

RANCANG BANGUN SISTEM KOMUNIKASI RADIO BERBASIS *DIGITAL TRUNKING* UNTUK SARANA KOMUNIKASI PADA PENGELOLAAN JALAN TOL TRANS SUMATERA

Ika Setyawibawa^{1*}, Arief Goeritno¹

¹Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Ibn Khaldun Bogor
Jalan K.H. Sholeh Iskandar km.2, Kedung Badak, Tanah Sareal, Kota Bogor 16162

*Email: ika.setyo82@gmail.com

Abstrak

Telah dilakukan rancang bangun untuk sebuah sistem komunikasi radio berbasis digital trunking untuk sarana komunikasi pada pengelolaan jalan tol, melalui a) pemasangan perangkat sistem komunikasi radio DMR Tier III Trunked, b) penyetelan (setting) pada perangkat repeater dan radio, dan c) pelaksanaan simulasi berbasis aplikasi Radio Mobile untuk prediksi area cakupan sinyal radio perangkat sistem repeater dan pengamatan kinerja komunikasi pada sistem komunikasi radio DMR Tier III Trunking. Pemasangan perangkat sistem komunikasi radio DMR Tier III Trunking dilakukan dalam dua tahap. Penyetelan terhadap perangkat sistem repeater dilakukan dengan bantuan aplikasi System Digital Managemet Terminal (SDMT) dan IP Config Tool, sedangkan untuk perangkat radio dibutuhkan aplikasi Field Personality Programmer (FPP). Simulasi dilakukan untuk terhadap prediksi area cakupan sinyal radio perangkat sistem repeater berbasis aplikasi Radio Mobile. Hasil rancang bangun sesuai tujuan penelitian. (1) Pemasangan tahap pertama, untuk perangkat indoor atau perangkat yang kelak dipasang di dalam ruangan yang terdiri atas perangkat repeater, catu daya dan diletakkan dalam indoor close rack 19 inch dengan tinggi 27 U (800 mm). Untuk pemasangan tahap kedua berupa tower triangle, penarikan kabel coaxial, dan pemasangan sistem penangkal petir tntung kesiapan setiap area stasiun pemancar ulang. (2) Penyetelan terhadap perangkat sistem repeater dibutuhkan, meliputi 3 (tiga) macam penyetelan kondisi untuk i) koneksitas antara perangkat repeater dan radio, ii) perangkat repeater, dan iii) perangkat radio. Sebelum penyetelan keberadaan koneksitas antara perangkat repeater dan radio (baik mobile atau portable) diperlukan penentuan konsep komunikasi yang direncanakan untuk pengoperasian perangkat radio, agar lebih mudah dalam penyetelan perangkat repeater maupun radio dan untuk minimalisasi kesalahan. Penyetelan koneksitas antara perangkat repeater dan radio dilakukan terhadap lima parameter utama, yaitu i) frekuensi transmitter (Tx) dan receiver (Rx), ii) User ID, iii) IP Address setiap site, iv) Mode trunking channel, dan v) Talkgrup ID. Penyetelan pada perangkat sistem repeater dilakukan terhadap lima parameter utama, yaitu i) frekuensi Tx dan Rx, ii) user ID, iii) talkgroup ID, iv) daya pada repeater Simoco SDB680XD, dan v) syscode. Penyetelan pada perangkat radio dilakukan terhadap empat utama, yaitu i) frekuensi Tx dan Rx, ii) penggunaan syscode, iii) talkgrup ID, dan iv) radio ID. (3) Pengamatan terhadap prediksi area cakupan sinyal radio perangkat sistem repeater berbasis aplikasi Radio Mobile, berdasarkan sejumlah parameter sebagai masukan, yaitu: i) jenis area untuk operasional sistem radio; ii) jenis dan spesifikasi antena yang digunakan; iii) loss yang timbul akibat keberadaan kabel dan sambungan konektor kabel; iv) koordinat pemasangan stasiun pemancar atau penempatan repeater, longitude, dan latitude; v) ketinggian stasiun pemancar atau antena repeater dalam meter; vi) sensitivitas radio penerima dalam dB; dan vii) daya yang digunakan pada repeater dan radio penerima dalam watt. Hasil simulasi pengamatan terhadap prediksi area cakupan sinyal radio perangkat sistem repeater berupa screenshoot dengan contoh ruas jalan tol daerah Lampung, meliputi Bakauheni-Bandar Lampung-Terbanggi Besar sepanjang 140,938 kilometer. Hasil pengamatan kinerja komunikasi pada sistem komunikasi radio melalui penggunaan dummy load berupa pemberian 3 (tiga) jenis panggilan yang diasumsikan, yaitu panggilan grup, panggilan individual, dan panggilan darurat dengan hasil pengamatan, sistem terhubung baik.

Kata kunci: digital trunking, sarana komunikasi untuk pengelolaan jalan tol, sistem komunikasi radio.

1. PENDAHULUAN

Komunikasi radio merupakan hubungan komunikasi dengan penggunaan media udara dan frekuensi gelombang radio (*radio frequency*) sebagai sinyal pembawa informasi, baik informasi

bersifat data atau audio (Sherman, 1999). Perangkat radio untuk komunikasi terdiri atas 3 (tiga) bagian utama, yaitu pesawat radio, antena, dan catu daya (*power supply*). Pesawat radio merupakan salah satu bagian dengan fungsi sebagai pengirim dan penerima informasi dalam bentuk gelombang suara (Cover, 2006), sehingga pada perangkat radio terdiri atas dua bagian, yaitu pemancar (*transmitter*) dan penerima (*receiver*). Kedua bagian tersebut menjadi satu kesatuan dengan fungsi masing-masing dan sering disebut radio *transceiver* (*transmitter* dan *receiver*). Radio *Transceiver* adalah jenis komunikasi dua arah, sehingga dapat kirim dan terima sinyal pada satu frekuensi operasi (Lowe, 2012).

Keberadaan perangkat pemancar (*transmitter*) dan perangkat penerima (*receiver*) pada radio untuk komunikasi, *transceiver* beroperasi secara bergantian (terus-menerus). Radio *Transceiver* dapat beroperasi secara bersamaan (sekaligus), yaitu pengiriman dan penerimaan frekuensi gelombang radio (Proakis, 2008; Couch, 2013). Metode komunikasi yang digunakan adalah *half duplex*, dimana sinyal informasi dapat terjadi dalam dua arah secara bergantian, yaitu waktu untuk pengiriman gelombang radio (*Tx*) berbeda dengan waktu untuk penerimaan gelombang radio (*Rx*). Keberadaan saklar (*switch*) *push to talk (PTT)* pada radio *transceiver* sebagai saklar untuk pengaturan radio *transceiver* pada posisi terima atau kirim. Untuk kondisi dimana saklar *PTT* kondisi “ON”, maka radio *transceiver* berada dalam keadaan pancar (pemancaran sinyal), sedangkan jika saklar *PTT* kondisi “OFF”, maka radio *transceiver* berada dalam keadaan terima (penerimaan sinyal). Secara garis besar dalam sistem *transceiver*, keberadaan sebuah pemancar *Tx* memancarkan daya melalui antena ke arah tujuan, sinyal dipancarkan berbentuk gelombang elektromagnetis. Gelombang elektromagnetik tersebut diterima oleh sebuah antena yang sesuai. Sinyal diterima kemudian diteruskan ke sebuah pesawat penerima *Rx* (Cover, 2006).

Tampilan cakupan *region 3* dunia sesuai penetapan *ITU*, seperti ditunjukkan pada Gambar 1.



[sumber: https://en.wikipedia.org/wiki/ITU_Region]

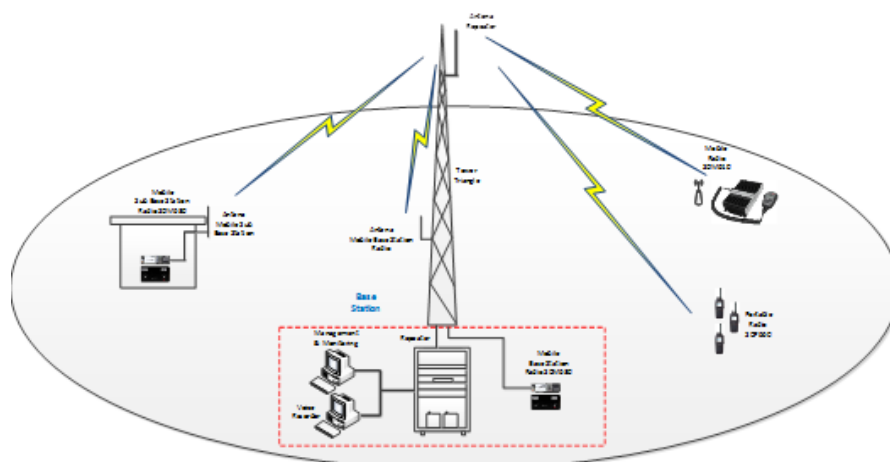
Gambar 1 Tampilan *region 3* sesuai penetapan *ITU*

Berdasarkan Gambar 1 ditunjukkan, bahwa menurut *International Telecommunication Union (ITU)*, dunia dibagi menjadi tiga *region* (wilayah) pengaturan radio untuk pengelolaan dan penyelarasan alokasi dan penggunaan spektrum radio secara global. Setiap daerah dengan seperangkat alokasi frekuensi tersendiri, yang umumnya sangat mirip. Keterkaitan dengan pembagian *region* (wilayah), sesuai Resolusi 646 (*WRC-03*) sangat dianjurkan dalam penggunaan pita-pita harmonis tingkat regional dengan alokasi frekuensi (ITU, 2010), yaitu:

- (i) *Region 1* pada 380-470 MHz. sebagai rentang frekuensi dengan pita (*band*) 380-385/390-395 MHz. merupakan pita selaras utama yang disukai untuk kegiatan perlindungan permanen di negara-negara tertentu di *region 1*;
- (ii) *Region 2* pada 746-806 MHz., 806-869 MHz., 940-990 MHz.; dan
- (iii) *Region 3* pada 406.1-430 MHz., 440-470 MHz., 806-824/851-869 MHz., 940-990 MHz., dan 850-925 MHz

Keberadaan *Digital Mobile Radio* atau *DMR* (Burningham, 2015) merupakan standar sistem komunikasi radio berbasis digital yang secara khusus diperuntukkan bagi pengguna *Professional Mobile Radio (PMR)*. *Digital Mobile Radio* dikembangkan oleh *European Telecommunications Standard Institute (ETSI)* pada awal tahun 2005. Standar tersebut dibuat untuk penggunaan pada saluran dengan rentang frekuensi 12,5 kHz. pada frekuensi bergerak di darat yang telah berlisensi. Selain standardisasi rentang frekuensi tersebut, juga dimaksudkan untuk pemenuhan terhadap peraturan tentang penggunaan rentang frekuensi 6,25 kHz. pada saat mendatang. *Digital Mobile Radio* (Burningham, 2015) sebagai bentuk kemudahan pada sistem digital saat digunakan untuk keperluan suara, data, dan keperluan tambahan lain. Semua produk terfabrikasi dengan spesifikasi *DMR*, saat ini telah dijual di seluruh dunia (Adams, 2016). Cakupan pada protokol *DMR* (Burningham, 2015) sudah meliputi penggunaan sistem tidak berlisensi (seperti sistem *Tier I*), sistem konvensional berlisensi (*Tier II*), dan sistem *trunking* (*Tier III*). Salah satu kelebihan dalam penggunaan sistem *DMR*, adalah keberadaan standar *European Telecommunications Standard Institute (ETSI)* sebagai standar sistem terbuka, sehingga terdapat kemudahan dalam pengintegrasian antar produk *DMR* dengan merek berbeda (ETSI TS 102 361-4 V1.8.1, 2010).

Sistem komunikasi radio berbasis *digital trunking* tipe *DMR Tier III* merek *Simoco* (Simoco, 2016) terpasang, terdiri atas i) perangkat radio bergerak (*mobile*), ii) perangkat radio *portable* (*handy talky, HT*), iii) perangkat *repeater*, iv) perangkat antena, dan v) perangkat catu daya. Penetapan spesifikasi teknis terhadap peralatan-peralatan tersebut telah disetujui oleh PT Hutama Karya (Persero). Diagram skematis sistem komunikasi radio berbasis *DMR Tier III Trunking* pada PT Hutama Karya (Persero) untuk pengelolaan Jalan Tol Trans Sumatera, seperti ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Diagram skematis sistem komunikasi radio berbasis *DMR Tier III Trunked* merek *Simoco* pada PT Hutama Karya (Persero) untuk pengelolaan Jalan Tol Trans Sumatera

Berdasarkan Gambar 1 ditunjukkan, bahwa sistem komunikasi radio *DMR Tier III Trunking* pada PT Hutama Karya (Persero) untuk pengelolaan Jalan Tol Trans Sumatera menjadi suatu keniscayaan. Tujuan rancang bangun ini, yaitu memperoleh: 1) instalasi (pemasangan) perangkat sistem komunikasi radio *DMR Tier III Trunked*, 2) penyetelan (*setting*) pada perangkat *repeater* dan radio, dan 3) simulasi berbasis aplikasi *Radio Mobile* untuk prediksi area cakupan sinyal perangkat *repeater* dan hasil pengamatan kinerja komunikasi pada sistem komunikasi radio *DMR Tier III Trunking*.

2. METODOLOGI

Dasar pelaksanaan pekerjaan terhadap rancang bangun sistem komunikasi radio (SKR) berbasis *digital trunking* untuk Jalan Tol Trans Sumatera yang dilaksanakan oleh PT Panorama Graha Teknologi didasarkan kepada penetapan sebagai pemenang tender “Pengadaan Sistem dan Peralatan Radio untuk Komunikasi pada Pengoperasian Jalan Tol Ruas Medan sampai Binjai,

Palembang sampai Simpang Indralaya, dan Bakauheni sampai Terbanggi Besar” yang dilakukan PT Utama Karya (Persero) sebagai Badan Usaha Jalan Tol atau BUJT (**PT Utama Karya, 2016**). Berdasarkan dokumen penawaran dari PT Panorama Graha Teknologi dan sesuai spesifikasi teknis perangkat yang dibutuhkan oleh PT Utama Karya (Persero) sebagai pengguna (*end user*), maka sistem komunikasi radio yang ditawarkan untuk digunakan pada pengelolaan Jalan Tol Trans Sumatera, adalah Sistem Komunikasi Radio (SKR, *Radio Communication System, RCS*) *Trunking* berbasis *Digital Mobile Radio (DMR)* (**Burningham, 2015**), yaitu *DMR Tier III Trunking* dengan merek *Simoco* (**Adams, 2016**) yang dioperasikan pada pita (*band*) frekuensi *Ultra High Frequency (UHF)* 410–430 Mega hertz (MHz.) sesuai alokasi penggunaan spektrum frekuensi di Indonesia yang masuk kedalam *region 3* sebagaimana penetapan *International Telecommunication Union* atau *ITU* (**Hartley, 1997**) dan sistem beroperasi secara *full digital trunking* (**Kunavut, 2014**). Penggunaan terhadap sistem komunikasi radio dengan *full digital trunking* bertujuan untuk perolehan jumlah grup percakapan dapat dibuat lebih banyak dan percakapan antar grup dibuat tidak saling ganggu (**Prasad, 2004**).

Persyaratan untuk fungsi dan fitur (*feature*, pilihan) dalam rancang bangun sistem komunikasi radio rancang bangun sistem komunikasi radio berbasis *digital trunking* untuk sarana komunikasi pada pengelolaan Jalan Tol Trans Sumatera sesuai dengan Dokumen Rencana Kerja dan Syarat (RKS) dengan Nomor: Proc/YDA.511/DP.041/XI-2016, tanggal 3 November 2016 yang dikeluarkan PT Utama Karya (Persero). Berdasarkan Dokumen RKS tersebut, sistem komunikasi radio *DMR Tier III Trunking* yang dipasang pada PT Utama Karya (Persero) berupa perangkat radio untuk komunikasi dengan pemenuhan terhadap spesifikasi teknis dalam hal fungsi dan fitur, sebagaimana pengajuan PT Utama Karya (Persero). Fungsi dan fitur tersebut, meliputi:

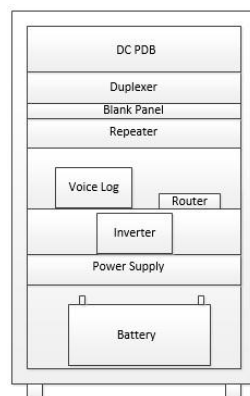
- 1) Peralatan yang disuplai harus dalam keadaan baru dan sesuai dengan cara kerja yang baik dan sesuai pemenuhan terhadap peraturan keselamatan standar industri yang diterima secara Internasional (*ITU, ETSI, Advanced Multiband Excitation/AMBE+2*);
- 2) Karakteristik dan kinerja peralatan harus sesuai dengan perkembangan mutakhir atau *up to date* pada artikel, regulasi, dan rekomendasi DMR atau *Time Division Multiple Access (TDMA)*;
- 3) Dilengkapi Sertifikat Alat dan Perangkat dari Kementerian Komunikasi dan Informasi (Kemkominfo) yang masih berlaku;
- 4) Peralatan radio komunikasi berbasis “Teknologi Digital” *DMR/TDMA*;
- 5) Terkoneksi sampai tingkat *HT to HT* dengan area layanan sepanjang jalan tol termasuk jalan akses;
- 6) Sistem dapat dikembangkan dan dikonfigurasi dengan mudah sesuai dengan kebutuhan (*scalable* dan *flexible*);
- 7) Sistem dapat terintegrasi dengan sistem komunikasi radio ruas lain dimasa depan;
- 8) Dapat diintegrasikan dengan sistem telepon berbasis *IP*;
- 9) Dapat dimonitor dan dikonfigurasi secara jarak jauh (*remote*);
- 10) Dilengkapi dengan sistem keamanan yang baik;
- 11) Kompatibel dengan sistem *digital conventional (Tier II)* dan *digital trunking (Tier III)*, dan mampu beroperasi bersama (*interoperability*) dengan minimum 2 (dua) merek berbeda;
- 12) Dilengkapi *power supply* cadangan dengan kemampuan pasokan ke perangkat *base station/repeater* minimal selama 20 menit;
- 13) Perangkat rekam suara (*voice recorder*) dan media penyimpanan data berbasis teknologi digital;
- 14) Dilengkapi nomor telepon khusus (*hot line*);
- 15) Bergaransi pabrik/lisensi resmi;
- 16) Terdapat surat dukungan dari *principal/distributor*;
- 17) Ketersediaan suku cadang dan layanan purna jual di Indonesia;
- 18) Dilengkapi Surat Izin Stasiun Radio (ISR) atau izin penggunaan frekuensi dari Kemkominfo;
- 19) Ruang lingkup pekerjaan sampai dengan *training* dan perawatan dalam masa garansi; dan
- 20) Dilengkapi fitur-fitur minimal:
 - a) Terdapat ditampilkan identitas pemanggil (*caller ID*);
 - b) Dapat dilakukan panggilan “*person to person*” dan/atau “*person to group*” (*private call*);

- c) Dapat dilakukan sebuah panggilan ke dalam sebuah grup (*group call*);
- d) Dapat dikirim sinyal atau dilakukan panggilan marabahaya (*mayday*), apabila pengguna radio dalam keadaan darurat dengan hanya tekan 1 (satu) tombol yang sudah disetel terlebih dahulu (*emergency call*);
- e) Dapat dicek secara diam-diam, apakah radio yang dituju biasa dihubungi atau tidak (*radio check*);
- f) Dapat diaktifkan dan dinonaktifkan radio tertentu (*radio disabled/enabled*);
- g) Dapat dikirim koordinat posisi secara *real time* (*Global Positioning Sattelite, GPS enabled*);
- h) Dapat ambil-alih saluran (*channel*) dengan perpotongan pembicaraan yang sedang berlangsung (*transmit interrupted*), dan
- i) Dapat dicatat aktivitas radio (*radio log*).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Perangkat Sistem Komunikasi Radio (SKR) DMR Tier III Trunking

Pemasangan perangkat SKR DMR Tier III Simoco dilakukan dalam dua tahap, yaitu tahap pertama dilakukan di kantor PT Panorama Graha Teknologi dan tahap kedua dilakukan di setiap lokasi stasiun pemancar. Untuk pemasangan tahap pertama, perangkat yang dipasang adalah perangkat *indoor* atau perangkat yang kelak dipasang di dalam ruangan yang terdiri atas perangkat *repeater*, catu daya dan diletakkan dalam standar *indoor close rack 19 inch* dengan tinggi 27 U (800 mm). Untuk pemasangan tahap kedua berupa *tower triangle*, penarikan kabel *coaxial*, dan pemasangan sistem penangkal petir yang menunggu kesiapan area stasiun pemancar. Susunan perangkat dipasang dalam *indoor close rack 19 inch* dan tinggi 27 U (800 mm), seperti ditunjukkan pada Gambar 2.



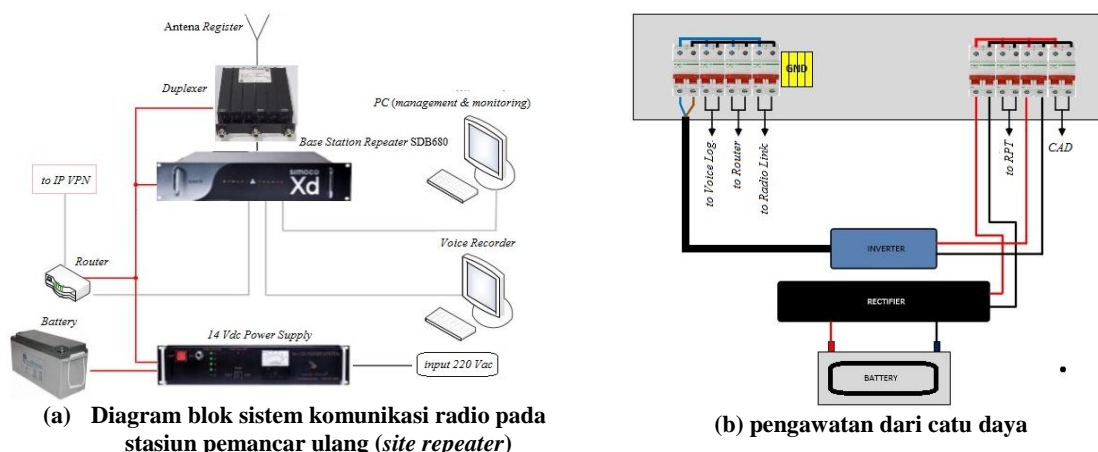
(a) Diagram skematis penempatan sistem perangkat pemancar ulang (*repeater*)



(b) Perangkat sistem *repeater* pada *indoor close rack*

Gambar 2 Susunan perangkat *repeater* dipasang dalam *indoor close rack 19 inch* dan tinggi 27 U (800 mm)

Berdasarkan Gambar 2 ditunjukkan, bahwa susunan perangkat sistem *repeater* tersebut merupakan bagian dari sistem komunikasi radio yang dipasang pada setiap stasiun pemancar ulang atau *site repeater*, sehingga dapat dibuat diagram skematis sistem dan pengawatan dari sistem catu daya (*power supply*). Diagram blok sistem komunikasi radio dan pengawatan dari catu daya di stasiun pemancar ulang (*repeater*), seperti ditunjukkan pada Gambar 3.



(a) Diagram blok sistem komunikasi radio pada stasiun pemancar ulang (*site repeater*)

(b) pengawatan dari catu daya

Gambar 3 Diagram blok sistem komunikasi radio dan pengawatan dari catu daya di stasiun pemancar ulang (*site repeater*)

Berdasarkan Gambar 3 ditunjukkan, bahwa diagram blok dan pengawatan dari catu daya pada sistem *repeater* yang kelak dipasang di setiap stasiun pemancar ulang (*site repeater*). Catu daya diperoleh dari sistem penyearahan (*rectifying*) dengan pasokan daya listrik dari jaringan PT PLN (Persero) dengan sistem tegangan 220 volt *ac*. Baterai dipasang dan difungsikan sebagai catu daya cadangan, apabila catu daya pasokan dari PLN padam. Penggunaan baterai dengan spesifikasi tegangan 12 volt *dc* 100 Ah (*Amperehour*) jenis *Maintenance Free (MF)* berjumlah 2 buah yang disusun secara *parallel*, sehingga nilai tegangan tetap sebesar 12 volt *dc* dan terdapat peningkatan besar nilai arus yang dapat dipasok. Keberadaan baterai dengan kapasitas 2 x 100 Ah diharapkan dapat digunakan untuk *backup power* dari catu daya hingga 2 jam atau lebih.

3.2. Penyetelan pada Perangkat Sistem *Repeater* dan Radio

Keberadaan perangkat sistem *repeater* merek *Simoco SDB680*, radio bergerak (*mobile*) merek *Simoco SDM630*, dan radio *portable* merek *Simoco SDP660* perlu penyetelan (*setting*) dengan beberapa perangkat lunak (*software*, aplikasi). Penyetelan terhadap perangkat *repeater* dibutuhkan aplikasi *System Digital Management Terminal (SDMT)* dan *IP Config Tool*, sedangkan untuk perangkat radio, baik *mobile* atau *portable* dibutuhkan aplikasi *Field Personality Programmer (FPP)*. Tampilan aplikasi untuk penyetelan terhadap perangkat sistem *repeater* dengan aplikasi *SDMT*, seperti ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4 Tampilan aplikasi untuk penyetelan terhadap perangkat sistem *repeater* dengan aplikasi *SDMT*

3.2.1. Penyetelan koneksitas antara perangkat *repeater* dan radio

Keberadaan koneksitas antara perangkat *repeater* dan radio, diperlukan penyetelan terhadap lima parameter utama, yaitu i) frekuensi *transmitter (Tx)* dan *receiver (Rx)*, ii) *user ID*, iii) *IP address* setiap *site*, iv) *mode trunking channel*, dan dan v) *talkgrup ID*. Sebelum penyetelan terhadap perangkat *repeater* dan radio (baik *mobile* atau *portable*) diperlukan penentuan konsep komunikasi yang direncanakan pada saat pengoperasian perangkat radio, agar lebih mudah dalam penyetelan perangkat *repeater* maupun radio dan untuk minimalisasi kesalahan pada saat

penyetelan terhadap peralatan-peralatan tersebut, karena terdapat dalam jumlah banyak perangkat yang harus disetel dengan keberadaan parameter-parameter tersebut.

3.2.2. Penyetelan pada perangkat sistem *repeater*

Untuk konfigurasi terhadap perangkat sistem *repeater* SDB680, diperlukan aplikasi *System Digital Management Terminal (SDMT)* versi 4.1.0.0 dan aplikasi *Simoco IP config Tool* versi 2.3.0. Fungsi aplikasi *SDMT* sebagai penyetelan sistem *repeater* secara keseluruhan dalam satu *Virtual Access Control (VAC)*, sedangkan aplikasi *Simoco IP config tool* digunakan untuk pengubahan *Internet Protocol (IP) Address* dari perangkat *Simoco SDB680XD* apabila akan digunakan *IP Address* berbeda dari *IP Address* default dari perangkat tersebut. Aplikasi *SDMT* berisi beberapa parameter yang wajib disetel, agar sistem *repeater* dapat beroperasi secara maksimal. Sejumlah parameter harus dimasukkan ke dalam sistem *repeater Simoco SDB680XD* dengan bantuan aplikasi *SDMT*, yaitu i) frekuensi *Tx* dan *Rx*, ii) *user ID*, iii) *talkgroup ID*, iv) daya pada *repeater Simoco SDB680XD*, dan v) *syscode*.

a) Frekuensi *Tx* dan *Rx*

Nilai frekuensi pada level *Ultra High Frequency (UHF)* dengan lebar pita (*bandwidth*) frekuensi 410–430 Mhz., dimana frekuensi ini biasa disebut dengan frekuensi pembawa yang dalam sistem *repeater* biasa digunakan mode untuk *duplex*. Hal ini berarti, antara frekuensi *transmitter* dan frekuensi *receiver* berbeda, umumnya antara frekuensi *transmitter* dan *receiver* terdapat perbedaan sebesar 5-10 Mhz., agar tidak terjadi interferensi. Frekuensi yang telah disetel diberi *ID channel*, agar dapat dikenali oleh perangkat radio.

b) *User ID*

User ID dipasang pada perangkat radio mobile dan *portable* dan perlu didaftarkan ke dalam sistem basis data (*database*) sistem *repeater*. *User ID* bersifat unik, bahwa setiap perangkat radio *mobile* dan *portable* dengan *user ID* berbeda-beda. *User ID* berfungsi, agar sistem *repeater* dapat mengenali *ID* dari masing masing perangkat radio yang terdaftar pada suatu *site repeater*, sehingga sistem *repeater* dapat melayani permintaan-permintaan dari setiap perangkat radio yang sudah memiliki *user ID* dan terdaftar dalam sistem *repeater*.

c) *Talkgrup ID*

Talkgrup ID dapat dianalogikan sebagai suatu jalan raya, dimana fungsi dari *talkgrup ID* adalah untuk pembentukan suatu kanal pembicaraan, sehingga setiap perangkat radio yang berada pada suatu *talkgrup ID* yang sama dapat saling berkomunikasi. Sifat *talkgrup ID* unik seperti *user ID*, sehingga dalam sistem *repeater* dapat dibuat lebih dari satu *talkgrup ID*. Antara *talkgrup ID* yang satu dan yang lainnya tidak saling terganggu apabila digunakan pada saat bersamaan.

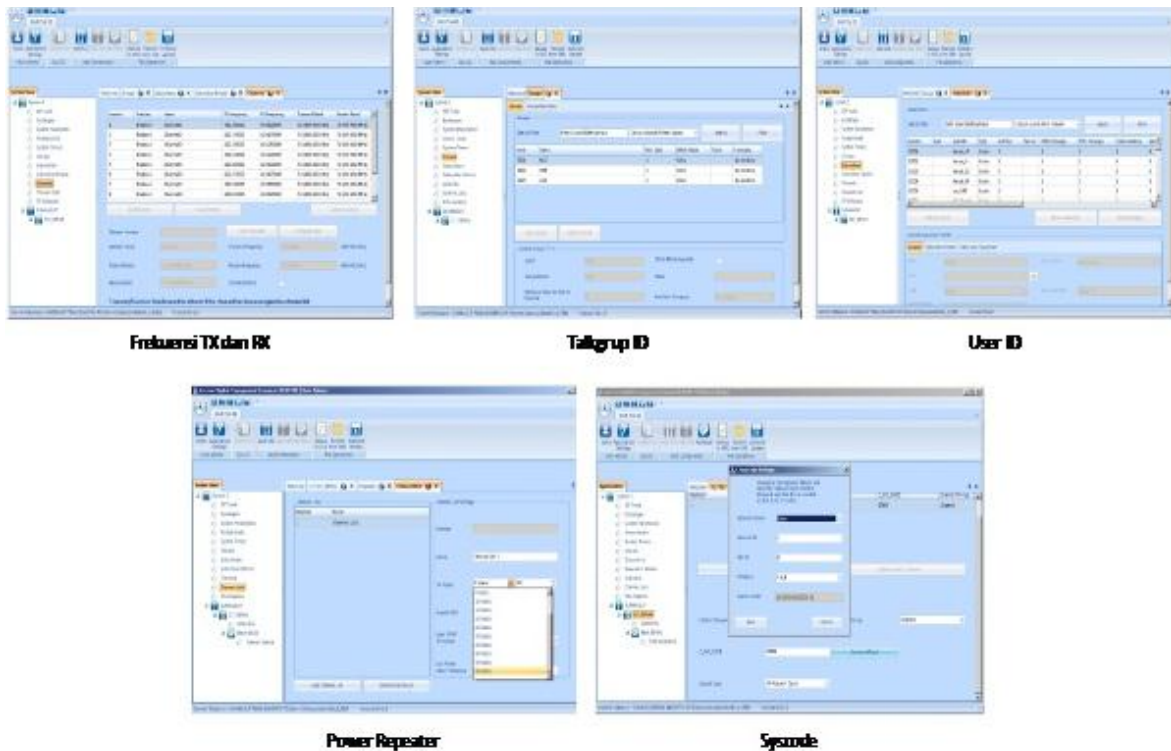
d) Daya pada *repeater Simoco SDB680XD*

Daya sistem *repeater* dalam satuan watt, daya sistem *repeater* maksimal yang digunakan pada sistem sebesar 50 watt. Semakin besar daya yang digunakan, maka area layanan sistem *repeater* juga semakin jauh. Penyetelan daya sistem *repeater* sebaiknya diperhatikan perangkat *end user* yang digunakan. Hal itu untuk keperluan efisiensi dalam penggunaan catu daya dan untuk penjagaan, agar sistem *repeater* lebih tahan lama dalam beroperasi.

e) *Syscode*

Syscode merupakan suatu kode dalam bilangan *hexadecimal* yang digunakan oleh perangkat radio *mobile* dan *portable* untuk pendeteksian keberadaan *repeater*. Penyetelan *syscode* pada *repeater* harus sama dengan penyetelan *syscode* pada perangkat radio *mobile* dan *portable*[16].

Sejumlah parameter wajib disetel dengan aplikasi *SDMT*, seperti ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5 Sejumlah parameter wajib disetel dengan aplikasi SDMT

Penggunaan aplikasi *Simoco IP Config Tool* digunakan pada saat pertama kali perangkat *Simoco SDB680XD* disetel, hal ini dilakukan untuk kepastian *IP Address* dari perangkat *repeater Simoco SDB680XD* dan juga untuk penggantian *IP Address* sesuai yang diinginkan. Contoh tampilan pada aplikasi *Simoco IP Config Tool*, seperti ditunjukkan pada Gambar 6.

Base		Current Values				New Values				Status		
Platform	MAC Address	IP Address	Subnet	Gateway	Broadcast	IP Address	Subnet	Gateway	Broadcast	Location	Status	
Unknown	00:0E:06:00:1C:F7											
CerebraPlatform_DI.1.0.2	00:0E:06:00:1C:F9											
CerebraPlatform_DI.1.0.2	00:0E:06:00:1D:F0											
Unknown	00:0E:06:00:45:44											
CerebraPlatform_DI.1.0.2	00:0E:06:00:49:9F											
CerebraPlatform_DI.1.0.2	00:0E:06:00:4F:22											
CerebraPlatform_DI.1.0.2	00:0E:06:00:4F:23											
CerebraPlatform_DI.1.0.2	00:0E:06:00:4F:24											
CerebraPlatform_DI.1.0.2	00:0E:06:00:4F:25											
CerebraPlatform_DI.1.0.2	00:0E:06:00:47:9B	172.16.9.243	255.255.248.0	172.16.8.254	172.16.15.255							
Unknown	00:0E:06:00:55:20	172.16.9.244	255.255.248.0	172.16.8.254	172.16.15.255							
CerebraPlatform_DI.1.0.2	00:0E:06:00:49:05	172.16.10.70	255.255.248.0	172.16.8.254	172.16.15.255	Sys88 V1 S1 B1						
CerebraPlatform_DI.1.0.2	00:0E:06:00:55:7F	172.16.10.71	255.255.248.0	172.16.8.254	172.16.15.255	Sys88 V1 S1 B2						
CerebraPlatform_DI.1.0.2	00:0E:06:00:52:13	172.16.10.72	255.255.248.0	172.16.8.254	172.16.15.255	Sys88 V1 S2 B1						
CerebraPlatform_DI.1.0.2	00:0E:06:00:53:1C	172.16.10.73	255.255.248.0	172.16.8.254	172.16.15.255	Sys88 V1 S2 B2						
CerebraPlatform_DI.1.0.2	00:0E:06:00:52:73	172.16.10.74	255.255.248.0	172.16.8.254	172.16.15.255	Sys88 V1 S2 B3	172.16.10.74	255.255.248.0	172.16.8.254	172.16.15.255	Sys88 V1 S2 B3	Pending...

Gambar 6 Contoh tampilan pada aplikasi *Simoco IP Config Tool*

Untuk keperluan perubahan *IP Address* pada perangkat *repeater*, dapat dilakukan melalui proses pengubahan pada tampilan *DMR Tier III Setting*. Contoh proses penggantian *IP Address* perangkat *repeater Simoco SDB680XD*, seperti ditunjukkan pada Gambar 7.

Gambar 7 Contoh proses penggantian *IP Address* perangkat *repeater Simoco SDB680XD*

3.2.3. Penyetelan pada perangkat radio

Untuk penyetelan perangkat radio, baik *mobile* maupun *portable* diperlukan aplikasi *Field Personality Programmer (FPP)* versi 1.10.66. Hal penting yang harus diperhatikan saat pertama kali dilakukan penyetelan perangkat radio *mobile* dan *portable*, yaitu harus dipastikan letak *repeater* dari radio *mobile* dan *portable* tersebut yang kelak dioperasikan. Saat dilakukan penyetelan terhadap radio *mobile* dan *portable*, terdapat beberapa parameter yang harus sesuai antara *repeater*, radio *mobile*, dan radio *portable*. Penyetelan terhadap empat parameter, yaitu i) frekuensi *Tx* dan *Rx*, ii) penggunaan *syscode*, iii) *talkgrup ID*, dan iv) *radio ID*.

1) Frekuensi *Tx* dan *Rx*

Telah dijelaskan, bahwa mode yang digunakan adalah *duplex*, hal itu berarti frekuensi yang disetel di perangkat radio adalah kebalikan dari frekuensi yang disetel di perangkat *repeater*. Frekuensi *transmit* dari perangkat radio merupakan frekuensi *receive* dari perangkat *repeater* dan frekuensi *receive* perangkat radio adalah frekuensi *transmit* dari perangkat *repeater*.

2) Penggunaan *syscode*

Telah dijelaskan, bahwa *syscode* merupakan kode dalam bentuk *hexadecimal* yang harus sama antara perangkat *repeater* dan perangkat radio. *Syscode* yang sudah disetel di perangkat *repeater* dimasukkan ke perangkat radio.

3) *Talkgrup ID*

Talkgrup ID merupakan suatu saluran atau kanal untuk komunikasi dalam satu perangkat *repeater* dan perangkat radio dapat terdiri atas beberapa *talkgrup*, sehingga prinsip *trunking* dapat berjalan. *Talkgrup* berupa nilai desimal yang terbentuk dari beberapa digit nomor unik dan biasa dikenal dengan *talkgrup ID*. Setiap perangkat radio dapat disetel dengan satu atau lebih *talkgrup ID* sesuai dengan konsep komunikasi yang diinginkan dan kebutuhan dari *end user*.

4) *Radio ID*

Sebagaimana *talkgrup ID*, *radio ID*, atau *user ID* adalah bernilai desimal dengan jumlah digit nomor tertentu dan bersifat unik, tidak terdapat *user ID* dengan nomor sama pada satu sistem *repeater*. *User ID* pada radio digital pada umumnya dibuat dengan kombinasi dari kode khusus, dimana perangkat *repeater* dan radio digunakan, biasanya berdasarkan lokasi, nomor *site*, dan nomor *ID* dari perangkat radio. Contoh penggunaan *radio ID*, yaitu:

User ID 31701

User ID tersebut dapat dijelaskan:

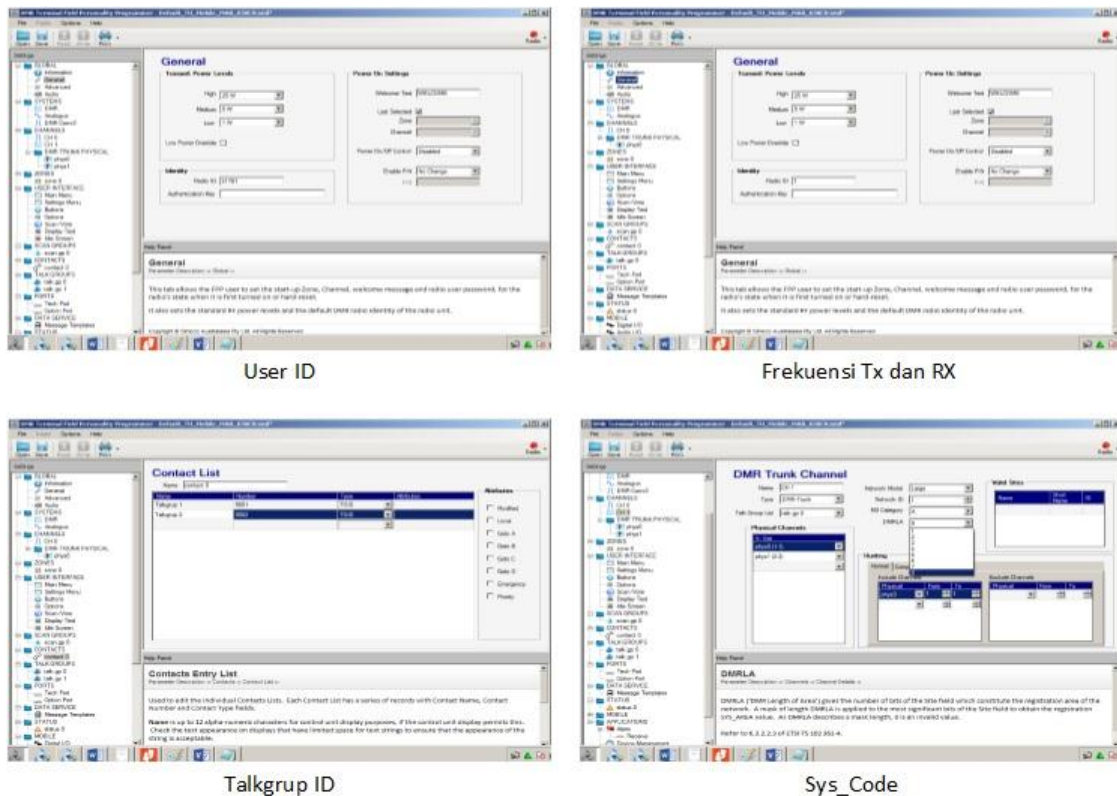
X-XX-XX = 3-17-01

3 = merupakan nomor sistem *repeater*

17 = nomor *site repeater*

01 = ID pengguna.

Contoh penyetelan perangkat radio *mobile* SDM630 dan *portable* SDP660, seperti ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8 Contoh penyetelan perangkat radio *mobile* SDM630 dan *portable* SDP660

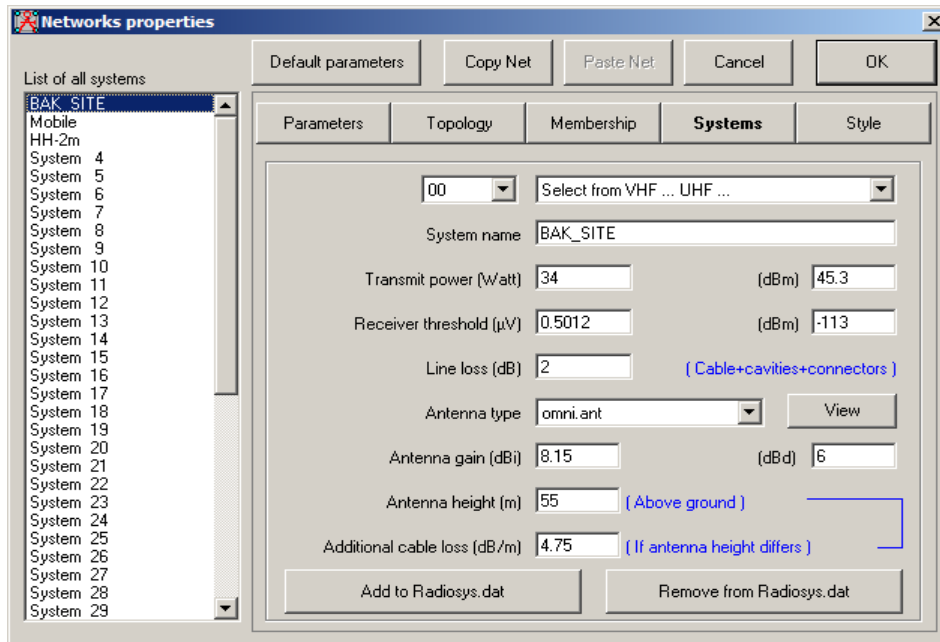
3.3. Simulasi Prediksi Area Cakupan Sinyal Radio Perangkat *Repeater* Berbasis Aplikasi *Radio Mobile* dan Pengamatan Kinerja Komunikasi pada Sistem Komunikasi Radio

3.3.1 Simulasi prediksi area cakupan sinyal radio perangkat *repeater*

Untuk penjaminan komunikasi terhubung hingga tingkat radio *portable* (HT to HT), maka diperlukan penempatan stasiun pemancar yang tepat dan *tower* dengan ketinggian sesuai untuk antenna. Untuk perolehan lokasi dan tinggi *tower* yang sesuai, digunakan aplikasi untuk penentuan prediksi pancaran sinyal radio *repeater*, agar dapat diterima oleh radio *portable* dan sebaliknya. Keberadaan aplikasi *Radio Mobile* tersebut dapat diunduh secara gratis dari *Internet*. Untuk penggunaan aplikasi *Radio Mobile*, terdapat sejumlah parameter sebagai masukan, yaitu:

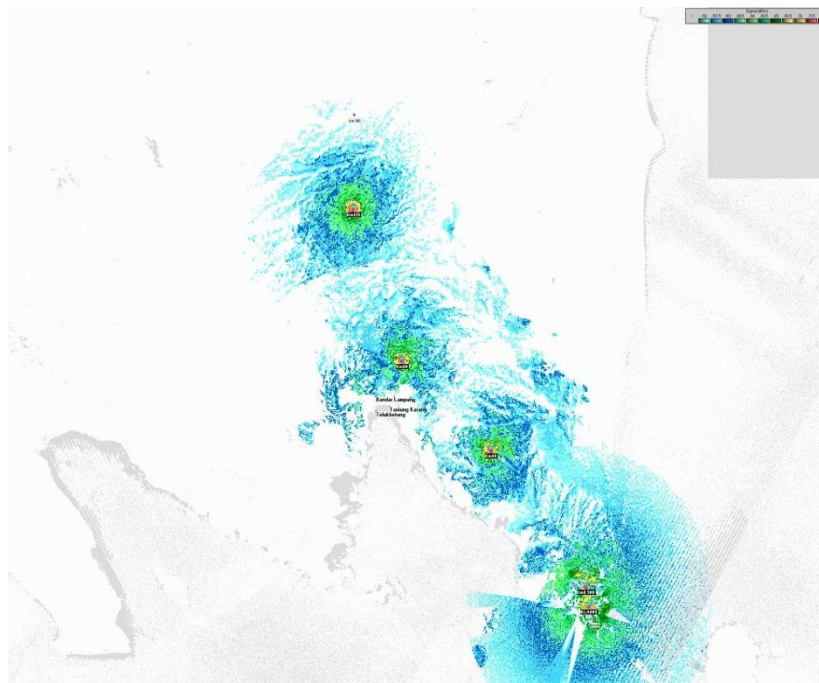
- a) Jenis area untuk operasional sistem radio;
- b) Jenis dan spesifikasi antenna yang digunakan;
- c) *Loss* yang timbul akibat keberadaan kabel dan sambungan konektor kabel;
- d) Koordinat pemasangan stasiun pemancar atau penempatan *repeater*, *longitude*, dan *latitude*;
- e) Ketinggian stasiun pemancar atau antenna *repeater* dalam meter;
- f) Sensitivitas radio penerima dalam dB; dan
- g) Daya yang digunakan pada *repeater* dan radio penerima dalam watt.

Tampilan penetapan sejumlah parameter untuk penentuan prediksi area cakupan sinyal radio perangkat *repeater* berbasis aplikasi *Radio Mobile*, seperti ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9 Tampilan penetapan sejumlah parameter untuk penentuan prediksi area cakupan sinyal radio perangkat *repeater* berbasis aplikasi *Radio Mobile*

Berdasarkan Gambar 9 ditunjukkan, bahwa aplikasi *Radio Mobile* digunakan untuk simulasi prediksi area cakupan sinyal radio perangkat *repeater* melalui penetapan sejumlah parameter. Hasil simulasi berupa *screenshot* pada layar monitor komputer personal. Contoh tampilan hasil simulasi prediksi area cakupan sinyal radio perangkat *repeater* untuk daerah Lampung (Bakauheni-Bandar Lampung-Terbangi Besar) sepanjang 140,938 kilometer, seperti ditunjukkan pada Gambar 10.



Gambar 10 Contoh tampilan hasil simulasi prediksi area cakupan sinyal radio perangkat *repeater* untuk daerah Lampung (Bakauheni-Bandar Lampung-Terbangi Besar) sepanjang 140,938 kilometer

3.3.2. Pengamatan kinerja komunikasi pada sistem komunikasi radio

Setelah dilakukan konfigurasi pada perangkat *repeater Simoco SDB680XD*, radio bergerak *Simoco SDM630*, dan radio *portable Simoco SDP660* dengan parameter telah ditentukan, selanjutnya dilakukann pengukuran kinerja komunikasi. Pengukuran kinerja komunikasi bertujuan untuk kepastian, bahwa penyetelan yang telah dilakukan pada perangkat radio telah benar. Pengukuran kinerja komunikasi dilakukan dengan perangkat radio *mobile* merek *Simoco SDM630* dan radio *portable* merek *Simoco SDP660*. Kondisi keterbatasan tempat di PT Panorama Graha Teknologi, maka pada saat pengukuran kinerja komunikasi digunakan *dummy load* sebagai pengganti antena terpasang pada perangkat *repeater*, perangkat radio *mobile SDM630*, dan radio *portable SDP660*. Hasil pengamatan kinerja komunikasi dengan penggunaan *dummy load*, seperti ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil pengamatan kinerja komunikasi dengan penggunaan *dummy load*

No.	Jenis Panggilan	Dari	Ke	Hasil Pengamatan
1	Panggilan Grup 1	Radio <i>Mobile</i> SDM630	Radio <i>Portable</i> SDP660	Terhubung baik
	Panggilan Grup 2	Radio <i>Portable</i> SDP660	Radio <i>Mobile</i> SDM630	Terhubung baik
2	Panggilan Individual	<i>User ID</i> 31701	<i>User ID</i> 31703	Terhubung baik
3	Panggilan Darurat	Radio <i>Mobile</i> SDM630	Semua Radio	Terhubung baik
		Radio <i>Portable</i> SDP660	Semua Radio	Terhubung baik

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan bahasan, maka ditarik kesimpulan sesuai tujuan penelitian.

- 1) Pemasangan perangkat SKR *DMR Tier III Simoco* dilakukan dalam dua tahap, yaitu tahap pertama dilakukan di kantor PT Panorama Graha Teknologi dan tahap kedua dilakukan di setiap lokasi stasiun pemancar ulang. Pemasangan tahap pertama, untuk perangkat *indoor* atau perangkat yang kelak dipasang di dalam ruangan yang terdiri atas perangkat *repeater*, catu daya dan diletakkan dalam *indoor close rack 19 inch* dengan tinggi 27 U (800 mm). Untuk pemasangan tahap kedua berupa *tower triangle*, penarikan kabel *coaxial*, dan pemasangan sistem penangkal petir tntung kesiapan setiap area stasiun pemancar ulang.
- 2) Penyetelan terhadap perangkat *repeater* dan radio, dibutuhkan aplikasi *System Digital Managemet Terminal (SDMT)* dan *IP Config Tool* untuk penyetelan perangkat *repeater*, sedangkan untuk perangkat radio dibutuhkan aplikasi *Field Personality Programmer (FPP)*. Diperlukan 3 (tiga) penyetelan kondisi untuk i) koneksitas antara perangkat *repeater* dan radio, ii) perangkat *repeater*, dan iii) perangkat radio. Sebelum penyetelan keberadaan koneksitas antara perangkat *repeater* dan radio (baik *mobile* atau *portable*) diperlukan penentuan konsep komunikasi yang direncanakan untuk pengoperasian perangkat radio, agar lebih mudah dalam penyetelan perangkat *repeater* maupun radio dan untuk minimalisasi kesalahan. Penyetelan koneksitas antara perangkat *repeater* dan radio dilakukan terhadap lima parameter utama, yaitu i) frekuensi *transmitter (Tx)* dan *receiver (Rx)*, ii) *User ID*, iii) *IP Address* setiap *site*, iv) *Mode trunking channel*, dan v) *Talkgrup ID*. Penyetelan pada perangkat sistem *repeater* dilakukan terhadap lima parameter utama, yaitu i) frekuensi *Tx* dan *Rx*, ii) *user ID*, iii) *talkgroup ID*, iv) daya pada *repeater Simoco SDB680XD*, dan v) *syscode*. Penyetelan pada perangkat radio dilakukan terhadap empat utama, yaitu i) frekuensi *Tx* dan *Rx*, ii) penggunaan *syscode*, iii) *talkgrup ID*, dan iv) *radio ID*.
- 3) Pengamatan terhadap prediksi area cakupan sinyal radio perangkat sistem *repeater* berbasis aplikasi *Radio Mobile*, berdasarkan sejumlah parameter sebagai masukan, yaitu: i) jenis area untuk operasional sistem radio; ii) jenis dan spesifikasi antena yang digunakan; iii) *loss* yang timbul akibat keberadaan kabel dan sambungan konektor kabel; iv) koordinat pemasangan stasiun pemancar atau penempatan *repeater*, *longitude*, dan *latitude*; v) ketinggian stasiun

pemancar atau antena *repeater* dalam meter; vi) sensitivitas radio penerima dalam dB; dan vii) daya yang digunakan pada *repeater* dan radio penerima dalam watt. Hasil simulasi pengamatan terhadap prediksi area cakupan sinyal radio perangkat sistem *repeater* berupa screenshot dengan contoh ruas jalan tol daerah Lampung, meliputi Bakauheni-Bandar Lampung-Terbanggi Besar sepanjang 140,938 kilometer. Hasil pengamatan kinerja komunikasi pada sistem komunikasi radio melalui penggunaan *dummy load* berupa pemberian 3 (lima) jenis panggilan kondisi buatan, yaitu panggilan grup, panggilan individual, dan panggilan darurat dengan hasil pengamatan terhubung baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Adams, J., (2016), "An Introduction to Digital Mobile Radio," in *Remote Magazine*. [Online]. Available: <http://www.remotemagazine.com/main/articles/an-introduction-to-digital-mobile-radio/> (diakses: 30 Januari 2017).
- Burningham, J.S. [W2XAB], (2015), "Introduction to Digital Mobile Radio (DMR)," in *ARRL. the National Association for Amateur Radio*. pp. 30-35 (Oktober 2015). [Online]. Available: <http://www.qsl.net/kb9mwr/projects/dv/dmr/Introduction%20to%20Digital%20Mobile%20Radio.pdf> (diakses: 30 Januari 2017).
- Cover, T.M. and Thomas, J.A., (2006), *Elements of Information Theory*, Second Edition, John Wiley & Sons, Inc., New York, pp. 524-548.
- Couch, L.W., II, (2013), *Digital and Analog Communication Systems*, Eighth Edition, Pearson Education, Boston, pp. 597-618.
- ETSI TS 102 361-4 V1.8.1, (2016-02), *Electromagnetic Compatibility and Radio Spectrum Matters (ERM); Digital Mobile Radio (DMR) Systems; Part 4: DMR trunking protocol*. [Online]. Available: http://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/102300_102399/10236104/01.08.01_60/ts_10236104v010801p.pdf. Standard. (diakses: 30 Januari 2017).
- Hartley, D., (1997), Region 3* and worldwide cooperation in preparation for WRC-97. [Online] Available: <http://www.itu.int/newsarchive/press/WRC97/paper-asia.html> (diakses: 30 Januari 2017).
- International Telecommunication Union (ITU), (2010), *Regionally harmonized bands*. [Online] Available: <http://www.itu.int/net/ITU-R/index.asp?category=information&link=emergency-bands&lang=en> (diakses: 30 Januari 2017).
- Kunavut, K., (2014), "An Overview of Digital Trunked Radio: Technologies and Standards," in *The Journal of Industrial Technology*, Vol. 10, No. 2 May – August 2014, pp. 111-121.
- Lowe, D., (2012), *Radio Electronics: Transmitters and Receivers, Dummies: A Wiley Brands*. [Online]. Available: <http://www.dummies.com/programming/electronics/components/radio-electronics-transmitters-and-receivers/> (diakses: 30 Januari 2017).
- Prasad, K.V.K.K., (2004), "Terrestrial Radio Communication System," in *Principles of Digital Communication Systems and Computer Networks*, Charles River Media, Inc., Hingham, MA, 2pp. 147-168.
- Proakis, J.G. and Salehi, M., (2008), *Digital Communications*, Fifth Edition, McGraw-Hill, New York, pp. 602-622.
- PT Utama Karya, (2016), *Dokumen Pengadaan Nomor Proc/YDA.511/DP.041/XI-2016, tanggal 3 November 2016*. Dokumen.
- Sherman, R., (1999), *Radio Communications System*. [Online]. Available: <http://www.fas.org/man/dod-101/sys/ship/weaps/radio.htm> (diakses: 30 Januari 2017).
- Simoco, (2016), *Trunked Radio Systems*. [Online]. Available: <https://www.simocogroup.com/products-and-technologies/trunked-radio-systems> (diakses: 30 Januari 2017).