

APRS TRACKER UNTUK PEMANTAUAN TIM SAR

APRS TRACKER FOR MONITORING SAR TEAM

Rumadi¹, Sonny Dwi Harsono², Rifki Ardinal²

¹Balai Kendali Satelit, Pengamatan Antariksa dan Atmosfer, dan Penginderaan Jauh Biak, LAPAN

²Pusat Teknologi Satelit, LAPAN
rumadi91@lapan.go.id

Abstrak

Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di dunia yang terletak pada pertemuan empat lempeng yang bergerak aktif yaitu lempeng Indo-Australia, lempeng Pasifik, lempeng Philipina, dan lempeng Eurasia. Kondisi tersebut berpotensi sekaligus rawan bencana seperti letusan gunung berapi, gempa bumi, tsunami, banjir dan tanah longsor. Dalam pencarian dan pertolongan korban bencana yang hilang dibutuhkan tim SAR (*Search and Rescue*). Keamanan tim SAR dalam operasi pencarian dan penyelamatan di lapangan harus diperhatikan. Melalui pemantauan titik koordinat, diharapkan bisa menjaga keselamatan tim. Selain itu, operasi di lapangan berjalan efektif dan efisien. Makalah ini menjelaskan manfaat dari APRS *Tracker* untuk pemantauan tim SAR saat beroperasi di lapangan dengan menggunakan infrastruktur teknologi APRS.

Kata kunci: bencana, Tim SAR, APRS *Tracker*

Abstract

Indonesia is the world's largest archipelago located at the confluence of four active moving plates, namely the Indo-Australian plate, the Pacific plate, the Philippine plate, and the Eurasian plate. These conditions are very potential and prone to disasters such as volcanic eruptions, earthquakes, tsunamis, floods and landslides. In the search and rescue of missing disaster victims, SAR (search and rescue) team is needed. The safety of SAR team in search and rescue operation in the field must be considered. Through monitoring coordinate points, it is expected to be able to maintain the safety of the team. In addition, operations on the ground are effective and efficient. This paper explains the benefits of the APRS Tracker for monitoring SAR teams when operating in the field by using APRS technology infrastructure.

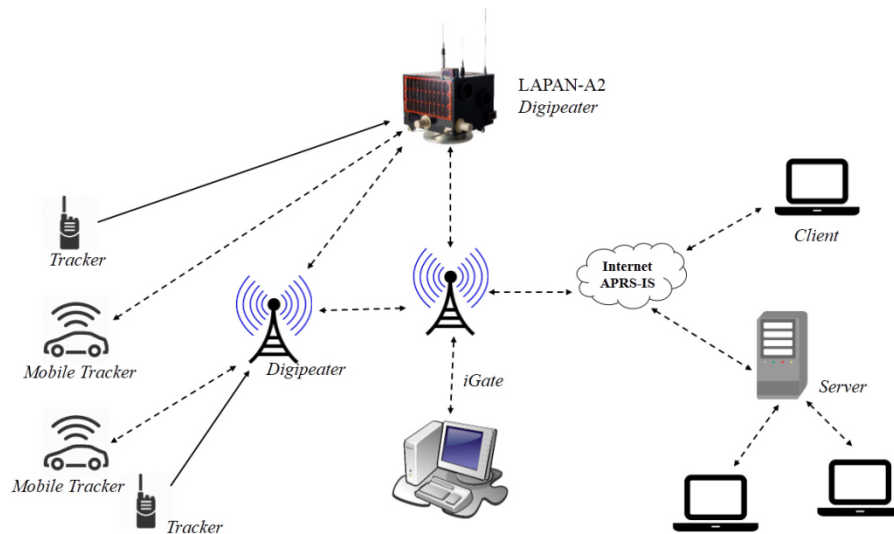
Keywords: disaster, SAR team, APRS Tracker.

1. PENDAHULUAN

APRS merupakan kependekan dari *Automatic Position Reporting System* yang didesain oleh Bob Bruninga. Dahulu Bob menggunakan APRS untuk melacak sensor yang digunakan untuk cuaca kemudian memantau lokasi jatuhnya balon yang membawa sensor tersebut. Pada dasarnya, APRS adalah sebuah paket protokol komunikasi yang digunakan untuk menyebarkan data langsung ke semua orang di jaringan secara *real time* [1]. Selain digunakan untuk tracking dan pemantauan data posisi, APRS juga digunakan sebagai status, pesan, serta data telemetri tanpa menggunakan koneksi paket data [2]. Oleh karena itu, sekarang ini APRS biasa disebut *Automatic Packet Reporting System*.

Gambar 1 menunjukkan arsitektur dari infrastruktur APRS dan bagaimana data mengalir dari pelacak (*tracker*) ke aplikasi yang dapat menggambarkan informasi tertentu. Paket data disiarkan oleh pelacak seluler (*mobile tracker*) dan ditransmisikan ulang melalui udara dengan menggunakan *repeater* digital (*digipeater*) untuk memperluas jangkauan. Gerbang jaringan internet (*iGate*), mengumpulkan paket dari radio dan memasukkannya ke dalam aliran data di seluruh dunia pada internet. Cakupan *repeater* atau *gateway* tergantung pada topografi, ketinggian antena, dan lain-lain. Infrastruktur APRS yang ada dapat diperluas dengan menggunakan *repeater* seluler atau *gateway*. Layanan Internet APRS (APRS-IS) adalah jaringan di seluruh dunia dari server yang saling berhubungan. Gerbang Jaringan Internet (*iGates*) atau bahkan aplikasi APRS apa pun (yang dikendalikan oleh radio-amatir) dapat terhubung ke APRS-IS untuk mengirim data atau menerima

data. Oleh karena itu, diperlukan adanya *filter* bila kita berlangganan aliran data APRS, misalnya berdasarkan lokasi [3].



Gambar 1. Infrastruktur APRS

Secara geografis Indonesia merupakan negara kepulauan yang terletak pada pertemuan empat lempeng yang bergerak aktif yaitu lempeng Indo-Australia, lempeng Pasifik, lempeng Filipina dan lempeng Eurasia [4]. Kondisi tersebut sangat berpotensi sekaligus rawan bencana seperti letusan gunung berapi, gempa bumi, tsunami, banjir dan tanah longsor. Berdasarkan data yang diperoleh dari Data Informasi Bencana Indonesia (DIBI)-BNPB, menunjukkan bahwa lebih dari 1.800 kejadian bencana pada periode 2005 hingga 2015 lebih dari 78% (11.648) kejadian bencana merupakan bencana hidrometeorologi dan hanya sekitar 22% (3.810) merupakan bencana geologi [7].

Gambar 2 menunjukkan tren bencana alam pada 10 tahun terakhir di Indonesia. Bencana Alam yang sering terjadi di Indonesia di antaranya Banjir, Tanah Longsor, dan Puting Beliung. Di tahun 2018 bencana Banjir terjadi 679 kali, Tanah Longsor terjadi 473 kali dan Puting Beliung 804 kali dari total 2572 seluruh kejadian. Meskipun tiga Bencana Alam tersebut sering terjadi tetapi kalau dilihat dari korban jiwa, Gempa Bumi dan Tsunami menjadi peringkat pertama dari seluruh kejadian bencana. Korban jiwa yang disebabkan oleh Gempa Bumi dan Tsunami yaitu 3475 jiwa yang meninggal dan hilang, 4438 jiwa yang luka-luka dan 221450 jiwa yang menderita dan mengungsi [5].



Gambar 2. Tren Bencana Alam 10 tahun terakhir[5]

Pelacak (*tracker*) adalah perangkat yang digunakan untuk mengetahui posisi *mobile station*. Sistem ini terdiri dari radio, antena, TNC (*Terminal Node Controller*) dan GPS (*Global Positioning System*). TNC berfungsi sebagai modem dan memastikan data diformat dan dipaketkan berdasarkan persyaratan paket radio seperti AX.25 [6]. *Tracker* dapat memiliki berbagai kemampuan operasi. Hal yang paling sederhana adalah mengirimkan paket data yang menunjukkan posisi setiap waktu tertentu.

Dalam pencarian dan pertolongan korban bencana yang hilang dibutuhkan tim SAR (*Search and Rescue*). Keamanan dari tim SAR di lapangan perlu diperhatikan dalam operasi pencarian korban bencana. Melalui pemantauan koordinat dari tim yang melakukan operasi, diharapkan operasi ini berjalan efektif dan efisien. Dalam makalah ini menjelaskan bagaimana tim SAR menggunakan APRS *Tracker* dalam operasinya di lapangan.

2. METODOLOGI

2.1. Peralatan Utama

Peralatan utama digunakan dalam penelitian ini adalah :

- *APRS Tracker*

Macam-macam APRS *Tracker* di antaranya Tigertronic TM1, Kantronic KPC3, TinyTrak, OpenTracker, FoxTrak. Tigertronic TM1 merupakan *tracker* generasi pertama dan sudah tidak produksi lagi. Kantronic KPC3 tidak cocok digunakan untuk *tracker portable* karena ukurannya yang panjang. Perangkat ini lebih bagus digunakan untuk *digipeater*. TinyTrak dan FoxTrak rentan terhadap *noise* sehingga tidak dianjurkan untuk menggunakannya [8]. Dalam penelitian ini, penulis menggunakan OpenTracker USB karena yang relatif kecil sehingga mudah di bawa oleh tim SAR dan memiliki fitur yang dibutuhkan untuk *tracker*. APRS *Tracker* ini bekerja dengan GPS *Receiver* menggunakan standar industri berupa format NMEA (kalimat \$GPRMC, \$GPGGA, \$GPGLL) [11].



Gambar 3. Open Tracker USB

- *GPS Receiver*

GPS (*Global Positioning System*) merupakan sistem navigasi dengan menggunakan teknologi satelit yang dapat menginformasikan lokasi penggunaanya di permukaan bumi. GPS *Receiver* berfungsi untuk menerima data dari satelit dan memprosesnya untuk menentukan posisi[9]. Prinsip kerja GPS *Receiver* adalah menemukan empat satelit atau lebih, kemudian menentukan jarak dari masing-masing satelit tersebut lalu menggunakan informasi tersebut untuk menghasilkan posisi. Metode penentuan ini menggunakan prinsip matematika “*Trilateration*” [10].



Gambar 4. GPS Receiver

- Radio *Transmitter* (Tx) / HT
Radio *transmitter* adalah bagian dari sistem komunikasi nirkabel yang berfungsi untuk mengirimkan informasi berupa gelombang radio ke tempat lain [12]. *Transmitter* (Tx) yang akan digunakan dalam sistem ini adalah Handy Talkie (HT). Dengan ukuran HT yang relatif kecil, diharapkan tidak mengganggu Tim SAR dalam operasi pencarian.



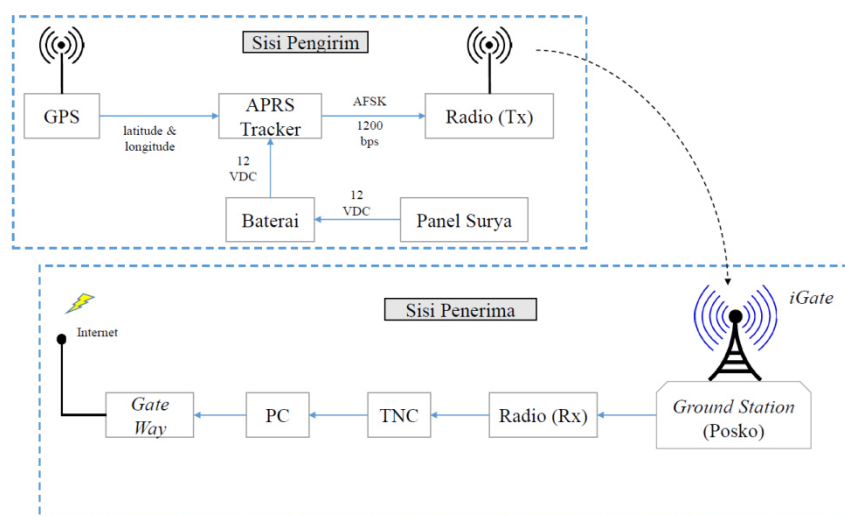
Gambar 5. Handy Talkie

- Baterai 12 V
Baterai berfungsi sebagai penyimpanan dan suplai arus listrik. Oleh karena itu baterai sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari sebagai power suplai yang mudah dalam penggunaan [13]. Dalam penelitian ini digunakan baterai 12 VDC.

APRS *Tracker* dilengkapi dengan GPS *Receiver* dapat menentukan posisi dari Tim SAR. Kemudian informasi tersebut dikirim melalui *Transmitter* (Tx) berupa HT. Perangkat inilah yang nantinya akan dibawa oleh Tim SAR. Posko bencana yang dapat menerima informasi yang dikirim oleh radio *transmitter* digunakan untuk memantau lokasi Tim SAR yang sedang beroperasi.

2.2. Perancangan Sistem

Sistem dalam penelitian ini terdiri dari dua sisi, yaitu sisi pengirim dan penerima. Sisi pengirim berfungsi untuk mengirimkan informasi dari posisi Tim SAR secara otomatis pada interval waktu tertentu. Subsistem ini terdiri dari GPS *Receiver*, APRS *Tracker*, *Transmitter* dan *Power Supply* untuk mendukung APRS *Tracker* serta Panel Surya untuk mengisi daya baterai bila habis. Panel Surya ini bersifat opsional dan mungkin bisa diganti dengan alternatif lain seperti *Power Bank*. Perangkat dari sisi pengirim ini yang nantinya dibawa oleh Tim SAR. Sedangkan sisi penerima berfungsi untuk pemantauan (*monitoring*) Tim SAR yang divisualisasikan dalam Komputer. Subsistem ini terdiri dari *Receiver*, TNC (*Terminal Node Controller*) dan Komputer serta perangkat pendukung lainnya. Perangkat dari sisi penerima ini berada di posko bencana yang akan dijadikan tempat pemantauan. Keseluruhan dari sistem ini bisa dilihat pada Gambar 6 yang terdiri dari dua blok subsistem.



Gambar 6. Rancangan Sistem Pemantauan Tim SAR menggunakan APRS *Tracker*

- **Sisi Pengirim**

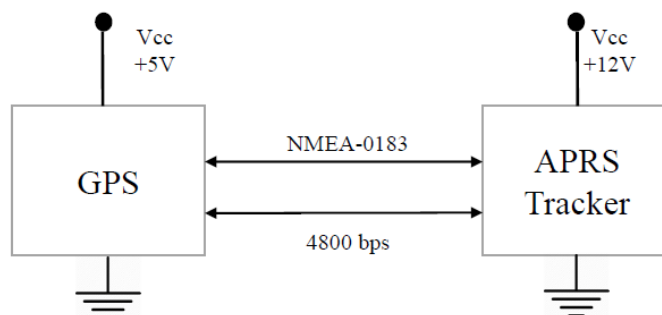
Gambar 7 menunjukkan proses pengambilan data pada GPS Receiver. Modul GPS Receiver dan APRS Tracker dikoneksikan melalui komunikasi serial. Data keluaran GPS Receiver menggunakan protokol NMEA (National Marine Electronics Association)-0183 pada default baudrate 4800 bps. Data NMEA dari GPS Receiver ditransmisikan ke APRS Tracker. Data ini berisi informasi yang berhubungan dengan geografi seperti waktu, *longitude*, *latitude*, ketinggian, kecepatan dan lain-lain [14]. Protokol NMEA yang kita gunakan dalam penelitian ini adalah *GGA-Global Positioning System Fixed Data*. Pada tabel 1 menunjukkan detail dari format data GGA.

Tabel 1. Format Data GGA [15]

Nama	Contoh	Unit	Deskripsi
<i>Message ID</i>	<i>\$GPGGA</i>		<i>GGA protocol header</i>
<i>UTC Time</i>	<i>002153.000</i>		<i>hhmmss.sss</i>
<i>Latitude</i>	<i>3342.6618</i>		<i>ddmm.mmmm</i>
<i>N/S Indicator</i>	<i>N</i>		<i>N = north or S = South</i>
<i>Longitude</i>	<i>11751.3858</i>		<i>Ddmm.mmmm</i>
<i>E/W Indicator</i>	<i>W</i>		<i>E = east or W = west</i>
<i>Position Fix Indicator</i>	<i>1</i>		<i>Lihat Tabel 2.</i>
<i>Satellite Used</i>	<i>10</i>		<i>Range 0 to 12</i>
<i>HDOP</i>	<i>1.2</i>		<i>Horizontal Dilution of Precision</i>
<i>MSL Altitude</i>	<i>27.0</i>	<i>meters</i>	
<i>Geoid Separation</i>	<i>-34.2</i>	<i>meters</i>	<i>Geoid-to-ellipsoid separation. Ellipsoid altitude = MSL Altitude + Geoid Separation</i>
<i>Age of Diff. Corr.</i>		<i>sec</i>	<i>Null fields when DGPS is not used</i>
<i>Diff. Ref. Station ID</i>	<i>0000</i>		
<i>Checksum</i>	<i>*5E</i>		
<i><CR> <LF></i>			<i>End of message termination</i>

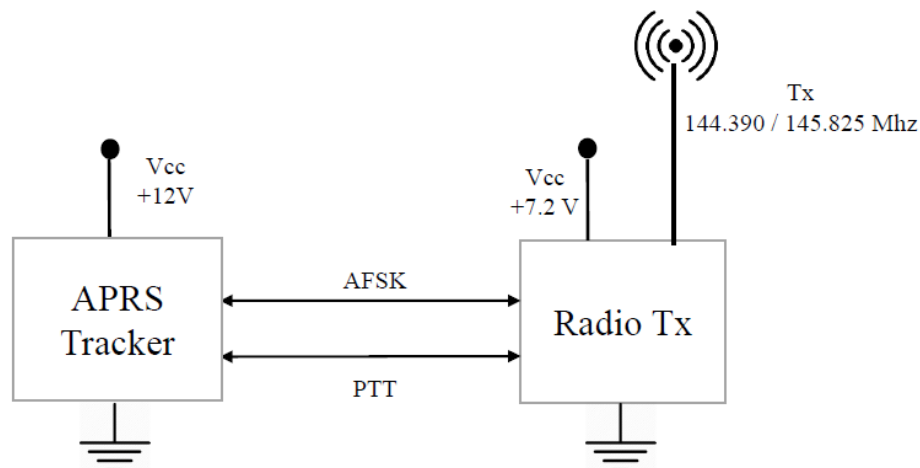
Tabel 2. Position Fix Indicator

Nilai	Deskripsi
<i>0</i>	<i>Fix not available or invalid</i>
<i>1</i>	<i>GPS SPS Mode, fix valid</i>
<i>2</i>	<i>Differential GPS, SPS Mode, Fix valid</i>
<i>3 - 5</i>	<i>Not Supported</i>
<i>6</i>	<i>Dead Reckoning Mode, fix valid</i>



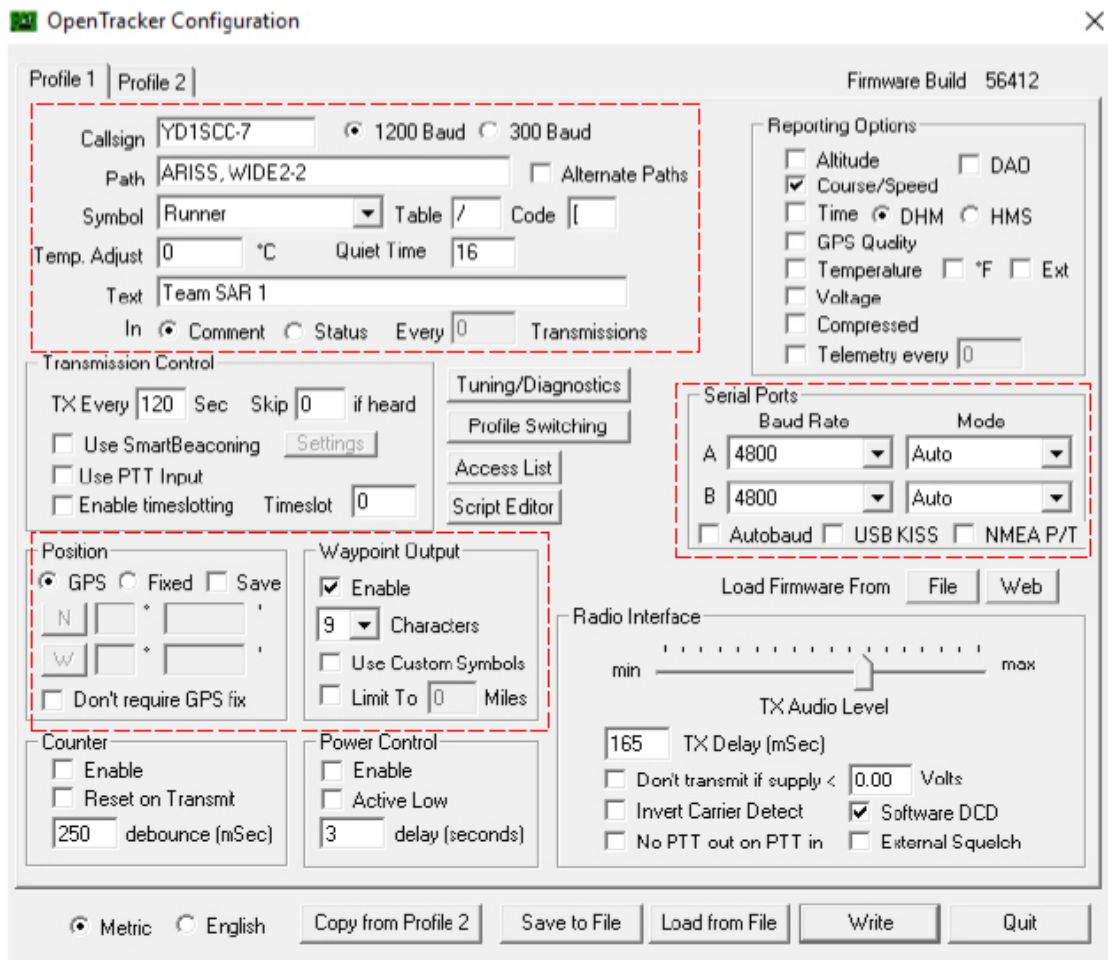
Gambar 7. Proses pengambilan data pada GPS Receiver

Gambar 8 menunjukkan proses pemancaran informasi yang berupa gelombang radio ke udara. APRS Tracker akan mengubah data NMEA dari GPS Receiver menjadi format paket radio (AX.25). Kemudian akan dipancarkan melalui gelombang radio dengan kecepatan 1200 bps untuk frekuensi VHF (*Very High Frequency*) atau lebih besar [16]. Radio transmitter yang digunakan dalam penelitian ini adalah HT (*Handy Talkie*) pada frekuensi 144.390/145.825 MHz. Oleh karena itu, modulasi yang dipakai adalah AFSK (*Audio Frequency Shift Keying*) [17].



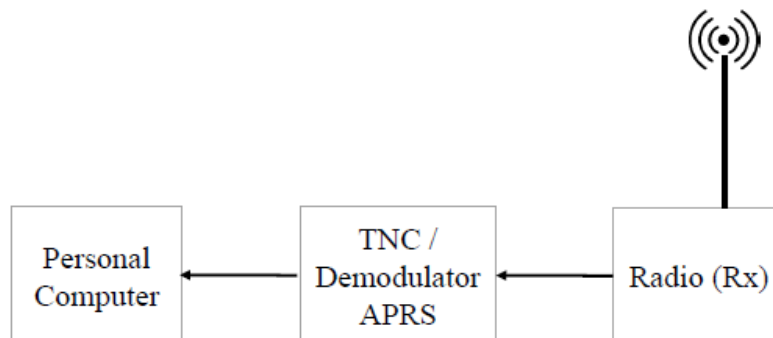
Gambar 8. Proses pemancaran informasi.

Gambar 9 menunjukkan konfigurasi OpenTraker USB, di mana terdapat konfigurasi dasar di antaranya *callsign*, *baud rate*, *path*, *symbol*, *text*, *position*, dan lain-lain. *Callsign* digunakan saat melakukan transmisi. *Callsign* berfungsi untuk pemberian nama stasiun berdasarkan aturan IARU (*International Amateur Radio Union*) [18]. *Baud rate* yang digunakan tergantung pada frekuensi yang dipakai. Bila frekuensi yang digunakan VHF maka kecepatannya 1200 bps, sedangkan 300 bps untuk HF (*High Frequency*). *Path* menunjukkan jalur *digipeater* yang digunakan, *default path* yang biasa digunakan adalah 'WIDE1-1, WIDE2-1' [11]. *Path* yang paling umum adalah 'WIDEn-N', biasanya digunakan oleh stasiun APRS. 'n' menunjukkan jumlah *hops* (lompatan), *hops* di dalam APRS sendiri merupakan loncatan antara satu *repeater* ke *repeater* yang lainnya yang diminta oleh stasiun pengirim, sedangkan 'N' jumlah *hops* (lompatan) yang tersisi. Sebagai contoh, sebuah paket yang dikirim dengan *path* WIDE2-2 akan diulang oleh *digipeater* pertama dengan *path* yang diubah ke WIDE2-1. *Digi* berikutnya akan menggunakan *hops* (lompatan) terakhir dan mengubahnya menjadi WIDE2-0, yang ditampilkan sebagai WIDE2 [19]. *Symbol* digunakan sebagai indikator posisi *mobile station* saat digambarkan dalam peta. Dalam sistem ini menggunakan simbol *runner*, yang menunjukkan posisi dari Tim SAR. *Text* digunakan sebagai komentar yang akan ditampilkan dalam sebagian status paket. Usahakan teks yang ditampilkan sesingkat mungkin agar menghindari pemborosan kapasitas saluran.

Gambar 9. Konfigurasi *OpenTraker* USB.

- **Sisi Penerima**

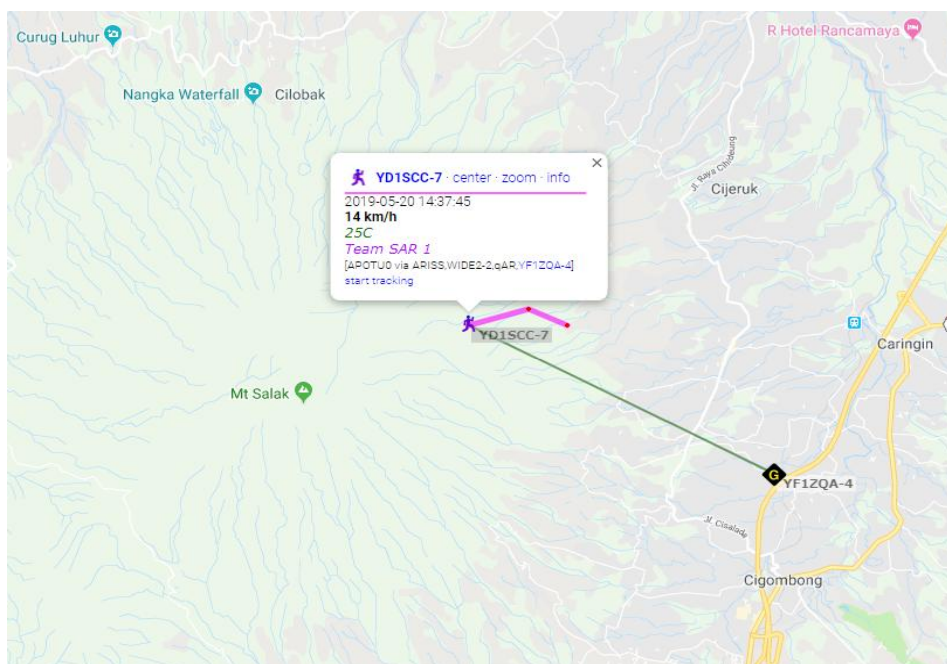
Gambar 10 menunjukkan diagram blok penerimaan paket data berbasis APRS. Sistem penerimaan paket data terdiri atas: Radio (Rx), TNC (*Terminal Node Controller*), *Personal Computer* (PC) dan perangkat pendukung lainnya. Stasiun penerimaan paket data ini berupa Posko Bencana yang berfungsi untuk pemantauan posisi Tim SAR di lapangan. Data posisi dari Tim SAR dapat diamati pada stasiun penerimaan (Posko Bencana) secara *real time*. Radio (Rx) menerima paket data yang dipancarkan oleh Radio (Tx) dengan frekuensi yang sudah disesuaikan baik dari sisi penerima maupun pengirim. Kemudian paket data ini didemodulasi sehingga bisa ditampilkan pada PC yang divisualisasikan dalam bentuk peta.



Gambar 10. Penerimaan paket data berbasis APRS.

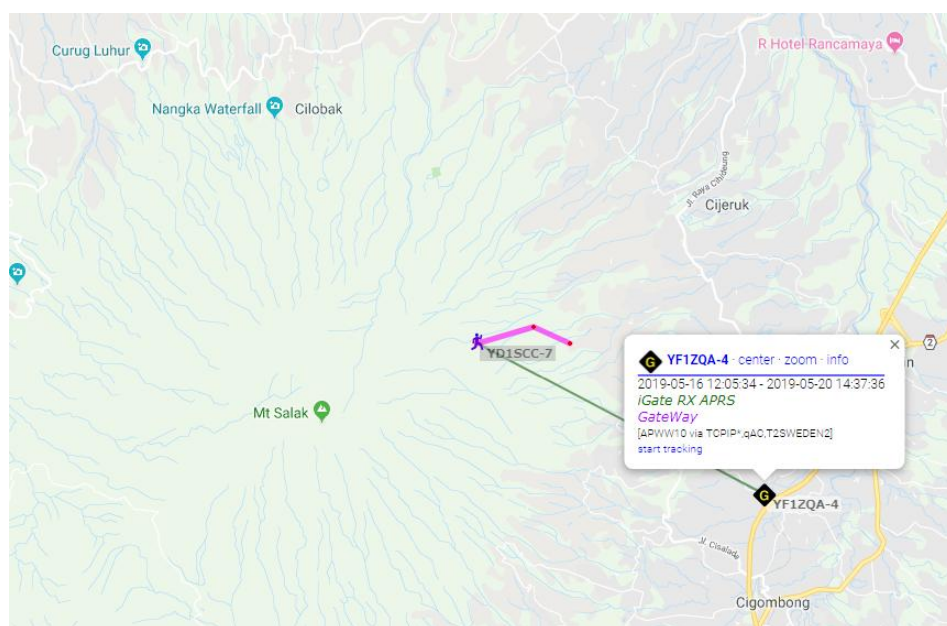
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil simulasi pemantauan Tim SAR dapat dilihat pada Gambar 11. Gambar tersebut juga menampilkan keterangan informasi dari *mobile station* (Tim SAR) yang sudah sesuai konfigurasi awal pada APRS Tracker. Dasar konfigurasi yang terlihat di antaranya: *callsign* yaitu YD1SCC-7; *text* pada kolom komentar yaitu Team SAR 1; lalu *Path*-nya adalah “ARISS, WIDE2-2”; simbol yang digunakan yaitu *runner*, yang paling sesuai dengan penggunaannya jika dibandingkan dengan simbol lain seperti mobil. YD1SCC-7 merupakan stasiun pengirim paket data, kemudian data tersebut akan diterima pada stasiun penerima YF1ZQA-4.



Gambar 11. Pemantauan Tim SAR dengan menampilkan informasi dari *Mobile Station* (Tim SAR)

Gambar 12 menunjukkan informasi tentang stasiun penerimaan yang berperan sebagai Posko bencana. Stasiun ini dijadikan sebagai *iGate* (*internet Gateway*) yang berfungsi untuk melewatkan semua paket dari gelombang radio ke Layanan Internet APRS (APRS-IS).



Gambar 12. Pemantauan Tim SAR dengan menampilkan informasi dari Stasiun Penerimaan (Posko)

Sistem ini mengumpulkan data posisi Tim SAR dan menyajikannya melalui peta, yang dapat membantu pemantauan Tim SAR dalam pencarian dan penyelamatan. Dengan menggunakan sistem ini, maka informasi posisi dari lapangan dapat disampaikan langsung kepada pemantau operasi melalui komunikasi radio secara *real time*. Pita frekuensi VHF merupakan pita frekuensi yang ideal untuk komunikasi terestrial jarak pendek. Kita harus menentukan letak Posko Bencana agar masih dalam jangkauan komunikasi radio yang digunakan. Bila area pencarian Tim SAR melebihi jangkauan Posko Bencana, maka diperlukan *digipeater* pada titik tertentu agar komunikasi antara Tim SAR dan Posko Bencana tetap berjalan.

Fitur dari konfigurasi APRS menjadi penting untuk memudahkan Tim SAR dalam memahami visualisasi yang terdapat dalam peta, khususnya untuk orang yang bertugas memantau di Posko Bencana. Konfigurasi jenis simbol perlu diperhatikan, setiap simbol menunjukkan fungsi atau misi yang berbeda. Dalam sistem ini menggunakan simbol *runner* untuk memudahkan pemantauan dalam melihat posisi Tim SAR di lapangan bila terdapat banyak simbol yang berbeda. Setiap stasiun APRS memiliki *callsign* yang berbeda. Pemberian nama *callsign* harus mengikuti petunjuk yang ada, jangan sampai stasiun yang berbeda memiliki *callsign* yang sama. *Callsign* merupakan identitas dari setiap stasiun APRS.

Koneksi internet berguna untuk pengumpulan informasi pada stasiun penerimaan (Posko Bencana). Oleh karena itu, kita harus memastikan tempat yang dijadikan sebagai Posko Bencana masih terjangkau jaringan internet. Apabila koneksi internet di lokasi sinyalnya lemah bahkan tidak ada sama sekali maka harus ada alternatif lain untuk menangani hal tersebut. Misalnya kita menggunakan *digipeater* untuk memperluas jangkauan radio amatir yang digunakan Tim SAR sehingga kita memilih lokasi Posko Bencana yang masih terjangkau dengan jaringan internet. Akan tetapi kita juga perlu memperhatikan *path* dari *digipeater* karena dengan *path* yang berlebihan akan mengurangi kualitas dari jaringan.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menggambarkan bagaimana sistem APRS *Tracker* untuk pemantauan Tim SAR dalam melakukan tugasnya di lapangan. Sistem ini dibuat untuk memastikan posisi dari Tim SAR dan mengetahui keadaan semua personil agar tetap aman melalui komunikasi radio amatir. Selain itu, sistem ini juga diharapkan bisa meningkatkan efisiensi dan efektivitas proses pencarian dan penyelamatan korban bencana. Oleh karena itu, Tim SAR perlu mengetahui cara pemakaian dari sistem ini. Lokasi terjadinya bencana pun berbeda-beda, setidaknya harus ada orang yang mengambil tindakan alternatif bila kondisi di lapangan tidak sesuai dengan harapan. Penelitian selanjutnya dapat mengatasi area yang terbatas dengan koneksi internet dengan menggunakan *Polaric Server*[3].

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Ir. Mujtahid, M.T. selaku kepala Pusat Teknologi Satelit dan Bapak Abdul Karim, S.T., M.T. selaku kepala bidang program dan fasilitas Pusat Teknologi Satelit atas fasilitas dan dukungan dalam melakukan kegiatan penelitian.

PERNYATAAN PENULIS

Penulis dengan ini menyatakan bahwa seluruh isi makalah ini merupakan tanggung jawab penulis.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. Wade. *APRS Protocol Reference Version 1.0*, First Edition, APRS Working Group, United States of America, 2000, tersedia di www.aprs.org/doc/APRS101.PDF , diakses tanggal 01 Maret 2019.
- [2] R. Ardinal dan S. D. Harsono. "Sistem Stasiun Bumi Pemancar dan Penerima Data APRS pada Satelit LAPAN-A2." Prosiding SIPTEKGAN XXII, ISBN : 978-623-7102-02-01.

- [3] O. Hanssen. "Position Tracking in Voluntary Search and Rescue Operations." *Proceedings of the ISCRAM 2015 Conference*, ISSN : 2411-3387
- [4] A. L. Hadi, I. M. Anjasmara dan M. Yusfania. "Analisa Kecepatan Pergeseran di Wilayah Jawa Tengah Bagian Selatan Menggunakan GPS-CORS Tahun 2013-2015." *Jurnal Teknik ITS* Vol. 5, No. 2, 2016 ISSN : 2337-3539
- [5] BNPB. "Data Informasi Bencana Indonesia" (<https://dibi.bnpb.cloud>), diakses tanggal 22 Mei 2019.
- [6] Y.A. Ahmad, N.J. Nazim, S.S. Yuhaniz. "Design of a terminal node controller hardware for CubeSat tracking applications." *AEROTECH VI – Innovation in Aerospace Engineering and Technology*.
- [7] Mohd. Robi Amri dkk. "Risiko Bencana Indonesia", BNPB, Jakarta, 2016.
- [8] S. Adisoemarta, S.(YD0NXX). "Pilihan APRS Tracker (APRS 204)". 2008, tersedia di <http://125.160.17.21/speedyorari/view.php?file=orari-diklat/teknik/aprs/aprs-presentation/APRS204+-+Pilihan+APRS+Tracker.pdf>, di akses tanggal 28 Mei 2019.
- [9] Rianandra, Arsali, A. A. Bama. "Studi Perbandingan Penentuan Posisi Geografis Berdasarkan Pengukuran dengan GPS (Global Positioning System), Peta Google Earth dan Navigasi.Bet." *Jurnal Penelitian Sains* Vol. 17 Nomor 2, Mei 2015.
- [10] R. Kumar, Harsh Dev. "Efficiency Related Parameters in GPS based Vehicle Tracking System Working for an Organization." *International Journal of Computer Applications (0975-8887)* Volume 68 No. 19, April 2013
- [11] _____. "*OpenTracker USB User's Manual*", Argent Data Systems, Inc. 2013
- [12] K. N. D. Nofanti, A. Rusdinar, R. Nugraha. "Perancangan dan Implementasi Sistem Komunikasi dan Kontrol Formasi pada Swarm Boat." *e-Proceeding of Engineering* Volume 4, No. 2, Agustus 2017, ISSN : 2355-9365.
- [13] R. M. Hamid, Rizky, M. Amin, I. Bagus D. "Rancang Bangun Charger Baterai untuk Kebutuhan UMKM." *Jurnal Teknologi Terpadu* Volume 4 No. 2 , ISSN : 2338-6649
- [14] S. P. Wijaya, Y. Christiyono, Sukiswo. "Alat Pelacak Lokasi Berbasis GPS Via Komunikasi Seluler." *Jurnal TRANSMISI* Volume 12 No. 2, 2010. ISSN : 1441-0814
- [15] _____. "*NMEA Reference Manual*", SiRF Technology, Inc. 2007.
- [16] A. Goeritno, R. Yatim, D. J. Nugroho. "Implementasi *Automatic Packet Reporting System* (APRS) untuk Paket Data Pemantauan dan Pengukuran." *SETRUM* Volume 3, No.2, Desember 2014.
- [17] R. Amalia, H. Wijanto, Y. Adityawarman. "Implementasi Perangkat Komunikasi APRS (*Automatic Packet Reporting System*) menggunakan Raspberry Pi dan HT (Handy Talky)." *e-Proceeding of Engineering* : Volume 5, No. 3 Desember 2018
- [18] A. Goeritno, R. Yatim, D. J. Nugroho. "Modifikasi Modem pada Jaringan APRS untuk Pengiriman Data Paket Telemetri." *Symposium Nasional RAPI XIII – 2014 FT UMS*, ISSN: 1412-9612.
- [19] _____. "***DIGIPEATER SETUP***", ARGENT DATA SYSTEMS, INC. TERSEDIA DI [HTTP://WIKL.ARGENTDATA.COM/INDEX.PHP?TITLE=DIGIPEATER_SETUP](http://wikl.argentdata.com/index.php?title=DIGIPEATER_SETUP) **DI AKSES TANGGAL 08 JUNI 2019.**