

**DESAIN MAPPING DAN KOMUNIKASI LORA SX1276 PADA SISTEM
DETEKSI RADIASI MENGGUNAKAN DRONE**

Devina Chandra Dewi, Fitri Surya Ningsih, Dian Fitri Atmoko, Ikhsan Shobari
Pusat Rekayasa Fasilitas Nuklir - BATAN
Gedung 71 Kawasan PUSPIPTEK Serpong Tangerang Selatan 15310
devina.chandra@batan.go.id

ABSTRAK

DESAIN MAPPING DAN KOMUNIKASI LORA SX1276 PADA SISTEM DETEKSI RADIASI MENGGUNAKAN DRONE. Alat ukur radiasi sebagai sistem pemantau radiasi lingkungan dikembangkan dengan tujuan untuk keselamatan. Tidak hanya melakukan pemantauan pada lokasi tertentu, sistem deteksi ini juga dapat dioperasikan pada lokasi dimana tingkat radiasinya ingin diketahui. Untuk dapat membaca tingkat radiasi, sistem ini dihubungkan dengan kemajuan teknologi LoRa SX1276 yang berfungsi sebagai transceiver dalam menyampaikan informasi, yang kemudian disimpan sebagai rekaman data. Sistem pemantau radiasi ini dioperasikan dengan menggunakan drone yang dilengkapi GPS dan detektor agar pengukuran tingkat radiasi bisa dilakukan secara jarak jauh. Data berupa nilai radiasi, tanggal, waktu, longitude dan latitude diproses dengan menggunakan perangkat lunak Google Earth Pro dan ditampilkan pada user interface. Desain mapping 944 titik koordinat dengan waktu penyimpanan data per 5 detik menghasilkan gambaran jalur pemantauan. Nilai tingkat radiasi tinggi yang terbaca pada rekaman data ditunjukan dengan titik koordinat, sehingga lokasi yang memiliki nilai tingkat radiasi tinggi segera diketahui. Sistem deteksi radiasi menggunakan drone ini mampu melakukan pemantauan radiasi lingkungan dengan cara berpindah titik pemantauan dari satu tempat ke tempat lainnya.

Kata kunci: mapping, LoRa SX1276, Google Earth Pro.

ABSTRACT

MAPPING DESIGN AND COMMUNICATION OF LORA SX1276 ON RADIATION DETECTION SYSTEM USING DRONE. Radiation measuring devices as an environmental radiation monitoring system have been developed with the aim of safety. Not only monitoring at certain locations, this detection system can also be operated at locations where the radiation level want to be known. To be able to read the level of radiation, this system is connected with advances in LoRa SX1276 technology that functions as a transceiver in conveying information which is then stored as data records. This radiation monitoring system is operated by using drones equipped with GPS and detectors so that the radiation levels measurement can be performed remotely. Data in the form of radiation values, date, time, longitude and latitude are processed by using Google Earth Pro software and displayed on the user interface. The mapping design of 944 coordinate points with data storage time per 5 seconds produces an overview of the monitoring path. The value of the high radiation level that is read in the data record is indicated by the coordinates, so that the location that has a high radiation level value is immediately known.. This radiation detection systems using drone has been able to monitor environmental radiation by moving monitoring points from one place to another.

Keywords: mapping, LoRa SX1276, Google Earth Pro.

1. PENDAHULUAN

Sistem pemantau radiasi dilakukan untuk keselamatan masyarakat dan lingkungan. Pemantauan radiasi lingkungan bisa dilakukan pada daerah yang terjangkau oleh manusia. Pemantauan bisa dilakukan dengan menyusuri sekitar lokasi

yang terdapat radiasi. Namun demikian, ada beberapa lingkungan yang tidak mudah dijangkau oleh petugas radiasi untuk melakukan pengukuran tingkat radiasi. Hal ini dipengaruhi oleh beragam letak geografis suatu lokasi yang ingin di deteksi.

Dengan memanfaatkan teknologi, sistem pemantau radiasi untuk keselamatan dapat dilakukan dengan menggunakan alat *drone*. Pengoperasian *drone* bersifat dinamis dan dapat dikendalikan dari jarak jauh, sehingga dapat digunakan untuk melakukan pemantauan radiasi pada daerah yang sulit untuk dilalui atau daerah dataran tinggi. Selain itu, pemanfaatan *drone* dapat mempersingkat waktu pengukuran radiasi. *Drone* dilengkapi dengan GPS (*Global Positioning System*), alat komunikasi, dan detektor. Data tingkat radiasi yang diperoleh oleh detektor kemudian disimpan untuk diteruskan ke sistem informasi data. Pemilihan media komunikasi dengan teknologi tanpa kabel karena sistem pemantau radiasi ini dilakukan secara *mobile* dan dengan jarak tertentu.

LoRa SX1276 adalah teknologi *wireless communication* yang digunakan sebagai media komunikasi untuk menyampaikan data yang diterima selama *drone* melakukan deteksi di area atau lingkungan ke sistem informasi atau *monitoring system*. LoRa SX1276 mudah digunakan, berukuran kecil, dan berdaya rendah untuk transmisi data nirkabel jarak jauh. Komunikasi LoRa *Point to Point* berfungsi untuk membantu implementasi jaringan LoRa dengan cepat^[1]. Kemampuan LoRa Sx1276 dapat menjangkau wilayah seluas 15-20km^[2]. Komunikasi LoRa menggunakan skema modulasi eksklusif dengan teknik *Chirp Spread Spectrum*. Teknologi LoRa juga mendukung variabel *date rate* dan *throughput* yang dapat diatur sesuai dengan *trade-off* untuk cakupan jangkauan, ketahanan, atau konsumsi energi^[3]. Modul GPS yang digunakan pada sistem ini adalah tipe NEO6MV2. Secara singkat, data yang diperoleh detektor dikirimkan ke *receiver* melalui internet sehingga tipe *transceiver* yang dipilih didukung oleh pertimbangan atas kemampuan atau fitur yang disediakan oleh tipe perangkat tersebut.

Data tanggal, waktu, *longitude* dan *latitude* dipetakan (*mapped*) ke dalam peta sehingga titik koordinat terlihat sebagai jalur *drone*. Posisi tingkat radiasi tinggi dapat dengan mudah untuk diketahui dengan menggunakan desain *mapping*. Desain *mapping* dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak *Google Earth Pro*. Dengan diketahuinya nilai tingkat radiasi pada lingkungan, sistem ini dapat meningkatkan keselamatan masyarakat terhadap radiasi tinggi. Berbeda dengan pemantau radiasi lingkungan yang hanya berada di lokasi atau suatu titik tertentu, sistem pemantau radiasi ini mengaplikasikan teknik deteksi menggunakan *drone* yang melakukan pengukuran nilai tingkat radiasi secara berpindah. Sistem ini menghasilkan data secara akurat dalam bentuk parameter koordinat, sehingga daerah yang memiliki radiasi tinggi segera terdeteksi. Dalam kemampuan menjangkau area yang luas dan letak geografis yang sulit dilalui, sistem ini juga meminimalkan waktu untuk mendapatkan informasi mengenai tingkat radiasi di lingkungan.

2. DASAR TEORI

LoRa SX1276 yang digunakan sebagai media komunikasi sistem deteksi *drone* mempunyai beberapa parameter yang menjadi kelebihannya dibandingkan teknologi lain. LoRa SX1276 memiliki 15-20 km *long-range coverage*. Dengan jangkauan sejauh beberapa kilometer, *drone* dapat melakukan *monitoring* ke berbagai wilayah dan tidak dipengaruhi oleh lokasi akses aplikasi *monitoring*. LoRa SX1276 dapat dikatakan sebagai *low infrastructure cost*. Dengan *bandwidth* yang terbatas, jaringan LoRa lebih murah dalam implementasi dan perawatan^[2]. LoRa SX1276 dapat bekerja dalam jangka waktu yang lama dengan baterai yang memiliki kapasitas baterai 10 tahun dengan arus saat moda *active receive* sebesar 11 mA^[4]. LoRa SX1276 dapat mengirimkan data dengan kecepatan 32 kbps^[2]. Frekuensi LoRa SX1276 terbatas, yaitu di 915 Mhz. LoRa aman dan layak digunakan sebagai teknologi *wireless* karena

ada fitur enkripsi data yang menggunakan AES128 secara *end-to-end* untuk mengoptimalkan privasi dan proteksi data^[4]. Daya *output* maksimum sebesar 100MW dan daya *output* dapat disesuaikan dalam 5–20 dBm dan suhu pengoperasian: -40 °C ~ 85 °C (tingkat industri)^[5]. LoRa memiliki topologi jaringan *star of star*. Secara garis besar, komponen utama dari LoRa adalah sebagai berikut^[6]:

- LoRa end devices* sebagai sensor/aktuator yang terhubung melalui antarmuka radio LoRa ke satu atau beberapa LoRa *Gateways*.
- LoRa Gateways* sebagai penghubung *end devices* ke LoRa *NetServer* yang merupakan elemen pusat dari arsitektur jaringan LoRa.
- LoRa NetServer* berfungsi sebagai server kontrol jaringan (*radio resource management, admission control, security*, dan lain-lain)

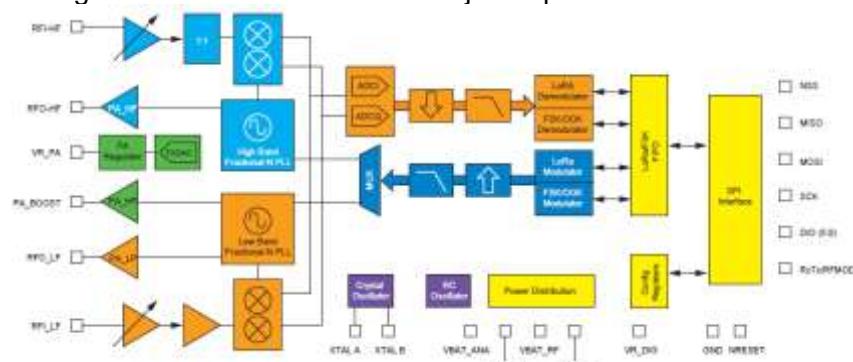
Spektrum penyebaran LoRa menggunakan modulasi *Chirp Spread Spectrum* (CSS) dan digunakan juga untuk militer dan komunikasi yang memerlukan keamanan. LoRa memiliki jangkauan yang luas, konsumsi daya dan kecepatan data rendah, berbiaya rendah yang dioperasikan dengan baterai, dan transmisi data yang aman. LoRa diterapkan pada jaringan publik, *private*, atau *hybrid* sehingga dapat mencapai jangkauan yang lebih luas jika dibandingkan dengan jaringan seluler. Teknologi LoRa dapat diaplikasikan untuk *Internet of Things (IoT)*^[7].

Kemampuan teknologi LoRa SX1276 dapat disesuaikan dengan parameter dan spesifikasi yang dibutuhkan untuk menunjang sistem deteksi ini. Dengan demikian, data deteksi radiasi yang sudah diperoleh dari detektor dapat sampai pada *gateway* dan bisa diakses pada sisi *monitoring* atau *storage*/aplikasi server melalui media internet. Internet dengan kecepatan transfer data yang memadai digunakan untuk memastikan tidak ada data deteksi yang mengalami kegagalan dalam proses penyampaian data dari *transceiver* ke *receiver*. Gambar 1. dibawah ini menunjukkan bentuk perangkat LoRa SX1276.



Gambar 1. LoRa SX1276

Blok diagram digital sikuit LoRa SX1276 ditunjukkan pada Gambar 2. berikut ini^[4]:



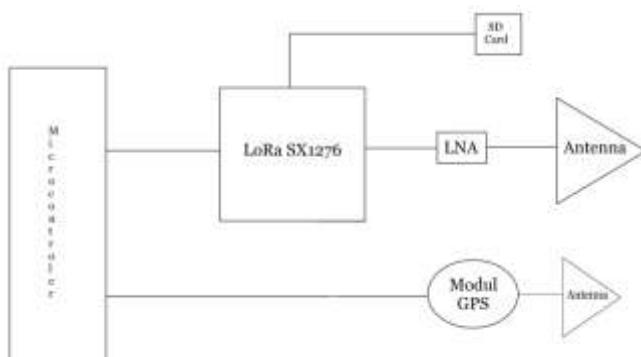
Gambar 2. Blok Diagram LoRa SX1276 (Digital Sirkuit)

Komunikasi LoRa SX1276 menggunakan komunikasi serial dengan *UART Interface* dan memiliki komponen penyusun sebagai berikut:

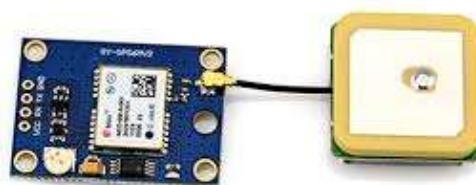
- a. Osilator kristal yang digunakan sebagai elemen penentu frekuensi. Osilator lebih stabil karena tidak dipengaruhi suhu.

- b. Osilator RC (dipengaruhi oleh *temperature*, *power supply voltage*, jumlah komponen)
- c. Distribusi daya
- d. Modulasi FSK (*Frequency Shift Keying*)
- e. FIFO (*first-in, first-out*)
- f. LoRa demodulator
- g. FSK / OOK (*On-off Keying*) demodulator
- h. MUX atau multiplexer
- i. ADC (*Analog-to-Digital Conversion*)
- j. DAC (*Digital-to-Analog Conversion*)
- k. *High Band Fractional-N PLL*

LoRa SX1276 yang dilengkapi dengan antena yang menggunakan frekuensi 915 Mhz meneruskan data tingkat radiasi ke sistem komputer proses informasi. Kemampuan LoRa SX1276 didukung oleh komponen penyusunnya dapat dilihat pada Gambar 3. LoRa SX1276 dilengkapi dengan LNA atau *Low-Noise Amplifier* yang berfungsi sebagai penguat sinyal. Sebelum ditransmisikan, data disimpan sementara di dalam *SD Card*. Modul GPS tipe NEO6MV2 yang ditunjukkan pada Gambar 4. terhubung ke mikrokontroler juga mempersiapkan data rekaman posisi yang dilalui oleh sistem pemantau atau bertindak sebagai modul *tracking path*.



Gambar 3. Blok Diagram Komunikasi Data Sistem Pemantau Radiasi



Gambar 4. Module GPS NEO6MV2

Proses *mapping* menggunakan perangkat lunak *Google Earth Pro* dengan memenuhi beberapa parameter dalam proses pengolahan data deteksi. Perangkat lunak ini digunakan untuk menampilkan secara visual jalur deteksi *drone* pada tahap sebelumnya. Perangkat lunak ini dioperasikan untuk membaca hasil data deteksi ke sistem informasi, sehingga tingkat radiasi pada koordinat tertentu dapat diketahui secara mudah. Berikut penjelasan dari parameter pada perangkat lunak *Google Earth Pro*^[8]:

- a. Pilih *file* untuk membuka format .kml atau .kmz untuk menampilkan jalur *mapping* seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 5.



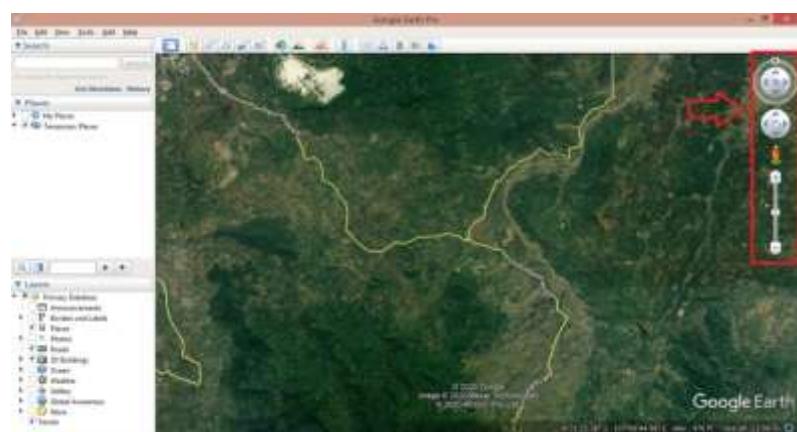
Gambar 5. Menu *file* untuk memilih *file* yang akan di *mapping*

- b. Mengatur panel *layers* seperti pada tampilan yang ditunjukkan Gambar 6. *Layers* menyediakan berbagai data geografis untuk ditampilkan di area tampilan, misalkan dengan menampilkan pilihan *roads* dan *3D buildings*.



Gambar 6. Kursor untuk pengaturan tampilan

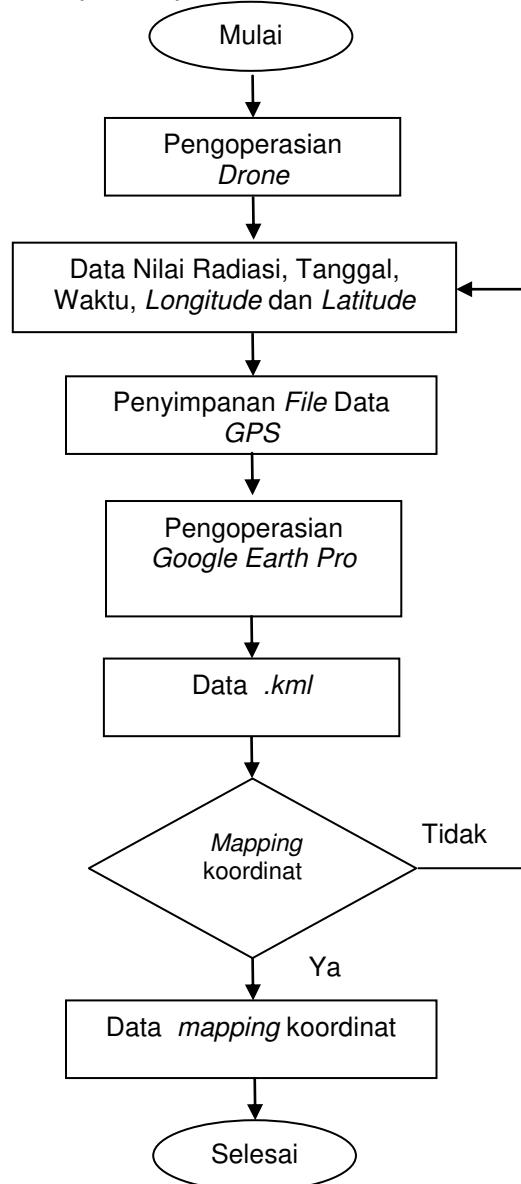
- c. Mengatur posisi tampilan *maps* dengan kursor. Pengaturan navigasi yang ditunjukkan pada Gambar 7. dapat digunakan untuk memiringkan tampilan atau memutar penampilan di sekitar tengah, *joystick* digunakan untuk menggerakkan titik tengah tampilan ke bawah, atas, kanan atau kiri.



Gambar 7. Kursor untuk pengaturan tampilan

3. TATA KERJA

Untuk pelaksanaan *mapping* koordinat, dibutuhkan *historical* data dalam bentuk *file* yang berisi koordinat dengan format *.kml* atau *.kmz*. *File* tersebut diproses oleh perangkat lunak *Google Earth Pro* untuk analisa hasil. Proses *mapping* dijelaskan dalam diagram alir, seperti ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Diagram Alir Proses *Mmapping* Koordinat

Proses *mapping* koordinat *Google Earth Pro* seperti yang dijelaskan pada diagram alir diatas terdiri atas beberapa tahapan. Hasil berupa data *mapping* titik koordinat jalur yang dilalui *drone* pemantau tingkat radiasi. Tahapan tersebut ialah:

- Pengoperasian *drone* yang sudah dilengkapi dengan LoRa SX1276, GPS, dan detektor.
- Perolehan data berisi data tanggal, waktu, *longitude*, *latitude*, dan nilai radiasi yang berlokasi di daerah Bogor hingga Puspiptek.
- Konversi *file* *.csv* menjadi *file* *.kml* melalui [https://www.convertcsv.com/csv-to-kml.htm^{\[9\]}](https://www.convertcsv.com/csv-to-kml.htm).

- d. Pengoperasian perangkat lunak *Google Earth Pro*.
- e. Perolehan data .kml untuk ditampilkan pada tampilan 3D *Google Earth Pro*.
- f. Pelaksanaan *mapping* koordinat jalur dan *mapping* data anomali jika ada.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Drone menggunakan perangkat LoRa SX1276 untuk mengirimkan atau menransmisikan data ke *receiver* dengan frekuensi 915 Mhz. Data yang didapatkan berupa tanggal, waktu, *latitude*, *longitude*, dan nilai radiasi. Data akuisisi yang ditunjukan pada Tabel 1 berisi 944 titik koordinat dengan waktu penyimpanan data per 5 detik dengan bentuk *file* .csv. Kemudian data tersebut dikonversi menjadi *file* .kml untuk dapat ditampilkan pada perangkat lunak *Google Earth Pro*.

Tabel 1. Data akuisisi *drone* menggunakan komunikasi LoRa SX1276*

No.	Tanggal	Waktu	Latitude	Longitude	Radiasi
1	4/6/2020	29:53:05	-6.58039	106.8153	0
2	4/6/2020	29:53:09	-6.5804	106.8154	0
3	4/6/2020	29:53:16	-6.58054	106.8153	0
4	4/6/2020	29:53:20	-6.58066	106.8153	0
5	4/6/2020	29:53:26	-6.5807	106.8154	0
6	4/6/2020	29:53:30	-6.58074	106.8156	0
7	4/6/2020	29:53:36	-6.58072	106.8157	0
8	4/6/2020	29:53:40	-6.58063	106.8157	0
9	4/6/2020	29:53:46	-6.58057	106.8159	0
10	4/6/2020	29:53:46	-6.58057	106.8159	0
.
940	4/6/2020	7:11:45	-6.34923	106.6644	0
941	4/6/2020	7:11:51	-6.34924	106.6644	0
942	4/6/2020	7:11:55	-6.34925	106.6644	0
943	4/6/2020	7:11:59	-6.34925	106.6644	0
944	4/6/2020	7:12:06	-6.34925	106.6644	0

*) data yang ditampilkan hanya sebagian dari keseluruhan data akuisisi GPS

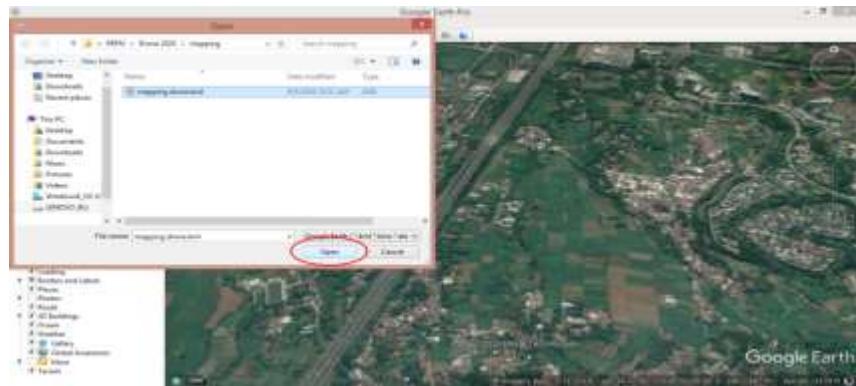
Proses *mapping* dijalankan pada *Google Earth Pro* dengan *file* format .kml untuk menandai koordinat pada peta. Berikut proses *mapping* yang dilakukan :

- a. Memilih menu *file* dan *open* seperti yang ditunjukan pada Gambar 9.



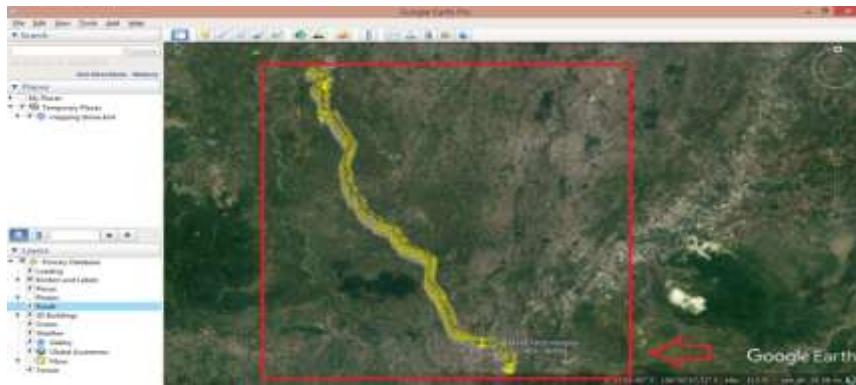
Gambar 9. Tampilan *Google Earth Pro* menu *file*

- b. Pilih file *.kml* yang berisi data GPS, kemudian *open* seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 10.



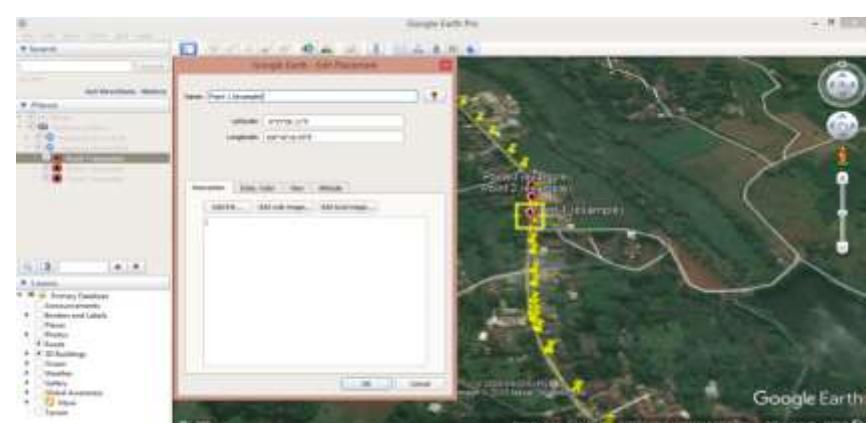
Gambar 10. Tampilan *Google Earth Pro* menu open

- c. Tampilan *Google Earth Pro* berupa *mapping* 944 titik koordinat seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 11.



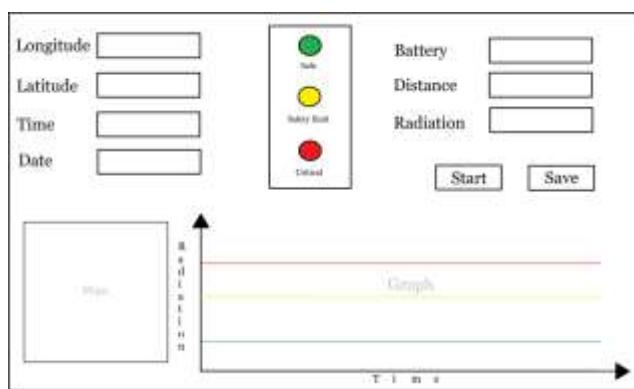
Gambar 11. Tampilan 3D *Google Earth Pro* mapping

- d. Dengan menambahkan file *.kml* berikutnya, titik koodinat akan berdampingan dengan *mapping* awal dan menggunakan simbol berbeda. Tahap ini dilakukan saat terdapat data anomali pada nilai tingkat radiasi agar lokasi tersebut lebih mudah ditemukan. Dalam tampilan *properties* pada simbol seperti yang ditunjukkan pada Gambar 12. terdapat informasi *longitude* dan *latitude* yang memudahkan untuk mengetahui lokasi titik tersebut.



Gambar 12. Tampilan *Properties* Simbol *Google Earth Pro* mapping

Pengukuran nilai tingkat radiasi secara *realtime* dilakukan agar operator yang mengoperasikan sistem ini dapat mengetahui variasi data yang direkam selama proses pemantauan berlangsung. Pada penelitian sebelumnya^[3] menunjukkan bahwa jarak panjang komunikasi LoRa sekitar 200 m. Pada sistem ini, pemantauan radiasi bisa dilakukan dengan jangkauan jarak yang lebih luas. Untuk memudahkan operator dalam pembacaan hasil, data yang dikirim dengan komunikasi LoRa SX1276 ditampilkan ke dalam sistem komputer proses informasi melalui *user interface*. *User interface* dilengkapi data *longitude*, *latitude*, waktu, tanggal, status baterai, jarak tempuh, nilai radiasi, peta koordinat (hasil *mapping*), alarm kondisi tingkat radiasi, dan grafik radiasi per waktu. Alarm berfungsi sebagai informasi kondisi *safe*, *safety limit*, dan *critical*. *User interface* menampilkan data secara visual dalam bentuk desain *dashboard*. Desain tampilan *user interface* ditunjukkan pada Gambar 13.



Gambar 13. Tampilan Properties Simbol *Google Earth Pro mapping*

Dari keseluruhan data *historical* dan data *realtime*, *delay* atau data tertunda masih menjadi kendala utama dalam penyampaian informasi. *Historical* data dapat diproses setelah akuisisi menggunakan *drone* selesai dilakukan. Hal ini membutuhkan waktu pengolahan data beberapa waktu untuk tahapan konversi *file* dan meng-*upload*-nya dalam tampilan 3D *Google Earth Pro*. Data *realtime* yang disajikan pada tampilan *dashboard user interface* harus dapat mengakses data pada *server* penyimpanan dan menampilkan informasi dengan waktu tunda yang rendah. Kedua tipe data tersebut dimanfaatkan sesuai dengan fungsinya sebagai sistem pemantau radiasi lingkungan.

5. KESIMPULAN

Sistem pemantauan radiasi menggunakan teknik deteksi radiasi menggunakan *drone* menghasilkan data yang memuat informasi berupa lokasi, waktu, dan tingkat radiasi. Informasi ini dikelola oleh sistem informasi melalui media komunikasi perangkat nirkabel LoRa SX1276. Dengan konsep deteksi secara berpindah, data ditampilkan dalam bentuk *mapping* koordinat dengan menggunakan perangkat lunak *Google Earth Pro*. Hasil *mapping* 944 titik koordinat telah berhasil memberikan informasi lokasi atau jalur yang dilalui *drone* beserta nilai tingkat radiasi. *Mapping* jalur dan *dashboard* dari *user interface* memudahkan proses analisa data hasil pemantauan. Sesuai dengan unsur keselamatan masyarakat dan lingkungan, sistem ini memungkinkan lokasi atau daerah yang terdeteksi memiliki nilai radiasi tinggi dapat segera teridentifikasi.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menghargai segala bantuan atau dorongan dari staf teknis dan semua dukungan dari organisasi sistem pemantau radiasi untuk keselamatan teknik deteksi radiasi menggunakan *drone*.

7. DAFTAR PUSTAKA

- [1] SHENZHEN RAKWIRELESS TECHNOLOGY. (2018). RAK811 Lora Module Datasheet V1.4. In *RAK811 Lora Module Datasheet V1.4*.
- [2] Ihor Chumak. (2018). *LoRa: Enabling a Cost-Effective, Low-Energy IoT Infrastructure*. LoRa: Enabling a Cost-Effective, Low-Energy IoT Infrastructure. <https://plvision.eu/rd-lab/blog/iot/lora-enabling-cost-effective-low-energy-iot-infrastructure> , Diunduh Agustus 2020.
- [3] Susila, I. P., Alfiansyah, A., Istofa, I., Sukandar, S., Santoso, B., & Suratman, S. (2019). DEVELOPMENT OF MOBILE DEVICE FOR GAMMA RADIATION MEASUREMENT UTILIZING LORA AS THE COMMUNICATION MEANS. *JURNAL TEKNOLOGI REAKTOR NUKLIR TRI DASA MEGA*. <https://doi.org/10.17146/tdm.2019.21.2.5432> , Diunduh Agustus 2020.
- [4] SEMTECH. (2018). Wireless & RF Selector Giude. In *Wireless & RF Selector Giude*. <https://www.semtech.com/uploads/design-support/SG-SEMTECH-WSP.pdf> . Diunduh Agustus 2020.
- [5] RAK 811 LoRa long distance wireless data communication module, Product Description, https://downloads.rakwireless.com/LoRa/RAK811/Hardware_Specification/RAK811_Brochure%28V1.0%29.pdf , Diunduh Agustus 2020.
- [6] Diana, M., Nazir, R., & Rufiyanto, A. (2017). Harvesting RF Ambient Energy dari End Device LoRa (Long Range Access). *JURNAL INFOTEL*. <https://doi.org/10.20895/infotel.v9i4.282> , Diunduh Agustus 2020.
- [7] Liandana, M. (2019). Penerapan Teknologi LoRa pada Purwarupa Awal Wearable Device. *RESEARCH : Computer, Information System & Technology Management*. <https://doi.org/10.25273/research.v2i02.5191> , Diunduh Agustus 2020.
- [8] Google. (2007). Google Earth User Guide. In *Google Earth User Guide*. https://static.googleusercontent.com/media/earth.google.de/de/de/userguide/v4/google_earth_user_guide.pdf , Diunduh Agustus 2020.
- [9] Data Design Group Inc. (n.d.). *Convert CSV to KML*. <https://www.convertcsv.com/csv-to-kml.htm> , Diunduh Agustus 2020.