



© 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



**Analisa Perbandingan *Native CubeSat Space Protocol* (CSP) dan
Modified CSP pada Antarmuka CAN Bus**

SKRIPSI

Andafa Eka Octariano

2103421009

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

PROGRAM STUDI BROADBAND MULTIMEDIA

DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO

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



**Analisa Perbandingan *Native CubeSat Space Protocol (CSP)* dan
Modified CSP pada Antarmuka CAN Bus**

SKRIPSI

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

**POLITEKNIK
NEGERI
Andafa Eka Octariano
2103421009
JAKARTA**

PROGRAM STUDI BROADBAND MULTIMEDIA

DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2025



HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Andafa Eka Octariano

NIM : 2103421009

Tanda Tangan : 

Tanggal : 9 Juli 2025

**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



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 : Andafa Eka Octariano
NIM : 2103421009
Program Studi : Broadband Multimedia
Judul Tugas Akhir : Analisa Perbandingan Native CubeSat Space Protocol (CSP) dan Modified CSP pada Antarmuka CAN Bus

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Tugas Akhir pada 9 Juli 2025 dan dinyatakan **LULUS**

Pembimbing I : Asri Wulandari, S.T., M.T.
NIP. 197503011999032001

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

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**
Depok, 21 Juli 2025

Mengesahkan,

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 ke hadirat Tuhan Yang Maha Kuasa, karena berkat-Nya penulis dapat melakukan segala pekerjaan termasuk penulisan Laporan Praktik Kerja Lapangan ini. Penulisan laporan dalam bentuk karya ilmiah ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Terapan Politeknik. Ucapan terima kasih secara khusus, penulis haturkan kepada berbagai pihak yang telah membantu penulis dalam keberhasilan dan ketuntasan penulisan karya ilmiah ini. Terutama terima kasih penulis sampaikan kepada pihak-pihak berikut:

1. Asri Wulandari, selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan skripsi ini;
2. Shita Herfiah, selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan skripsi ini;
3. Hasan Mayditia, selaku pembimbing di insitusi BRIN yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan skripsi;
4. Orang tua, serta keluarga penulis yang telah memberikan semangat motivasi, bantuan materi dan moral, serta doa yang sangat membantu penulis selama pelaksanaan skripsi;
5. Sahabat dan teman-teman penulis yang tidak dapat disebutkan satu persatu. Terima kasih terutama kepada orang yang telah menyempatkan waktunya untuk kebersamaan dan memberi penghiburan bagi penulis;
6. Orang yang selalu menemani penulis, memberikan saran, nasihat, semangat, dukungan sehingga penulis mampu menyelesaikan semua kewajiban pada waktunya.

Akhir kata, penulis berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga karya ilmiah ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Depok, Juni 2025

Andafa Eka Octariano

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

Analisa Perbandingan *Native CubeSat Space Protocol (CSP)* dan *Modified CSP* pada Antarmuka CAN Bus

Abstrak

Dalam sistem satelit, proses komunikasi data merupakan aspek krusial untuk menjaga kualitas data tanpa perubahan akibat penundaan lama. Diperlukan protokol yang mampu menangani beban data besar dengan kecepatan konsisten. Pada CubeSat, kompatibilitas perangkat menjadi poin utama karena perangkat dibangun dari berbagai komponen dengan konfigurasi berbeda. Penelitian ini menganalisis kelayakan protokol *CubeSat Space Protocol (CSP)* untuk komunikasi antar mikrokontroler dalam pembangunan CubeSat. Tahapan penelitian meliputi perancangan *hardware*, pembuatan *firmware*, dan penyadapan data menggunakan *CAN Sniffer*. Pengujian mencakup fungsionalitas, ketahanan, dan performansi CSP dengan standar ECSS-CAN pada komunikasi dua mikrokontroler STM32. Pada uji performansi, CSP menunjukkan latensi 4,9 ms, hal tersebut berada di bawah latensi *native CSP* sebesar 412 ms. Sedangkan pada uji *throughput*, *modified CSP* menunjukkan *throughput* yang lebih besar yaitu 364,59 bps dibanding *native CSP* yaitu sebesar 226,72 bps. Lalu pada uji *jitter*, modifikasi CSP menunjukkan *jitter* sebesar 222, lebih rendah dibanding *native CSP*, yaitu sebesar xx. Dalam uji ketahanan, modifikasi CSP berhasil memenuhi standar ECSS-CAN dengan 100% pada semua uji kecuali pada kasus *short-circuit*, yang disebabkan adanya kerusakan pada *payload* data yang dikirimkan akibat faktor elektris. Hasil ini membuktikan CSP layak sebagai protokol komunikasi intra-satelit berdasarkan standar ECSS-CAN. Namun, penelitian ini terbatas pada pengujian fungsionalitas, ketahanan, dan latensi dalam kondisi ideal. Perlu dipertimbangkan parameter tambahan dan pengujian dalam kondisi luar angkasa yang tidak stabil.

Kata Kunci: *CubeSat*, *CubeSat Space Protocol (CSP)*, *CAN Bus*, *STM32*, *Komunikasi Intra-Satelit*

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

Comparative Analysis of Native CubeSat Space Protocol (CSP) and Modified CSP on CAN Bus Interface

Abstract

In satellite systems, data communication is a crucial aspect to maintain data quality without alterations due to long delays. A protocol is required that can handle large data loads with consistent speed. In CubeSat, device compatibility becomes a key point because the devices are built from various components with different configurations. This study analyzes the feasibility of the CubeSat Space Protocol (CSP) for communication between microcontrollers in CubeSat development. The research stages include hardware design, firmware creation, and data sniffing using a CAN Sniffer. The tests cover functionality, robustness, and performance of CSP with the ECSS-CAN standard in communication between two STM32 microcontrollers. In the performance test, CSP shows a latency of 4.9 ms, which is lower than the native CSP latency of 412 ms. In the throughput test, modified CSP shows a higher throughput of 364.59 bps compared to native CSP, which is 226.72 bps. In the jitter test, the modified CSP shows a jitter of 222, lower than the native CSP, which is xx. In the robustness test, modified CSP successfully met the ECSS-CAN standard with 100% in all tests except in the short-circuit case, which was caused by damage to the payload data transmitted due to electrical factors. These results prove that CSP is feasible as an intra-satellite communication protocol based on the ECSS-CAN standard. However, this study is limited to functionality, robustness, and latency testing under ideal conditions. Additional parameters and testing in unstable outer space conditions need to be considered.

Kata Kunci: *CubeSat, CubeSat Space Protocol (CSP), CAN Bus, STM32, Satellite Intra-Communication*



DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	i
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Luaran Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1. State of the Art	4
2.2. Sistem Komunikasi Intra-Satelit.....	5
2.3. STM32	7
2.4. CAN Bus	8
2.5. FreeRTOS.....	9
2.6. <i>Transceiver</i> CAN Bus.....	10
2.7. Cubesat Space Protocol.....	10
2.8. RUDP.....	11
2.9. <i>Quality of Services</i> pada Komunikasi Intra-Satelit.....	11
2.10. <i>ADCS Controller</i>	13
2.11. <i>CAN Sniffer</i>	14
BAB III PERANCANGAN DAN REALISASI	15
3.1. Rancangan Tugas Akhir	15
3.1.1. Rancangan Sistem	16
3.1.2. Rancangan Antarmuka CAN Bus	22
3.1.3. Rancangan <i>CubeSat Space Protocol</i>	28

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

3.2.	Realisasi Tugas Akhir	36
3.2.1.	Realisasi Antarmuka CAN Bus.....	36
3.2.2.	Realisasi <i>CubeSat Space Protocol</i>	44
3.3.	Mekanisme Pengujian.....	46
3.3.1.	Mekanisme Pengujian Komunikasi Modifikasi CSP Antar STM32	46
3.3.2.	Mekanisme Pengujian Komunikasi Modifikasi CSP Antar STM32.....	47
3.3.3.	Mekanisme Pengujian Antarmuka CAN Bus Menggunakan CAN <i>Sniffer</i>	47
3.3.4.	Pengujian Performansi Modifikasi CSP Menggunakan CAN Sniffer	47
3.3.5.	Mekanisme Pengujian Ketahanan Antarmuka CAN Bus Menggunakan Logic Analyzer.....	48
3.3.6.	Pengujian Performansi Modifikasi CSP Menggunakan Logic Analyzer	48
BAB IV PEMBAHASAN		49
4.1.	Pengujian Keberhasilan Komunikasi CSP Antar STM32.....	49
4.1.1.	Deskripsi Pengujian	49
4.1.2.	Prosedur Hasil Pengujian	50
4.1.3.	Data Hasil Pengujian.....	51
4.1.4.	Analisa Hasil Pengujian	52
4.2.	Pengujian Keberhasilan Komunikasi CSP pada ADCS <i>Controller</i>	53
4.2.1.	Deskripsi Pengujian	53
4.2.2.	Prosedur Hasil Pengujian	53
4.2.3.	Data Hasil Pengujian.....	56
4.2.4.	Analisa Hasil Pengujian	63
4.3.	Pengujian Menggunakan CAN <i>Sniffer</i>	65
4.3.1.	Deskripsi Pengujian Menggunakan CAN <i>Sniffer</i>	65
4.3.2.	Prosedur Pengujian Menggunakan CAN <i>Sniffer</i>	65
4.3.3.	Data Hasil Pengujian Menggunakan CAN <i>Sniffer</i>	67
4.3.4.	Analisa Hasil Pengujian Menggunakan CAN <i>Sniffer</i>	70
4.4.	Pengujian Performansi Protokol Modifikasi CSP.....	71
4.4.1.	Deskripsi Pengujian	71
4.4.2.	Prosedur Pengujian.....	72



© 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

4.4.3.	Data Hasil Pengujian.....	73
4.4.4.	Analisa Hasil Pengujian	74
4.5.	Pengujian Ketahanan Menggunakan <i>Logic Analyzer</i>	76
4.5.1.	Deskripsi Pengujian Ketahanan Menggunakan <i>Logic Analyzer</i>	76
4.5.2.	Prosedur Hasil Pengujian Ketahanan Menggunakan <i>Logic Analyzer</i>	76
4.5.3.	Data Hasil Pengujian Ketahanan Menggunakan <i>Logic Analyzer</i>	80
4.5.4.	Analisa Hasil Pengujian Ketahanan Menggunakan <i>Logic Analyzer</i>	82
4.6.	Pengujian Ketahanan CSP Menggunakan <i>Logic Analyzer</i>	83
4.6.1.	Deskripsi Pengujian	83
4.6.2.	Prosedur Pengujian.....	84
4.6.3.	Data Hasil Pengujian.....	88
4.6.4.	Analisa Hasil Pengujian	89
BAB V	PENUTUP.....	92
6.1.	Kesimpulan	92
6.2.	Saran	93
DAFTAR PUSTAKA		94
DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS		97
LAMPIRAN		98

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 GAMBAR

Gambar 3. 1 Diagram Blok Sistem.....	17
Gambar 3. 2 Arsitektur Keseluruhan Sistem.....	18
Gambar 3. 3 Cara Kerja Modifikasi Sistem CSP pada Antarmuka CAN Bus	19
Gambar 3. 4 Header pada CSP.....	20
Gambar 3. 5 Diagram Blok Rancangan Antarmuka CAN Bus.....	23
Gambar 3. 6 Arsitektur Antarmuka CAN Bus	25
Gambar 3. 7 Cara Kerja Sistem CAN Bus.....	26
Gambar 3. 8 Spesifikasi Rancangan CSP	28
Gambar 3. 9 Cara Kerja Rancangan CSP	30
Gambar 3. 10 Perancangan Kode Program CSP	34
Gambar 3. 11 Tampilan Awal STM32CubeIDE.....	37
Gambar 3. 12 Konfigurasi Clock STM32CubeIDE	38
Gambar 3. 13 Konfigurasi CAN Bus STM32CubeIDE	38
Gambar 3. 14 Konfigurasi Parameter CAN Bus STM32CubeIDE	39
Gambar 3. 15 Konfigurasi Clock di STM32CubeMX	40
Gambar 3. 16 Konfigurasi Register untuk FDCAN pada STM32	40
Gambar 3. 17 Generasi Kode STM32	41
Gambar 4. 1 Tampilan Perangkat Lunak Wireshark	67
Gambar 4. 2 Tampilan Skenario Uji CAN <i>Sniffer</i>	67
Gambar 4. 3 Tampilan Pengujian pada Wireshark	68
Gambar 4. 4 Diagram Pengujian Latensi CAN Bus.....	69
Gambar 4. 5 Tampilan Statistik Wireshark	69
Gambar 4. 6 Tampilan Logic Analyzer Ketika Terjadi Koneksi	81
Gambar 4. 7 Proses Pengujian Menggunakan ADCS Controller.....	55
Gambar 4. 8 Tampilan Perangkat Lunak CubeSupport	55
Gambar 4. 9 Skenario Hubungan Antar Perangkat Pengujian Menggunakan ADCS Controller	56
Gambar 4. 10 Pengujian CSP untuk Menyalakan ADCS Controller	57
Gambar 4. 11 Pengujian Perintah Menyalakan Girooskop.....	58
Gambar 4. 12 Pengambilan Data Pengujian Menyalakan Girooskop	59
Gambar 4. 13 Pengambilan Data Pengujian CSP Mematikan ADCS Controller	61
Gambar 4. 14 Pengambilan Data Kalibrasi ADCS Controller	62
Gambar 4. 15 Diagram Batang Pengujian Latensi CSP	73
Gambar 4. 16 Pengambilan Data Pada Logic Analyzer	88



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 3. 1 Spesifikasi Kebutuhan Sistem	16
Tabel 3. 2 Spesifikasi Sistem Komunikasi Bus	23
Tabel 4. 1 Alat Pengujian CAN <i>Sniffer</i>	66
Tabel 4. 2 Alat Pengujian Logic Analyzer	77
Tabel 4. 3 Data Pengujian Ketahanan CAN Bus	81
Tabel 4. 4 Alat Pengujian Keberhasilan Komunikasi CSP Antar STM32	50
Tabel 4. 5 Alat Pengujian Keberhasilan Komunikasi dengan ADCS Controller	54
Tabel 4. 6 Perintah dan Bit Telecomand yang Digunakan untuk Komunikasi dengan ADCS Controller	56
Tabel 4. 7 Alat yang Digunakan Pengujian Performansi Protokol	72
Tabel 4. 8 Alat yang Digunakan pada Pengujian Ketahanan CSP	84
Tabel 4. 9 Data Hasil Pengujian Komunikasi CSP Antar STM32	51
Tabel 4. 10 Keberhasilan Pengujian Perintah Menyalakan ADCS	57
Tabel 4. 11 Data Pengujian Keberhasilan Menyalakan Girooskop	59
Tabel 4. 12 Data Pengujian Request Telemetry Girooskop	60
Tabel 4. 13 Data Pengujian Mematikan ADCS Controller	61
Tabel 4. 14 Data Pengujian Kalibrasi ADCS Controller	63
Tabel 4. 15 Data Pengujian Ketahanan Protokol	89

**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 kritis 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

Perkembangan teknologi antariksa pada saat ini menunjukkan bahwa manusia telah mencapai kemajuan besar dalam perjalanan panjang dalam penelitian, eksplorasi, dan pemanfaatan ruang angkasa. Hal tersebut dapat menjadi pendorong utama dan juga memberi perubahan yang signifikan dalam perkembangan ekonomi dan sosial untuk umat manusia. Ernst Stuhlinger, pada NASA documentation (2020) mengatakan bahwa teknologi antariksa dapat mempengaruhi kehidupan di bumi melalui stimulasi perkembangan teknologi dan generasi yang memiliki pengetahuan saintifik. Tidak dapat dipungkiri, teknologi antariksa merupakan salah satu misi paling menantang dan rekayasa terkompleks dalam sejarah manusia (Xiao et al., 2024).

CubeSat Space Protocol (CSP) merupakan protokol jaringan ringan yang dirancang khusus untuk sistem tertanam terdistribusi pada platform satelit miniatur seperti CubeSat. Protokol ini dikembangkan sejak tahun 2008 oleh Universitas Aalborg dan telah diadopsi secara luas karena efisiensi header 32-bit-nya yang mengintegrasikan *layer transport*, jaringan, dan MAC dalam satu paket. Implementasi CSP biasanya berjalan pada arsitektur mikroprosesor seperti ARM 32-bit dan AVR 8-bit, dengan kerangka kerja yang memisahkan lapisan inti dan lapisan kustomisasi pengguna. Namun, integrasi CSP dengan antarmuka CAN Bus pada mikrokontroler STM32 menghadirkan berbagai tantangan, terutama terkait konfigurasi clock, manajemen kesalahan, dan optimasi sistem *real-time* (Barrera-Molano et al., 2023).

Selain itu, mekanisme deteksi dan koreksi kesalahan pada CAN Bus memerlukan adaptasi khusus. STM32 memiliki fitur penghitung kesalahan yang secara otomatis memicu status bus-off saat mencapai ambang batas 128, sehingga memerlukan strategi pemulihan seperti de-inisialisasi ulang modul CAN. Namun, pendekatan ini tidak secara granular menangani kesalahan seperti *bit stuffing error* atau *form error*, padahal protokol CSP memerlukan lapisan deteksi kesalahan *end-to-end* yang sesuai dengan arsitektur header minimalisnya.



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

Pengelolaan *header* CSP pada CAN Bus juga perlu dioptimalkan untuk mengurangi *overhead* komunikasi. *Header* 32-bit CSP harus dipetakan secara efisien ke dalam format frame CAN, sambil mempertahankan fleksibilitas pengalamatan dan prioritas paket. Mekanisme kontrol aliran paket juga perlu dirancang ulang untuk mendukung kualitas layanan (QoS) dalam lingkungan RTOS.

Berdasarkan penelitian sebelumnya telah dilakukan modifikasi CSP untuk komunikasi *space-to-ground* oleh (Lagadrillièrea et al., 2023) dengan menerapkan standar ECSS pada enkapsulasi paket. Penerapan ini disebabkan karena CSP memiliki beberapa kelemahan terutama pada efisiensi sumber daya, *streaming* paket data dan keamanan. Untuk mengatasi hal tersebut, pada penelitian ini diusulkan modifikasi CSP untuk antarmuka CAN Bus pada STM32 dengan fokus pada beberapa aspek penting, yaitu penyesuaian *clock* menggunakan *prescaler* dinamis berbasis *High Speed Clock* (HSE), integrasi FreeRTOS untuk manajemen antrian transmisi dan penerimaan serta prioritas tugas, optimasi *header* CSP melalui pemetaan field ID CAN ke *header* CSP, mekanisme deteksi dan koreksi kesalahan *hybrid* yang menggabungkan fitur *hardware* STM32 seperti *interrupt* dengan algoritma perangkat lunak yang dapat meningkatkan kinerja serta keamanan CSP. Modifikasi ini diharapkan dapat meningkatkan reliabilitas dan kinerja CSP pada aplikasi satelit berbasis mikrokontroler STM32.

1.2. Perumusan Masalah

Dari latar belakang di atas, timbul rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara memodifikasi protokol CSP di STM32 dan implementasinya untuk komunikasi pada sistem komunikasi intra-satelit terutama pada perangkat ADCS *Controller*?
2. Bagaimana perbedaan performansi sebelum dan setelah menggunakan CSP pada antarmuka CAN Bus?
3. Apakah protokol CSP yang telah dimodifikasi memenuhi standar ketahanan pada ECSS-CAN dan apa perbedaannya dengan protokol sebelum modifikasi?



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. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Melakukan implementasi dan modifikasi CSP pada antarmuka CAN Bus di STM32 dan dapat terkoneksi dengan perangkat *ADCS Controller*.
2. Melakukan analisis perbandingan proses dan performansi pada komunikasi yang menggunakan CSP sebelum dimodifikasi dan setelah dilakukan modifikasi.
3. Melakukan analisis untuk memastikan bahwa protokol CSP yang dimodifikasi telah memenuhi standar ketahanan menurut ECSS-CAN.

1.4. Luaran Penelitian

Luaran pada skripsi ini, antara lain:

1. Implementasi CSP pada antarmuka CAN Bus di STM32
2. Rancangan modifikasi CSP pada antarmuka CAN Bus di STM32
3. Artikel ilmiah berdasarkan penelitian yang diajukan yang dipublikasikan pada jurnal nasional JETT,
4. Seminar ilmiah (*proceeding*) di Seminar Nasional Inovasi Vokasi berdasarkan penelitian yang dilakukan,
5. Laporan skripsi berdasarkan data hasil rancangan dan analisis pengujian pada penelitian yang telah dilakukan.

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 PENUTUP

6.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang diperoleh dan pembahasan yang dilakukan pada bab-bab sebelumnya, diperoleh:

1. Protokol CSP dapat diimplementasikan pada mikrokontroler STM32 melalui beberapa tahapan, diantaranya adalah dengan konfigurasi pada sistem perangkat STM32. Dengan cara tersebut, STM32 dapat melakukan komunikasi dengan perangkat ADCS *Controller* sesuai dengan pengujian yang dilakukan sebanyak 20 kali pengujian pada delapan perintah *telecommand*, perangkat dapat memberi respon yang sesuai, tidak seperti pada tanpa protokol atau pada protokol CSP yang tidak dimodifikasi yang tidak dapat berhasil mendapatkan data respon.
2. Pada CSP yang belum dimodifikasi, CSP hanya bekerja sebagai *library* tanpa adanya kesinambungan dengan sistem yang ada, akibatnya kinerja CSP menjadi tidak optimal karena perlu penyesuaian pada fitur dan kapabilitas sistem pada STM32 yang digunakan. Terutama, pada antarmuka CAN Bus, CSP dapat mengurangi latensi yang ada karena fiturnya untuk mengirimkan jawaban atau respon secara langsung atas perintah yang diberikan. Selain itu, CSP terbukti meningkatkan *throughput*, total latensi, dan menurunkan jitter. Hal ini dibuktikan pada data latensi pada CSP yang dimodifikasi terbukti dapat mengurangi latensi. Pada CSP yang dimodifikasi, total latensi menjadi 4,9 ms. Padahal jika menggunakan CSP yang tidak dimodifikasi maka latensi yang ada adalah 412 ms. Hal ini menjadi bukti bahwa modifikasi CSP dapat menurunkan latensi secara efektif.
3. Pada pengujian ketahanan menurut standar ECSS-CAN, protokol modifikasi CSP telah berhasil menunjukkan ketahanan pada lima kasus uji yaitu pemutusan koneksi, daya mati, penghilangan *ground*, short-circuit, dan open-circuit. Pada kelima hasil tersebut, modifikasi CSP berhasil mengungguli *native* CSP dengan keberhasilan kasus uji sebesar 95%.



© 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

Sedangkan untuk *native CSP* tidak dapat menangani untuk kasus pemutusan koneksi, *short-circuit*, dan *open-circuit*.

6.2. Saran

1. Perlu diterapkan integrasi dengan sistem sehingga terlihat performansi yang lebih baik lagi, contohnya dengan algoritma kontrol dan determinasi.
2. Untuk hasil yang lebih baik, diperlukan adanya pengujian pada kondisi tidak ideal seperti di luar angkasa dan adanya interferensi pada sistem.





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

- Akmal, S. C., Poetro, R. E., Sembiring, J., & Utama, S. (2023). Sensor Data Fusion using Kalman Filter for LAPAN-A2 Satellite Attitude Estimation. *INCAS BULLETIN*, 15(4), 3–17. <https://doi.org/10.13111/2066-8201.2023.15.4.1>
- Barrera-Molano, S.-F., Méndez-Gómez, J.-E., & Salek-Chaves, D.-Z. (2023). Software Integration of an IMU Sensor to a CubeSat Platform Based on CSP (CubeSat Space Protocol). *Revista Facultad de Ingeniería*, 32(64), e15732. <https://doi.org/10.19053/01211129.v32.n64.2023.15732>
- Belali, F., Bah, S., El Wafi, I., Daghour, A., & Guennoun, Z. (2025). From Concept to Standard: The Trajectory of CubeSat Space Protocol Standardization (pp. 305–314). https://doi.org/10.1007/978-3-031-86705-7_28
- Capez, G. M., Henn, S., Fraire, J. A., & Garello, R. (2022). Sparse Satellite Constellation Design for Global and Regional Direct-to-Satellite IoT Services. *IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems*, 58(5), 3786–3801. <https://doi.org/10.1109/TAES.2022.3185970>
- Chen, X., Bettens, A., Xie, Z., Wang, Z., & Wu, X. (2024). Kalman filter and neural network fusion for fault detection and recovery in satellite attitude estimation. *Acta Astronautica*, 217, 48–61. <https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2024.01.038>
- Cui, S., Li, J., Yu, Y., Wang, Y., Gao, Y., Zhang, L., & Chen, J. (2024). An Improved Laplace Satellite Tracking Method Based on the Kalman Filter. *Aerospace*, 11(9), 712. <https://doi.org/10.3390/aerospace11090712>
- Diaz, A. (2024, January). Development of a Kalman Filter for Attitude Determination and Control of a Satellite Mission. 2024 Regional Student



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

Conferences.

[<https://doi.org/10.2514/6.2024-85858>]

[<https://doi.org/10.2514/6.2024-85858>)]

Elliott, A. J., Nakhaeezadeh Gutierrez, A., Felicetti, L., & Zanotti Fragonara, L. (2025). In-orbit system identification of a flexible satellite with variable mass using dual Unscented Kalman filters. *Acta Astronautica*, 226, 71–86. <https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2024.11.014>

Fraser, C. T., & Ulrich, S. (2021). Adaptive extended Kalman filtering strategies for spacecraft formation relative navigation. *Acta Astronautica*, 178, 700–721. <https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2020.10.016>

Gabriel Giannini de Cunto. (2020). Sensor Fusion INS/GNSS based on Fuzzy Logic Adaptive Error-State Kalman Filter and Unscented Kalman Filter. Carleton University.

Lagadrillière, P.-A., Tobias Brüggel, & Kay Müllerc. (2023). Confronting or linking CSP and CCSDS? A view on how to operate small satellites today. *SmallSat*.

Lasemi, N., & Shaker, H. R. (2021). Spacecraft attitude control: Application of fine trajectory linearization control. *Advances in Space Research*, 68(9), 3663–3676. <https://doi.org/10.1016/j.asr.2021.08.018>

Mupasanta, S., Utama, S., Hasanah, N. S. Y., Abdurrokhman, W., Qadir, A. A., Khairunnisa, Hakim, P. R., Amiludin, M. F., Rahayu, D. A., & Nugroho, M. (2023). Attitude Determination of LAPAN-A3 Satellite based on Magnetometer and Sun Sensor. *2023 IEEE International Conference on Aerospace Electronics and Remote Sensing Technology (ICARES)*, 1–7. <https://doi.org/10.1109/ICARES60489.2023.10329896>

Paluszec, M. (2023). *ADCS-SPACECRAFT ATTITUDE DETERMINATION AND CONTROL*. Elsevier.



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

Pesce, V., Colagrossi, A., & Silvestrini, S. (2023). Modern Spacecraft Guidance, Navigation, and Control: From System Modeling to AI and Innovative Applications.

Selvan, K., Siemuri, A., Prol, F. S., Välisuo, P., Bhuiyan, M. Z. H., & Kuusniemi, H. (2023). Precise orbit determination of LEO satellites: a systematic review. *GPS Solutions*, 27(4), 178. <https://doi.org/10.1007/s10291-023-01520-7>

Xiao, B., Chen, Z., Xu, J., & Cao, L. (2024). Advanced Attitude Control of Satellite. Springer Nature Singapore. <https://doi.org/10.1007/978-981-97-2847-3>

Xie, C., Yang, L., He, X., Cui, T., Zhang, D., Li, H., Xiao, T., & Wang, H. (2025). Maize precision seeding scheme based on multi-sensor information fusion. *Journal of Industrial Information Integration*, 43, 100758. <https://doi.org/10.1016/j.jii.2024.100758>

**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

DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS



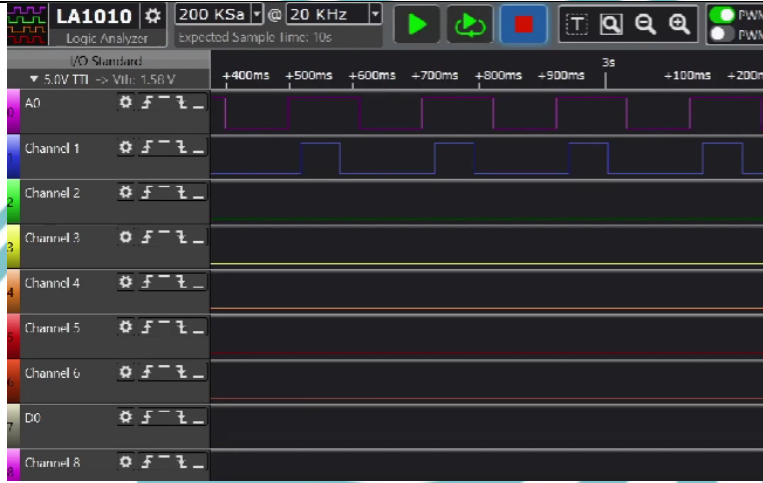
Lahir di Jakarta, 25 Oktober 2003. Lulus dari SDI Annajah pada tahun 2015, lalu melanjutkan studi di SMPN 29 Jakarta dan lulus pada tahun 2018, serta lulus dari SMAN 32 Jakarta pada tahun 2021.

Penulis kini sedang melanjutkan studi pada jenjang sarjana terapan di D4 Program Studi Broadband Multimedia, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Data Hasil Pengujian Ketahanan CSP Menggunakan *Logic Analyzer*

Kasus uji: Pemutusan koneksi

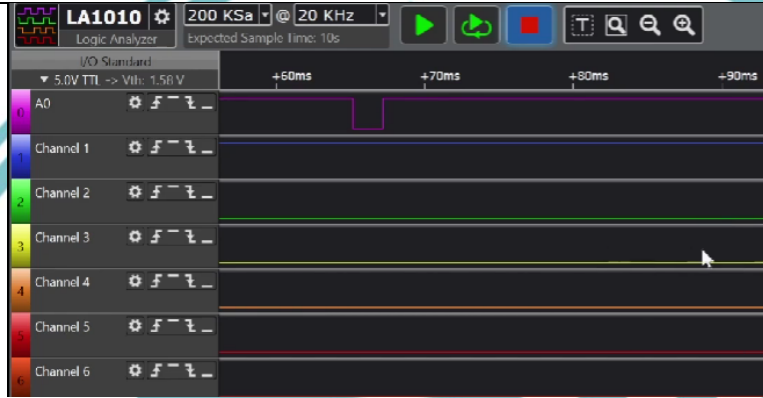
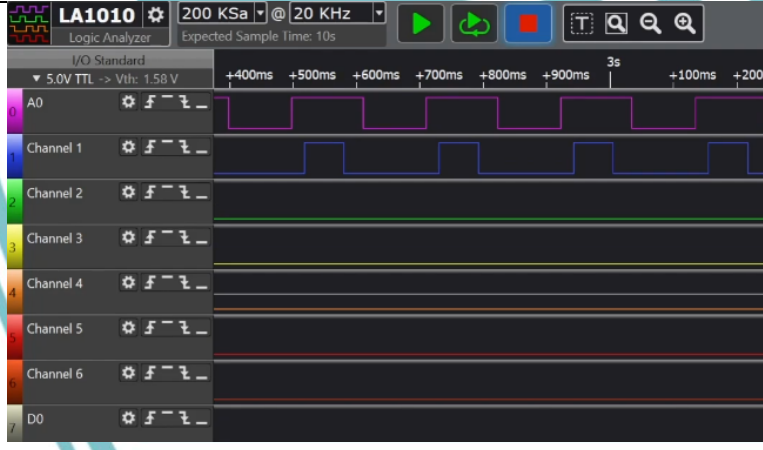
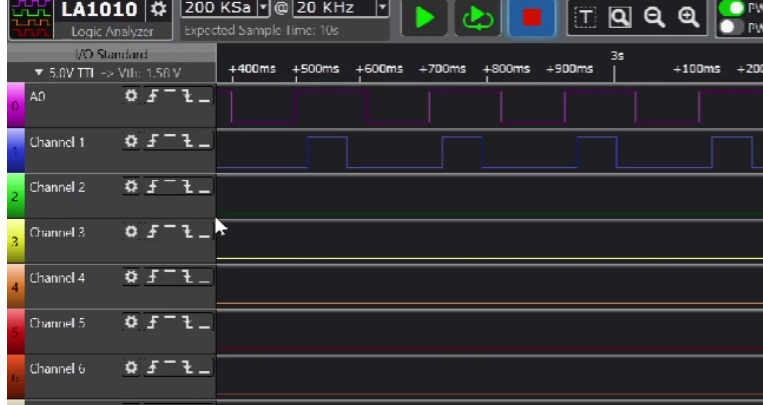
Percobaan Ke	Hasil Uji	Keberhasilan
1		Berhasil
2		Tidak Berhasil
3		Berhasil

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 mengumunkan 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

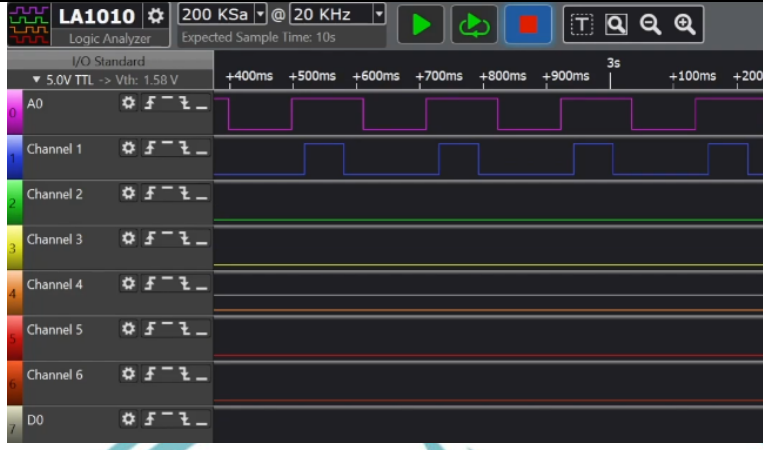
4		Berhasil
5		Tidak Berhasil
6		Berhasil
7		Berhasil



© 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

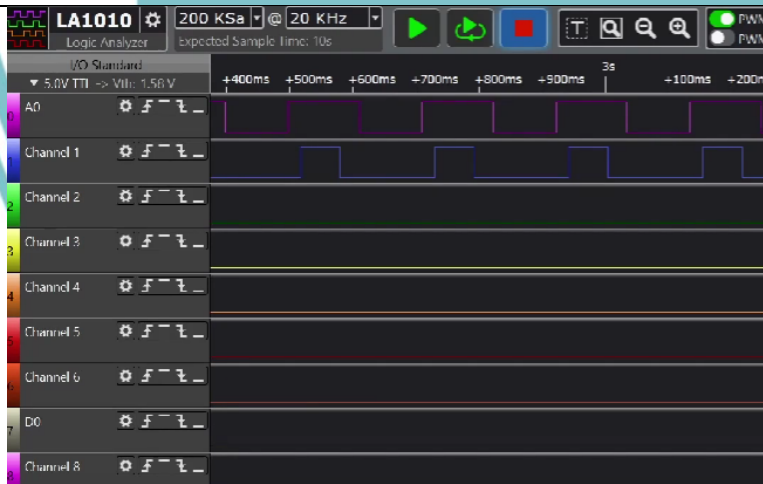
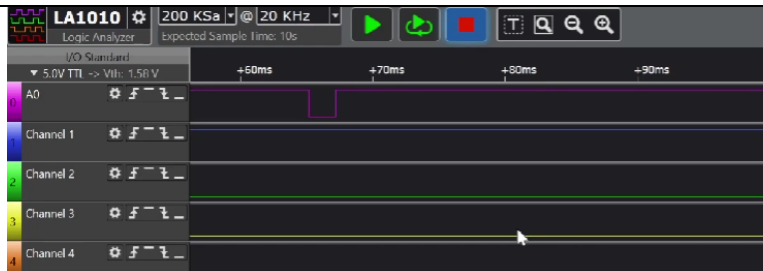
8		Berhasil
9		Berhasil
10		Berhasil



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

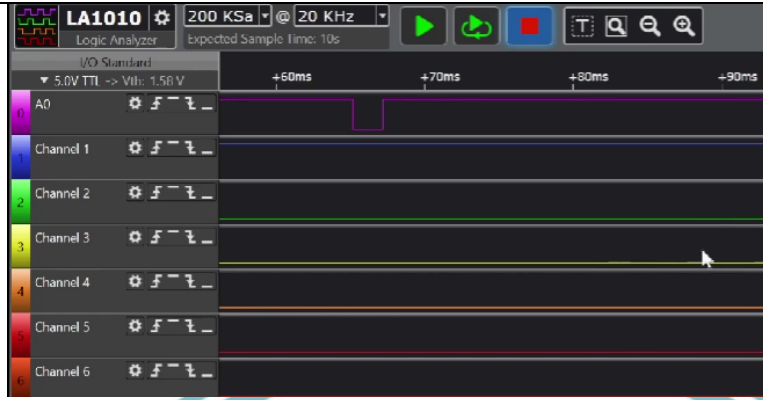
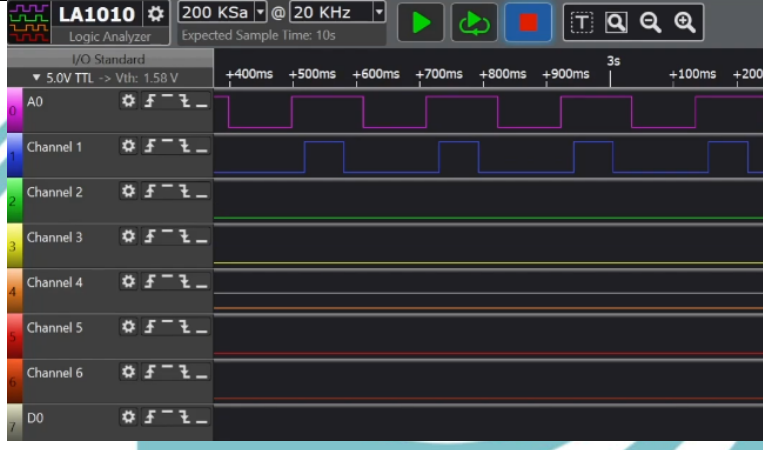
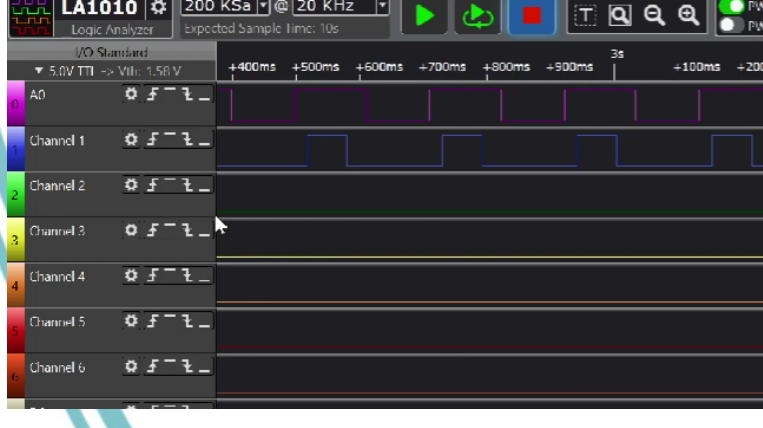
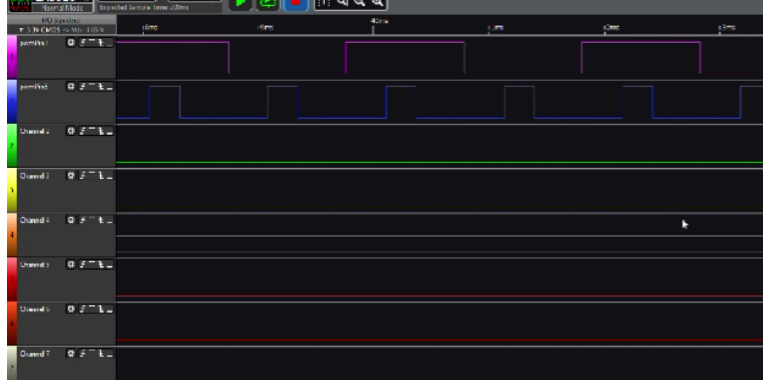
Hak Cipta :

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

Percobaan Ke	Hasil Uji	Keberhasilan
1		Berhasil
2		Berhasil
3		Berhasil
4		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

5		Berhasil
6		Berhasil
7		Berhasil
8		Berhasil



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

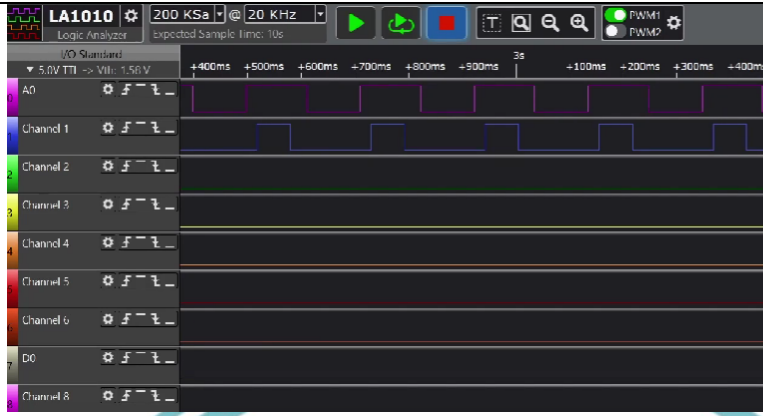
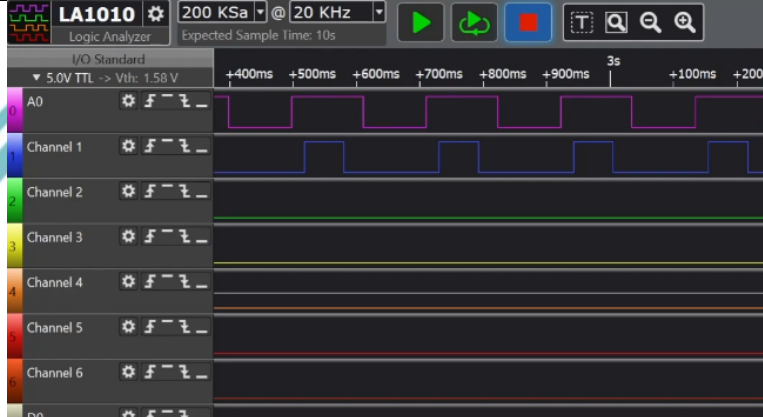
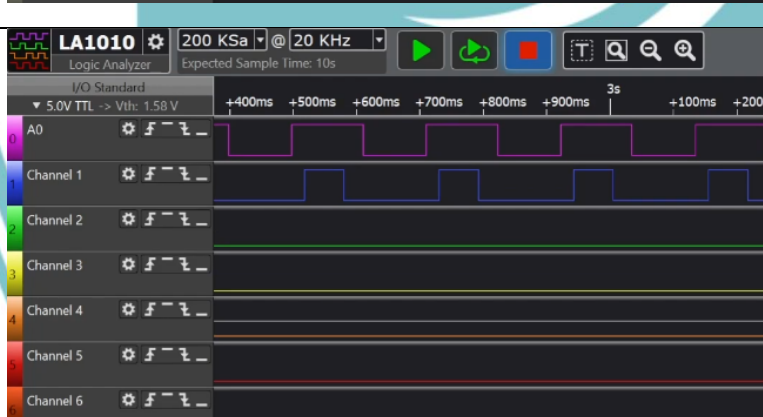
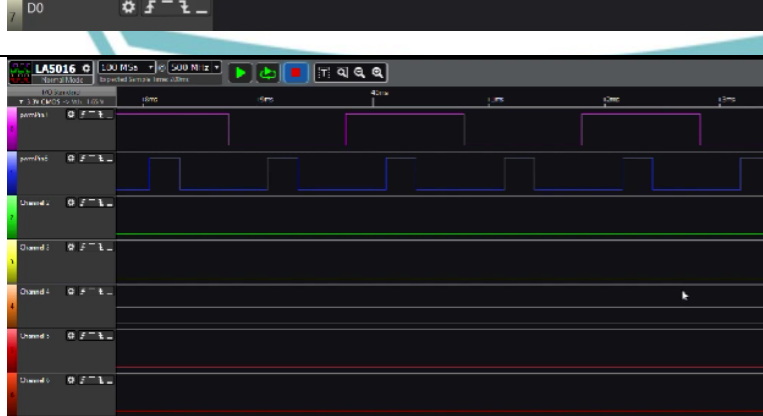
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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

9		Berhasil
10		Berhasil

Percobaan Ke -	Hasil Uji	Keberhasilan
1		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

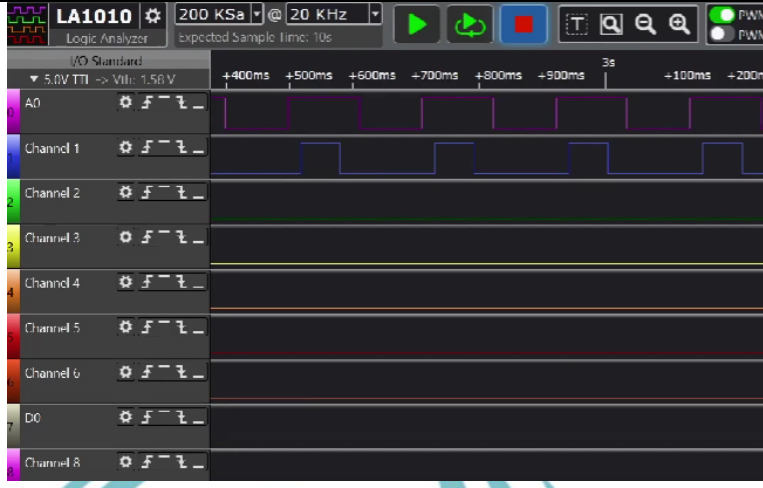
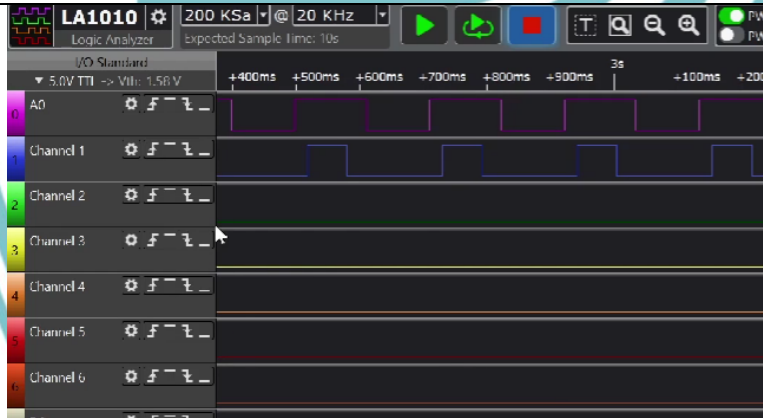
2		Berhasil
3		Berhasil
4		Berhasil
5		Berhasil



© 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

6		Berhasil
7		Berhasil
8		Berhasil
9		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

10



Berhasil

