



© 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 TLS/SSL PADA SISTEM IOT
UNTUK KEAMANAN DATA MELALUI MQTT DAN
BROKER EMQX**

SKRIPSI

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Muhammad Nasrulloh

2107421007

**PROGRAM STUDI TEKNIK MULTIMEDIA DAN JARINGAN
JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA DAN KOMPUTER
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

2025



© 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 TLS/SSL PADA SISTEM IOT
UNTUK KEAMANAN DATA MELALUI MQTT DAN
BROKER EMQX**

SKRIPSI

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

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Muhammad Nasrulloh

2107421007

**PROGRAM STUDI TEKNIK MULTIMEDIA DAN JARINGAN
JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA DAN KOMPUTER
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

2025



© 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

HALAMAN PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Nasrulloh
NIM : 2107421007
Jurusan/Program Studi : Teknik Multimedia dan Jaringan
Judul Skripsi : Implementasi TLS/SSL Pada Sistem IoT Untuk
Keamanan Data Melalui MQTT Dan Broker
EMQX

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

Apabila di kemudian hari terbukti atau 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, 12 Juni 2025

Yang membuat pernyataan



Muhammad Nasrulloh

NIM 2107421007



© 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

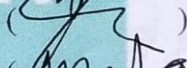
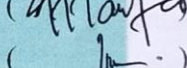
LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi diajukan oleh :

Nama : Muhammad Nasrulloh
NIM : 2107421007
Program Studi : Teknik Multimedia dan Jaringan
Judul Skripsi : Implementasi TLS/SSL Pada Sistem IoT Untuk Keamanan Data Melalui MQTT dan Broker EMQX

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Skripsi pada hari Senin, Tanggal 23, Bulan Juni, Tahun 2025, dan dinyatakan **LULUS**.

Disahkan Oleh

Pembimbing I : Ayu Rosyida Zain, S.ST., M.T. ()
Penguji I : Dr. Prihatin Oktivasari, S.Si., M.Si ()
Penguji II : Maria Agustin, S.Kom., M.Kom. ()
Penguji III : Iik Muhamad Malik Matin, S.Kom., 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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Implementasi TLS/SSL Pada Sistem IoT Untuk Keamanan Data Melalui MQTT Dan Broker EMQX”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Multimedia dan Jaringan.

Penulis ingin mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua yang selalu memberikan doa, dukungan, dan semangat tanpa henti.
2. Ayu Rosyida Zain, S.ST, M.T selaku Pembimbing yang telah memberikan arahan, masukan, serta motivasi selama proses bimbingan.
3. Bapak/Ibu dosen di lingkungan Teknik Informatika dan Komputer yang telah memberikan ilmu dan pengetahuan selama masa studi.
4. Rekan satu tim penelitian, Muhamad Zidane Ramadhan dan Catur Raya Ari Prasetyo, yang telah bekerja sama dan saling membantu dalam pengembangan sistem ini.
5. Teman-teman TMJ8 yang senantiasa memberikan semangat, bantuan, dan kebersamaan.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, baik dari segi isi maupun penyajiannya. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun demi penyempurnaan karya ini di masa yang akan datang. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan menjadi kontribusi positif di bidang keamanan sistem IoT.

Depok, Juni 2025

Hormat Penulis,

Muhammad Nasrulloh



© 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

SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : Muhammad Nasrulloh
NIM : 2107421007
Jurusan/Program Studi : Teknik Informatika dan Komputer / Teknik
Multimedia dan Jaringan

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

Implementasi TLS/SSL Pada Sistem IoT Untuk Keamanan Data Melalui MQTT Dan Broker EMQX

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti NonEksklusif 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, 5 Juni 2025

Yang Membuat Pernyataan



Muhammad Nasrulloh

NIM. 2107421007



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 TLS/SSL Pada Sistem IoT Untuk Keamanan Data Melalui MQTT Dan Broker EMQX

ABSTRAK

Sistem Internet of Things (IoT) menawarkan efisiensi dalam pengelolaan berbagai layanan, salah satunya adalah sistem smart parking. Namun, tantangan utama dalam implementasi sistem IoT adalah aspek keamanannya, terutama pada komunikasi data yang sangat rentan terhadap serangan seperti sniffing, spoofing, atau manipulasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan protokol TLS/SSL sebagai bentuk perlindungan data dalam sistem IoT yang dibangun. Enkripsi dilakukan menggunakan skema mutual TLS antara perangkat ESP32 dengan broker MQTT EMQX yang dijalankan pada Raspberry Pi sebagai server lokal. Data yang dikirim oleh perangkat IoT dikodekan secara aman, kemudian diteruskan ke Firebase Realtime Database untuk disimpan. Di sisi server, Firebase Authentication digunakan untuk memastikan hanya pengguna yang sah yang dapat mengakses data, dilengkapi dengan pengaturan rules berbasis role admin, validasi integritas data, rate limiting, serta audit logging menggunakan Cloud Function. Hasil pengujian menunjukkan bahwa komunikasi MQTT berhasil terenkripsi dengan baik, dan data tidak dapat disadap oleh pihak ketiga. Penggunaan TLS/SSL memberikan dampak terhadap performa sistem, namun masih dalam batas yang dapat diterima. Terdapat peningkatan rata-rata penggunaan memori sebesar 16,89% serta kenaikan latency sekitar 1 ms dari rata-rata 3–5 ms. Meskipun terdapat beban tambahan, sistem memberikan perlindungan yang diperoleh terhadap serangan Man-in-the-Middle dan jenis serangan lainnya yang berpotensi membahayakan sistem.

Kata Kunci: IoT, MQTT, EMQX, TLS/SSL, Firebase



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 ISI

HALAMAN PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	iv
<i>ABSTRAK</i>	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	x
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian	3
1.5 Sistematika Penulisan	3
BAB II	5
TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Studi Literatur	5
2.2 Internet of Things	8
2.3 MQTT	8
2.4 ESP 32	9
2.5 TLS/SSL	9
2.6 EMQX	10
2.7 Firebase	10
2.8 Windows PowerShell	11
2.9 Wireshark	11
2.10 Flowchart	11
BAB III	13
METODE PENELITIAN	13
3.1 Rancangan Penelitian	13



© 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

3.2	Tahapan Penelitian	14
3.3	Objek Penelitian	15
BAB 4		16
HASIL DAN PEMBAHASAN		16
4.1	Analisis Kebutuhan	16
4.1.1	Analisis Perangkat Lunak	16
4.1.2	Analisis Perangkat Keras	17
4.2	Perancangan Sistem	17
4.2.1	Rancangan Arsitektur Sistem	17
4.2.2	Diagram Blok Sistem	18
4.2.3	Flowchart Sistem	19
4.3	Implementasi Sistem	21
4.3.1	MQTT Over TLS	21
4.3.2	Implementasi Keamanan Pada Firebase	29
4.4	Pengujian	38
4.4.1	Deskripsi Pengujian	39
4.4.2	Prosedur Pengujian	40
4.4.3	Data Hasil Pengujian	52
BAB V		64
PENUTUP		64
5.1	Kesimpulan	64
5.2	Saran	65
DAFTAR PUSTAKA		66
DAFTAR RIWAYAT HIDUP		69
LAMPIRAN		70



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 4. 1 Rancangan Arsitektur	17
Gambar 4. 2 Diagram Blok Sistem	18
Gambar 4. 3 Flowchart MQTT Over TLS	19
Gambar 4. 4 Flowchart Firebase	20
Gambar 4. 5 Instalasi Docker	21
Gambar 4. 6 Running EMQX Via Docker	22
Gambar 4. 7 Membuat Sertifikat CA	23
Gambar 4. 8 Certificate Authority	23
Gambar 4. 9 Membuat Sertifikat Server	24
Gambar 4. 10 Sertifikat Server	25
Gambar 4. 11 Membuat Sertifikat Client	26
Gambar 4. 12 Sertifikat Client	27
Gambar 4. 13 EMQX Running	28
Gambar 4. 14 Sertifikat CA, Client, Client Key	28
Gambar 4. 15 Koneksi ESP32 Ke Server MQTT TLS	29
Gambar 4. 16 Daftar User Autentikasi	29
Gambar 4. 17 Firebase SDK	30
Gambar 4. 18 Kode Flask Python Firebase Authentication	30
Gambar 4. 19 Data Integrity Validation Node data_admin	31
Gambar 4. 20 Data Integrity Validation Node data_kendaraan	32
Gambar 4. 21 Data Integrity Validation Node parking_data	32
Gambar 4. 22 Data Integrity Validation Node plat_masuk	33
Gambar 4. 23 Data Integrity Validation Node plat_keluar	34
Gambar 4. 24 Library Untuk Rate Limiting	34
Gambar 4. 25 Inisialisasi Rate Limiter	34
Gambar 4. 26 Endpoint Login dengan Rate Limit	35
Gambar 4. 27 Create Audit Log Entry	36
Gambar 4. 28 Kode Log Entry data_admin	37



© 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

Gambar 4. 29 Log Entry data_kendaraan	38
Gambar 4. 30 Sniffing MQTT Without TLS	41
Gambar 4. 31 Sniffing MQTT With TLS	41
Gambar 4. 32 Sertifikat Palsu dan Kadaluarsa.....	42
Gambar 4. 33 Log Error	43
Gambar 4. 34 Kode menampilkan penggunaan memori.....	44
Gambar 4. 35 Kode menampilkan latency	44
Gambar 4. 36 Login Admin Valid	45
Gambar 4. 37 Admin Berhasil Login.....	45
Gambar 4. 38 Login Admin Tidak Valid.....	46
Gambar 4. 39 Skrip Brute Force	47
Gambar 4. 40 Status OK (200).....	48
Gambar 4. 41 Status login gagal (429).....	48
Gambar 4. 42 Status error (500).....	48
Gambar 4. 43 Max Attempts	49
Gambar 4. 44 Tampilan Error 429	50
Gambar 4. 45 Update data_admin & data_kendaraan	50
Gambar 4. 46 Pesan Error	51
Gambar 4. 47 Data Baru Audit Logging.....	51
Gambar 4. 48 Data Lama Audit Logging	52
Gambar 4. 49 Diagram batang perbandingan latency	60
Gambar 4. 50 Diagram batang perbandingan penggunaan memori.....	61



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 Studi Literatur	5
Tabel 4. 1 Analisis Kebutuhan Software.....	16
Tabel 4. 2 Analisis Kebutuhan Hardware	17
Tabel 4. 3 Pengujian Sniffing.....	52
Tabel 4. 4 Pengujian Spoofing	53
Tabel 4. 5 Perbandingan TLS vs non TLS	54
Tabel 4. 6 Pengujian Firebase Auth	56
Tabel 4. 7 Pengujian Rate Limiting	56
Tabel 4. 8 Pengujian data integrity validation	57
Tabel 4. 9 Pengujian Audit logging	58

**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 menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tempat parkir dengan pengelolaannya merupakan komponen penting pada fasilitas umum (Alfikri and D. Irianto, 2024). Tempat parkir juga menjadi salah satu kebutuhan utama bagi para pengendara kendaraan baik motor ataupun mobil. Pada masa sekarang, orang-orang lebih memilih untuk menggunakan kendaraan pribadi dibandingkan dengan kendaraan umum (Yonatan, 2024). Hal itu menyebabkan lahan parkir menjadi kebutuhan yang harus tersedia di banyak tempat. Banyaknya pengguna kendaraan yang membutuhkan lahan parkir, maka perlu diperhatikan dalam pengelolaannya. Karena terdapat beberapa kendala yang seringkali dirasakan oleh pengguna kendaraan dalam pengelolaan parkir, seperti penumpukan kendaraan, parkir sembarangan, sulit menemukan tempat parkir, dan keamanan yang belum maksimal (Dumais *et al.*, 2024). Dari permasalahan yang ada, kombinasi dengan teknologi bisa menjadi solusi yang efisien. Teknologi yang bisa digunakan untuk mengatasi masalah yang terjadi mengenai tempat parkir adalah *Internet of Things* (IoT).

Internet of Things (IoT) merupakan sebuah konsep atau skenario di mana beberapa perangkat saling berbagi data melalui jaringan tanpa memerlukan interaksi langsung antara manusia dengan manusia. Teknologi IoT semakin banyak digunakan, karena dapat mempermudah dan membantu pekerjaan manusia. Permasalahan pada sistem parkir dalam pengelolaannya dapat juga diatasi dengan IoT. Pemanfaatan teknologi IoT yang sudah banyak digunakan, membuat aspek keamanan pada sistem IoT juga harus diperhatikan. Karena perangkat IoT memiliki keterbatasan sumber daya dan kompleksitas sistem yang terdiri dari beberapa perangkat yang terhubung membuat perangkat IoT menjadi rentan. Dari kerentanan tersebut, sistem IoT memiliki ancaman dan risiko serangan dari pihak yang tidak bertanggung jawab seperti menyusup ke dalam komunikasi data, yang bisa menyebabkan data dimanipulasi, mencuri informasi sensitif, atau bahkan mengendalikan perangkat dan merusak sistem integritas. Keamanan pada 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

Internet of Things (IoT) merupakan hal yang penting. Menerapkan keamanan pada sistem *Internet of Things* (IoT) yang dibuat menjadi sebuah kepentingan dan keperluan untuk menghindari ancaman dan risiko dari serangan-serangan yang ada. Serangan-serangan yang lebih sering digunakan untuk menyusup dan mengambil data, memanipulasi data, atau merusak sistem. Keamanan yang bisa digunakan untuk mengatasi ancaman dan risiko dari serangan pihak yang tidak bertanggung jawab, yaitu melakukan enkripsi pada komunikasi IoT, menggunakan autentikasi, menerapkan firewall, dan lain-lain.

Penerapan keamanan sistem IoT *Smart Parking* yang bertujuan untuk mengamankan data pengguna pada penelitian ini menggunakan beberapa teknologi MQTT, EMQX, Realtime Database Firebase, dan TLS/SSL. Sistem IoT tentu saja memiliki kerentanan, maka dari itu, keamanan yang digunakan dalam sistem IoT ini yaitu mengenkripsi data pada dua protokol, yaitu enkripsi TLS/SSL melalui protokol MQTT dengan broker EMQX untuk mengamankan komunikasi data. Pada Realtime Database Firebase menerapkan beberapa keamanan seperti Authentication Login, Data Integrity, Audit Trail dan Logging, serta Rate Limiting. Tujuan penerapan keamanan pada database agar data pengguna yang tersimpan pada database dapat terlindungi dengan baik. Dengan pendekatan ini, sistem dapat meminimalkan risiko akses ilegal, manipulasi data, mengambil data (MITM) serta meningkatkan keandalan komunikasi antar perangkat IoT dalam smart parking.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada Implementasi TLS/SSL Pada Sistem IoT Untuk Keamanan Data Melalui MQTT dan Broker EMQX adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana meningkatkan keamanan komunikasi data dalam sistem *Internet of Things* (IoT) menggunakan TLS/SSL pada MQTT broker EMQX?
2. Bagaimana mengamankan data pengguna yang tersimpan pada database Firebase dengan menerapkan keamanan autentikasi login admin?



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

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada Implementasi TLS/SSL Pada Sistem IoT Untuk Keamanan Data Melalui MQTT dan Broker EMQX ini adalah sebagai berikut:

1. Sistem hanya berfokus pada keamanan data pengguna dan komunikasi data pada sistem IoT.
2. Penerapan enkripsi komunikasi data antara client dan server menggunakan TLS/SSL melalui protokol MQTT dan broker EMQX.
3. Menggunakan Realtime Database Firebase untuk menyimpan data.
4. Menggunakan Firebase Authentication dan Rules admin untuk melindungi data yang tersimpan di database.

1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan penelitian Implementasi TLS/SSL Pada Sistem IoT Untuk Keamanan Data Melalui MQTT dan Broker EMQX adalah sebagai berikut:

1. Meningkatkan keamanan komunikasi data pada sistem *Internet of Things* (IoT) menggunakan TLS/SSL pada MQTT broker EMQX.
2. Mengamankan data pengguna yang tersimpan pada database Firebase menggunakan Firebase Authentication.

Adapun manfaat dari penelitian Implementasi TLS/SSL Pada Sistem IoT Untuk Keamanan Data Melalui MQTT dan Broker EMQX yaitu:

1. Komunikasi data yang berjalan di dalam jaringan terlindungi dengan baik
2. Data pengguna mendapatkan keamanan dan perlindungan dari ancaman atau serangan siber.

1.5 Sistematika Penulisan

Untuk fokus pada pembahasan permasalahan dan mengetahui isi dari proposal skripsi ini secara menyeluruh, maka perlu sistematika penulisan sebagai pedoman penulisan skripsi. Adapun berikut sistematika penulisan adalah 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

a) BAB 1 PENDAHULUAN

Dalam bab ini membahas tentang Latar Belakang Masalah, Rumusan Masalah, Batasan Masalah, Tujuan dan Sistematika Penulisan.

b) BAB 2 TINJAUAN PUSAKA

Dalam bab ini membahas tentang studi literatur berupa penelitian-penelitian terdahulu dan teori-teori yang mendukung terkait penelitian ini.

c) BAB 3 METODE PENELITIAN

Dalam bab ini membahas tentang Rancangan Penelitian, Tahapan Penelitian, Objek Penelitian, Model/Framework/Teknik yang Digunakan, Teknik Pengumpulan Data dan Analisis Data, dan Rincian biaya.

d) BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini membahas analisis kebutuhan, perancangan, metode implementasi, pengujian, hasil pengujian dan analisis.

e) BAB 5 PENUTUPAN

Dalam bab ini membahas hasil akhir dari penelitian berupa kesimpulan dan saran.

**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 menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil implementasi dan pengujian yang telah dilakukan dalam penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa penerapan keamanan data pada sistem IoT menggunakan TLS/SSL untuk MQTT dengan broker EMQX serta proteksi database Firebase berhasil meningkatkan aspek keamanan komunikasi dan penyimpanan data, dengan penjelasan sebagai berikut:

- a. Keamanan komunikasi data pada sistem IoT menggunakan TLS/SSL pada MQTT broker EMQX berhasil ditingkatkan. Hal ini dibuktikan melalui pengujian sniffing, di mana data yang dikirim tanpa TLS dapat dibaca dalam bentuk plaintext, sedangkan dengan TLS data terenkripsi dan tidak dapat disadap. Selain itu, pengujian spoofing menggunakan sertifikat palsu dan kadaluarsa gagal melakukan koneksi, menunjukkan bahwa sistem mampu memverifikasi keaslian sertifikat dengan baik.
- b. Penggunaan TLS/SSL memberikan dampak terhadap performa sistem, namun tetap dalam batas yang dapat diterima. Pengujian menunjukkan adanya kenaikan rata-rata penggunaan memori sebesar 16.89% dan peningkatan latency rata-rata sebesar 1 ms dari nilai yang didapat 3-5ms dibandingkan komunikasi tanpa TLS. Meskipun terdapat peningkatan beban, hal ini sepadan dengan keamanan yang diperoleh, terutama untuk mencegah serangan seperti Man-in-the-Middle (MITM).
- c. Penggunaan rate limiting membatasi percobaan login serta request per menit, mencegah serangan *brute force* dan DoS. Validasi integritas data berhasil menolak input yang tidak sesuai dengan format yang ditentukan, menjaga konsistensi dan keakuratan data. Sistem audit logging yang diimplementasikan juga mampu mencatat seluruh aktivitas (create, update, delete) secara *real-time*, memberikan visibilitas terhadap semua perubahan yang terjadi di database



© 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

Secara keseluruhan, sistem yang dibangun menunjukkan bahwa kombinasi TLS/SSL pada MQTT dan fitur keamanan Firebase mampu memberikan perlindungan menyeluruh terhadap komunikasi dan penyimpanan data dalam sistem IoT smart parking.

5.2 Saran

Untuk pengembangan dan penyempurnaan sistem di masa mendatang, terdapat saran yang dapat dipertimbangkan adalah integrasi Sistem Peringatan Real-Time. Penulis menyarankan untuk menambahkan sistem notifikasi atau peringatan *real-time* berbasis email, Telegram, atau WhatsApp API, untuk memberitahukan admin ketika terjadi aktivitas mencurigakan, seperti percobaan login yang gagal berulang kali atau manipulasi data yang tidak sah.



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

- Alfikri, H. and Irianto, K.D. (2024) 'Implementasi Internet of Things pada Sistem Parkir Masjid', *Pendidikan, Sains dan Teknologi*, 11(4), pp. 1907–1920. Available: <https://journalstkipppgrisitubondo.ac.id/index.php/EDUSAINTEK/article/view/1323/877>
- Baho, S.A. and Abawajy, J. (2023) 'Analysis of Consumer IoT Device Vulnerability Quantification Frameworks', *Electronics (Switzerland)*, 12(5). Available at: <https://doi.org/10.3390/electronics12051176>
- DeKok, A. (2023) 'RFC 9427 TLS-Based Extensible Authentication Protocol (EAP) Types for Use with TLS 1.3 Abstract', *RFC Editor*, pp. 1–19. Available at: <https://www.rfc-editor.org/info/rfc9427>
- Dumais, C.A.E., Tumurang, R.J., Lumingkewas, D.S. and Mandey, M. (2024) 'Perancangan Prototype Smart Parking Real-Time di Universitas Sariputra Indonesia Tomohon', *SAINTEK*, 4(1), pp. 14–24.
- EMQX (2024) *EMQX Overview*. Available at: <https://docs.emqx.com/en/emqx/latest/>
- Gokhale, P., Bhat, S. and Bhat, O. (2018) 'Introduction to IoT', *International Advanced Research Journal in Science, Engineering and Technology*, 5(1), pp. 41–44. Available at: <https://doi.org/10.17148/IARJSET.2018.517>
- Pramono, L.H. and Yana Javista, Y.K. 'Firebase Authentication Cloud Service for RESTful API Security on Employee Presence System', *Conference Paper*, December.
- Khawas, C. and Shah, P. (2018) 'Application of Firebase in Android App Development – A Study', *International Journal of Computer Applications*, 179(46), pp. 49–53. Available at: <https://doi.org/10.5120/ijca2018917200>
- Kurnianto, A., Irawan, D., Ariwibisono, F. and Junaedi, J. (2022) 'Penerapan IoT (Internet of Things) untuk Controlling Lampu Menggunakan Protokol MQTT



© 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

Berbasis Web', *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*, 6(2). Available at: https://eprints.itn.ac.id/8861/9/1818085_JURNAL.pdf

Marhan, S. (2023) *Mengenal MQTT*. Available at: <https://medium.com/@sabilamarhan11/mengenal-mqtt-ad66245783d0>

Michel, L. and Lucas, L. (2022) 'Evaluation of TLS/SSL Implementations on Raspberry Pi for Secure IoT Communication'. [Unpublished].

Rachmadini, D. (2020) 'Implementasi dan Analisis Fitur Keamanan Protokol MQTT pada Telehealthcare'. [Unpublished].

Selay, A., Mahyuddin, Y., Satria, R. and Indrawati, E. (2022) 'Internet of Things', *Karimah Tauhid*, 1(6), pp. 860–868. Available at: <https://ojs.unida.ac.id/karimahtauhid/article/view/7633/3570>

Utomo, C.I., 'Ulya, K.N. and Rojak, I.M.K. (2024) 'Evaluasi Kerentanan Keamanan pada Perangkat IoT: Studi Kasus pada Smart Home', *Indonesian Journal of Computer Science*, 13(3), pp. 4611–4625. Available at: <https://doi.org/10.33022/ijcs.v13i3.3994>

Violetta, I.K. (2023) 'An Overview of Modern MQTT Security Approaches for IoT Devices', *Scientific and Practical Conference*, 180, pp. 366–372. Available at: <https://archive.interconf.center/index.php/conference-proceeding/article/view/4848>

Wagya, A. and Rahmat, R. (2019) 'Prototipe Modul Praktik untuk Pengembangan Aplikasi Internet of Things (IoT)', *Ilmiah Setrum*, 8(1). Available at: https://jurnal.untirta.ac.id/index.php/jis/article/view/6561/pdf_58

Widja, P.B.I. (2018) 'Sistem IoT Berbasis Protokol MQTT dengan Mikrokontroler ESP8266 dan ESP32'. [Unpublished].

Yonatan, A. (2024) 'Kenapa Kendaraan Pribadi Lebih Digemari Dibanding Transportasi Umum?', *GoodStats*. Available at: <https://goodstats.id/article/kenapa->



© 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

[kendaraan-pribadi-lebih-digemari-dibanding-transportasi-umum-rjj7W](#) (Accessed: 8 February 2025)

Mollah, M. B., Azad, M. A. K., & Vasilakos, A. (2017). *Security and privacy challenges in mobile cloud computing: Survey and way ahead*. Journal of Network and Computer Applications, 84, 38–54.

Kaur, I. (2022). *Mobile Cloud Computing: Using Firebase Auth*. International Journal of Computer Science and Mobile Computing, 11(4), 61–68.

Setiawan, R. (2021) *Flowchart Adalah: Fungsi, Jenis, Simbol, dan Contohnya*, *dicoding.com*. Available at: <https://www.dicoding.com/blog/flowchart-adalah/> (Accessed: 1 July 2025).

Setiyaningsih, Y. (2025) *Apa itu PowerShell? Pengertian, Fitur, dan Perintah Dasarnya*, *dianisa.com*. Available at: <https://dianisa.com/apa-itu-powershell/> (Accessed: 3 July 2025).

ETSI, “Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON); General aspects of Quality of Service (QoS),” *Etsi Tr 101 329 V2.1.1*, vol. 1, pp. 1–37, 1999.

**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

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Muhammad Nasrulloh

Lahir di Bekasi pada tanggal 18 Mei 2003. Penulis merupakan anak kedua dari pasangan Bapak Suprianggoro Warsito dan Ibu Yuli Rahmadhona. Pendidikan dasar ia tempuh di SDN Telajung 02 pada tahun 2009 hingga 2015. Setelah itu, penulis melanjutkan pendidikan tingkat menengah pertama di MTS Attaqwa Putra dari tahun 2015 hingga 2018. Pendidikan menengah atas melanjutkan di SMK Al Muslim dan diselesaikan pada tahun 2021. Pada

tahun yang sama, penulis diterima sebagai mahasiswa di Politeknik Negeri Jakarta, Jurusan Teknik Informatika dan Komputer, Program Studi Teknik Multimedia dan Jaringan, untuk menempuh pendidikan tinggi di bidang teknologi informasi.

**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 menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN

Lampiran 1 – Cloud Function Audit Logging

Function	Trigger	Version	Requests (24 hrs)	Min / Max Instances	Timeout
auditRtdbPlatMasukChanges us-central1	(→) google.firebase.database.ref.v1.written	v2	0	0 / 3	1m
auditRtdbParkirChanges us-central1	(→) google.firebase.database.ref.v1.written	v2	0	0 / 3	1m
auditRtdbDataAdminChanges us-central1	(→) google.firebase.database.ref.v1.written	v2	0	0 / 3	1m
auditRtdbParkingDataChanges us-central1	(→) google.firebase.database.ref.v1.written	v2	0	0 / 3	1m
auditRtdbDataKendaraanChanges us-central1	(→) google.firebase.database.ref.v1.written	v2	2	0 / 3	1m
ext-rtddb-limit-child-nodes-u- us-central1	ref.create /plat_bekas/{messageId}	v1	0	0 / 3000	1m
ext-rtddb-limit-child-nodes-r- us-central1	ref.create /plat_masuk/{messageId}	v1	0	0 / 3000	1m

Items per page: 25 1 - 7 of 7 < >

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA