

IMPLEMENTASI ERROR CHECKING DALAM PENGAMANAN DATA PADA KOMUNIKASI GROUND CONTROL STATION DAN UAV

¹Reksa Qodri Assidik, ²Sriyanto*

¹Fakultas Ilmu Komputer, IBI Darmajaya, reksa.2321211035p@mail.darmajaya.ac.id

²Fakultas Ilmu Komputer, IBI Darmajaya, sriyanto@darmajaya.ac.id

ABSTRAK

Kontes robot terbang Indonesia (KRTI) ialah kompetisi pesawat tanpa awak sangat bergengsi di Indonesia yang diselenggarakan oleh kementerian riset, Teknologi, dan Pendidikan tinggi Republik Indonesia melalui Pusat Prestasi Nasional yang digunakan bagi seluruh universitas di Indonesia. Pada perlombaan ini peserta wajib membuat pesawat tanpa awak dengan system kendali sebagai control pesawat dan membuat *Ground Control Station* (GCS). Yang dimana wahana harus bisa mengudara dan melakukan misi sesuai dengan peraturan yang tertera pada juknis lomba. Pada penelitian ini dikhususkan dalam pengamanan data saat pengiriman ke *Ground Control Station*. Pembuatan *Ground Control Station* menggunakan Node.js dalam perancangan desain *front end* serta *back end* dan nilai yang nanti dikirim peneliti menggunakan alat rancangan sederhana dengan menggunakan Arduino Mega sebagai *controller* pengiriman data, sensor yang dipakai menggunakan pakai *Inertial Measurement Unit* (IMU) Mpu 6050 dan *Global Positioning System* (GPS) Neo 8m, serta *telemetry* yang dipakai adalah NRF24I01. Pada proses pengiriman ditambahkan algoritma *Cyclic Redudancy Check* (CRC) yang berfungsi sebagai nilai *checksum*. Berdasarkan hasil pengujian dengan mengirimkan 11 data sensor dengan menggunakan *checksum* didapati jumlah data sensor yang masuk kedalam *Ground Control Station* masih aman dan dapat meminimalisir terjadinya kerusakan pada paket data. Dan menggunakan *Cyclic Redudancy Check* (CRC) sebagai *checksum* integritas data yang diterima terjaga cukup baik, karna algoritma *Cyclic Redudancy Check* (CRC) mampu membuang data yang tidak lengkap / rusak.

Kata kunci : KRTI, Ground Control Station, *Cyclic Redudancy Check*

ABSTRACT

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 Higher Education of the Republic of Indonesia through the National Achievement Center which is used by all universities in Indonesia. In this competition participants are required to create a drone with a control system to control the aircraft and create a Ground Control Station (GCS). Where the vehicle must be able to air and carry out missions in accordance with the regulations stated in the competition technical guidelines. This research is devoted to securing data when sending it to the Ground Control Station. Making the Ground Control Station using Node.js in designing the front end and back end and value which will be sent by researchers using a simple design tool using an Arduino Mega as a data sending controller, the sensors used use an Inertial Measurement Unit (IMU) Mpu 6050 and Global Positioning System (GPS) Neo 8m, and the telemetry used is NRF24I01. In the sending process, a Cyclic Redundancy Check (CRC) algorithm was added which functions as a checksum value. 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 using Cyclic Redundancy Check (CRC) as a 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.

Keywords: KRTI, Ground Control Station, Cyclic Redundancy Check

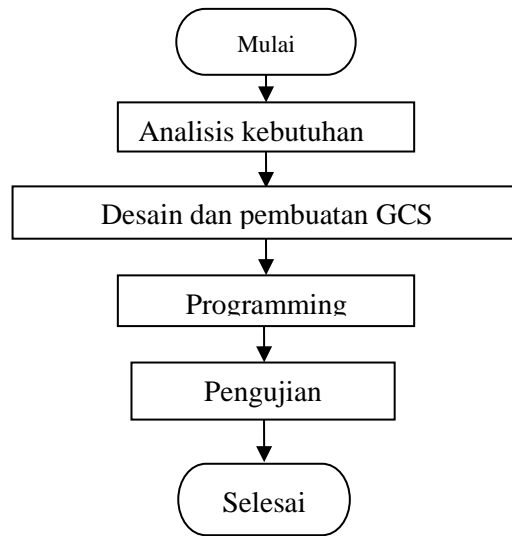
PENDAHULUAN

Zaman modernisasi adalah perubahan zaman dari yang kurang berkembang ke arah yang lebih baik dengan harapan kehidupan bermasyarakat tidak ketinggalan zaman. Salah satu modernisasi adalah dalam bidang ilmu teknologi. Kemajuan teknologi merupakan dasar untuk mengembangkan kehidupan berbangsa dan bernegara. Suatu negara dikatakan maju apabila ilmu pengetahuan dan teknologinya dikuasai pada negara tersebut. Bisa kita lihat pada kehidupan masyarakat saat ini, bahwasannya teknologi sudah menjadi dasar dalam menjalankan kehidupan sehari-hari. Komunikasi wireless adalah komunikasi secara wireless atau tanpa kabel. Penelitian tentang komunikasi wireless sudah dilakukan sejak tahun 1960-an. contoh komunikasi wireless adalah transfer informasi apapun secara jarak jauh tanpa menggunakan kabel. Pengiriman data secara nirkabel mempunyai tingkat kehilangan sebagian atau seluruh data sangat besar. Kehilangan data dalam jaringan sensor nirkabel umum dan mempunyai pola khusus karena noise, collision, unreliable link, serta kerusakan yang tidak terduga yang sangat mengurangi akurasi rekonstruksi. Pada wahana yang mempunyai area jelajah luas atau dikenal dengan Unmanned Aerial Vehicle (UAV), UAV (Unmanned Aerial Vehicle) dikenal sebagai pesawat terbang tanpa awak. UAV didefinisikan sebagai pesawat terbang tanpa pilot menggunakan gaya aerodinamik untuk terbang . baik secara otomatis dengan bantuan auto pilot atau dikendalikan jarak jauh dan dapat membawa muatan atau tidak. UAV telah dikembangkan untuk berbagai keperluan dari memiliki kemampuan untuk melakukan berbagai jenis misi penginderaan baik untuk sipil ataupun militer hingga pemantauan gedung. UAV sendiri adalah system yang terdiri dari beberapa subsistem.

Penelitian dan pengembangan system UAV sangat luas, apabila dikategorikan akan menjadi beberapa sub bagian air vehicle, Ground Control Station, Payloads, Data link dan support equipment. Dalam operasional UAV, tugas Ground Control Station sebagai stasiun pemantau dan komando sehingga operator di darat bisa mengirimkan perintah misi, mengawasi jalannya misi tersebut dan memantau kondisi UAV selama misi berlangsung . Ground Control Station (GCS) dalam melakukan pemantauan kondisi UAV bergantung pada kemampuan komunikasi antara GCS dengan UAV. ground control station dapat melakukan pemantauan kondisi UAV pada jarak terbatas. Hal ini dikarenakan komunikasi antara GCS dengan UAV memanfaatkan jaringan lokal. Sehingga area cakupannya menjadi terbatas dan GCS tidak dapat diakses oleh operator yang berada di luar area jaringan lokal. Ground control station yang hanya bisa memantau kondisi dan mengendalikan UAV pada jarak terbatas saja tentunya tidak baik, karena untuk melakukan pengawasan diperlukan ground control station yang dapat memberikan pantauan kondisi dan kendali UAV secara terus menerus. Sehingga diperlukan sistem ground control station yang mampu terhubung dengan UAV tanpa terbatas dengan jangkauan pemancar kendali. Dengan sistem ini di harapkan dapat memberikan kemudahan dalam pengoperasian pesawat tanpa awak. Data tersebut dikirimkan melalui telemetri berupa radio frekuensi . Telemetri wireless dapat memberi kemudahan dalam pengukuran, pemantauan dan mengurai hambatan untuk mendapatkan informasi.

pengiriman data disebut dengan komunikasi data atau informasi dari dua atau lebih alat yang terhubung dalam sebuah jaringan pada, dasarnya komunikasi data merupakan penggabungan dari dunia komunikasi dan juga computer, umumnya komunikasi data memiliki komponen dasar system yakni Sumber atau (pemancar atau penirim). Sumber berarti pengirim atau pemancar informasi data lalu ada yang namanya medium transmisi adalah saluran tempat informasi tersebut disalurkan ke tempat tujuan media yang diperlukan dapat berupa kabel, udara ,cahaya, dan sebagainya dan yang terakhir adalah penerima yaitu alat yang menerima informasi yang 4 dikirimkan. Oleh karena itu penulis merancang aplikasi dengan menggunakan telemetri radio frekuensi sebagai komunikasi data.

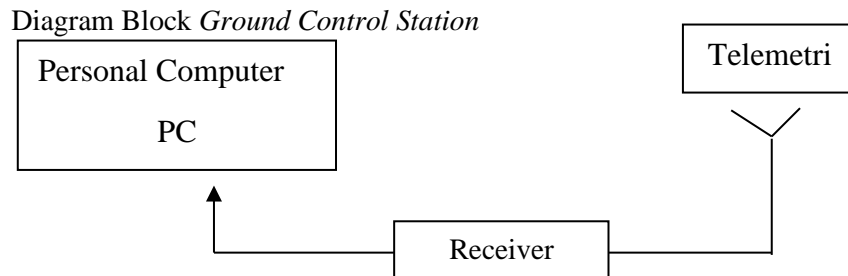
METODOLOGI PENELITIAN



Gambar 1 Tahapan Penelitian

2.1 Rancangan Desain dan Aplikasi GCS

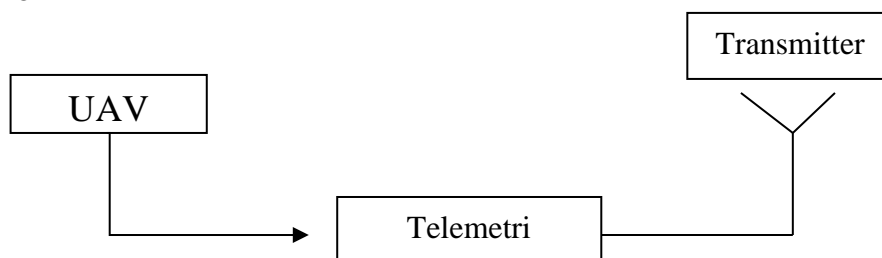
Perancangan User Interface merupakan gambaran terhadap sistem yang akan dirancang yang bertujuan untuk memudahkan gambaran sistem dalam penyampaian konten informasi. Berikut desain *user interface* yang akan dibangun.



Gambar 2 Diagram *Block ground control station*

Pada GCS, komputer atau laptop dihubungkan dengan telemetri 433 Mhz menggunakan USB, *Ground Control Station* berfungsi sebagai stasiun penerima data dari UAV.

Diagram Blok *Transmitter*



Gambar 3 Diagram blok *transmitter*

Pada bagian Pengirim , UAV dihubungkan dengan telemetri 433 Mhz sebagai pengirim data sensor yang akan diterima oleh GCS sebagai Receivernya

2.1.1 Perancangan Protocol Komunikasi

Isi paket data yang akan di kirim ke GCS

Tabel 1 Perancangan format data pengiriman

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

Keterangan :

- Byte – 0 dan 1 dijadikan sebagai Header contoh nilai : 1
- Byte ke 2 untuk nilai Baterai yang nantinya nilai baterai menentukan berapa persen baterai yang masih tersedia. Contoh nilai : 12,5 Volt
- Byte ke 3 dan 4 digunakan untuk nilai arus yang dialirkan oleh baterai ke komponen-komponen UAV. Contoh nilai : 2000 mA
- Byte ke 5 dan ke 6 untuk nilai Suhu , suhu tersebut digunakan untuk mentukan suhu yang ada di area wahana UAV pada saat mengudara. Contoh nilai : 50 derajat celcius

Tabel 2 Perancangan format data pengiriman

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

Keterangan :

- Byte 7 dan 8 berisi nilai Altitude , altitude dalah jarak vertical diatas titik sebuah titik atau level yang dipakai sebagai patokan atau referensi. Contoh nilai
- Byte 9 sampai 10 berisi nilai longitude , longitude atau garis bujur adalah garis yang menentukan ajarak disebalah barat atau timur. Contoh nilai : -5,3804352

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	

Keterangan :

- Byte 13 sampai 16 berisi nilai Latitude, latitude atau garis lintang dalah garis yang menentukan jarak disebelah utara atau selatan Contoh nilai : 105,2605222
- Byte ke 17 berisi nilai jumlah satelit , jumlah satelit nantinya digunakan sebagai batang signal GPS yang terpanjang semakin banyak satelit semakin bagus pembacaan GPS.Contoh nilai : 16 Satelit
- Byte ke 18 berisi nilai status satelit , fungsi status sebagai monitoring perkembangan satelit apakah terhubung atau terputus. Contoh nilai : 0 / 1
- Byte ke 19 dan byte 20 berisi nilai Gyro X , digunakan untuk menentukan sudut X pada posisi UAV.Contoh nilai : 90 derajat

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	

Keterangan :

- Byte 21 dan 22 berisi nilai Gyro Y, digunakan untuk menentukan sudut Y pada posisi UAV.Contoh nilai : - 90 derajat
- Byte 23 dan 24 berisi nilai Gyro Z, digunakan untuk menentukan sudut Y pada posisi UAV. Contoh nilai : 110 derajat
- Byte 25 dan 26 berisi nilai Accelero X, digunakan untuk mengukur percepatan object yang bergerak dengan sudut X.Contoh nilai : -1
- Byte 27 dan 28 berisi Accelero Y, digunakan untuk mengukur percepatan object yang bergerak dengan sudut Y. Contoh nilai : -5

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	

Keterangan :

- Byte 29 dan 30 berisi Accelero Z , digunakan untuk mengukur percepatan object yang bergerak dengan sudut Z.Contoh nilai : 5
- Byte 31 dan 32 berisi nilai Yaw , digunakan untuk pergerakan sumbu vertical kiri dan kanan dari hidung pesawat.Contoh nilai :50

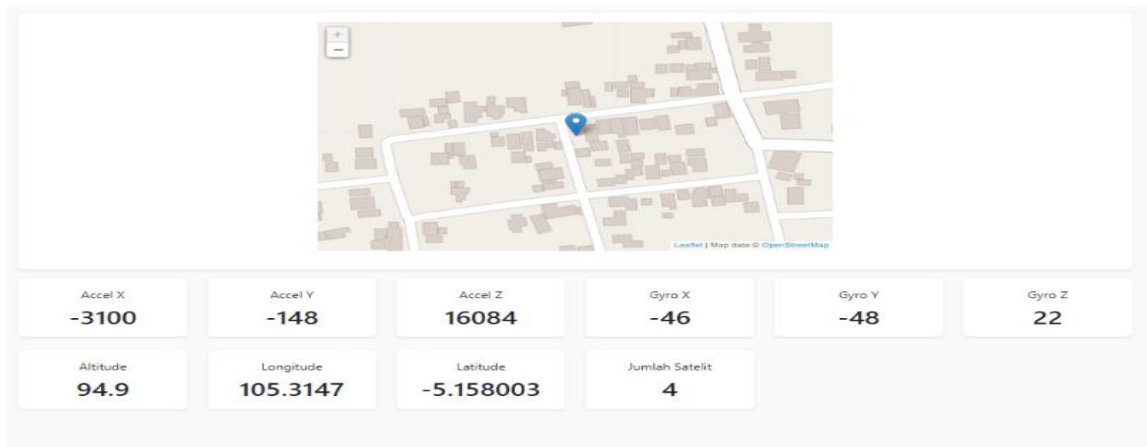
- Byte 33 dan 34 berisi nilai Pitch, digunakan untuk pergerakan dari atas dan bawah dari hidung pesawat. Contoh nilai : -50
- Byte 35 dan 36 berisi nilai Roll digunakan untuk pergerakan memutar terhadap sumbu manjang dari hidung pesawat. Contoh nilai : - 20
- Byte ke 37 dan 38 berisi nilai CRC yang digunakan sebagai intergritas data pada saat data sedang di kirim dengan contoh nilai : 1c7b

HASIL DAN PEMBAHASAN

Implementasi pada penelitian in bertujuan untuk menguji dalam keamanan pengiriman data pada *receiver*. System pengamanan data menggunakan algoritma CRC sebagai pengujian integritas data yang dikirim oleh *Transmitter* yang nantinya nilai CRC tersebut digunakan sebagai validasi bahwa data yang dikirim itu benar.

3.1 Desain Dashboard GCS

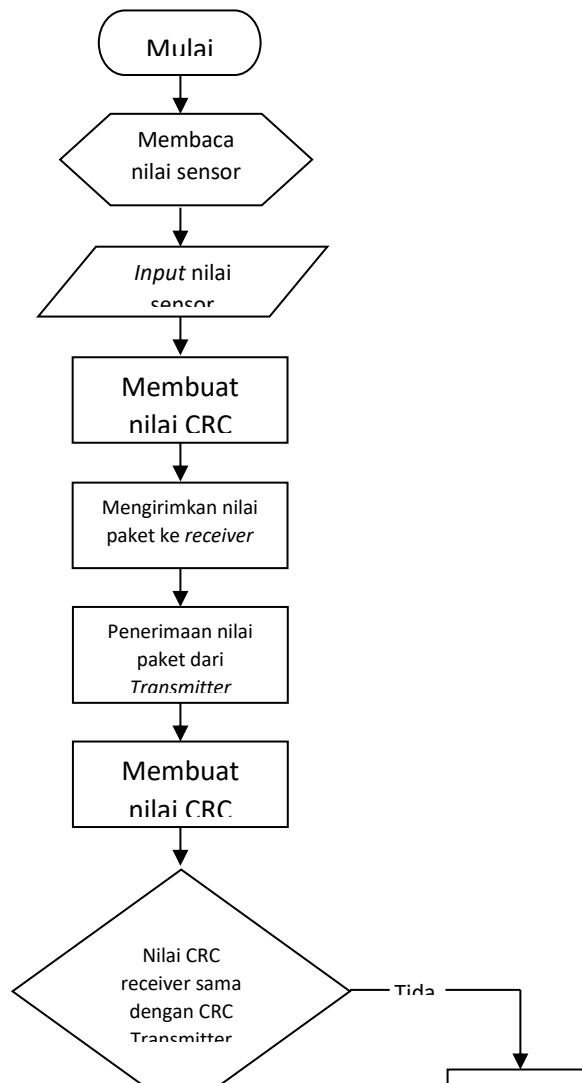
Rancangan tampilan dasbord merupakan rancangan yang akan dibangun untuk tampilan awal program. pada dashboard terdapat menu *dashboard* dan *Plan* yang berfungsi sebagai planing dari sistem auto pilot sebagai pembuatan titik plan yang akan di lakukan wahana pada saat sedang mode auto pilot dan menu login yang digunakan untuk masuk ke halaman utama.



Gambar 4. Tampilan Dashboard

3.2 Pengujian Keseluruhan sistem

Pengujian keamanan data yang dilakukan bertujuan untuk melihat seberapa aman data yang dikirim sampai ke penerima dengan jarak yang variasi pengujian ini di coba dengan dimulai dari jarak 10 meter ke 30 meter sampai 50 meter. Dan akan diliat dari nilai CRC yang dikirim oleh *transmitter* dan diterima oleh receiver lalu receiver akan mengenerate CRC ulang dengan data yang baru diterima jika nilai CRC *transmitter* sama dengan inisialisasi IO nilai yang digenerate oleh *receiver* maka nilai kan dimunculkan di serial monitor menggunakan aplikasi Arduino IDE tetapi jika paket rusak di bagian serial monitor akan menuliskan “CRC Tidak cocok”. Guna untuk mengetahui bahwa ada paket yang rusak atau tidak sesuai dengan nilai CRC. Proses pengujian keseluruhan system dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Flowchart keseluruhan *system*

3.3 Pengujian Dengan Jarak 10 Meter Tanpa CRC

Pengujian ini untuk melihat respon data apakah dengan jarak 10 meter dengan 5 kali percobaan dan di ambil data 10 pertama yang diterima oleh receiver, dapat diliat pada Tabel 1

Tabel 1 Nilai sensor yang diterima di jarak 10 meter tanpa CRC

No	Pengujian									
	Accel X	Accel Y	Accel Z	Gyro X	Gyro Y	Gyro Z	Altitude	Longitude	Latitude	Satelite
1	-3508	676	16148	-42	-61	23	70,6	1.053.144	-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
2	-2996	-148	16052	-44	-47	21	81	105,3146	-5,158032	8
	-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
3	-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
	-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
4	-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
	-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
5	-3376	-180	16140	-46	-48	29	65,3	105,3145	-5,157949	9
	-3068	-240	16180	-47	-45	26	70,2	105,3146	-5,15803	7
	-3040	-76	16152	-46	-49	25	64,8	105,3145	-5,157996	7

	-3112	-188	16112	-46	-45	21	79,5	105,3146	-5,158024	7
	-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
	-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
	-3028	-168	16180	-44	-50	17	78,6	105,3146	-5,158029	8

Pada tabel 1 adalah hasil dari receiver dalam penerimaan nilai paket di jarak 10 meter bahwa di jarak tersebut receiver masih bisa menerima paket yang dikirim oleh *transmitter*, namun terdapat beberapa nilai data yang rusak atau tidak lengkap dapat dilihat dari tabel 4.1 nilai dari altitude dan Longitude yang ditandai terdapat nilai yang kurang sebagai contoh yang seharusnya memiliki Panjang 8 karakter namun hanya mengirimkan Panjang 7 karakter baik bagian pengujian 1 sampai 5 memiliki paket data yang rusak atau tidak lengkap

3.4 Pengujian dengan jarak 10 meter menggunakan CRC

Pengujian ini untuk melihat respon data yang muncul di serial monitor apakah masih aman dengan menggunakan algoritma CRC dan data paket tidak rusak dengan jarak 10 meter, dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2 Nilai sensor yang diterima di 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
2	-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
	-3132	-148	16104	-46	-48	19	1433.5	1.053.035	-5.160.258	3	60621

	-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
	-3080	-184	16080	-49	-45	23	1426.7	1.053.035	-5.160.258	3	30485
3	-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
	-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
4	-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
	-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	
5	-3108	-116	15956	-45	-50	22	82.5	1.053.145	-5.157.981	9	32443
	-3168	-140	16112	-46	-50	24	84.5	1.053.145	-5.157.983	9	34493
	-3200	-156	15980	-46	-51	20	86.8	1.053.145	-5.157.987	8	36543
	-3200	-156	15980	-46	-51	20	86.8	1.053.145	-5.157.987	9	36543
	-3080	-116	15960	-47	-48	20	85.9	1.053.145	-5.157.988	9	35518
	-3144	-108	15984	-47	-51	22	84.8	1.053.145	-5.157.989	9	34493
	-3180	-124	16060	-42	-52	21	82.3	1.053.145	-5.157.989	9	32443
	-3132	-16	16052	-44	-52	15	73.8	1.053.145	-5.157.989	9	23218
	-3132	-16	16052	-44	-52	15	73.8	1.053.145	-5.157.989	9	23218
-3132	-120	16096	-47	-50	23	72.7	1.053.145	-5.157.982	8	22193	

Pada tabel 2 adalah hasil dari *receiver* dalam penerimaan nilai paket di jarak 10 meter bahwa di jarak tersebut paket masih tetap aman dan belum ada paket yang rusak. Dari 5 kali percobaan masih belum ada yang rusak atau tidak lengkap datanya dapat dilihat dari CRC yang dibuat dan yang dikirim sama dan hal tersebut dapat membuktikan bahwa paket benar - benar aman pada saat penerimaan untuk bagian Panjang karakter yang dikirim juga sama.

3.5 Pengujian dengan jarak 30 meter tanpa CRC

Pengujian ini untuk melihat respon data yang muncul di serial monitor apakah masih tetap aman dan muncul di serial monitor dengan jarak 30 meter , dapat dilihat pada Tabel 3

Tabel 3 Nilai sensor yang diterima di jarak 30 meter tanpa CRC

No	Pengujian									
	Accel X	Accel Y	Accel Z	Gyro X	Gyro Y	Gyro Z	Altitude	Longitude	Latitude	Satelite
1	-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
2	-3020	64	15928	-47	-49	24	49,4	105,3146	-5,15809	7
	-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
	-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
3	-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
	-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
4	-3296	-148	16060	-47	-50	23	72,8	105,3145	-5,157907	12
	-3452	-108	15900	-45	-49	19	72,7	105,3145	-5,157907	12
	-3352	-60	16152	-45	-49	23	73,1	105,3145	-5,157907	12
	-2576	-1280	16212	-46	-47	19	74,1	105,3145	-5,157907	12
	-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
5	-3376	-180	16140	-46	-48	29	65,3	105,3145	-5,157949	9
	-3068	-240	16180	-47	-45	26	70,2	105,3146	-5,15803	7
	-3040	-76	16152	-46	-49	25	64,8	105,3145	-5,157996	7
	-3112	-188	16112	-46	-45	21	79,5	105,3146	-5,158024	7
	-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
	-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
	-3444	68	16244	-45	-51	19	46	105,3146	-5,158113	8
	-3308	-168	16308	-47	-48	21	63,8	105,3145	-5,157948	8

Pada tabel 3 adalah hasil dari pembacaan paket yang diterima oleh receiver dijarak 30 meter, dalam jarak 30 meter paket menampilkan nilai di serial monitor dan ada beberapa paket yang rusak dan jumlah data nilai yang rusak tidak lebih banyak dibandingkan dengan pengiriman dijarak 10 meter, data tersebut rusak dikarenakan Panjang nilai data tidak sesuai apa yang dikirim sama halnya kerusakan pada percobaan di jarak 10 meter

3.6 Pengujian dengan jarak 30 meter menggunakan CRC

Pengujian ini mengirimkan paket data dijarak 30 meter dengan menggunakan algoritma CRC dijarak agak sedikit jauh apakah masih tetap aman data yang dikirim, dapat dilihat pada Tabel 4

Tabel 4. Nilai sensor yang diterima di jarak 30 meter dengan CRC

No	Pengujian										
	Accel X	Accel Y	Accel Z	Gyro X	Gyro Y	Gyro Z	Altitude	Longitude	Latitude	Sat	CRC
1	-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
	-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
2	-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
	-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
	-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
3	-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
	-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
4	-3108	-128	16104	-46	-52	26	57.1	1.053.147	-5.157.982	9	6818

5	-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
	-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
5	-3108	-116	15956	-45	-50	22	82.5	1.053.145	-5.157.981	9	32443
	-3168	-140	16112	-46	-50	24	84.5	1.053.145	-5.157.983	9	34493
	-3200	-156	15980	-46	-51	20	86.8	1.053.145	-5.157.987	8	36543
	-3200	-156	15980	-46	-51	20	86.8	1.053.145	-5.157.987	9	36543
	-3080	-116	15960	-47	-48	20	85.9	1.053.145	-5.157.988	9	35518
	-3144	-108	15984	-47	-51	22	84.8	1.053.145	-5.157.989	9	34493
	-3388	108	15992	-46	-49	23	72.1	1.053.145	5.157.928	9	32788
	-3472	52	16084	-44	-49	24	70.8	1.053.145	-5.157.946	9	29670
	-3116	-128	16024	-42	-52	26	64.8	1.053.146	-5.157.976	7	13993
	-3380	92	16204	-45	-52	21	70.1	1.053.145	-5.157.963	7	48409

Pada tabel 4 adalah hasil dari penerimaan paket data yang dikirim dan ditampilkan di serial monitor dalam jarak 30 meter ini penerimaan data tersebut masih tetap aman dan belum ada paket data yang rusak dari segi Panjang karakter juga masih sesuai dengan apa yang dikirim oleh *transmitter*.

3.7 Pengujian dengan jarak 50 meter tanpa CRC

Pada pengujian ini *transmitter* mengirim di jarak 50 meter tanpa menggunakan algoritma CRC dengan di uji 5 kali percobaan dan diambil 10 paket data pertama. dapat dilihat dari Tabel 5

Tabel 5 Nilai sensor yang diterima di jarak 50 meter tanpa CRC

No	Pengujian									
	Accel X	Accel Y	Accel Z	Gyro X	Gyro Y	Gyro Z	Altitude	Longitude	Latitude	Satelite
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
5	-2428	-796	16316	-42	-63	24	75,6	105,3144	-5,15778	12

	-2324	-736	16244	42	-63	21	75,5	105,3144	-5,157784	12
	-2432	-808	16216	-52	-54	25	75,5	105,3144	-5,157784	12
	-2340	-860	16324	-45	-63	24	75	105,3144	-5,157784	12
	-2400	-740	16180	-49	-59	21	75,5	105,3144	-5,157784	12
	-2384	-736	16324	-40	-64	27	75,6	105,3144	-5,157785	12
	-2364	-764	16484	-42	-60	25	75	105,3144	-5,157787	12
	-2412	-744	16272	-47	-59	21	75,8	105,3144	-5,157787	12
	-2528	-816	16388	-45	-61	27	75,6	105,3144	-5,157778	12
	-2476	-740	16320	-40	-61	26	75	105,3144	-5,157788	12

Pada tabel 5 menunjukkan bahwa hasil dari pengiriman tersebut masih ada beberapa nilai data yang rusak atau tidak lengkap dan paling banyak kerusakan nilainya dijarak 50 meter dibandingkan dengan jarak sebelumnya

3.8 Pengujian dengan jarak 50 meter menggunakan CRC

Pada pengujian ini di jarak 50 meter akan diujikan mengirimkan paket data dengan menggunakan algoritma CRC, di uji 5 kali percobaan dan diambil 10 paket data pertama.. Dapat dilihat pada Tabel 6

Tabel 6. Nilai sensor yang diterima di 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	-5.157.982	8	41890
	-3084	-244	15920	-48	-47	22	68.3	1.053.145	-5.157.982	11	61338
	-3060	-92	15932	-49	-44	21	63.4	1.053.145	-5.157.999	9	14416
	-3172	-68	16096	-42	-49	18	60.4	1.053.145	-5.158.005	10	43673
	-3156	-204	16104	-46	-46	21	60.7	1.053.145	-5.158.005	10	54571
	-3068	-152	16092	-47	-48	21	57.6	1.053.145	-5.158.023	10	2981
	-3296	-148	16504	-39	-51	21	55.5	1.053.145	-5.158.033	9	4196
	-3072	-24	15952	-46	-47	17	65.4	1.053.145	-5.157.987	8	47002
	-3128	-160	16052	-47	-47	23	74.2	1.053.145	-5.157.944	8	51275
	-3196	-180	16184	-47	-46	26	98.6	1.053.145	-5.157.825	8	22931
2	-3080	-124	16024	-47	-46	26	101.5	1.053.145	-5.157.944	8	41890
	-3084	-244	15920	-48	-47	22	68.3	1.053.145	-5.157.982	11	61338
	-3152	-172	16100	-46	-47	20	42.5	1.053.145	-5.158.123	11	26424
	-3148	-168	16096	-46	-47	21	45.3	1.053.145	-5.158.107	11	39232
	-3264	-344	16100	-51	-41	25	47.9	1.053.145	-5.158.094	11	1319

	-3044	-244	16140	-47	-45	21	55.7	1.053.145	-5.158.041	11	52627
	-3088	-164	16312	-47	-44	19	62.4	1.053.145	-5.158.015	11	55401
	-3068	-224	16084	-46	-49	18	66.5	1.053.145	-5.157.994	11	51548
	-3000	-220	15972	-47	-47	23	73.3	1.053.145	-5.157.959	11	35649
	-2980	-120	15840	-51	-41	22	74.3	1.053.145	-5.157.955	11	5943
3	-3476	-8	16200	-44	-50	24	73.9	1.053.144	-5.157.965	11	28186
	-3452	44	16168	-42	-50	22	71.8	1.053.144	-5.157.969	11	62789
	-3168	-236	16088	-46	-52	24	71.5	1.053.146	-5.157.979	11	21168
	-3112	-36	16068	-45	-48	21	70.5	1.053.146	-5.157.978	11	20143
	-3100	-100	15924	-44	-50	21	68.5	1.053.146	-5.157.973	11	18093
	-3124	-128	16000	-45	-50	21	66.9	1.053.146	-5.157.972	11	16043
	-3116	-128	16024	-42	-52	26	64.8	1.053.146	-5.157.976	11	13993
	-3176	-224	16236	-47	-52	30	62.2	1.053.146	-5.157.951	11	11943
	-3164	-144	16016	-47	-49	19	59.9	1.053.147	-5.157.969	11	8868
	-3184	-144	16028	-47	-51	17	58.8	1.053.147	-5.157.983	11	7843
4	-3192	-204	16084	-45	-47	22	57.1	1.053.147	-5.157.982	10	61443
	-3148	-132	16316	-45	-47	26	76.1	1.053.146	-5.157.942	10	1636
	-3108	-128	16104	-46	-52	26	57.1	1.053.147	-5.157.982	11	6818
	-3140	-160	16128	-46	-51	23	58.9	1.053.146	-5.157.988	11	7843
	-3108	-116	15956	-45	-50	22	82.5	1.053.145	-5.157.981	11	32443
	-3168	-140	16112	-46	-50	24	84.5	1.053.145	-5.157.983	11	34493
	-3200	-156	15980	-46	-51	20	86.8	1.053.145	-5.157.987	11	36543
	-3200	-156	15980	-46	-51	20	86.8	1.053.145	-5.157.987	11	36543
	-3080	-116	15960	-47	-48	20	85.9	1.053.145	-5.157.988	11	35518
	-3064	-100	16104	-46	-48	20	80.1	1.053.145	-5.157.982	11	30393
5	-3108	-116	15956	-45	-50	22	82.5	1.053.145	-5.157.981	11	32443
	-3168	-140	16112	-46	-50	24	84.5	1.053.145	-5.157.983	11	34493
	-3200	-156	15980	-46	-51	20	86.8	1.053.145	-5.157.987	11	36543
	-1944	-212	16564	-43	-56	22	66.8	1.053.144	-5.157.771	12	17842
	-1800	-376	16236	-46	-62	21	67.1	1.053.144	-5.157.981	12	18867
	-3844	220	16116	-44	-61	25	76.9	1.053.144	-5.157.824	11	27835
	-1080	976	17472	-281	-408	354	76.8	1.053.144	-5.157.775	12	28092
	-2208	112	16208	-74	-155	8	78.3	1.053.144	-5.157.775	12	30142
	-1172	132	16600	-24	326	112	77.3	1.053.144	-5.157.779	12	29117
	-1408	1488	16832	-77	-22	27	71.3	1.053.144	-5.157.796	12	22967

Pada Tabel 6 menunjukkan dari serial monitor hasil dari penerimaan paket data yang dikirim pada pengiriman 5 kali percobaan ini masih belum terdapat paket yang rusak, yang jika CRC yang dibuat oleh *transmitter* dan yang dibuat oleh *receiver* sebagai validasi tidak sama maka paket data yang diterima tidak ditampilkan di GCS.

SIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dalam pengamanan data pada UAV dan GCS dapat diambil kesimpulan bahwa telah berhasil membuat suatu system keamanan data agar pada saat penerimaan paket data tetap terjaga integritasnya Dalam pengujian ini dengan menggunakan algoritma CRC sebagai validasi data dapat mempermudah dalam pengamanan data yang dikirim dan yang diterima sehingga pada pengujian jarak yang sudah di uji dapat menghasilkan data yang komplit atau tidak adanya paket yang rusak

DAFTAR PUSTAKA

- [1] AriefWisnuWardhana, Eka Firmansyah, AddinSuwastono, (2016) *Perancangan Dan Implementasi Cyclic Redundancy Check-16 Sebagai Metode Error Checking Pada Transmisi Pesan Protokol Modbus Remote Terminal Unit Berbasis Microcontroller Unit*. 3 (10).PP.1
- [2] Evi Triana, Deasy Permatasari, dan S Si,(2016) “*Pengembangan Aplikasi Ground Control Station di Divisi Roket Unmanned System UNIKOM,*” t.t., 1.
- [3] Muhammad Rofiq. AgamDhanySaputro.(2010).*Aplikasi Otomatis Maintenance Perangkat Lunak Dengan Fungsi Heuristic Integrity Checkers Dan Logika Fuzzy C-Means*. PP.3-4
- [4] Rahmad Hidayat dan Ronny Mardiyanto (2016). *PengembanganSistemNavigasiOtomatis Pada UAV (Unmanned Aerial Vehicle) dengan GPS(Global Positioning System) Waypoint*. Jurnal Teknik ITS Vol.5, No.2
- [5] Adiguna Yudhanto (2020). *Implementasi Sensor Thermocouple Berbasis Telemetry Untuk Mengukur Thermal Pembakaran Propelan Roket*
- [6] Ainun Arsyi Sahifa, Rachmad Setiawan ,dan Muhammad Yazid (2020). *Pengiriman Data Berbasis Internet of Things Untuk Monitoring Sistem Hemodialisis Secara Jarak Jauh*
- [7] Griffani Megiyanto Rahmatullah dan Muhamad Rizki (2021). *Custom Cyclic Redundancy Check dan Manajemen Komunikasi Pengiriman dan Penerimaan Data pada Arsitektur Delay Tolerant Network*
- [8] Fredy Aga Nugroho, Raden Sumiharto, Roghib Muhammad Hujja (2018). *Pengembangan Sistem Ground Control Station Berbasis Internet Webserver pada Pesawat Tanpa Awak*
- [9] Zurnawita dan Chandra D, 2016, “*Pembuatan perangkat aplikasi pemanfaatan wireless sebagai media untuk mengirimkan data serial*”, Jurnal Ilmiah Poli Rekayasa Vol.2, No.1, Oktober 2006.
- [10] Wahyuni, 2017, “*Implementasi Steganografi Dalam Menyembunyikan Pesan Dengan Metode Most Significant Bit (MSB)*”, Jurnal Nasional Informatika dan Teknologi Jaringan, Vol.1, No.2, Maret 2017.
- [11] Wardhana, 2016, “*Perancangan Dan Implementasi Cyclic Redundancy Check – 16 Sebagai Metode Error Checking Pada Transmisi Pesan Protokol Modbus Remote Terminal Unit Berbasis Microcontroller Unit*”. Vol. 5, Maret 2016.

- [12] Susanto, Pramana, dan mujahidin, 2011, “*Perancangan Sistem Telemetri Wireless Untuk Mengukur Suhu Dan Kelembaban Berbasis Arduino Uno R3 Atmega328p Dan Xbee Pro*”, Jurnal Teknik Elektro 2011.
- [13] Anwar S dkk, 2105, “Implementasi Kriptografi dengan Enkripsi Shift Vigenere Chiper Serta Checksum Menggunakan CRC32 pada Data Text”, Jurnal Sistem Informasi, Vol.2, 2015.
- [14] Azmi Z, 2014, “*Deteksi dan Koreksi Kesalahan pada Komunikasi Data*”, Jurnal Saintikom Vol.13, No.2, Mei 2014
- [15] Mahejabeen I, 2015, “*Reliable Transmission of Information Over Channels Using Cryptography and Convolutional Codes*” . *International Journal of Innovative Science, Engineering & Technology*, Vol 2. 5 May 2015
- [16] Syahrul, M. F. Wicaksono, and Sumarsono, “Design and Application of a Portable Fingerprint System for Student Attendance Web-Based and Telegram Using Raspberry Pi,” IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, vol. 879, 2020, doi: 10.1088/1757-899X/879/1/012101.
- [17] Rianto, A. Rahmatulloh, and T. A. Firmansah, “Telegram Bot Implementation in Academic Information Services with The Forward Chaining Method,” Sinkron, vol. 3, no. 2, pp. 73–78, 2019, doi: 10.33395/sinkron.v3i2.10023.
- [18] M. Alhothaily, M. Alradaey, M. Oqbah, and M. El-Kustaban, “Fingerprint Attendance System for Educational Institutes,” Journal of Science and Technology, vol. 20, no. 1, pp. 34-44, 2015, doi: 10.20428/JST.20.1.4
- [19] M. B. Chaniago and A. Junaidi, “Student Presence Using RFID and Telegram Messenger Application: A Study in SMK Unggulan Terpadu Pgi Bandung, Indonesia,” International Journal of Higher Education, vol. 8, no. 3, 2019. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/333003617_Student_Presence_Using_RFID_and_Telegram_Messenger_Application_A_Study_in_SMK_Unggulan_Terpadu_Pgi_Bandung_Indonesia
- [20] S. Zondo, K. Ogudo and P. Umenne, “Design of a Smart Home System Using Bluetooth Protocol,” 2020 International Conference on Artificial Intelligence, Big Data, Computing and Data Communication Systems (icABCD), 2020, pp. 1-5, doi: 10.1109/icABCD49160.2020.9183815.
- [21] E. A. Z. Hamidi, M. R. Effendi, and N. Ismail, “The Implementation of DHCP Relay Using Pox Controller on Openflow Protocol,” International Journal of Engineering & Technology, vol. 7, no. 29, pp. 821–825, 2018. [Online]. Available: <https://www.sciencepubco.com/index.php/ijet/article/view/14264/5735>
- [22] G. M. Debele and X. Qian, “Automatic Room Temperature Control System Using Arduino UNO R3 and DHT11 Sensor,” 2020 17th International Computer Conference on Wavelet Active Media Technology and Information Processing (ICCWAMTIP), 2020, pp. 428-432, doi: 10.1109/ICCWAMTIP51612.2020.9317307.
- [23] F. A. R. M. Wildan, E. A. Z. Hamidi and T. Juhana, “The Design of Application for Smart Home Base on LoRa,” 2020 6th International Conference on Wireless and Telematics (ICWT), 2020, pp. 1-6, doi: 10.1109/ICWT50448.2020.9243648.
- [24] S. Opipah, 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), 2020, pp. 1-5, doi: 10.1109/ICWT50448.2020.9243643.
- [25] I. A. Gufron, O. Fathurohman, M. Roifah, M. Wildan, P. Supendi and E. A. Z. Hamidi, “Prototype Design of Smart Office at Institut Agama Islam Bunga Bangsa Cirebon (IAI-BBC)

Base on LoRa," 2020 6th International Conference on Wireless and Telematics (ICWT), 2020, pp. 1-6, doi: 10.1109/ICWT50448.2020.9243657.