

## **Pemanfaatan Peta foF2 MSILRI Dalam Komunikasi Darurat Menggunakan NVIS**

*Buldan Muslim, Mumen Tarigan dan Dyah. R.M.*

*Bidang Ionosfer dan Telekomunikasi*

*Pusat Pemanfaatan Sains Antariksa*

*LAPAN*

*Jl. Dr. Junjunan 133 Bandung 40173*

*[buldanms@yahoo.com](mailto:buldanms@yahoo.com)*

### **Abstrak**

Dalam keadaan darurat karena bencana alam dapat digunakannya infrastruktur komunikasi merupakan salah satu kunci suksesnya pelayanan telemedis seperti koordinasi antara personil medis, monitoring evakuasi dan perawatan pasien korban bencana. Tetapi sering terjadi kerusakan infrastruktur telekomunikasi yang disebabkan oleh bencana atau tingginya lalu lintas komunikasi menyebabkan komunikasi seluler tidak berfungsi atau tidak dapat berjalan dengan lancar. Komunikasi HF memberikan kemungkinan yang baik untuk digunakan sebagai komunikasi darurat pada saat terjadi bencana dengan biaya yang murah dan mudah dilaksanakan tanpa campur tangan pihak ketiga. *Near vertical incidence skywave* (NVIS) adalah teknik komunikasi HF yang dapat digunakan untuk komunikasi pada jarak sampai sekitar 300 km khususnya di daerah yang tidak dapat dijangkau oleh groundwave atau komunikasi HF konvensional. Paper ini menjelaskan tentang peran peta foF2 MSILRI dalam sistem komunikasi NVIS.

*Kata kunci: Ionosfer, komunikasi HF, propagasi mendekati vertikal.*

### **1. Pendahuluan**

Perkembangan pesat infrastruktur informasi dan telekomunikasi saat ini telah memberikan pelayanan jasa informasi dan telekomunikasi yang luas. Ledakan perkembangan teknologi ini khususnya jaringan web meliputi jaringan telepon dan internet dari hari ke hari telah memberikan pelayanan komunikasi

dan informasi global dengan pita yang lebih lebar dan akses yang lebih cepat, murah dan mudah, kapan dan di mana saja. Tetapi semua aktivitas tersebut sangat tergantung pada pihak ketiga dan fasilitas telekomunikasi. Jika ada gangguan pada salah satu sistem telekomunikasi maka akan terjadi gangguan pelayanan telekomunikasi dan informasi.

Gangguan pada salah satu sistem telekomunikasi dapat terjadi karena bencana alam. Gempa bumi dan tsunami pada tanggal 26 Desember 2004 telah menyebabkan rusaknya infrastruktur telekomunikasi di Nangro Aceh Darussalam sehingga daerah tersebut terisolir dari dunia luar (Republika, 2005). Saat gempa 27 Mei 2006 komunikasi di Yogyakarta nyaris lumpuh total. Pada saat tersebut sebagian besar penduduk Yogyakarta mendapatkan informasi dari siaran radio (SaksiGempa, 2006). Jaringan telekomunikasi baik selular maupun telepon tetap kabel serta nirkabel di Bengkulu sempat mengalami gangguan setelah gempa bumi mengguncang Bengkulu pada tanggal 12 September 2007 (Eman, 2007). Gempa bumi di Taiwan bulan Desember 2006 telah menyebabkan terputusnya jaringan kabel serta optik dasar laut yang berada di perairan Taiwan sehingga jutaan orang di dunia khususnya di Asia kesulitan mengakses internet atau memanfaatkan sambungan telepon internasional. Perbaikan jaringan telekomunikasi tersebut memerlukan waktu sekitar 2-3 minggu (Kompas 29 Desember 2006).

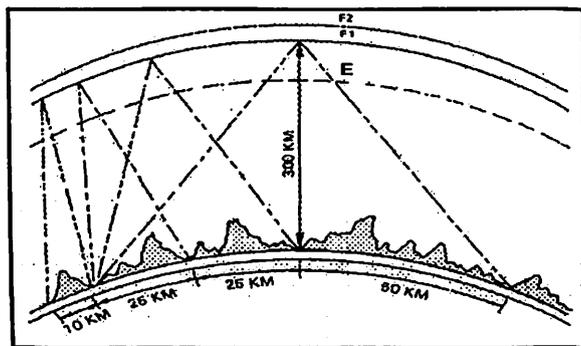
Telekomunikasi menjadi sangat vital pada saat terjadi bencana untuk pelayanan telemedis, baik untuk monitoring evakuasi korban bencana, mengontrol para korban bencana yang selamat, maupun perawatan pasien. Maka dari itu untuk mengatasi gangguan-gangguan telekomunikasi karena bencana alam dibutuhkan sistem telekomunikasi darurat yang mudah dan cepat diterapkan dan dapat memberikan hubungan pada jarak antara 100 – 300 km. Komunikasi taktis menggunakan *Near Vertical Incidence Skywave* (NVIS) yang awalnya digunakan oleh militer pada pita HF dapat digunakan untuk keperluan tersebut. Makalah ini menjelaskan tentang sistem komunikasi NVIS dan peran peta foF2 MSILRI untuk mendukung operasional harian komunikasi tersebut.

## 2. Propagasi NVIS

Komunikasi HF telah lama digunakan. Komunikasi jarak jauh dan murah ini dapat dilaksanakan dengan memanfaatkan karakteristik lapisan ionosfer. Pada kondisi ideal komponen *groundwave* gelombang radio menjadi tidak dapat digunakan pada jarak lebih dari 80 km. Jarak ini dapat berkurang pada daerah pegunungan sampai hanya sekitar 3 km.

*Skywave* umumnya tidak dapat dipantulkan ke bumi pada jarak kurang dari 161 km (100 mil). Sehingga terdapat daerah yang dilewati dalam komunikasi HF (skipzone) pada jarak antara 80 – 113 km (50-70 mil) di mana komunikasi HF tidak berfungsi ([www.athensarc.org](http://www.athensarc.org)). NVIS muncul terkait dengan masalah skipzone dalam komunikasi HF. NVIS adalah sistem komunikasi HF dengan arah propagasi gelombang mendekati vertikal pada sudut elevasi antara 70 – 90 km, dengan memilih frekuensi di bawah frekuensi kritis lapisan ionosfer (foF2) agar komunikasi ini dapat berjalan yang mencakup daerah antara 0 – 300 km.

Dengan mentransmisikan gelombang radio pada sudut pancar sangat tinggi, energi gelombang dipantulkan ionosfer pada sudut yang sama dengan sudut pancar dengan hanya sedikit pelemahan dan sedikit mengalami gangguan atmosfer karena melalui lintasan yang pendek sehingga dapat menghasilkan komunikasi HF jarak dekat tanpa gap dan dapat menjangkau daerah pegunungan dan lembah seperti diilustrasikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Propagasi NVIS

Komunikasi lokal menggunakan NVIS memiliki beberapa kelebihan antara lain adalah:

- Dapat menjangkau daerah yang terlewati (skip zone) asalkan tidak terlalu jauh dari jangkauan yang dipantulkan ionosfer.
- Tidak memerlukan infrastuktur seperti repeater dan satelit. Dua stasiun yang menerapkan NVIS dapat melakukan komunikasi dengan baik.
- Propagasi NVIS murni (tanpa groundwave) relatif bebas dari fading.
- Optimasi antena NVIS juga mudah. Antena dipole dapat bekerja dengan baik jika dipasang secara horisontal pada ketinggian sekitar sepersepuluh panjang gelombangnya. Antena NVIS yang baik dapat meradiasikan gelombang dengan mudah dan dalam waktu singkat dapat diinstalasi oleh tim kecil atau bahkan sendirian.
- Daerah lembah-lembah gunung bukan masalah bagi NVIS.
- Karena propagasinya langsung mendekati vertikal maka atenuasi karena serapan oleh lapisan D rendah.
- Dengan NVIS interferensi dan noise atmosfer menjadi rendah sehingga dapat menaikkan SNR.
- Dengan tingginya SNR maka NVIS dapat bekerja pada daya rendah.

Adapun kekurangan-kekurangan NVIS antara lain adalah:

- Kedua stasiun harus menggunakan antena NVIS jika salah satu tidak menggunakan NVIS maka komunikasi tidak dapat berjalan dengan lancar. Dalam kenyataannya tidak semua stasiun radio amatir memiliki sistem antena NVIS.
- Tidak semua frekuensi HF dapat digunakan dalam NVIS. Frekuensi yang sesuai dengan NVIS adalah frekuensi dengan noise atmosfer, dengan antena yang panjang, bandwidth relatif kecil untuk komunikasi digital.

- Oleh karena perbedaan karakteristik ionosfer antara siang dan malam, maka hendaknya memiliki dua frekuensi agar dapat digunakan baik siang maupun malam.

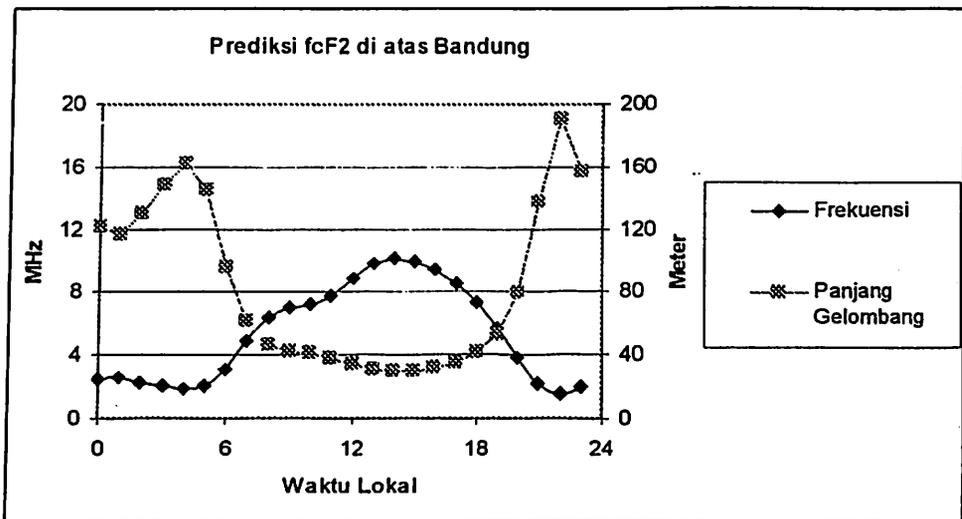
Untuk meradiasikan energi mendekati vertikal diperlukan antena yang sesuai. Antena dipole dapat digunakan untuk komunikasi NVIS dengan memasang secara horisontal yang diletakkan pada ketinggian antara sepersepuluh sampai seperempat panjang gelombangnya dan cocok untuk daerah pemukiman jika kita punya tempat agak luas. Untuk operasional di lapangan kawat panjang dapat digunakan sebagai antena NVIS. Untuk mobil dapat digunakan antena magnetik setengah loop dengan reflektor yang memiliki konduktivitas tinggi. Penjelasan rinci mengenai antena NVIS sudah banyak dipaparkan oleh operator radio amatir di luar negeri dan bisa didapatkan antara lain di website [www.vcars.org/tech/NVIS.html](http://www.vcars.org/tech/NVIS.html), [www.athensarc.org/nvis.htm](http://www.athensarc.org/nvis.htm).

Faktor lain yang menentukan keberhasilan komunikasi NVIS adalah frekuensi gelombang yang digunakan. Frekuensi yang tepat untuk NVIS tergantung pada lokasi geografi setempat. Untuk daerah lintang rendah frekuensi untuk NVIS bisa lebih tinggi dari pada daerah lintang tengah dan tinggi. Tetapi variabilitas ionosfer daerah tersebut relatif lebih tinggi.

Dalam penentuan frekuensi NVIS ada beberapa cara yaitu: dengan coba-coba, dengan menggunakan informasi real time pengamatan ionosonde (jika ada) dan dengan menggunakan prediksi ionosfer baik dengan model global, regional maupun lokal.

Pusat Pemanfaatan Sains Antariksa (Pusfatsainsa) telah mengembangkan model sederhana ionosfer lintang rendah Indonesia yang disingkat dengan MSILRI (Buldan M., dkk.) yang dapat digunakan untuk prediksi foF2. Dengan adanya prediksi foF2 tersebut kita dapat mengetahui kapan waktu yang tepat komunikasi NVIS dilakukan sehingga akan meningkatkan efektifitas komunikasi radio HF.

Salah satu contoh prediksi foF2 di atas Bandung untuk bulan Juli 2007 menggunakan MSILRI ditunjukkan pada Gambar 2. Gambar prediksi foF2 dan konversinya ke panjang gelombang tersebut dapat digunakan untuk pedoman operasional sehari-hari dalam komunikasi ionosfer lokal menggunakan NVIS. Pada siang hari kita dapat menggunakan gelombang 80 meter sedangkan pada malam hari gelombang tersebut tidak dapat digunakan karena lebih pendek dari gelombang minimum yang dapat digunakan. Gelombang 160 meter dapat digunakan pada malam hari, walaupun diperkirakan sekitar jam 9 malam gelombang tersebut menghilang sekitar satu setengah jam. Adapun gelombang 40 meter hanya dapat digunakan pada tengah hari sampai sore hari sekitar jam 13 – 16 waktu lokal.



Gambar 2. Prediksi foF2 menggunakan MSILRI dan konversinya ke panjang gelombang minimum pada komunikasi NVIS di atas Bandung yang dapat digunakan untuk pedoman operasional umum komunikasi NVIS di wilayah Jawa Barat bulan Juli 2007.

Dengan demikian salah satu aplikasi model ionosfer regional Indonesia MSILRI adalah untuk prediksi frekuensi maksimum atau panjang gelombang minimum yang dapat dipakai dalam komunikasi NVIS. Prediksi frekuensi tersebut dapat digunakan sebagai pedoman umum bulanan operasional komunikasi HF ionosfer lokal menggunakan NVIS. Manfaat MSILRI akan

lebih terasa pada saat komunikasi darurat baik yang disebabkan oleh bencana alam maupun darurat perang.

### **3. Peta foF2 MSILRI dan penggunaannya**

MSILRI merepresentasikan variasi spasial dan temporal ionosfer dalam satu hari menggunakan fungsi trigonometri nonlinier. Variasi spasial hanya mempertimbangkan lintang geografi yang direpresentasikan dengan fungsi polinom dan variasi temporal diekspresikan dengan ekspansi Fourier dengan hanya mempertimbangkan sampai orde 6. Penjelasan rinci MSILRI ada pada makalah dengan judul Model Sederhana Ionosfer Lintang Rendah Indonesia dalam buku ini juga.

Dari MSILRI dapat dibuat buku peta foF2 di atas Indonesia dan sekitarnya untuk bulan tertentu dengan R12 mulai 10 sampai 40 untuk jilid 1 dan R12 sama dengan 50 sampai 80 untuk jilid 2. Buku peta foF2 MSILRI jilid 1 dapat digunakan sebagai pedoman komunikasi NVIS pada saat aktivitas matahari minimum sampai rendah dan buku peta foF2 jilid 2 untuk pedoman operasional komunikasi NVIS pada saat kondisi aktivitas matahari rendah sampai sedang.

Gambar 3 adalah contoh peta foF2 MSILRI bulan Nopember pada jam 14 WIB dengan R12 = 10 dan 20. Sebagai pedoman operasional komunikasi NVIS di Indonesia dan sekitarnya, peta foF2 tersebut membutuhkan informasi R12 efektif yaitu nilai R12 pada hari tertentu yang menghasilkan prediksi foF2 dengan simpangan minimum terhadap data pengamatan. R12 efektif dapat diperoleh melalui email [buldanms@yahoo.com](mailto:buldanms@yahoo.com) atau akan dapat diakses secara gratis melalui website laman: [www.lapan.go.id](http://www.lapan.go.id).

Contoh penggunaan peta foF2 MSILRI adalah sebagai berikut. Untuk pedoman operasional komunikasi NVIS bulanan peta foF2 memerlukan informasi prediksi R12 efektif pada bulan berjalan. Informasi R12 efektif bulanan ini dapat diperoleh secara gratis melalui email: [buldanms@yahoo.com](mailto:buldanms@yahoo.com). Dengan R12 efektif bulanan tersebut kita hitung frekuensi foF2 menggunakan

interpolasi linier berdasarkan buku peta foF2. Frekuensi kritis pada R12 efektif dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$foF2(R12\text{eff}) = foF2(R12b) + \frac{(R12\text{eff} - R12b)}{10} [foF2(R12a) - foF2(R12b)]$$

di mana:

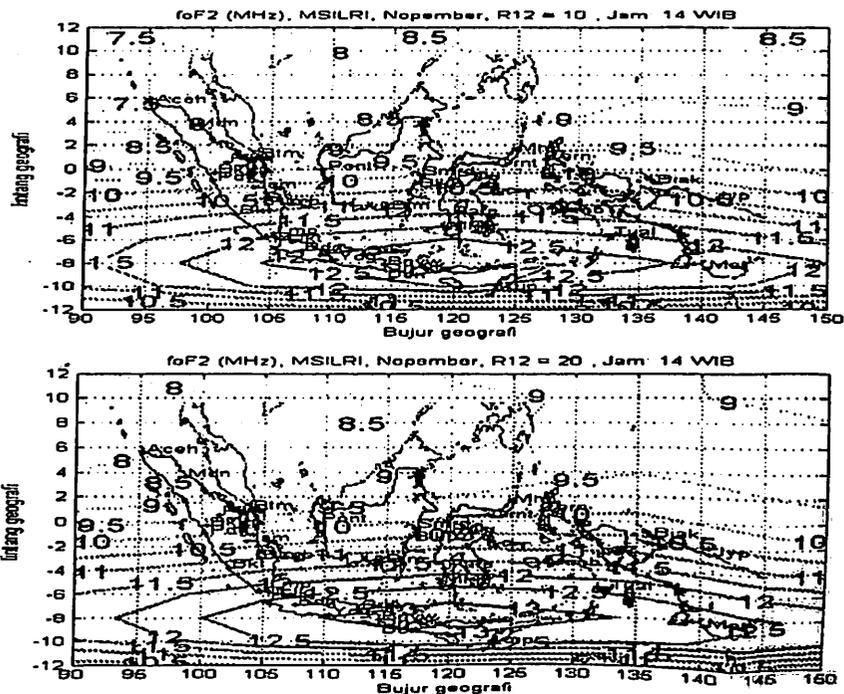
foF2(R12eff) adalah nilai prediksi foF2 pada jam tertentu bulan tertentu di lokasi tertentu,

foF2(R12b) adalah nilai foF2 pada R12 terdekat di bawah R12 efektif,

foF2(R12a) adalah nilai foF2 pada R12 terdekat di atas R12 efektif,

R12b adalah nilai R12 di bawah R12 efektif,

R12a adalah nilai R12 di atas R12 efektif.



Gambar 3. Peta foF2 jam 14 WIB bulan Nopember dengan R12 = 10 dan 20

Misalkan R12 efektif bulan Nopember bernilai 16, maka kita gunakan 2 peta yaitu dengan R12 = 10 dan 20. Sebagai contoh dengan peta foF2 pada Gambar 3, pada jam 14.00 WIB, R12b = 10, R12a = 20, foF2(R12b) = 7.5 MHz, R12a = 8 MHz, sehingga frekuensi kritis di Aceh pada jam 14 WIB bulan Nopember adalah

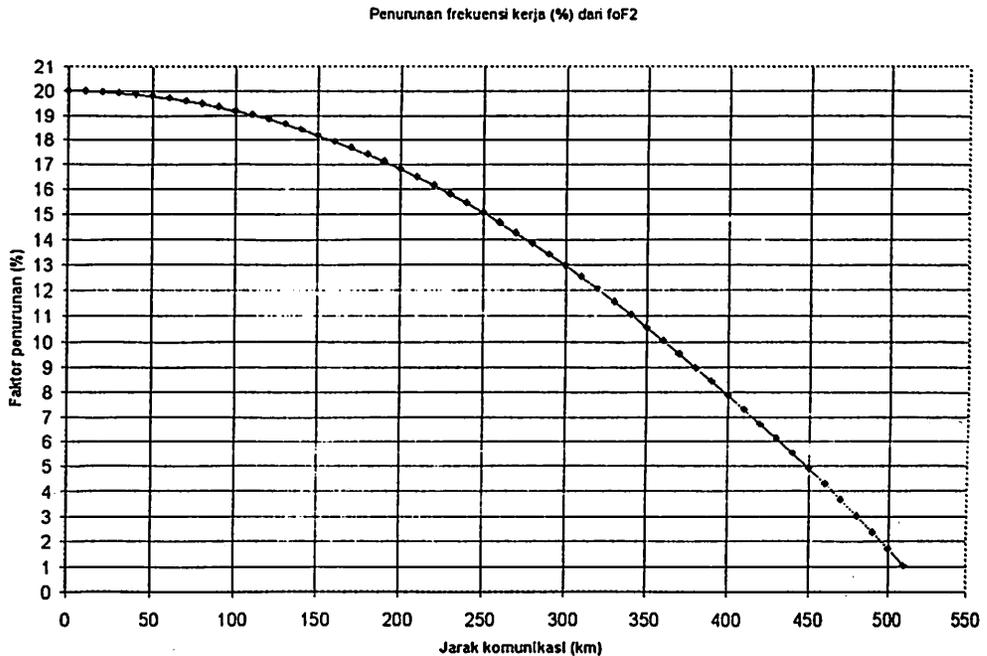
$$foF2(R12_{eff}) = 7.5 + \frac{16-10}{10} [8 - 7.5] = 7.8 \text{ MHz}$$

Jika foF2 pada jam tertentu dan lokasi tertentu telah dapat diperoleh maka untuk komunikasi NVIS pada jarak kurang dari 100 km dapat digunakan frekuensi kerja yang optimum sebesar 20 % lebih rendah dari foF2(R12eff), pada jarak lebih dari 250 km gunakan frekuensi kerja 15 % lebih rendah dari foF2(R12eff) dan pada jarak lebih dari 350 km dapat digunakan frekuensi kerja 10 % lebih rendah dari foF2(R12eff). Pada jarak sekitar 500 km frekuensi kerja bisa sama dengan foF2(R12eff). Untuk lebih jelasnya dapat digunakan faktor penurunan frekuensi kerja dari nilai foF2 seperti ditunjukkan pada Gambar 4.

Untuk komunikasi NVIS yang dapat digunakan selama 24 penuh minimal dibutuhkan 3 antena yaitu antena 40, 80 dan 160 meter. Frekuensi kerja dapat dikonversikan ke panjang gelombang (dalam meter) melalui pembagian 300 dengan frekuensi kerja untuk pemilihan antena yang tepat. Untuk frekuensi 7.8 diperoleh panjang gelombang sebesar 38.5 meter. Dengan demikian kita pilih antena HF 40 meter untuk dapat bekerja pada frekuensi 7,8 MHz.

Peta foF2 MSILRI juga dapat digunakan sebagai pedoman harian operasional komunikasi NVIS dengan informasi indek aktivitas matahari efektif harian (Reffhar). Kalau dalam pedoman operasional bulanan diperlukan informasi R12 efektif bulana pada bulan berjalan, dalam pedoman operasional harian dibutuhkan R efektif harian yaitu nilai R12 sebagai masukan MSILRI yang memberikan prediksi foF2 dengan kesalahan minimal terhadap pengamatan pada hari tertentu dari ionosonde. Pemberian informasi R12 efektif

bulanan dan harian merupakan salah satu bentuk pelayanan informasi propagasi komunikasi NVIS dengan asumsi pengguna telah memiliki buku peta foF2 MSILRI atau software msilrimap.



Gambar 4. Faktor penurunan frekuensi kerja dari foF2 pada jarak 0 – 510 km untuk komunikasi NVIS.

#### 4. Kesimpulan

Pada kondisi darurat karena bencana alam, sistem komunikasi NVIS dapat digunakan dengan cepat dan mudah. Jika secara teknis komunikasi NVIS telah dikuasai oleh operator, peran informasi foF2 dalam sistem komunikasi NVIS sangat penting untuk mendukung operasional komunikasi yaitu dalam pemilihan frekuensi kerja. Informasi foF2 dapat diperoleh dari model ionosfer atau dari pengamatan ionosonde. Peta MSILRI yang merupakan hasil prediksi foF2 di atas Indonesia pada indek aktivitas matahari dari R12 = 10 sampai 80 dapat digunakan sebagai pedoman operasional komunikasi NVIS dengan tambahan informasi indek aktivitas matahari efektif pada kondisi aktivitas

matahari minimum, rendah sampai sedang. Dari foF2 yang diperoleh dari peta foF2 MSILRI, berdasarkan nilai R12 efektif frekuensi kerja yang optimum dalam komunikasi NVIS nilainya lebih rendah antara 20 % sampai 0 % pada jarak antara 0 sampai 520 km.

### **Daftar Pustaka**

Eman, *Gempa Bengkulu Porakporandakan Bangunan dan Infrastruktur*, Gizi.net, Kamis, 13 September 2007.

*Jaringan Kabel Mulai Diperbaiki, Serat Optik di Dasar Laut Rentan Gangguan*, Kompas, 29 Desember 2006.

*Aceh Pasca Bencana Akan Difokuskan Pada Fixed Wireless*, Republika, 12 Januari 2005.

*Radio. Sumber Informasi Utama tentang Gempa*, SaksiGempa.org, 8 Juni 2006.

[www.athensarc.org/](http://www.athensarc.org/)

[www.athensarc.org/nvis.htm](http://www.athensarc.org/nvis.htm)

[www.vcars.org/tech/NVIS.html](http://www.vcars.org/tech/NVIS.html).