

# Evaluasi Cakupan Sinyal BTS Secara Spasial Di Sebagian Kabupaten Buleleng Provinsi Bali

Susanti  
geokpjsusan@gmail.com

Noorhadi Rahardjo  
noorhadi@ugm.ac.id

## Abstract

*The development of communication technology cause telecommunication utilization tools like cellular phone is also increase. It has to supported with good servant quality. The purpose of this research is to inventory base transceiver station existing location, to find out the blankspot area, and to determine the best location of shared base transceiver station in part of Buleleng Regency with visibility analysis and cell phone customers potency. The results from this research shows that there are 61 existing BTS sites, 325,45 km<sup>2</sup> or 80,74% of research area are the region that is well-served signal and 77,63 km<sup>2</sup> or 19,26% are the region which is the signal that are not served well. Determining of the priority location as potential location of shared BTS is located in areas with impaired signaling with high potential cell phone costumers in Sukasada District.*

**Keywords** : *BTS, blank spot area, visibility analysis.*

## Abstrak

Meningkatnya perkembangan teknologi telekomunikasi menyebabkan pemanfaatan sarana telekomunikasi khususnya telepon seluler juga meningkat. Peningkatan ini harus didukung dengan mutu pelayanan yang baik. Penelitian ini bertujuan untuk menginventarisasi lokasi eksisting BTS, mengetahui wilayah yang belum terjangkau oleh sinyal BTS (*blankspot area*), dan mengetahui serta menentukan lokasi optimal BTS bersama pada sebagian Kabupaten Buleleng dengan menggunakan metode analisis visibilitas dan potensi pengguna telepon seluler. Hasil penelitian menunjukkan terdapat 61 eksisting BTS, kemudian terdapat 325,45 km<sup>2</sup> atau 80,74% dari luas wilayah kajian yang merupakan wilayah yang terlayani sinyal dengan baik dan 77,63 km<sup>2</sup> atau 19,26 % yang merupakan wilayah yang tidak terlayani sinyal dengan baik. Penentuan lokasi prioritas sebagai lokasi optimal BTS bersama terletak pada wilayah yang mengalami gangguan sinyal dengan potensi pengguna telepon seluler tinggi yaitu Kecamatan Sukasada.

**Kata Kunci** : *BTS (Base Transceiver Station), blankspot area, analisis visibilitas.*

## PENDAHULUAN

Meningkatnya perkembangan sarana telekomunikasi khususnya telepon seluler dikarenakan telepon seluler dapat digunakan untuk berkomunikasi tanpa menggunakan kabel dan tidak terbatas oleh ruang, sehingga komunikasi dapat dilakukan di manapun. Jumlah pelanggan telepon seluler yang kian meningkat menyebabkan munculnya berbagai perusahaan jasa telekomunikasi seluler. Beberapa perusahaan jasa telekomunikasi seluler GSM (*Global System of Mobile Communication*) seperti PT.Telkomsel, PT.Indosat Satelindo, dan PT.XL Axiata Tbk bersaing semakin ketat dalam meningkatkan mutu pelayanan untuk menarik konsumen di wilayah perkotaan maupun daerah-daerah terpencil, sehingga konsumen akan menggunakan provider tersebut guna mendukung penggunaan telepon seluler. Dalam upaya peningkatan mutu pelayanan, maka para provider mendirikan stasiun induk (*Base Station*), atau yang sering disebut dengan BTS (*Base Transceiver Station*). BTS merupakan antena atau pemancar yang menerima dan meneruskan sinyal dari operator telepon seluler ke pelanggan atau sebaliknya. Peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika No. 2 Tahun 2008 tentang Pedoman Pembangunan dan Penggunaan Menara Bersama Telekomunikasi menyebutkan bahwa demi efisiensi dan efektifitas ruang, maka menara harus digunakan secara bersama dengan tetap memperhatikan kesinambungan pertumbuhan industri telekomunikasi. Berdasarkan peraturan tersebut, sejak tahun 2008 setiap BTS yang akan digunakan oleh para provider harus digunakan secara bersama.

Ketersediaan jumlah serta lokasi penempatan BTS haruslah efektif dan sesuai dengan kondisi daerah layanan, karena hal ini mempengaruhi kapasitas dan kualitas jaringan yang diterima oleh pengguna jasa telepon seluler. Keadaan geografis Kabupaten Buleleng, khususnya kecamatan Buleleng, Sukasada, Kubutambahan, Sawan dan Kota Singaraja yang beragam menyebabkan terdapat beberapa wilayah yang tidak terlayani sinyal dengan baik, sehingga lokasi BTS dari berbagai provider yang ada diharapkan berpotensi dalam mencakup para pengguna jaringan telepon seluler agar tidak terjadi hambatan dalam

keterjangkauan sinyal yang diterima oleh pengguna jaringan telepon seluler.

Penelitian ini bertujuan untuk menginventarisasi lokasi eksisting BTS, mengetahui wilayah yang belum terjangkau oleh sinyal BTS (*blankspot area*), dan mengetahui serta menentukan lokasi optimal BTS bersama pada wilayah kajian, dari tujuan tersebut diharapkan pihak perusahaan/penyedia jasa telekomunikasi atau provider dapat memperbaiki kualitas pelayanan yang diberikan kepada pelanggan.

## METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan data kontur yang diderivasi dari SRTM dengan resolusi 90 meter, *Google Satellite Map* yaitu Citra Quickbird dan Ikonos wilayah kajian, data jumlah dan kepadatan penduduk Kabupaten Buleleng yang diperoleh dari Kabupaten Buleleng dalam Angka tahun 2011 dan 2012, serta data teknis lokasi BTS tahun 2008 dan 2012 yang diperoleh melalui Instansi Pemerintah dan kegiatan lapangan.

Pengolahan awal citra dilakukan pada Citra Quickbird resolusi spasial 0,6 meter dan citra Ikonos resolusi spasial 1 meter yang meliputi koreksi geometrik citra dan mozaik citra. Koreksi geometrik bertujuan untuk menempatkan kembali posisi piksel sehingga pada citra digital yang tertransformasi dapat dilihat gambaran objek di permukaan bumi yang terekam oleh sensor sesuai dengan keadaan sebenarnya (Danoedoro, 1996). Setelah citra wilayah kajian dikoreksi, kemudian dilakukan mozaik citra untuk menggabungkan beberapa lembar citra wilayah tertentu menjadi satu lembar citra. Interpretasi secara visual dilakukan pada Citra Quickbird dan Citra Ikonos yang telah dikoreksi untuk menyadap informasi mengenai penggunaan lahan yang diperlukan dalam pemodelan potensi pengguna pengguna telepon seluler dan dalam penentuan lokasi optimal BTS bersama.

Kegiatan lapangan yang dilakukan pada penelitian ini bertujuan untuk melengkapi data teknis BTS yang sebelumnya telah diperoleh dari Instansi Pemerintah. Lokasi eksisting BTS ini digunakan sebagai sumber data untuk melakukan pemetaan inventarisasi lokasi BTS wilayah kajian. Kegiatan lapangan juga dilakukan untuk mengetahui kebenaran dari peta

jangkauan sinyal BTS yang telah dihasilkan melalui pengambilan sampel dengan menggunakan metode *purposive sampling*. Metode ini *digunakan* berdasarkan pertimbangan tertentu, karena jangkauan sinyal yang akan di cek kebenarannya hanya pada wilayah yang tidak terjangkau oleh sinyal dan memiliki aksesibilitas yang baik. Sehingga, dapat diketahui apakah daerah yang *visible* (tampak) merupakan wilayah yang tercakup oleh sinyal dan apakah daerah yang *not visible* (tak tampak) merupakan wilayah yang mengalami masalah layanan sinyal atau tidak tercakup oleh sinyal (*blankspot area*).

Data teknis BTS berupa eksisting lokasi BTS dan data kuat sinyal BTS serta data DEM digunakan sebagai sumber data dalam pemetaan jangkauan sinyal BTS. Untuk memetakan jangkauan sinyal diperlukan jarak cakupan sinyal sejauh 10km dan hasil analisis visibilitas. Karena jangkauan sinyal merupakan jarak jangkauan sinyal yang dipancarkan dari lokasi suatu BTS untuk menjangkau area cakupannya. Analisis visibilitas diperlukan untuk mengetahui area mana saja yang dapat terjangkau dan tidak terjangkau oleh pancaran sinyal dari lokasi-lokasi BTS. Area terjangkau ini tentunya area yang dapat dijangkau berdasarkan radius pancaran maksimal dari BTS dan merupakan area yang tidak terhalang oleh relief permukaan bumi.

Sumber data yang digunakan dalam pemetaan sebaran permukiman merupakan data penginderaan jauh yang diperoleh dari *Google Satellite Map* yaitu Citra satelit Quickbird resolusi spasial sebesar 0,6 meter dan citra satelit Ikonos resolusi spasial sebesar 1 meter. Citra satelit Quickbird dan Ikonos digunakan untuk menyadap informasi penggunaan lahan permukiman, diasumsikan bahwa pengguna telepon seluler memanfaatkan dan menggunakan telepon seluler pada tempat yang terkait dengan aktivitas penduduk.

Pemetaan potensi pengguna telepon seluler bertujuan untuk mengetahui tingkat potensi pengguna telepon seluler yang berada di tiap kecamatan pada wilayah kajian. Potensi pengguna telepon seluler merupakan salah satu parameter untuk mengetahui dan menentukan lokasi optimal BTS bersama, karena wilayah dengan potensi pengguna telepon seluler tinggi merupakan lokasi prioritas untuk ditematkannya suatu BTS. Untuk memetakan

potensi pengguna telepon seluler, digunakan sebaran permukiman wilayah kajian dan data jumlah penduduk per kecamatan. Integrasi antara peta sebaran permukiman dan data jumlah penduduk per kecamatan dilakukan untuk memperoleh peta kepadatan penduduk dasimetrik yang akan digunakan sebagai acuan dalam memetakan potensi pengguna telepon seluler pada wilayah kajian.

Untuk memetakan lokasi optimal BTS bersama, sebelumnya dilakukan penentuan lokasi optimal. Penentuan lokasi optimal BTS bersama bertujuan untuk menentukan lokasi yang dianggap optimal sebagai lokasi didirikannya BTS bersama, agar pancaran sinyal yang dipancarkan oleh BTS bersama dapat menjangkau seluruh area cakupan. Berdasarkan penentuan lokasi optimal BTS bersama, diharapkan tidak akan terdapat wilayah yang mengalami masalah dalam layanan sinyal atau *blankspot area*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan perolehan data dari Instansi Pemerintah dan kegiatan lapangan, terdapat 61 BTS yang tersebar di seluruh wilayah kajian. BTS terbanyak terdapat pada Kecamatan Buleleng dan Kota Singaraja yaitu sebanyak 27 BTS, 15 BTS non bersama dan 12 BTS bersama hal ini dikarenakan Kota Singaraja merupakan Ibukota Kabupaten Buleleng dan menjadi pusat pemerintahan, pelayanan, pendidikan, kesehatan dan perekonomian sehingga aktivitas penduduk terpusat pada wilayah tersebut. Banyaknya aktivitas penduduk menyebabkan tingginya aktivitas dalam berkomunikasi dengan menggunakan sarana telekomunikasi telepon seluler, hal ini mempengaruhi banyaknya jumlah BTS agar dapat menunjang penggunaan telepon seluler pada wilayah tersebut. Kemudian, terdapat 15 BTS di Kecamatan Sukasada, yaitu 4 BTS non bersama dan 11 BTS bersama, 9 BTS di Kecamatan Sawan, yaitu 6 BTS non bersama dan 3 BTS bersama dan 10 BTS di Kecamatan Kubutambahan, yaitu 9 BTS non bersama dan 1 BTS bersama.

Jumlah BTS bersama yang terdapat di tiga kecamatan ini tidak terlalu banyak jika dibandingkan dengan Kecamatan Buleleng dan Kota Singaraja, hal ini dikarenakan ketiga kecamatan tersebut didominasi oleh penggunaan lahan pertanian dan perkebunan, dimana tidak

terdapat banyak aktivitas penduduk di dalamnya. Aktivitas penduduk yang rendah akan mengakibatkan rendahnya aktivitas berkomunikasi yang dilakukan dengan menggunakan sarana telekomunikasi telepon seluler, sehingga jumlah BTS bersama pada ketiga kecamatan ini tidak sebanyak jumlah BTS bersama pada Kecamatan Buleleng dalam menunjang penggunaan telepon seluler.

Pemetaan jangkauan sinyal menggunakan data teknis BTS serta data kontur wilayah kajian. Data teknis BTS yang digunakan berupa eksisting lokasi BTS dan data kuat sinyal BTS dengan jarak cakupan sejauh 10 km. jarak cakupan sinyal tersebut menunjukkan bahwa jarak sejauh 10 km dari masing-masing BTS bersama merupakan area cakupan BTS tersebut. Suatu area cakupan BTS tidak selalu menjadi area yang dapat dijangkau oleh sinyal yang dipancarkan oleh BTS tersebut, hal ini dikarenakan sinyal yang dipancarkan oleh BTS dapat terhalangi oleh berbagai hambatan seperti keadaan topografi wilayah tersebut sehingga menghalangi sinyal dalam menjangkau area cakupan suatu BTS. Selain jarak cakupan sinyal, dibutuhkan hasil analisis visibilitas untuk mengetahui jangkauan sinyal pada wilayah kajian. Analisis visibilitas merupakan analisis yang digunakan untuk mengetahui suatu area yang dapat dilihat atau dijangkau dari suatu titik pengamatan, dimana area tersebut tentunya tidak terhalang oleh relief permukaan bumi. Dalam penelitian ini, analisis digunakan untuk mengetahui area yang dapat dijangkau oleh pancaran sinyal dari BTS-BTS bersama yang ada pada wilayah kajian. Analisis visibilitas dilakukan dengan menentukan lokasi eksisting BTS sebagai titik-titik pengamatan dan DEM sebagai wilayah kajian yang akan dianalisis. Hasil analisis visibilitas menunjukkan luas wilayah yang terjangkau oleh sinyal yaitu 325,454164 km<sup>2</sup> dan luas wilayah yang tidak terjangkau oleh sinyal yaitu 77,63531 km<sup>2</sup>. Wilayah yang terjangkau oleh sinyal lebih luas jika dibandingkan dengan wilayah yang tidak terjangkau oleh sinyal. Hal ini menunjukkan bahwa wilayah kajian telah terlayani sinyal BTS bersama dengan cukup baik.

Permukiman di lokasi penelitian yang berada pada empat kecamatan yaitu kecamatan Sukasada, Buleleng, Kubutambahan, Sawan dan Kota Singaraja merupakan permukiman yang cenderung mengelompok pada daerah urban dan

menyebar pada daerah sub urban dan rural. Permukiman yang terdapat di daerah urban cenderung memiliki pola yang lebih teratur dibandingkan dengan permukiman yang terdapat di daerah sub urban dan rural. Wilayah permukiman yang paling luas terdapat di Kecamatan Buleleng dan Kota Singaraja, karena terdapat pusat pemerintahan, pelayanan pendidikan, kesehatan dan perekonomian sehingga aktivitas penduduk terpusat pada wilayah tersebut dan menyebabkan banyaknya lahan terbangun.

Potensi pengguna telepon seluler diperoleh melalui parameter sebaran permukiman dan jumlah penduduk pada wilayah kajian. Sebaran permukiman dan jumlah penduduk menunjukkan terdapat aktivitas penduduk pada wilayah tersebut, khususnya aktivitas komunikasi yang memanfaatkan telepon seluler. Sebaran permukiman dan jumlah penduduk digunakan untuk mengetahui kepadatan penduduk dasimetrik. Kepadatan penduduk dasimetrik akan menjadi acuan dalam menentukan potensi pengguna telepon seluler pada wilayah kajian, karena tingkat kepadatan penduduk dasimetrik diasumsikan sebagai tingkat potensi pengguna telepon seluler. Semakin tinggi kepadatan penduduknya, maka semakin tinggi potensi pengguna telepon seluler pada wilayah tersebut, begitu pula sebaliknya. Kepadatan penduduk sangat rendah dan rendah terdapat pada wilayah Kecamatan Sawan, Sukasada dan Kubutambahan. Kepadatan penduduk sedang terdapat di wilayah Kecamatan Sawan. Kepadatan penduduk tinggi dan sangat tinggi terdapat pada wilayah Kecamatan Buleleng dan Sawan. Seluruh wilayah Kecamatan Buleleng dan sebagian wilayah Kecamatan Sawan merupakan wilayah urban, sehingga kedua kecamatan tersebut memiliki kepadatan penduduk dasimetrik yang sangat tinggi dan tinggi. Potensi pengguna telepon seluler akan menjadi salah satu parameter dalam menentukan lokasi optimal pada wilayah kajian. Wilayah dengan potensi pengguna telepon seluler tinggi akan menjadi lokasi prioritas dalam penentuan lokasi optimal BTS bersama.

Penentuan lokasi prioritas sebagai lokasi optimal BTS bersama diperoleh berdasarkan matriks dua dimensi antara potensi pengguna telepon seluler dan jangkauan sinyal wilayah kajian. Lokasi prioritas ditentukan pada wilayah

yang mengalami gangguan sinyal dengan wilayah yang memiliki potensi pengguna telepon seluler tinggi dan sangat tinggi. Lokasi optimal BTS bersama juga ditentukan pada elevasi tertinggi, karena dengan meletakkan lokasi BTS bersama pada elevasi tertinggi, diharapkan pancaran sinyal dari BTS tidak terhalang apapun dalam menjangkau pengguna telepon seluler. Selain hal-hal tersebut, penentuan lokasi optimal BTS bersama juga harus memperhatikan lokasi eksisting BTS yang telah ada pada wilayah kajian, sehingga pada lokasi yang ditentukan sebagai lokasi optimal BTS bersama tidak akan berdekatan dengan lokasi eksisting BTS. Lokasi prioritas sebagai lokasi optimal BTS bersama ditempatkan pada wilayah Kecamatan Sukasada bagian utara, karena berdasarkan analisis visibilitas terdapat masalah dalam jangkauan sinyal dan terdapat potensi pengguna telepon seluler sangat tinggi pada wilayah tersebut. Lokasi BTS bersama terletak pada koordinat 285464,289mU 9096699,893mT. Lokasi BTS bersama juga ditentukan pada wilayah Kecamatan Kubutambahan dengan menempatkan dua BTS bersama yang terletak pada koordinat 302144,978mU 9098155,461mT dan 306776,311mU 9099835,454mT. Selain, Kecamatan Kubutambahan, BTS bersama juga ditentukan pada wilayah Kecamatan Sukasada bagian selatan dengan menempatkan satu BTS bersama, yang terletak pada koordinat 296077,593mU 9088722,124mT. Lokasi BTS bersama yang ditempatkan pada Kecamatan Kubutambahan dan Kecamatan Sukasada bagian selatan bukanlah lokasi prioritas dalam pembangunan BTS bersama, karena wilayah tersebut memiliki potensi pengguna telepon seluler rendah. Pembangunan BTS akan membutuhkan biaya yang cukup besar, sehingga akan menimbulkan kerugian ekonomi apabila BTS dibangun pada wilayah yang memiliki potensi pengguna telepon seluler yang rendah.

Setelah penentuan lokasi optimal BTS bersama, perlu dilakukan analisis visibilitas pada titik lokasi BTS bersama tersebut untuk mengetahui apakah BTS tersebut dapat memancarkan sinyal yang dapat menjangkau wilayah yang mengalami masalah dalam layanan sinyal. Hasil analisis visibilitas rekomendasi lokasi optimal BTS bersama menunjukkan bahwa wilayah yang mengalami

masalah dalam layanan sinyal dapat terjangkau oleh titik BTS tersebut.

## KESIMPULAN

1. Terdapat 61 BTS di seluruh wilayah kajian, yaitu sebanyak 27 BTS dengan 15 BTS non bersama dan 12 BTS bersama di Kecamatan Buleleng dan Kota Singaraja, 15 BTS di Kecamatan Sukasada, yaitu 4 BTS non bersama dan 11 BTS bersama, 9 BTS bersama di Kecamatan Sawan, yaitu 6 BTS non bersama dan 3 BTS bersama dan 10 BTS di Kecamatan Kubutambahan, yaitu 9 BTS non bersama dan 1 BTS bersama.
2. Berdasarkan analisis visibilitas terhadap wilayah kajian dan lokasi eksisting BTS, *blankspot area* atau wilayah yang mengalami masalah dalam layanan sinyal terdapat di beberapa area dalam Kecamatan Sukasada, Sawan dan Kubutambahan.
3. Wilayah yang terjangkau oleh sinyal seluas 325,454164 km<sup>2</sup> dan lebih luas jika dibandingkan dengan wilayah yang tidak terjangkau oleh sinyal yaitu seluas 77,63531 km<sup>2</sup>. Hal ini menunjukkan bahwa wilayah kajian telah terlayani sinyal BTS bersama dengan cukup baik.
4. Terdapat satu lokasi optimal BTS bersama yang terletak di Kecamatan Sukasada bagian utara dengan koordinat lokasi 285464,289mU 9096699,893mT, karena wilayah tersebut merupakan wilayah yang mengalami masalah jangkauan sinyal dengan potensi pengguna telepon seluler tinggi. Kemudian, terdapat tiga lokasi optimal BTS bersama pada Kecamatan Sawan dan Kubutambahan, namun lokasi tersebut tidak menjadi lokasi prioritas dalam pembangunan BTS, karena rendahnya potensi pengguna telepon seluler pada wilayah tersebut.

## SARAN

1. Perusahaan jasa telekomunikasi sebaiknya menggunakan penginderaan jauh dan sistem informasi geografi dalam mempertimbangkan aspek jangkauan sinyal dan potensi pengguna telepon seluler.
2. Selain dengan menggunakan analisis visibilitas, penentuan jangkauan sinyal BTS memerlukan analisis lebih lanjut

- seperti kuat gelombang pancaran sinyal, kemudian posisi dan arah pancar sinyal BTS, sehingga jangkauan sinyal dapat diketahui dengan lebih akurat.
3. Berdasarkan analisis potensi pengguna dan jangkauan sinyal wilayah kajian, penentuan lokasi optimal BTS berada pada wilayah Kecamatan Sukasada dan Kubutambahan yang dianggap memiliki permasalahan dalam keterjangkauan sinyal dengan tingkat potensi pengguna telepon seluler rendah dan tinggi. Tidak menutup kemungkinan bahwa wilayah yang tidak terjangkau sinyal tersebut merupakan wilayah yang terjangkau oleh eksisting BTS yang terdapat di kecamatan yang bersebelahan dengan Kecamatan Sukasada dan Kubutambahan, sehingga wilayah tersebut bukan merupakan wilayah yang mengalami masalah dalam keterjangkauan sinyal. Perlu dilakukan analisis visibilitas pada tiap eksisting BTS yang berada dekat dengan wilayah kajian agar dapat diketahui apakah eksisting BTS tersebut mempengaruhi perolehan sinyal pada wilayah kajian.
  4. Dalam menentukan lokasi optimal BTS bersama memerlukan parameter-parameter lain, seperti jaringan listrik, jenis tanah, kerawanan bencana dan lain sebagainya.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Arronof, S. 1989. *Geographic Information System*. Ottawa : A Management Perspective, WDL Publication.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Buleleng. 2010. Kabupaten Buleleng Dalam Angka Tahun 2010. Buleleng : Badan Pusat Statistik Buleleng.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Buleleng. 2011. Kabupaten Buleleng Dalam Angka Tahun 2011. Buleleng : Badan Pusat Statistik Buleleng.
- Danoedoro. Projo. 1996. *Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta: Fakultas Geografi UGM
- Dent, Burden. 1990. *Cartography Thematic Map Design*. USA : Wm. C. Brown Publishers.

Jan Kraak, Menno and Ormeling, F. 2007. *Kartografi : Visualisasi Data Geospasial*. Terjemahan Tim Fakultas Geografi. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.

Peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika Republik Indonesia nomor 02/PER/M.KOMINFO/3/2008

Sukoco, M. dan Sukwardjono. 1997. *Kartografi Dasar*. Yogyakarta : Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada.

Soepeno, Bambang. 1997. *Statistik Terapan Dalam Penelitian Ilmu-ilmu Sosial dan Pendidikan*. Jakarta : PT. Rineka Cipta.

Sunomo. 2003. *Pengantar Sistem Komunikasi Nirkabel*. Bandung : Direktorat Jenderal Perguruan Tinggi.

Sutanto. 1986. *Penginderaan Jauh*. Jilid 1. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.