

Sistem Mitigasi Bencana Tanah Longsor Berbasis Gelombang Radio

Agus Purwadi¹, Denny Trias Utomo², Partaonan Harahap³

^{1,2}Program Studi Teknik Komputer, Jurusan Teknologi Informasi

Politeknik Negeri Jember Jl. Mastrip 164 Jember - Jawa Timur

³Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU)

Jl. Kapten Muchtar Basri, No. 03 Medan Telp. (061) 6622400 ex. 12 Kode pos 20238

e-mail: agus_purwadi@polije.ac.id¹, denny_trias@polije.ac.id², partaonanharahap@umsu.ac.id³

Abstrak— Wilayah Indonesia memiliki potensi tinggi untuk terkena bencana geologi, yaitu letusan gunung api, gempa bumi, longsor, tsunami dll. Dengan tujuan memberi perlindungan dari bencana geologi, dan menekan jumlah korban jiwa dan kerugian harta benda yang mungkin timbul, maka perlu dilakukan mitigasi bencana geologi. Mitigasi merupakan proses mengupayakan berbagai tindakan preventif untuk meminimalkan dampak negatif bencana alam yang diantisipasi akan terjadi di masa yang akan datang di suatu wilayah. Di suatu daerah yang jaringan GSM-nya cukup besar, sistem informasi kebencanaan sudah digantikan oleh teknologi canggih yang dikembangkan protokol GSM. Namun bila terjadi gangguan telekomunikasi via handphone saat bencana, atau adanya gangguan jaringan listrik, dalam ketiadaan komunikasi regular, atau saat semua infrastruktur komunikasi jatuh dan juga kondisi geografis daerah yang tidak terjangkau jaringan publik. Maka salah satu media yang efektif dalam upaya menciptakan sistem informasi yang ideal adalah komunikasi radio, yang mana banyak dipakai para anggota Amatir Radio yang tersebar luas di Indonesia. Radio, merupakan media elektronik yang tidak hanya murah, tetapi juga dapat diakses oleh semua lapisan masyarakat, bahkan daya jangkauan siaran Radio sampai ke segala penjuru daerah terpencil yang minim fasilitas. Maka penelitian ini dilakukan untuk menggunakan transmisi gelombang radio pada spectrum VHF dengan frekuensi 144 MHz sebagai media transmisi untuk melewati sinyal informasi mitigasi bencana berupa tanah longsor untuk masyarakat lokal. Dari integrasi sistem tersebut kemudian dilakukan pengukuran untuk mendapatkan nilai arah rambat gelombang, *gain* serta *bandwith* dari transmisi gelombang radio tersebut.

Kata kunci : Gelombang Radio, FSK (*Frequency Shift Keying*), VHF (*Very High Freqwensi*)

Abstract—*Indonesian territory has a high potential for geological disasters such as volcanic eruptions, earthquakes, landslides, tsunamis. To provide disaster protection it is necessary to carry out mitigation which is a preventive action to minimize the negative impact of natural disasters that occur. In areas where the GSM network is large enough, the disaster information system is being replaced by the advanced technology developed by the GSM protocol. However, if there is a telecommunication disruption and when all the regular communication infrastructure is down as well as geographic conditions are not covered by the public network. So one of the effective media in an effort to create an ideal information system is radio communication, which is widely used by Amatir Radio members who are widespread in Indonesia which can be accessed by all levels of society with a wide range. So this research was conducted by utilizing the VHF spectrum radio wave transmission with a frequency of 144 MHz as a transmission medium to convey information signals on landslide disaster mitigation for the community. From the system integration measurements were taken to obtain the value of the ground motion sensor and the range of radio wave transmission..*

Keywords : Radio Waves, FSK (*Frequency Shift Keying*), VHF (*Very High Frequency*)

I. PENDAHULUAN

Wilayah Indonesia berada pada posisi tatanan geologi yang kompleks antara tiga lempeng bumi yaitu Indo-Australia, Eurasia, dan Pasifik yang terus bergerak melalui proses geologi yaitu sedimentasi, pengangkatan, pembengkokan, dan rekahan. Hal ini menyebabkan wilayah Indonesia memiliki potensi yang tinggi untuk terkena bencana geologi, yaitu letusan gunung berapi, gempa bumi, tanah longsor, tsunami, dll. Bertujuan untuk melindungi dari bencana

geologi, dan mengurangi jumlah korban jiwa dan kerugian harta benda yang mungkin timbul, mitigasi bencana geologi perlu dilakukan.

Mitigasi adalah proses upaya berbagai upaya pencegahan untuk meminimalkan dampak negatif dari bencana alam yang diantisipasi akan terjadi di masa depan di suatu daerah. Ada kecenderungan untuk lebih fokus pada mitigasi daripada respon pascabencana.

Di negara-negara di mana jaringan GSM (telepon seluler) cukup besar, sistem panggilan tradisional

telah digantikan oleh teknologi canggih yang dikembangkan oleh protokol GSM. Namun, jika terjadi gangguan telekomunikasi melalui telepon seluler pada saat terjadi bencana, atau gangguan pada jaringan listrik, tidak adanya komunikasi reguler, atau pada saat semua infrastruktur komunikasi terputus (Komunikasi Darurat). Maka salah satu media yang efektif dalam upaya menciptakan sistem informasi yang ideal adalah komunikasi radio, yang banyak digunakan oleh anggota Radio Amatir yang tersebar luas di Indonesia.

Radio merupakan media elektronik yang tidak hanya murah tetapi juga dapat diakses oleh semua lapisan masyarakat, bahkan jangkauan siaran radio ke seluruh pelosok daerah terpencil dengan fasilitas yang minim.

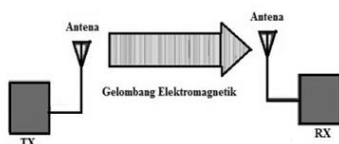
Komunikasi radio adalah hubungan komunikasi yang menggunakan media udara dan menggunakan gelombang radio sebagai pembawa sinyalnya. Radio masih dapat berjalan hanya dengan menggunakan baterai di Frekuensi AM (*Amplitude Modulation*), SW (*Short Wave*), atau FM (*Frequency Modulation*) selain itu, radio luar dengan band Frekuensi SW masih dapat mengudara, untuk menyampaikan berita darurat pada saat kesusahan, bencana alam, pencarian dan penyelamatan (SAR).

Pesatnya pertumbuhan internet dan televisi tidak serta merta membuat jangkauan pendengar radio kemudian kehilangan minat dan menurun. Tentunya radio masih menjadi salah satu pilihan favorit yang menempati tempat khusus di hati masyarakat Indonesia.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Gelombang Radio

Gelombang radio adalah gelombang yang memiliki frekuensi terkecil atau panjang gelombang terpanjang. Gelombang radio ada dalam rentang frekuensi yang luas dan berkisar dari beberapa Hz hingga gigahertz (GHz). Dan biasanya juga dihasilkan dari rangkaian isolator pada alat elektronik. Dan spektrum gelombang radio dipisahkan menjadi pita frekuensi atau panjang gelombang. Dalam transmisi gelombang radio terdapat dua badan yaitu pemancar (TX) dan penerima (RX), keduanya memiliki perangkat antenna yang digunakan untuk mengirim dan menerima gelombang elektromagnetik. Antena berfungsi untuk mengubah sinyal listrik menjadi sinyal elektromagnetik kemudian memancarkannya dan juga dapat berfungsi untuk menerima sinyal elektromagnetik dan mengubahnya menjadi sinyal listrik [1].



Gambar 1. Transmisi Gelombang Radio TX dan RX

Gelombang elektromagnetik adalah gelombang yang memiliki sifat listrik dan magnet secara bersamaan. Hubungan antara panjang gelombang (λ), frekuensi (f) dan kecepatan (v) adalah sebagai berikut [1]:

$$\lambda = \frac{v}{f}$$

Dengan λ = Panjang gelombang (m), f = frekuensi (Hz) dan v = kecepatan (m / s).

Dari persamaan ini dapat diketahui bahwa panjang gelombang bergantung pada kecepatan suatu medium. Jika mediumnya vakum, maka [1]:

$$v = c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

Maka :

Dengan λ = Panjang gelombang (m), C = kecepatan cahaya (3×10^8 m / s) dan f = frekuensi (Hz).

Dalam merancang sebuah antena terdapat rentang frekuensi tertentu yang dapat ditentukan frekuensi kerja atau frekuensi tengahnya (F_c), yaitu [1]:

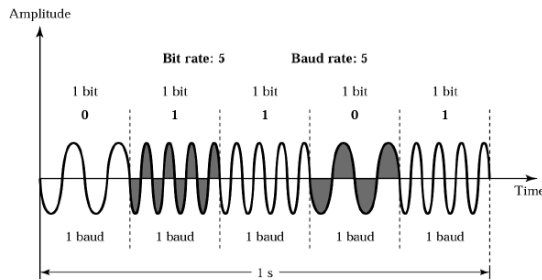
$$F_c = F_L + \left(\frac{F_H - F_L}{2} \right)$$

Dengan F_c = *Center frequency* (MHz), F_L = *Lower frequency* (MHz) dan F_H = *Top Frequency* (MHz).

B. Frequency Shift Keying (FSK)

Frequency Shift Keying (FSK) adalah metode untuk mengirim sinyal melalui pergeseran frekuensi. Metode ini merupakan bentuk modulasi yang memungkinkan gelombang modulasi menggeser frekuensi keluaran gelombang pembawa. Pergeseran ini terjadi antara harga yang telah ditentukan dan gelombang output yang tidak memiliki fase intermiten. Dalam proses modulasi ini, frekuensi gelombang pembawa bervariasi sesuai dengan ada tidaknya sinyal informasi digital. FSK adalah metode modulasi yang paling populer. Dalam proses ini gelombang pembawa digeser ke atas dan ke bawah untuk mendapatkan bit 1 dan bit 0. Kondisi ini disebut spasi dan tanda. Keduanya merupakan standar transmisi data yang sesuai dengan rekomendasi CCITT. FSK juga tidak bergantung pada teknik on-off pemancar, seperti yang telah ditentukan sebelumnya. Kehadiran gelombang pembawa terdeteksi untuk menunjukkan bahwa pemancar siap. Dalam hal menggunakan beberapa pemancar (*multi transmitter*), yang masing-masing dapat diidentifikasi berdasarkan frekuensinya. Prinsip deteksi gelombang pembawa umumnya digunakan untuk mendeteksi kegagalan sistem. Bentuk FSK Carrier termulasi mirip dengan modulasi FM. Secara konseptual, modulasi FSK adalah modulasi FM, hanya disini tidak ada variasi/deviasi atau frekuensi, hanya ada 2 kemungkinan yaitu *More or Less* (*High or Low, Mark or Space*). Tentunya pendeteksian (pengambilan konten *Carrier* atau proses demodulasi) akan lebih

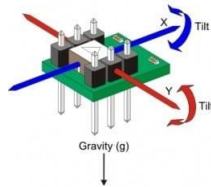
mudah, kemungkinan kesalahan (*error rate*) sangat minim. Umumnya jenis modulasi FSK digunakan untuk komunikasi data dengan *Bit Rate* (kecepatan transmisi) yang relatif rendah, seperti untuk *Telex* dan *Modem-Data* dengan *bit rate* tidak lebih dari 2400 bps (2,4 kbps). Bentuk sinyal modulasi FSK dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Modulasi FSK [4]

C. Sensor Gerakan Tanah

Sensor gerak tanah atau disebut juga akselerometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur percepatan. Percepatan kecepatan dan percepatan koordinat adalah dua hal yang berbeda. Koordinat percepatan adalah rentang perubahan kecepatan, sedangkan percepatan adalah percepatan yang diukur dari aslinya. Dalam prediksi longsor, akselerometer dapat mengukur kemiringan dan bertindak sebagai geofon.



Gambar 3. Sensor Gerakan Tanah

(Sumber: <https://sensornetwork.mipa.ugm.ac.id/2018/08/22/113/>)

Fitur sensor giroskop pada MPU6050 adalah sebagai berikut:

- Output digital sumbu X-, Y-, dan Z dengan sudut kemiringan 24
- Rentang yang dapat diprogram pengguna ± 250 , ± 500 , ± 1000 , dan ± 2000 derajat/detik
- ADC 16 bit terintegrasi
- Arus operasi 3,6 mA
- Uji mandiri pengguna
- Filter *low-pass* yang dapat diprogram secara digital
- Peningkatan kinerja kebisingan frekuensi rendah



Gambar 4. Modul MPU6050

(Sumber: <https://playgrond.arduino.cc>)

D. VHF (Very High Frequency)

Komunikasi VHF (*Very High Frequency*) merupakan komunikasi utama yang digunakan pada pesawat, untuk berkomunikasi dengan pihak luar (menara atau pesawat lain). Komunikasi VHF dapat digunakan untuk komunikasi suara (*voice*) dan data. Sama seperti komunikasi HF, komunikasi VHF menggunakan gelombang radio sebagai perantaranya. Frekuensi yang digunakan untuk komunikasi VHF adalah 118.000 MHz sampai dengan 136.975 MHz. Hal yang membedakan HF, komunikasi VHF bekerja secara line of sight. Hal ini dikarenakan gelombang VHF tidak dapat dipantulkan oleh lapisan ionosfer. Oleh karena itu komunikasi VHF hanya dapat digunakan untuk komunikasi jarak dekat [5].

Pemancar suatu perangkat yang bekerja pada spektrum VHF (*Very High Frequency*) adalah frekuensi radio HT yang memiliki jangkauan pancar lebih bebas, lebih jauh dan lebih luas dibandingkan dengan jangkauan pemancar UHF dengan tingkat frekuensi antara 136MHz sampai dengan 174MHz. Namun, frekuensi radio HT ini tidak dapat berfungsi dengan baik jika digunakan di tempat yang banyak penghalang, seperti gedung tinggi, tembok, atau pepohonan.



Gambar 5. Transceiver VHF

(Sumber: <https://momototy.com/wp-content/uploads/2016/07/handy-talky.jpg>)

E. Arduino Uno

Arduino adalah papan mikrokontroler berbasis ATmega328. Arduino memiliki 14 pin input/output dimana 6 pin dapat digunakan sebagai output PWM, 6 input analog, osilator kristal 16 MHz, koneksi USB, colokan listrik, head ICSP, dan tombol *reset*. Arduino mampu mendukung mikrokontroler; dapat dihubungkan ke komputer menggunakan kabel USB atau suplai dengan adaptor AC ke DC atau menggunakan baterai untuk memulainya. (Feri Djuandi, 2011).

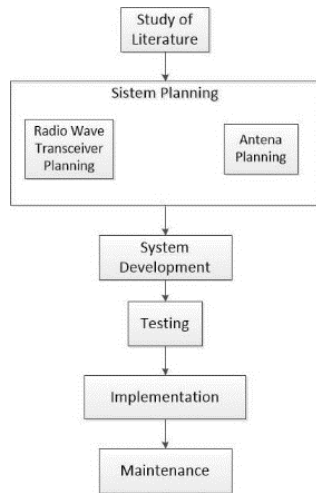


Gambar 6. Arduino Uno

(Source: <https://www.robotistan.com>)

III. METODE

Langkah-langkah untuk merancang dan merealisasikan penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 1, sebagai berikut:



Gambar 7. Metode *Research*

Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7 di atas, dapat dijelaskan sebagai berikut:

A. Studi literatur

Langkah ini dilakukan untuk mengkaji hal-hal yang berkaitan dengan perancangan dan pengujian sistem berdasarkan penelitian atau pekerjaan orang lain yang telah dilakukan dan teori-teori yang mendukung karakteristik transmisi gelombang radio, sensor, dan antena serta sistem kendali Arduino, mulai dari hipotesis penelitian, menyatakan bahwa semua parameter tersebut memiliki hubungan yang tidak terpisahkan dalam sistem komunikasi nirkabel karena saling mendukung.

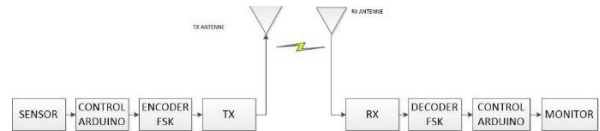
B. Perencanaan Sistem

Perancangan merupakan proses yang dilakukan untuk merancang antena yang akan dibuat sesuai dengan fungsi yang diinginkan. Desain harus dilakukan dengan hati-hati untuk memudahkan pembuatan antena.

C. Perencanaan Transceiver Gelombang Radio

Dalam perencanaan sistem sensor transceiver bagian-bagian sistem meliputi: sistem kontrol menggunakan Arduino, sistem sensor menggunakan accelerometer, transceiver yang terdiri dari sistem *transmitter* (TX) dan *receiver* (RX) menggunakan modul *Handy Talky* (HT) yang bekerja pada frekuensi VHF dan yang terakhir adalah sistem antena Yagi yang akan memancarkan sinyal informasi mitigasi bencana ke ruang bebas.

Diagram blok sistem secara keseluruhan dapat ditunjukkan pada Gambar 8 berikut ini.



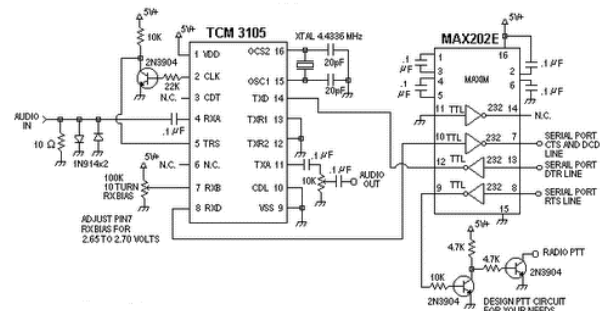
Gambar 8. Blok Diagram *Transceiver* Gelombang Radio

Deskripsi diagram blok di atas adalah sebagai berikut:

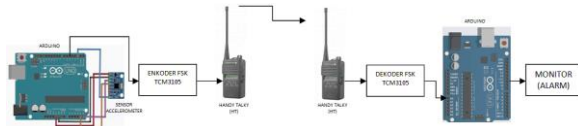
- Sensor menggunakan accelerometer, untuk mendeteksi pergerakan tanah.
- Encoder FSK (*Frequency shift Keying*) menggunakan IC TCM 3105, untuk mengubah data digital yang dihasilkan oleh sensor menjadi bentuk data serial yang akan ditumpangkan pada sinyal pembawa VHF *transmitter* (TX).
- TX merupakan perangkat pemancar yang menggunakan *Handy Talky* (HT) sebagai pemancar VHF pada frekuensi 144 MHz, untuk mengirimkan data sensor digital dari *encoder* FSK ke penerima (RX).
- Antena TX menggunakan Yagi, antena linear polarisasi yang berfungsi untuk memancarkan data sensor ke udara.
- Antena RX menggunakan Yagi merupakan antena polarisasi liner yang berfungsi untuk menangkap gelombang elektromagnetik (EM) dari hasil radiasi antena TX untuk ditransmisikan ke penerima (RX).
- RX merupakan perangkat penerima yang menggunakan *Handy Talky* (HT) sebagai penerima VHF pada frekuensi 144 MHz, untuk menerima data sensor digital dari sistem antena TX.
- Kontrol menggunakan Arduino, untuk menerjemahkan data sensor dari dekoder FSK berupa data serial digital untuk diterjemahkan dan diteruskan ke monitor.
- Monitor adalah seperangkat alat untuk mengukur dan menampilkan hasil transmisi data.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan perancangan yang telah dilakukan pada tahap sebelumnya, maka dirancanglah rancangan skema rangkaian perangkat mitigasi berbasis gelombang radio ini. Gambar skema rangkaian ditunjukkan pada Gambar 9. Sedangkan gambar rangkaian lengkap ditunjukkan pada Gambar 10.



Gambar 9. Skema Rangkaian FSK TCM 3105 [4]



Gambar 10. Skema Rangkaian Lengkap

A. Pengukuran Accelerometer

Pengukuran dan pengujian alat ini menggunakan *Inertial Measurement Unit* (IMU). IMU adalah perangkat elektronik yang mengukur dan melaporkan kecepatan, orientasi, dan gaya gravitasi pesawat, menggunakan kombinasi akselerometer dan giroskop, terkadang juga magnetometer. IMU biasanya digunakan untuk manuver pesawat, termasuk kendaraan udara tak berawak (UAV), di antara banyak, dan pesawat ruang angkasa, termasuk satelit dan pendarat. Perkembangan terakhir memungkinkan produksi perangkat GPS yang mendukung IMU. IMU memungkinkan penerima GPS untuk bekerja saat sinyal GPS tidak tersedia, seperti di terowongan, di dalam gedung, atau saat ada gangguan elektronik. IMU nirkabel dikenal sebagai WiMu. IMU adalah komponen utama dari sistem navigasi inersia yang digunakan antara lain di pesawat, pesawat ruang angkasa, kapal, dan rudal.[1]. *Inertial Measurement Unit* (IMU) adalah unit dalam modul elektronik yang mengumpulkan data percepatan sudut dan percepatan linier, yang kemudian dikirim ke unit pemrosesan utama, yang dalam sistem ini dijalankan oleh Arduino UNO. Hasil pengukuran menggunakan IMU ditunjukkan pada tabel 1 dan tabel 2.

Tabel 1. Data Sensor Akselerometer dari IMU dalam Kondisi Stabil (tidak ada guncangan)

No	Time (s)	Axis X	Axis Y	Axis Z
1	0,1	84	244	11592
2	0,2	152	316	11760
3	0,3	104	392	11680
4	0,4	256	308	11672
5	0,5	124	348	11572
6	0,6	76	356	11648
7	0,7	208	232	11708
8	0,8	124	268	11752
9	0,9	76	328	11576
10	1	168	256	11708

Berdasarkan data yang tercatat di IMU untuk keadaan stabil, pada pengukuran waktu akumulasi 0,1 detik dengan rentang waktu 0,1 detik sampai 1,0 detik tercatat pada sumbu X, sumbu Y dan sumbu Z. sumbu tidak ada perubahan nilai yang signifikan. Sedangkan pada tabel 2 menunjukkan kondisi sensor accelerometer saat tidak stabil.

Tabel 2. Tabel data sensor accelerometer dari *Inertial Measurement Unit* (IMU) dalam kondisi tidak stabil (ada guncangan)

No	Time (s)	Axis X	Axis Y	Axis Z
1	0.1	380	10908	7140

2	0.2	480	10972	7004
3	0.3	400	11072	6888
4	0.4	68	-10792	7908
5	0.5	-44	-10892	7616
6	0.6	52	-10784	7820
7	0.7	-9484	232	8432
8	0.8	-9520	228	8428
9	0.9	8592	484	9444
10	1	8596	396	9296

B. Pengukuran Transmisi Radio

Dari tabel tersebut tercatat bahwa pengukuran untuk akumulasi waktu 0,1 detik dengan rentang waktu 0,1 detik hingga 1,0 detik, tercatat pada sumbu X, sumbu Y dan sumbu Z terjadi perubahan yang signifikan. dalam nilai. Pengukuran transmisi gelombang radio menggunakan *Handy Talky* (HT) untuk TX dan RX dengan spesifikasi :

Daya RF : 2 Watt

Antena : Polarisasi melingkar (Heliks)

Posisi TX dan RX : Line Of Sight (LOS / tanpa halangan)

Tabel 3. Range Transmisi Gelombang Radio pada 144 MHz VHF

No	Jarak (m)	Signal to Noise Ratio (dB)	Sinyal Terima Transmisi Radio
1	200	40	Baik
2	400	35	Baik
3	600	20	Baik
4	750	17	Suara (tone) tidak Jelas
5	800	15	Suara (tone) tidak Jelas
6	850	12	Suara (tone) tidak Jelas
7	900	9	Suara (tone) tidak Jelas
8	950	7	Suara (tone) tidak Jelas
9	1000	4	Suara (tone) tidak Jelas
10	1050	2	Suara (tone) tidak Jelas

Dari tabel 3 terlihat bahwa jarak maksimum untuk transmisi sensor accelerometer adalah 600 meter dimana data sensor masih terbaca dengan jelas, lebih dari 600 meter data sensor tidak dapat terbaca dengan jelas.

V. KESIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan perangkat rangkaian elektronik yang berfungsi sebagai mitigasi bencana alam berupa pergerakan tanah dengan media transmisi gelombang radio VHF pada 144 MHz menggunakan modul Arduino UNO yang terintegrasi dengan modul *dekoder-enkoder* TCM 3105, dan sensor *Accelerometer Gyroscope* MPU-6050. Sistem ini telah diuji di lapangan dengan kinerja yang baik dan efektif pada jarak 600 meter dari titik pergerakan tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alaydrus Mudrik. 2011. Prinsip dan Aplikasi Antena, Edisi Pertama, Jakarta : Graha ilmu
- [2] Arduino. (n.d.). Mikrokontroler Arduino Uno. Retrieved 2017, from http://www.arduino.cc/arduino_uno.
- [3] Balemulri. 2011, Teori Dasar Antena dan WCDMA, Jakarta.
- [4] Intrument, Texas, "Data sheet TCM 3105 NL FSK Modem", Texas Instrument Incorporated, December, 1990.
- [5] Marco Zennaro, Carlo Fonda, "Radio Laboratory Handbook" of the ICTP School On Digital Radio Communications for Research and Training in Developing Countries", February 2004
- [6] Robert E Kenward. 2001. A manual for wildlife radio tagging, London: Academic Press, hal.31.
- [7] Reithofer Sepp. 1997. Merakit Sendiri Antena Gelombang Mikro 1-75 GHz Termasuk Antena Parabola, Jakarta: PT Elek Media Komputindo, hal. 24
- [8] Thomas A. Milligan. 2005, Modern Antenna Design Second Edition, USA : John Wiley & Sons, Inc.
- [9] Wikipedia, "Unit pengukuran inertial," Wikipedia bahasa Indonesia, ensiklopedi bebas. Oct. 01, 2019, Accessed: Oct. 12, 2020. [Online]. Available: https://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Unit_pengukuran_inertial&oldid=15726450.