

Rancang Bangun Sistem Telemetri Pendeteksi Keberadaan Hewan Penelitian Menggunakan Sensor PIR dan *Drone* Berbasis Arduino Uno R3

Irfandi Prayogi*, Wildian

Jurusan Fisika FMIPA Universitas Andalas, Padang
Kampus Unand Limau Manis, Pauh Padang 25163

*darkirfand@gmail.com

ABSTRAK

Telah dirancang bangun alat pendeteksi hewan penelitian dengan sensor *passive infrared* (PIR), menggunakan sistem telemetri dan dibawa oleh *drone* SOLO 3DR. Sistem terdiri dari tiga unit yaitu *transmitter*, *repeater* dan *receiver*. Unit *transmitter* yang terdiri dari rangkaian sensor PIR HCSR-501, *buzzer* dan *transceiver* nRF24L01+. Arduino Uno R3 digunakan sebagai pemrosesan program. Hasil deteksi hewan kemudian dikirim ke unit *repeater*. Unit *repeater* terdiri atas rangkaian *transceiver* nRF24L01+ yang berfungsi sebagai penguat sinyal yang akan dibawa oleh *drone*. Unit *receiver* terdiri atas rangkaian *transceiver* nRF24L01+ dan LCD yang berfungsi sebagai penerima dan penampil data yang dikirimkan sebelumnya. Hasil karakterisasi sensor PIR didapatkan jarak maksimum mendeteksi manusia yaitu 9 m dan mendeteksi kucing 80 cm. Sistem telemetri *transceiver* nRF24L01+ memiliki jangkauan maksimum 900 m ketika tanpa penghalang dan 350 m ketika ada penghalang dengan kondisi cuaca cerah. Sistem *drone* SOLO 3DR memiliki jarak maksimum horizontal 763 m dan jarak maksimum vertikal 125 m. Pengujian pengiriman data hasil deteksi hewan menggunakan telemetri nirkabel didapat hasil jarak pengiriman maksimum 500 m dengan ketinggian 30 m.

Kata kunci : arduino uno R3, drone, sensor PIR, *transceiver* NRF24L01+.

ABSTRACT

It has been designed to build a research animal detection device with passive infrared (PIR) sensors, using a telemetry system and carried by SOLO 3DR drones. The system consists of three units, the transmitter, repeater and receiver. Transmitter unit which consists of HCSR-501 PIR sensor circuit, buzzer and nRF24L01+ transceiver. Arduino Uno R3 is used as program processing. Animal detection results are then sent to the repeater unit. The repeater unit consists of a nRF24L01+ transceiver circuit that functions as a signal amplifier to be carried by a drone. The receiver unit consists of a nRF24L01+ and LCD transceiver circuit that functions as the receiver and viewer of data sent previously. The results of the characterization of the PIR sensor found that the maximum distance of detecting humans was 9 m and detected cats 80 cm. The nRF24L01+ telemetry transceiver system has a maximum range of 900 m when without a barrier and 350 m when there is a barrier with sunny weather conditions. Testing of SOLO 3DR drones obtained a maximum horizontal distance of 763 m and a maximum vertical distance of 125 m. Testing the delivery of animal detection data using wireless telemetry obtained the maximum sending distance of the 500 m repeater with a height of 30 m.

Keywords: Arduino UNO R3, drone, PIR sensor, transceiver nRF24L01+.

I. PENDAHULUAN

Penelitian biologi khususnya bidang ekologi hewan yang mempelajari tentang hubungan antara hewan dan lingkungannya seringkali dilakukan langsung dengan mencari hewan yang akan diteliti kemudian akan diamati tingkah lakunya. Hewan tersebut dipasang alat berupa GPS *collar* maupun *radio collar* yang kemudian diamati. Prinsip kerja GPS *collar* yaitu dengan merekam lokasi dengan bantuan GPS sehingga akan terekam daerah yang dijelajahi hewan dalam periode waktu tertentu. Daya jangkau dari GPS *collar* ini bervariasi mulai dari 2 km hingga 11 km. Namun kekurangannya yaitu harganya yang mahal hingga puluhan juta per unitnya. Salah satu penggunaan GPS *collar* untuk meneliti jangkauan jelajah kawanan gajah Sumatera (Sabri dkk, 2014).

Radio *collar* pada prinsipnya sama dengan GPS *collar*, namun menggunakan gelombang radio dalam proses transmisinya dan tidak menggunakan GPS. Terdiri dari dua unit yaitu *transmitter* dan *receiver* yang akan mengirim sinyal radio jika berada dalam radius jangkauannya. Penggunaan *radio collar* digunakan pada penelitian mengenai aktivitas harian dan jelajah kukang Jawa (Nurcahyani, 2015). Kelemahannya yaitu daya jangkau yang pendek

mulai dari 400 m hingga 2 km. Penggunaan *radio collar* harus menyisir lokasi hingga sinyal dari *transmitter* dapat ditangkap oleh *receiver* membuat kurang efisien.

Seiring perkembangan teknologi saat ini memungkinkan dibuat suatu *device* yang digunakan untuk memudahkan pekerjaan manusia. *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) merupakan wahana udara yang mempunyai bentuk dan fungsi tergantung tujuan dibuat. Salah satu jenis UAV adalah *drone*. Banyak *drone* yang dilengkapi kamera yang berguna untuk melihat suatu keadaan yang tidak bisa dilihat langsung. *Drone* memiliki berbagai bentuk yang salah satunya adalah jenis *quadcopter*. *Quadcopter* yaitu jenis *drone* yang menggunakan empat buah baling-baling. Karena memiliki empat buah baling-baling, maka *drone* jenis ini lebih tahan terhadap angin dan bisa digunakan pada berbagai kondisi. Ukuran *drone* yang kecil membuat *drone* dapat dioperasikan pada medan yang tidak dapat dijangkau oleh kendaraan lain seperti mobil.

Memanfaatkan *drone* dapat memonitoring daerah yang lebih luas karena beroperasi di udara sehingga tidak perlu banyak petugas untuk menyisir lokasi bencana dan ketinggian *drone* dapat diatur sesuai yang diinginkan. Hidayat dkk. (2014) mengembangkan purwarupa UAV berupa *fixed wing* yang digunakan untuk membantu penyelamat dalam mencari korban hilang di hutan. *Drone* yang dikembangkan belum memiliki sensor yang dapat mendeteksi keberadaan manusia.

Keberadaan hewan dapat dideteksi dari suhu, radiasi *infrared* dan berbagai parameter lainnya yang dapat digunakan. Suhu dapat diukur baik secara kontak langsung maupun tak langsung. Pengukuran langsung dilakukan dengan cara kontak langsung sensor dengan objek yang akan diukur, sedangkan pengukuran tak langsung tanpa ada kontak dengan objek. Pengukuran suhu memiliki kelemahan yaitu suhu dipengaruhi lingkungan sekitar sehingga sulit untuk mengetahui dengan pasti berapa suhu sebenarnya. Selain itu ada kamera yang dapat mendeteksi suhu lingkungan namun harganya relatif mahal. Deteksi keberadaan hewan menggunakan radiasi *infrared* memiliki kelebihan yaitu hewan memiliki radiasi *infrared* yang spesifik dan sulit dipengaruhi oleh lingkungan. Selvabala dan Ganesh (2011) mengembangkan sistem pendeteksian untuk lansia menggunakan sensor *passive infrared* (PIR) dan akselerometer kemudian data hasil deteksi kemudian akan dikirimkan secara telemetri dan ditampilkan melalui *visual basic*. Ketika lansia jatuh terdeteksi sensor, maka akan tampil notifikasi pada monitor bahwa ada lansia jatuh. Selain itu, sensor PIR juga dimanfaatkan diberbagai aplikasi sebagai sistem pengamanan. Albert (2013) mengembangkan sistem pengamanan CCTV menggunakan sensor PIR dimana jarak maksimum yang dapat dijangkau yaitu 4m pada sudut 0°.

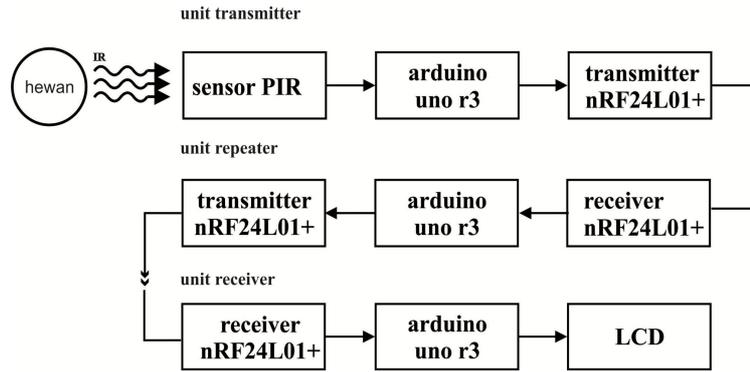
Yuzria (2017) mengembangkan sistem peringatan dini banjir dengan metode telemetri nirkabel dengan transceiver nRF24L01+ dimana menggunakan repeater untuk menambah jarak jangkauan pengiriman data. Thwe dan Tun (2015) mengembangkan sistem *monitoring* pasien yang menggunakan transceiver nRF24L01+ berbasis telemetri sehingga untuk *monitoring* pasien bisa dilakukan tanpa harus berada diruangan.

Berdasarkan permasalahan dan hasil penelitian sebelumnya, dalam penelitian ini telah berhasil dirancang bangun alat pendeteksi keberadaan hewan penelitian menggunakan sensor PIR yang datanya dikirim secara telemetri menggunakan *drone*. Prinsip dari rancang bangun ini mirip seperti *radio collar*, namun dengan penambahan repeater untuk memperjauh jarak jangkauannya. Dengan sistim telemetri nirkabel nRF24L01+ yang terdiri atas *transmitter*, *repeater* dan *receiver* dan diolah dengan mikrokontroler Arduino Uno R3. *Repeater* dapat mendeteksi sinyal *transmitter* dan mengirimkan data ke *receiver* dan ditampilkan melalui LCD.

II. METODE

2.1 Perancangan Sistem Diagram Blok

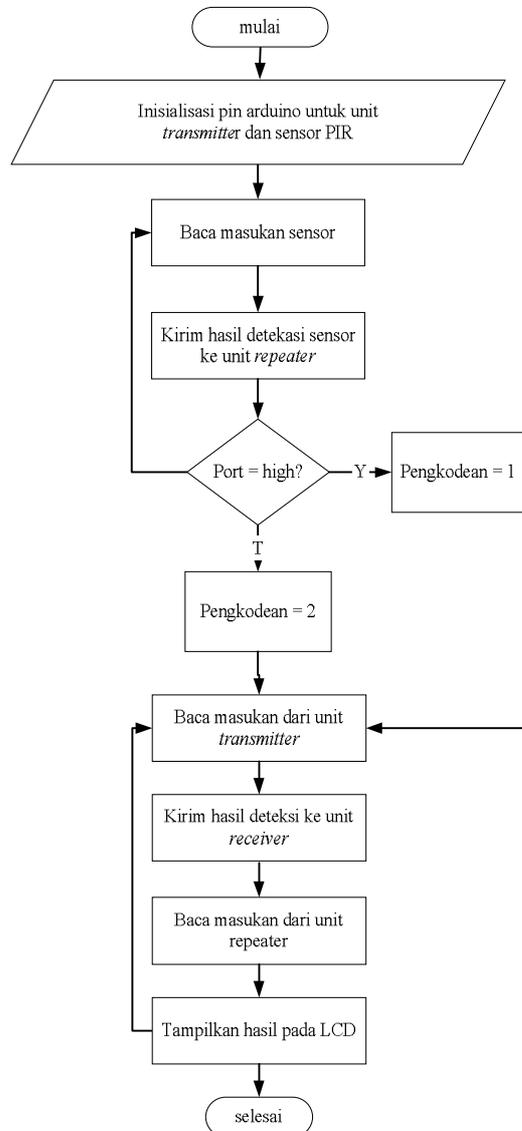
Diagram blok sistem terdiri dari penginderaan besaran fisis berupa intensitas radiasi *infrared* yang dipancarkan hewan. Keluaran modul sensor ini berupa tegangan yang diproses oleh Arduino Uno R3 dan data tersebut dikirim oleh transceiver nRF24L01+ di unit *transmitter*. Data diterima transceiver nRF24L01+ di unit *repeater* lalu di proses lagi oleh Arduino Uno R3 dan dikirimkan lagi ke unit *receiver*. Data tersebut lalu ditampilkan di media LCD. Diagram blok sistem ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram blok sistem pendeteksian hewan penelitian

2.2 Diagram Alir Perangkat Lunak Sistem

Perancangan program menggunakan *software* Arduino IDE untuk menjalankan perintah yang telah diprogram. Diagram alir perancangan program ditunjukkan pada Gambar 2.



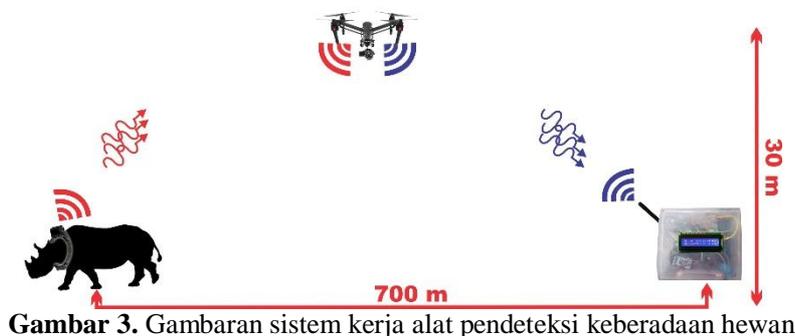
Gambar 2. Diagram alir program

Program yang akan ditulis diawali dengan inisialisasi pin mikrokontroler pada unit *transmitter*, *repeater* dan *receiver*. Program dibuat sesuai dengan *port* yang telah ditentukan

sebelumnya sebagai masukan dan keluaran. Unit *transmitter*, *port 2* sebagai *port* masukan dari sistem sensor, *port 3* sebagai keluaran dari *buzzer*, *port 9* sampai *port 13* digunakan sebagai masukan *transceiver nRF24L01+*, unit *repeater*, *port 9* sampai *port 13* digunakan sebagai masukan *transceiver nRF24L01+*. Unit *receiver* terdiri dari *port* masukan *nRF24L01+* dan *port* LCD. Data hasil deteksi sebagai keluaran berupa tampilan pada LCD. Sebelum dilakukan perancangan program pada PC maka perancangan program terlebih dahulu dibuat dalam sebuah diagram alir yang akan menjadikan alur pemikiran untuk pembuatan program.

2.3 Perancangan Sistem Pendeteksi Keberadaan Hewan Penelitian

Perancangan alat secara keseluruhan dilakukan dengan menggabungkan blok-blok rangkaian yang terdiri dari unit *transmitter*, unit *repeater* dan unit *receiver*. Perancangan alat dilakukan dengan menempatkan *transmitter* dan *receiver* pada jarak 700 m. Unit *repeater* ditempatkan pada *drone* yang kemudian diterbangkan pada ketinggian ± 30 m. *Drone* dijalankan secara horizontal dengan variasi jarak 100 m, kemudian dilihat jarak maksimum data dapat dikirim ke unit *receiver*. Gambaran kerja sistem dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Gambaran sistem kerja alat pendeteksi keberadaan hewan

III. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Hasil Karakterisasi Sensor PIR

Karakterisasi sensor PIR HCSR-05 dilakukan untuk mengetahui kemampuan sensor dalam mendeteksi radiasi *infrared* yang dipancarkan Subyek. Rangkaian sensor PIR HCSR-05 ditempatkan pada bidang datar kemudian subyek bergerak dengan jarak yang telah diatur sebelumnya. Subyek uji yaitu manusia dan kucing. Data hasil karakterisasi sensor PIR dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Karakterisasi sensor PIR subjek manusia

Jarak sensor-objek (m)	Hasil deteksi (Ya/Tidak)	Buzzer (Hidup/Mati)
1	Ya	Hidup
2	Ya	Hidup
3	Ya	Hidup
4	Ya	Hidup
5	Ya	Hidup
6	Ya	Hidup
7	Ya	Hidup
8	Ya	Hidup
9	Ya	Hidup
10	Tidak	Mati

Jarak manusia dengan sensor divariasikan 1 meter hingga 10 meter dan dilihat apakah sensor dapat mendeteksi objek atau tidak, sedangkan jarak kucing dengan sensor divariasikan dari jarak 10 cm hingga 100 cm. Sinyal keluaran sensor berupa data digital dimana ketika mendeteksi ada radiasi akan bernilai *high* dan bernilai *low* ketika tidak mendeteksi radiasi.

Intensitas radiasi yang dipancarkan manusia cukup jauh hingga 9 m. Selanjutnya dilakukan pengujian terhadap subjek kucing dan didapatkan hasil pada Tabel 2.

Tabel 2 Karakterisasi sensor PIR subjek kucing

Jarak sensor-objek (cm)	Hasil deteksi (Ya/Tidak)	Buzzer (Hidup/Mati)
10	Ya	Hidup
20	Ya	Hidup
30	Ya	Hidup
40	Ya	Hidup
50	Ya	Hidup
60	Ya	Hidup
70	Ya	Hidup
80	Ya	Hidup
90	Tidak	Mati
100	Tidak	Mati

Tabel 2 menunjukkan radiasi *infrared* yang dipancarkan kucing mencapai jarak maksimum 80 cm. Kedua tabel diatas menunjukkan bahwa intensitas radiasi berbeda berdasarkan jarak pancarannya, namun dalam penggunaan alat sebagai pendeteksi hewan tidak dipengaruhi jarak karena sensor menempel pada tubuh hewan tersebut berupa kalung (*collar*).

3.2 Karakterisasi *Transceiver* nRF24L01+

Karakterisasi *transceiver* nRF24L01+ dilakukan untuk menguji seberapa jauh jangkauan pengiriman data. *Transceiver* nRF24L01+ terdiri dari unit *transceiver*, unit *repeater*, unit *receiver*. Rangkaian arduino UNO R3 dengan *transceiver* nRF24L01+ yang programnya telah di *upload* dihubungkan dengan baterai. Pengujian dilakukan pada cuaca cerah dan dilakukan variasi ada penghalang serta tanpa penghalang. Pengukuran jarak menggunakan *google map*. Tabel hasil pengujian karakterisasi nRF24L01+ dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil karakterisasi *transceiver* nRF24L01+

Kondisi lapangan	kode pengiriman data			Jarak maksimum pengiriman data (m)
	Unit transmitter	Unit repeater	Unit receiver	
Cuaca cerah, tanpa penghalang	tes jarak NRF	-	tes jarak NRF	900
Cuaca cerah, ada penghalang	tes jarak NRF	-	tes jarak NRF	350
Cuaca cerah, tanpa penghalang	tes jarak NRF	tes jarak NRF	tes jarak NRF	2000
Cuaca cerah, ada penghalang	tes jarak NRF	tes jarak NRF	tes jarak NRF	800

Jarak maksimum yang didapat pada pengujian *transceiver* nRF24L01+ adalah sejauh 900 m tanpa penghalang. Data ini tidak sesuai dengan *datasheet* karena jarak jangkauan maksimum yaitu 1 km. Hal ini terjadi karena sumber daya yang digunakan yaitu baterai 9V yang sudah sering digunakan sehingga tegangannya berkurang, akibatnya kemampuan

mengirim data jadi berkurang. Ketika pengujian dilakukan dengan penghalang berupa pepohonan rindang didapatkan hasil jarak maksimum jangkauan 350 m. Hal ini dikarenakan gelombang akan mengalami penyerapan (*absorption*), pemantulan (*reflection*), dan hamburan (*scattering*) ketika ada penghalang berupa pepohonan lebat. Sedangkan jarak maksimum menggunakan *repeater* mencapai 2 km tanpa penghalang, dan 800 m menggunakan penghalang.

3.3 Pengujian Drone SOLO 3DR

Pengujian *drone* dilakukan untuk mengetahui jarak dan ketinggian maksimum *drone* yang dapat dikontrol. Pengujian dilakukan di jalan Universitas Andalas dengan cara menghidupkan drone, kemudian tunggu hingga remot *drone* terhubung dengan unit drone. *Drone* dijalankan secara horizontal dan vertikal hingga sinyal antara *drone* dan remot terputus dan jarak yang muncul dicatat. Dari pengujian yang dilakukan didapatkan hasil jarak maksimum horizontal *drone* yaitu ± 760 m. Sedangkan jarak maksimum vertikal *drone* diperoleh yaitu 125 m. kedua data tersebut sesuai dengan *datasheet* (SOLO 3DR, 2018).

3.4 Pengujian Akhir Alat Secara Keseluruhan

Pengujian rancangan keseluruhan dilakukan untuk menguji jarak maksimal sistem dapat mengirimkan data. Uji akhir ini menggabungkan semua rangkaian-rangkaian yang terpisah sebelumnya. *Transmitter* yang terdapat sensor PIR dan *receiver* dipisahkan sejauh 700 m, sedangkan *repeater* dilekatkan pada drone dan dibawa dengan ketinggian tetap. Data hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Pengujian jarak pengiriman data keseluruhan

No	Jarak <i>Trans-rec</i> (m)	Ketinggian <i>drone</i> (m)	Jarak <i>rec-rep</i> (m)	Jarak <i>trans-rep</i> (m)	Pengiriman data <i>trans-rep-rec</i> (ya/tidak)
1			0	700	Tidak
2			100	600	Ya
3			200	500	Ya
4	700	30	300	400	Ya
5			400	300	Ya
6			500	200	Ya
7			600	100	Ya
8			700	0	Tidak

Dari Tabel 4 dapat dilihat bahwa pengiriman data ketika jarak antara *receiver* dan *repeater* 0 m tidak ada pengiriman data karena jarak dengan *transmitter* sejauh 700 m, sedangkan dalam karakterisasi nRF24L01+ jarak maksimum ada penghalang yaitu 350 m. Kemudian *drone* dimajukan bertahap dengan jarak 100 m dan diperoleh hasil data berhasil dikirim hingga jarak 500 m. Namun pada jarak 0 m dan 700 m data tidak berhasil dikirim. Hal ini bisa disebabkan oleh berbagai hal seperti penghalang berupa pepohonan yang menyebabkan sinyal menjadi diserap, dipantulkan, maupun dihamburkan. Selain itu juga bisa disebabkan karena *drone* yang membawa *repeater* bergerak sehingga sinyal yang diterima bisa terganggu.

IV. KESIMPULAN

Rancang bangun alat pendeteksi hewan penelitian menggunakan sensor PIR dengan sistem telemetri nRF24L01+ dan dibawa oleh *drone* SOLO 3DR telah berhasil dilakukan. Sistem terdiri dari 3 unit, yaitu unit *transmitter*, *repeater* dan *receiver*. Unit *transmitter* sebagai tempat untuk mendeteksi hewan dan mengirimkan data ke unit *repeater*. Unit *repeater* digunakan sebagai penguat sinyal sehingga dapat dikirim lebih jauh. Unit *receiver* sebagai tempat menerima data hasil pendeteksian sensor. Sistem telemetri nirkabel menggunakan *transceiver* nRF24L01+ berhasil mengirimkan data tanpa penghalang sejauh 900 m. Jangkauan maksimum ketika ada penghalang yaitu 350 m dengan cuaca cerah. *Drone* SOLO 3DR berhasil dioperasikan dengan jarak maksimum horizontal yaitu ± 760 m, sedangkan jarak maksimum vertikal yaitu 125 m. data ini sesuai dengan *datasheet drone*. Rancang bangun pendeteksi hewan

dengan sistem telemetri nRF24L01+ menggunakan *drone* SOLO 3DR mampu mengirim data hingga 500 m dengan penghalang.

DAFTAR PUSTAKA

- Albert, E., 2013, *Sistem Otomatisasi Perekaman Video dengan Kamera CMOS 12 LED Berbasis Mikrokontroler AT89S51 Menggunakan Sensor PIR (Passive Infrared)*, JFU 2(1).
- Hidayat, A.H., Faikar, R., Wijaya, A.P., Saripudin, A., dan Sumardi, 2014, *Purwarupa Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Sebagai Alat Bantu Tim Penyelamat Dalam Pencarian Korban Hilang Di Hutan*, TRANSMISI 16(3) 155-159.
- Nurchayani, A., 2015, *Aktivitas Harian Dan Wilayah Jelajah Kukang Jawa (Nycticebus Javanicus Geoffroy 1812) Di Taman Nasional Gunung Halimun Salak*, Skripsi, fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Sabri, E.T.B., Gunawan, H., dan Khairijon, 2014, *Pola Pergerakan dan Wilayah Jelajah Gajah Sumatra (elephas maximus sumatranus) dengan Menggunakan GPS Radio Collar di Sebelah Utara Taman Nasional Tesso Nilo, Riau*, JOM FMIPA 1(2) 599-606.
- Selvabala, V.S.N. dan Ganesh, A.B., 2011, *Implementation of Wireless Network Sensor Base Human Fall Detection System*, ICCTSD, 30(2012):767-773.
- Thwe, H.M, Tun, H.M. 2015, *Patient Health Monitoring Using Wireless Body Area Network*, I.J.S.T. 4(6): 364-368.
- Yuzria, H., 2017, *Rancang Bangun Sistem Peringatan Dini Banjir Menggunakan Metode Telemetri Nirkabel Dengan Transceiver nRF24L01+*, Tesis, Jurusan Fisika, Universitas Andalas, Padang.