

Implementasi Error Checking dalam Integritas Pengiriman Data Pada Komunikasi Ground Control Station dan UAV Menggunakan Algoritma CRC

Reksa Qodri Assidik^{*}, Kurnia Muludi, Joko Triloka

Fakultas Ilmu Komputer, Magister Teknik Informatika, Institut Informatika dan Bisnis Darmajaya, Bandar Lampung, Indonesia

Email: ^{1,*}reksaqodri@gmail.com, ²kurnia@darmajaya.ac.id, ³joko.triloka@darmajaya.ac.id

Email Penulis Korespondensi: reksaqodri@gmail.com

Submitted: 21/08/2024; Accepted: 31/08/2024; Published: 31/08/2024

Abstrak–Komunikasi wireless adalah komunikasi secara wireless atau tanpa kabel contoh komunikasi wireless adalah transfer informasi apapun secara jarak jauh tanpa menggunakan kabel. Pengiriman data secara nirkabel mempunyai tingkat kehilangan data yang sangat besar. Kehilangan data dalam jaringan sensor nirkabel umum dan mempunyai pola khusus karena banyak factor terjadi kerusakan yang tidak terduga yang sangat mengurangi akurasi rekontruksi. Maka dari itu perlu adanya pengamanan data agar data yang dikirim secara nirkabel akan tetap aman pada saat proses mengirim dan menerima Kontes Robot Terbang Indonesia (KRTI) merupakan kompetisi pesawat tanpa awak yang sangat bergengsi di Indonesia yang di selenggarakan oleh Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia melalui Pusat Prestasi Nasional yang di gunakan untuk seluruh perguruan tinggi di Indonesia. dalam kompetisi ini peserta diwajibkan membuat pesawat tanpa awak dengan sistem kendali sebagai pesawat kendali dan membuat *Ground Control Station* (GCS) yang dimana kendaraan tersebut harus dapat terbang dan menjalankan misi sesuai dengan peraturan yang tertera dalam kompetisi pedoman teknis. Dalam penelitian ini di khususkan pada pengamanan data pada saat pengiriman ke *Ground Control Station*. pembuatan *Ground Control Station* menggunakan Node.js dalam merancang desain *front end* dan *back end* serta nilai yang akan di kirim peneliti menggunakan alat desain sederhana menggunakan Arduino Mega sebagai pengontrol transmisi data, sensor yang digunakan menggunakan Mpu 6050 Inertial Measurement Unit (IMU) dan *Global Positioning System* (GPS) Neo 8m, dan telemetri yang digunakan adalah NRF24I01. Berdasarkan hasil pengujian dengan mengirimkan 11 data sensor menggunakan checksum di dapatkan bahwa jumlah data sensor yang masuk ke *Ground Control Station* masih aman dan dapat meminimalisir kerusakan paket data serta menggunakan *Cyclic Redudancy Check* (CRC) sebagai checksumnya. keutuhan data yang di terima tetap terjaga dengan cukup baik karena algoritma *Cyclic Redudancy Check* (CRC) mampu membuang data yang tidak lengkap/rusak. Dari hasil penelitian sementara dengan menggunakan algoritma CRC sebagai error checking dapat mampu mendeteksi paket-paket yang rusak saat dikirim ke receiver dapat terlihat jelas dari segi jarak, saat pengujian jarak tanpa menggunakan CRC dengan varian jarak 10 sampai 50 meter terjadi kerusakan paket data dan semakin jauh komunikasi yang dilakukan paket yang rusak semakin banyak. Dari jarak yang paling jauh yaitu 50 meter, dari 5 percobaan pengiriman dan di setiap percobaan selalu ada paket data yang mengalami kerusakan paket data, namun dengan menggunakan algoritma CRC dalam error checking di jarak varian jarak 10 sampai 50 meter dalam 5 kali percobaan pengiriman dan diambil 10 paket yang dikirim masih belum ada paket yang rusak alias 0% kerusakan paket data.

Kata Kunci: KRTI; Ground Control Station; Cyclic Redundancy Check; Sensor; UAV

Abstract–Wireless communication is communication wirelessly or without cables. For example, wireless communication is the transfer of any information over long distances without using cables. Wireless data transmission has a very large data loss rate. Data loss in wireless sensor networks is common and has a special pattern due to many factors, unexpected damage occurs which greatly reduces the reconstruction accuracy. Therefore, it is necessary to secure data so that data sent wirelessly will remain safe during the sending and receiving process. The Indonesian Flying Robot Contest (KRTI) is a very prestigious unmanned aircraft competition in Indonesia which is organized by the Ministry of Research, Technology and Education. Republic of Indonesia Higher Education through the National Achievement Center which is used for all universities in Indonesia. in this competition participants are required to make an unmanned aircraft with a control system as a control aircraft and create a Ground Control Station (GCS) where the vehicle must be able to fly and carry out missions in accordance with the regulations stated in the competition's technical guidelines. This research is specifically focused on data security when sending to the Ground Control Station. making a Ground Control Station using Node.js in designing the front end and back end designs as well as the values that will be sent by researchers using a simple design tool using Arduino Mega as a data transmission controller, the sensors used use Mpu 6050 Inertial Measurement Unit (IMU) and Global Positioning System (GPS) Neo 8m, and the telemetry used is NRF24I01. Based on the test results by sending 11 sensor data using a checksum, it was found that the amount of sensor data entering the Ground Control Station was still safe and could minimize damage to data packets and used Cyclic Redundancy Check (CRC) as the checksum. The integrity of the data received is maintained quite well because the Cyclic Redundancy Check (CRC) algorithm is able to discard incomplete/damaged data. From the results of temporary research, using the CRC algorithm as error checking can detect damaged packets when sent to the receiver, it can be seen clearly in terms of distance, when testing the distance without using CRC with a distance variant of 10 to 50 meters, data packet damage occurs and the further away it is. More and more communications are being carried out with damaged packets. From the farthest distance, namely 50 meters, from 5 sending attempts and in each experiment there was always a data packet that was damaged, but by using the CRC algorithm in error checking at a distance of 10 to 50 meters in 5 sending attempts and it was picked up. In the 10 packages sent, there were still no damaged packages, aka 0% data package damage.

Keywords: KRTI; Ground Control Station; Cyclic Redundancy Check; Sensors; Unmanned Aircraft

1. PENDAHULUAN

Era modernisasi merupakan perubahan zaman dari kurang berkembang ke arah yang lebih baik dengan harapan kehidupan masyarakat tidak ketinggalan zaman. Salah satu modernisasi tersebut adalah dalam bidang teknologi. Kemajuan teknologi menjadi landasan bagi pembangunan kehidupan berbangsa dan bernegara. Suatu negara dikatakan maju jika ilmu pengetahuan dan teknologi di kuasai di negara tersebut. Dapat kita lihat dalam kehidupan masyarakat saat ini, bahwa teknologi telah menjadi landasan dalam menjalankan kehidupan sehari-hari. Dengan semakin pesatnya perkembangan teknologi memberikan dampak positif yang dapat di rasakan oleh masyarakat, seperti: memudahkan manusia dalam menyelesaikan pekerjaannya.

Nirkabel komunikasi adalah komunikasi secara *nirkabel* atau tanpa kabel. Penelitian tentang *nirkabel* komunikasi telah dilakukan sejak tahun 1960an. contohnya [1] pada penelitian Budiman dan F. Tan (2023) dari *nirkabel* komunikasi adalah transfer informasi apapun dari jarak jauh tanpa menggunakan kabel. Transmisi data *nirkabel* memiliki tingkat kehilangan data sebagian atau seluruhnya yang sangat tinggi. Kehilangan data pada jaringan sensor *nirkabel* merupakan hal biasa dan mempunyai pola khusus yang di sebabkan olehnya kebisingan, tabrakan, tautan yang tidak dapat di andalkan, dan kerusakan tak terduga yang sangat mengurangi keakuratan rekonstruksi. Pada kendaraan yang mempunyai daya jelajah yang luas atau dikenal dengan sebutan Kendaraan Udara Tak Berawak (UAV), UAV (Kendaraan Udara Tak Berawak) dikenal sebagai unberawak pesawat terbang. UAV di definisikan sebagai pesawat tanpa pilot yang menggunakan gaya aerodinamis untuk terbang, baik secara otomatis dengan bantuan auto pilot atau di kendalikan dari jarak jauh dan dapat membawa muatan atau tidak. UAV telah di kembangkan untuk berbagai tujuan mulai dari kemampuan melakukan berbagai jenis misi penginderaan baik untuk sipil maupun militer hingga pemantauan gedung. UAV sendiri merupakan suatu sistem yang terdiri dari beberapa subsistem.

Penelitian dan pengembangan sistem UAV sangatlah luas, salah satunya pada penelitian [2] Junarto R dan Djurjani D (2020) jika dikategorikan maka akan menjadi beberapa sub bagian kendaraan udara, Stasiun Kontrol Darat, muatan, Tautan data Dan peralatan pendukung. Dalam operasi UAV, itu Stasiun Kontrol Darat bertugas sebagai stasiun pemantau dan komando agar operator di lapangan dapat mengirimkan perintah misi, mengawasi jalannya misi dan memantau kondisi UAV selama menjalankan misi. Stasiun Kontrol Darat (GCS) dalam memantau kondisi UAV bergantung pada kemampuan komunikasi antara GCS dan UAV. Stasiun kendali darat dapat memantau kondisi UAV pada jarak terbatas. Pasalnya, komunikasi antara GCS dan UAV menggunakan jaringan lokal. Sehingga coverage areanya terbatas dan GCS tidak bisa diakses oleh operator di luar area jaringan lokal. Stasiun kendali darat yang hanya dapat memantau kondisi dan mengendalikan UAV pada jarak yang terbatas tentu kurang baik, karena untuk melakukan pengawasan di butuhkan sebuah lapangan stasiun kendali diperlukan yang dapat memberikan pemantauan terus menerus terhadap kondisi dan pengendalian UAV. Jadi a stasiun kendali darat di perlukan sistem yang mampu terhubung dengan UAV tanpa di batasi jangkauan kendali pemancar. Sistem ini di harapkan dapat memberikan kemudahan dalam pengoperasian pesawat tanpa awak. Data tersebut di kirim melalui telemetri berupa frekuensi radio. Telemetri *nirkabel* dapat memberikan kemudahan dalam pengukuran, pemantauan dan mendobrak hambatan dalam memperoleh informasi.

[3] Transmisi data disebut komunikasi data atau informasi dari dua atau lebih perangkat yang terhubung dalam suatu jaringan, pada dasarnya komunikasi data merupakan penggabungan dunia komunikasi dan komputer, umumnya komunikasi data mempunyai komponen dasar sistem yaitu sumber atau (pemancar atau pengirim). Sumber artinya pengirim atau penyampai informasi data, lalu ada yang namanya media transmisi adalah saluran yang melaluinya informasi tersebut disalurkan sampai ke tujuan. Media yang dibutuhkan bisa berupa kabel, udara, cahaya, dan lain sebagainya. dan yang terakhir adalah receiver, yaitu perangkat yang menerima informasi yang di kirimkan. Oleh karena itu penulis merancang aplikasi dengan menggunakan telemetri frekuensi radio sebagai komunikasi datanya dan untuk pengembangan ini penulis hanya fokus pada pengiriman data yang dikirim oleh UAV dan pada tahap pengujian pengiriman data UAV tidak di terbangkan karena agar penulis dapat memfokuskan penelitiannya pada pengamanan data saja serta meminimalisir terjadinya *crash* yang dapat menghambat proses penelitian.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem keamanan transmisi paket data untuk mencegah kerusakan paket data. Permasalahan ini akan di bahas dengan batasan-batasan seperti tidak membahas pembuatan UAV, pengujian di lakukan tanpa menerbangkan UAV, fokus pada komunikasi data, dan jarak pengujian maksimal 50 meter. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membangun protokol komunikasi yang aman dan memastikan validasi data yang di terima pada aplikasi stasiun kendali darat. Manfaat penelitian ini antara lain dapat memberikan kontribusi bagi tim Pengembangan Teknologi pada kompetisi Kontes Robot Terbang Indonesia (KRTI) dan menjadi referensi penelitian di bidang komunikasi data khususnya yang menggunakan telemetri. Meskipun banyak penelitian telah dilakukan terkait UAV dan Ground Control Station (GCS) terdapat beberapa kesenjangan yang belum diatasi sepenuhnya yaitu keamanan data dalam transmisi telemetri Penelitian sebelumnya lebih menitikberatkan pada pengembangan aplikasi pengendali UAV, pemantauan system berbasis IOT dan infrastruktur GCS tanpa focus yang kuat pada keamanan data. Kesenjangan utama adalah kurangnya perhatian terhadap proteksi data yang dikirimkan dari UAV dan ke GCS, khususnya untuk mencegah kerusakan atau manipulasi data selama transmisi. Meskipun algoritma seperti CRC digunakan dalam berbagai aplikasi untuk mendeteksi error dalam data, penelitian terdahulu tidak

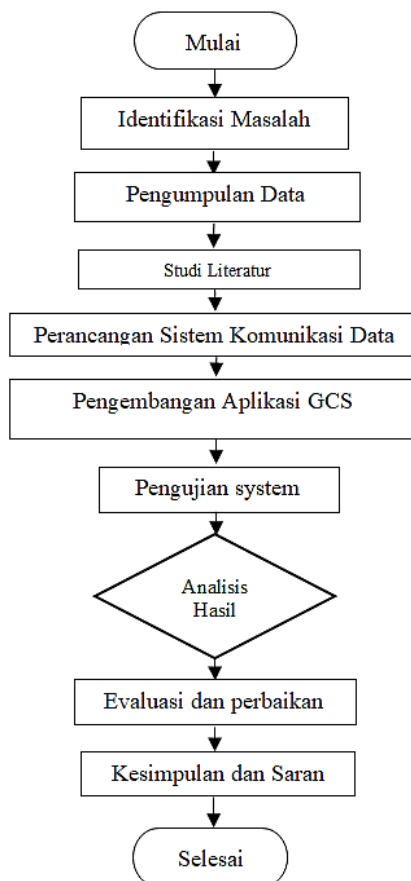
mengintegrasikan algoritma ini secara khusus dalam konteks komunikasi data UAV. Implementasi CRC untuk memvalidasi data yang dikirim oleh UAV belum banyak dieksplorasi, terutama dalam kaitannya dengan transmisi telemetri

Penelitian ini mengulas beberapa penelitian sebelumnya terkait transmisi dan keamanan data pada UAV dan *Ground Control Stations* (GCS). [4]Yudhanto (2020) mengkaji penggunaan sensor termokopel berbasis telemetri untuk mengukur suhu propelan roket. [5]Sahifa, Setiawan, dan Yazid (2020) mengembangkan sistem pemantauan hemodialisis berbasis IoT, dan [6]Rahmatullah dan Rizki (2021) mengeksplorasi manajemen komunikasi data pada arsitektur Delay Tolerant Network. Nugroho, [7]Sumiharto, dan Hujja (2018) mengembangkan sistem GCS berbasis web server untuk pesawat tanpa awak. Penelitian ini fokus pada pengamanan data yang dikirimkan UAV ke GCS dengan menggunakan algoritma *Cyclic Redundancy Check* (CRC) untuk pengecekan error.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium Robotika Madrasah Aliyah Negeri 1 Metro dengan fokus pada data sensor UAV dan komunikasi data antara UAV dengan GCS sebagai aplikasi monitoring Kontes Robot Terbang Indonesia (KRTI) divisi *Technology Development* (TD). Alat dan bahan penelitian meliputi perangkat keras seperti laptop, Arduino Mega, telemetri, GPS, dan sensor IMU, serta perangkat lunak antara lain Windows 10, Node.js, C++, dan Visual Studio. Penelitian tersebut mengikuti aturan divisi TD KRTI 2023 yang fokus pada pengembangan aplikasi monitoring UAV melalui GCS. Tahapan penelitian meliputi analisis kebutuhan, perancangan GCS dan perancangan aplikasi, serta perancangan protokol komunikasi. Aplikasi GCS dirancang untuk menerima data sensor UAV menggunakan telemetri, dengan spesifikasi teknis melibatkan framework Node.js dan bahasa pemrograman C untuk Arduino Mega. Protokol komunikasi mencakup format data yang dikirim dari UAV ke GCS, diagram penelitian dapat di lihat pada gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

2.2 Alat dan Bahan Penelitian

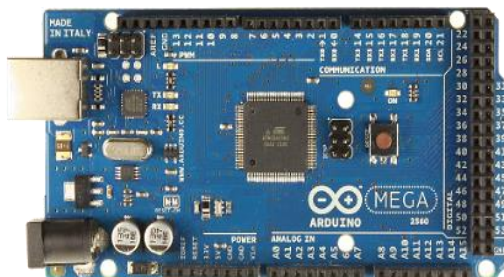
Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari perangkat keras computer (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). Dan bahan penelitian yang digunakan mengacu pada aturan perlombaan pada Kontes Robot Terbang Indonesia (KRTI) 2023 divisi *Teknology Development* (TD).

2.2.1 Perangkat Keras

Perangkat keras yang di gunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Laptop sebagai media pemrograman (Processor Intel Core i5 2,6Ghz, RAM 8GB, HDD500GB),
2. Arduino Mega

Arduino Mega adalah salah satu jenis papan mikrokontroler (microcontroller board) yang nantinya digunakan sebagai controller alat transmitter dan receiver dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Arduino Mega

3. Telemetri

Telemetri adalah proses pengukuran dan pengumpulan data dari jarak jauh yang nantinya digunakan sebagai alat pengiriman paket data, dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Telemetri nrf24101

4. GPS

Sistem navigasi berbasis satelit yang memungkinkan pengguna untuk menentukan lokasi geografis (posisi) mereka dengan akurasi tinggi di mana saja di permukaan Bumi, gambar gps dapat dilihat pada gambar 4.

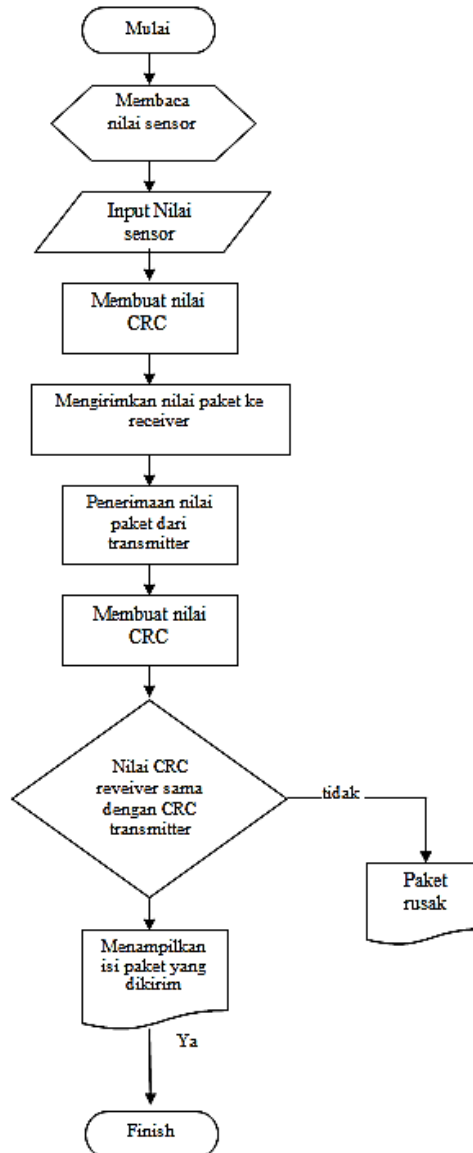


Gambar 4. GPS Neo 8m

5. IMU sensor

Perangkat sensor yang digunakan untuk mengukur dan melacak orientasi, kecepatan, dan posisi suatu objek secara real-time. bentuk sesuai pada 5.

bertujuan untuk mengevaluasi keandalan dan keamanan data yang dikirim pada berbagai jarak dengan membandingkan hasil dari setiap jarak dapat ditentukan pada jarak mana data tetap aman dan pada jarak mana kemungkinan terjadi kerusakan yang lebih tinggi. Secara keseluruhan rancangan ini mengukur seberapa baik system dapat menjaga integritas data selama transmisi pada jarak yang berbeda dan CRC digunakan sebagai metode utama dalam deteksi error. Proses pengujian sistem secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 6.



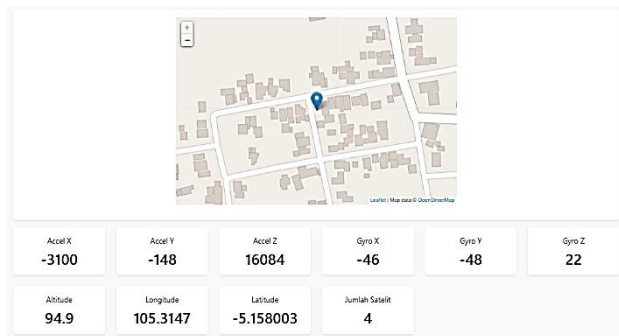
Gambar 6. Diagram alur keseluruhan system

2.3.3 Rancangan Desain dan Aplikasi GCS

Perancangan *User Interface* merupakan gambaran terhadap sistem yang akan di rancang yang bertujuan untuk memudahkan gambaran sistem dalam penyampaian konten informasi. Berikut desain *user interface* yang akan di bangun.

1. Rancangan Tampilan Dashboard

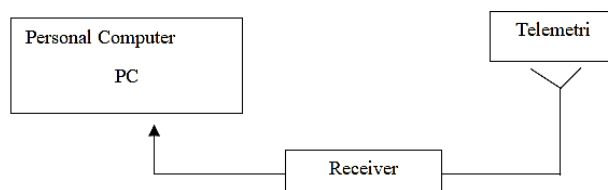
Rancangan tampilan dasbord merupakan rancangan yang akan di bangun untuk tampilan awal program. pada dashboard terdapat menu *dashboard* dan *Plan* yang berfungsi sebagai planing dari sistem auto pilot sebagai pembuatan titik plan yang akan di lakukan wahana pada saat sedang mode auto pilot, bentuk desainnya dapat di lihat pada gambar 7.



Gambar 7. Tampilan Dashboard

2. Diagram Block *Ground Control Station*

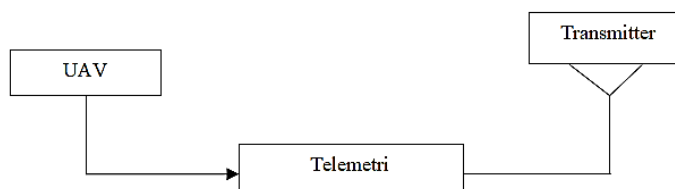
Pada GCS, komputer atau laptop di hubungkan dengan telemetri 2,4Ghz menggunakan USB, *Ground Control Station* berfungsi sebagai stasiun penerima data dari UAV. diagram GCS dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8. Diagram *Block ground control station*

3. Diagram Blok *Transmitter*

Pada bagian Pengirim, UAV di hubungkan dengan telemetri 2,4 Ghz sebagai pengirim data sensor yang akan diterima oleh GCS sebagai Receivernya, diagram transmitter dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 9. Diagram blok *transmitter*

2.4 Perancangan Protokol Komunikasi

Rancangan tersebut

Tabel 1. Perancangan format data pengiriman

Byte-0	Byte-1	Byte-2	Byte-3	Byte-4	Byte-5	Byte-6
Header		Baterai	Arus	Suhu		

Tabel 2. Perancangan format data pengiriman

Byte-7	Byte-8	Byte-9	Byte-10	Byte-11	Byte-12
Altitude			Longitude		

Tabel 3. Perancangan format data pengiriman

Byte-13	Byte-14	Byte-15	Byte-16	Byte-17	Byte-18	Byte-19	Byte-20
Latitude			Jumlah Satelit	Status Satelit	Gyro X		

Tabel 4. Perancangan format data pengiriman

Byte-21	Byte-22	Byte-23	Byte-24	Byte-25	Byte-26	Byte-27	Byte-28
Gyro Y		Gyro Z	Accelero X	Accelero Y			

Tabel 5. Perancangan format data pengiriman

Byte-29	Byte-30	Byte-31	Byte-32	Byte-33	Byte-34	Byte-35	Byte-36	Byte-37	Byte-38
Accelero Z		Yaw		Pitch		Roll		Crc	

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Penerapan

Pelaksanaan penelitian ini bertujuan untuk menguji keamanan transmisi data pada penerima. Sistem keamanan datanya menggunakan algoritma CRC sebagai pengujian keutuhan data yang di kirimkan oleh Pemancar yang nantinya nilai CRC tersebut di gunakan sebagai validasi bahwa data yang di kirimkan sudah benar.

3.2 Langkah Pengujian

Pengujian dilakukan dengan mengirimkan data ke penerima dengan jarak 10 meter, 30 meter dan 50 meter secara langsung tanpa menggunakan algoritma apapun kemudian dilakukan pengujian kembali menggunakan algoritma CRC sebagai validasi data agar tetap aman.

3.3 Alat Pengujian

Peralatan yang digunakan dalam tes ini adalah:

1. Arduino Mega
2. sensor IMU
3. Modul Telemetry
4. Gps

3.4 Pengujian Sistem

Dalam hal ini pengujian bertujuan untuk mengetahui apakah fungsi dari perancangan ini sudah berjalan dengan baik. Tujuan dari pengujian ini juga berguna untuk memastikan alat pengujian berjalan dengan baik dan nantinya pada saat melakukan penelitian sistem dalam keadaan baik atau tidak ada kendala.

3.4.1 Pengujian Mikrokontroler Arduino Mega 2560

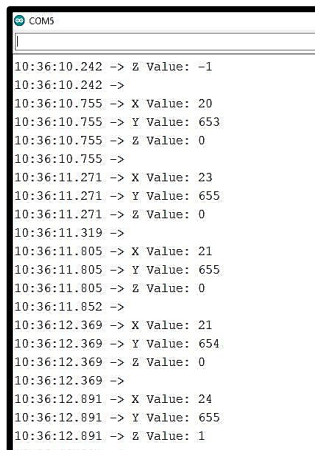
Pengujian mikrokontroler dilakukan karena bagian ini sangat penting karena mikrokontroler ini berfungsi sebagai pengontrol pengujian transmisi data sensor. Pengujian ini dilakukan dengan menghubungkan sensor yang nantinya dikirimkan ke mikrokontroler. Gambar pengujian mikrokontroler Arduino Mega 2560 dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Pengujian Mikrokontroler Arduino Mega 2560

3.4.2 Pengujian Sensor IMU

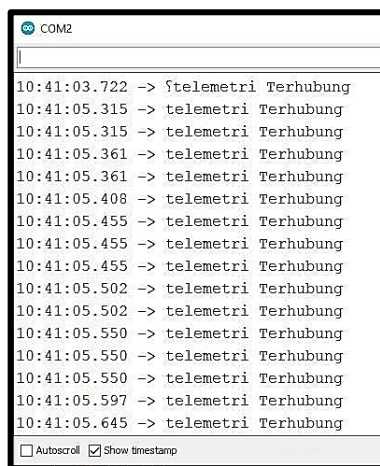
Pengujian sensor IMU yang beroperasi pada tegangan 3 – 5 volt yang bertujuan untuk mengetahui seberapa baik pembacaan sensor yang diterima dalam menentukan posisi sudut Gyro, Accelerometer, yaw, pitch, roll serta melihat hasil pengontrol yang dibaca oleh sensor pada monitor serial di aplikasi Arduino IDE. Gambar pengujian sensor IMU dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Menguji Sensor IMU

3.4.3 Pengujian Telemetri

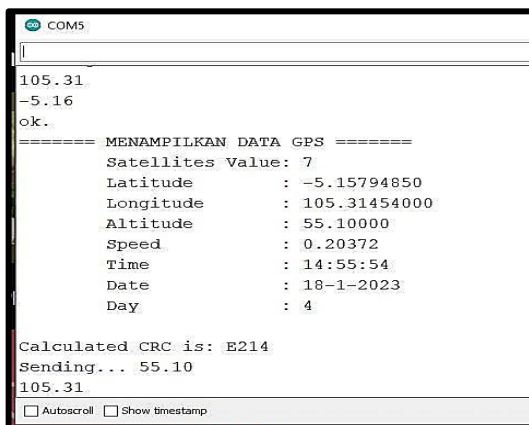
Dalam pengujian ini telemetri yang digunakan jenis NRF24L01 yang beroperasi pada pita frekuensi 2,4 GHz. Modul ini mengirimkan data hingga beberapa ratus meter tergantung pada lingkungan dan penggunaan antenanya untuk konsumsi daya rendah modul ini dirancang untuk operasi dengan daya rendah, cocok untuk aplikasi dengan sumber daya terbatas seperti baterai untuk kecepatan tinggi modul ini dapat mentransmisikan data dengan kecepatan hingga 2mbps, memungkinkan transfer data yang cepat dan efisien, modul ini memiliki multi channel yang mendukung hingga 126 channel komunikasi sehingga memungkinkan penggunaan beberapa modul tanpa saling mengganggu, telemetri berbasis NRF24L01 sering digunakan dalam proyek – proyek IoT, robotika dan system pemantauan jarak jauh karena kehandalannya dan fleksibilitas dalam komunikasi nirkabel dan juga alasan selanjutnya karna harga yang cukup murah dan mudah di dapatkan. Pengujian telemetri yang beroperasi pada tegangan 3-5 volt yang bertujuan untuk mengetahui apakah perangkat telemetri berfungsi dengan baik dalam hal pengiriman dan penerimaan data guna membantu melakukan penelitian dalam mengamankan data yang dikirim dan diterima. Pengujian menggunakan Serial monitor sebagai viewer pada aplikasi Arduino IDE. Gambar pengujian telemetri dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Pengujian Telemetri

3.4.4 Pengujian GPS

Tes GPS ini beroperasi pada tegangan 3 volt untuk mengetahui apakah GPS berfungsi dengan baik dan normal dalam mengambil nilai ketinggian, garis bujur, garis lintang, jumlah satelit dan waktu pengujian ini menggunakan serial monitor sebagai penampil di dalamnya. Aplikasi Arduino IDE. Gambar pengujian dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Pengujian GPS

3.5 Hasil Pengujian

Data yang diambil merupakan data hasil pengujian pengiriman paket data dengan menggunakan algoritma CRC sebagai keutuhan nilai yang di kirim dan pengujian pengiriman paket data dengan tidak menggunakan algoritma CRC untuk membandingkan fungsi utama penggunaan algoritma CRC. Dengan menggunakan CRC dalam transmisinya dapat memudahkan validasi dalam penerimaan data yang berguna untuk mengetahui apakah paket yang dikirim aman atau rusak hanya dengan mencocokkan nilai CRC yang di dihasilkan oleh Pemancar dan yang merosot lagi oleh penerima. Kemudian di lakukan pengujian variasi jarak untuk mengukur seberapa jauh paket

data tetap aman, pengukuran jarak di lakukan pada jarak 10 meter, 30 meter dan 50 meter. Namun pada pengujian ini lamanya paket data yang di kirim hanya berjumlah 11 data dalam 1 paket karena di sesuaikan dengan alat yang di gunakan, dalam hal ini tidak mempengaruhi proses penelitian, karena tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah data yang di kirim aman atau tidak dan tidak di dasarkan pada banyaknya panjang data yang di kirim. Berikut hasil dari penerima respon pada pengujian jarak di tampilkan pada gambar monitor serial untuk menunjukkan paket data yang di kirim tanpa CRC dan di kirim dengan memvalidasi nilai CRC di hasilkan.

3.5.1 Pengujian Dengan Jarak 10 Meter Tanpa CRC

Pengujian ini untuk melihat respon data apa dengan jarak 10 meter dengan 5 kali percobaan dan mengambil 10 data pertama yang diterima oleh penerima, dapat dilihat pada Tabel .

Tabel 6. Nilai Sensor Diterima Pada Jarak 10 Meter Tanpa CRC

No	Pengujian									
	Accel X	Accel Y	Accel Z	Gyro X	Gyro Y	Gyro Z	Altitud e	Longitud e	Latitude	Satelite
1	-3508	676	16148	-42	-61	23	70,6	1.053.145	-5.157.813	4
	-3192	-76	16048	-45	-49	22	65,5	105,3145	-5,157989	8
	-3076	-96	16152	-48	-47	26	64,8	105,3145	-5,15798	8
	-3040	-76	16152	-46	-49	25	64,8	105,3145	-5,157996	7
	-3032	-128	16212	-46	-46	20	66	105,3145	-5,157996	8
	-3032	-120	16036	-45	-50	22	67,1	105,3146	-5,157997	7
	-3008	-108	16260	-45	-48	20	72,6	105,3146	-5,158011	8
	-3008	-112	16072	-43	-47	20	76,2	105,3146	-5,158023	8
	-3052	-164	16040	-47	-52	21	77,8	105,3146	-5,158028	8
	-3104	-180	16200	-49	-46	22	79,9	105,3146	-5,158033	8
	-2996	-148	16052	-44	-47	21	81	105,3146	-5,158032	8
2	-3076	-68	16152	-45	-47	21	81,6	105,3146	-5,15803	7
	-3112	-188	16112	-46	-45	21	79,5	105,3146	-5,158024	7
	-3072	-200	16012	-45	-48	21	77	105,3146	-5,15802	7
	-3060	-100	16036	-43	-45	21	75,4	105,3146	-5,158019	7
	-3056	-144	16036	-44	-49	21	79,5	105,3146	-5,158023	8
	-2992	-192	16116	-44	-49	24	75,9	105,3146	-5,15803	8
	-3044	-96	16152	-48	-48	15	76,5	105,3146	-5,158034	8
	-3060	-224	16032	-45	-50	19	77,7	105,3146	-5,158033	8
	-3028	-168	16180	-44	-50	17	78,6	105,3146	-5,158029	8
	-3080	-160	16164	-46	-50	22	78,5	105,3146	-5,158026	7
	-3128	-132	16136	-43	-47	22	77,8	105,3146	-5,158025	8
3	-3112	-112	16088	-44	-46	23	78,2	105,3146	-5,158025	8
	-3168	-132	16184	-46	-46	19	74,4	105,3146	-5,158016	8
	-2892	-112	16096	-45	-48	22	72,7	105,3146	-5,15801	8
	-3000	-212	16120	-44	-47	19	72,1	105,3146	-5,158006	8
	-3068	-240	16180	-47	-45	26	70,2	105,3146	-5,15803	7
	-3136	-136	15988	-46	-44	21	68,5	105,3146	-5,158001	7
	-3024	-76	16132	-45	-47	16	66,1	105,3146	-5,157993	6
	-3304	-148	16120	-46	-50	19	65,9	105,3145	-5,157981	7
	-3336	-60	16124	-46	-49	21	65,9	105,3145	-5,157982	7
	-3264	-184	16112	-46	-48	20	68,4	105,3145	-5,157982	7
	-3332	-148	16020	-47	-48	22	69,1	105,3145	-5,157978	7
4	-3260	-100	16072	-47	-46	23	69,7	105,3145	-5,157977	7
	-3260	-136	16088	-45	-50	19	70,2	105,3145	-5,157977	8
	-3208	-216	16128	-45	-48	20	70,2	105,3145	-5,157977	8
	-3292	-160	16060	-46	-48	20	70,1	105,3145	-5,157981	8
	-3280	-132	15972	-43	-48	21	70,7	105,3145	-5,157967	8
	-3292	-104	16180	-46	-47	21	65,3	105,3145	-5,15795	9
	-3240	-88	15992	-47	-50	25	65,2	105,3145	-5,15795	9

Pada tabel 6 Merupakan hasil penerima dalam menerima nilai paket pada jarak 10 meter bahwa pada jarak tersebut penerima masih dapat menerima paket yang di kirimkan oleh pihak tersebut. Pemancar namun ada beberapa nilai data yang rusak atau tidak lengkap dapat dilihat pada tabel 3.1 nilai ketinggian dan bujur yang

ditandai ada nilai yang kurang sebagai contoh seharusnya panjang 8 karakter namun yang di kirimkan hanya sepanjang 7 karakter kedua pengujian bagian 1 hingga 5 memiliki paket data yang rusak atau tidak lengkap.

3.5.2 Pengujian dengan jarak 10 meter menggunakan CRC

Pengujian ini untuk melihat respon data yang muncul pada serial monitor apakah masih aman menggunakan algoritma CRC dan paket data tidak rusak dengan jarak 10 meter, dapat di lihat pada tabel 7

Tabel 7. Nilai Sensor Di Terima Pada Jarak 10 Meter Dengan CRC

No	Pengujian										
	Accel X	Accel Y	Accel Z	Gyro X	Gyro Y	Gyro Z	Altitude	Longitude	Latitude	Sat	CRC
1	-3052	-88	16200	-45	-48	21	88.2	1.053.145	- 5.157.991	5	18045
	-3088	-192	16324	-46	-47	22	88.5	1.053.145	- 5.157.992	5	35182
	-3016	-180	16004	-45	-47	14	89.2	1.053.145	- 5.157.992	5	10620
	-2992	-144	16264	-44	-48	20	88.7	1.053.145	- 5.157.991	5	52417
	-3012	-136	16080	-46	-46	28	87.3	1.053.145	- 5.157.989	5	64516
	-3104	-208	16128	-48	-46	26	85.4	1.053.145	- 5.157.989	5	24714
	-3104	-208	16200	-46	-47	18	83.7	1.053.145	- 5.157.984	5	31689
	-3052	-128	16096	-48	-47	21	82.3	1.053.146	- 5.175.798	5	17893
	-3032	-244	16152	-46	-47	24	81.8	1.053.146	- 5.157.977	5	57281
	-3020	-188	16064	-45	-46	18	77.2	1.053.146	- 5.157.976	5	50080
	-3020	-232	16084	-49	-47	16	77.2	1.053.146	- 5.157.976	3	28548
	-3052	-164	16080	-49	-49	18	67.5	1.053.146	- 5.157.976	4	39077
	-3060	-128	16236	-42	-47	16	77.2	1.053.146	- 5.157.976	3	35171
	-3136	-108	16052	-49	-48	22	1284.9	1.053.049	- 5.160.001	4	11049
	2	-3132	-148	16104	-46	-48	19	1433.5	1.053.035	- 5.160.258	3
-3124		-84	16168	-45	-48	22	1426.7	1.053.035	- 5.160.258	0	31567
-3168		-164	16040	-48	-48	23	1426.7	1.053.035	- 5.160.258	4	58709
-3176		-280	16112	-42	-46	23	1426.7	1.053.035	- 5.160.258	3	21544
-3080		-184	16200	-46	-45	22	1426.7	1.053.035	- 5.160.258	3	30012
3	-3080	-184	16080	-49	-45	23	1426.7	1.053.035	- 5.160.258	3	30485
	-2708	440	16204	-45	-49	18	74.4	1.053.145	- 5.157.843	7	24757
	-2948	428	16140	-44	-50	21	73.2	1.053.145	- 5.157.844	8	23989
	-2844	448	16044	-42	-50	18	71.2	1.053.145	- 5.157.841	8	21939
	-2892	388	16232	-44	-50	22	69.9	1.053.145	- 5.157.841	7	19632
	-2892	388	16232	-44	-50	22	69.9	1.053.145	- 5.157.841	7	19632

No	Pengujian											
	Accel X	Accel Y	Accel Z	Gyro X	Gyro Y	Gyro Z	Altitude	Longitude	Latitude	Sat	CRC	
	-2864	344	16072	-45	-54	21	68.2	1.053.145	-	5.157.839	9	19121
	-2788	388	16096	-45	-50	22	67.4	1.053.145	-	5.157.842	9	18096
	-2856	348	16196	-45	-48	18	66.5	1.053.145	-	5.157.843	9	17071
	-2764	332	16244	-46	-53	23	65.3	1.053.145	-	5.157.839	9	16046
	-2856	348	16196	-45	-48	18	66.5	1.053.145	-	5.157.843	9	17071
	-2892	340	16176	-46	-50	25	64.9	1.053.145	-	5.157.845	9	15021
	-3972	3200	16256	695	-528	-660	65.5	1.053.145	-	5.157.845	9	16046
	-2856	348	16196	-45	-48	18	66.5	1.053.145	-	5.157.843	9	17071
	-6888	972	14812	-114	-57	-4	68.4	1.053.145	-	5.157.845	9	19121
	-6888	972	14812	-114	-57	-4	68.4	1.053.145	-	5.157.843	9	19121
	-6888	972	14812	-114	-57	-4	68.4	1.053.145	-	5.157.843	9	19121
4	-3168	-84	16056	-45	-50	24	73.8	1.053.145	-	5.157.997	8	23218
	-3060	-64	16040	-46	-49	23	75.6	1.053.145	-	5.157.995	8	25268
	-3040	-128	16160	-45	51	19	77.1	1.053.145	-	5.157.987	9	27318
	-3064	-100	16104	-46	-48	20	80.1	1.053.145	-	5.157.982	9	30393
	-3108	-116	15956	-45	-50	22	82.5	1.053.145	-	5.157.981	9	32443

Pada tabel 7 adalah hasil dari *penerima* dalam menerima nilai paket pada jarak 10 meter yang pada jarak tersebut paket masih aman dan tidak ada paket yang rusak. Dari 5 kali percobaan masih tidak ada yang rusak atau kurang lengkap datanya terlihat dari CRC yang dibuat dan yang dikirim sama dan hal ini dapat membuktikan bahwa paket benar-benar aman pada saat diterima selama perjalanan. karakter yang dikirim juga sama.

3.5.3 Pengujian Dengan Jarak 30 Meter Tanpa CRC

Pengujian ini untuk melihat respon data yang muncul pada monitor serial apakah masih aman dan muncul pada monitor serial dengan jarak 30 meter, dapat di lihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Nilai Sensor Diterima Pada Jarak 30 Meter Tanpa CRC

No	Pengujian										
	Accel X	Accel Y	Accel Z	Gyro X	Gyro Y	Gyro Z	Altitude	Longitude	Latitude	Sat	
	-3284	-176	16032	-41	-47	64,7	64,7	105,3145	-5,157949	9	
	-3364	-176	16072	-43	-48	18	63,7	105,3145	-5,157959	9	
	-3308	-168	16308	-47	-48	21	63,8	105,3145	-5,157948	8	
	-3280	-144	16056	-46	-49	24	64,4	105,3145	-5,157954	6	
	-3008	-108	16174	-43	-51	27	60,3	105,3145	-5,157954	7	
	-3020	-156	16072	-45	-51	21	58,5	105,3145	-5,157949	7	
	-3028	-148	16228	-45	-50	17	58,5	105,3145	-5,157949	8	
	-3080	-256	16228	-43	-49	26	59,1	105,3145	-5,157952	8	
	-3420	68	15996	-44	-51	21	64,9	105,3145	-5,158092	8	
	-3296	56	16080	-45	-50	22	55,5	105,3146	-5,158072	7	
	-3020	64	15928	-47	-49	24	49,4	105,3146	-5,15809	7	
2	-3444	68	16244	-45	-51	19	46	105,3146	-5,158113	8	
	-3396	72	16108	-44	-52	20	44,5	105,3146	-5,158141	8	

No	Pengujian									
	Accel X	Accel Y	Accel Z	Gyro X	Gyro Y	Gyro Z	Altitude	Longitude	Latitude	Sat
	-3460	-148	16132	-44	-51	24	42,5	105,3147	-5,158148	7
	-3336	104	16140	-43	-48	27	43,6	105,3146	-5,158129	9
	-2576	-1280	16212	-46	-47	19	74,1	105,3145	-5,157835	12
	-3400	-244	16060	-45	-45	25	75,2	105,3145	-5,157892	12
	-3404	-40	16044	-45	-47	19	75,2	105,3145	5,157893	12
	-3328	-40	16020	-47	-51	22	75	105,3145	-5,157894	12
	-3256	-56	16016	-46	-48	21	74,7	105,3145	5,157897	12
	-3344	-56	16016	-46	-48	24	74,7	105,3145	-5,157899	12
	-3324	-72	16140	-45	-40	21	74,4	105,3145	-5,157901	12
	-3320	-164	15960	-45	-52	22	74,43	105,3145	-5,157903	12
	-3336	44	15992	-49	-25	23	74	105,7905	-5,157903	12
	-3304	-120	15940	-46	-51	23	73,9	105,3145	-5,157903	12
3	-3352	-84	15972	-49	-52	21	73,9	105,3145	-5,157903	12
	-3264	-132	16112	-47	-52	19	73,8	105,3145	-5,157902	12
	-3272	-84	16024	-43	-48	19	73,7	105,3145	-5,157902	12
	-3388	-60	16008	-45	-49	19	73,2	105,3145	-5,157906	12
	-3304	-68	16064	-46	-48	21	72,9	105,3145	-5,157906	12
	-3296	-148	16060	-47	-50	23	72,8	105,3145	-5,157907	12

Pada tabel 8 merupakan hasil pembacaan paket yang di terima *receiver* pada jarak 30 meter, dalam jarak 30 meter paket tersebut menampilkan nilai pada serial monitor dan terdapat beberapa paket yang rusak serta jumlah data nilai yang rusak tidak lebih banyak dari pengiriman pada jarak 10 meter data rusak karena panjang nilai data tidak sesuai dengan yang dikirimkan serta kerusakan pada percobaan pada jarak 10 meter.

3.5.4 Pengujian Dengan Jarak 30 Meter Menggunakan CRC

Pengujian ini mengirimkan paket data pada jarak 30 meter menggunakan algoritma CRC pada jarak agak jauh apakah data yang di kirimkan masih aman dapat di lihat pada Tabel 9

Tabel 9. Nilai Sensor Diterima Pada Jarak 30 Meter Dengan CRC

No	Pengujian										
	Accel X	Accel Y	Accel Z	Gyro X	Gyro Y	Gyro Z	Altitude	Longitude	Latitude	Sat	CRC
	-3416	56	15996	-45	-50	21	74.2	1.053.145	5.157.915	8	54728
	-3460	76	16096	-47	-49	22	70.9	1.053.145	5.157.941	8	45584
	-3324	144	16208	-47	-49	25	72.3	1.053.145	5.157.925	8	25169
	-3396	72	16064	-46	-51	28	72.2	1.053.145	5.157.925	8	29235
	-3332	72	16060	-46	-48	25	72.3	1.053.145	5.157.922	8	12655
1	-3388	108	15992	-46	-49	23	72.1	1.053.145	5.157.928	9	32788
	-3388	64	16000	-44	-47	25	71.1	1.053.145	5.157.937	7	17653
	-3460	76	16096	-47	-49	22	70.9	1.053.145	5.157.941	8	45584
	-3472	52	16084	-44	-49	24	70.8	1.053.145	5.157.946	9	29670
	-3468	108	16024	-46	-49	23	70.2	1.053.145	5.157.946	8	41955
	-3320	116	16108	-45	-51	24	70.4	1.053.145	5.157.951	8	48338
	-3380	92	16204	-45	-52	21	70.1	1.053.145	5.157.963	7	48409
2	-3316	88	16168	-46	-50	23	69.3	1.053.145	5.157.969	8	48628
	-3408	80	16112	-46	-51	22	68.6	1.053.145	5.157.964	8	20053
	-3352	116	15972	-43	-51	20	68.3	1.053.145	5.157.972	7	46373

No	Pengujian										
	Accel X	Accel Y	Accel Z	Gyro X	Gyro Y	Gyro Z	Altitude	Longitude	Latitude	Sat	CRC
	-3388	104	16112	-47	-52	23	68.1	1.053.145	- 5.157.975	6	42366
	-3436	80	16060	-48	-50	17	68.9	1.053.144	- 5.157.974	7	42238
	-3352	140	16008	-47	-48	21	72.1	1.053.144	- 5.157.965	8	13158
	-3464	140	16248	-46	-51	21	78.1	1.053.144	- 5.157.951	8	11770
	-3332	156	15992	-47	-49	24	76.4	1.053.144	- 5.157.953	6	41086
	-3476	-8	16200	-44	-50	24	73.9	1.053.144	- 5.157.965	7	28186
	-3452	44	16168	-42	-50	22	71.8	1.053.144	- 5.157.969	8	62789
	-3168	-236	16088	-46	-52	24	71.5	1.053.146	- 5.157.979	8	21168
	-3112	-36	16068	-45	-48	21	70.5	1.053.146	- 5.157.978	9	20143
	-3100	-100	15924	-44	-50	21	68.5	1.053.146	- 5.157.973	8	18093
3	-3124	-128	16000	-45	-50	21	66.9	1.053.146	- 5.157.972	8	16043
	-3116	-128	16024	-42	-52	26	64.8	1.053.146	- 5.157.976	7	13993
	-3176	-224	16236	-47	-52	30	62.2	1.053.146	- 5.157.951	5	11943
	-3164	-144	16016	-47	-49	19	59.9	1.053.147	- 5.157.969	7	8868
	-3184	-144	16028	-47	-51	17	58.8	1.053.147	- 5.157.983	6	7843
	-3108	-128	16104	-46	-52	26	57.1	1.053.147	- 5.157.982	9	6818
	-3052	-180	16044	-48	-47	21	56.7	1.053.146	- 5.157.985	9	5793
	-3108	-128	16104	-46	-52	26	57.1	1.053.147	- 5.157.982	9	6818
	-3140	-160	16128	-46	-51	23	58.9	1.053.146	- 5.157.988	9	7843
	-3080	-112	16080	-47	-52	24	59.6	1.053.146	- 5.157.984	9	8868
	-3068	-128	16064	-45	-52	22	60.5	1.053.146	- 5.157.983	9	9893
4	-3068	-84	16048	-45	-50	24	61.2	1.053.146	- 5.157.982	8	10918
	-3060	-64	16040	-46	-49	23	75.6	1.053.145	- 5.157.995	8	25268
	-3040	-128	16160	-45	51	19	77.1	1.053.145	- 5.157.987	9	27318
	-3064	-100	16104	-46	-48	20	80.1	1.053.145	- 5.157.982	9	30393
	-3108	-116	15956	-45	-50	22	82.5	1.053.145	- 5.157.981	9	32443

Pada tabel 9 merupakan hasil penerimaan paket data yang dikirim dan ditampilkan pada monitor serial dalam jarak 30 meter, pengiriman data masih aman dan tidak ada paket data yang rusak dari segi panjang karakternya juga masih sesuai dengan yang dikirimkan. oleh *pemancar*.

3.5.5 Pengujian Dengan Jarak 50 Meter Tanpa CRC

Dalam tes ini pemancar mengirimkan pada jarak 50 meter tanpa menggunakan algoritma CRC dengan 5 kali percobaan dan di ambil 10 paket data pertama. dapat di lihat dari Tabel 10.

Tabel 10. Nilai Sensor Diterima Pada Jarak 50 Meter Tanpa CRC

No	Pengujian									
	Accel X	Accel Y	Accel Z	Gyro X	Gyro Y	Gyro Z	Altitude	Longitude	Latitude	Sat
1	-3048	-128	16076	-44	-47	21	71,3	105,3145	-5,157974	10
	-3208	-200	16040	-50	-45	21	70,2	105,3145	-5,157998	10
	-3064	-196	16052	-42	-45	23	70,4	105,3145	-5,157986	10
	-3204	-76	16360	-42	-48	28	70,5	105,3145	-5,15798	12
	-3080	-248	16068	-46	-47	19	70,4	105,3145	-5,157989	11
	-3000	-200	16144	-47	-46	21	70,1	105,3145	-5,157992	11
	-3184	-128	15956	-45	-47	25	72,8	105,3145	-5,157978	12
	-3048	-152	16048	-45	-47	27	75	105,3145	-5,157967	11
	-3124	-240	16084	-44	-49	25	76,2	105,3145	-5,157961	12
	-3276	-288	16344	-41	-50	20	75,4	105,3145	-5,157965	11
2	-3100	-4	16196	-46	-47	23	75,6	105,3145	-5,157964	11
	-3164	-264	16120	-47	-47	24	75,9	105,3145	-5,157965	12
	-3064	4	16064	-44	-44	21	75,6	105,3145	-5,157967	11
	-3160	-152	16024	-48	-48	24	73,9	105,3145	-5,15797	11
	-301	-72	15920	-49	-45	16	73,3	105,3146	-5,157969	11
	-3132	-148	1616	-45	-46	17	72,9	105,3146	-5,157968	11
	-3124	-96	1612	-49	-46	22	73,2	105,3145	-5,157968	10
	-3124	-196	16240	-45	-42	20	73,5	105,3145	-5,157967	10
	-3172	-140	16128	-49	-48	25	73,9	105,3145	-5,157965	11
	-3156	-216	16068	-42	-47	20	74	105,3145	-5,157959	12
3	-3172	-188	16080	-47	-45	20	74,7	105,3145	-5,15795	12
	-3128	-168	16072	-49	-45	24	75,9	105,3145	-5,157943	12
	-3136	-160	16156	-44	-48	22	76	105,3145	-5,157938	12
	-2992	-328	15920	-48	-46	25	75,8	105,3145	-5,157938	12
	-3088	-152	16120	-43	-47	24	76	105,3145	-5,157935	11
	-3208	-120	16192	-45	-47	21	75,3	105,3145	-5,157937	12
	-3104	-376	16220	-43	-48	22	75,1	105,3145	-5,157937	10
	-3144	-204	16104	-45	-46	25	74,5	105,3145	-5,157944	11
	-3072	-208	16184	-47	-48	18	71,9	105,3145	-5,157963	12
	-3176	-196	15988	-48	-45	27	68,6	105,3145	-5,15798	12
4	-2384	-860	16352	-41	-62	26	74,4	105,3144	-5,157784	11
	-2488	-812	16336	-44	-58	25	74,6	105,3144	-5,157784	11
	-2372	-872	16360	-44	-57	27	74,6	105,3144	-5,157784	12
	-2352	-808	16404	-43	-60	21	74,7	105,3144	-5,157785	12
	-2420	-920	16472	-42	-59	21	74,7	105,3144	-5,157785	12
	-2416	-780	16388	-45	-59	22	75	105,3144	-5,15778	12
	-2408	-772	1630	-41	-61	24	75,1	105,3144	-5,157784	12
	-2452	-728	16492	-46	-59	20	75,3	105,3144	-5,157784	12
	-2396	-892	16176	-38	-63	22	75,4	105,3144	-5,157784	12
	-2352	-664	16452	-54	-55	23	76	105,3144	-5,157788	12
-2428	-796	16316	-42	-63	24	75,6	105,3144	-5,15778	12	

Pada tabel 10 terlihat bahwa hasil pengiriman masih terdapat beberapa nilai data yang rusak atau tidak lengkap dan kerusakan paling banyak terdapat pada jarak 50 meter dibandingkan jarak sebelumnya.

3.5.6 Pengujian Dengan Jarak 50 Meter Menggunakan CRC

Pada pengujian pada jarak 50 meter ini akan di uji pengiriman paket data menggunakan algoritma CRC, di uji sebanyak 5 kali dan diambil 10 paket data pertama. Dapat di lihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Nilai Sensor Diterima Pada Jarak 50 Meter Dengan CRC

No	Pengujian										
	Accel X	Accel Y	Accel Z	Gyro X	Gyro Y	Gyro Z	Altitude	Longitude	Latitude	Sat	CRC
1	-3080	-124	16024	-47	-46	26	101.5	1.053.145	-	8	41890

No	Pengujian										
	Accel X	Accel Y	Accel Z	Gyro X	Gyro Y	Gyro Z	Altitude	Longitude	Latitude	Sat	CRC
									5.157.982		
	-3084	-244	15920	-48	-47	22	68.3	1.053.145	-	11	61338
	-3060	-92	15932	-49	-44	21	63.4	1.053.145	-	9	14416
	-3172	-68	16096	-42	-49	18	60.4	1.053.145	-	10	43673
	-3156	-204	16104	-46	-46	21	60.7	1.053.145	-	10	54571
	-3068	-152	16092	-47	-48	21	57.6	1.053.145	-	10	2981
	-3296	-148	16504	-39	-51	21	55.5	1.053.145	-	9	4196
	-3072	-24	15952	-46	-47	17	65.4	1.053.145	-	8	47002
	-3128	-160	16052	-47	-47	23	74.2	1.053.145	-	8	51275
	-3196	-180	16184	-47	-46	26	98.6	1.053.145	-	8	22931
	-3080	-124	16024	-47	-46	26	101.5	1.053.145	-	8	41890
	-3084	-244	15920	-48	-47	22	68.3	1.053.145	-	11	61338
	-3152	-172	16100	-46	-47	20	42.5	1.053.145	-	11	26424
	-3148	-168	16096	-46	-47	21	45.3	1.053.145	-	11	39232
	-3264	-344	16100	-51	-41	25	47.9	1.053.145	-	11	1319
2	-3044	-244	16140	-47	-45	21	55.7	1.053.145	-	11	52627
	-3088	-164	16312	-47	-44	19	62.4	1.053.145	-	11	55401
	-3068	-224	16084	-46	-49	18	66.5	1.053.145	-	11	51548
	-3000	-220	15972	-47	-47	23	73.3	1.053.145	-	11	35649
	-2980	-120	15840	-51	-41	22	74.3	1.053.145	-	11	5943
	-3476	-8	16200	-44	-50	24	73.9	1.053.144	-	11	28186
	-3452	44	16168	-42	-50	22	71.8	1.053.144	-	11	62789
	-3168	-236	16088	-46	-52	24	71.5	1.053.146	-	11	21168
	-3112	-36	16068	-45	-48	21	70.5	1.053.146	-	11	20143
	-3100	-100	15924	-44	-50	21	68.5	1.053.146	-	11	18093
3	-3124	-128	16000	-45	-50	21	66.9	1.053.146	-	11	16043
	-3116	-128	16024	-42	-52	26	64.8	1.053.146	-	11	13993
	-3176	-224	16236	-47	-52	30	62.2	1.053.146	-	11	11943
	-3164	-144	16016	-47	-49	19	59.9	1.053.147	-	11	8868
	-3184	-144	16028	-47	-51	17	58.8	1.053.147	-	11	7843

No	Pengujian										
	Accel X	Accel Y	Accel Z	Gyro X	Gyro Y	Gyro Z	Altitude	Longitude	Latitude	Sat	CRC
4									5.157.983		
	-3192	-204	16084	-45	-47	22	57.1	1.053.147	-	10	61443
	-3148	-132	16316	-45	-47	26	76.1	1.053.146	-	10	1636
	-3108	-128	16104	-46	-52	26	57.1	1.053.147	-	11	6818
	-3140	-160	16128	-46	-51	23	58.9	1.053.146	-	11	7843
	-3108	-116	15956	-45	-50	22	82.5	1.053.145	-	11	32443
	-3168	-140	16112	-46	-50	24	84.5	1.053.145	-	11	34493
	-3200	-156	15980	-46	-51	20	86.8	1.053.145	-	11	36543
	-3200	-156	15980	-46	-51	20	86.8	1.053.145	-	11	36543
	-3080	-116	15960	-47	-48	20	85.9	1.053.145	-	11	35518
	-3064	-100	16104	-46	-48	20	80.1	1.053.145	-	11	30393
	-3108	-116	15956	-45	-50	22	82.5	1.053.145	-	11	32443

Pada Tabel 11 terlihat dari serial monitor hasil penerimaan paket data yang dikirim dalam pengiriman 5 kali percobaan ini masih tidak ada paket yang rusak, yang mana jika CRC dibuat oleh pemancar dan yang di buat oleh penerima karena validasinya tidak sama maka paket data yang diterima tidak di tampilkan di GCS.

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah di lakukan dalam pengamanan data pada UAV dan GCS dapat di simpulkan telah berhasil menguji sistem keamanan data sehingga pada saat menerima paket data tetap terjaga integritasnya. Dengan menggunakan algoritma CRC sebagai error checking dapat mampu mendeteksi paket-paket yang rusak saat dikirim ke receiver dapat terlihat jelas dari segi jarak,saat pengujian jarak tanpa menggunakan CRC dengan varian jarak 10 sampai 50 meter terjadi kerusakan paket data dan semakin jauh komunikasi yang dilakukan paket yang rusak semakin banyak. Dari jarak yang paling jauh yaitu 50 meter,dari 5 percobaan pengiriman dan di setiap percobaan selalu ada paket data yang mengalami kerusakan paket data, namun dengan menggunakan algoritma CRC dalam error checking di jarak varian jarak 10 sampai 50 meter dalam 5 kali percobaan pengiriman dan diambil 10 paket yang dikirim masih belum ada paket yang rusak alias 0% kerusakan paket data Penulis menyatakan terdapat beberapa kelemahan pada alat yang di buat yaitu membutuhkan waktu untuk melakukan koneksi atau sinkronisasi antara receiver dan transmitter menggunakan telemetri tipe nrf24l01. Permasalahan tersebut terjadi karena terdapat beberapa jenis telemetri yang memerlukan beberapa waktu untuk melakukan sinkronisasi agar dapat terhubung satu sama lain dan juga penulis juga memberikan saran kepada peneliti selanjutnya agar dapat menggunakan telemetri yang lebih baik lagi untuk meningkatkan jarak komunikasi yang lebih

REFERENCES

- [1] F. Tan, J. B. Budiman, and Skynyr, "Perbandingan Perkembangan Teknologi Berbasis Nirkabel di Daerah Pelosok dan Daerah Kota," *Jurnal Sains, Nalar, dan Aplikasi Teknologi Informasi*, vol. 2, no. 2, pp. 25–31, Sep. 2023, doi: 10.20885/snati.v2i2.23.
- [2] R. Junarto and D. Djurjani, "Pemanfaatan Teknologi Unmanned Aerial Vehicle (UAV) untuk Pemetaan Kadaster," *BHUMI: Jurnal Agraria dan Pertanahan*, vol. 6, no. 1, May 2020, doi: 10.31292/jb.v6i1.428.
- [3] Fediansyah, "KOMUNIKASI DATA PADA MODEL TRANSMISI," 2019.
- [4] Adiguna Yudhato, "Implementation of Telemetry-Based Thermocouple Sensors for Measuring Thermal of Rocket Propellant Combustion," 2020.
- [5] Ainun Arsyi Sahifa, Rachmad Setiawan, and Muhammad Yazid, "Data TransferInternet of Things Based for Remote Monitoring of Hemodialysis Systems," 2020.
- [6] Griffani Megiyanto Rahmatullah and Muhamad Rizki, "Custom Cyclic Redundancy Check and Communication Management of Sending and Receiving Data on a Delay Tolerant Network Architecture," 2021.

- [7] Fredy Aga Nugroho, Raden Sumiharto, and Roghib Muhammad Hujja, "Development of Webserver Internet-Based Ground Control Station System for Unmanned Aircraft," 2018.
- [8] D. Y. Setyawan, "Internet of Things (IoT) Application in Smart Farming to Optimize Tomato Growth," 2020.
- [9] B. Usman and B. Hsu, "Seminar Nasional Hasil Penelitian dan Pengabdian 2019 IBI DARMAJAYA Bandar Lampung," 2019.
- [10] A. Efendi and R. Handayani, "IOT-Based Home Security Using Magnetic Sensor," 2020.
- [11] I. Solikin and M. Soekarno Putra, "Seminar Nasional Teknologi dan Bisnis 2018 IIB DARMAJAYA Bandar Lampung," 2018.
- [12] S. Opihah, H. Qodim, D. Miharja, Sarbini, E. A. Z. Hamidi, and T. Juhana, "Prototype Design of Smart Home System Base on LoRa," *2020 6th International Conference on Wireless and Telematics (ICWT)*, pp. 1–5, 2020.
- [13] F. A. R. M. Wildan, E. A. Z. Hamidi, and T. Juhana, "The Design of Application for Smart Home Base on LoRa," 2020.
- [14] A. R. Rianto and T. A. Firmansah, "Telegram Bot Implementation in Academic Information Services with The Forward Chaining Method," *Sinkron*, vol. 3, no. 2, 2019.
- [15] M. K. Alief Anugerah and S. Gunawan Zain, "PENGEMBANGAN SMART FITTING BERBASIS IOT (INTERNET OF THINGS) DENGAN MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER ESP 32 S DEVELOPMENT OF SMART FITTINGS BASED ON IOT (INTERNET OF THINGS) USING ESP 32 S MICROCONTROLLER," 2022.
- [16] I. Isnawaty, S. Subardin, and L. L. Normawan, "Penerapan Internet Of Things (Iot) Pada Sistem Monitoring Tempat Sampah Rumah Tangga Menggunakan Metode Haversine Formula," *Digital Transformation Technology*, vol. 2, no. 2, pp. 35–44, Oct. 2022, doi: 10.47709/digitech.v2i2.1803.
- [17] S. Samsugi, A. Nurkholis, B. Permatasari, A. Candra Nugroho, and A. Bagus Prasetyo, "INTERNET OF THINGS UNTUK PENINGKATAN PENGETAHUAN TEKNOLOGI BAGI SISWA," *Journal of Technology and Social for Community Service (JTSCS)*, vol. 2, no. 2, pp. 173–177, 2020, [Online]. Available: <https://ejournal.teknokrat.ac.id/index.php/teknobdimas>
- [18] R. A. P. Riza, I. Permana, M. Ikhsan, and S. Bayu Setiajit, "PENGOPTIMALAN PERANCANGAN PESAWAT UAV (QUADCOPTER) TERHADAP BERAT TOTAL YANG BERPENGARUH PADA ESTIMASI WAKTU TERBANG," *Teknika STTKD: Jurnal Teknik, Elektronik, Engine*, vol. 9, no. 1, pp. 152–158, Jul. 2023, doi: 10.56521/teknika.v9i1.888.
- [19] N. Sugandhi, H. Rakuasa, W. Abdul Wahab, A. Jaelani, and M. Rinaldi, "Pemanfaatan Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Untuk Pemetaan Penggunaan Lahan di Sekitar Waduk Pondok Ranggon, Provinsi DKI Jakarta," *Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, vol. 2, no. 7, 2023.
- [20] R. Lazuardi and A. Bandur, "UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JAKARTA ANALISIS PENGGUNAAN TEKNOLOGI PESAWAT TANPA AWAK DALAM Mendukung Operasi Pengamanan DI WILAYAH PERBATASAN DARAT RI-RDTL," 2022, doi: 10.24853/jurtek.14.1.1-12.