

PROTOTYPE SISTEM JARINGAN SENSOR UNTUK MONITORING TEMPERATUR-KELEMBABAN PERMUKAAN DAN BAWAH LAHAN GAMBUT BERBASIS DATABASE

Hendra Rosada Nasution¹, Arfan Eko Fahrudin¹, Ade Agung Harnawan¹

ABSTRAK. Lahan gambut adalah jenis tanah yang terbentuk dari sisa-sisa tumbuhan yang terpendam dalam jangka waktu yang sangat lama. Lahan gambut memiliki karakteristik mudah terbakar pada kondisi panas tertentu yang membentuk bara api di bawah permukaan dan menjalar ke atas permukaan hingga menyebabkan terbakarnya semak belukar atau hutan yang berada di atasnya, sehingga perlu dilakukan monitoring temperatur dan kelembaban permukaan dan bawah lahan gambut. Prototipe yang dibuat terdiri dari dua perangkat transmitter yang dilengkapi dengan sensor sebagai pengukur parameter dan satu perangkat *receiver* sebagai penerima data kedua transmitter. Pengukuran temperatur tanah di bawah permukaan digunakan sensor LM35 berbentuk probe, kemudian pengukuran temperatur dan kelembaban udara di permukaan digunakan sensor SHT11. pengiriman data dilakukan secara nirkabel menggunakan nRF24L01 dengan jarak maksimal 450 meter dengan jarak yang baik 200 meter. Perangkat *receiver* dilengkapi sistem *interface* PC berbasis *database* pada server *localhost/phpmyadmin*. Hasil karakterisasi sensor LM35 dalam bentuk probe menunjukkan linieritasnya adalah 0,9994 dan 0,9996; deviasi *error* 0,38°C dan 0,40°C; sensitivitas 0,96°C dan 0,81°C. Hasil lima kali pengukuran pada dua titik pengujian setiap transmitter menunjukkan temperatur tanah memiliki nilai 30,20°C-38,10°C dan 24,80°C-38,60°C, temperatur udara 25,00°C-38,86°C dan 24,85°C-40,15°C, kelembaban udara 51,65%-96,51% dan 43,03%-96,17%.

Kata kunci: prototipe, *database*, lahan gambut, LM35, nRF24L01, SHT11

PENDAHULUAN

Luasan total lahan gambut di dunia sebesar 423.825.000 ha, sebanyak 38.317.000 ha terdapat di wilayah tropika. Sekitar 50% dari luasan lahan gambut tropika tersebut terdapat di Indonesia (Radjagukguk, 1992). Hardjowigeno dan Abdullah (1987) mendefinisikan gambut sebagai tanah yang terbentuk dari timbunan sisa-sisa tanaman yang telah mati, baik yang sudah lapuk maupun belum dengan proses deposisi dan

transportasi. Gambut memiliki kemampuan menahan air sangat tinggi, namun jika kandungan airnya menurun secara berlebihan mengakibatkan kondisi kering tak balik hingga rentan terhadap api ketika terjadi musim kemarau panjang yang bisa mengakibatkan kebakaran lahan maupun hutan.

Kebakaran di lahan gambut tidak hanya terjadi di atas permukaan, namun juga terjadi di bawah permukaan tanah dengan membentuk

¹Program Studi Fisika FMIPA Universitas Lambung Mangkurat
Email: hendra.r.nasution@gmail.com

bara api (Najiyanti, 1997), sehingga perlu untuk dilakukan monitoring permukaan maupun bawah permukaan lahan gambut sebagai tindakan penanggulangan bencana alam pada lahan gambut dengan mengembangkan penelitian-penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya sebagai referensi pendukung penelitian yang dilakukan. Penelitian sebelumnya pernah dilakukan oleh Hariyawan (2012), dalam judul penelitiannya yaitu mengimplementasi *wireless sensor network* untuk pendeteksi dini kebakaran hutan pada ruang simulator dan Nasution.dkk pada tahun 2014 dan 2015 di program PKM yang dilaksanakan oleh Kemenristek Dikti.

Rata-rata sifat panas dari beberapa tipe tanah berbeda-beda, namun tipe tanah yang memiliki kemampuan menyimpan panas tertinggi adalah tipe gambut. Hal ini karena kandungan gambut yang terdiri dari bahan organik yang tinggi. Temperatur tertinggi bawah permukaan tanah berada pada kedalaman 40 cm yang tertinggal 12 jam dibanding temperatur permukaan tanah (Sellers, 1965). Lahan gambut memiliki karakteristik mudah terbakar, dalam hal ini karena dipicu dari kebakaran permukaan dan menjalar ke bawah permukaan serta juga dapat terjadi sebaliknya. (Waliadi, 2005).

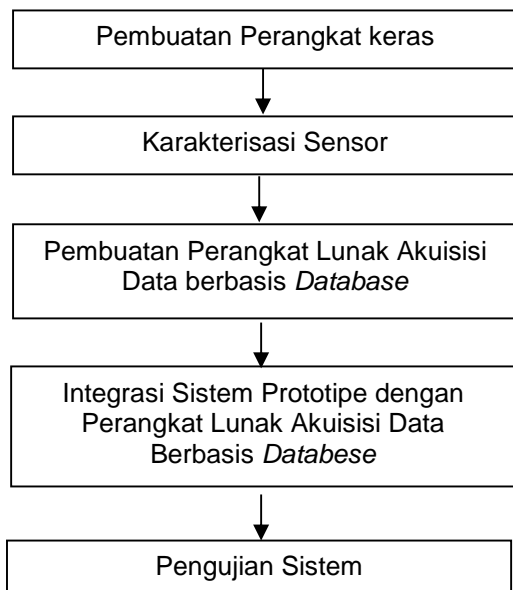
Terbakarnya tanah gambut itu disebabkan karena gambut terbentuk dari sisanya bahan organik atau timbunan sisa-sisa tanaman yang telah mati, baik yang sudah lapuk maupun belum yang akan terjadi proses dekomposisi. Jika kadar air gambut semakin tinggi maka semakin rendah laju pembakaran. (Najiyanti, 2014). Kebakaran gambut (*peat fire*) dipengaruhi faktor kesengajaan dan juga bisa karena faktor alam yang dipengaruhi oleh unsur-unsur cuaca dan bahan bakar pada lahan gambut. Unsur-unsur cuaca tersebut diantaranya panas yang diterima lahan gambut, sedangkan bahan bakar tersebut berupa lahan gambut itu sendiri, yaitu semakin matang gambut (jenis saprik) semakin sulit terbakar dibandingkan dengan jenis gambut yang belum matang (jenis fibrik dan hemik) (Saharjo, 2015).

Penelitian ini dilakukan untuk membuat prototipe sistem jaringan sensor untuk monitoring temperatur-kelembaban permukaan dan bawah lahan gambut berbasis database. Membuat suatu jaringan sensor, yaitu sebuah infrastruktur yang terdiri dari elemen sensing (pengukuran), komputasi, dan elemen komunikasi yang dapat memberikan informasi kepada administrator sehingga dapat dilakukan instrumentasi, observasi, dan

reaksi terhadap kejadian dan fenomena yang terjadi pada lahan gambut yang diletakan prototipe tersebut.

METODOLOGI

Penelitian ini memiliki 5 tahapan seperti Gambar 1.

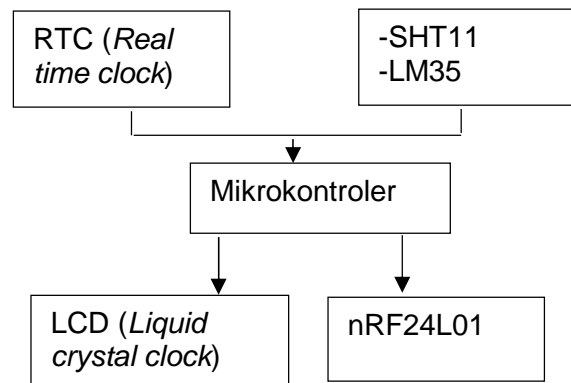


Gambar 1. Tahap penelitian

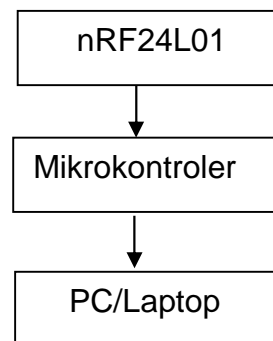
Pembuatan prototipe terdiri dari dua sistem, yaitu sistem pengirim dan sistem penerima. Sistem pengirim dan penerima yang dibuat ditunjukkan seperti blok diagram skema rangkaian prototipe *transmitter* pada Gambar 2 dan *Blok diagram skema rangkaian prototipe receiver* Gambar 3.

SHT11 adalah sensor untuk mendeteksi kelembaban temperatur udara. SHT11 mengintegrasikan elemen sensor ditambah pemrosesan sinyal yang memberikan *output* digital

sepenuhnya terkalibrasi. Kedua sensor tersebut digabungkan melalui ADC (*analog to digital converter*) 14bit dengan antarmuka rangkaian serial. Sensor SHT11 berbasis kapasitif dengan sensor *band-gap* (Sensirion, 2011).



Gambar 2. Blok diagram skema prototipe *transmitter*



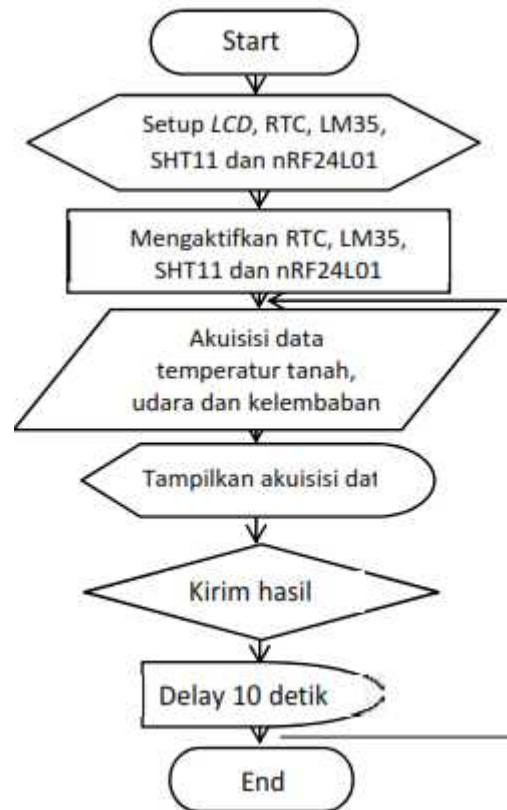
Gambar 3. Blok diagram skema prototipe *receiver*

Sensor LM35 adalah sensor presisi dengan tegangan *output linier* sebanding dengan perubahan temperatur. Sensor ini memiliki akurasi $error \pm 1/4^{\circ}C$ pada suhu kamar dan maksimal $error \pm 3/4^{\circ}C$ pada rentang temperatur $-55^{\circ}C$ - sampai $+150^{\circ}C$.

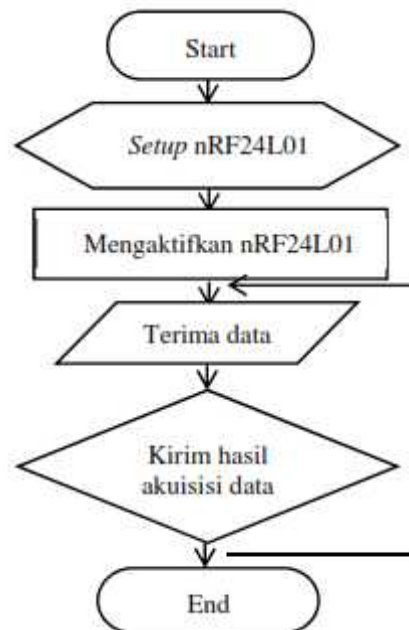
Perangkat transmisi data yang digunakan adalah modul nRF24L01, yaitu perangkat modul dengan *chip* 2,4GHz *transceiver* tunggal yang diaplikasikan dengan daya ultra rendah nirkabel. Modul ini beroperasi pada pita frekuensi ISM (Industrial, Scientific and Medical) seluruh dunia pada 2,400–2,4835GHz, mampu mengirimkan data dengan jarak maksimal 1 km (Nordic, 2008).

Sistem kontrol prototipe menggunakan Arduino Uno, yaitu modul mikrokontroler ATmega328 yang bisa berfungsi sebagai sistem kontrol terhadap semua komponen yang digunakan. Sistem komunikasi ke komputer menggunakan kabel USB atau adapter. Elemen utama mikrokontroler Arduino adalah *Input/Output* (I/O) melalui pin-pin dan *port* USB dengan sejumlah kecil RAM (Arduino.cc, 2015).

Pembuatan program disesuaikan dengan jenis komponen yang sudah memiliki *output analog* maupun digital yang telah terangkai dengan modul Arduino Uno. Adapun *flowchart* kerja algoritma program untuk mengintegrasikan perangkat keras *transmitter* ditunjukkan Gambar 4.



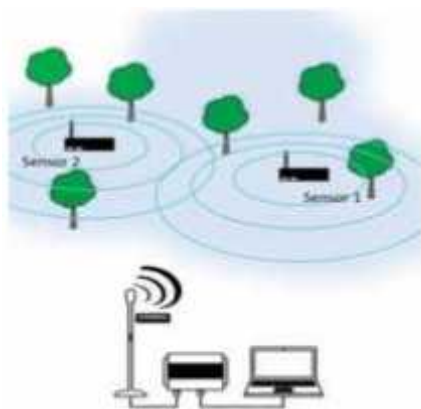
Gambar 4. Flowchart kerja algoritma program *transmitter*



Gambar 5. Flowchart kerja algoritma program *receiver*

Perangkat *receiver* juga menggunakan algoritma seperti *flowchart* kerja algoritma program *receiver* Gambar 5. Data yang diterima menggunakan *listing* program Gambar 8 berupa tipe *data char* yang dikirim dari *channel* pengirim yang sama.

Pengujian jarak pengiriman data dilakukan dengan meletakkan *transmitter* pada beberapa jarak tertentu seperti Gambar 6, sehingga nantinya akan diperoleh jarak optimal pengiriman data.



Gambar 6. Ilustrasi pengujian pengiriman data oleh prototipe

HASIL DAN PEMBAHASAN

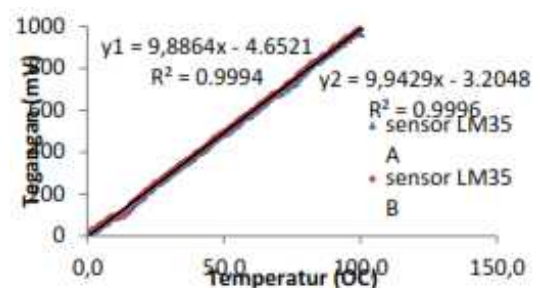
Hasil pembuatan perangkat keras sistem ditunjukkan pada Gambar 7. Perangkat keras yang dibuat terdiri dari dua perangkat *transmitter* dan satu perangkat *receiver* yang terhubung ke laptop/PC. Pada perangkat keras *transmitter* maupun *receiver* sudah dilengkapi dengan komponen pendukung yang diperlukan seperti

sensor, *wireless*, catu daya dan lain sebagainya.



Gambar 7. Perangkat keras *transmitter* dan *receiver*

Karakterisasi LM35 menunjukkan bahwa sensor LM35 memiliki karakteristik perubahan tegangan *output* terhadap perubahan temperatur jenis linier. Hal ini dapat ditunjukkan pada Gambar 8 yang diperoleh grafik karakteristik linier yang cukup tinggi saat air juga diberi perlakuan variasi suhu secara linier, tegangan keluaran kaki 2 LM35 juga mengalami perubahan secara linier.



Gambar 8. Grafik karakterisasi LM35 sebagai sensor temperatur

Realisasi pembuatan perangkat lunak akuisisi data berbasis *database* ditunjukkan pada Gambar 9. Perangkat

lunak akuisisi data berbasis *database* dibuat dengan menggunakan *software* Delphi. Perangkat lunak ini juga sekaligus berfungsi sebagai *interface* hasil dari akuisisi pembacaan sensor pada perangkat keras dimana terdapat fitur penampil data numerik dan grafik untuk monitoring perubahan dari nilai pembacaan sensor.

Hasil Pengintegrasian sistem menunjukkan data hasil pembacaan sensor tersimpan dalam server *database localhost*. Data yang tersimpan berbentuk *file.sql* dengan mode penyimpanan setiap 10 detik saat semua sistem telah terintegrasi.



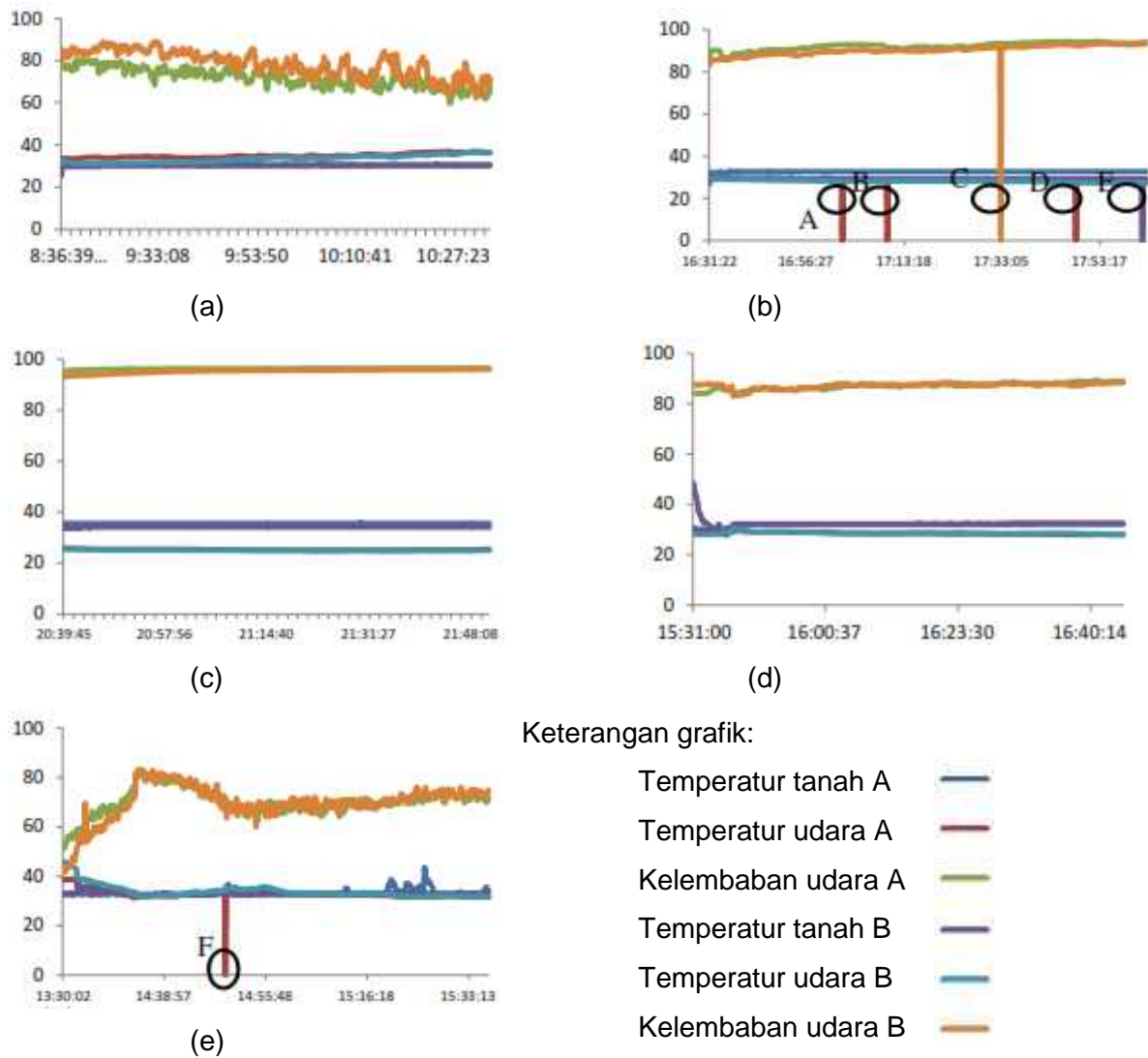
Gambar 9. Akuisisi data pada perangkat lunak sistem *Interface*

Pengujian sistem di lapangan dilakukan lima kali pengambilan data pada daerah lahan gambut. Pengujian dilakukan pada tanah gambut dengan meletakkan dua *transmitter* yang

diletakan terpisah. Jarak yang digunakan antara *transmitter* dan pada daerah lahan gambut ditunjukkan pada Gambar 10.

Berdasarkan kelima data pengujian, maka diperoleh data *range* yang terukur pada lahan oleh sensor seperti pada Tabel 1 dan Tabel 2. Nilai pengukuran tertinggi diberi keterangan maks dan hasil pengukuran terendah dengan keterangan min. Hasil tersebut juga menunjukkan bahwa masing-masing pengujian memiliki nilai span yang berbeda-beda pada kondisi parameter temperatur tanah, temperatur udara maupun kelembaban lahan gambut pada setiap waktu tidak selalu tetap bergantung pada kondisi cuaca.

Berdasarkan data Tabel 1 dapat diketahui nilai *range* hasil pengukuran pada lahan gambut oleh setiap sensor dengan lima kali pengujian, yaitu pada *transmitter* A pengukuran temperatur tanah bernilai 30,20°C–38,10°C; temperatur udara 25,00°C–38,86°C dan kelembaban udara 51,65%–96,51%, sedangkan pada *transmitter* B pengukuran temperatur tanah bernilai 24,80°C–38,60°C; temperatur udara 24,85°C–40,15°C dan kelembaban udara 43,03%–96,17%.



Gambar 10. Grafik Hasil uji coba: (a) pertama, (b) kedua, (c) ketiga, (d) keempat), dan (e) kelima

Tabel 1. Hasil *range* pengukuran sensor prototipe A

Uji ke	Temp.	Temp.	Kel.	Ket.
	Tanah (°C)	Udara (°C)		
1	31,20	36,88	85,64	Maks
	30,70	29,38	61,80	Min
2	32,60	36,32	94,33	Maks
	30,70	27,56	65,11	Min
3	35,60	25,68	96,51	Maks
	35,60	25,00	94,79	Min
4	32,20	29,33	88,94	Maks
	30,20	28,00	84,03	Min
5	38,10	38,86	80,30	Maks
	32,60	31,30	51,65	Min
<i>Range total</i>	38,10	38,86	96,51	Maks
	30,20	25,00	51,65	Min

Tabel 2. Hasil *range* pengukuran sensor prototipe B

Uji ke	Temp.	Temp.	Kel.	Ket.
	Tanah (°C)	Udara (°C)		
1	30,70	40,15	90,78	Maks
	24,80	30,58	60,50	Min
2	30,20	36,39	93,32	Maks
	29,20	27,33	71,68	Min
3	34,10	26,15	96,17	Maks
	33,60	24,85	93,04	Min
4	34,40	30,32	88,42	Maks
	30,20	28,13	82,95	Min
5	38,60	35,52	80,97	Maks
	32,60	31,73	43,03	Min
<i>Range total</i>	38,60	40,15	96,17	Maks
	24,80	24,85	43,03	Min

KESIMPULAN

1. Prototipe sistem jaringan sensor untuk monitoring temperatur-kelembaban permukaan dan bawah lahan gambut berbasis database mampu melakukan pengukuran temperatur tanah menggunakan sensor LM35 berbentuk probe dengan deviasi *error* 0,38°C dan 0,40°C; linieritas 0,9994 dan 0,9996; sensitivitas pembacaan setiap perubahan 0,96°C dan 0,81°C serta nilai hasil pengujian pengukuran di lahan gambut yaitu 30,20°C-38,10°C dan 24,80°C–38,60°C pada masing-masing *transmitter*. Prototipe juga mampu melakukan pengukuran terhadap temperatur udara dan kelembaban udara menggunakan sensor SHT11 dengan hasil pengujian pada masing-masing transmitter untuk pengukuran temperatur udara 25,00°C–38,86°C dan 24,85°C–40,15°C, serta pengukuran kelembaban udara 51,65%–96,51% dan 43,03%–96,17%.
2. Prototipe monitoring lahan gambut dengan jaringan sensor mampu melakukan pengiriman data secara nirkabel dengan jarak optimal 200 meter.
3. Hasil akuisisi data jaringan sensor telah dapat ditampilkan dalam

perangkat lunak database dengan sistem penyimpanan pada server *localhost/phpmyadmin* pada PC yang bisa dilakukan dalam *mode server offline* sehingga memungkinkan untuk melakukan penyimpanan data hasil akuisisi data dari sensor tanpa terhubung ke internet, serta dapat dilakukan pengaksesan *database* melalui perangkat bertindak sebagai *client* dengan menggunakan jaringan *localhost*.

DAFTAR PUSTAKA

- Hardjowigeno, S., and Abdullah. 1987. Suitability of peat soils of Sumatera for agricultural development. International Peat Society. Symposium on Tropical Peat and Peatland for Development. Yogyakarta, 9-14 Februari 1987.
- Hariyawan, M.Y., A. Gunawan dan E.H. Putra. 2012. Implementasi wireless sensor network untuk pendeteksi dini kebakaran hutan. Jurnal teknologi informasi dan telematik. 5 : 2085-0697.
- Najiyanti, S. dan Alue. D. 2014. Mengenal Prilaku Lahan Gambut. Wetlands international Indonesia Programme. 4. Bogor.
- Nasution, H.R. Adi. S.R., Angga. W.P. Ade. A.H. Rancang bangun sistem sensor perekam kelembaban dan temperatur bawah dan permukaan tanah hutan gambut dalam upaya pencegahan dini kebakaran. PKM2014. kemenristekdikti.

- Nasution, H.R. Adi. S.R., Angga.W.P. Ade. A.H. Prototipe sensor nirkabel temperatur-kelembaban permukaan dan bawah lahan gambut. PKM2015. Kemenristekdikti.
- Radjagukguk, B. 1992. Utilization and management of peatlands in Indonesia for agriculture and forestry. In: Proceedings of the International Symposium on Tropical Peatland. 6-10, may 1991, Kuching, Malaysia. 21-27.
- Saharjo, B.H dan Syaufina, L. 2015. Kebakaran hutan dan lahan gambut [presentasi powerpoint]. IPN Toolbox Tema C Subtema C3. www.cifor.org/ipn-toolbox.
- Sellers, W. D. 1965. Physical Climatology. Univ. of Chicago Press, Chicago-Illinois.
- Sensirion. 2011. *Datasheet* SHT1x (SHT10, SHT11, SHT15) Humidity and Temperature Sensor IC. *Datasheet*.
- Waliadi dan E.S. Suryatmana. 2005. Mengelola Bencana Kebakaran Lahan dan Hutan. CARE International Indonesia. Palangkaraya.