- Ashfi, N. R. (2025). A *Realtime* Emergency Communication Framework Using WebSockets and the MERN Stack. *Journal of Computer, Software, and Program*, 2(2), 34–43. <https://doi.org/10.69739/jcsp.v2i2.1159>
- Agung, M. T. (2017). Analisis Performansi VSAT (Very Small Aperture Terminal) Berbasis IP di PT. Lembaga Elektronika Nasional. *Jurnal Teknologi Informasi dan Terapan*, 4(1), 1–9.
- Arregui Almeida, D., Chafla Altamirano, J., Román Cañizares, M., Palacios Játiva, P., Guaña-Moya, J., & Sánchez, I. (2025). *Gateway-Free LoRa Mesh on ESP32: Design, Self-Healing Mechanisms, and Empirical Performance*. *Sensors*, 25(19), 6036. <https://doi.org/10.3390/s25196036>
- Astuti, R. (2019). Perancangan Sistem Komunikasi Microwave Point-to-Point untuk *Backhaul* Jaringan 4G LTE. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer TRIAC*, 6(1), 25–31.
- Bianco, G. M., Giuliano, R., Marrocco, G., Mazzenga, F., & Mejia-Aguilar, A. (2021). LoRa System for Search and Rescue: Path-Loss Models and Procedures in Mountain Scenarios. *IEEE Internet of Things Journal*, 8(3), 1985–1999. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2020.3017044>
- Casoni, M., Grazia, C. A., Klapez, M., Patriciello, N., Amditis, A., & Sdongos, E. (2015). Integration of satellite and LTE for disaster recovery. *IEEE Communications Magazine*, 53(3), 47–53. DOI: 10.1109/MCOM.2015.7060481.
- Debnath, S., Arif, W., Roy, S., Baishya, S., & Sen, D. (2022). A Comprehensive Survey of Emergency Communication Network and Management. *Wireless Personal Communications*, 124(2), 1375–1421. <https://doi.org/10.1007/s11277-021-09418-w>
- Dileep, A., & Sakthivel, P. (2023). Satellite communications (R20A0420): Digital notes (III B.Tech II Semester, Academic Year 2023-2024). Electronics and Communication Engineering Department, Malla Reddy College of Engineering and Technology.



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

- Effendi, M. R., Darlis, D., & Rozaqi, L. (2018). Rancang Bangun Sistem *Backhaul* Nirkabel untuk Jaringan Seluler Rural pada Band Frekuensi 2,4 GHz. *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, 6(2), 265–278.
- Ericsson. (2025). *Failover: An Essential Component of Enterprise Systems*. Ericsson Blog. <https://www.ericsson.com/en/blog/2025/2/understanding-failover-an-essential-component-of-enterprise-systems>.
- Gita, D. A., Akbar, S. R., & Yahya, W. (2019). Implementasi Server *Failover* Pada Software Defined Network. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 3(1), 133–139.
- Hakim, T. D., & Dimyati, A. (2018). Analisa peformansi jaringan VSAT BRI sat berdasarkan delay, *packet loss* & service level. *Jurnal Ilmiah Elektrokrisna*, 6(3), 139–145.
- Herfiah, S., Fadlilah, A., Wibowo, A., & Nugroho, F. (2024). Perancangan *Gateway* LoRa-MQTT Berbasis ESP32 untuk Sistem Pemantauan Lingkungan IoT. *Jurnal Elektro dan Telekomunikasi Terapan*, 11(1), 44–53.
- Idwan, H., & Ihsanuddin. (2020). Analisis Optimasi Round Trip Time (RTT) pada Jaringan Transmission Control Protocol (TCP) New Reno. *Jurnal JTIK (Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi)*, 4(2), 92–101. <https://doi.org/10.35870/jtik.v4i2.143>
- International Telecommunication Union. (2019). ITU-T Recommendation G.114: One-way transmission time. ITU Telecommunication Standardization Sector. <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.114>
- Ippolito Jr, L. J. (2017). *Satellite communications systems engineering: atmospheric effects, satellite link design and system performance*. John Wiley & Sons.
- Jumri, R., Wijaya, A., & Pratama, D. (2025). Implementasi Sistem Monitoring Berbasis Arduino IDE dan LoRa untuk Deteksi Dini Bencana. *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, 13(1), 27–35.
- Khan, B. M., & Raheel, M. (2025). Optimization of satellite-based communication links. *PLoS One*, 20(4), 1-26. DOI : 10.1371/journal.pone.0315388



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

- Kim, J., Park, S., Lim, H., & Kim, K. (2023). Design and Experiment of Satellite-Terrestrial Integrated *Gateway* with Dynamic Traffic Steering Capabilities for Maritime Communication. *Sensors*, 23(4), 2157. <https://doi.org/10.3390/s23042157>
- LoRa Alliance. (2020). LoRaWAN® Regional Parameters RP002-1.0.1. LoRa Alliance Technical Committee. https://lora-alliance.org/resource_hub/rp2-101-lorawan-regional-parameters-2/
- Manuel, M. P., Faied, M., & Krishnan, M. (2022). A Novel LoRa LPWAN-based Communication Architecture for Search & Rescue Missions. *IEEE Access*, 10, 57596–57607. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3178437>
- Matz, A. P., Fernandez-Prieto, J. A., Cañada-Bago, J., & Birkel, U. (2020). A Systematic Analysis of Narrowband IoT Quality of Service. *Sensors*, 20(6), 1636. <https://doi.org/10.3390/s20061636>
- Mendoza-Cano, O., Aquino-Santos, R., López-de la Cruz, J., Edwards, R. M., Khouakhi, A., Pattison, I., & Rincón-Avalos, P. (2021). A Propagation Study of LoRa P2P Links for IoT Applications: The Case of Near-Surface Measurements over Semitropical Rivers. *Sensors*, 21(20), 6872. <https://doi.org/10.3390/s21206872>
- Mozny, R., Masek, P., Stusek, M., Zeman, K., Ometov, A., & Hosek, J. (2019). On the performance of narrow-band Internet of Things (NB-IoT) for *delay-tolerant* services. *Proceedings of the 2019 42nd International Conference on Telecommunications and Signal Processing (TSP)*, Budapest, Hungary, 637–642. <https://doi.org/10.1109/TSP.2019.8768871>
- MultiTech. (2023). What is a *Failover* in IoT? MultiTech IoT Wiki. <https://multitech.com/iot-wiki/failover/>
- Nguyen, T. T., Nguyen, H. H., Barton, R., & Grossetete, P. (2019). Efficient Design of Chirp Spread Spectrum Modulation for Low-Power Wide-Area Networks. *IEEE Internet of Things Journal*, 6(6), 9503–9515. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2019.2929950>
- Oracle Corporation. (2024). MySQL 8.4 Reference Manual. <https://dev.mysql.com/doc/refman/8.4/en/>



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

- Palilingan, R. A., Najoran, M. E. I., & Sompie, S. R. U. A. (2020). Sistem Komunikasi Darurat Berbasis Jaringan Ad Hoc untuk Penanggulangan Bencana. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, 9(2), 65–74.
- Pradono, M. H. (2017). *Teknologi Komunikasi Satelit: Dasar-Dasar dan Implementasinya*. Graha Ilmu.
- Pramono, H. S., Hakim, A. R., Faris, M., & Pratama, D. (2024). Sistem Deteksi dan Pelacakan Korban Bencana Gempa Bumi Menggunakan LoRa dan GPS. *Jurnal Nasional Teknik Elektro*, 13(2), 88–96.
- Pueyo Centelles, R., Freitag, F., Meseguer, R., Navarro, L., & Ochoa, S. F. (2020). A LoRa-Based Communication System for Coordinated Response in an Earthquake Aftermath. *Multidisciplinary Digital Publishing Institute Proceedings*, 31(1), 73. <https://doi.org/10.3390/proceedings2019031073>
- RAKwireless. (2024). Differences Between LoRaWAN®, LoRa P2P, and LoRa Mesh. *RAKwireless News*. <https://news.rakwireless.com/decoding-lora-technology-understanding-the-differences-between-lorawan-r-lora-p2p-and-lora-mesh-2/>
- Ristian, U., Purwiyanto, B., & Satria, D. (2023). Implementasi Protokol MQTT untuk Sistem Pemantauan *Realtime* pada Jaringan Sensor IoT. *Jurnal Nasional Teknik Elektro*, 12(3), 131–139.
- Rizky, F., Putra, A. E., & Ramadhan, S. (2024). Perancangan Sistem Monitoring Banjir Berbasis LoRa dan IoT. *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi*, 10(2), 89–98.
- Semtech. (2020). LoRa and LoRaWAN: A Technical Overview. Semtech Corporation. <https://www.semtech.com/uploads/technology/LoRa/lora-and-lorawan.pdf>
- Setiawan, A. D., Hasanah, U., Jaenul, A., & Mulyono, S. (2023). Prototipe Motorized Pointing Antenna Very Small Aperture Terminal (VSAT) Geostasioner Menggunakan Arduino Mega 2560 Sebagai Main Control Unit. *SPEKTRAL: Journal Of Communications, Antennas and Propagation*. 4(2), 213-220.



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

- Setiawan, H., Wardana, I. K., & Budiyanto, S. (2023). Analisis Kualitas Sinyal VSAT pada Jaringan Satelit Geostasioner untuk Komunikasi Data di Daerah Terpencil. *Jurnal Teknik Elektro*, 15(1), 1–10.
- Shah, K. (2024). Satellite Communications in Public Safety: Enhancing Emergency Response Through Advanced Connectivity. *International Journal of Advanced Research in Engineering and Technology*, 15(5), 212–232. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14011378>
- Sharma, V. K. (2025). Satellite-Enabled *Backhaul* for Remote and Disaster Recovery Scenarios in 5G. *International Scientific Journal of Engineering and Management (ISJEM)*, 4(2), 1-9. DOI : 10.55041/ISJEM02265.
- Sumadi, F. D. S., Saputra, J. W. A., & Faiqurahman, M. (2022). Analysis of *failover* mechanism in SDN. *AIP Conference Proceedings*, 2453, 030016. <https://doi.org/10.1063/5.0094300>
- Van Glabbeek, R., Deac, D., Perale, T., Steenhaut, K., & Braeken, A. (2022). Flexible and Efficient Security Framework for Many-to-Many Communication in a Publish/Subscribe Architecture. *Sensors*, 22(19), 7391. <https://doi.org/10.3390/s22197391>
- Wicaksono, A. (2017). Analisis proses optimalisasi Very Small Aperture Terminal (VSAT)-IP Link Cikarang - Medan pada transponder 6 EH Satelit Palapa D [Skripsi, Institut Teknologi Telkom Purwokerto]. IT Telkom Purwokerto Repository. <http://repository.ittelkom-pwt.ac.id/id/eprint/15>.
- Yuliadi, B., & Rasto. (2025). Implementasi dan evaluasi sistem *failover* otomatis berbasis Netwatch pada router Mikrotik dual-ISP untuk meningkatkan ketersediaan jaringan Apotek Farmaku. *Arcitech: Journal of Computer Science and Artificial Intelligence*, 5(2), 168–187. <https://dx.doi.org/10.29240/arcitech.v5i2.14551>.
- Zbotic. (2024). LoRaWAN vs LoRa Point-to-Point: Architecture & Use Cases. Zbotic IoT Blog. <https://zbotic.in/lorawan-vs-lora-point-to-point-architecture-use-cases/>
- Zuhair, M., Saputra, H., & Fadli, R. (2025). Komparasi Media Transmisi Serat Optik dan Wireless untuk *Backhaul* Jaringan 5G. *Jurnal Ilmu Telekomunikasi*, 7(1), 12–21.



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 RIWAYAT HIDUP



Nayla Fayyaza Azzahra, lahir di Jakarta, 21 Mei 2004, merupakan anak kedua dari empat bersaudara. Perjalanan pendidikannya dimulai di SDIT Fajar Hidayah, lulus tahun 2015, kemudian dilanjutkan ke SMPIT Fajar Hidayah, lulus tahun 2018, dan SMAN 37 Jakarta, lulus tahun 2022. Lalu melanjutkan pendidikan di Politeknik Negeri Jakarta pada Program Studi Broadband Multimedia, Jurusan Teknik Elektro.



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

L- 1 Node Korban



L- 2 Node Gateway

