

Telaah Model Penyelenggaraan Sistem Komunikasi Radio Pitallebar untuk Perlindungan Masyarakat dan Penanggulangan Bencana (PMPB)

Indra Siswoyo

Kementerian Komunikasi dan Digital, Indonesia

Corresponding Author: indr009@kominfo.go.id

Abstrak

Article

Info:

Submitted:

11/04/25

Final Revised:

17/04/25

Accepted:

21/04/25

Published:

22/04/25

Indonesia merupakan salah satu negara dengan tingkat risiko bencana tertinggi di dunia, namun sistem komunikasi radio untuk penanggulangan bencana yang ada saat ini masih menggunakan teknologi narrowband yang tidak terintegrasi antar instansi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan tiga model penyelenggaraan sistem komunikasi radio pitallebar berbasis PS-LTE untuk keperluan Public Protection and Disaster Relief (PPDR) di Indonesia, yakni model dedicated, komersial, dan hybrid. Metode yang digunakan adalah pendekatan kualitatif dengan analisis SWOT terhadap penerapan model-model tersebut di negara lain. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model hybrid, yang menggabungkan jaringan shared dan dedicated spectrum, menawarkan solusi yang lebih efisien dan fleksibel dibandingkan model lainnya. Model ini dapat mempercepat implementasi jaringan dengan memanfaatkan infrastruktur yang sudah ada dan menjamin interoperabilitas antar instansi terkait. Implikasi dari temuan ini adalah rekomendasi untuk penerapan model hybrid di Indonesia guna meningkatkan efektivitas koordinasi dan respons dalam penanggulangan bencana, serta memberikan solusi untuk memperbaiki kualitas layanan komunikasi yang lebih andal dan aman bagi petugas PPDR.

Kata kunci: Sistem komunikasi radio pitallebar, Penanggulangan bencana, Perlindungan masyarakat

Abstract

Indonesia is one of the countries with the highest disaster risk levels in the world, yet the radio communication system for disaster response still uses narrowband technology that is not integrated across agencies. This study aims to analyze and compare three models of PS-LTE broadband radio communication systems for Public Protection and Disaster Relief (PPDR) in Indonesia, namely the dedicated, commercial, and hybrid models. The research uses a qualitative approach with SWOT analysis of the application of these models in other countries. The results show that the hybrid model, which combines shared and dedicated spectrum networks, offers a more efficient and flexible solution than the different models. This model can accelerate network implementation by utilizing existing infrastructure while ensuring interoperability across relevant agencies. The implications of these findings suggest recommending the hybrid model for Indonesia to improve the effectiveness of coordination and response in disaster management and provide a solution to enhance the reliability and security of communication services for PPDR personnel.

Keywords: *Broadband radio communication system, Disaster management, Community protection*

Corresponding: Indra Siswoyo
E-mail: indr009@kominfo.go.id



PENDAHULUAN

Komunikasi yang andal memiliki peran penting dalam mendukung koordinasi antarinstansi pada kondisi tanggap darurat bencana untuk memberikan perlindungan kepada masyarakat dan mengurangi dampak risiko bencana (Faturahman, 2020; Pratama & Roza, 2018). Namun demikian, sebagai salahsatu negara paling rawan bencana berdasarkan laporan World Risk Index 2024, Indonesia belum memiliki sistem komunikasi radio yang dapat diandalkan. Sistem komunikasi radio eksisting untuk menangani urusan perlindungan masyarakat dan penanganan bencana atau *public protection and disaster relief* (PPDR) - istilah yang digunakan oleh *International Telecommunication Union* (ITU) - yang dimiliki instansi terkait saat ini belum memadai dan tidak terintegrasi. Instansi pengampu PPDR diantaranya BNPB, BASARNAS, Polri dan Dinas DAMKAR-PB memiliki alokasi frekuensi masing-masing dan sistem komunikasi yang tidak mendukung interoperabilitas dalam penanganan kejadian PPDR yang terkoordinasi. Spektrum frekuensi radio yang digunakan instansi tersebut adalah pita sempit (*narrowband*) yang tidak mendukung aplikasi *video streaming* dan data kecepatan tinggi yang dibutuhkan dalam penanganan kejadian PPDR yang lebih efektif (Diah, 2014). Sistem komunikasi radio *trunking*/konvensional berbasis *narrowband* kurang andal dan memadai dalam komunikasi tanggap darurat bencana. Berdasarkan laporan 3GPP - komunitas global organisasi-organisasi standard telekomunikasi dunia- sistem komunikasi radio *narrowband* memiliki keterbatasan kapasitas dan pengiriman data dibandingkan sistem komunikasi radio berbasis pitalebar (*broadband*) untuk keperluan PPDR yang memiliki kecepatan lebih baik hingga 100 mbps dengan tingkat latensi <10ms yang dapat mendukung layanan MCPTT (*Mission Critical Push To Talk*), suara, data, video dan fitur lainnya berbasis aplikasi. Meskipun demikian, sistem komunikasi *Land Mobile Radio* (*narrowband*) tidak akan digantikan oleh sistem komunikasi radio *broadband* (LTE) bahkan keduanya akan saling melengkapi untuk memenuhi kebutuhan komunikasi keselamatan publik (Chaudhry A.U., 2019).

Sementara itu, jaringan telekomunikasi pitalebar 4G LTE yang sudah tersedia untuk keperluan komersial tidak dapat memenuhi kebutuhan untuk komunikasi PPDR (Marcus, 2013). Hasil survei kepada beberapa instansi pengampu PPDR di wilayah Asia Pasifik menemukan bahwa kebutuhan layanan broadband untuk komunikasi kritis hanya dapat dipenuhi dengan adanya alokasi spektrum frekuensi *dedicated* yang terharmonisasi (Ure, 2013).

Di Indonesia, ujicoba sistem komunikasi radio pitalebar untuk PPDR pernah dilakukan pada tahun 2019 di Pangandaran. Pelaksanaan uji coba yang difasilitasi

Kementerian Komunikasi dan Informatika pada saat itu berlangsung selama satu bulan mulai tanggal 9 April 2019 hingga 9 Mei 2019 dengan turut melibatkan vendor penyedia perangkat yaitu Motorola, Nokia, Huawei, Hytera & Inti dengan dukungan teknis dari PT. Telkom. Beberapa instansi yang terlibat antara lain BMKG, BNPB, BASARNAS, POLRI, dan pemerintah daerah yang terlibat dalam manajemen penanggulangan bencana di Indonesia. Namun demikian, ujicoba teknologi komunikasi radio pitalabar tidak dilakukan secara berkala sehingga tidak dapat diketahui efektivitasnya dalam mendukung koordinasi antar stakeholder terkait saat kondisi tanggap darurat bencana. Selain itu, belum ada kebijakan/regulasi lebih lanjut terkait model penyelenggaraan dan petajalan jangka panjang tentang implementasi sistem komunikasi radio untuk keperluan PPDR secara nasional.

Kegagalan sistem komunikasi pada kondisi tanggap darurat dan penanganan bencana menyebabkan lambatnya respon di saat kritis, terhambatnya komunikasi antar petugas lapangan (*firstresponder*) instansi terkait hingga meningkatnya jumlah korban jiwa. Instansi terkait (TNI, polisi, pemadam kebakaran, ambulan, BASARNAS, dll) membutuhkan sistem komunikasi yang andal, terintegrasi dengan kapasitas dan kecepatan tinggi untuk keperluan PPDR. Sistem komunikasi radio untuk tanggap darurat saat ini masih konvensional menggunakan pitalabar yang memiliki kapasitas minim, cakupan terbatas, dan tidak mendukung interoperabilitas antar instansi terkait. Sementara itu, apabila menggunakan jaringan seluler *broadband* LTE komersial untuk komunikasi tanggap darurat, petugas akan mengalami hambatan komunikasi kritis karena seringkali terjadi kepadatan *traffic* komunikasi disebabkan jaringan yang sama juga digunakan oleh masyarakat umum untuk berkomunikasi dan berbagi informasi saat terjadi kondisi bencana (Aryasa, 2022).

Contoh kegagalan komunikasi ketika jaringan telekomunikasi terputus akibat gempa yang disusul tsunami, juga likuifaksi (pergeseran tanah) di Palu tahun 2018 dimana terjadi kelumpuhan jaringan komunikasi yang menghambat koordinasi lintas instansi terkait penanggulangan bencana. Ketika itu BNPB sebagai koordinator instansi penanganan bencana nasional mengalami kesulitan memperoleh informasi terkini pasca gempa akibat rusaknya jaringan komunikasi di kota Palu dan sekitarnya (Adi, 2023; Paripurno, 2018). Jaringan operator seluler terkendala disebabkan sebanyak 1,678 BTS dari total 4,193 BTS di Sulawesi Tengah ketika itu mengalami kerusakan dan gagal fungsi.

Selain itu, ketika terjadi erupsi gunung Semeru tahun 2021, petugas mengalami kesulitan untuk mengakses data akibat sistem komunikasi kurang memadai. Dalam laporan Tinjauan Partisipatif Respon Erupsi Gunung Semeru (BNPB-Australia 2022), manajemen bencana yang efektif membutuhkan data dan informasi yang tersedia dengan cepat dan akurat tentang peristiwa dan dampak bencana. Dan, sangatlah penting untuk memastikan komunikasi dan koordinasi yang baik di antara pemangku kepentingan pemerintah pada tingkat pertama, dan dengan pemangku kepentingan non-pemerintah dalam konteks yang lebih luas, menciptakan ruang untuk pendekatan koordinasi klaster yang efektif untuk tanggap bencana (Hatton, 2024).

Kecepatan respon melalui ketersediaan sistem komunikasi kritis yang andal dan terintegrasi merupakan kebutuhan yang mendesak dan penting agar penanganan selama dan pasca bencana berjalan efektif. Sebaliknya, keterlambatan respon akibat sistem komunikasi yang kurang memadai dalam melakukan koordinasi tanggap darurat dapat memperburuk dampak risiko bencana dan menambah kemungkinan jatuhnya korban jiwa serta kerugian ekonomi yang lebih besar (Lestari, 2018; Zubaidi, 2018).

Sistem komunikasi kritis yang saat ini digunakan oleh instansi terkait PPDR memiliki keterbatasan keandalan, kapasitas dan interoperabilitas dalam penanganan kondisi darurat bencana. Hal ini menyebabkan keterlambatan respon dan kesulitan koordinasi antarinstansi antar petugas sehingga dapat meningkatkan dampak risiko bencana. Apabila tidak dilakukan pembangunan sistem komunikasi kritis yang lebih andal dan terpadu, kegagalan komunikasi dalam penanganan tanggap darurat bencana sangat mungkin terjadi kembali. Sistem komunikasi radio kritis berbasis pitalebar untuk PPDR sudah mulai diterapkan oleh banyak negara sesuai rekomendasi dan resolusi ITU. Namun demikian, Indonesia sebagai negara anggota ITU dan salahsatu negara paling rawan bencana di dunia, hingga saat ini belum menerapkan konsensus internasional tersebut dan belum memiliki regulasi terkait penyelenggaraan sistem komunikasi radio pitalebar untuk keperluan PPDR. Oleh sebab itu, perlu dilakukan analisa terhadap model penyelenggaraan sistem komunikasi radio *broadband* berdasarkan studi komparasi dengan negara lain untuk mendapatkan gambaran menyeluruh tentang model penyelenggaraan yang tepat dan andal serta mampu mendukung interoperabilitas dengan sistem komunikasi radio konvensional eksisting sehingga dapat meningkatkan koordinasi antarinstansi PPDR yang lebih efektif dan terpadu.

Sistem komunikasi yang ada di Indonesia saat ini masih sangat bergantung pada teknologi narrowband yang terbatas dalam kapasitas dan kecepatan data. Kondisi ini sangat menghambat efektivitas koordinasi antarinstansi yang terlibat dalam penanggulangan bencana dan perlindungan masyarakat, mengingat Indonesia adalah salah satu negara yang paling rawan bencana di dunia. Beberapa instansi penting dalam penanggulangan bencana, seperti BNPB, BASARNAS, dan Polri, masing-masing menggunakan sistem komunikasi yang terpisah dan tidak terintegrasi, sehingga terjadi kesulitan dalam koordinasi selama situasi darurat.

Selain itu, walaupun teknologi LTE (*Long Term Evolution*) sudah tersedia, banyak daerah di Indonesia yang masih menghadapi kesulitan dalam memanfaatkan jaringan pitalebar untuk komunikasi publik. Keterbatasan ini mengakibatkan keterlambatan respons terhadap bencana besar, seperti yang terjadi pada bencana gempa dan tsunami di Palu pada tahun 2018. Oleh karena itu, diperlukan adanya penelitian yang dapat mengidentifikasi dan membandingkan model penyelenggaraan sistem komunikasi radio berbasis pitalebar yang dapat meningkatkan interoperabilitas dan kualitas layanan komunikasi dalam penanggulangan bencana (Morrel, 2024).

Urgensi penelitian ini sangat tinggi mengingat keperluan untuk memperbaiki sistem komunikasi dalam penanggulangan bencana dan perlindungan masyarakat di Indonesia. Dengan semakin meningkatnya frekuensi kejadian bencana, baik alam maupun non-alam,

sistem komunikasi yang ada saat ini sudah tidak lagi memadai untuk mendukung tugas-tugas petugas lapangan (*first responders*) dan instansi terkait dalam kondisi darurat. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk memberikan rekomendasi model penyelenggaraan sistem komunikasi radio pitalebar yang dapat memenuhi kebutuhan komunikasi kritis dan mendukung koordinasi yang lebih baik antarinstansi terkait.

Penelitian oleh Diah (2014) mengenai keterbatasan teknologi *narrowband* dalam sistem komunikasi darurat di Indonesia menyoroti betapa pentingnya penerapan teknologi komunikasi yang lebih canggih dalam penanggulangan bencana. Diah menyarankan agar sistem komunikasi yang ada saat ini segera diperbarui dengan teknologi *broadband* yang lebih efisien dalam mengelola data dan video *streaming* untuk mendukung kegiatan PPDR (*Public Protection and Disaster Relief*).

Sebuah studi oleh Chaudhry dan Hafez (2019) membahas penerapan sistem komunikasi berbasis LTE untuk layanan PPDR, yang menunjukkan bahwa meskipun teknologi *narrowband* masih digunakan di banyak negara, sistem LTE lebih unggul dalam hal kecepatan data dan kapasitas jaringan. Penelitian ini merekomendasikan penggunaan teknologi LTE sebagai bagian dari infrastruktur komunikasi untuk penanggulangan bencana yang lebih efektif.

Studi oleh Marcus (2013) juga mendalami pentingnya penyediaan alokasi frekuensi untuk PPDR berbasis *broadband*. Marcus menyarankan bahwa untuk mendukung komunikasi kritis dalam penanggulangan bencana, alokasi spektrum frekuensi yang terharmonisasi secara regional dan nasional menjadi kebutuhan yang mendesak, terutama dalam hal penggunaan teknologi LTE yang sudah banyak diterapkan di negara-negara maju.

Penelitian ini menawarkan kontribusi baru dalam bentuk analisis komparatif antara berbagai model penyelenggaraan sistem komunikasi radio berbasis pitalebar untuk keperluan PPDR di Indonesia. Penelitian ini tidak hanya membandingkan kelebihan dan kekurangan model *dedicated*, komersial, dan *hybrid*, tetapi juga memberikan rekomendasi yang didasarkan pada studi kasus dari negara-negara lain yang telah berhasil mengimplementasikan sistem tersebut. Hal ini memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai model yang paling sesuai untuk diterapkan di Indonesia dalam rangka meningkatkan efektivitas komunikasi dan koordinasi antarinstansi terkait dalam penanggulangan bencana.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis dan membandingkan tiga model penyelenggaraan sistem komunikasi radio pitalebar berbasis PS-LTE, yaitu model *dedicated*, komersial, dan *hybrid*, serta memberikan rekomendasi implementasi terbaik untuk keperluan *Public Protection and Disaster Relief* (PPDR) di Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan dasar bagi pengambilan keputusan yang lebih efektif dalam penyelenggaraan sistem komunikasi untuk penanggulangan bencana, dengan mempertimbangkan aspek biaya, waktu implementasi, dan interoperabilitas antarinstansi terkait.

Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan gambaran yang komprehensif bagi pemerintah Indonesia dalam menentukan model penyelenggaraan sistem komunikasi

radio pitalebar yang paling sesuai dengan kebutuhan penanggulangan bencana. Rekomendasi dari penelitian ini dapat membantu pihak berwenang dalam merumuskan kebijakan dan regulasi terkait penggunaan teknologi pitalebar untuk komunikasi PPDR, serta meningkatkan efektivitas koordinasi antarinstansi terkait dalam melaksanakan tugas perlindungan masyarakat dan penanggulangan bencana.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan pendekatan kualitatif. Data hasil studi banding dan studi Pustaka dianalisis dengan metode *Analisa Strength, Weakness, Opportunity, and Threat* (SWOT). Analisis SWOT merupakan suatu metode yang dapat digunakan dalam perencanaan dan pengembangan strategis (Chermack T. J., 2007). Untuk memahami kondisi internal dan eksternal penyelenggaraan sistem komunikasi radio pitalebar untuk PPDR di Indonesia, penulis melakukan analisa SWOT terhadap 3 model penyelenggaraan tersebut yaitu model *dedicated*, hybrid dan komersial. Menurut Rangkuti (2006), matriks SWOT (*Strength, Weakness, Opportunity, Threat*) dapat menggambarkan secara jelas bagaimana peluang dan ancaman eksternal yang akan dihadapi instansi dapat disesuaikan dengan kekuatan dan kelemahan internal yang dimilikinya. Melalui metode analisa SWOT, pengambilan keputusan dan perumusan kebijakan regulasi terkait penyelenggaraan siskomrad pitalebar untuk PPDR akan lebih objektif dan komprehensif serta diharapkan dapat meminimalisir risiko kerugian jangka pendek dan jangka panjang.

Sumber data untuk analisis SWOT mencakup studi banding dari penerapan sistem komunikasi di negara lain, hasil studi pustaka terkait dengan regulasi dan teknologi komunikasi, serta data primer yang diperoleh melalui wawancara dengan instansi terkait di Indonesia. Data ini dianalisis untuk memberikan gambaran menyeluruh mengenai potensi dan tantangan dalam pengimplementasian sistem komunikasi pitalebar untuk keperluan PPDR di Indonesia. Dengan demikian, diharapkan dapat ditemukan solusi yang lebih efisien dan efektif dalam meningkatkan koordinasi dan respons terhadap bencana.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kebijakan/Regulasi

Isu kebutuhan akan sistem komunikasi radio pitalebar untuk PPDR sudah diidentifikasi oleh ITU sejak terbitnya Resolusi 646 WRC tahun 2003. Lebih dari 1 dekade kemudian, ITU di dalam sidang WRC tahun 2015 melakukan review dan revisi terhadap Resolusi 646 WRC-2003 hingga terbit Resolusi 646 (REV.WRC-15) yang memutuskan untuk mendorong negara-negara anggota ITU, termasuk Indonesia sebagai anggotanya, agar menggunakan rentang frekuensi 694-894 MHz yang diharmonisasi secara regional untuk penerapan PPDR berbasis layanan pitalebar. Selain itu, hasil sidang ITU-R M.2015-2 (REV.WRC-2015) juga menerbitkan rekomendasi tentang *Frequency*

arrangements for public protection and disaster relief radiocommunication systems in accordance with Resolution 646. Beberapa tahun kemudian, sidang WRC tahun 2019 menghasilkan salahsatunya Resolusi 646 (REV.WRC-19) yang sudah diratifikasi oleh pemerintah melalui Peraturan Presiden Nomor 92 tahun 2021 tentang Pengesahan *Final Acts of The World Radiocommunication Conference, Sharm El-Sheikh 2019* (Akta-akta Akhir Konferensi Radiokomunikasi Sedunia (tahun 2021, 2019). Beberapa intisari hasil sidang WRC - 2019 khususnya pada Resolusi 646 (REV WRC.19) tentang PPDR terkait penyelenggaraan sistem komunikasi radio diantara sbb:

1. Ada peningkatan kebutuhan dalam penerapan pitalebar untuk mendukung perbaikan data dan kemampuan-kemampuan multimedia, yang memerlukan kecepatan data yang lebih tinggi dan kapasitas yang lebih besar, dan spektrum frekuensi berbasis nasional yang sesuai perlu disediakan untuk memenuhi peningkatan kebutuhan-kebutuhan tersebut.
2. Teknologi baru untuk penerapan PPDR berbasis pitalebar sedang dikembangkan di berbagai organisasi standardisasi, misalnya, teknologi *International Mobile Telecommunication* (IMT) yang mendukung kecepatan data yang lebih tinggi dan kapasitas yang lebih besar untuk keperluan PPDR untuk memenuhi kebutuhan lembaga-lembaga terkait PPDR.
3. Keberlanjutan pengembangan teknologi dan sistem baru, seperti IMT dan *Intelligence Transport Systems* (ITS), selanjutnya dapat mendukung atau melengkapi penerapan sistem komunikasi PPDR.
4. PPDR berbasis pitalebar dapat direalisasi dan ditempatkan dalam pita-pita frekuensi yang diidentifikasi untuk IMT.
5. Negara-negara administrasi untuk mempertimbangkan bagian-bagian dari rentang frekuensi 694-894 MHz, sebagaimana dijelaskan dari Rekomendasi ITU-R M.2015, pada saat menjalankan perencanaan nasional mereka untuk penerapan PPDR, khususnya pita-lebar, untuk mencapai harmonisasi.
6. Negara-negara administrasi untuk juga mempertimbangkan rentang frekuensi yang diharmonisasi secara regional untuk penerapan PPDR, pada wilayah 3 dimana Indonesia termasuk di dalamnya, yaitu rentang frekuensi 406,1-430 MHz, 440-470 MHz, dan 4940-4990MHz dan dalam pengaturannya mengacu pada Rekomendasi ITU-R M.2015.

Menindaklanjuti ratifikasi hasil Sidang WRC tahun 2019 ke dalam Perpres 92 tahun 2021, Kementerian Komunikasi dan Informatika melakukan pengaturan kembali terhadap pita-pita frekuensi radio dengan menerbitkan Peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika Nomor 12 tahun 2022 tentang Tabel Alokasi Spektrum Frekuensi Radio Indonesia (TASFRI) (dan Informatika, 2022). Terkait spektrum frekuensi PPDR, diatur dalam lampiran matriks Kode: INS12 Uraian: Pita frekuensi radio 452,5-457,5 MHz berpasangan dengan 462,5-467,5 MHz direncanakan untuk implementasi sistem *International Mobile Telecommunications* (IMT) guna keperluan penyelenggaraan jaringan telekomunikasi dan/atau penerapan (*application*) jaringan nirkabel

menggunakan teknologi pitalebar (*broadband*) dalam rangka memenuhi kebutuhan instansi Pemerintah dan/atau badan hukum pengelola utilitas publik. Kebutuhan instansi Pemerintah tersebut terkait dengan kepentingan nasional termasuk namun tidak terbatas pada bidang kebencanaan, keamanan, kedaruratan, pendidikan, dan/atau kesehatan. Utilitas publik yang dimaksud dalam Catatan Kaki INS12 ini antara lain infrastruktur jaringan listrik, air, gas, dan/atau transportasi umum. Namun demikian, berdasarkan Nota Dinas dari Direktur Jenderal SDPPI kepada Direktur Jenderal PPI Nomor 22/DSDPPI/SP.01.01/08/20214 tanggal 7 Agustus 2024, spektrum frekuensi radio yang dapat digunakan untuk keperluan Siskomnas PMPB (Sistem Komunikasi Nasional Pelindungan Masyarakat dan Penanggulangan Bencana) atau PPDR berbasis teknologi *broadband/ International Mobile Telecommunication* (IMT) adalah pita frekuensi 800 Mhz pada rentang 814 – 824 MHz (*uplink*) berpasangan dengan 859 – 869 MHz (*downlink*) dengan bandwidth sebesar 10 MHz FDD (Praceko, 2024).

Mengacu peraturan perundang-undangan yang lebih tinggi, Undang-undang Nomor 36 tahun 1999 tentang Telekomunikasi pada pasal 20 telah mengamanahkan bahwa “*Setiap penyelenggara telekomunikasi wajib memberikan prioritas untuk pengiriman, penyaluran dan penyampaian informasi penting yang menyangkut : a. keamanan negara; b. keselamatan jiwa manusia dan harta benda; c. bencana alam; d. marabahaya; dan atau e. wabah penyakit*”. Prinsip prioritas dalam penyaluran dan penyampaian informasi penting melalui berbagai saluran komunikasi, sesuai dengan kriteria layanan yang dijamin dalam penyelenggaraan sistem komunikasi radio pitalebar untuk keperluan PPDR. Contohnya, Firstnet, sebagai penyelenggara sistem komunikasi PPDR berbasis *broadband* di Amerika Serikat, memberikan jaminan akses *priority/pre-emption* kepada pengguna layanannya yang diperlakukan sebagai entitas pertama dan paling utama pada jaringan Firstnet.

B. Studi Komparasi

Metode analisa awal yang digunakan dalam makalah kebijakan ini adalah studi komparatif terkait penerapan sistem komunikasi radio (siskomrad) PS (*Public Safety*)-LTE teknologi pitalebar di beberapa negara. Metode komparatif adalah penelitian yang dilakukan dengan cara membandingkan dua variabel atau lebih, untuk mendapatkan jawaban atau fakta, apakah ada perbandingan dari objek yang diteliti (Azis, 2023). Studi komparatif melibatkan perbandingan sistematis antara dua atau lebih kasus, variabel, atau kelompok untuk menilai kesamaan dan perbedaan. Dalam konteks siskomrad PS-LTE, perbandingan dilakukan terhadap beberapa negara yang telah menerapkan siskomrad PS-LTE dengan model penyelenggaraannya masing-masing yang berbeda-beda.

Pada makalah ini akan dikaji perbandingan model penyelenggaraan siskomrad PS-LTE di 3 negara yaitu Korea Selatan, Amerika Serikat dan Finlandia. Negara-negara tersebut telah menyelenggarakan sistem komunikasi radio pitalebar untuk keperluan PPDR kepada instansi terkait dalam melaksanakan tugas-tugas pelindungan masyarakat dan penanggulangan kegawatdaruratan bencana.

1) Korea Selatan

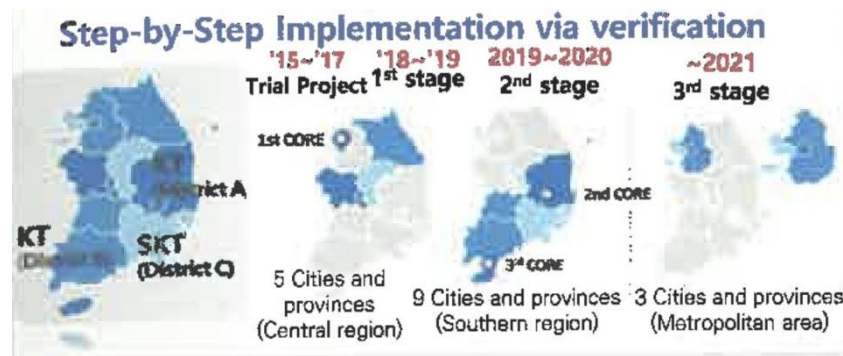
Pemerintah Korea Selatan cq. Kementerian Dalam Negeri dan Keamanan (*Ministry of Interior and Safety/MOIS*) membangun sistem komunikasi radio mobile broadband teknologi PS-LTE yang diperuntukkan khusus bagi instansi terkait PPDR yang diberi nama Safe-Net dengan jangkauan nasional. Sejak 2014, Safe-Net mulai dibentuk dengan spektrum frekuensi radio yang dialokasikan di 700 MHz, kanal 28 (Standard, 2024). Pembangunan Safe-Net dilakukan untuk mencapai visi Korea yang lebih aman, memastikan keselamatan publik rakyat Korea dan untuk melaksanakan misi melindungi jiwa dan harta benda masyarakat, melakukan mitigasi risiko yang disebabkan oleh kecelakaan, serta meningkatkan koordinasi dan kolaborasi petugas tanggap darurat melalui penyediaan layanan multimedia termasuk data, suara dan video.

Sistem komunikasi radio broadband Safe-Net mengintegrasikan 3 jaringan keselamatan publik yang ada di Korea yaitu PS-LTE (*Public Safety LTE*), LTE-R (*LTE-Railway*) dan LTE-M (*LTE-Maritime*). Ada 8 sektor publik dan instansi PPDR yang dilayani oleh Safe-Net yaitu:

1. *National Rescue Service* (SARNAS);
2. Polisi;
3. Militer;
4. Ketenagalistrikan;
5. Kesehatan;
6. Gas;
7. *Coastguard* (Penjaga Pantai); dan
8. Kantor Administrasi propinsi.

Jumlah *fixed Radio Access Network* (RAN) yang dimiliki oleh *SafeNet* sebanyak 12.000 titik menjangkau seluruh wilayah Korea dengan jumlah pengguna layanan PS-LTE sebanyak kurang lebih 200,000 pengguna.

Jaringan *SafeNet* menggunakan teknologi nirkabel generasi keempat (4G), yang menyediakan komunikasi berkecepatan tinggi dan andal. Jaringan ini menyediakan fitur seperti *streaming video real-time* dari lokasi bencana yang membantu respons yang cepat, efektif dan efisien. Dalam implementasinya, pemerintah (MOIS) bekerjasama dengan pihak swasta (Samsung, SK Telecom dan Korea Telcom) untuk menyelesaikan penggelaran jaringan Safe-Net secara nasional yang diawali dengan *pilot project* pertama di tahun 2016 yang menghabiskan anggaran biaya sebesar 34,5 miliar Won (USD 32 juta). Kemudian dilakukan *pilot project Safe-Net* yang kedua untuk mendukung Olimpiade Musim Dingin pada tahun 2018 yang menghabiskan anggaran biaya 5,2 miliar Won atau sekitar USD 4,8 juta. Selanjutnya secara bertahap (3 tahap) dilakukan pembangunan jaringan Safe-Net mulai tahun 2018 hingga mencapai jangkauan secara nasional dengan total anggaran mencapai USD 880 juta.

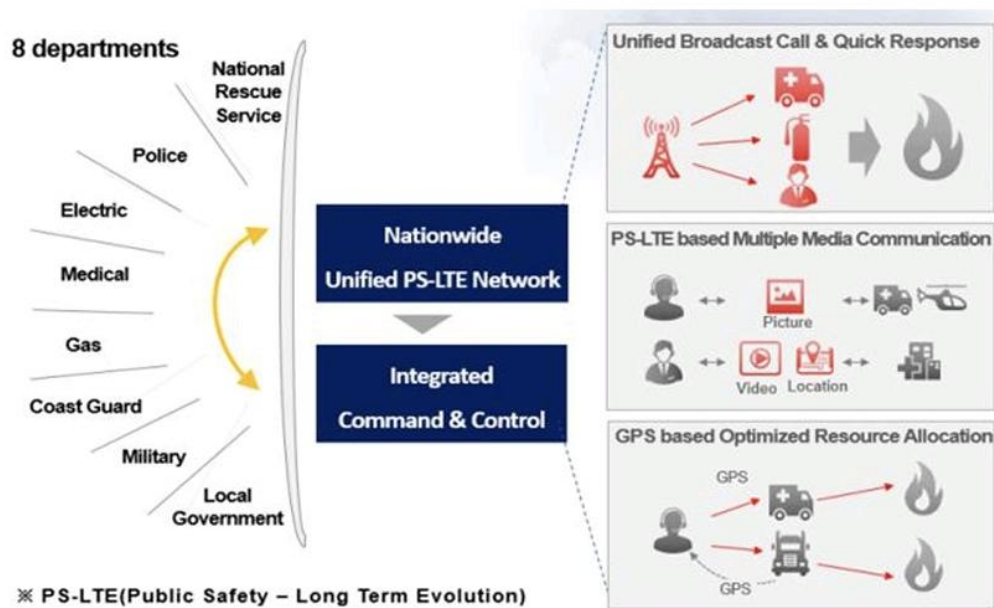


Gambar 1. Tahapan pembangunan jaringan *Safe-Net*

Untuk meningkatkan kolaborasi dan pengembangan *Safe-Net*, dibentuk sebuah organisasi yang diberi nama *Safe-Net Forum*. Organisasi nirlaba ini mencakup anggota dari berbagai pihak diantaranya operator jaringan telekomunikasi, instansi pengguna, ekosistem industri, akademisi dan pemerintah serta kalangan masyarakat yang bertujuan untuk memberikan saran, masukan untuk pengembangan *Safe-Net*. Selain itu, *Safe-Net* juga aktif dalam kerjasama internasional dengan para penyelenggara jaringan komunikasi radio untuk keperluan PPDR secara global serta membuat MoU dengan *The Critical Communication Association (TCCA)*, organisasi internasional untuk pengembangan sistem dan teknologi komunikasi PPDR, dalam rangka memajukan teknologi komunikasi kritis yang lebih andal sesuai standard internasional.

Layanan *Safe-Net* memungkinkan polisi, petugas pemadam kebakaran, dan instansi sektor publik terkait lainnya dapat berkomunikasi secara aman dan bisa segera mendukung upaya tanggap darurat menggunakan terminal khusus (perangkat pengguna/*User Equipment*) untuk meningkatkan keselamatan publik. Jaringan *Safe-Net* terintegrasi dan terpadu secara menyeluruh dengan dukungan pusat kendali pemerintah sehingga memudahkan komunikasi untuk PPDR.

Telaah Model Penyelenggaraan Sistem Komunikasi Radio Pitalebar untuk Perlindungan Masyarakat dan Penanggulangan Bencana (PMPB)

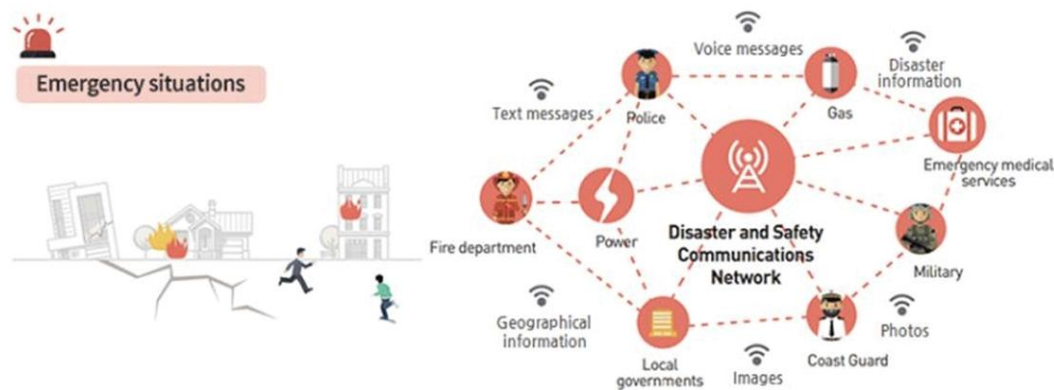


Gambar 2. Arsitektur Jaringan *Safe-Net*

Ilustrasi jaringan *Safe-Net* pada kondisi waktu normal dan situasi darurat seperti tampak pada gambar berikut ini.



Gambar 3. Skenario operasional *Safe-Net* pada saat kondisi normal



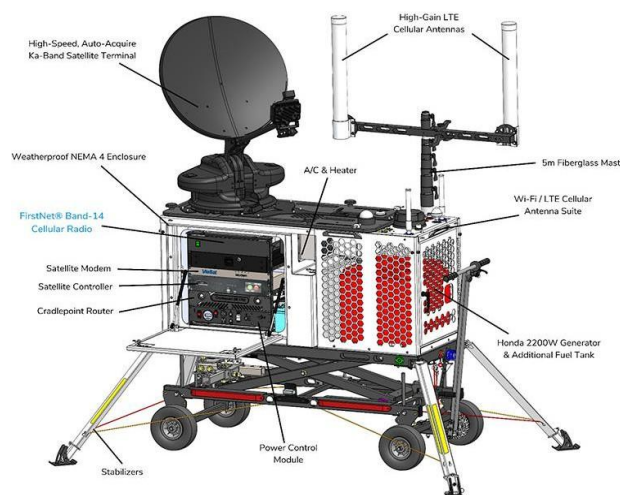
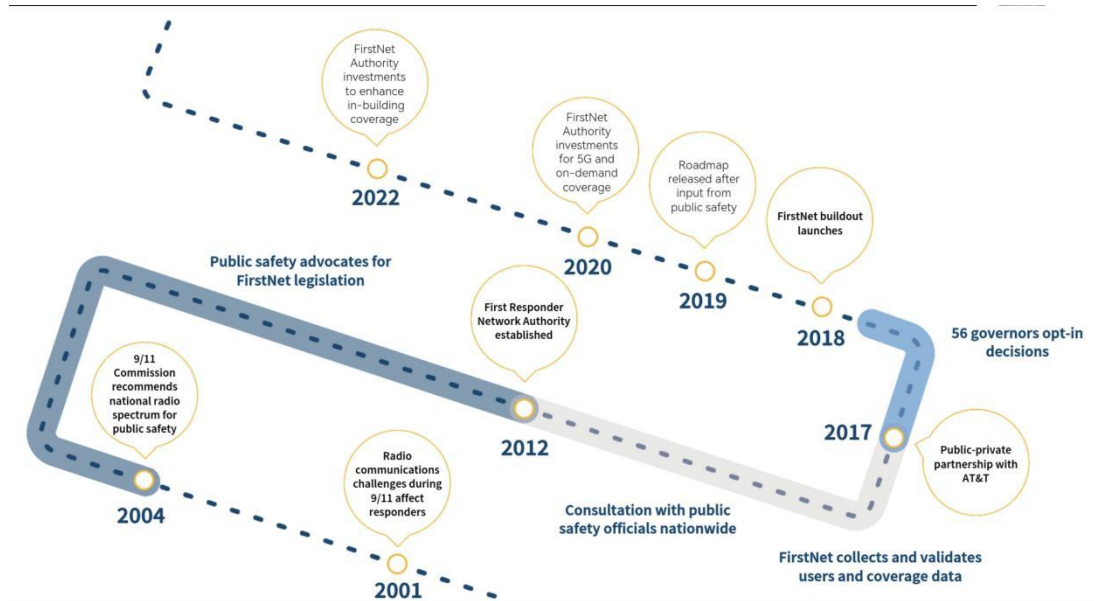
Gambar 4. Skenario operasional *Safe-Net* dalam kondisi darurat - saling terintegrasi

2) Amerika Serikat

Sistem komunikasi radio broadband LTE untuk PPDR sudah diterapkan di Amerika Serikat berdasarkan Undang-Undang Publik 112-96 tahun 2012 yaitu Undang-Undang Keringanan Pajak Kelas Menengah dan Cipta Kerja tahun 2012 (*Omnibus Law*) yang tertuang pada Section 6201 s/d 6213.

Sejak itu, *Firstnet Authority* dibentuk untuk menyelenggarakan tugas dan tanggungjawab penyediaan fasilitas komunikasi untuk keperluan PPDR dengan membangun jaringan Firstnet secara nasional. Firstnet adalah lembaga independen yang berada di bawah *National Telecommunications Information Administration (NTIA)* dan *Department of Commerce*. Tujuan utama dibentuknya Firstnet adalah untuk membangun dan mengoperasikan jaringan infrastruktur khusus broadband LTE di seluruh wilayah *mainland* maupun teritori Amerika Serikat dalam rangka meningkatkan kualitas layanan informasi dan komunikasi baik kepada pemerintah federal, lembaga dan organisasi terkait penanganan serta perlindungan masyarakat dan penanggulangan bencana. Firstnet diberikan alokasi spektrum frekuensi pada pita 700 Mhz (Band 14) dengan lebar pita 2x10 Mhz (*Uplink* 788 Mhz-798Mhz dan *downlink* 758 MHz - 768 MHz) sebagai jaringan pitalebar (*broadband*) LTE untuk keperluan *public safety*/PPDR.

Pemerintah AS bersama Firstnet telah melakukan konsultasi publik di seluruh 56 negara bagian AS terkait rencana penggelaran infrastruktur *broadband* Firstnet dan memperoleh persetujuan dari semua perwakilan negara bagian, teritori dan pemerintah pusat. Tahapan pembentukan Firstnet, pembangunan dan pengoperasian jaringan PPDR seperti tampak pada gambar di bawah ini.



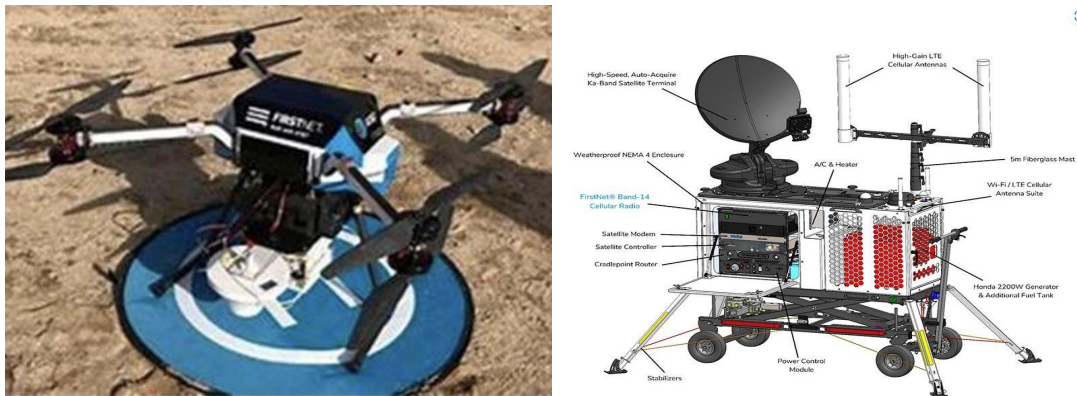
Gambar 5. Peta jalan pembentukan *Firstnet*

Pembangunan jaringan Firstnet menghabiskan anggaran biaya USD 6,5 Milliar melalui kontrak kerjasama selama 25 tahun dengan AT&T, salahsatu operator telekomunikasi swasta di Amerika. Jaringan Firstnet yang dibangun oleh AT&T mencakup seluruh wilayah AS dan dengan mengedepankan kualitas layanan prima, prioritas layanan komunikasi broadband kepada *firstresponder* atau personel PPDR pengguna layanan Firstnet yang ada di lapangan apabila berada dalam kondisi kedaruratan dan kebencanaan. Jaringan Firstnet memiliki jaminan *Quality of Services (QoS)*, *priority* dan *preemption* yang lebih baik dengan tingkat keamanan tinggi dibanding layanan lainnya. *Quality of services* yang ditawarkan kepada para pengguna jaringan Firstnet adalah ketersediaan akses dan koneksi dengan SLA (*Service Level Agreement*) mencapai 99,99%. Pengguna jaringan Firstnet di lapangan terutama para *firstresponder* akan diberikan prioritas konektivitas pada saat lalu lintas pengguna

jaringan mencapai kepadatan yang tinggi bukan hanya pada jaringan *broadband* di Band 14 tetapi prioritas keterhubungan juga diberikan melalui frekuensi radio lainnya yang dikelola oleh AT&T.

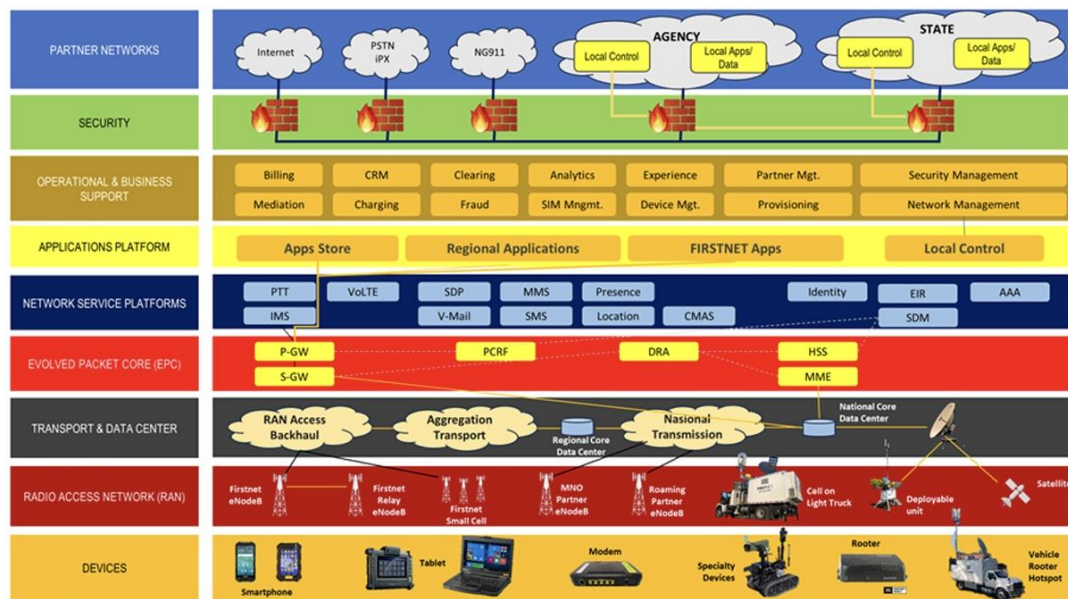
Infrastruktur jaringan Firstnet yang telah dibangun mencapai 100% wilayah layanan. Sementara itu, pengembangan infrastruktur dan ekosistem jaringan Firstnet melibatkan industri perangkat dan jaringan hingga saat ini telah terdapat lebih dari 800 perangkat pengguna (*devices*) berbagai merek dengan model dan type berbeda-beda yang sudah tersertifikasi dan support terhadap koneksi ke Firstnet atau Firstnet Ready® bahkan beberapa perangkat sudah memiliki *Firstnet 5G support*.

Jumlah koneksi Firstnet sudah mencapai 6,1 juta koneksi berbagai perangkat, dengan lebih dari 205 aplikasi yang ada di *App katalog* khusus Firstnet. Selain menjangkau seluruh wilayah layanan secara nasional, Firstnet juga memiliki 180 unit *deployables* seperti *Drone/Flying Cell On Whell*, *Compact Rapid Deployable* dengan lebih dari 28,500 organisasi/Lembaga terkait PPDR yang telah menjadi pengguna/pelanggan layanan Firstnet (Morell, 2024).



Gambar 6. *Flying Cell on Wheel (Drone) dan Compact Rapid Deployable (CRD)*

Pada arsitektur jaringan *Firstnet*, komponen utama infrastrukturnya terdiri dari *Core Network* dan RAN (*Radio Access Network*) termasuk dukungan keamanan dan aplikasinya yang dibangun, dioperasikan dan dipelihara oleh AT&T. Setelah berjalan kontrak pembangunan, operasional dan pemeliharaan jaringan selama 6 tahun, AT&T berhasil mengelola jaringan Firstnet dan memperoleh *revenue* sebesar USD 18 Miliar. Pendapatan ini digunakan oleh *Firstnet* untuk pengembangan jaringan 5G dan ekosistem di masa yang akan datang untuk meningkatkan layanan PPDR.



Gambar 7. Arsitektur jaringan PS-LTE Firstnet

3) Selandia Baru

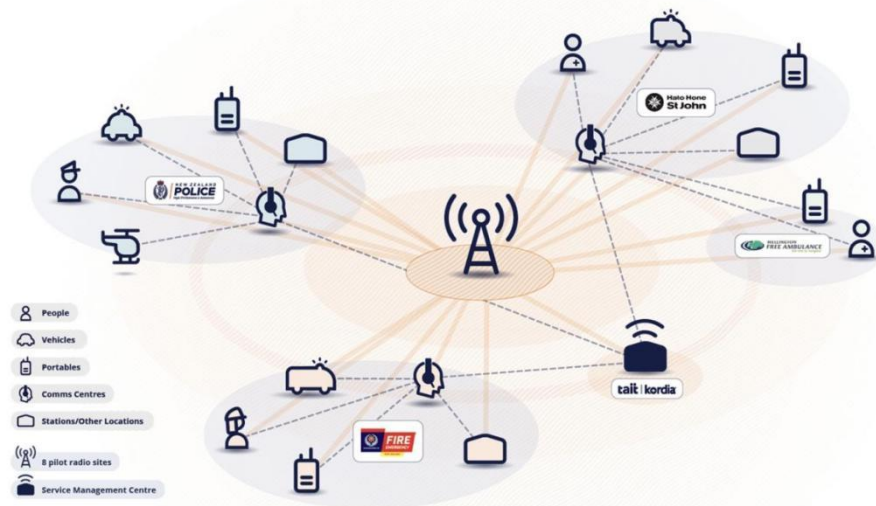
Pemerintah Selandia Baru tidak memiliki sistem komunikasi radio *broadband* yang dibangun khusus untuk pelindungan masyarakat dan penanganan kebencanaan. Pemerintah tidak menyediakan alokasi spektrum frekuensi radio *dedicated* untuk komunikasi pitalebar layanan PPDR. Otoritas terkait PPDR mengandalkan komunikasi pitalebar untuk keperluan PPDR dari jaringan operator seluler komersial (Wismabrata M.H., 2018).

Penyediaan layanan komunikasi pitalebar untuk PPDR diselenggarakan oleh operator telekomunikasi yaitu Spark dan One NZ yang kemudian membentuk perusahaan *joint venture* Hourua. Kedua operator seluler tersebut mendukung ketersediaan layanan *Public Safety Network* (PSN) atau PPDR sesuai dengan standard teknologi 3GPP berbasis seluler komersial dengan peningkatan untuk memenuhi keamanan, ketersediaan, dan keandalan layanan. Namun demikian, peningkatan keandalan dan keamanan jaringan membutuhkan biaya yang tinggi. Hal ini menjadi tantangan bagi operator seluler ketika harus memenuhi kualitas layanan untuk PPDR dan layanan komersial pelanggannya di saat yang bersamaan (Lawrence, 2024).

Otoritas PPDR di Selandia Baru membentuk suatu forum kelembagaan yang dinamakan NGCC (*Next Generation Critical Communications*). Lembaga yang dibentuk pada tahun 2020 ini meliputi instansi Kepolisian dan Pemadam Kebakaran Selandia Baru serta lembaga non-pemerintah penyedia Ambulan Gratis Hato Hone St. John dan Wellington. NGCC menjadi penasihat utama pemerintah Selandia Baru terkait kebijakan/regulasi penyediaan komunikasi radio untuk pelindungan masyarakat dan penanganan bencana oleh operator telekomunikasi yang merupakan bagian dari *Corporate Social Responsibility* (CSR) perusahaan. NGCC mendorong peran operator telekomunikasi sebagai penyedia PSN berbasis seluler untuk melakukan:

- Penyebaran informasi darurat dan peringatan kebencanaan
- Penyediaan dukungan infrastruktur telekomunikasi yang andal
- Penyediaan jaringan komunikasi prioritas untuk respon darurat
- Peningkatan kapasitas jaringan di daerah terdampak bencana
- Perbaikan infrastruktur jaringan pasca bencana agar layanan kembali normal
- Penyediaan perangkat komunikasi untuk respon darurat seperti hotspot wifi dan stasiun pengisian daya di lokasi-lokasi penampungan/pusat bantuan.

Layanan seluler PSN merupakan komplementer dari layanan sistem komunikasi radio digital berbasis *Land Mobile Radio* (NGCC). Layanan seluler *roaming* untuk PSN dimulai sejak Juli 2023 melalui jaringan Spark dan One NZ terutama di daerah rural. Apabila suatu akses jaringan terputus, otoritas PPDR pengguna layanan PSN secara otomatis terkoneksi dengan jaringan lainnya untuk mendukung kegiatan perlindungan masyarakat dan penanganan bencana. Pengembangan layanan seluler prioritas untuk PSN selanjutnya dilakukan mulai Nopember 2024 dimana petugas otoritas PPDR pengguna layanan memperoleh prioritas akses komunikasi radio dan data dibanding pengguna komersial ketika terjadi kepadatan lalu lintas komunikasi. Namun demikian, rencana implementasi jaringan komunikasi radio untuk kedaruratan yang diinisiasi NGCC dan CIP (*Crown Infrastructure Partner*) mengalami keterlambatan dan tidak sesuai jadwal waktu pelaksanaan. NGCC diminta untuk melakukan koordinasi dengan kementerian terkait dan meminta dukungan serta bantuan mengatasi persoalan keterlambatan tersebut.



Gambar 8. Jaringan PSN *Land Mobile Radio* baru untuk komunikasi PPDR

Selain mengandalkan jaringan *fixed* RAN untuk penyediaan PSN *Land Mobile Radio*, NGCC bekerjasama dengan Hourua juga menyediakan *Compact Rapid Deployables* (CRD) yaitu unit seluler bergerak yang dapat diinstal dan dioperasikan oleh personil hanya dalam waktu kurang dari 15 menit. CRD mendukung komunikasi tanggap darurat petugas otoritas PPDR untuk berkoordinasi lebih andal dan efektif serta terintegrasi.

Komparasi terhadap 3 negara yang telah menyelenggarakan sistem komunikasi radio berbasis pitalebar tersebut menggambarkan model penyelenggaraan yang berbeda-beda. Pemerintah Korea Selatan (Korsel) mengadopsi model *dedicated network* sehingga pemerintah memiliki kendali penuh dalam hal pembangunan, pengoperasian dan pengelolaan sistem komunikasi radio PS-LTE untuk keperluan PPDR. Sementara itu, pemerintah Amerika Serikat (AS) melalui pembentukan *Firstnet* yang bekerjasama dengan operator telekomunikasi AT&T dengan membangun, mengoperasikan dan mengelola sistem komunikasi radio PS-LTE menerapkan model *hybrid* yaitu pola PPP (*Public Private Partnership*) atau kerjasama pemerintah dan swasta. Meskipun model penyelenggaraannya berbeda, Korsel dan AS sama-sama mengalokasikan spektrum frekuensi radio khusus di *band* 700 MHz untuk PPDR. Lain halnya dengan Korsel dan AS, penyelenggaraan siskomrad PS-LTE untuk PPDR di Selandia Baru dilakukan sepenuhnya oleh operator telekomunikasi didukung oleh NGCC. Pemerintah Selandia Baru mengadopsi model komersial dan tidak mengalokasikan spektrum frekuensi radio khusus untuk PSN dan PPDR.

ALTERNATIF PILIHAN KEBIJAKAN

Masing-masing model penyelenggaraan siskomrad pitalebar untuk PPDR memperoleh level nilai aspek utama yang berbeda baik pada tahap perencanaan maupun pelaksanaannya. Untuk menentukan alternatif pilihan kebijakan penyelenggaraan, lebih lanjut dilakukan tinjauan *Pro&Cons* atau kelebihan dan kekurangan terhadap setiap model seperti dijabarkan pada Tabel 5 di bawah ini.

Tabel 1. Pro & Cons Model Penyelenggaraan Siskomrad Pitalebar PPDR

Model	Kelebihan (Pro)	Kekurangan (Cons)
Dedicated	Mampu memberikan jaminan kualitas layanan, akses prioritas untuk komunikasi kritis keselamatan publik dan penanggulangan bencana. Izin penggunaan frekuensi dipegang oleh pemerintah atau satuan/lembaga yang dibentuk/ditunjuk oleh pemerintah sehingga memiliki kendali penuh dari aspek manajemen. Optimalisasi <i>idle capacity</i> jaringan sehingga diperoleh <i>revenue</i> untuk menutupi/menambah anggaran biaya operasional dan <i>maintenance</i> jaringan dengan skema sesuai ketentuan yang berlaku.	Membutuhkan anggaran biaya modal besar yang bersumber dari APBN, pinjaman luar negeri atau sumber lainnya yang sah
	Tidak bergantung pada operator komersial karena beroperasi pada frekuensi khusus PPDR yang tidak mengalami risiko kepadatan jaringan saat kondisi kedaruratan terjadi.	Penyelenggaraan dan pengelolaan jaringan memerlukan kualifikasi keahlian khusus sementara pemerintah memiliki keterbatasan kapasitas dan kapabilitas untuk manajemen pengelolaan siskomrad PPDR.
	Keamanan siber dan data lebih terjaga dengan baik	Adopsi teknologi baru tidak dapat

Model	Kelebihan (Pro)	Kekurangan (Cons)
Komersial	Pemerintah tidak mesti mengeluarkan investasi besar untuk membangun infrastruktur PPDR	dilakukan dengan cepat Pemerintah tidak memiliki kendali penuh terhadap jaringan, bahkan cenderung ketergantungan dengan operator seluler untuk menyediakan layanan komunikasi kritis PPDR
	Implementasi layanan komunikasi kritis PPDR lebih cepat dilakukan dengan memanfaatkan jaringan eksisting yang dimiliki operator	Kepadatan jaringan dalam kondisi darurat bencana dapat menghambat komunikasi petugas PPDR di lapangan
	Inovasi dan adaptasi dengan perkembangan teknologi baru lebih mudah dilakukan didukung kapasitas dan kapabilitas yang sudah dimiliki operator	Rentan masalah keamanan data dan informasi yang dikelola oleh pihak opsel
Hybrid	Efisiensi APBN, anggaran biaya CAPEX dan OPEX lebih rendah dibanding model <i>dedicated</i> . Pemerintah hanya perlu membangun <i>standalone core network</i> dan infrastruktur jaringan khususnya di wilayah yang rawan bencana dan belum ada akses.	ketergantungan pada operator seluler untuk beberapa wilayah layanan, khususnya di wilayah komersial, apabila terjadi kepadatan jaringan ketika kondisi tanggap darurat bencana
	Cakupan jaringan lebih luas dan implementasi cepat karena memanfaatkan infrastruktur RAN yang sudah dimiliki/dimanfaatkan oleh opsel	kompleksitas tatakelola dan kontraktual antara pemerintah dengan opsel
	Optimalisasi kapasitas <i>idle</i> jaringan inti (<i>core network</i>) PPDR untuk layanan komersial sehingga dapat meningkatkan <i>revenue</i> untuk operasional, perluasan jaringan dan peningkatan layanan dengan penerapan teknologi baru	Rentan terhadap gangguan keamanan data dan informasi
	Izin penggunaan frekuensi dipegang oleh pemerintah sehingga dalam pengelolaannya dapat menjamin dan memastikan kualitas layanan serta akses prioritas untuk petugas PPDR. Frekuensi yang dikelola opsel juga dapat digunakan untuk keperluan PPDR, disesuaikan dengan ketentuan kontrak kerjasama.	

Alternatif pilihan kebijakan dalam penyelenggaraan siskomrad pitalebar untuk PPDR dengan mempertimbangkan aspek biaya, waktu implementasi, pengendalian, tingkat keamanan dan risiko, model *hybrid* yang berbasis *shared network - standalone core network - dedicated spectrum* merupakan skema yang tepat untuk diadopsi pemerintah. Model ini mengedepankan prinsip kolaborasi dan kerjasama dengan badan usaha atau pihak swasta sehingga layanan komunikasi radio berbasis pitalebar untuk PPDR diharapkan secara jangka panjang tersedia dan berkelanjutan. Dengan model ini, jangkauan untuk layanan PPDR akan lebih cepat meningkat dan bertambah luas sehingga menjamin ketersediaan akses komunikasi pitalebar untuk memenuhi kebutuhan tanggap darurat bencana dan perlindungan publik.

KESIMPULAN

Model penyelenggaraan sistem komunikasi radio pitallebar PS-LTE yang paling cocok untuk Indonesia adalah model *hybrid*. Pemilihan model ini didasarkan pada pertimbangan efisiensi biaya, waktu implementasi, dan kontrol yang lebih baik oleh pemerintah. Meskipun model komersial lebih murah dari sisi biaya operasional, model ini tidak memberikan kontrol penuh kepada pemerintah yang sangat diperlukan dalam memastikan prioritas komunikasi untuk penanggulangan bencana. Model *dedicated*, meskipun menawarkan kontrol penuh oleh pemerintah, memerlukan investasi yang lebih tinggi dan waktu implementasi yang lebih lama. Model *hybrid*, yang menggabungkan kekuatan keduanya, menawarkan keseimbangan yang tepat antara efisiensi biaya, kecepatan implementasi, dan pengelolaan yang terkontrol.

Penerapan model *hybrid* di Indonesia dapat dilakukan dengan membangun *core network* yang dikelola oleh pemerintah, sementara RAN dapat dioptimalkan menggunakan infrastruktur yang sudah dimiliki oleh operator telekomunikasi. Pemerintah tetap memiliki kendali penuh atas jaringan inti dan *dedicated spectrum*, memastikan kualitas layanan dan akses prioritas untuk PPDR, terutama di lokasi-lokasi rawan bencana. Model ini memungkinkan adaptasi cepat terhadap teknologi terkini seperti IoT dan AI, serta menjaga tingkat keamanan data yang tinggi, yang sangat penting dalam komunikasi kritis selama bencana. Dengan model *hybrid*, Indonesia dapat memiliki sistem komunikasi yang efisien, adaptif, dan berkelanjutan untuk mendukung penanggulangan bencana yang lebih efektif.

Sebagai rekomendasi kebijakan, perlu dirumuskan kerangka peraturan penyelenggaraan sistem komunikasi radio pitallebar untuk PPDR dengan model *hybrid* yang mengarah pada kerjasama antara pemerintah dan badan usaha/pihak swasta. Rumusan kebijakan/regulasi berupa Peraturan Menteri melingkupi tugas dan kewenangan pemerintah. Kementerian Komunikasi dan Digital dan penyelenggara telekomunikasi, termasuk norma, standard, prosedur dan kriteria yang menjadi *rule of play* bagi para pemangku kepentingan khususnya otoritas PPDR pengguna layanan siskomrad pitallebar untuk dapat berkoordinasi dalam penanganan kondisi darurat bencana yang lebih efektif dan terpadu. Kebijakan penyelenggaraan siskomrad PS-LTE melalui pendekatan model *hybrid* dapat mengatasi persoalan keandalan jaringan, keterbatasan kapasitas dan masalah interoperabilitas yang saat ini terjadi dengan sistem komunikasi radio konvensional. Ketersediaan jaringan komunikasi kritikal berbasis pitallebar yang berkelanjutan dapat memenuhi kebutuhan sistem komunikasi radio untuk pelaksanaan fungsi perlindungan masyarakat dan penanganan bencana bagi otoritas PPDR yang andal, efektif dan terpadu.

DAFTAR PUSTAKA

- Adi, S. P. (2023). *Komunikasi Dalam Mitigasi Bencana Gempabumi Dan Tsunami*. Deepublish.
- Aryasa, K. B. (2022). *Ainomics-Economic Artificial Intelligence: Hubungan Manusia dengan Mesin*. PT Elex Media Komputindo.
- Azis, Y. A. (2023). *Penelitian Komparatif: Pengertian, Jenis dan Contoh*. https://deepublishstore.com/blog/penelitian-komparatif/?srsltid=AfmBOoq-PiKLAuEkktLIuc_Tc6F1gzy9etE4ENsISi2VMh1odD1msVNt
- Chaudhry A.U., & H. R. H. M. (2019). LMR and LTE for Public Safety in 700 MHz Spectrum. *Wireless Communications and Mobile Computing*, 2019.
- Chermack T. J., & K. K. B. (2007). The Use and Misuse of SWOT Analysis and Implications for HRD Professionals. *Human Resource Development International*, 10(4).
- dan Informatika, K. K. (2022). *Peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika Nomor 12 tahun 2022 tentang Tabel Alokasi Spektrum Frekuensi Radio Indonesia*.
- Faturahman, B. M. (2020). Analisis rencana strategis pemerintah kabupaten banyuwangi dalam penanggulangan bencana alam. *Publisia: Jurnal Ilmu Administrasi Publik*, 5(1), 30–51.
- Hatton, E. (2024). *New emergency services radio network plans off-track*. <https://newsroom.co.nz/2024/04/23/new-emergency-services-radio-network-plans-off-track/>
- Lawrence, M. (2024). *Network Resilience*.
- Lestari, P. (2018). *Komunikasi Bencana Aspek Penting Pengurangan Risiko Bencana*. PT KANISIUS.
- Marcus, J. S. (2013). *The Need for PPDR Broadband Spectrum in the bands below 1 GHz*.
- Morrel, B. (2024). *Firstnet: The United States Public Safety Broadband Network*.
- Paripurno, E. T. (2018). *Pembelajaran Penanganan Darurat Bencana Gempa Bumi Lombok*.
- Praceko, A. B. (2024). *Kebutuhan Frekuensi Radio untuk Siskomnas PMPB*.
- Pratama, R. I., & Roza, D. (2018). Peran Badan Penanggulangan Bencana Daerah Dan Pemadam Kebakaran (Bpbdpk) Kota Padang Dalam Penanggulangan Kebakaran. *UNES Journal of Swara Justisia*, 2(1), 89–104.
- Rangkuti, F. (2006). *Analisis SWOT Teknik Membedah Kasus Bisnis*. PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Standard, T. M. B. (2024). *Mobile Broadband Standard*. https://www.3gpp.org/wiki/index.php?title=Two_mandates_and_out?&mode=history_view&id=182&lang=en
- tahun 2021, P. P. N. 92. (2019). *Pengesahan Final Acts of The World Radiocommunication Conference, Sharm El-Sheikh 2019 (Akta-akta Akhir Konferensi Radiokomunikasi Sedunia Sharm El-Sheikh 2019)*.
- Ure, J. (2013). *Public Protection and Disaster Relief (PPDR) Services and Broadband in Asia and the Pacific: A Study of Value and Opportunity Cost in the Assignment of Radio Spectrum*.
- Wismabrata M.H., & D. C. (2018). *Dampak Gempa dan Tsunami di Palu, Listrik Padam, Komunikasi Putus hingga Kapal Melintang*. <https://regional.kompas.com/read/2018/09/28/23474341/dampak-gempa-dan->

tsunami-di-palu-listrik-padam-komunikasi-putus-hingga-kapal-melintang
Zubaidi, Z. (2018). *Perencanaan Komunikasi Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Dalam Mengurangi Risiko Bencana Di Kota Medan*. Universitas Islam Negeri Sumatera Utara.



© 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY SA) license (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>)