

RANCANG BANGUN SISTEM PENDETEKSI KEBAKARAN LAHAN GAMBUT JENIS KAYUAN DENGAN MEMANFAATKAN KARAKTERISTIK PANAS YANG DITIMBULKANNYA

Gilang Bagaskara, Rahyul Amri, Yusnita Rahayu

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Riau
Kampus Binawidya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293

Email: gilang.bagaskara93@yahoo.co.id rahyulamri@yahoo.com yusnita.rahayu@lecturer.unri.ac.id

Abstrak -- Kebakaran lahan gambut yang sudah meluas menimbulkan bencana asap dan penyakit pada masyarakat. Pemantauan kebakaran lahan gambut yang memiliki tingkat akurasi tertinggi adalah ASEAN Specialized Meteorological Center (ASMC) dengan tingkat akurasi sebesar 60%. Dibutuhkan perancangan pendeteksi kebakaran lahan gambut, guna untuk mitigasi bencana kebakaran lahan gambut. Karena gambut yang ada di provinsi Riau umumnya adalah gambut jenis kayuan, jadi penelitian dilakukan pada gambut kayuan. Beberapa metode pengambilan data pada penelitian ini yaitu: uji laboratorium, pengambilan data di lahan gambut kondisi normal, pengambilan data di lahan gambut saat kejadian kebakaran dan pemetaan simpul. Berdasarkan hasil penelitian ini, sensor suhu LM35 memiliki tingkat akurasi dengan persen error rata-rata sebesar 0,22%. Suhu lahan gambut kayuan saat kondisi normal memiliki besar suhu yang selalu berada di bawah suhu udara sekitar. Saat kondisi terbakar besar, suhu lahan gambut kayuan terus meningkat dan melebihi besar suhu udara sekitar. Suhu udara sekitar saat kondisi normal atau saat terjadi kebakaran tidak ada perbedaan yang mencolok, karena kebakaran lahan gambut kayuan tidak begitu bergemuruh perubahan suhu udara sekitar. Radius sensor suhu LM35 pada alat pendeteksi kebakaran lahan gambut mencapai 4 m dengan lama waktu pembacaan 45 menit.

Kata Kunci: Kebakaran Gambut, Gambut Kayuan, Pendeteksi Kebakaran, Sensor LM35,

Abstract -- Extensive peatland fires cause catastrophic smoke and diseases in the community. The peak fires monitoring is the ASEAN Specialized Meteorological Center (ASMC) with an accuracy of 60%. It is necessary to design peatland fire detector, in order to mitigate peat land fire disasters. Because the existing peat in the province of Riau is generally woody peat species, so research is done on timber peat. Several methods of data retrieval in this research are: laboratory test, data retrieval in normal peatland area, data retrieval in peatland during fire and mapping node. Based on the results of this study, the LM35 temperature sensor has an accuracy level with an average error percentage of 0.22%. The temperature of the peat soil during normal conditions has a large temperature which is always below the ambient air temperature. In great burning conditions, the temperature of the peat soil continues to increase and exceeds the ambient temperature. The ambient air temperature during normal conditions or in the event of fire there is no striking difference, because the peatland fires are not so thundering changes in ambient air temperature. The LM35 temperature sensor radiator in peatland fire detector reaches 4 m with a 45-minute reading time.

Keywords: Peatland fires, woody peat, Fire Detection, Sensor LM35

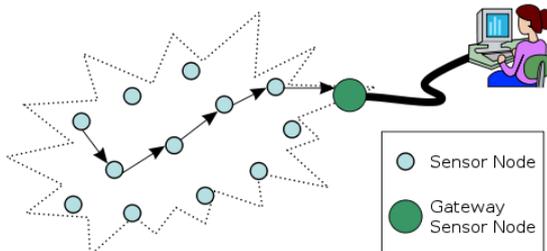
PENDAHULUAN

Kebakaran hutan dan lahan di wilayah pesisir timur Riau terus berlanjut. Hingga kini tercatat 310,25 hektare lahan gambut terbakar di Meranti. Kebakaran lahan juga menghancurkan 50 hektare perkebunan sagu milik masyarakat. Kepala Seksi Kedaruratan Badan Penanggulangan Bencana Daerah Provinsi Riau Mitra Adhimukti menyebutkan, kebakaran lahan tersebar di Desa Tanjung Medang, Kecamatan Rangsang, luas lahan terbakar sekitar 40 hektare (Carmenta *et.al.*, 2017) (Nofitra, 2016).

Kebakaran lahan gambut dapat mengakibatkan bencana asap, yang dapat menimbulkan penyakit pada masyarakat. Berdasarkan hasil pantauan ASEAN Specialized Meteorological Centre (ASMC), titik kebakaran lahan gambut dapat dideteksi dari pantauan satelit dengan tingkat akurasi sebesar 60% (Thoha, 2006).

Kebakaran itu dapat dicegah dengan pendeteksian dini pada kebakaran lahan gambut. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk pendeteksian dini kebakaran lahan gambut yaitu

dengan penerapan sistem *Wireless Sensor Network* (WSN). WSN merupakan suatu peralatan sistem *embedded* yang di dalamnya terdapat ribuan sensor, peralatan ini dapat disusun hingga membentuk node pada jaringan yang dapat saling berkomunikasi (Rawat et.al., 2014) (Nikolaos et.al, 2013) (Fuad et. al., 2015).



Gambar 1. Sebaran node pada Wireless Sensor Network (Fuad et. al., 2015)

Gambar 1 menunjukkan sistem dari WSN yang memiliki beberapa sensor node yang saling terhubung. WSN membutuhkan kehandalan sensor yang terpasang dari masing-masing nodenya. Sensor ini akan menentukan jumlah dari node yang akan dipasang.

Gambut secara harfiah diartikan sebagai ongkongan sisa tanaman yang tertimbun dalam masa dari ratusan sampai bahkan ribuan tahun. Menurut *epistemology*, gambut adalah material atau bahan organik yang tertimbun secara alami dalam keadaan basah berlebihan atau jenuh air, bersifat tidak mampat dan tidak atau hanya sebagian yang mengalami perombakan (*decomposed*) (Noor, 2009).

Balitbang provinsi Riau (2014) mengklasifikasikan pembentukan lahan gambut menurut lingkungannya dibedakan menjadi 4 tipe, yaitu: gambut lumutan, gambut seratan dan gambut kayuan. Gambut lumutan, merupakan gambut yang terdiri dari campuran tanaman air termasuk plankton dan sejenisnya. Sedangkan gambut seratan, merupakan gambut yang berasal dari campuran Spagnum dan rumputan. Sementara itu, gambut kayuan, merupakan gambut yang berasal dari jenis pohon-pohon beserta tanaman semak di bawahnya.

Menurut penelitian Balitbang (2014) provinsi Riau jenis gambut yang ada di Riau umumnya gambut kayuan, yang berasal dari pelapukan pohon-pohon. Temperatur dalam tanah gambut jenis kayuan dengan kedalaman 1 meter adalah berkisar antara 75°-95° F atau 23°-35° C dengan suhu udara tertinggi adalah sebesar 93° F atau 33.9° C. Lokasi penelitian ini dilaksanakan di Desa Tanjung Leban Kecamatan Bukit Batu Kabupaten Bengkalis.

Kebakaran lahan gambut dapat dideteksi dengan menggunakan sensor suhu LM35 (Amri R, 2014). Sensor suhu LM35 termasuk sensor umum yang memiliki karakteristik linier yang cukup baik dan dapat dikalibrasi langsung ke dalam besaran *celcius*. Pengukuran-pengukuran suhu dapat dijadikan sebagai indikator utama untuk mendeteksi dini adanya kebakaran lahan gambut (Haryawan dan Gunawan, 2014).

Penelitian yang dilakukan oleh Amri (2014) tidak membahas mengenai perhitungan perpindahan kalor untuk mengetahui besar suhu lahan gambut saat terjadi kebakaran maupun tidak. Penelitian yang dilakukan oleh Haryawan dan Gunawan (2014), metode pengambilan data yang digunakan adalah metode *observasi* yaitu pengumpulan data dengan mengadakan pengamatan kerja alat secara langsung, melakukan pengukuran suhu kebakaran lahan gambut dan pengujian alat secara langsung.

Penelitian ini menggabungkan kedua metode dari penelitian di atas yaitu hasil dari pengambilan data di lapangan akan di analisa dengan menggunakan teori perpindahan kalor, sehingga dapat diperoleh perubahan suhu lahan gambut ketika kondisi normal dan terbakar. Perubahan suhu ini dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Balitbang provinsi Riau (2014). Hasil dari perbandingan ini merupakan karakteristik suhu gambut saat kondisi normal dan terbakar.

METODOLOGI

Sensor Suhu LM35

Sensor pendeteksi kebakaran lahan gambut ini menggunakan sensor suhu LM35. Sensor suhu LM35 adalah komponen elektronika yang memiliki fungsi untuk mengubah besaran suhu menjadi besaran listrik dalam bentuk tegangan (Utomo dan Iswanto, 2011)

Sensor suhu LM35 membutuhkan arus sebesar 60 μ A hal ini berarti LM35 mempunyai kemampuan menghasilkan panas (*self-heating*) dari sensor yang dapat menyebabkan kesalahan pembacaan yang rendah yaitu kurang dari 0,5 °C pada suhu 25 °C. Selain itu sensor suhu LM35 memiliki karakteristik antara lain dapat dikalibrasi langsung ke dalam besaran *Celcius*, faktor skala linier +10mV/°C, jangkauan suhu antara -55°C sampai dengan 150°C, bekerja pada tegangan 4 volt hingga 30 volt, impedansi keluaran rendah 0.1 Ω untuk beban 1mA (Texas Instruments, 2015).

Sensor LM35 memiliki keluaran tegangan analog untuk perubahan setiap 1°C suhu yang terjadi. Adapun rumus yang digunakan untuk perhitungan secara teori, yaitu, diperlihatkan Persamaan (1).

$$V_{LM35} = T(^{\circ}C) \times 10(mV); T(^{\circ}C) = V_{LM35}/10(mV) \quad (1)$$

Keterangan :

V_{LM35} = Tegangan keluaran dari sensor
 $T (^{\circ}C)$ = Suhu

Menurut Utomo dan Iswanto (2011), perhitungan faktor kesalahan pada sensor LM35 dan rata-rata suhu dapat dirumuskan sebagai pada Persamaan (2) dan (3).

$$\%Error = \frac{Nilai\ Terukur - Nilai\ Teori}{Nilai\ Teori} \times 100\% \quad (2)$$

$$Nilai\ Rata - rata = \frac{\sum Suhu}{n} \quad (3)$$

Perpindahan Kalor Secara Konduksi

Konduksi adalah proses perpindahan kalor tanpa disertai perpindahan partikel (Soekardi, 2015) (Tipler, 1998). Besarnya perpindahan kalor (Q) tiap satuan waktu (t) dirumuskan pada Persamaan (4).

$$\frac{Q}{t} = \frac{kA\Delta T}{l} \quad (4)$$

Keterangan:

Q = Kalor (joule)
 k = Koefisien konduksi (konduktivitas termal)
 t = Waktu (s)
 A = Luas penampang (m^2)
 l = Panjang logam (m)
 T = Suhu (k)

Asas Black menyatakan bahwa "Jumlah kalor yang dilepas oleh materi yang bersuhu lebih tinggi akan sama dengan jumlah kalor yang diterima oleh materi yang suhunya lebih rendah" (Tipler, 1998). Dapat dirumuskan pada Persamaan (5).

$$Q_{lepas} = Q_{terima} \quad (5)$$

Keterangan:

Q_{lepas} = Kalor yang dilepas oleh benda bersuhu tinggi
 Q_{terima} = Kalor yang diserap oleh benda bersuhu rendah

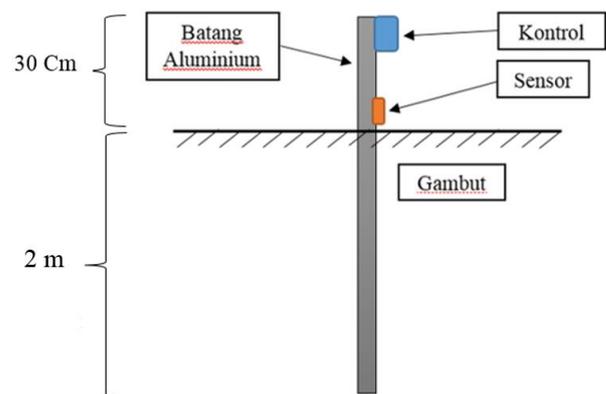
Sehingga dari persamaan di atas dapat diturunkan menjadi Persamaan (6).

$$\frac{kA_1\Delta T_1}{l_1} = \frac{kA_2\Delta T_2}{l_2} \quad (6)$$

Perancangan

Potensi terjadinya kebakaran lahan gambut dapat ditandai dengan peningkatan suhu yang mencapai $45^{\circ}C$ dengan suhu mutlak minimum $30^{\circ}C$ dan suhu mutlak maksimum $64^{\circ}C$ (Teguh *et. al.*, 2012). Balitbang Provinsi Riau (2014), temperatur dalam tanah gambut jenis kayuan di provinsi Riau berkisar antara $23^{\circ}-35^{\circ}C$.

Prototipe ini harus dapat membaca suhu lahan gambut dengan rentang suhu antara $23^{\circ}C$ hingga $64^{\circ}C$ dan jangkauan sensor minimal 3m. Prototipe pendeteksi kebakaran lahan gambut ini menggunakan sensor LM35 sebagai pendeteksi adanya kebaran lahan gambut. Sensor ini diletakan menempel dengan batang aluminium sepanjang 230 cm, dengan rincian 200 cm batang aluminium tertancap kedalam lahan gambut dan sensor berada 5 cm diatas permukaan lahan gambut. Gambaran prototipe yang digunakan untuk pendeteksi kebakaran lahan gambut dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Prototipe pendeteksi kebakaran lahan gambut

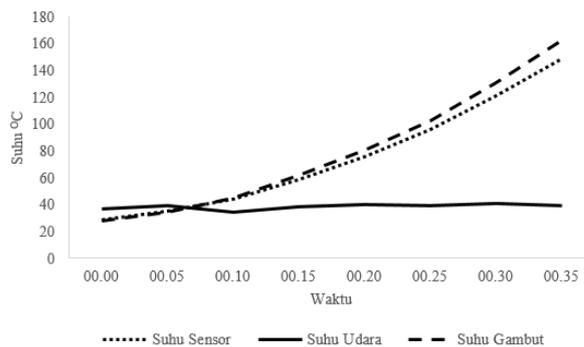
Perancangan prototipe pada penelitian ini terdapat 4 blok utama yaitu: blok sensor LM35, blok control ATmega8, blok output LCD dan blok *power supply*. Prinsip kerja dari pendeteksi kebakaran lahan gambut adalah sebagai berikut. Ketika terjadi kebakaran lahan gambut, panas akan merambat melalui batang aluminium (konduksi) dan langsung dibaca oleh sensor panas LM35. Kemudian sinyal keluaran dari sensor LM35 dikirim ke blok kontrol yang menggunakan mikrokontroler ATmega8. Sinyal diolah kemudian menghasilkan keluaran yang ditampilkan pada LCD 16X2.

Rangkaian elektronika keseluruhan sistem diperlihatkan pada Gambar 3. Sedangkan rangkaian sensor suhu ditampilkan pada Gambar 4.

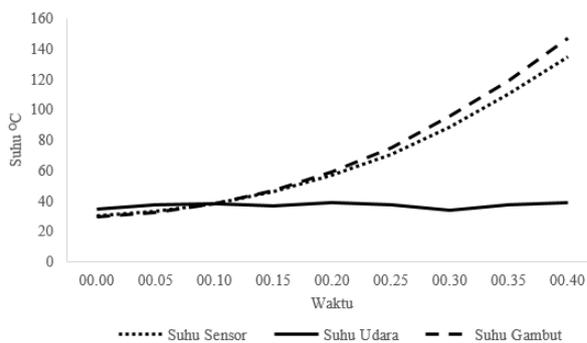
Suhu yang terjadi pada lahan gambut selalu berada dibawah suhu udara sekitar.

Hasil Pengujian Tahap Ketiga

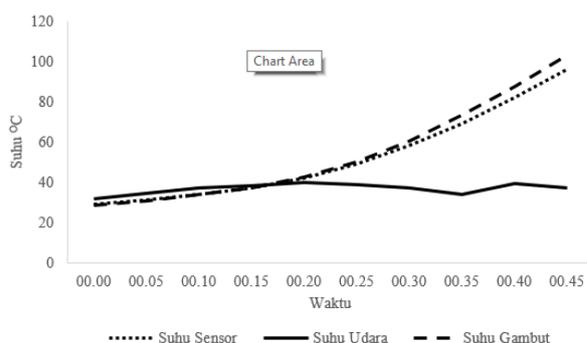
Pengujian tahap ketiga ini dibagi dalam lima percobaan guna mengetahui jarak yang dapat dijangkau oleh alat pendeteksi kebakaran lahan gambut. Pengujian pertama dengan jarak kebakaran 20 cm dilanjutkan dengan jarak kebakaran 50 cm, 1 m, 2 m dan 4 m. Besar suhu lahan gambut dapat dicari dengan menggunakan Persamaan 6. Hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 6.



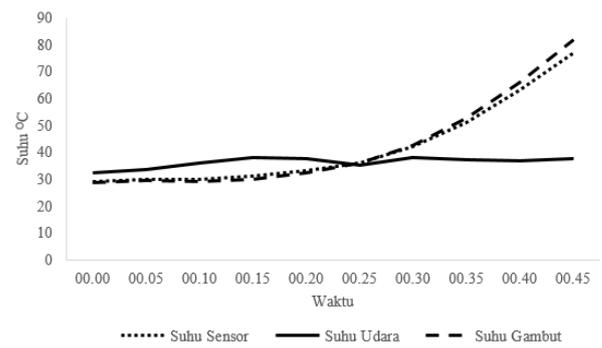
Gambar 6. Grafik suhu lahan gambut jarak 20cm



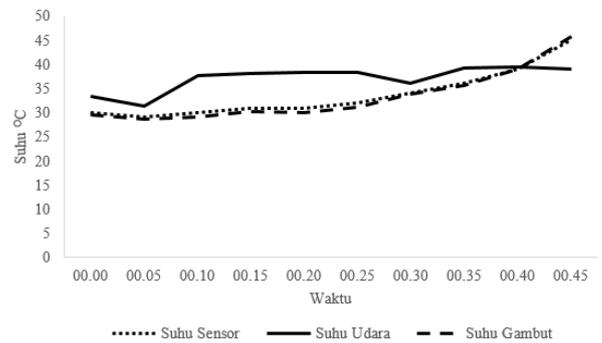
Gambar 7. Grafik suhu lahan gambut jarak 50cm



Gambar 8. Grafik suhu lahan gambut jarak 1m



Gambar 9. Grafik suhu lahan gambut jarak 2m



Gambar 10. Grafik suhu lahan gambut jarak 4m

Secara keseluruhan Gambar 6 sampai Gambar 10, menunjukkan perubahan suhu yang terjadi pada kebakaran lahan gambut yang diterima oleh alat pendeteksi kebakaran dari jarak 20 cm hingga jarak 4 m memiliki karakteristik berbeda yang diterima oleh sensor pendeteksi kebakaran lahan gambut. Perbedaan peningkatan suhu yang diterima sensor dipengaruhi oleh jarak kebakaran lahan gambut terhadap sensor. Semakin jauh jarak kebakaran lahan gambut terhadap sensor pendeteksi kebakaran lahan gambut maka peningkatan suhu lahan gambut yang diterima oleh sensor membutuhkan waktu semakin lama. Hal ini dipengaruhi oleh cepat rambat penyebaran kebakaran lahan gambut. Faktor yang mempengaruhi cepat rambat kebakaran lahan gambut bagian bawah permukaan gambut adalah kadar air sedangkan bagian permukaan lahan gambut dipengaruhi oleh kecepatan dan arah angin.

Berdasarkan Gambar 6 hingga Gambar 10, radius sensor kebakaran lahan gambut ini dapat mencapai 4 m dengan lama waktu 45 menit yang dibutuhkan sensor untuk mendeteksi adanya kebakaran lahan gambut. Oleh sebab itu sensor suhu LM35 dapat digunakan sebagai alat pendeteksi kebakaran lahan gambut.

Hasil Pengujian Tahap Keempat

Luas kawasan gambut Kubah Siak Kecil pada penelitian adalah 51.275 Ha dengan ketebalan gambut yang bervariasi antara 2.25m hingga 9.5m (Soewandita dan Suidiana, 2011). Sebaran lahan gambut wilayah Kubah Siak Kecil dapat dilihat pada Gambar 11.

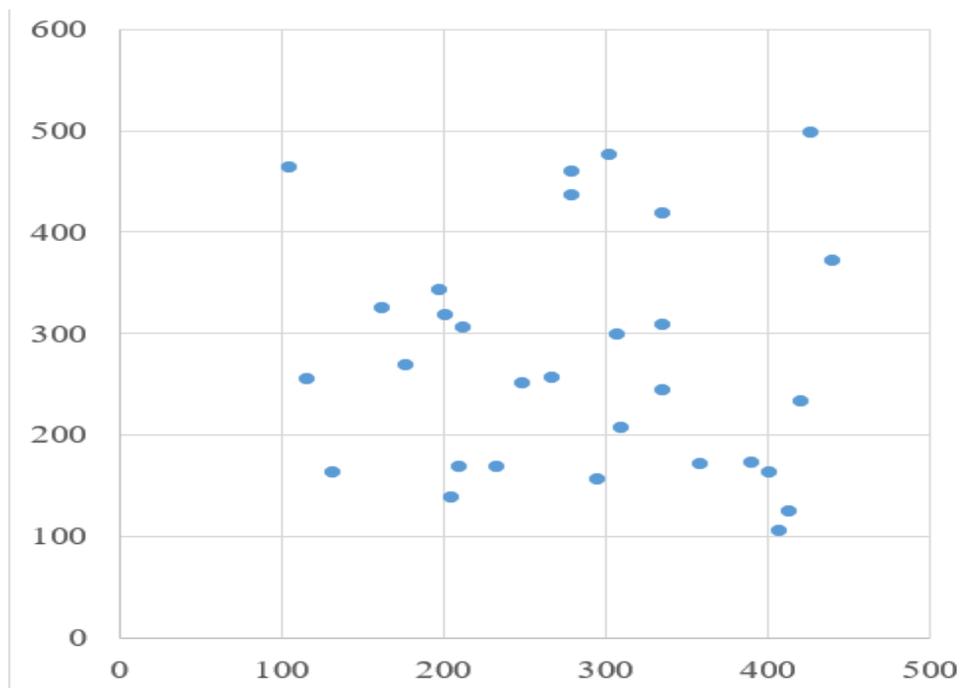
Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pemetaan pendistribusian node, Diantaranya adalah radius node, efisiensi energi

dan titik api yang sering muncul. Pada penelitian ini pemetaan difokuskan pada radius node yaitu 4 meter.

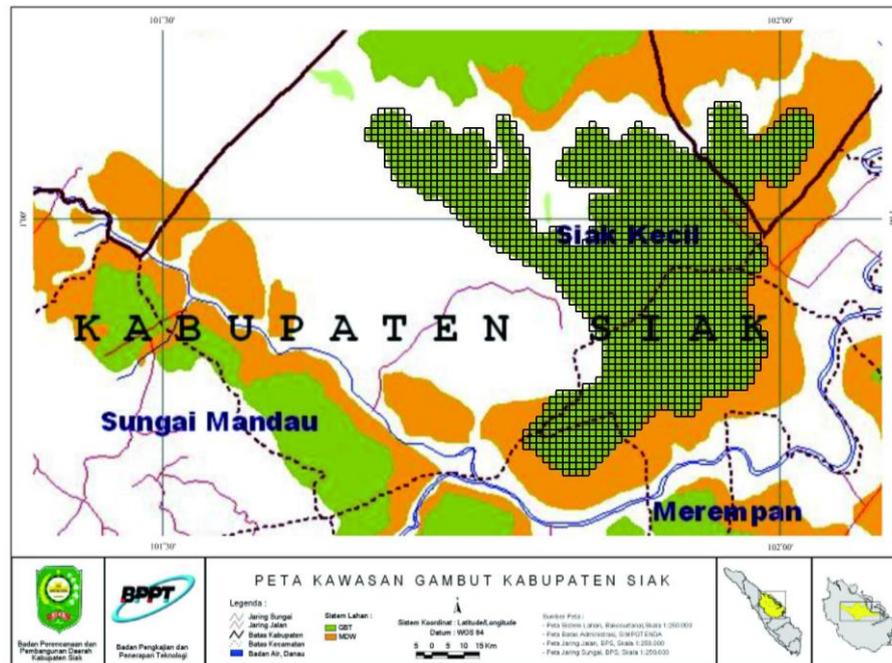
Menurut Kurniati (2016), pendistribusian jumlah node dengan mempertimbangkan efisiensi energi terbaik, dapat diplotkan dengan ukuran 500m x 500m dan jumlah node 30 buah. Penyebaran nodenya menggunakan aplikasi JSIM-1.3 terlihat pada Gambar 12.



Gambar 11. Peta sebaran lahan gambut kubah siak kecil (Bappeda Kabupaten Siak)



Gambar 12. Penyebaran 30 node pada lokasi berukuran 500m x 500m



Gambar 13. Pemetaan pendistribusian sensor pada Kubah Siak Kecil

Gambar 11 menunjukkan penyebaran tiap-tiap node pada lahan gambut yang kemudian akan diplotkan kedalam peta sebaran lahan gambut Kubah Siak Kecil. Sebaran node pada Gambar 11 ini tidak memperhatikan bentuk kontur lahan gambut, dengan kata lain diasumsikan kontur lahan gambut berbentuk datar. Pendistribusian node dipetakan dalam peta sebaran lahan gambut Kubah Siak Kecil diperlihatkan pada Gambar 12.

Gambar 13 menunjukkan peta pendistribusian sensor pada lahan gambut Kubah Siak Kecil yang sudah diplotkan dengan ukuran 500 meter x 500 meter. Jumlah plot pada lahan gambut Kubah Siak Kecil adalah 2113 plot dengan luas masing-masing plot adalah 25 hektar.

KESIMPULAN

Berdasarkan data pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan beberapa hal. Presentasi *error* pada sensor suhu LM35 memiliki rata-rata sebesar 0.22% dengan presentasi *error* terkecil 0% dan *error* terbesar 0.62%. Pada kondisi normal, perubahan suhu yang terjadi dipengaruhi oleh perubahan cuaca di area sekitar. Suhu yang terjadi pada lahan gambut selalu berada dibawah suhu udara sekitar. Saat terjadi kebakaran, perubahan suhu yang terjadi pada udara dipengaruhi oleh perubahan cuaca di area sekitar sementara kebakaran lahan gambut tidak begitu mempengaruhi perubahan suhu udara sekitar. Suhu yang terjadi pada lahan gambut terus meningkat hingga melebihi suhu udara

sekitar. Selain itu, radius sensor kebakaran lahan gambut ini dapat mencapai lebih dari 4 m, akan tetapi waktu yang dibutuhkan sensor untuk mendeteksi adanya kebakaran lahan gambut adalah 45 menit untuk mencapai suhu 45.7 °C.

REFERENSI

- Amri, R. Detektor Panas Nirkabel Untuk Monitoring Kebakaran Hutan Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal Sainstek*. 2014; 2 (2): 40-45.
- Asif, O. Hossain, B. Hasan, M. Rahman, M.T. & Chowdhury, M.E.H. Fire Detectors Review and Design of an Automated, Quick Responsive Fire Alarm System Based on SMS. *International Journal Communications, Network and System Sciences*. 2014; 7: 386-395.
<http://dx.doi.org/10.4236/ijcns.2014.79040>
- Balitbang provinsi Riau. *Penelitian Sistem Preventif Kebakaran Lahan Gambut Melalui Pendugaan Gelombang Pantul Elektromagnetik di Provinsi Riau*. Pekanbaru, Badan Penelitian dan Pengembangan. 2014.
- Carmenta, R. Aiora Zabala, Willy Daeli, Jacob Phelps, Perceptions across scales of governance and the Indonesian peatland fires, *Global Environmental Change*. 2017; 46: 50-59.
<https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2017.08.001>
- Fuad, M. Bayu, G. dan Herutomo, A. Analisis Performansi Protokol Routing GPSR pada

- Jaringan Sensor Nirkabel. *Jurnal Informatika*. 2015; 1 (1): 3-12.
- Haryawan, M.Y. dan Gunawan, A. Sistem Pendeteksi Dini Kebakaran Hutan Berbasis Wireless Sensor Network. *Jurnal Teknik Informasi dan Telematik*. 2104; 1 (1): 04-05.
- Kurniati, I. *Studi Penerapan Wireless Sensor Network untuk Antisipasi Kebakaran Lahan pada Taman Nasional Tesso Nilo dengan Pertimbangan Efisiensi Energi*. 2016. Skripsi. Universitas Riau. Pekanbaru.
- Nikolaos A. Pantazis, Stefanos A. Nikolidakis, Dimitrios D. Vergados, Energy-Efficient Routing Protocols in Wireless Sensor Networks: A Survey. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*. 2013; 15 (2): 551-591. <http://dx.doi.org/10.1109/SURV.2012.062612.00084>
- Nofitra, R. *Kebakaran Lahan Gambut di Meranti Riau Capai 310 Hektare*. Pekanbaru (Koran Tempo). 14 Maret 2106.
- Noor, M. *Pertanian Lahan Gambut*. Yogyakarta: Kanisius. 2009.
- Rawat, P., Singh, K.D., Chaouchi, H. Wireless sensor networks: a survey on recent developments and potential synergies. *The Journal of Supercomputing*. 2014; 68 (1): 1-48. <https://dx.doi.org/10.1007/s11227-013-1021-9>
- Soekardi, C. Analisis Pengaruh Efektivitas Perpindahan Panas Dan Tahanan Termal Terhadap Rancangan Termal Alat Penukar Kalor Shell & Tube. *SINERGI*. 2015. 19 (1): 19-24. <http://dx.doi.org/10.22441/sinergi.2015.1.001>
- Soewandita, H. dan Sudiana, N. Analisa Potensi dan Karakteristik Gambut Sebagai Bahan Pertimbangan untuk Arah Perencanaan Pengembangan Kawasan di Kabupaten Siak. *Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia*. 2011; 13 (2): 130-136.
- Teguh, R. Honma, T. Usop, A. Shin, H. & Igarashi, H. 2012. Detection and Verification of Potential Peat Fire Using Wireless Sensor Network and UAV. *Proceeding of ICITEE*. 2012; 1: 1-5. <http://dx.doi.org/10.13140/2.1.2088.4483>
- Texas Instruments. *LM35 Precision Centigrade Temperature Sensor*. Texas, Texas Instruments Incorporated. 2015.
- Thoha, A.S. Penggunaan Penginderaan Jauh Untuk Deteksi Kebakaran Gambut di Kabupaten Bengkalis Provinsi Riau. *Jurnal Ilmu Kehutanan*. 2006; 2 (2): 53-58.
- Utomo, A.T. Syahputra, R. dan Iswanto. Implementasi Mikrokontroler Sebagai Pengukur Suhu Delapan Ruang. *Jurnal Teknologi*. 2011; 4 (2): 153-159.