

STUDI ALTERNATIF PENENTUAN JALUR BARU SUTET – PLN MENGUNAKAN FOTO UDARA DAN ANALISA GIS

BETA ROHANA FITRIA RAHMA, TEGUH HARIYANTO

Program Studi Teknik Geomatika, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Noverber
Kampus ITS Sukolilo, Surabaya, 60111, Indonesia

Abstrak

SUTET adalah singkatan dari Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi dengan kekuatan 500 kV yang ditujukan untuk menyalurkan energi listrik dari pusat-pusat pembangkit yang jaraknya jauh menuju pusat-pusat beban sehingga energi listrik bisa disalurkan dengan efisien. Oleh karena itu diperlukan adanya pemetaan untuk penentuan jalur SUTET yang efektif. Teknologi pemetaan dengan foto udara berkembang dengan cepat seiring dengan kemajuan teknologi informasi. Selain itu Sistem Informasi Geografis sebagai suatu sistem berbasis komputer yang digunakan untuk mengumpulkan, menyimpan, dan menganalisa obyek-obyek geografis sangat tepat digunakan untuk analisa penentuan jalur baru SUTET - PLN.

Data dasar yang digunakan adalah Foto Udara Medium Format skala 1 : 20.000 yang akan diolah sedemikian rupa menjadi informasi spasial dan analisa Sistem Informasi Geografis dengan menggunakan metode fungsi analisis overlay, hingga menghasilkan hasil analisa Sistem Informasi Geografis untuk jalur SUTET – PLN yang baru.

Hasil dari penelitian ini adalah Peta Tata Guna Lahan dan Peta Kemiringan Lahan daerah Ungaran–Kabupaten Semarang serta Peta jalur baru SUTET – PLN yang memnuhi kriteria parameter tata guna lahan, parameter kemiringan lahan, dan parameter pemukiman.

Kata Kunci : SUTET, Foto Udara Medium Format, analisis overlay

PENDAHULUAN

SUTET adalah singkatan dari Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi dengan kekuatan 500 kV yang ditujukan untuk menyalurkan energi listrik dari pusat-pusat pembangkit yang jaraknya jauh menuju pusat pusat beban sehingga energi listrik bias disalurkan dengan efisien. Oleh karena itu diperlukan adanya pemetaan pada sepanjang jalur SUTET untuk penentuan jalur SUTET yang efektif. Dengan berkembangnya kebutuhan akan pemetaan suatu wilayah dalam berbagai bidang, maka semakin berkembang pula berbagai macam metode pemetaan. Salah satu metode dalam pemetaan adalah menggunakan foto udara (aerial fotogrametri). Dengan memanfaatkan kemajuan teknologi kamera udara, film dan

pesawat, maka pekerjaan pemetaan dapat dilakukan dengan waktu yang relatif cepat dan akurasi tinggi(Lillesand dan Kiefer, 1990).

Teknologi pemetaan dengan foto udara berkembang dengan cepat seiring dengan kemajuan teknologi informasi. Selain itu Sistem Informasi Geografis sebagai suatu sistem berbasis komputer yang digunakan untuk mengumpulkan, menyimpan, dan menganalisa obyek-obyek geografis sangat tepat digunakan untuk analisa penentuan jalur baru SUTET - PLN. SIG (Sistem Informasi Geografis) merupakan sistem informasi yang berbasis pada komputer yang digunakan untuk memberikan bentuk digital dan analisa terhadap permukaan geografis bumi. Dengan SIG ini dapat memberikan kemudahan-

kemudahan yang diinginkan seperti data geospasial dan informasi menjadi lebih mudah dicari, dianalisa dan direpresentasikan. Dalam Sistem Informasi Geografis ini terdiri dari data spasial yang berupa peta digital dari daerah yang akan dianalisa dan juga basis data yang berupa tabel yang berisi tentang informasi spasial sehingga dengan cepat *user* dapat mengetahui informasi yang dibutuhkan.

Maksud dan Tujuan

Maksud dan tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan jalur SUTET - PLN dengan menggunakan Foto Udara *Medium Format*, dan kemudian dianalisa dengan menggunakan Sistem Informasi Geografis untuk digunakan sebagai penentuan jalur baru.

Perumusan Masalah

Penelitian yang akan dilakukan adalah dengan menggunakan data dasar Foto Udara *Medium Format* skala 1 : 20.000 yang akan diolah sedemikian rupa menjadi informasi spasial dan analisa Sistem Informasi Geografis dengan menggunakan metode Fungsi analisis *overlay*, hingga menghasilkan hasil analisa Sistem Informasi Geografis untuk jalur SUTET – PLN yang baru.

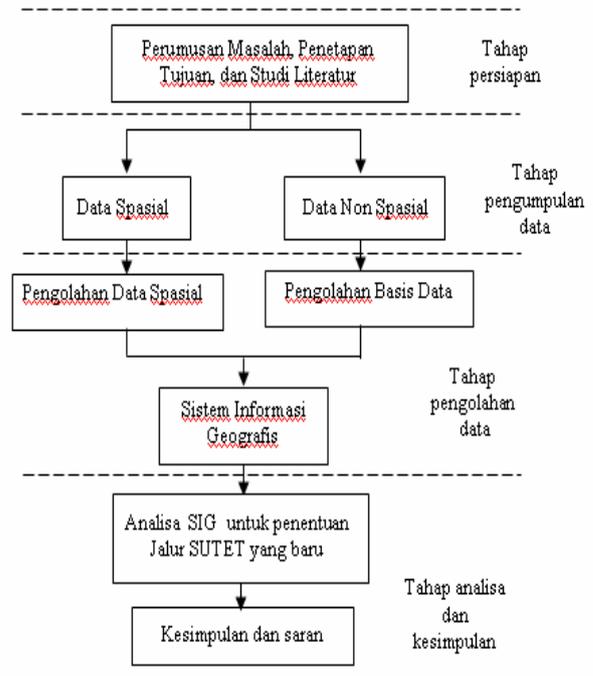
Batasan Permasalahan

1. Foto udara yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah Foto Udara *Medium Format* daerah Ungaran – Kabupaten Semarang.
2. Proses analisa Sistem Informasi Geografis dengan menggunakan perangkat lunak *Arc View 3.2*
3. Parameter kriteria analisa penentuan jalur SUTET yaitu dilihat dari :
 - a. penggunaan lahan daerah jalur SUTET
 - b. ketinggian / kemiringan lahan
 - c. jalur terpendek,
 - d. estimasi biaya dilihat dari penggunaan lahan dan kemiringan lahannya.
4. Analisa sistem informasi geografis dengan

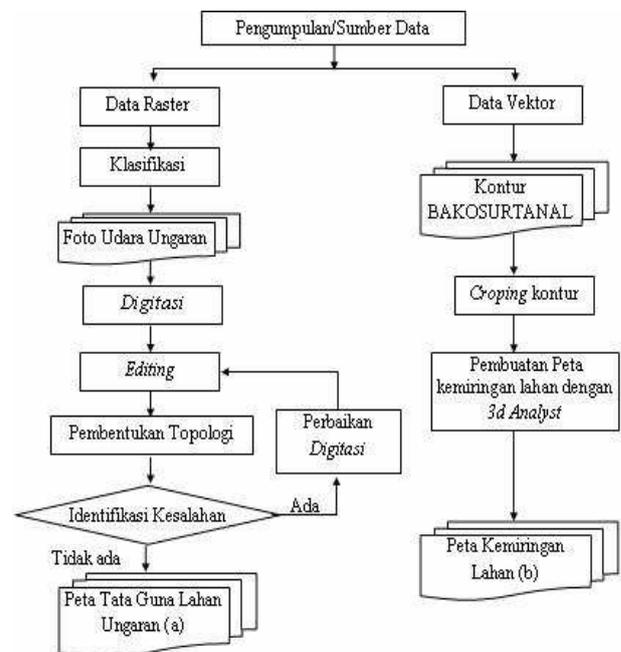
menggunakan metode fungsi analisis *overlay*.

5. Wilayah Studi dari penelitian ini adalah daerah Ungaran – Kabupaten Semarang.

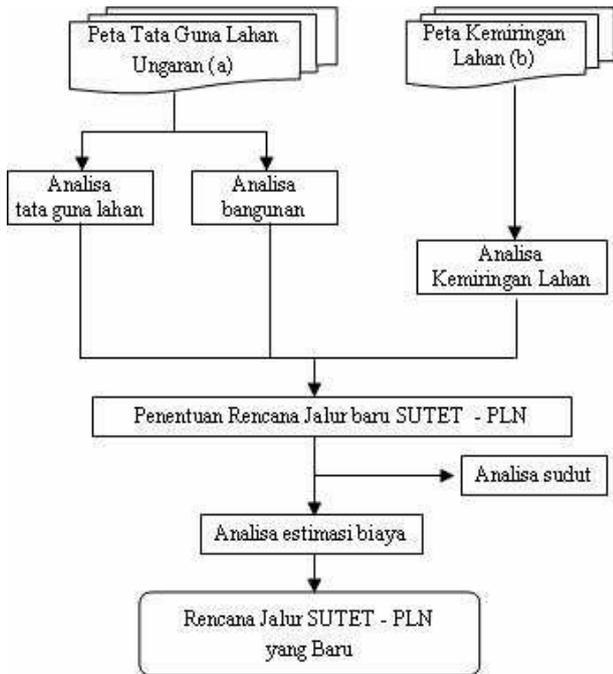
METODOLOGI PENELITIAN



Gambar 1: Diagram Alir Metodologi Penelitian

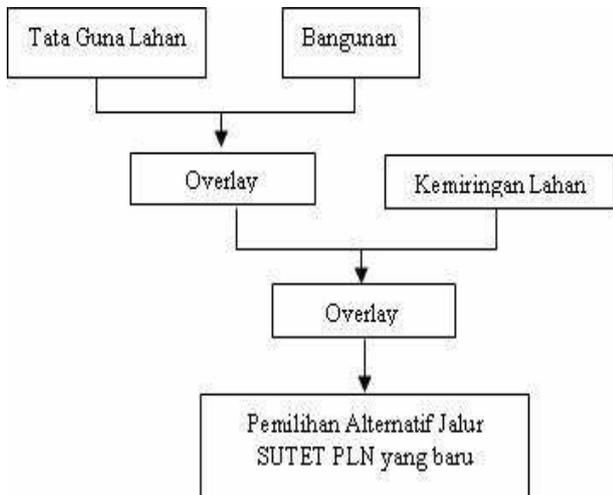


Gambar 2: Diagram Alir Pengolahan Data



Gambar 3: (lanj.) Diagram Alir Pengolahan Data

Skema Overlay



Gambar 4: Skema Overlay Pemilihan Alternatif Jalur SUTET – PLN yang baru

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini mengambil daerah studi Ungaran - Kabupaten Semarang, Provinsi Jawa Tengah. Adapun daerah studi yang diambil adalah dengan luas 4,825.336 hektar dengan batas administrasi :
 Sebelah Utara : Kec Gunungpati

Sebelah Selatan : Kecamatan Klepu
 Sebelah Timur : Kec Kedungjati
 Sebelah Barat : Kec Limbangan dan Kecamatan Boja

Peralatan Pengolahan Data

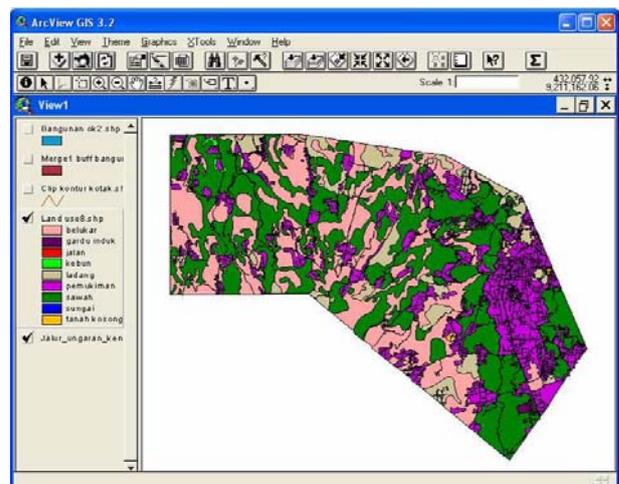
1. Perangkat keras (Hardware)
 - a. Komputer Pentium IV
Digunakan untuk melakukan proses aplikasi Sistem Informasi Geografis.
 - b. Printer
Digunakan untuk mencetak hasil laporan.
2. Perangkat Lunak (Software)
 - a. *Autodesk Map 2004*
Digunakan untuk proses digitasi dari peta foto udara.
 - b. *Arcview 3.2*
Digunakan untuk analisa GIS penentuan jalur baru SUTET – PLN.

Bahan Yang Digunakan

- a. Foto Udara kabupaten Ungaran skala 1 : 20000
- b. Kontur Bakosurtanal pulau Jawa, dalam format Shp dengan interval kontur 25m.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tata Guna Lahan



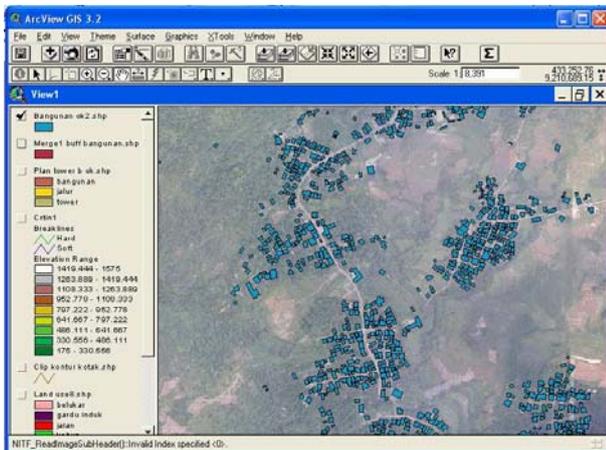
Gambar 5: Tampilan Tata Guna Lahan Daerah Ungaran – Kabupaten Semarang

Tabel 1: Luasan tata guna lahan Ungaran

NO	KETERANGAN	LUAS (METER)	LUAS (HEKTAR)
1.	Jalan	853.004,18	85.300
2.	Belukar	14.211.983,118	1.421,198
3.	Gardu Induk PLN	88.262,748	8,826
4.	Kebun	87.373,071	8,737
5.	Ladang	3.828.169,428	382,817
6.	Pemukiman	10.073.903,608	1.007,390
7.	Sawah	18.891.962,347	1.889,196
8.	Tanah Kosong	78.332,680	7,833
9.	Sungai	140.387,681	14,039
TOTAL		48.253.378,860	4825,339

Bangunan

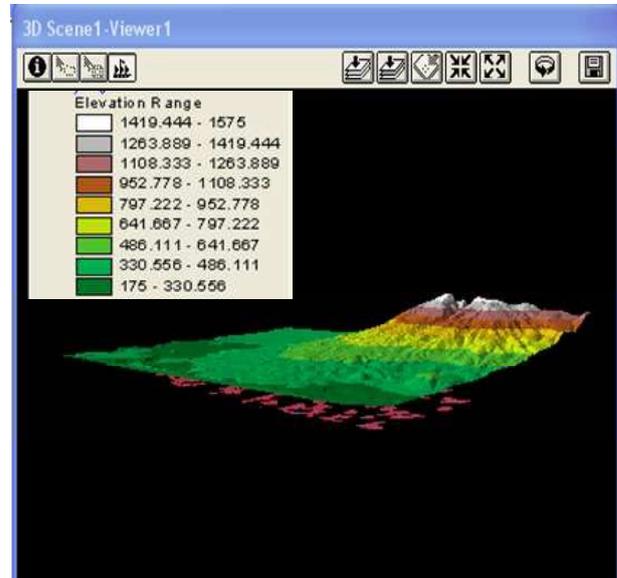
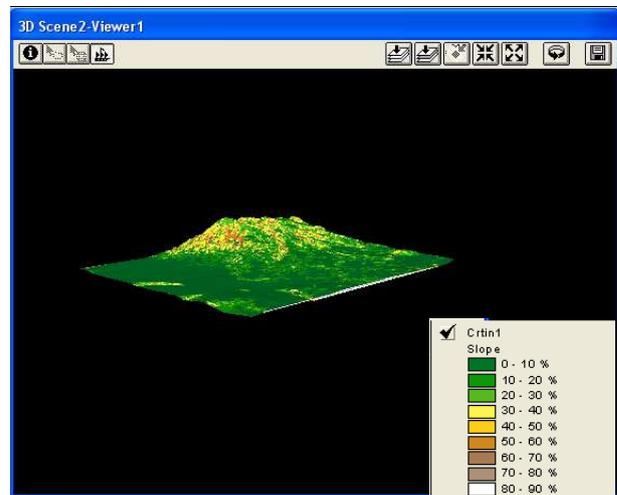
Bangunan merupakan salah satu parameter untuk analisa penentuan jalur SUTET – PLN yang baru. Bangunan sangat diperlukan karena berhubungan dengan daerah kompensasi yang akan diberikan oleh PT. PLN Persero, yaitu 17 meter ke kanan dari as jalur SUTET – PLN dan 17 meter ke kiri dari as jalur SUTET–PLN (sumber:Kepmentamben 75.K/47/MPE/1999). Untuk analisa penentuan jalur SUTET – PLN yang baru bangunan disini dibuat buffer dengan jarak 50 meter.

**Gambar 6: Tampilan Theme Bangunan**

Kemiringan Lahan

Salah satu parameter penentuan jalur SUTET – PLN yang baru adalah daerahnya relatif datar, hal tersebut terkait dengan penentuan jenis tower yang akan digunakan. Data kemiringan lahan ini diperoleh dari data kontur

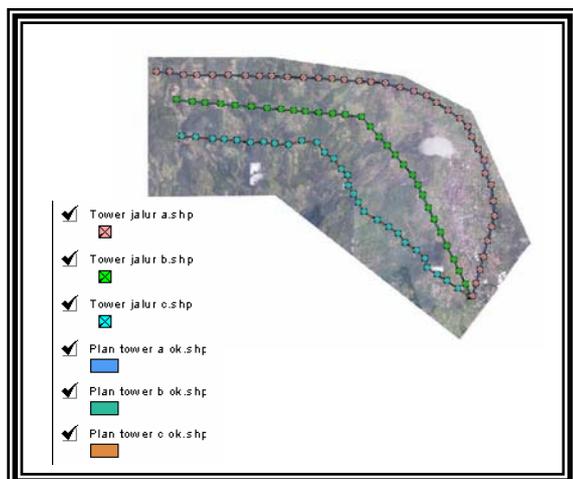
BAKOSURTANAL dengan interval 25 meter. Dari data kontur tersebut, diolah dengan menggunakan *3D Analyst* pada software *ArcVIEW 3.2*.

**Gambar 7 : Tampilan Kemiringan Lahan dalam Elevation Range menggunakan 3D Scene Viewer****Gambar 8: Tampilan Kemiringan Lahan dalam prosentase (Slope) menggunakan 3D Scene**

Jalur SUTET – PLN yang baru

Jalur SUTET – PLN yang baru di buat dengan melihat kriteria dari 3 parameter, yaitu tata guna lahan, kemiringan lahan dan pemukiman. Berdasarkan 3 parameter tersebut, maka

didapatkan 3 alternatif jalur SUTET – PLN yang baru pada gambar berikut :



Gambar 9 : Rencana Alternatif jalur SUTET – PLN yang baru

Analisa Jalur SUTET - PLN dari Parameter Bangunan

Bangunan merupakan salah satu parameter utama yang sangat berperan penting dalam penentuan rencana jalur SUTET – PLN, hal ini dikarenakan adanya konflik pemilik bangunan yang dilewati jalur SUTET – PLN, oleh karena itu rencana jalur yang baru dibuat seminimal mungkin melewati bangunan.

RENCANA Jalur A

Dengan menggunakan *Query Builder* pada software *ArcView GIS 3.2*, maka dapat dihitung jumlah bangunan yang berada di bawah koridor SUTET – PLN (17 meter ke kanan dan 17 meter ke kiri dari as jalur) yaitu sebanyak 385 bangunan.

RENCANA Jalur B

Dengan menggunakan *Query Builder* pada software *ArcView GIS 3.2*, maka dapat dihitung jumlah bangunan yang berada di bawah koridor SUTET – PLN (17 meter ke kanan dan 17 meter ke kiri dari as jalur) yaitu sebanyak 125 bangunan.

RENCANA Jalur C

Dengan menggunakan *Query Builder* pada software *ArcView GIS 3.2*, maka dapat dihitung jumlah bangunan yang berada di bawah koridor SUTET – PLN (17 meter ke kanan dan 17 meter ke kiri dari as jalur) yaitu sebanyak 110 bangunan.

Jadi dapat ditarik kesimpulan bahwa jalur terbaik dari parameter bangunan adalah “RENCANA JALUR C”.

Analisa Jalur SUTET – PLN dari Parameter Tata Guna Lahan

Dari tabel pada lampiran 1 maka Rencana Jalur A dapat ditarik kesimpulan bahwa tower yang berdiri di atas tata guna lahan belukar adalah sebanyak 14 tower, sawah sebanyak 12 tower, ladang sebanyak 9 tower, dan tanah kosong sebanyak 1 tower.

Dari tabel pada lampiran 2 maka Rencana Jalur B dapat ditarik kesimpulan bahwa tower yang berdiri di atas tata guna lahan belukar adalah sebanyak 7 tower, sawah sebanyak 22 tower.

Dari tabel pada lampiran 3 maka Rencana Jalur C dapat ditarik kesimpulan bahwa tower yang berdiri di atas tata guna lahan belukar adalah sebanyak 13 tower, sawah sebanyak 13 tower, dan ladang sebanyak 3 tower.

Jadi dapat ditarik kesimpulan bahwa jalur terbaik dari parameter tata guna lahan adalah “RENCANA JALUR C”.

Analisa Jalur SUTET – PLN dari Parameter Sudut

Dari tabel pada lampiran 1 maka Rencana Jalur A diperoleh rata – rata sudut antar jalur SUTET – PLN adalah sebesar 174.37^0 .

Dari tabel pada lampiran 2 maka Rencana Jalur B diperoleh rata – rata sudut antar jalur SUTET – PLN adalah sebesar 177.36° .

Dari tabel pada lampiran 3 maka Rencana Jalur A diperoleh rata – rata sudut antar jalur SUTET – PLN adalah sebesar 165.43° .

Jadi dapat ditarik kesimpulan bahwa jalur terbaik dari parameter sudut adalah “RENCANA JALUR B”.

Analisa Jalur SUTET – PLN dari Parameter Kemiringan Lahan.

Dari tabel pada lampiran 1 diperoleh rata – rata prosentase kemiringan lahan untuk rencana jalur A adalah sebesar 6.51 %.

Dari tabel pada lampiran 2 diperoleh rata – rata prosentase kemiringan lahan untuk rencana jalur B adalah sebesar 5.81 %.

Dari tabel pada lampiran 3 diperoleh rata – rata prosentase kemiringan lahan untuk rencana jalur C adalah sebesar 6.25 %.

Jadi dapat ditarik kesimpulan bahwa jalur terbaik dari parameter kemiringan lahan adalah “RENCANA JALUR B”.

Analisa Estimasi Biaya (Estimate Cost) Rencana Jalur SUTET – PLN

Perhitungan estimasi biaya untuk parameter kemiringan lahan, parameter sudut, dan parameter tata guna lahan dibagi menjadi 3, yaitu *low cost*, *medium cost*, dan *very high cost* yang dinyatakan dengan menggunakan bobot angka 1 hingga 9 yaitu dengan kriteria sebagai berikut :

- **Untuk Parameter Kemiringan Lahan**
 - kemiringan lahan antara 0% hingga 10% akan diberi bobot 7 yaitu menunjukkan estimasi biaya rendah (*low cost*).
 - kemiringan lahan antara 10.1% hingga 20 %, akan diberi bobot 8 yaitu

menunjukkan estimasi biaya tinggi (*medium cost*).

- kemiringan lahan lebih dari 20 %, akan diberi bobot 9 yaitu menunjukkan estimasi biaya sangat tinggi (*high cost*).
- **Untuk Parameter Sudut**
 - Sudut antara 175° hingga 180° akan diberi bobot 4 yaitu menunjukkan estimasi biaya rendah (*low cost*).
 - kemiringan lahan antara 170° hingga 174° , akan diberi bobot 5 yaitu menunjukkan estimasi biaya tinggi (*medium cost*).
 - kemiringan lahan kurang dari 170° , akan diberi bobot 6 yaitu menunjukkan estimasi biaya sangat tinggi (*high cost*).
- **Untuk Parameter Tata Guna Lahan**
 - Tata guna lahan belukar akan diberi bobot 1 yaitu menunjukkan estimasi biaya rendah (*low cost*). Pada belukar ini diberi bobot paling karena belukar merupakan lahan yang non produktif sehingga biaya yang dikeluarkan hanya pada pembelian lahannya saja.
 - Tata guna lahan ladang dan kebun akan diberi bobot 2 yaitu menunjukkan estimasi biaya tinggi (*medium cost*), karena ladang dan kebun merupakan lahan produktif.
 - Tata guna lahan sawah, akan diberi bobot 3 yaitu menunjukkan estimasi biaya sangat tinggi (*high cost*), karena selain sawah merupakan lahan yang produktif, pada pembangunan tower lahan sawah juga harus ditimbun untuk kestabilan tanahnya.

Sedangkan estimasi biaya untuk parameter pemukiman dinyatakan dalam jumlah bangunan yang terdapat di bawah koridor jalur SUTET – PLN (17 meter ke kiri dan 17 meter ke kanan dari as jalur SUTET – PLN).

Dari penjumlahan bobot estimasi biaya untuk parameter kemiringan lahan, parameter sudut, dan parameter tata guna lahan, dapat diketahui bahwa semakin besar jumlah bobot maka

semakin besar pula biaya yang harus dikeluarkan.

Dari estimasi biaya untuk parameter pemukiman, maka dapat diketahui bahwa semakin banyak pemukiman, kompensasi yang diberikan semakin banyak, maka semakin besar pula biaya yang harus dikeluarkan.

Jadi analisa estimasi biaya ini dapat diambil dari total bobot yang diberikan untuk parameter kemiringan lahan, parameter sudut, dan parameter tata guna lahan ditambah dengan jumlah pemukiman yang mendapat kompensasi. Semakin besar nilai penjumlahan tersebut, maka semakin besar pula biaya yang harus dikeluarkan.

ANALISA ESTIMASI BIAYA RENCANA JALUR A

Dari tabel pada lampiran 4 dapat diketahui bahwa total bobot estimasi biaya pada parameter kemiringan lahan adalah sebesar 271, total bobot estimasi biaya pada parameter sudut adalah 161, total bobot estimasi biaya pada parameter tata guna lahan adalah 67, jadi total bobot estimasi keseluruhan dari parameter kemiringan lahan, parameter sudut, dan parameter tata guna lahan adalah sebesar 499.

Analisa estimasi biaya ini dapat diambil dari total bobot yang diberikan untuk parameter kemiringan lahan, parameter sudut, dan parameter tata guna lahan sebesar 499 ditambah dengan jumlah pemukiman yang mendapat kompensasi sebanyak 385 jadi total bobot estimasi biaya keseluruhan adalah sebesar 884.

ANALISA ESTIMASI BIAYA RENCANA JALUR B

Dari tabel pada lampiran 5 dapat diketahui bahwa total bobot estimasi biaya pada parameter kemiringan lahan adalah sebesar 218, total bobot estimasi biaya pada parameter

sudut adalah 116, total bobot estimasi biaya pada parameter tata guna lahan adalah 73, jadi total bobot estimasi keseluruhan dari parameter kemiringan lahan, parameter sudut, dan parameter tata guna lahan adalah sebesar 407.

Analisa estimasi biaya ini dapat diambil dari total bobot yang diberikan untuk parameter kemiringan lahan, parameter sudut, dan parameter tata guna lahan sebesar 407 ditambah dengan jumlah pemukiman yang mendapat kompensasi sebanyak 125 jadi total bobot estimasi biaya keseluruhan adalah sebesar 532.

ANALISA ESTIMASI BIAYA RENCANA JALUR C

Dari tabel pada lampiran 6 dapat diketahui bahwa total bobot estimasi biaya pada parameter kemiringan lahan adalah sebesar 220, total bobot estimasi biaya pada parameter sudut adalah 146, total bobot estimasi biaya pada parameter tata guna lahan adalah 58, jadi total bobot estimasi keseluruhan dari parameter kemiringan lahan, parameter sudut, dan parameter tata guna lahan adalah sebesar 424.

Analisa estimasi biaya ini dapat diambil dari total bobot yang diberikan untuk parameter kemiringan lahan, parameter sudut, dan parameter tata guna lahan sebesar 424 ditambah dengan jumlah pemukiman yang mendapat kompensasi sebanyak 110 jadi total bobot estimasi biaya keseluruhan adalah sebesar 534.

Dari analisa diatas, maka dapat disimpulkan bahwa ketiga rencana jalur yang telah dibuat, jalur yang mempunyai bobot estimasi biaya terbesar adalah pada "RENCANA JALUR A", dan jalur yang mempunyai bobot estimasi biaya terkecil adalah pada "RENCANA JALUR B". Jadi estimasi biaya tertinggi (*high cost*) adalah pada "RENCANA JALUR

A”, sedangkan estimasi biaya terendah (*low cost*) adalah pada “RENCANA JALUR B”.

KESIMPULAN

1. Luas tata guna lahan daerah Ungaran – Kabupaten Semarang yaitu jalan sebesar 85,300 hektar, belukar sebesar 1.421,198 hektar, Gardu Induk PLN sebesar 8,826 Kebun sebesar 8,737 Ladang sebesar 382,817 Pemukiman sebesar 1.007,390 Sawah sebesar 1.889,196 Tanah Kosong sebesar 7,833 Sungai sebesar 14,039.
2. Total luas daerah Ungaran –Kabupaten Semarang yaitu sebesar 4.825,339.
3. Dari ketiga rencana jalur yang telah dibuat, jalur yang mempunyai bobot estimasi biaya terbesar adalah pada “RENCANA JALUR A”, dan jalur yang mempunyai bobot estimasi biaya terkecil adalah pada “RENCANA JALUR B”. Jadi estimasi biaya tertinggi (*high cost*) adalah pada “RENCANA JALUR A”, sedangkan estimasi biaya terendah (*low cost*) adalah pada “RENCANA JALUR B”.
4. Rencana Jalur SUTET – PLN terbaik adalah pada “RENCANA JALUR B”.

SARAN

1. Sebaiknya dilakukan proses stereoploting foto udara agar dihasilkan foto udara dengan kenampakan model stereo 3D, sehingga titik tinggi dapat tergambarkan dengan jelas.
2. Untuk mendapatkan hasil klasifikasi tutupan lahan yang tepat lebih baik dilakukan pengecekan langsung di lapangan.
3. Sebaiknya menggunakan data Nilai jual Objek Pajak (NJOP) untuk menganalisa biaya.

DAFTAR PUSTAKA

Aniati Murni, Dr, GIS : Hardware & Software, Fakultas Ilmu Komputer Universitas Indonesia.

Aniati Murni, Dr, GIS : Sejarah & Perkembangan, Fakultas Ilmu Komputer Universitas Indonesia.

Anonim. Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi<URL:http://www.elektroindonesia.com/elektro/ener32a.html>. Dikunjungi pada tanggal 8 Februari 2007, jam 23.30.

Bobby, Santoso. 2001. Pengantar Fotogrametri. Bnadung : Departemen Teknik Geodesi.

Budiman, S. 2000. Praktikum umum : Pendidikan dan Pelatihan Penginderaan Jauh. Pekayon : LAPAN.

Burrough P A. 1985. Principle of Geographical Information Systems for Land Resources Utrecht : Calrendon Press. Oxford.

Chang, Kang -Tsung. Introdcution To Geographic Information Systems. New York: McGraw-Hill, 2002.

Charter, D & Agtrisari, I, 2003. Desain dan Apilkasi GIS (Geographical Information System). PT. Elex Media Komputindo, Jakarta

Denny charter, Irma Agtrisari, Desain dan Aplikasi GIS, Elexmedia Komputindo, Bandung : 2002.

Environmental Systems Research Institute (ESRI), Inc. ESRI.Com. 2006. <URL:http://www.esri.com>. Dikunjungi pada tanggal 12 Maret 2007, jam 20.15.

Gumelar, Dhani. 2007. Data Spasial <URL:http://www.ilmu komputer.com/SIG.html>. Dikunjungi pada tanggal 14 Februari 2007, jam 22.00.

Haryanto, Teguh. 2005. Hand Out Photogrametri I. Surabaya : Program Studi teknik Geodesi ITS.

- Husein, Rahmad. 2006. Konsep Dasar Sistem Informasi Geografis (Geographic Information System) \<URL:http://www.ilmukomputer.com/Sistem Informasi Geografis.html>. Dikunjungi pada tanggal 14 Februari 2007, jam 22.00.
- Jensen, J. R. 1986. Introductory Digital Image Processing – A Remote Sensing Perspective. New Jersey : Englewood Cliffs.
- Meita, Nur. 2006. Pengantar GIS (Geographical Information System), \<URL:http://www.ilmukomputer.com/SIG.html>. Dikunjungi pada tanggal 14 Februari 2007, jam 22.00.
- Paul R. Wolf.1993. Elemen Fotogrametri Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.
- Prahasta, Eddy, 2001. Konsep-Konsep Dasar Sistem Informasi Geografis. Bandung : CV. Informatika.
- Prahasta, Eddy, 2002. Sistem Informasi Geografis (Tutorial ArcView), CV. Informatika, Bandung.
- Puntodewo, A, Dewi, S, dan Tarigan, J. 2003. Sistem Informasi Geografis untuk Pengelolaan Sumber Daya Alam. Bogor : CIFOR.
- Purwadhi, F, S.H. 2001. Interpretasi Citra Digital. Jakarta : PT Gramedia Widia Sarana Indonesia.
- Rajabidfar, Abbas, and I.P. Williamson. Spatial Data Infrastructures : Concept, SDI Hierarchy and Future Directions. Melbourne, Victoria: Spatial Data Research Group, Department of Geomatics, The University of Melbourne, 2000a.
- Suharsana. 1997. Fotogrametri Stereo. Yogyakarta : Jurusan Teknik Geodesi Universitas Gajah Mada.
- Wulan. Methodology for Selection of Framework Data : Case Study for NSDI in China. Enschede: Thesis Degree of Master of Science in GeoInformation Management, International Institute fo GeoInformation and Earth Observation (ITC), 2002.

RENCANA TOWER A

NO	NAMA TOWER	KOORDINAT TOWER			KEMIRINGAN LAHAN (%)	SUDUT TOWER (°)	LAND USE
		X	Y	Z			
1	A. 01	434,684.25	9,208,731.12	385.557	2.580	-	gardu induk
2	A. 02	434,776.14	9,209,090.17	377.774	2.336	180	sawah
3	A. 03	434,878.24	9,209,489.22	369.080	2.146	180	belukar
4	A. 04	434,973.53	9,209,862.73	357.451	2.036	180	belukar
5	A. 05	435,090.95	9,210,316.23	350.000	-	180	sawah
6	A. 06	435,193.90	9,210,715.28	348.632	2.237	179	sawah
7	A. 07	435,274.73	9,211,036.89	346.102	3.431	161	sawah
8	A. 08	435,240.70	9,211,442.74	344.332	20.647	179	sawah
9	A. 09	435,188.79	9,211,903.90	325.000	-	158	ladang
10	A. 10	435,019.48	9,212,230.62	315.698	2.685	155	ladang
11	A. 11	435,003.31	9,212,610.10	310.590	2.685	156	ladang
12	A. 12	434,844.20	9,212,924.06	300.000	-	180	ladang
13	A. 13	434,668.08	9,213,277.16	302.536	10.981	174	belukar
14	A. 14	434,556.62	9,213,583.46	311.163	9.713	158	ladang
15	A. 15	434,343.91	9,213,816.59	300.000	-	168	sawah
16	A. 16	434,034.20	9,214,047.17	300.000	-	179	sawah
17	A. 17	433,714.29	9,214,274.34	315.894	25.155	180	sawah
18	A. 18	433,443.72	9,214,470.04	318.069	39.081	163	belukar
19	A. 19	433,101.68	9,214,590.85	350.000	-	178	ladang
20	A. 20	432,731.57	9,214,703.17	336.088	22.468	179	belukar
21	A. 21	432,345.29	9,214,829.94	325.000	-	167	belukar
22	A. 22	431,941.99	9,214,866.53	325.000	-	180	belukar
23	A. 23	431,626.33	9,214,894.60	338.063	10.978	180	belukar
24	A. 24	431,228.13	9,214,926.94	375.000	-	180	belukar
25	A. 25	430,896.30	9,214,954.16	375.906	5.851	178	belukar
26	A. 26	430,533.00	9,214,973.73	371.509	10.085	180	belukar
27	A. 27	430,134.06	9,214,991.45	375.000	-	179	sawah
28	A. 28	429,701.40	9,215,006.90	351.949	6.946	180	belukar
29	A. 29	429,268.30	9,215,026.33	374.340	10.862	179	tanah kosong
30	A. 30	428,951.76	9,215,036.48	373.325	13.991	180	belukar
31	A. 31	428574.73	9215050.17	350	0	179	belukar
32	A. 32	428101.45	9215060.32	345.187	8.245	179	belukar
33	A. 33	427671.01	9215066.5	325	0	179	ladang
34	A. 34	427257.33	9215065.62	300	0	180	sawah
35	A. 35	426897.96	9215068.71	302.836	6.265	168	sawah
36	A. 36	426521.38	9215151.71	319.953	13.509	168	belukar
37	A. 37	426159.36	9215154.36	311.833	6.091	-	sawah

RENCANA TOWER B

NO	NAMA TOWER	KOORDINAT TOWER			KEMIRINGAN LAHAN (%)	SUDUT TOWER (°)	LAND USE
		X	Y	Z			
1	B. 01	434,656.67	9,208,723.38	384.605	2.332	-	gardu induk
2	B. 02	434,501.44	9,209,070.55	375.000	-	179	sawah
3	B. 03	434,328.38	9,209,451.29	359.957	2.188	180	sawah
4	B. 04	434,180.49	9,209,780.63	350.000	-	179	sawah
5	B. 05	434,002.18	9,210,168.71	350.000	-	180	sawah
6	B. 06	433,816.53	9,210,532.03	343.760	2.682	180	sawah
7	B. 07	433,646.62	9,210,937.52	330.806	2.760	180	sawah
8	B. 08	433,493.48	9,211,272.11	325.000	-	179	sawah
9	B. 09	433,338.25	9,211,618.23	325.000	-	180	sawah
10	B. 10	433,215.54	9,211,898.28	365.636	18.749	179	belukar
11	B. 11	433,074.99	9,212,184.62	389.796	5.345	167	sawah
12	B. 12	432,825.36	9,212,488.79	400.000	-	179	sawah
13	B. 13	432,597.76	9,212,768.83	390.459	11.312	180	sawah
14	B. 14	432,395.89	9,213,032.10	391.150	10.716	179	belukar
15	B. 15	432,165.63	9,213,288.02	386.426	5.926	179	belukar
16	B. 16	431,930.68	9,213,580.65	375.000	-	180	sawah
17	B. 17	431,696.78	9,213,864.89	375.000	-	136	sawah
18	B. 18	431,259.41	9,213,916.29	400.000	-	179	sawah
19	B. 19	430,911.19	9,213,947.75	405.321	14.684	180	belukar
20	B. 20	430,544.09	9,213,980.27	444.629	9.211	179	belukar
21	B. 21	430,186.42	9,214,019.08	422.586	12.168	179	sawah
22	B. 22	429,867.57	9,214,049.49	442.912	4.709	180	sawah
23	B. 23	429,523.54	9,214,082.01	432.040	7.206	179	sawah
24	B. 24	429,152.25	9,214,114.52	411.601	29.021	179	belukar
25	B. 25	428,727.46	9,214,158.58	400.000	-	179	belukar
26	B. 26	428,290.08	9,214,195.29	350.944	14.667	179	sawah
27	B. 27	427,895.71	9,214,237.24	339.576	5.660	179	sawah
28	B. 28	427,470.92	9,214,272.90	326.854	6.642	180	sawah
29	B. 29	427,128.99	9,214,306.47	325.000	-	178	sawah
30	B. 30	426,711.55	9,214,353.66	332.061	8.401	-	sawah

RENCANA TOWER C

NO	NAMA TOWER	KOORDINAT TOWER			KEMIRINGAN LAHAN (%)	SUDUT TOWER (°)	LAND USE
		X	Y	Z			
1	C. 01	434,624.16	9,208,718.13	383.921	2.382	-	gardu induk
2	C. 02	434,293.77	9,208,949.93	375.000	-	179	sawah
3	C. 03	434,000.08	9,209,161.80	371.692	2.891	180	sawah
4	C. 04	433,723.18	9,209,356.89	375.000	-	180	sawah
5	C. 05	433,464.12	9,209,542.54	375.000	-	138	ladang
6	C. 06	433,407.48	9,209,810.00	375.000	-	149	ladang
7	C. 07	433,183.02	9,210,049.14	378.627	6.195	167	belukar
8	C. 08	432,874.66	9,210,258.91	398.161	7.265	158	belukar
9	C. 09	432,690.06	9,210,535.81	395.097	8.320	160	belukar
10	C. 10	432,428.89	9,210,722.51	436.990	12.304	176	belukar
11	C. 11	432,115.28	9,210,925.99	483.725	14.286	180	belukar
12	C. 12	431,754.47	9,211,156.73	521.044	6.120	152	sawah
13	C. 13	431,602.39	9,211,428.39	500.000	-	180	belukar
14	C. 14	431,474.43	9,211,660.19	472.436	10.412	179	sawah
15	C. 15	431,342.27	9,211,888.84	507.967	9.902	154	sawah
16	C. 16	431,324.44	9,212,191.96	500.000	-	138	sawah
17	C. 17	431,144.03	9,212,365.02	500.000	-	169	ladang
18	C. 18	430,940.55	9,212,657.66	500.000	-	163	belukar
19	C. 19	430,694.07	9,212,847.50	519.829	7.938	164	sawah
20	C. 20	430,495.84	9,213,118.11	500.000	-	134	sawah
21	C. 21	430,088.88	9,213,178.94	505.182	6.156	154	sawah
22	C. 22	429,720.73	9,213,064.61	517.547	13.982	159	belukar
23	C. 23	429,348.38	9,213,086.64	499.421	10.916	173	belukar
24	C. 24	429,045.26	9,213,146.42	482.208	9.103	165	belukar
25	C. 25	428,685.50	9,213,122.30	436.989	20.876	167	belukar
26	C. 26	428,338.33	9,213,182.09	423.018	15.612	175	sawah
27	C. 27	427,933.25	9,213,213.55	423.219	22.743	180	belukar
28	C. 28	427,671.25	9,213,240.82	425.000	-	180	belukar
29	C. 29	427,226.54	9,213,275.43	375.000	-	179	sawah
30	C. 30	426,842.65	9,213,314.24	375.000	-	-	sawah

ESTIMASI BIAYA RENCANA TOWER A

NAMA TOWER	KOORDINAT TOWER			KEMIRINGAN LAHAN (%)	ESTIMASI BIAYA	SUDUT (°)	ESTIMASI BIAYA	TATA GUNA LAHAN	ESTIMASI BIAYA	PEMUKIMAN
	X	Y	Z							
A. 01	434684.250	9208731.120	385.557	2.580	7	-	-	gardu induk	-	385 BANGUNAN
A. 02	434776.140	9209090.170	377.774	2.336	7	180	4	sawah	3	
A. 03	434878.240	9209489.220	369.080	2.146	7	180	4	belukar	1	
A. 04	434973.530	9209862.730	357.451	2.036	7	180	4	belukar	1	
A. 05	435090.950	9210316.230	350.000	0.000	7	180	4	sawah	3	
A. 06	435193.900	9210715.280	348.632	2.237	7	179	4	sawah	3	
A. 07	435274.730	9211036.890	346.102	3.431	7	161	6	sawah	3	
A. 08	435240.700	9211442.740	344.332	20.647	8	179	4	sawah	3	
A. 09	435188.790	9211903.900	325.000	0.000	7	158	6	ladang	2	
A. 10	435019.480	9212230.620	315.698	2.685	7	155	6	ladang	2	
A. 11	435003.310	9212610.100	310.590	2.685	7	156	6	ladang	2	
A. 12	434844.200	9212924.060	300.000	0.000	7	180	4	ladang	2	
A. 13	434668.080	9213277.160	302.536	10.981	8	174	5	belukar	1	
A. 14	434566.620	9213583.460	311.163	9.713	7	158	6	ladang	2	
A. 15	434343.910	9213816.590	300.000	0.000	7	168	6	sawah	3	
A. 16	434034.200	9214047.170	300.000	0.000	7	179	4	sawah	3	
A. 17	433714.290	9214274.340	315.894	25.155	9	180	4	sawah	3	
A. 18	433443.720	9214470.040	318.069	39.081	9	163	6	belukar	1	
A. 19	433101.680	9214590.850	350.000	0.000	7	178	4	ladang	2	
A. 20	432731.570	9214703.170	336.088	22.468	8	179	4	belukar	1	
A. 21	432345.290	9214829.940	325.000	0.000	7	167	6	belukar	1	
A. 22	431941.990	9214866.530	325.000	0.000	7	180	4	belukar	1	
A. 23	431626.330	9214894.600	338.063	10.978	8	180	4	belukar	1	
A. 24	431228.130	9214926.940	375.000	0.000	7	180	4	belukar	1	
A. 25	430896.300	9214954.160	375.906	5.851	7	178	4	belukar	1	
A. 26	430533.000	9214973.730	371.509	10.085	8	180	4	belukar	1	
A. 27	430134.060	9214991.450	375.000	0.000	7	179	4	sawah	3	
A. 28	429701.400	9215006.900	351.949	6.946	7	180	4	belukar	1	
A. 29	429268.300	9215026.330	374.340	10.862	8	179	4	tanah kosong	1	
A. 30	428951.760	9215036.480	373.325	13.991	8	180	4	belukar	1	
A. 31	428574.730	9215050.170	350.000	0.000	7	179	4	belukar	1	
A. 32	428101.450	9215060.320	345.187	8.245	7	179	4	belukar	1	
A. 33	427671.010	9215066.500	325.000	0.000	7	179	4	ladang	2	
A. 34	427257.330	9215065.620	300.000	0.000	7	180	4	sawah	3	
A. 35	426897.960	9215068.710	302.836	6.265	7	168	6	sawah	3	
A. 36	426521.380	9215151.710	319.953	13.509	8	168	6	belukar	1	
A. 37	426159.360	9215154.360	311.833	6.091	7	-	-	sawah	3	
TOTAL										385
					271		161		67	

ESTIMASI BIAYA RENCANA TOWER B

NAMA TOWER	KOORDINAT TOWER			KEMIRINGAN LAHAN (%)	ESTIMASI BIAYA	SUDUT (°)	ESTIMASI BIAYA	TATA GUNA LAHAN	ESTIMASI BIAYA	PEMUKIMAN	
	X	Y	Z								
B. 01	434,656.670	9,208,723.360	384.605	2.332	7	-		gardu induk	-	125 BANGUNAN	
B. 02	434,501.440	9,209,070.550	375.000	0.000	7	179	4	sawah	3		
B. 03	434,328.380	9,209,451.290	359.957	2.188	7	180	4	sawah	3		
B. 04	434,180.490	9,209,780.630	350.000	0.000	7	179	4	sawah	3		
B. 05	434,002.180	9,210,168.710	350.000	0.000	7	180	4	sawah	3		
B. 06	433,816.530	9,210,532.030	343.760	2.682	7	180	4	sawah	3		
B. 07	433,646.620	9,210,937.520	330.806	2.760	7	180	4	sawah	3		
B. 08	433,493.480	9,211,272.110	325.000	0.000	7	179	4	sawah	3		
B. 09	433,338.250	9,211,618.230	325.000	0.000	7	180	4	sawah	3		
B. 10	433,215.540	9,211,898.280	365.636	18.749	8	179	4	belukar	1		
B. 11	433,074.990	9,212,184.620	389.796	5.345	7	167	6	sawah	3		
B. 12	432,825.360	9,212,488.790	400.000	0.000	7	179	4	sawah	3		
B. 13	432,697.760	9,212,768.830	390.459	11.312	8	180	4	sawah	3		
B. 14	432,395.890	9,213,032.100	391.150	10.716	8	179	4	belukar	1		
B. 15	432,165.630	9,213,288.020	386.426	5.926	7	179	4	belukar	1		
B. 16	431,930.680	9,213,580.650	375.000	0.000	7	180	4	sawah	3		
B. 17	431,696.780	9,213,864.890	375.000	0.000	7	136	6	sawah	3		
B. 18	431,259.410	9,213,916.290	400.000	0.000	7	179	4	sawah	3		
B. 19	430,911.190	9,213,947.750	405.321	14.684	8	180	4	belukar	1		
B. 20	430,544.090	9,213,980.270	444.629	9.211	7	179	4	belukar	1		
B. 21	430,186.420	9,214,019.080	422.586	12.168	8	179	4	sawah	3		
B. 22	429,867.570	9,214,049.490	442.912	4.709	7	180	4	sawah	3		
B. 23	429,523.540	9,214,082.010	432.040	7.206	7	179	4	sawah	3		
B. 24	429,152.250	9,214,114.520	411.601	29.021	9	179	4	belukar	1		
B. 25	428,727.460	9,214,158.580	400.000	0.000	7	179	4	belukar	1		
B. 26	428,290.080	9,214,195.290	350.944	14.667	8	179	4	sawah	3		
B. 27	427,895.710	9,214,237.240	339.576	5.660	7	179	4	sawah	3		
B. 28	427,470.920	9,214,272.900	326.854	6.642	7	180	4	sawah	3		
B. 29	427,128.990	9,214,306.470	325.000	0.000	7	178	4	sawah	3		
B. 30	426,711.550	9,214,353.660	332.061	8.401	7	-		sawah	3		
TOTAL							218		116	73	125

ESTIMASI BIAYA RENCANA TOWER C

NAMA TOWER	KOORDINAT TOWER			KEMIRINGAN LAHAN (%)	ESTIMASI BIAYA	SUDUT (°)	ESTIMASI BIAYA	TATA GUNA LAHAN	ESTIMASI BIAYA	PEMUKIMAN	
	X	Y	Z								
C. 01	434,624.160	9,208,718.130	383.921	2.382	7	-		gardu induk	-	110 BANGUNAN	
C. 02	434,293.770	9,208,949.930	375.000	0.000	7	179	4	sawah	3		
C. 03	434,000.080	9,209,161.800	371.692	2.891	7	180	4	sawah	3		
C. 04	433,723.180	9,209,356.890	375.000	0.000	7	180	4	sawah	3		
C. 05	433,464.120	9,209,542.540	375.000	0.000	7	138	6	ladang	2		
C. 06	433,407.480	9,209,810.000	375.000	0.000	7	149	6	ladang	2		
C. 07	433,183.020	9,210,049.140	378.627	6.195	7	167	6	belukar	1		
C. 08	432,874.660	9,210,258.910	398.161	7.265	7	158	6	belukar	1		
C. 09	432,690.060	9,210,535.810	395.097	8.320	7	160	6	belukar	1		
C. 10	432,428.890	9,210,722.510	436.990	12.304	8	176	4	belukar	1		
C. 11	432,115.280	9,210,925.990	483.725	14.286	8	180	4	belukar	1		
C. 12	431,754.470	9,211,156.730	521.044	6.120	7	152	6	sawah	3		
C. 13	431,602.390	9,211,428.390	500.000	0.000	7	180	4	belukar	1		
C. 14	431,474.430	9,211,660.190	472.436	10.412	8	179	4	sawah	3		
C. 15	431,342.270	9,211,888.840	507.967	9.902	7	154	6	sawah	3		
C. 16	431,324.440	9,212,191.960	500.000	0.000	7	138	6	sawah	3		
C. 17	431,144.030	9,212,365.020	500.000	0.000	7	169	6	ladang	2		
C. 18	430,940.550	9,212,657.660	500.000	0.000	7	163	6	belukar	1		
C. 19	430,694.070	9,212,847.500	519.829	7.938	7	164	6	sawah	3		
C. 20	430,495.840	9,213,118.110	500.000	0.000	7	134	6	sawah	3		
C. 21	430,088.880	9,213,178.940	505.182	6.156	7	154	6	sawah	3		
C. 22	429,720.730	9,213,064.610	517.547	13.982	8	159	6	belukar	1		
C. 23	429,348.380	9,213,086.640	499.421	10.916	8	173	5	belukar	1		
C. 24	429,045.260	9,213,146.420	482.208	9.103	8	165	6	belukar	1		
C. 25	428,685.500	9,213,122.300	436.989	20.876	9	167	6	belukar	1		
C. 26	428,338.330	9,213,182.090	423.018	15.612	7	175	5	sawah	3		
C. 27	427,933.250	9,213,213.550	423.219	22.743	9	180	4	belukar	1		
C. 28	427,671.250	9,213,240.820	425.000	0.000	7	180	4	belukar	1		
C. 29	427,226.540	9,213,275.430	375.000	0.000	7	179	4	sawah	3		
C. 30	426,842.650	9,213,314.240	375.000	0.000	7	-		sawah	3		
TOTAL							220		146	58	110