



TUGAS AKHIR - TE 141599

**SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PERENCANAAN
PENEMPATAN LOKASI POTENSIAL MENARA BARU
BERSAMA TELEKOMUNIKASI SELULER DI DAERAH
SIDOARJO MENGGUNAKAN METODE *SIMPLE
ADDITIVE WEIGHTING (SAW)***

Lucyana Angel Christine
NRP 2212106061

Dosen Pembimbing
Dr. Ir. Achmad Mauludiyanto, MT.

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2015



FINAL PROJECT- TE 141599

***DECISION SUPPORT SYSTEM FOR PLANNING
LOCATION POTENTIAL CELLULAR
TELECOMMUNICATION NEW TOWER PLACEMENT IN
SIDOARJO USING SIMPLE ADDITIVE WEIGHTING
(SAW)***

Lucyana Angel Christine
NRP 2212106061

Supervisor
Dr. Ir. Achmad Mauludiyanto, MT.

DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING
Faculty of Industrial Technology
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2015

**SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PERENCANAAN
PENEMPATAN LOKASI POTENSIAL MENARA BARU
BERSAMA TELEKOMUNIKASI SELULER DI DAERAH
SIDOARJO MENGGUNAKAN METODE *SIMPLE ADDITIVE
WEIGHTING (SAW)***

TUGAS AKHIR

**Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik
Pada**

**Bidang Studi Telekomunikasi Multimedia
Jurusan Teknik Elektro
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

Menyetujui :

Dosen Pembimbing

**Dr. Ir. Achmad Mauludiyanto, MT
NIP. 19610903/198903/1001**

**SURABAYA
JANUARI, 2015**

**SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PERENCANAAN
PENEMPATAN LOKASI POTENSIAL MENARA BARU
BERSAMA TELEKOMUNIKASI SELULER DI DAERAH
SIDOARJO MENGGUNAKAN METODE *SIMPLE
ADDITIVE WEIGHTING* (SAW)**

Nama : Lucyana Angel Christine
Pembimbing : Dr.Ir.Achmad Mauludiyanto,MT.

ABSTRAK

Perkembangan teknologi mengalami peningkatan yang pesat khususnya telekomunikasi misalnya pada teknologi GSM. Semakin berkembangnya teknologi maka semakin banyak juga pengguna sehingga operator akan menambah antena dan kemudian menambah menara untuk menyokong penambahan antena. Banyaknya menara telekomunikasi akan menimbulkan efek yang tidak baik. Oleh karena itu dikeluarkan Peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika Nomor: 02/PER/M.KOMINFO/03/2008 tentang Pedoman Pembangunan dan Penggunaan Menara Telekomunikasi Bersama dimana dengan satu menara telekomunikasi harus diisi lebih dari satu operator. Melalui implementasi metode *Simple Additive Weighting* dapat ditentukan prioritas lokasi potensial untuk membangun menara baru berbasis website yang dapat melihat lokasi penempatan BTS eksisting ataupun menara baru dengan google Maps ataupun *image* yang telah diolah dari *Mapinfo*. Hasil yang didapatkan untuk tahun 2014 di Kabupaten Sidoarjo terdapat 469 BTS eksisting yang ditopang oleh 389 menara eksisting. Total jumlah kebutuhan untuk tahun 2019 adalah 774 BTS dan 496 menara. Dengan demikian perlu dilakukan penambahan 305 BTS dan 105 menara bersama yang tersebar di Kabupaten Sidoarjo.

Kata Kunci : GSM, BTS, *Simple Additive Weighting*, Google Maps, *Mapinfo*, Menara Telekomunikasi Bersama.

[Halaman Ini Sengaja Dikosongan]

**DECISION SUPPORT SYSTEM FOR PLANNING
LOCATION POTENTIAL CELLULAR
TELECOMMUNICATION NEW TOWER PLACEMENT
IN SIDOARJO USING SIMPLE ADDITIVE WEIGHTING
(SAW) METHOD**

Name : Lucyana Angel Christine
Lecture : Dr.Ir.Achmad Mauludiyanto,MT.

ABSTRACT

Technological development has increased rapidly, especially telecommunications for example on GSM technology. The continued development of technology, more and more users so that the operator will also add to the antenna and then add the tower to support the addition of the antenna. The number of telecommunications towers would cause undesirable effects. Therefore issued Regulation of the Minister of Communication and Information Technology Number 02 / PER / M.KOMINFO / 03/2008 on Guidelines for the Development and Use of Telecommunication Towers Along with a telecommunications tower which required more than one operator. Through the implementation of the Simple Additive Weighting method can be determined priority potential sites to build a new tower-based website that can see the location of the existing placement of base stations or new tower with Google Maps or image that has been processed from Mapinfo. The results obtained for 2014 in Sidoarjo, there are 469 existing base stations are supported by the 389 existing tower. Total number of needs for 2019 is 774 496 base stations and towers. Thus necessary to add more base stations 305 and 105 towers together scattered in Sidoarjo.

Keywords: *GSM, BTS, Simple Additive Weighting, Google Maps, Mapinfo, Joint Tower*

[Halaman Ini Sengaja Dikosongan]

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur saya ucapkan kehadirat Tuhan Yesus, karena atas rahmat dan petunjuk-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan buku Tugas Akhir yang berjudul “**Sistem Pendukung Keputusan Perencanaan Penempatan Lokasi Potensial Menara Baru Bersama Telekomunikasi Seluler di Daerah Sidoarjo Menggunakan Metode *Simple Additive Weighting* (SAW)**”.

Tugas Akhir ini disusun dan diajukan sebagai salah satu persyaratan akademis yang harus ditempuh dalam menyelesaikan pendidikan Strata-1 pada bidang studi Telekomunikasi Multimedia, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, khususnya kepada:

1. Mama S.Manurung, kakak dan abang dan seluruh keluarga yang selalu memberikan semangat, dorongan baik berupa materi dan moril, doa dan banyak hal lain.
2. Bapak Tri Arif Sardjono, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro ITS yang telah menyetujui usulan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Dr. Ir. Achmad Mauludiyanto, MT. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan saran selama proses pengerjaan Tugas Akhir ini.
4. Seluruh Dosen bidang studi Telekomunikasi Multimedia yang telah memberikan ilmu kepada penulis selama masa perkuliahan.
5. Teman-teman mahasiswa LJ S1 Telekomunikasi Multimedia angkatan semester genap 2012 atas segala bantuan dan kerjasamanya.

Dalam penyusunan laporan tugas akhir ini penulis menyadari banyaknya kekurangan dan perlu pengembangan lebih lanjut. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran sebagai masukan bagi penulis untuk penelitian karya ilmiah di masa yang akan datang.

Semoga buku ini dapat memberikan informasi dan manfaat bagi pembaca pada umumnya dan bagi pemerintah daerah yang akan atau sedang menerapkan penataan dan pengendalian menara telekomunikasi seluler bersama pada khususnya

Surabaya, Januari 2015

Lucyana Angel Christine

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR ISI

Halaman

Halaman Judul	
Pernyataan Keaslian Tugas Akhir	
Halaman Pengesahan	
Abstrak	i
Abstract	iii
Kata Pengantar	v
Daftar Isi	vii
Daftar Gambar	xi
Daftar Tabel	xiii
Bab I Pendahuluan	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan.....	1
1.3 Rumusan Masalah	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Metodologi	2
1.6 Sistematika Penulisan	3
1.7 Relevansi	4
Bab II Teori Penunjang	5
2.1 Konsep Dasar Telekomunikasi Seluler	5
2.1.1 Konsep Sel.....	6
2.1.2 Tipe Sel	6
2.1.3 <i>Global System for Mobile Telecommunication</i> (GSM)	7
2.1.4 <i>Code Division Multiple Access</i> (CDMA)	9
2.1.5 Frekuensi <i>Re-Use</i>	10
2.1.6 <i>Handover</i>	10
2.1.7 Interferensi.....	11
2.1.8 Intensitas Trafik	11
2.2 Menara Telekomunikasi Seluler	12
2.2.1 Jenis-Jenis Menara	12
2.2.2 Menara Bersama	15
2.3 Morfologi Area	16
2.4 Landasan Hukum	16
2.5 Klasifikasi Zona Menara.....	17
2.6 <i>Simple Additive Weighting</i>	18
Bab III Metode Perencanaan	21
3.1 Penentuan Daerah Penelitian.....	22

3.2 Pengumpulan Data	23
3.2.1 Data Persebaran Menara Eksisting	24
3.2.2 Data Statistik Penduduk.....	24
3.2.3 Data Pengguna Layanan Seluler	24
3.2.4 Peta Digital	26
3.3 Pengolahan Data.....	26
3.3.1 Pengolahan Data dengan Ms.Excel	27
3.3.1.1 Peramalan Jumlah Penduduk.....	27
3.3.1.2 Peramalan Jumlah Pengguna Layanan Seluler ...	27
3.3.1.3 Peramalan Kapasitas Total Trafik.....	27
3.3.1.4 Prediksi Kebutuhan BTS	28
3.3.1.5 Prediksi Kebutuhan Menara	28
3.3.1.6 Menentukan Radius Sel.....	29
3.3.2 Implementasi Metode <i>Simple Additive Weighting</i>	30
3.3.2.1 Menentukan Kriteria	30
3.3.2.2 Pembobotan Setiap Kriteria	33
3.3.2.3 Rating Kecocokan.....	35
3.3.2.4 Transformasi Matriks X dan Penentuan Pembobotan Kriteria	35
3.3.2.5 Penentuan Benefit atau Cost	36
3.3.2.6 Normalisasi Matriks X ke Matriks R	36
3.3.2.7 Menentukan Rangkings	37
3.4 Perangkat Pendukung	38
3.4.1 Mapinfo	38
3.4.2 Google Maps.....	39
3.4.3 Notepad ++	40
3.5 Perancangan Website.....	40
BAB IV Analisa dan Pembahasan	43
4.1 Persebaran Menara Eksisting	43
4.2 Perencanaan Kebutuhan Menara Baru Telekomunikasi Bersama	46
4.2.1 Perhitungan Estimasi Jumlah Pengguna Layanan Seluler	46
4.2.2 Perhitungan Kapasitas Total Trafik dan Estimasi Kebutuhan BTS	47
4.2.3 Perhitungan Jumlah BTS dan Menara Telekomunikasi	47
4.3 Hasil Implementasi <i>Simple Additive Weighting</i>	49
4.4 Rencana Tata Ruang dan Wilayah Kabupaten Sidoarjo	51

4.5 Penempatan Lokasi Potensial Zona Menara Baru	52
4.6 Tampilan Website	55
4.6.1 Tampilan Home	55
4.6.2 Tampilan Menara	55
4.6.3 Tampilan RTRW	59
4.6.4 Tampilan Penduduk	60
4.6.5 Tampilan Peramalan Jumlah User	61
4.7 Review Tugas Akhir	61
BAB V Kesimpulan dan Saran	63
5.1 Kesimpulan	63
5.2 Saran	63
DAFTAR PUSTAKA	65
LAMPIRAN A	67
LAMPIRAN B	68
LAMPIRAN C	69
LAMPIRAN D	86
LAMPIRAN E	88
LAMPIRAN F	94
RIWAYAT PENULIS	95

[Halaman Ini Sengaja Dikosongan]

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1	Bentuk Sel.....6
Gambar 2.2	Tipe – tipe Sel7
Gambar 2.3	Arsitektur Jaringan GSM7
Gambar 2.4	Arsitektur Jaringan CDMA10
Gambar 2.5	Frekuensi Re-Use10
Gambar 2.6	Handover.....11
Gambar 2.7	Menara Mandiri (Self Supporting Tower).....13
Gambar 2.8	Menara Tegang (Guyed Tower)14
Gambar 2.9	Menara Tunggal (Monopole Tower).....14
Gambar 2.10	Menara Kamufase.....15
Gambar 2.11	Menara Bersama15
Gambar 3.1	Kerangka Penelitian.....21
Gambar 3.2	Peta Kabupaten Sidoarjo.....22
Gambar 3.3	Pengguna Telepon Bergerak Seluler Menurut Wilayah,201024
Gambar 3.4	Peta Digital Kabupaten Sidoarjo26
Gambar 3.5	Tampilan Mapinfo39
Gambar 3.6	Tampilan Notepad++39
Gambar 4.1	Menu Menara Eksisting44
Gambar 4.2	Visualisasi Titik Menara Eksisting Mapinfo44
Gambar 4.3	Visualisasi Zona Menara Eksisting dengan Google Maps45
Gambar 4.4	Visualisasi Zona Menara Eksisting dengan Mapinfo...45
Gambar 4.5	Rencana Tata Ruang dan Wilayah Kabupaten Sidoarjo.....52
Gambar 4.6	Persebaran Zona Menara Baru Mapinfo54
Gambar 4.7	Persebaran Menara Baru dan Menara Eksisting54
Gambar 4.8	Zona Menara Baru dari Google Maps.....55
Gambar 4.9	Tampilan Home55
Gambar 4.10	Tampilan Menara.....56
Gambar 4.11	Tampilan Menara Eksisting56
Gambar 4.12	Menara Eksisting Kecamatan Waru dari Google Maps57
Gambar 4.13	Menara Eksisting Kecamatan Waru dari image.....57
Gambar 4.14	Menu Pembobotan Kriteria57
Gambar 4.15	Menu Prioritas.....58
Gambar 4.16	Tampilan Menara Baru dan Menara Eksisting58

Gambar 4.17	Tampilan Zona Menara Baru	59
Gambar 4.18	Tampilan Zona Menara Baru dari Google Maps	59
Gambar 4.19	Tampilan Menu RTRW	60
Gambar 4.20	Tampilan Menu Penduduk	60
Gambar 4.21	Tampilan Menu Peramalan Jumlah User	61
Gambar A.1.	Lembar Pengesahan Proposal.....	67
Gambar B.1	Lembar Monitoring Kegiatan Tugas Akhir.....	68
Gambar E.1	Surat Permohonan Bantuan Data Dinas Kominfo Jawa Timur	88
Gambar E.2	Surat Permohonan Bantuan Data P2T Sidoarjo.....	89
Gambar E.3	Surat Permohonan Bantuan Data Bakesbang Jawa Timur	90
Gambar E.4	Surat Permohonan Bantuan Data P2T Bakesbang Sidoarjo.....	91
Gambar E.5	Surat Permohonan Bantuan Data Dinas Perhubungan Sidoarjo.....	92
Gambar E.6	Surat Permohonan Bantuan Data Dinas Perhubungan Bakesbang Sidoarjo	93
Gambar F.1	Peta Kabupaten Sidoarjo.....	94

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Statistik Geografis Sidoarjo	22
Tabel 3.2 Luas Wilayah Kecamatan di Kabupaten Sidoarjo	23
Tabel 3.3 Jumlah dan Pertumbuhan Penduduk Sidoarjo Tahun 2014 ...	25
Tabel 3.4 Ramalan Jumlah Penduduk 2014 hingga 2019	29
Tabel 3.5 Hasil Perhitungan Radius Menara Eksisting dengan Teknologi 2G	31
Tabel 3.6 Hasil Perhitungan Radius Menara Eksisting dengan Teknologi 3G	32
Tabel 3.7 Deskripsi Kriteria C3	33
Tabel 3.8 Inisialisasi Kriteria.....	33
Tabel 3.9 Konversi Bilangan Fuzzy kedalam Bilangan Crisp	34
Tabel 3.10 Pembobotan Kriteria C1.....	34
Tabel 3.11 Pembobotan Kriteria C2.....	34
Tabel 3.12 Pembobotan Kriteria C3.....	34
Tabel 3.13 Rating Kecocokan Kriteria.....	35
Tabel 3.14 Penentuan Pembobotan Kriteria	35
Tabel 3.15 Penentuan Benefit atau Cost	36
Tabel 3.16 Hasil Akhir Metode Simple Additive Weighting	38
Tabel 4.1 Persebaran Menara Eksisting di Kabupaten Sidoarjo	43
Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Estimasi Jumlah Pengguna Layanan Seluler	46
Tabel 4.3 Total Kebutuhan Trafik yang Dibangkitkan Pada Tahun 2019	49
Tabel 4.4 Jumlah Kebutuhan BTS dan Menara Baru Untuk Tahun 2019	50
Tabel 4.5 Perangkingan Nilai Vi	51
Tabel C.1 Menara Telekomunikasi Eksisting di Kabupaten Sidoarjo	69
Tabel D.1 Zona Menara Baru di Kabupaten Sidoarjo	86

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi mengalami peningkatan yang pesat khususnya di bidang telekomunikasi misalnya pada GSM dan CDMA. Semakin berkembangnya teknologi maka semakin banyak juga pengguna sehingga operator akan menambah penggunaan antena dan kemudian penambahan menara untuk menyokong penambahan antena. Banyaknya menara telekomunikasi akan menimbulkan banyak efek yang tidak baik, misalnya dapat merusak estetika daerah. Oleh karena itu dikeluarkan Peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika Nomor : 02/PER/M.KOMINFO/3/2008 tentang Pedoman Pembangunan dan Penggunaan Menara Telekomunikasi Bersama dimana dengan satu menara telekomunikasi harus diisi lebih dari satu operator.

Penempatan menara telekomunikasi bersama juga perlu diperhatikan berdasarkan prioritasnya. Salah satu metode yang paling populer digunakan adalah metode *Simple Additive Weighting* dimana metode ini digunakan untuk penentuan prioritas lokasi yang akan dibangun di daerah Sidoarjo untuk lima tahun ke depan dengan memperhatikan Peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika Nomor : 02/PER/M.KOMINFO/3/2008.

1.2 Tujuan

Tujuan dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui kebutuhan menara bersama telekomunikasi untuk lima tahun ke depan di Kabupaten Sidoarjo.
2. Mengetahui lokasi potensial penempatan menara bersama telekomunikasi di Kabupaten Sidoarjo.
3. Mengetahui prioritas penempatan menara bersama telekomunikasi seluler di Kabupaten Sidoarjo menggunakan metode *Simple Additive Weighting*.
4. Menertibkan pembangunan menara bersama telekomunikasi seluler sehingga tertata rapi
5. Mempermudah Operator Seluler, Pemerintah dan *Tower Provider* mengetahui posisi potensial menara bersama telekomunikasi seluler melalui Website.

1.3 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam tugas akhir ini adalah:

1. Bagaimana kebutuhan menara bersama telekomunikasi seluler untuk lima tahun ke depan?
2. Bagaimana menentukan lokasi potensial untuk penempatan menara bersama telekomunikasi seluler?
3. Bagaimana mengaplikasikan metode *Simple Additive Weighting* dalam sistem pendukung keputusan prioritas penempatan menara bersama telekomunikasi seluler ?
4. Bagaimana membangun website sebagai sistem pendukung keputusan dalam penempatan menara bersama telekomunikasi seluler ?

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam tugas akhir ini adalah :

1. Wilayah yang akan dilakukan penelitian adalah Kabupaten Sidoarjo.
2. Metode yang digunakan adalah *Simple Additive Weighting* untuk menentukan prioritas lokasi potensial menara baru bersama telekomunikasi seluler.
3. Website yang dibangun hanya untuk menampilkan posisi menara eksisting dan zona menara baru.
4. Kriteria yang digunakan untuk penentuan menara bersama telekomunikasi seluler adalah kepadatan penduduk Sidoarjo, jumlah menara eksisting di Kabupaten Sidoarjo, Rencana Tata Ruang dan Wilayah di Kabupaten Sidoarjo.

1.5 Metodologi

Metodologi yang digunakan pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Studi Literatur
Untuk melakukan penelitian ini maka diperlukan studi literatur yang berhubungan dengan topik penelitian ini yaitu tentang telekomunikasi seluler, *Simple Additive Weighting*, perencanaan jaringan telekomunikasi seluler yang menggunakan teknologi GSM dan CDMA.
2. Pengumpulan Data
Pengumpulan data dilakukan dengan melakukan survey ke lapangan untuk mengetahui fakta atau kondisi aktual di

lapangan dan meminta bantuan data dari instansi pemerintah yang terkait seperti Kominfo.

3. Pengolahan Data

Pengolahan data meliputi proses perhitungan jumlah menara eksisting, prediksi kebutuhan menara untuk lima tahun ke depan, menentukan lokasi potensial dengan metode *Simple Additive Weighting*.

4. Analisa dan Kesimpulan

Data yang sudah diolah kemudian di analisa dan ditarik kesimpulan dari penelitian posisi potensial di Kabupaten Sidoarjo.

1.6 Sistematika Penulisan

Dalam penyusunan buku tugas akhir ini dibagi menjadi lima bab dengan rincian sebagai berikut:

BAB I : Pendahuluan

Bagian pendahuluan menjelaskan latar belakang, tujuan, rumusan masalah, metodologi penelitian dan sistematika penulisan tugas akhir ini.

BAB II : Teori Penunjang

Pada bab ini dijelaskan mengenai teori dasar yang dijadikan acuan dalam pengerjaan tugas akhir ini seperti dasar – dasar komunikasi seluler, teori GSM dan CDMA, metode Simple Additive Weighting, landasan hukum yang digunakan, jenis-jenis menara dan prediksi jumlah penduduk.

BAB III : Metodologi Penelitian

Pada bab ini dijelaskan mengenai langkah-langkah yang dilakukan untuk menyelesaikan tugas akhir ini seperti studi pendahuluan, pengumpulan data, pengolahan data, prioritas penempatan menara bersama telekomunikasi seluler.

BAB IV : Analisa Data dan Pembahasan

Pada bab ini diuraikan mengenai penghitungan data yang telah dikumpulkan untuk menentukan prediksi jumlah penduduk, jumlah pelanggan seluler, jumlah BTS dan jumlah Menara bersama untuk lima tahun ke depan, Rencana Tata Ruang dan Wilayah

Kabupaten Sidoarjo serta prioritas penempatan lokasi menara baru

BAB V : Penutup

Pada bab ini berisi kesimpulan dan saran yang diperoleh dari pengerjaan tugas akhir ini.

1.7 Relevansi

Hasil yang diperoleh dari tugas akhir ini diharapkan dapat memberikan manfaat berikut:

1. Dapat menjadi referensi dalam penerapan pembangunan menara telekomunikasi.
2. Dapat memberikan kontribusi pada kemajuan teknologi komunikasi seluler.
3. Dapat memberikan kontribusi bagi pemerintah daerah dalam menentukan kebijakan pembangunan menara bersama telekomunikasi seluler.

BAB II

TEORI PENUNJANG

2.1 Konsep Dasar Telekomunikasi seluler

Seluler adalah sistem komunikasi jarak jauh tanpa kabel, seluler adalah bentuk komunikasi modern yang ditujukan untuk menggantikan telepon rumah yang masih menggunakan kabel. Telepon genggam seringkali disebut *handphone* (Hp) disebut juga telepon seluler adalah perangkat telekomunikasi elektronik yang mempunyai kemampuan dasar yang sama dengan telepon *fixed line* konvensional, namun dapat dibawa kemana-mana dan tidak perlu disambungkan dengan jaringan telepon melalui kabel yang fungsinya bisa melakukan dan menerima panggilan, sms dan banyak fitur yang ditawarkan oleh ponsel. Saat ini di Indonesia mempunyai dua jaringan telepon nirkabel yaitu sistem GSM (*Global System for Mobile Telecommunication*) dan sistem CDMA (*Code Division Multiple Access*). Adapun perkembangan atau evolusi teknologi seluler adalah sebagai berikut :

1. Generasi pertama (1G)
Sistem komunikasi analog dengan kecepatan rendah dan cukup untuk suara, contohnya NMT (*Nordic Mobile Telephone*) dan AMPS (*Analog Mobile Phone System*)
2. Generasi kedua (2G)
Sistem komunikasi digital dengan kecepatan rendah - menengah yaitu 14.4 kbps dan sudah memiliki layanan sms contohnya GSM dan CDMA2000 1x.
3. Generasi dua setengah (2.5G)
Sistem komunikasi digital dengan kecepatan data 64 – 144 kbps, contohnya adalah GPRS dan PDN (*Packet Data Network*)
4. Generasi ketiga (3G)
Sistem komunikasi digital dengan kecepatan data 14 kbps – 2 Mbps, sudah bisa MMS, contohnya adalah W-CDMA dan CDMA2000 1xEVDO. [1]

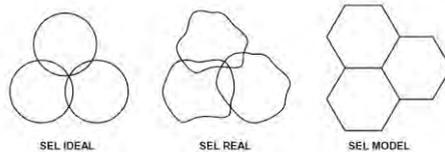
2.1.1 Konsep Sel

Dalam sistem komunikasi seluler (baik *fixed* ataupun *mobile*) daerah pelayanan akan dibagi-bagi menjadi daerah-daerah cakupan yang kecil yang disebut sebagai sel. Sel berfungsi untuk menunjukkan cakupan sinyal yang beroperasi pada daerah masing – masing. Setiap

sel memiliki alokasi sejumlah channel frekuensi tertentu yang berlainan dengan sebelahnyanya. Karena channel frekuensi merupakan sumber terbatas maka untuk meningkatkan kemampuan pelayanan frekuensi yang terbatas tersebut dipakai secara berulang-ulang, yang dikenal dengan pengulangan frekuensi (*frequency reuse*). Ukuran sel pada sistem komunikasi seluler dapat dipengaruhi oleh :

1. Kepadatan trafik yang muncul
2. Daya pemancar yaitu *Base Station* (BTS) dan *Mobile Station* (MS)
3. Faktor alam seperti udara, laut, gunung, gedung dan lain sebagainya.

Bentuk sel yang terdapat pada komunikasi bergerak seluler digambarkan dengan bentuk lingkaran dan heksagonal. Tetapi, bentuk heksagonal dipilih sebagai bentuk pendekatan jaringan selular, karena dari sel yang lebih sedikit dengan bentuk hexagonal diharapkan dapat mencakup seluruh wilayah pelayanan. [2]



Gambar 2.1 Bentuk Sel.[2]

2.1.2 Tipe Sel

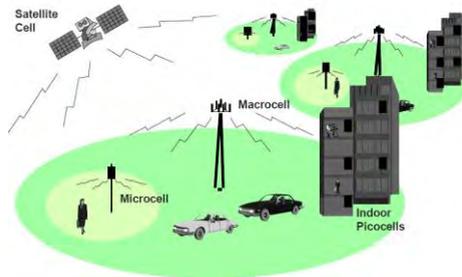
Berdasarkan daerah cakupannya, sel dibagi menjadi beberapa tipe dimana masing-masing tipe memiliki luas cakupan daerah yang berbeda-beda. Dibawah ini adalah tipe-tipe sel:

1. *Large cell (Macro cell)* yang diterapkan untuk daerah layanan yang luas dengan kapasitas lalulintas yang rendah (*rural area*). Sel ini mampu meliputi daerah cakupan sampai dengan radius 30 km.
2. *Small / mini cell* yang diterapkan untuk daerah layanan dengan lalulintas yang cukup tinggi seperti *sub-urban* dengan daerah cakupan 10 km.

3. *Micro Cell* dengan satu dimensi (untuk daerah sepanjang pelabuhan dan jalan raya) dan *micro cell* dengan dua dimensi (untuk daerah yang mempunyai blok-blok seperti di sekeliling gedung-gedung tinggi). Jenis sel ini digunakan untuk melayani daerah dengan lalulintas

yang sangat tinggi seperti *urban area* dan mempunyai daerah cakupan pada radius 1 km.

4. *Pico cell* yang digunakan untuk melayani lalu lintas yang ada didalam gedung (*indoor*) dengan radius daerah cakupan 30 m. [2]

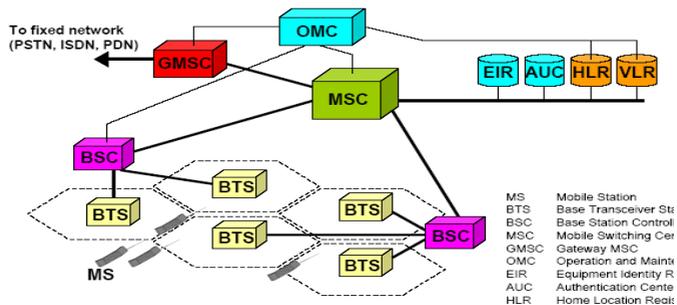


Gambar 2.2 Tipe – tipe sel [2]

2.1.3 Global System for Mobile Telecommunication (GSM)

Asal mula kepanjangan dari GSM sebenarnya adalah Groupe Special Mobile, namun seiring dengan perkembangannya diganti menjadi Global System for Mobile.

GSM adalah teknologi selular generasi kedua yang menggunakan teknologi modulasi digital, menyediakan kapasitas lebih besar, kualitas suara serta sekuritas yang lebih baik jika dibandingkan dengan teknologi selular generasi pertama. *Global System for Mobile communication* (GSM) adalah sebuah standar global untuk komunikasi bergerak digital. GSM adalah nama dari sebuah group standarisasi yang dibentuk di Eropa tahun 1982 untuk menciptakan sebuah standar bersama telpon bergerak selular di Eropa yang beroperasi pada daerah frekuensi 900 MHz. GSM saat ini banyak digunakan di negara-negara di dunia



Gambar 2.3 Arsitektur Jaringan GSM

Sebuah jaringan GSM dibangun dari beberapa komponen fungsional yang memiliki fungsi dan *interface* masing-masing yang spesifik. Secara umum, *network element* dalam arsitektur jaringan GSM dapat dibagi menjadi:

1. *Mobile Station* (MS)

Mobile Station merupakan terminal yang dipakai oleh pelanggan untuk melakukan proses komunikasi. *Mobile Station* (MS) terdiri dari perangkat bergerak (terminal) atau *mobile equipment* (HP) dan sebuah *smart card* yang disebut *Subscriber Identity Module* (SIM).

SIM menyediakan *personal mobility* sehingga pemakai tidak terikat dengan penggunaan satu terminal saja. Dengan memasukkan SIM ke dalam terminal GSM (handphone) pemakai dapat menerima panggilan, melakukan panggilan, dan memperoleh layanan yang lain seperti SMS, MMS serta GPRS.

2. *Base Station Sub System* (BSS)

Semua fungsi hubungan radio dijalankan oleh BSS. BSS terdiri dari *Transcoder Controller* (TRC), *Base Station Controller* (BSC) dan *Radio Base Station* (RBS). BSS bertanggung jawab untuk pembangunan dan pemeliharaan hubungan ke MS. BSS mengalokasikan *channel* untuk suara dan pesan data, membangun hubungan radio, dan melayani sebagai rel station antara MS dan MSC.

3. *Network Sub System* (NSS)

NSS terdiri dari fungsi yang diperlukan untuk menangani perintah-perintah penyediaan hubungan, proses dan pelepasannya kembali (fungsi *switching*/penyambungan) serta mekanisme pemrosesan basis data yang mendukungnya.

Network Sub-system (NSS) terdiri dari *Mobile Switvhing Center* (MSC) dan beberapa database yang terhubung dengannya seperti *Home Location Register* (HLR), *Visitor Location Register* (VLR), *Authentication Center* (AuC) serta *Equipment Identity Register* (EIR).

4. *Operation and Support System* (OSS)

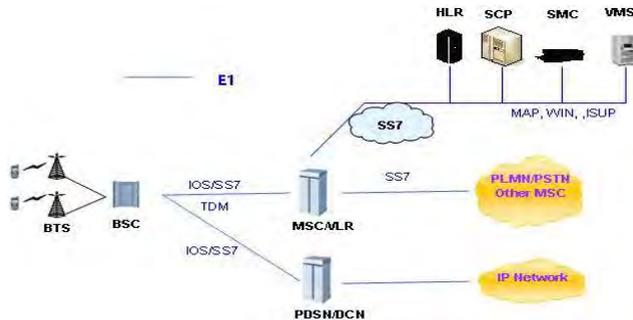
Operation and Support System (OSS) sering juga disebut dengan OMC (*Operation and Maintenance Center*). OSS adalah unit fungsi yang bertanggung jawab untuk memonitor dan mengontrol sistem totalitas semua elemen jaringan dan

mengkombinasikan semua fungsi yang diperlukan untuk menjaga konsistensi fungsional sistem secara global. [3]

2.1.4 Code Division Multiple Access (CDMA)

CDMA adalah salah satu teknik akses jamak yang membedakan satu pengguna dengan pengguna lain berdasarkan kode-kode unik yang digunakan dalam proses pengkodean (*encoding*). CDMA berbasis pada teknik *spread spectrum* yaitu metoda yang menebarkan sinyal informasi dalam bandwidth transmisi yang jauh lebih lebar sehingga rapat spektral daya transmisi menjadi lebih rendah daripada spektral daya informasi asal. CDMA tidak menggunakan satuan waktu seperti seperti GSM/TDMA. ini menjadikan CDMA memiliki kapasitas jaringan yang lebih besar dibandingkan dengan jaringan GSM. Namun, hal ini tidak berarti jaringan CDMA akan lebih baik daripada jaringan GSM karena tetap ada batasan-batasan tertentu untuk kapasitas jaringan yang dimiliki oleh CDMA.

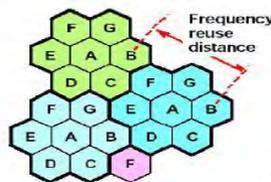
Prinsip kerja teknologi CDMA secara umum mirip dengan teknologi GSM yaitu sistem penerimaan data melalui jaringan digital khususnya dalam dunia komunikasi. Semua data yang dikirim maupun diterima dalam jaringan ini harus dalam bentuk digital. Hal yang sama juga berlaku untuk suara yang dikeluarkan dan diterima oleh penelepon saat berkomunikasi. Suara yang dikirimkan oleh penelepon akan diterima oleh *microphone* pada ponsel. Selanjutnya, suara ini akan diubah menjadi bentuk digital dan dikirimkan melalui gelombang radio ke *Base Transceiver Station* (BTS) milik operator yang digunakan. BTS inilah yang menerima data dan ponsel yang digunakan tadi dan meneruskannya ke BTS tujuan. Dan BTS tujuan ini, data selanjutnya akan dikirimkan ke ponsel tujuan yang seharusnya menerima panggilan tersebut. Tentu saja, ponsel penerima akan mengubah data digital yang diterima menjadi bentuk suara agar bisa didengar oleh penerima. Prinsip umum ini berlaku pada semua sistem digital, baik GSM maupun CDMA. Namun, detail prinsip kerja dan kedua sistem digital tersebut tidaklah sama. Secara umum, arsitektur jaringan CDMA mirip dengan jaringan GSM. [3]



Gambar 2.4 Arsitektur Jaringan CDMA [3]

2.1.5 Frekuensi *Re-Use*

Frekuensi *Reuse* adalah penggunaan kembali frekuensi yang sama di area berbeda dengan mempertimbangkan efek interferensi. Frekuensi *reuse* dilakukan karena keterbatasan spektrum frekuensi, keterbatasan *coverage area cell*, menambah jumlah kanal frekuensi dan untuk efisiensi frekuensi yang dimiliki. Antara *cell-cell* yang bersebelahan tidak boleh menggunakan frekuensi yang sama atau berdekatan. Pada konsep frekuensi *reuse*, suatu kanal frekuensi tertentu dapat melayani beberapa panggilan pada waktu yang bersamaan. Maka dapat dikatakan penggunaan spektrum frekuensi yang efisien dapat dicapai. Semua frekuensi yang tersedia dapat digunakan oleh tiap-tiap sel, sehingga dapat mencapai kapasitas jumlah pemakai yang besar menggunakan pita frekuensi yang efektif. [3]



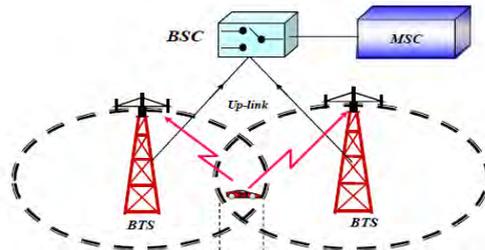
Gambar 2.5 Frekuensi *Re-Use* [3]

2.1.6 Handover

Handover atau yang biasa juga disebut *handoff* merupakan suatu proses pengalihan *Radio Base Station* (RBS) apabila pengguna melakukan suatu panggilan dalam keadaan bergerak dari satu sel menuju sel yang lain. Proses ini terjadi agar pelanggan dapat mengirim atau

menerima sinyal dengan baik walaupun pelanggan sedang dalam keadaan bergerak. Terdapat dua kondisi untuk dilakukannya proses *handover*, yaitu:

1. Ketika Mobile Station berada pada perbatasan level sel, karena sinyal yang diterima akan melemah.
2. Pada saat pengguna berada pada lubang kekuatan sinyal (*signal strength hole*) yang terdapat dalam suatu sel. [3]



Gambar 2.6 Handover [3]

2.1.7 Interferensi

Parameter kerja sistem komunikasi seluler dibatasi oleh interferensi. Interferensi pada kanal suara dapat menyebabkan *cross-talk* (percakapan silang), sedangkan interferensi pada kanal control dapat menyebabkan *call blocking*. Ada dua macam jenis interferensi yaitu interferensi antar kanal atau *co-channel interference* (CCI) dan interferensi kanal sebelah atau *adjacent channel interference*. Penyebab terjadinya interferensi antara lain :

1. *Mobile Station* lain dalam satu sel
2. Panggilan dalam proses dari sebelah
3. *Base Station* lain yang beroperasi pada frekuensi yang sama
4. Peralatan lain [3]

2.1.8 Intensitas Trafik

Trafik diartikan sebagai pemakaian yang diukur dengan waktu sedangkan nilai dari trafik suatu kanal adalah lamanya waktu pendudukan pada kanal tersebut, sedangkan nilai dari trafik suatu kanal adalah lamanya waktu pendudukan pada kanal tersebut. Salah satu tujuan dari perhitungan trafik adalah untuk mengetahui unjuk kerja jaringan dan mutu pelayanan jaringan telekomunikasi. Untuk

menggambarkan ukuran kesibukan digunakan istilah Erlang. Yang dimaksud dengan satu erlang adalah intensitas panggilan selama satu periode. Besaran yang dipakai untuk menyatakan besar lalu lintas telekomunikasi (A Erlang) adalah banyak dan lamanya pembicaraan.

Sumber trafik adalah pelanggan, kapan dan berapa lama pelanggan mengadakan pembicaraan telepon tidak dapat ditentukan lebih dahulu. Jadi trafik ini besarnya merupakan besar statistik dan kuantitasnya hanya bisa diselesaikan dengan statistik dan teori probabilitas. Jumlah panggilan merupakan fungsi waktu, sedang variasi dari jumlah panggilan tersebut sama dengan variasi trafik. Bila trafik dalam suatu sistem peralatan telekomunikasi diamati, maka akan terlihat bahwa harganya akan berubah-ubah.

Semakin banyak trafik yang dihasilkan, semakin banyak *base station* yang diperlukan untuk melayani pelanggan. Jumlah stasiun dasar untuk jaringan seluler yang sederhana adalah sama dengan jumlah sel. Untuk dapat mencapai tujuan yang memuaskan dengan semakin meningkatnya populasi pelanggan maka harus meningkatkan jumlah sel-sel di daerah yang bersangkutan, sehingga akan meningkatkan jumlah *base station*.

Intensitas Trafik adalah jumlah waktu pendudukan persatuan waktu atau volume trafik dibagi dengan periode waktu pengamatan.[4]

$$A = \frac{V}{T} \quad (2.1)$$

dimana :

A = Intensitas trafik

V = Volume trafik

T = Periode pengamatan

2.2 Menara Telekomunikasi Seluler

2.2.1 Jenis – Jenis Menara

Satu site akan melayani satu sel. Setiap site biasanya terdiri dari sebuah menara (*tower*), antena dan *shelter*. Menara digunakan untuk meletakkan berbagai macam antena. Tinggi menara disesuaikan dengan kebutuhan dan kondisi lingkungan. *Shelter* digunakan sebagai tempat untuk menyimpan berbagai perangkat telekomunikasi. Jenis menara dan operasionalnya diklasifikasikan berdasarkan :

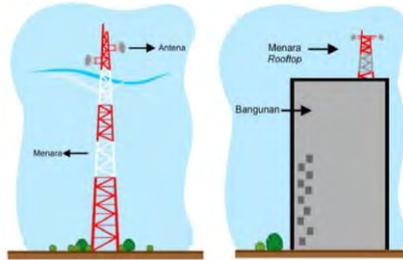
- a. Tempat berdirinya menara, mencakup:
 1. Menara yang dibangun di atas tanah (*green field*)
 2. Menara yang dibangun diatas bangunan (*roof top*)

b. Struktur bangunan menara mencakup:

1. Menara mandiri (*self supporting tower*)

Menara mandiri merupakan menara dengan struktur rangka baja yang berdiri sendiri dan kokoh, sehingga mampu menampung perangkat telekomunikasi dengan optimal. Menara ini dapat didirikan di atas bangunan dan di atas tanah. Menara tipe ini dapat berupa menara berkaki 4 (*rectangular tower*) dan menara berkaki 3 (*triangular tower*). Menara ini memiliki fungsi untuk:

- a. Komunikasi seluler dengan teknologi GSM dan CDMA
- b. Komunikasi point to point
- c. Penyiaran televisi
- d. Penyiaran radio

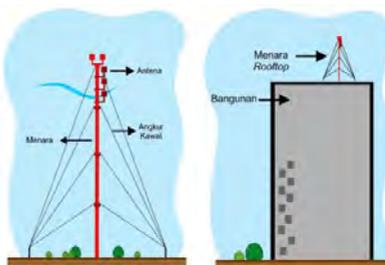


Gambar 2.7 Menara mandiri (*self supporting tower*) [5]

2. Menara teregang (*guyed tower*)

Menara teregang merupakan menara dengan struktur rangka baja yang memiliki penampang lebih kecil dari menara mandiri dan berdiri dengan bantuan perkuatan kabel yang diangkurkan pada tanah dan di atas bangunan. Menara ini memiliki fungsi untuk:

- a. Komunikasi seluler dengan teknologi GSM dan CDMA
- b. Komunikasi point to point
- c. Jaringan telekomunikasi nirkabel
- d. Penyiaran televisi
- e. Penyiaran radio

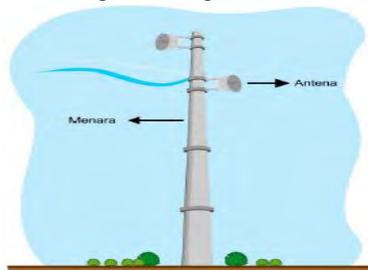


Gambar 2.8 Menara Tegang (*guyed tower*) [5]

3. Menara tunggal (*monopole tower*)

Menara tunggal merupakan menara yang hanya terdiri dari satu rangka tiang yang didirikan atau ditancapkan langsung pada tanah dan tidak dapat didirikan di atas bangunan. Berdasarkan penampangnya, menara monopole terbagi menjadi menara berpenampang lingkaran (*circular pole*) dan menara berpenampang persegi (*tapered pole*). Menara tunggal memiliki fungsi untuk :

- a. Komunikasi seluler dengan teknologi GSM dan CDMA
- b. Komunikasi point to point
- c. Jaringan telekomunikasi nirkabel
- d. Jaringan transmisi
- e. Komunikasi radio gelombang mikro

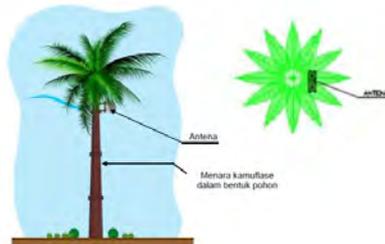


Gambar 2.9 Menara tunggal (*monopole tower*) [5]

4. Menara Kamufilase

Menara kamufilase merupakan bangunan menara untuk telekomunikasi yang dibangun dengan bentuk yang menyesuaikan dengan lingkungan sekitarnya dan tidak

menampakkannya sebagai bangunan konvensional menara yang terbentuk dari simpul baja.



Gambar 2.10 Menara Kamuflyase[5]

2.2.2 Menara Bersama

Menara bersama adalah menara telekomunikasi yang dapat digunakan secara bersama-sama oleh para penyelenggara telekomunikasi. Penggunaan menara bersama adalah salah satu upaya peningkatan efisiensi infrastruktur telekomunikasi nasional. Menara bersama dikategorikan menjadi dua jenis yaitu menara bersama eksisting yang merupakan menara yang ditempatkan diatas tanah yang secara bersama-sama digunakan oleh minimal dua penyelenggara telekomunikasi dan menara bersama baru adalah menara yang ditetapkan diatas tanah yang secara bersama-sama digunakan oleh minimal tiga penyelenggara telekomunikasi.



Gambar 2.11 Menara Bersama [2]

Secara teknis masing-masing operator pada menara telekomunikasi bersama memiliki Kwh meter, tray/jalur kabel, shelter, antena sektoral dan antena microwave sendiri. Dimana untuk posisi ketinggian antena pada menara berbeda-beda antara satu operator dengan operator lainnya. Perbedaan ketinggian tersebut berdasarkan besarnya harga sewa yang

dibayarkan oleh operator dan juga agar tidak terjadi interferensi terhadap frekuensi yang digunakandari tiap-tiap operator.[2]

2.3 Morfologi Area

Morfologi area merupakan pengelompokan suatu area berdasarkan kepadatan penduduk, perilaku penduduk dan kondisi lingkungannya. Morfologi area dibedakan menjadi 3 yaitu :

1. *Urban*, yaitu daerah pusat kota baik metropolis maupun kota menengah dengan gedung-gedung yang rapat dan tinggi. Daerah urban memiliki kepadatan penduduk yang tinggi dan diwarnai dengan strata sosial ekonomi yang heterogen. Mata pencaharian di daerah perkotaan bervariasi dan lebih mengarah ke bidang industri
2. *Suburban*, merupakan daerah peralihan antara kota dan desa. Ditandai dengan jumlah bangunan yang mulai padat, biasanya ditemui di pinggiran kota maupun kota-kota kecil.
3. *Rural* atau desa, ditandai dengan jumlah bangunan yang sedikit dan jarang, lebih banyak ditemui alam terbuka. Pada umumnya mata pencaharian di daerah perdesaan adalah bertani tapi tak sedikit juga yang bermata pencaharian berdagang, sebab beberapa daerah pertanian tidak lepas dari kegiatan usaha. [6]

2.4 Landasan Hukum

Dalam melakukan penataan dan pengendalian menara telekomunikasi seluler bersama, diperlukan adanya kepastian hukum tentang proses perijinan pendirian menara seluler baru dan pedoman penempatan menara berdasarkan regulasi yang ditetapkan pemerintah. Selain itu menara eksisting perlu diprioritaskan sebagai menara bersama dan perlu dilakukan penyusunan tata ruang penempatan menara baru, termasuk memperhatikan zona larangan didirikan menara. Sehingga kebutuhan operator seluler terhadap coverage dan kapasitas layanan seluler dapat terpenuhi dan operator seluler dapat memberikan layanan komunikasi seluler dengan kualitas yang baik tanpa melanggar ketentuan. Landasan hukum yang menjadi acuan penataan menara telekomunikasi seluler diantaranya :

1. Peraturan Menteri Kominfo Nomor 2/PER/M.KOMINFO/3 /2008, Tentang Pedoman Pembangunan dan Penggunaan Menara Bersama Telekomunikasi.

2. Peraturan Bersama Menteri Nomor 18, 07/PRT/M/2009, Nomor 19/PER/M.KOMINFO/ 03/2009 dan Nomor 3/P/2009 Tahun 2009 Tentang Pedoman Pembangunan dan Penggunaan Bersama Menara Telekomunikasi.
3. Surat Edaran Dirjen Penataan Ruang Kementerian Pekerjaan Umum No. 06/SE/Dr/2011.
4. Peraturan Daerah Kabupaten Sidoarjo Nomor 3 Tahun 2012 Tentang Penyelenggaraan dan Retribusi Pengendalian Menara Telekomunikasi.
5. Peraturan Bupati Sidoarjo Nomor 23 Tahun 2007 Tentang Penyelenggaraan Menara Telekomunikasi
6. European Telecommunication Standadr Institute.”Digital Cellular Telecommunication System (Phase 2+); Radio Network Planning Aspects (3GPP TR 43.030 Version 9.0.0 Realease 9)”

2.5 Klasifikasi Zona Menara

Mengacu pada Surat Edaran Direktur Jendral Penataan Ruang Kementerian Pekerjaan Umum Nomor 06/SE/Dr/2011 tentang petunjuk Teknis Kriteria Lokasi Menara Telekomunikasi, klasifikasi zona menara dibagi menjadi dua zona yaitu meliputi:

1. Zona Bebas Menara
Zona bebas menara merupakan zona dimana tidak diperbolehkan terdapat menara diatas tanah maupun menara diatas bangunan dengan ketinggian menara rooftop lebih dari 6 meter sebagaimana diatur dalam Peraturan Bersama Menteri Dalam Negeri, Menteri Pekerjaan Umum, Menteri Komunikasi dan Informatika dan Kepala Badan Koordinasi Penanaman Modal No.18 Tahun 2009, No.07/PRT/M/2009,No.19/PER/M.KOMINFO/03/2009,No.03/P/2009 tentang Pedoman Pembangunan dan Penggunaan Bersama Menara Telekomunikasi. Hal tersebut direncanakan dapat mengakibatkan satu atau lebih dampak negatif terkait aspek lingkungan, sosial budaya, keselamatan, dan estetika ruang terutama pada ruang dengan elemen-elemen kawasan yang menjadi *focal point* kabupaten/kota mendukung penguatan citra kawasan tersebut. Pada zona ini, layanan telekomunikasi dapat dipenuhi dengan cara penempatan antena tersembunyi.
2. Zona Menara
Zona menara adalah zona dimana diperbolehkan untuk dibangun menara baik diatas tanah maupun diatas gedung. Pembangunan

menara wajib memiliki izin mendirikan bangunan menara dari bupati/walikota, kecuali untuk provinsi DKI Jakarta wajib memiliki izin mendirikan bangunan dari gubernur. Sedangkan untuk lokasi pembangunan menara wajib mengikuti:

- a. Rencana tata ruang wilayah kabupaten/kota, dan khusus untuk DKI Jakarta wajib mengikuti rencana tata ruang wilayah provinsi
- b. Rencana detail tata ruang wilayah kabupaten/kota dan khusus untuk DKI Jakarta wajib mengikuti rencana detail tata ruang provinsi; dan/atau
- c. Rencana tata bangunan dan lingkungan

Pembangunan menara pada kawasan yang sifat dan peruntukannya memiliki karakteristik tertentu wajib memperhatikan peraturan tentang pendirian menara disekitar area tersebut, seperti misalnya pendirian menara dengan konstruksi menara kamuflase agar visual rangka menara tidak terlihat secara langsung. Kawasan yang dimaksud adalah sebagai berikut:

- Kawasan bandar udara / pelabuhan
- Kawasan pengawasan militer
- Kawasan cagar budaya
- Kawasan pariwisata
- Kawasan hutan lindung
- Kawasan istana kepresidenan
- Kawasan yang fungsinya memiliki atau memerlukan tingkat keamanan dan kerahasiaan tinggi. [5]

2.6 Simple Additive Weighting (SAW)

Metode SAW sering juga dikenal istilah metode penjumlahan terbobot. Konsep dasar metode SAW adalah mencari penjumlahan terbobot dari rating kinerja pada setiap alternatif dari semua atribut. Metode SAW membutuhkan proses normalisasi matriks keputusan (X) ke suatu skala yang dapat diperbandingkan dengan semua rating alternatif yang ada.

Metode SAW merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah Fuzzy Multi Attribute Decision Making (FMADM). FMADM adalah suatu metode yang digunakan untuk mencari alternatif optimal dari sejumlah alternatif dengan kriteria tertentu. Inti dari FMADM adalah menentukan nilai

Diberikan persamaan sebagai berikut :

$$r = \left\{ \begin{array}{l} \frac{x_{ij}}{\text{Max}(x_{ij})} \text{ jika } j \text{ atribut keuntungan (benefit)} \\ \frac{\text{Min}(x_{ij})}{x_{ij}} \text{ jika } j \text{ atribut biaya (cost)} \end{array} \right\} \quad (2.2)$$

Dimana r_{ij} adalah rating kinerja ternormalisasi dari alternatif A_i pada atribut C_j ; $i=1,2,\dots,m$ dan $j=1,2,\dots,n$. Nilai preferensi untuk setiap alternatif (V_i) diberikan sebagai berikut:

$$V_i = \sum_{j=1}^n W_j r_{ij} \quad (2.3)$$

Dengan :

V_i = Ranking untuk setiap alternatif

w_j = Nilai bobot dari setiap kriteria

r_{ij} = Nilai rating dari setiap kinerja ternormalisasi

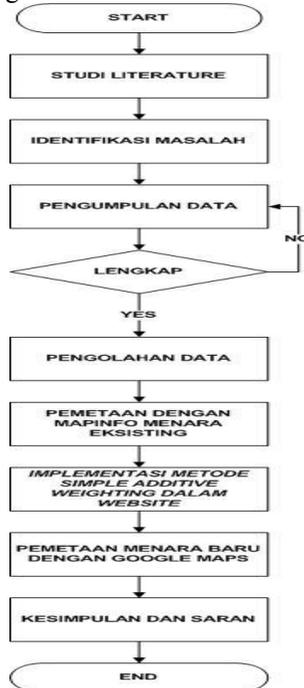
Nilai V_i yang lebih besar mengindikasikan bahwa alternatif A_i lebih terpilih. Langkah-langkah dari metode SAW adalah:

1. Menentukan kriteria-kriteria yang akan dijadikan acuan dalam pengambilan keputusan, yaitu C.
2. Menentukan rating kecocokan setiap alternatif pada setiap kriteria.
3. Membuat matriks keputusan berdasarkan kriteria (C), kemudian melakukan normalisasi matriks berdasarkan persamaan yang disesuaikan dengan jenis atribut (atribut keuntungan ataupun atribut biaya) sehingga diperoleh matriks ternormalisasi R.
4. Hasil akhir diperoleh dari proses perankingan yaitu penjumlahan dari perkalian matriks ternormalisasi R dengan vector bobot sehingga diperoleh nilai terbesar yang dipilih sebagai alternatif terbaik (A) sebagai solusi. [7]

BAB III

METODE PERENCANAAN

Pada bab III ini dibahas mengenai tahapan-tahapan yang dilakukan dalam pengerjaan tugas akhir ini. Pada Gambar 3.1 diperlihatkan penjabaran dari kerangka penelitian yang akan dilakukan untuk membantu penyelesaian tugas akhir ini.



Gambar 3.1 Kerangka Penelitian

3.1 Penentuan Daerah Penelitian

Perencanaan lokasi potensial untuk menara baru bersama telekomunikasi seluler akan diimplementasikan di daerah Kabupaten Sidoarjo. Kabupaten Sidoarjo adalah daerah yang dihimpit dua sungai besar, sehingga terkenal dengan sebutan Kota Delta. Di sebelah utara melintas Sungai Mas dan di Sebelah selatan melintas Sungai Brantas.

Luas wilayah Kabupaten Sidoarjo terbentang antara 112,5^o - 112,9^o Bujur Timur dan 7,3^o - 7,5^o Lintang Selatan. Dari total luas wilayah 714,24 km², 40,2 persennya berada di ketinggian 3-10 meter yang berada di wilayah bagian tengah yang berair tawar. Seluas 29,9 persen, memiliki ketinggian 0-3 meter yang terletak di bagian timur yang merupakan wilayah pesisir atau pertambakan dan berair asin. Sedangkan sisanya 29,2 persen terletak pada ketinggian antara 10-20 meter yang berada di wilayah bagian barat. [8]



Gambar 3.2 Peta Kabupaten Sidoarjo [8]

Tabel 3.1 Statistik Geografis Sidoarjo [8]

Uraian	2011	Satuan
Luas	714,24	km ²
Jarak Kecamatan Terjauh	33	km
Desa Pesisir	9	desa
Desa Bukan Pesisir	344	desa
Ketinggian Wilayah :		
0 - 3 Meter dpl	29,9	persen
3 - 10 Meter dpl	40,2	persen
10 - 20 Meter dpl	29,9	persen
Kondisi air :		
Kedalaman Air Tanah	0 - 5	meter
Daerah Air Asin	22,8	persen

Tabel 3.2 Luas Wilayah Kecamatan di Kabupaten Sidoarjo [8]

No	Kecamatan	Luas Wilayah (Km ²)
1	Tarik	36,06
2	Prambon	34,23
3	Krembung	29,55
4	Porong	29,82
5	Jabon	81
6	Tanggulangin	32,29
7	Candi	40,67
8	Tulangan	31,21
9	Wonoayu	33,92
10	Sukodono	32,66
11	Sidoarjo	62,56
12	Buduran	41,02
13	Sedati	79,43
14	Waru	30,32
15	Gedangan	24,06
16	Taman	31,54
17	Krian	32,5
18	Balongbendo	31,4
Total		714,24

3.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data adalah pengambilan informasi yang dibutuhkan untuk penyelesaian masalah dan analisis. Data – data tersebut didapat melalui Pemerintah Daerah, Badan Komunikasi dan Informasi (KOMINFO), Badan Koordinator Survey dan Pemetaan Nasional (BAKORSURTANAL) maupun survey langsung ke lapangan. Pada sub bab dibawah ini akan dijelaskan lebih detail.

3.2.1 Data Persebaran Menara Eksisting

Data persebaran menara eksisting sangat diperlukan karena data ini merupakan data yang paling utama. Data persebaran menara eksisting diperoleh dengan mengajukan data ke Pemerintah Daerah Kabupaten Sidoarjo.

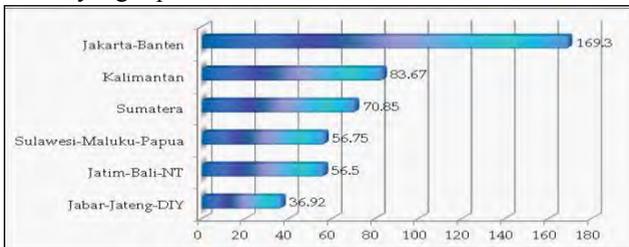
Dari data yang diperoleh dari Pemerintah Daerah Kabupaten Sidoarjo didapatkan data persebaran menara eksisting pada tahun 2014 dengan total 389 menara yang tersebar dan 469 BTS di Kabupaten Sidoarjo yang dilengkapi dengan posisi titik koordinat *longitude* dan *latitude*, operator, perusahaan yang memiliki tower serta teknologi. Untuk tabel data persebaran menara eksisting dapat dilihat pada lampiran.

3.2.2 Data Statistik Penduduk

Data statistik penduduk diperlukan untuk proses penentuan jumlah pengguna layanan seluler dan kapasitas trafik yang akan dilayani. Data statistik penduduk Kabupaten Sidoarjo diperoleh dari Badan Pusat Statistik Sidoarjo. Dengan luas wilayah 714,26 km² dengan rata-rata laju pertumbuhan penduduk 2,19%. Jumlah penduduk Kabupaten Sidoarjo per kecamatan tahun 2014 dapat dilihat pada tabel 3.3.

3.2.3 Data Pengguna Layanan Seluler

Data pengguna layanan seluler digunakan untuk menghitung peramalan jumlah pengguna layanan seluler. Pada gambar 3.3 ini dapat dilihat pengguna layanan telepon bergerak seluler menurut wilayah pada tahun 2010 yang diperoleh dari KOMINFO.



Gambar 3.3 Pengguna Telepon Seluler Menurut Wilayah, 2010 [9]

Tabel 3.3 Jumlah dan Pertumbuhan Penduduk Sidoarjo Tahun 2014 [8]

No	Kec	Penduduk 2014	LP	Luas Wilayah (Km2)	Kepadatan
1	Waru	233.170	0,97%	30,32	7.690
2	Sedati	100.594	3,19%	79,43	1.266
3	Gedangan	139.706	2,21%	24,06	5.807
4	Buduran	100.459	3,58%	41,02	2.449
5	Sidoarjo	207.459	2,85%	62,56	3.316
6	Candi	163.566	4,68%	40,67	4.022
7	Tanggulangin	89.195	1,76%	32,29	2.762
8	Porong	63.619	0,17%	29,82	2.133
9	Jabon	49.123	0,48%	81	606
10	Taman	221.109	1,92%	31,54	7.010
11	Sukodono	127.670	5,28%	32,68	3.907
12	Wonoayu	73.372	1,58%	33,92	2.163
13	Krian	128.161	2,99%	32,5	3.943
14	Tulangan	93.916	2,66%	31,21	3.009
15	Krembung	58.512	0,98%	29,55	1.980
16	Prambon	69.288	1,19%	34,23	2.024
17	Balong Bendo	68.222	1,58%	31,4	2.173
18	Tarik	61.845	1,33%	36,06	1.715
	Total* Rata-rata **	2.048.986*	2,19% **	714,26*	3.220,96**

Dari gambar 3.3 dapat dilihat pada tahun 2010 teledensitas tertinggi terdapat di wilayah Jakarta – Banten dengan teledensitas mencapai 169,3. Artinya untuk setiap 100 penduduk terdapat sekitar 170 pengguna telepon bergerak seluler atau setiap orang memiliki lebih dari satu telepon seluler. Jakarta sebagai pusat bisnis dan pemerintahan, serta Banten sebagai kota yang terdekat (kota satelit), menyebabkan teledensitas telepon bergerak seluler ini cukup tinggi dibandingkan daerah lainnya. Sedangkan teledensitas tertinggi kedua adalah

Kalimantan dengan teledensitas mencapai 83,67 yang artinya dari 100 penduduk terdapat sekitar 84 pengguna telepon bergerak seluler. Untuk daerah penelitian yaitu Kabupaten Sidoarjo yang termasuk dalam wilayah Jawa Timur (Jatim) teledensitasnya mencapai 56,5 yang artinya dari 100 penduduk terdapat sekitar 57 pengguna layanan seluler atau bisa dikatakan setengah dari jumlah penduduk telah menggunakan layanan seluler.

3.2.4 Peta Digital

Peta digital Kabupaten Sidoarjo diperoleh dari Badan Koordinasi Survey dan Pemetaan Nasional (BAKORSURTANAL) dengan file berbasis Mapinfo. Peta digital merupakan representasi fenomena geografik yang disimpan untuk ditampilkan dan dianalisis oleh komputer dimana setiap objek disimpan sebagai kumpulan koordinat.

Peta digital yang digunakan adalah peta digital Kabupaten Sidoarjo yang dapat dilihat pada gambar 3.4.



Gambar 3.4 Peta Digital Kabupaten Sidoarjo [10]

3.3 Pengolahan Data

Setelah data diperoleh maka dilakukan pengolahan data . pengolahan data dilakukan melalui dua cara yaitu yang pertama adalah pengolahan data dengan Ms.Excel seperti Peramalan Jumlah Penduduk, Peramalan Jumlah Pengguna Seluler, Peramalan Kapasitas Total Trafik, Prediksi Kebutuhan BTS dan Menara, Menentukan Radius sel dan kemudian pengolahan data dengan metode *Simple Additive Weighting* (SAW) yaitu dengan menentukan kriteria, pembobotan, dan matriks normalisasi. Pada sub bab dibawah ini akan dijelaskan proses pengolahan data.

3.3.1 Pengolahan Data dengan Ms.Excel

3.3.1.1 Peramalan Jumlah Penduduk

Peramalan jumlah penduduk dalam jangka beberapa tahun ke depan diperlukan untuk mengetahui jumlah penduduk di masa akan datang. Dengan laju pertumbuhan yang ada maka kita dapat memprediksi jumlah penduduk untuk tahun-tahun berikutnya. Perhitungan jumlah penduduk di masa datang akan dapat diketahui dengan persamaan sebagai berikut :

$$P_t = P_0(1 + r)^t \quad (3.1)$$

dimana :

P_t = jumlah Penduduk pada tahun t

P_0 = jumlah Penduduk pada saat tahun perencanaan

r = laju pertumbuhan penduduk

t = jumlah tahun prediksi

Dengan menggunakan persamaan 3.1 maka dapat dihitung jumlah penduduk untuk 5 tahun kedepan yaitu dari tahun 2014 sampai dengan 2019. Dengan laju pertumbuhan penduduk rata-rata 2,19% ramalan jumlah penduduk pada tahun 2019 di Kabupaten Sidoarjo sebesar 2.048.986 jiwa. Untuk hasil perhitungan ramalan jumlah penduduk dapat dilihat pada tabel 3.4

3.3.1.2 Peramalan Jumlah Pengguna Layanan Seluler

Peramalan jumlah pengguna layanan seluler dapat dihitung menggunakan persamaan 3.2. Peramalan jumlah pengguna layanan seluler digunakan untuk menentukan jumlah menara yang dibutuhkan untuk lima tahun yang akan datang.

$$P = x\% \times P_t \quad (3.2)$$

dimana :

P = pengguna layanan seluler

x% = teledensitas pengguna seluler

P_t = Penduduk pada tahun t

3.3.1.3 Peramalan Kapasitas Total Trafik

Kapasitas trafik di suatu daerah perlu diketahui agar penyelenggara jaringan seluler tidak hanya memastikan kapasitas TRx (Transceiver and Receiver) yang dibutuhkan pada keadaan trafik normal tetapi juga dapat mengantisipasi lonjakan trafik pada jam sibuk. Untuk itu terdapat konsep *Grade of Service* (GOS). Asumsi GOS adalah 2% yang artinya terdapat 2 panggilan yang gagal dari 100 panggilan yang terjadi. Trafik total yang dibangkitkan dapat dilihat pada persamaan 3.3.

$$T = P \times A \quad (3.3)$$

dimana :

T = total trafik yang dibangkitkan

P = jumlah pelanggan seluler

A = intensitas trafik yang dibangkitkan

3.3.1.4 Prediksi Kebutuhan BTS

Untuk mengetahui kebutuhan BTS di masa yang akan datang, kapasitas suatu BTS harus dihitung dengan memperhatikan berapa jumlah TRx yang digunakan dalam setiap sektornya. Kapasitas BTS yang digunakan dalam penelitian ini adalah kapasitas BTS dengan konfigurasi 3x3x3 yaitu menggunakan 3 antena sektoral dengan 1 sektor terdiri dari 3 TRx dan setiap TRx terdiri dari 8 *timeslot* sehingga terdapat 24 kanal yaitu $3TRx = 8 \times 3 = 24$ kanal.

Setiap sektor membutuhkan 1 kanal BCCCH (*Broadcast Control Channel*) dan 1 kanal SDCCH (*Standalone Dedicated Control Channel*) yang berguna dalam *broadcast* sinyal dan juga mengatur panggilan setiap pelanggan. Jadi, 1 sektor yang terdiri atas 3 TRx mampu melayani $24 - 2 = 22$ panggilan secara teoritis. Maksud dari teoritis adalah karena masih ada faktor *interference*, *blocking*, *congestion* dan sebagainya.

Perhitungan kemampuan BTS untuk melayani pelanggan seluler adalah kapasitas satu BTS (Erlang) dibagi dengan trafik yang dibangkitkan satu pelanggan seluler (Erlang).

$$\text{Kemampuan BTS} = \frac{\text{Kapasitas 1 BTS}}{\text{Trafik per pelanggan}} \quad (3.4)$$

Jumlah BTS yang diperlukan untuk melayani jumlah pelanggan seluler adalah

$$B = \frac{T}{E} \quad (3.5)$$

dimana:

B = Jumlah kebutuhan BTS (dibulatkan keatas)

T = Total trafik yang dibangkitkan pelanggan

E = Kapasitas 1 BTS

3.3.1.5 Prediksi Kebutuhan Menara

Jumlah kebutuhan menara telekomunikasi seluler bersama adalah:

$$M_t = \frac{B_t - B_0}{3} + M_0 \quad (3.6)$$

dimana :

M_t = Jumlah menara pada tahun t

M_0 = Jumlah menara pada tahun perencanaan

B_t = Jumlah kebutuhan BTS pada tahun perencanaan

3 = 1 menara mampu menampung lebih dari 1 dan kurang dari 6 operator (asumsi 1 menara terdapat 3 BTS)

Tabel 3.4 Ramalan Jumlah Penduduk 2014 hingga 2019

No	Kec	2014	2015	2016	2017	2018	2019
1	Waru	233.170	235.432	237.715	240.021	242.349	244.701
2	Sedati	100.594	103.803	107.114	110.531	114.057	117.696
3	Gedangan	139.706	142.794	145.949	149.175	152.471	155.842
4	Buduran	100.459	104.055	107.781	111.639	115.636	119.776
5	Sidoarjo	207.459	213.372	219.453	225.707	232.140	238.756
6	Candi	163.566	171.221	179.234	187.622	196.403	205.595
7	Tanggulangin	89.195	90.765	92.362	93.988	95.642	97.326
8	Porong	63.619	63.727	63.835	63.944	64.053	64.162
9	Jabon	49.123	49.359	49.596	49.834	50.073	50.314
10	Taman	221.109	225.354	229.681	234.091	238.586	243.167
11	Sukodono	127.670	134.411	141.508	148.979	156.846	165.128
12	Wonoayu	73.372	74.531	75.709	76.905	78.120	79.355
13	Krian	128.161	131.993	135.940	140.004	144.190	148.502
14	Tulangan	93.916	96.414	98.979	101.612	104.314	107.090
15	Krembung	58.512	59.085	59.664	60.249	60.840	61.436
16	Prambon	69.288	70.113	70.947	71.791	72.645	73.510
17	Balong Bendo	68.222	69.300	70.395	71.507	72.637	73.785
18	Tarik	61.845	62.668	63.501	64.346	65.201	66.069
	Total	2.048.986	2.098.396	2.149.363	2.201.946	225.6204	2.312.210

3.3.1.6 Menentukan Radius Sel

Daya cakupan tiap-tiap BTS berbeda-beda karena dipengaruhi beberapa faktor misalnya seperti perbedaan ketinggian pada tiap menara telekomunikasi. Semakin tinggi menara maka cakupan layanannya akan

semakin luas. Besarnya daya pancar yang dikirimkan oleh antena sektoral dalam mengcover daerah layanan tergantung pada spesifikasi antena tersebut. Jarak dan tinggi peletakan antena juga berpengaruh.

$$P_r = P_t G_t G_r \frac{h_b^2 h_m^2}{d^4} \quad (3.7)$$

dimana:

P_r = Daya yang diterima pelanggan

P_t = Daya Pancar BTS

G_t = Penguatan pada BTS

G_r = Penguatan pada penerima

h_b = Tinggi antena BTS

h_m = Tinggi antena penerima

d^4 = jarak antara BTS dengan penerima [11]

Untuk radius zona menara eksisting dapat dihitung dengan mencari nilai d dari persamaan diatas. Nilai P_r diperoleh melalui pengukuran dengan menggunakan aplikasi *GSM Field Tester* yang terinstall pada telepon seluler. Nilai P_t untuk teknologi 2G adalah 36 dBm = 4 Watt dan untuk teknologi 3G 28 dBm = 0,63 Watt. [12]

Pada tabel 3.5 dan 3.6 merupakan hasil perhitungan radius menara eksisting dengan range ketinggian menara 12 m – 97 m.

3.3.2 Implementasi Metode *Simple Additive Weighting*

Implementasi metode SAW ini menggunakan bahasa pemrograman PHP dan outputnya akan ditampilkan di dalam *website*. Implementasinya adalah dengan menentukan kriteria, kemudian pembobotan, normalisasi matriks, proses perankingan dan akhirnya diperoleh nilai prioritas lokasi potensi tinggi untuk mendirikan menara baru.

3.3.2.1 Menentukan Kriteria

Dalam implementasi metode *Simple Additive Weighting* diperlukan kriteria untuk menentukan prioritas dari sebuah permasalahan misalnya pada penelitian ini untuk menentukan prioritas lokasi potensial menara baru. Kriteria yang digunakan adalah kepadatan penduduk (C1), jumlah BTS eksisting (C2), Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kabupaten Sidoarjo (C3). Untuk kriteria C3 disimbolkan dengan huruf A,B,C,D,E dimana arti dari simbol tersebut dapat dilihat pada tabel 3.7

Tabel 3.5 Hasil Perhitungan Radius Menara Eksiting dengan Teknologi 2G

Pt (mw)	pr (mw)	hb(m)	hm(m)	d(m)
4000	0,000001	12	1	871
4000	0,000001	20	1	1125
4000	0,000001	22	1	1180
4000	0,000001	25	1	1257
4000	0,000001	38	1	1550
4000	0,000001	40	1	1591
4000	0,000001	42	1	1630
4000	0,000001	43	1	1649
4000	0,000001	45	1	1687
4000	0,000001	46	1	1706
4000	0,000001	47	1	1724
4000	0,000001	50	1	1778
4000	0,000001	51	1	1796
4000	0,000001	52	1	1813
4000	0,000001	53	1	1831
4000	0,000001	54	1	1848
4000	0,000001	55	1	1865
4000	0,000001	56	1	1882
4000	0,000001	62	1	1980
4000	0,000001	65	1	2028
4000	0,000001	67	1	2059
4000	0,000001	70	1	2104
4000	0,000001	71	1	2119
4000	0,000001	72	1	2134
4000	0,000001	97	1	2477

Tabel 3.6 Hasil Perhitungan Radius Menara Eksiting dengan Teknologi 3G

Pt (mw)	pr (mw)	hb(m)	hm(m)	d(m)
630	0,000001	12	1	548,815
630	0,000001	20	1	708,517
630	0,000001	22	1	743,099
630	0,000001	25	1	792,146
630	0,000001	30	1	867,752
630	0,000001	38	1	976,623
630	0,000001	40	1	1001,994
630	0,000001	42	1	1026,738
630	0,000001	43	1	1038,890
630	0,000001	45	1	1062,775
630	0,000001	46	1	1074,519
630	0,000001	47	1	1086,136
630	0,000001	50	1	1120,263
630	0,000001	51	1	1131,411
630	0,000001	52	1	1142,449
630	0,000001	53	1	1153,382
630	0,000001	54	1	1164,212
630	0,000001	55	1	1174,942
630	0,000001	56	1	1185,575
630	0,000001	62	1	1247,473
630	0,000001	65	1	1277,297
630	0,000001	67	1	1296,799
630	0,000001	70	1	1325,514
630	0,000001	71	1	1334,948
630	0,000001	72	1	1344,316
630	0,000001	97	1	1560,346

Tabel 3.7 Deskripsi Kriteria C3

RTRW	Keterangan
A	Mayoritas Kawasan Lindung
B	Kawasan Lindung dengan Sedikit Pemukiman
C	Sedikit Pemukiman
D	Sebagian Pemukiman dan Industri / Perdagangan
E	Mayoritas Pemukiman dan Industri / Perdagangan

Untuk inialisasi masing-masing kriteria terdapat pada tabel 3.8 dengan 18 alternatif yang merupakan kecamatan di Kabupaten Sidoarjo.

Tabel 3.8 Inialisasi Kriteria

No	Kecamatan	Kriteria		
		C1	C2	C3
1	Waru	7690	84	E
2	Sedati	1266	32	E
3	Gedangan	5807	29	E
4	Buduran	2449	16	D
5	Sidoarjo	3316	62	D
6	Candi	4022	36	D
7	Tanggulangun	2762	14	B
8	Porong	2133	7	B
9	Jabon	606	3	B
10	Taman	7010	56	E
12	Wonoayu	2163	15	C
13	Krian	3943	18	C
14	Tulangan	3009	9	B
15	Krembung	1980	12	B
16	Prambon	2024	20	C
17	Balong Bendo	2173	22	C
18	Tarik	1715	15	C

3.3.2.2 Pembobotan Setiap Kriteria

Pembobotan pada masing-masing kriteria perlu dilakukan untuk mengetahui nilai dari tiap alternatif yang ada. Pembobotan dilakukan dengan mengkonversi bilangan *fuzzy* ke dalam bilangan *crisp* (bilangan tegas). Pada tabel 3.9 dapat dilihat koversi bilangan *fuzzy* ke dalam bilangan *crisp*.

Tabel 3.9 Konversi Bilangan *Fuzzy* ke dalam Bilangan *Crisp*

Bilangan Fuzzy	Nilai
Sangat Rendah (SR)	0
Rendah (R)	0,2
Sedang (S)	0,4
Tengah (T1)	0,6
Tinggi (T2)	0,8
Sangat Tinggi (ST)	1

Setelah menentukan bilangan crisp maka tiap kriteria dapat diberikan pembobotan. Pembobotan pada kriteria C1 terdapat pada tabel 3.10. Pembobotan untuk kriteria C2 dapat dilihat pada tabel 3.11 dan pembobotan untuk kriteria C3 dapat dilihat pada tabel 3.12.

Tabel 3.10 Pembobotan Kriteria C1

Range C1	Bilangan Fuzzy	Nilai
0 - 2000	Rendah (R)	0,2
2001 - 4000	Sedang (S)	0,4
4001 -6000	Tengah (T1)	0,6
6001 - 8000	Tinggi (T2)	0,8
>8000	Sangat Tinggi (ST)	1

Tabel 3.11 Pembobotan Kriteria C2

Range C2	Bilangan Fuzzy	Nilai
0-20	Rendah (R)	0,2
21-40	Sedang (S)	0,4
Range C2	Bilangan Fuzzy	Nilai
41-60	Tengah (T1)	0,6
61-80	Tinggi (T2)	0,8
>80	Sangat Tinggi (ST)	1

Tabel 3.12. Pembobotan Kriteria C3

Range C3	Bilangan Fuzzy	Nilai
A	Sangat Rendah (SR)	0
B	Rendah (R)	0,2
C	Sedang (S)	0,4
D	Tengah (T1)	0,6
E	Tinggi (T2)	0,8

3.3.2.3 Rating Kecocokan

Penentuan rating kecocokan diperoleh dengan mencocokkan nilai dari tiap alternatif dengan pembobotan masing-masing kriteria. Tabel rating kecocokan dapat dilihat pada tabel 3.13.

Tabel 3.13 Rating Kecocokan Tiap Kriteria

No	Kecamatan	Kriteria		
		C1	C2	C3
1	Waru	0,8	0,20	0,8
2	Sedati	0,20	0,80	0,8
3	Gedangan	0,60	0,80	0,8
4	Buduran	0,40	1,00	0,6
5	Sidoarjo	0,40	0,40	0,6
6	Candi	0,60	0,80	0,6
7	Tanggulangun	0,40	1,00	0,2
8	Porong	0,40	1,00	0,2
9	Jabon	0,20	1,00	0,2
10	Taman	0,80	0,60	0,8
11	Sukodono	0,40	1,00	0,8
12	Wonoayu	0,40	1,00	0,4
13	Krian	0,40	1,00	0,4
14	Tulangan	0,40	1,00	0,2
15	Krembung	0,20	1,00	0,2
16	Prambon	0,40	1,00	0,6
17	Balong Bendo	0,40	0,80	0,6
18	Tarik	0,20	1,00	0,6

3.3.2.4 Tranformasi Matriks X dan Penentuan Pembobotan Kriteria

Transformasi matriks X diperoleh dengan memasukkan nilai rating kecocokan dan disusun membentuk matriks. Pembobotan kriteria disesuaikan dengan dengan tingkat lkepentingan yang paling mempengaruhi dari kriteria yang ada. Pada penelitian ini yang memiliki tingkat kepentingan yang sangat tinggi adalah kepadatan penduduk. Kriteria BTS eksisting dan RTRW berada pada tingkat kepentingan tinggi dan sedang . Pada tabel 3.14 dapat dilihat pembobotan kriteria.

3.3.2.5 Penentuan Benefit atau Cost

Untuk menentukan kriteria benefit atau cost yang perlu diperhatikan adalah nilainya. Jika nilai tertinggi adalah yang terbaik

maka atribut tersebut dikatakan *benefit*, namun jika nilai terendah adalah yang terbaik maka atribut tersebut dikatakan *cost*. Dari kriteria Kepadatan Penduduk (C1), jumlah BTS eksisting (C2), dan RTRW (C3) penentuan *benefit* atau *cost* dapat dilihat pada tabel 3.15.

Tabel 3.14 Penentuan Pembobotan Kriteria

Kriteria	Bilangan Fuzzy	Nilai
C1	Sangat Tinggi (ST)	1
C2	Tinggi (T2)	0,8
C3	Sedang (S)	0,4

$$X = \begin{bmatrix} 0,8 & 0,2 & 0,8 \\ 0,2 & 0,8 & 0,8 \\ 0,6 & 0,8 & 0,8 \\ 0,4 & 1,0 & 0,6 \\ 0,4 & 0,4 & 0,6 \\ 0,6 & 0,8 & 0,6 \\ 0,4 & 1,0 & 0,2 \\ 0,4 & 1,0 & 0,2 \\ 0,2 & 1,0 & 0,2 \\ 0,8 & 0,6 & 0,8 \\ 0,4 & 1,0 & 0,8 \\ 0,4 & 1,0 & 0,4 \\ 0,4 & 1,0 & 0,4 \\ 0,4 & 1,0 & 0,2 \\ 0,2 & 1,0 & 0,2 \\ 0,4 & 1,0 & 0,6 \\ 0,4 & 0,8 & 0,6 \\ 0,2 & 1,0 & 0,6 \end{bmatrix}$$

Tabel 3.15 Penentuan *Benefit* atau *Cost*

Kriteria	Benefit	Cost
C1	V	
C2		V
C3	V	

3.3.2.6 Normalisasi Matriks X ke Matriks R

Normalisasi matriks X ke matriks R ditentukan dari benefit atau cost dan kemudian dinormalisasi dengan menggunakan persamaan 2.1. Untuk kepadatan penduduk (C1) dan RTRW (C3) adalah *benefit* sehingga persamaan yang digunakan adalah :

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\text{Max}(x_{ij})} \quad (3.8)$$

Untuk jumlah BTS eksisting (C2) adalah *cost* maka persamaan yang digunakan adalah :

$$r_{ij} = \frac{\text{Min}(x_{ij})}{x_{ij}} \quad (3.9)$$

Sebagai contoh untuk kriteria kepadatan penduduk dapat dihitung sebagai berikut:

$$r_{11} = \frac{0,8}{0,8} = 1$$

dan begitu seterusnya hingga r_{181} . Setelah dilakukan pengolahan nilai – nilai tersebut maka diperoleh hasil matriks ternormalisasi sebagai berikut :

$$r = \begin{bmatrix} 1,0 & 0,2 & 1,0 \\ 0,25 & 0,5 & 1,0 \\ 0,75 & 0,5 & 1,0 \\ 0,5 & 1,0 & 0,75 \\ 0,5 & 0,3 & 0,75 \\ 0,75 & 0,5 & 0,75 \\ 0,5 & 1,0 & 0,25 \\ 0,5 & 1,0 & 0,25 \\ 0,25 & 1,0 & 0,25 \\ 1,0 & 0,3 & 1,0 \\ 0,5 & 1,0 & 1,0 \\ 0,5 & 1,0 & 0,5 \\ 0,5 & 1,0 & 0,5 \\ 0,5 & 1,0 & 0,25 \\ 0,25 & 1,0 & 0,25 \\ 0,5 & 1,0 & 0,75 \\ 0,5 & 0,5 & 0,75 \\ 0,25 & 1,0 & 0,75 \end{bmatrix}$$

3.3.2.7 Menentukan Rangking

Untuk menentukan rangking (V_i) digunakan persamaan 2.2. sebagai contoh nilai V_1 , V_2 dan V_3 dapat dilihat sebagai berikut :

$$V_1 = (1 \times 1) + (0,2 \times 0,8) + (1 \times 0,4) = 1,56$$

$$V_2 = (0,25 \times 1) + (0,5 \times 0,8) + (1,0 \times 0,4) = 1,05$$

$$V_3 = (0,75 \times 1) + (0,5 \times 0,8) + (1 \times 0,4) = 1,55$$

dan seterusnya hingga V_{18} . Hasil pengolahan nilai dari seluruh proses metode *Simple Additive Weighting* dapat dilihat pada tabel 3.16.

Tabel 3.16 Hasil Akhir Metode *Simple Additive Weighting*

No	Kec	Kriteria			Pembobotan
		C1	C2	C3	V
1	Waru	1	0,20	1	1,56
2	Sedati	0,25	0,80	1	1,05
3	Gedangan	0,75	0,80	1	1,55
4	Buduran	0,50	1,00	0,75	1,60
5	Sidoarjo	0,50	0,40	0,75	1,00
6	Candi	0,75	0,80	0,75	1,45
7	Tanggulangin	0,50	1,00	0,25	1,40
8	Porong	0,50	1,00	0,25	1,40
11	Sukodono	0,50	1,00	1	1,70
12	Wonoayu	0,50	1,00	0,5	1,50
13	Krian	0,50	1,00	0,5	1,50
14	Tulangan	0,50	1,00	0,25	1,40
15	Krembung	0,25	1,00	0,25	1,15
16	Prambon	0,50	1,00	0,75	1,60
17	Balong Bendo	0,50	0,80	0,75	1,20
18	Tarik	0,25	1,00	0,75	1,35

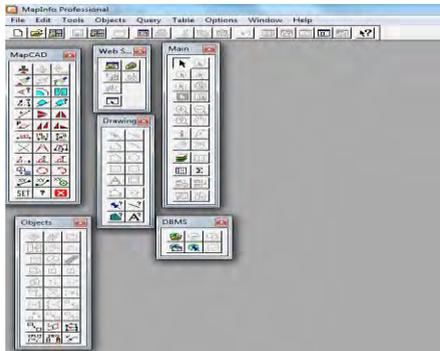
3.4 Perangkat Pendukung

Didalam penelitian ini diperlukan perangkat lunak untuk pengolahan data dan implementasi metode *Simple Additive Weighting*. Perangkat-perangkat yang dibutuhkan adalah sebagai berikut:

3.4.1 Mapinfo

Perangkat lunak Mapinfo V.10 digunakan untuk menampilkan persebaran menara eksisting dan menara baru telekomunikasi bersama di wilayah Kabupaten Sidoarjo. Pada gambar 3.5 merupakan tampilan dari *Mapinfo*. [2]

Peta *Mapinfo* dibuat dalam bentuk *layer*, satu *layer* dengan *layer* lainnya saling menumpuk. Masing-masing *layer* dibuat sendiri-sendiri, kemudian hasil penggabungan beberapa *layer* dibuka dalam satu *workspace*. Satu *layer* di *Mapinfo* dinamai sendiri-sendiri dan disimpan dalam *extension tab file*.



Gambar 3.5 Tampilan *Mapinfo*

3.4.2 Google Maps

Google maps digunakan untuk melihat lebih detail nama jalan-jalan yang ada di Kabupaten Sidoarjo. Sehingga kelihatan daerah-daerah di Kabupaten Sidoarjo. Pada google maps juga dapat dilihat menara eksisting dan menara baru. Kelemahannya adalah kita harus memiliki koneksi internet untuk dapat mengakses google maps.

3.4.3 Notepad ++

Perangkat Notepad++ digunakan untuk merancang *website* dalam bentuk file .php . Notepad++ merupakan perangkat lunak yang lebih mudah untuk dicari. Selain dapat menyimpan dalam bentuk file .php, Notepad++ juga dapat menyimpan file dalam bentuk .txt, .css, .asp dan masih banyak lagi bentuk file yang dapat disimpan. Pada gambar 3.6 merupakan tampilan dari Notepad++.



Gambar 3.6 Tampilan Notepad++

3.5 Perancangan Website

Perancangan *website* ini menggunakan perangkat lunak Notepad++. Perancangan *website* yang akan dibangun ini maka *user* dapat memilih salah satu pilihan yang tersedia pada tampilan *website*. Tampilan menu *website* yang akan dirancang adalah sebagai berikut :

1. Home

Home merupakan menu yang digunakan untuk memberikan salam pada user yang mengakses *website* ini serta kegunaan dari *website*.

2. Menara

Pada menu menara akan dibagi lagi menjadi dua yaitu :

a. Menara Eksisting

Dalam menu ini akan ditampilkan menara eksisting di setiap kecamatan. *User* dapat memilih untuk melihat menggunakan google maps atau image yang sudah disimpan dari Mapinfo.

b. Menara Baru

Dalam menu menara baru juga akan ditampilkan beberapa pilihan yaitu pembobotan, prioritas lokasi potensial, dan view.

Menu pembobotan berisikan informasi tentang nilai pembobotan kriteria. Menu prioritas lokasi potensial merupakan informasi tentang lokasi potensial dengan menggunakan metode *Simple Additive Weighting*. Menu view berisikan gambar zona menara baru yang dapat dilihat juga dari google maps.

c. Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW)

Menu ini ditampilkan untuk memberikan informasi kepada *user* tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Sidoarjo.

d. Peramalan Jumlah Penduduk

Menu ini disediakan untuk memberikan informasi kepada *user* tentang peramalan jumlah penduduk hingga 2019.

e. Peramalan Jumlah User

Menu ini disediakan untuk memberikan informasi kepada *user* tentang peramalan jumlah *user* seluler hingga tahun 2019.

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Persebaran Menara Eksisting

Kabupaten sidoarjo dengan luas wilayah 714,26 Km² dan rata-rata kepadatan penduduk 3.220,96 jiwa terdapat 389 Menara Eksisting dan 469 BTS yang sudah terpasang.

BTS yang terpasang pada menara tersebut adalah milik beberapa operator yaitu Telkomsel, Indosat, XL, NTS, HCPT, Smart, Esia STI, dan Flexi. Setiap kecamatan yang ada di Kabupaten Sidoarjo sudah memiliki menara. Pada tabel 4.1 dapat dilihat jumlah BTS yang terpasang pada masing-masing kecamatan.

Tabel 4.1 Persebaran Menara Eksisting di Kabupaten Sidoarjo

No	Kecamatan	Jumlah Menara	Teknologi 2G	Teknologi 3G	Jumlah BTS
1	Balong Bendo	14	14	8	22
2	Buduran	15	9	7	16
3	Candi	31	24	12	36
4	Gedangan	24	17	12	29
5	Jabon	3	3	0	3
6	Krembung	9	10	2	12
7	Krian	17	12	6	18
8	Porong	6	4	3	7
9	Prambon	13	20	0	20
10	Sedati	24	27	5	32
11	Sidoarjo	50	40	22	62
12	Sukodono	16	16	3	19
13	Taman	50	36	20	56
14	Tanggulangin	13	9	5	14
15	Tarik	14	14	1	15
16	Tulangan	8	7	2	9
17	Waru	70	64	20	84
18	Wonoayu	12	13	2	15
Total		389	339	130	469

Untuk visualisasi menara eksisting menggunakan google maps dan aplikasi Mapinfo yang sudah disimpan dalam format .png sehingga user

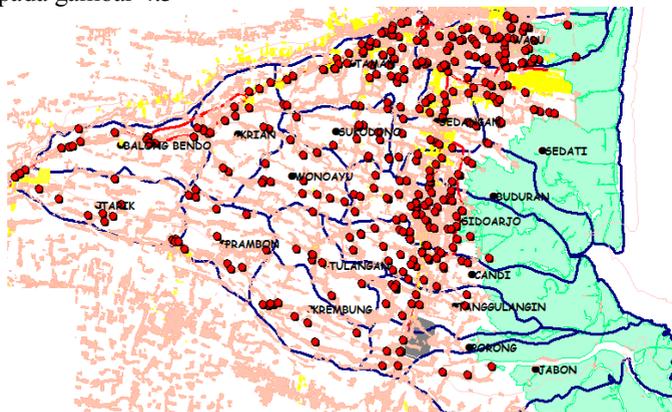
bisa melihat dalam image. pada gambar 4.1 dapat dilihat tampilan website menu menara eksisting. Menu menara eksisting ini memberikan kemudahan buat *user* untuk melihat zona menara eksisting per kecamatan.



Gambar 4.1 Menu Menara Eksisting

Untuk visualisasi titik menara eksisting dengan mapinfo dapat dilihat pada gambar 4.2 . Titik yang berwarna merah menandakan titik menara eksisting. Warna pink menandakan daerah pemukiman, warna kuning menandakan daerah industri, biru muda menandakan daerah tambak ikan.

Untuk visualisasi menara eksisting dengan google maps dapat dilihat pada gambar 4.3

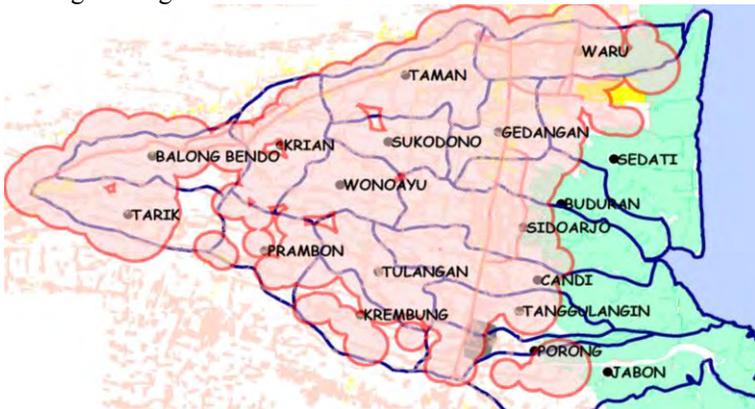


Gambar 4.2 Visualisasi Titik Menara Eksisting Mapinfo



Gambar 4.3 Visualisasi Zona Menara Eksisting dengan Google Maps

Sedangkan untuk visualisasi zona menara merah atau zona menara eksisting dapat dilihat pada gambar 4.4. zona menara merah ini artinya adalah daya cakupan BTS yang dapat dilayani oleh menara BTS. Masing- masing BTS memiliki daya cakupan yang berbeda-beda tergantung pada tingginya menara dan daya pancar pada antena BTS. Untuk teknologi 3G daya cakupannya lebih kecil dibandingkan teknologi 2G. Hal ini disebabkan karena daya pancar pada 3G lebih kecil dibandingkan dengan daya pancar pada teknologi 2G. Umumnya teknologi 2G digunakan di daerah *rural*.



Gambar 4.4 Visualisasi Zona Menara Eksisting dengan Mapinfo

4.2 Perencanaan Kebutuhan Menara Baru Telekomunikasi Bersama

4.2.1 Perhitungan Estimasi Jumlah Pengguna Layanan Seluler

Persentase rata-rata kepadatan penduduk Kabupaten Sidoarjo adalah sebesar 2,19% dan rata-rata kepadatan penduduk 3221 jiwa . untuk menghitung Jumlah pengguna layanan seluler dapat menggunakan persamaan 3.2. Kabupaten Sidoarjo termasuk didalam wilayah Jawa Timur, sehingga teledensitas untuk Kabupaten Sidoarjo adalah 56,5% yang dapat dilihat pada gambar 3.3.

Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Estimasi Jumlah Pengguna Layanan Seluler

No	Kecamatan	Junlah Penduduk 2019	Jumlah User 2019
1	Waru	244.701	138.256
2	Sedati	117.696	66.498
3	Gedangan	155.842	88.051
4	Buduran	119.776	67.673
5	Sidoarjo	238.756	134.897
6	Candi	205.595	116.161
7	Tanggulangin	97.326	54.989
8	Porong	64.162	36.252
9	Jabon	50.314	28.427
10	Taman	243.167	137.389
11	Sukodono	165.128	93.297
12	Wonoayu	79.355	44.836
13	Krian	148.502	83.904
14	Tulangan	107.090	60.506
15	Krembung	61.436	34.711
16	Prambon	73.510	41.533
17	Balong Bendo	73.785	41.689
18	Tarik	66.069	37.329
	Total	2.312.210	1.306.399

Dengan asumsi teledensitas tersebut maka jumlah pengguna layanan seluler di Kabupaten Sidoarjo tahun 2019 dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 3.2 dan hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel 4.2 .

4.2.2 Perhitungan Kapasitas Total Trafik dan Estimasi Kebutuhan BTS

Total trafik yang dibangkitkan di Kabupaten Sidoarjo diketahui dari jumlah kanal atau saluran yang terdapat pada BTS. Pada perencanaan ini diasumsikan tiap BTS menggunakan konfigurasi BTS 3/3/3 yang artinya 1 sektor BTS tersebut memiliki 3TRx (*Transceiver dan Receiver*). Setiap TRx yang digunakan memiliki 8 *timeslot* atau kanal, masing – masing kanal ini akan diduduki oleh satu panggilan atau pembicaraan dari pelanggan. Dalam 1 sektor BTS 2 kanal akan digunakan untuk kanal *signalling* yaitu kanal SDCCH dan kanal BCCH dan sisanya untuk kanal pembicaraan. Sehingga Kapasitas 1 BTS yang terdiri atas 3 antena sektoral adalah $\{(3 \times 8) - 2\} \times 3 = (24 - 2) \times 3 = 66$ kanal pembicaraan.

Pada tiap BTS memiliki batasan nilai GOS (*Grade of Service*) yang merupakan persentase kegagalan dalam melayani panggilan. Dalam kasus ini asumsi nilai GOS adalah 2%. Dari asumsi tersebut maka trafik yang dimiliki tiap sektor BTS dapat dihitung dengan menggunakan Tabel Erlang B. Dalam tabel Erlang B pada kolom sebelah kanan adalah jumlah kanal yang tersedia dalam 1 sektor, sedangkan pada baris atas adalah nilai GOS. Untuk nilai GOS 2% dan jumlah kanal 66 maka kapasitas trafik yang disediakan adalah 55,33 Erlang.

Dengan asumsi panggilan rata – rata pengguna seluler di Kabupaten Sidoarjo untuk daerah *rural* 45 menit per hari dan untuk *suburban* 60 menit per hari. Sebagai contoh untuk daerah *rural* maka intensitas trafiknya seperti dibawah ini.

$$A = \frac{V}{T} = \frac{45}{24 \times 60} = 31,25$$

Dengan menggunakan persamaan 2.1 dan 3.3. maka total trafik yang dibangkitkan dapat dilihat pada tabel 4.3.

4.2.3 Perhitungan Jumlah BTS dan Menara Telekomunikasi

Setelah menghitung kapasitas 1 BTS dengan menggunakan 3 antena sektoral, maka kemampuan BTS juga dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 3.4 yaitu:

$$\text{Kemampuan BTS} = \frac{\text{Kapasitas 1 BTS}}{\text{Trafik per pelanggan}} = \frac{55,33 \text{ Erlang}}{31,25 \text{ mliErlang}} = 1771 \text{ user/BTS}$$

Untuk mengetahui jumlah BTS yang dibutuhkan di Kabupaten Sidoarjo dapat menggunakan persamaan 3.5 sebagai contoh untuk kecamatan Balong Bendo kebutuhan jumlah BTS di tahun 2019 yaitu

$$B = \frac{T}{E} = \frac{1303}{55,33} = 24 \text{ BTS (dibulatkan keatas)}$$

Setelah melakukan perhitungan jumlah BTS yang dibutuhkan untuk tahun 2019 maka dilakukan perhitungan untuk jumlah kebutuhan menara telekomunikasi bersama untuk tahun 2019 dengan menggunakan persamaan 3.6.

$$M_t = \frac{B_t - B_o}{3} + M_o = \frac{24 - 22}{3} + 14 = 15 \text{ menara (dibulatkan keatas)}$$

Jumlah kebutuhan BTS dan menara baru telekomunikasi dapat dilihat pada tabel 4.4.

Dengan demikian penambahan jumlah BTS untuk memenuhi kebutuhan trafik pada tahun 2019 adalah selisih antara jumlah BTS 2019 dan jumlah BTS 2014 yaitu 305 dengan asumsi satu menara telekomunikasi digunakan minimal 3 BTS (Peraturan Daerah Kabupaten Sidoarjo Nomor 3 Tahun 2012 Tentang Penyelenggaraan dan Retribusi Pengendalian Menara Telekomunikasi) maka jumlah kebutuhan menara telekomunikasi pada tahun 2019 adalah:

$$\frac{305}{3} = 102 \text{ (dibulatkan ke atas)}$$

Sedangkan untuk zona menara baru yang digambarkan sebagai zona biru pada peta mapinfo dan *google maps*. Asumsi satu zona biru bisa ditempati oleh dua menara telekomunikasi (Peraturan Daerah Kabupaten Sidoarjo Nomor 3 Tahun 2012 Tentang Penyelenggaraan dan Retribusi Pengendalian Menara Telekomunikasi) maka jumlah zona menara baru adalah:

$$\text{Zona menara baru} = \frac{\left(\frac{774 - 469}{3}\right)}{2} = 51 \text{ zona (dibulatkan keatas)}$$

Penentuan letak menara baru digambarkan sebagai zona bukan sebagai titik karena kondisi lapangan bisa jadi berbeda dengan kondisi yang diharapkan. Sebagai contoh, ditentukan sebuah titik penempatan menara baru namun pada kondisi lapangan titik tersebut belum tentu bisa dibangun menara baru bisa jadi titik tersebut berupa kolom, pemakaman dan lain-lain. Dengan digambarkan sebagai zona maka peletakan posisi menara dapat menyesuaikan adal masih dalam jarak toleransi yang telah ditentukan dari radius zona menara baru.

Tabel 4.3 Total Kebutuhan Trafik Yang Dibangkitkan Pada Tahun 2019

No	Kecamatan	Jumlah Penduduk	Jumlah User	Trafik (Erlang)
1	Waru	244701	138256	3318
2	Sedati	117696	66498	1596
3	Gedangan	155842	88051	2113
4	Buduran	119776	67673	1624
5	Sidoarjo	238756	134897	405
6	Candi	205595	116161	2788
7	Tanggulangin	97326	54989	1320
8	Porong	64162	36252	870
9	Jabon	50314	28427	682
10	Taman	243167	137389	3297
11	Sukodono	165128	93297	2239
12	Wonoayu	79355	44836	1076
13	Krian	148502	83904	2014
14	Tulangan	107090	60506	1452
15	Krembung	61436	34711	833
16	Prambon	73510	41533	997
17	Balong Bendo	73785	41689	1001
18	Tarik	66069	37329	896
Total		2312210	1306399	28521

4.3 Hasil Implementasi *Simple Additive Weighting*

Dari bab III sebelumnya telah dijelaskan tentang implementasi *Simple Additive Weighting* dimulai dari penentuan kriteria, pembobotan, normalisasi matriks hingga nilai V_i dari masing-masing alternatif. Alternatif yang digunakan adalah 18 kecamatan yang ada di Kabupaten Sidoarjo. Dari hasil nilai V_i tersebut maka dilakukan perangkingan. Nilai V_i yang terbesar merupakan prioritas lokasi potensial dibangun

menara baru. Pada tabel 4.5 dapat dilihat urutan nilai V_i yang terbesar hingga yang terkecil.

Tabel 4.4 Jumlah Kebutuhan BTS dan Menara Baru Untuk Tahun 2019

No	Kecamatan	Kebutuhan Menara 2019		Menara Eksisting 2014	
		Jumlah BTS	Jumlah Menara	Jumlah BTS	Jumlah Menara
1	Waru	79	68	84	70
2	Sedati	38	26	32	24
3	Gedangan	50	31	29	24
4	Buduran	39	23	16	15
6	Candi	66	41	36	31
7	Tanggulangin	32	19	14	13
8	Porong	21	11	7	6
9	Jabon	17	8	3	3
10	Taman	78	58	56	50
11	Sukodono	53	28	19	16
12	Wonoayu	26	16	15	12
13	Krian	48	27	18	17
14	Tulangan	35	17	9	8
15	Krembung	20	12	12	9
16	Prambon	24	15	20	13
17	Balong Bendo	24	15	22	14
18	Tarik	22	17	15	14
Total		774	496	469	389

Dari 18 alternatif kecamatan yang ada di Kabupaten Sidoarjo, kecamatan Sukodono memiliki nilai V_i yang paling tinggi yang artinya kecamatan sukodono merupakan kecamatan yang memiliki potensi yang sangat tinggi untuk membangun menara baru, dan Kecamatan Taman merupakan prioritas kedua, sedangkan untuk kecamatan Sidoarjo memiliki prioritas paling terendah. Kecamatan dengan prioritas terendah masih memiliki peluang untuk dibangun menara baru misalnya kecamatan Jabon, Krembung dan kecamatan lainnya.

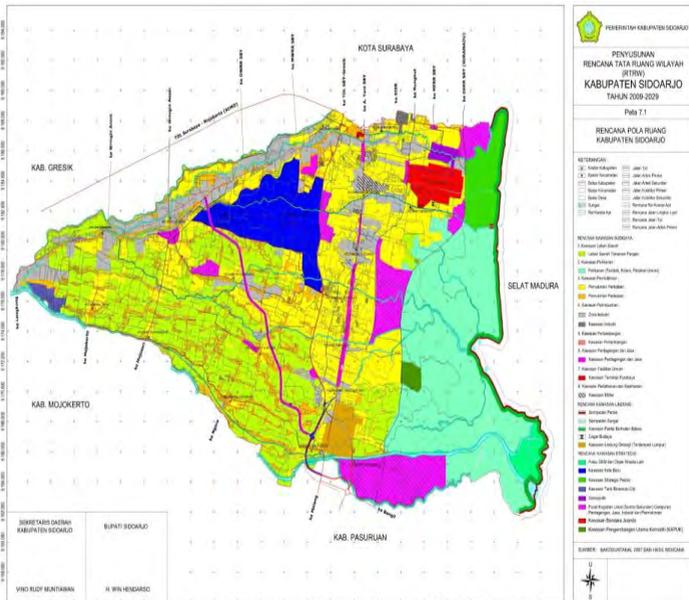
Tabel 4.5 Perangkingan Nilai Vi

No	Kecamatan	Kriteria			Pembobotan
		C1	C2	C3	Vi
1	Sukodono	0,50	1,00	1	1,70
2	Taman	1,00	0,60	1	1,67
3	Buduran	0,50	1,00	0,75	1,60
4	Prambon	0,50	1,00	0,75	1,60
5	Waru	1	0,20	1	1,56
6	Gedangan	0,75	0,80	1	1,55
7	Wonoayu	0,50	1,00	0,5	1,50
8	Krian	0,50	1,00	0,5	1,50
9	Candi	0,75	0,80	0,75	1,45
10	Tanggulangin	0,50	1,00	0,25	1,40
11	Porong	0,50	1,00	0,25	1,40
12	Tulangan	0,50	1,00	0,25	1,40
13	Tarik	0,25	1,00	0,75	1,35
14	Balong Bendo	0,50	0,80	0,75	1,20
15	Jabon	0,25	1,00	0,25	1,15
16	Krembung	0,25	1,00	0,25	1,15
17	Sedati	0,25	0,80	1	1,05
18	Sidoarjo	0,50	0,40	0,75	1,00

4.4 Rencana Tata Ruang dan Wilayah Kabupaten Sidoarjo

Berdasarkan PERDA No.6 Tahun 2009 Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Sidoarjo Tahun 2009 – 2029 dapat diketahui rencana pembangunan dan pusat keramaian di Kabupaten Sidoarjo. Daerah Sukodono merupakan salah satu kecamatan yang direncanakan sebagai kawasan kota baru yang berarti akan memiliki potensi sebagai pusat keramaian penduduk. Kemudian kecamatan Jabon, Krian, Waru, daerah lingkaran timur, dan daerah sekitar Bandara Internasional Juanda akan direncanakan sebagai pusat perdagangan, sehingga mobilitas

penduduk akan meningkat di wilayah ini. Jalan raya Surabaya – Mojokerto juga akan dialokasikan sebagai kawasan industri, sehingga kawasan sepanjang jalan raya ini merupakan daerah keramaian penduduk. Pada daerah - daerah yang akan menjadi kawasan keramaian penduduk merupakan salah satu daerah yang memiliki potensi dibangun menara baru. Penentuan zona bebas menara dan zona menara harus mengacu pada PERDA No. 6 Tahun 2009 yang dapat dilihat pada gambar 4.5



Gambar 4.5 Rencana Tata Ruang dan Wilayah Kabupaten Sidoarjo

4.5 Penempatan Lokasi Potensial Menara Baru

Setelah melakukan penghitungan jumlah BTS yang dibutuhkan untuk tahun 2019 di Kabupaten Sidoarjo dan diketahui wilayah mana yang menjadi lokasi potensial yang akan dibangun menara baru maka dapat ditentukan posisi zona menara. Penentuan posisi zona menara baru harus berdasarkan RTRW Kabupaten Sidoarjo.

Menurut Peraturan Daerah Kabupaten Sidoarjo No.3 Tahun 2012 Tentang Penyelenggaraan dan Retribusi Pengendalian Menara Telekomunikasi , Zona *cell planning* adalah batasan area persebaran

peletakan menara telekomunikasi bersama berdasarkan potensi ruang yang tersedia dalam radius 300 m. Setiap zona *cell planning* hanya diperbolehkan maksimal tiga menara telekomunikasi. Dalam menentukan lokasi menara baru ini menggunakan zona dengan radius 300 m dari titik pusat zona menara baru.

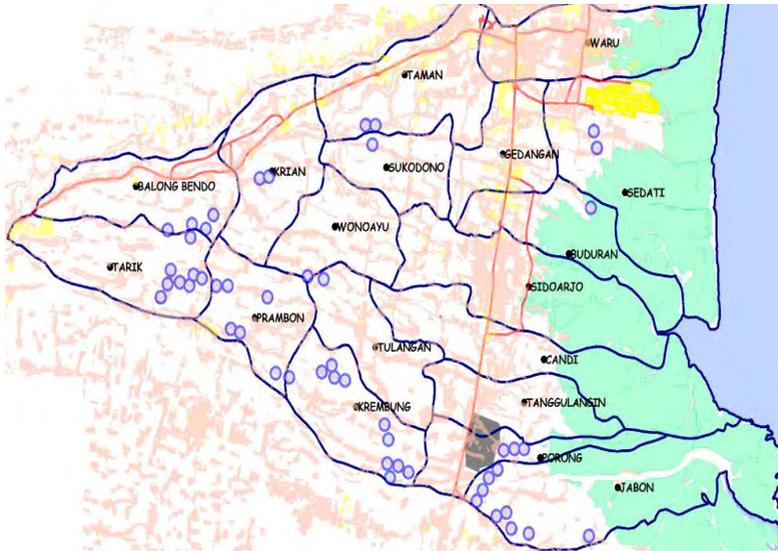
Visualisasi menara baru dapat dilihat melalui *image* yang diolah dari peta Mapinfo dan dari google maps. Visualisasi ini tersedia dalam tampilan website.

Visualisasi zona menara baru dari Mapinfo yang sudah disimpan dalam bentuk *image* ditampilkan dalam bentuk lingkaran berwarna biru dengan radius 300 m dari titik pusat menara baru. Visualisasi tidak digambarkan dengan titik melainkan dalam zona disebabkan kondisi lokasi yang masih belum akurat. Sehingga dengan digambarkan dengan zona maka peletakan posisi menara dapat menyesuaikan asal masih dalam jarak toleransi yang telah ditentukan dari radius zona menara baru. Pada gambar 4.6 dan 4.8 dapat dilihat persebaran zona menara baru dari Mapinfo dan google maps.

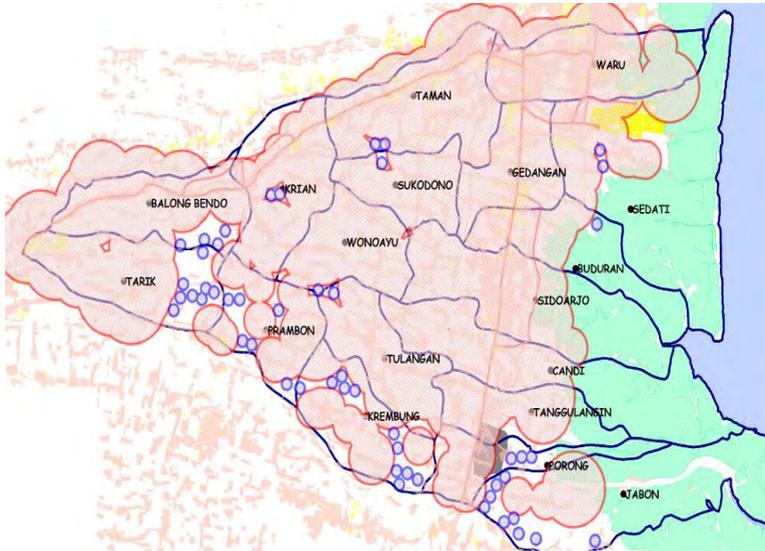
Menurut perhitungan jumlah BTS yang dibutuhkan tahun 2019 di Kabupaten Sidoarjo terdapat 52 zona menara baru dan 102 BTS yang akan dibangun. Menurut perhitungan kecamatan Waru tidak perlu menambah menara baru karena menara eksisting yang telah ada mampu memenuhi kebutuhan penduduk akan layanan seluler. Sementara pada implementasi *simple additive weighting* waru mendapatkan posisi prioritas kelima. Sedangkan kecamatan Sidoarjo mendapatkan posisi prioritas terendah.

Untuk kecamatan Krembung merupakan kecamatan yang mendapatkan penambahan menara paling banyak yaitu 11 zona menara baru namun memiliki prioritas tiga terendah. Proses plotting zona menara baru memperhatikan area pemukiman, kawasan area strategis, kawasan perindustrian dan perdagangan seperti yang tertera pada RTRW Kabupaten Sidoarjo.

Pada gambar 4.7 merupakan visualisasi zona menara baru dari google maps.



Gambar 4.6 Persebaran Zona Menara Baru Mapinfo



Gambar 4.7 Persebaran Menara Baru dan Menara Eksisting



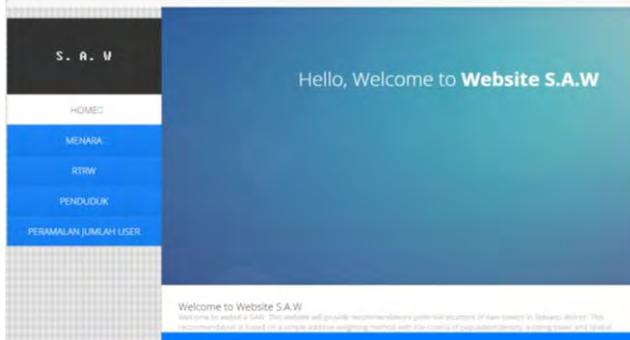
Gambar 4.8 Zona Menara Baru dari Google Maps

4.6 Tampilan Website

Website ini digunakan sebagai salah satu sistem pendukung keputusan dari data yang sudah diinputkan. Website ini bersifat statis. Dengan menggunakan website ini, *user* dapat melihat menara eksisting dan menara baru, RTRW, peramalan penduduk, dan peramalan jumlah *user*.

4.6.1 Tampilan *Home*

Pada gambar 4.9 dapat dilihat tampilan *Home*. Dimana menu ini merupakan beranda untuk website SAW.



Gambar 4.9 Tampilan *Home*

4.6.2 Tampilan Menara

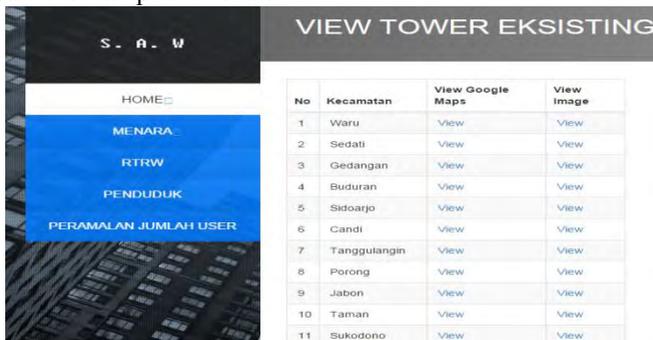
Untuk menu menara diberikan dua pilihan yaitu menara eksisting dan menara baru. Menara eksisting berisikan informasi tentang menara

eksisting yang ada di Kabupaten Sidoarjo yang dapat dilihat dengan mengakses di google Maps atau hanya melihat gambar yang sudah diolah dari Mapinfo.

Menara baru berisikan informasi tentang Pembobotan dari setiap kriteria yang digunakan, Prioritas, dan View untuk melihat menara baru. Pada menara baru ini dimasukkan metode *Simple Additive Weighting*. Pada gambar 4.10 dapat dilihat tampilan menu menara, dan pada gambar 4.11 merupakan tampilan menara eksisting.

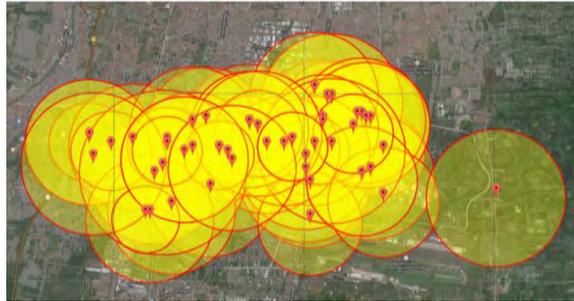


Gambar 4.10 Tampilan Menara



Gambar 4.11 Tampilan Menara Eksisting

Pada gambar 4.12 dan 4.13 merupakan salah satu contoh tampilan menara eksisting yang diakses dengan google maps atau *image*. menara eksisting dapat diakses per kecamatan, per teknologi 2G dan 3G, menara sendiri, menara bersama ataupun menunjukkan keseluruhan menara eksisting yang ada di Kabupaten Sidoarjo.



Gambar 4.12 Menara Eksisting Kecamatan Waru dari Google Maps



Gambar 4.13 Menara Eksisting Kecamatan Waru dari Image

Pada gambar 4.14 merupakan tampilan dari menu menara baru pembobotan yang berisikan informasi tentang pembobotan kriteria.

1. Pembobotan Kepadatan Penduduk C1

Range C1	Bilangan Fuzzy	Nilai
0-2000	Rendah (R)	0,2
2001 - 4000	Sedang (S)	0,4
4001 - 6000	Tengah (T1)	0,6
6001 - 8000	Tinggi (T2)	0,8
>8000	Sangat Tinggi (ST)	1

2. Pembobotan Jumlah BTS Eksisting C2

Range C2	Bilangan Fuzzy	Nilai
0-20	Rendah (R)	1
21-40	Sedang (S)	0,8
41-60	Tengah (T1)	0,6
61-80	Tinggi (T2)	0,4
>80	Sangat Tinggi (ST)	0,2

Gambar 4.14 Menu Pembobotan Kriteria

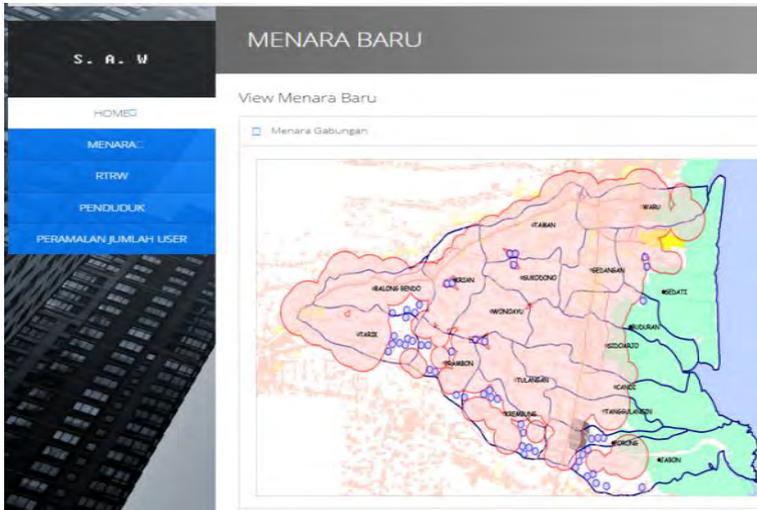


Urutan	Kecamatan	C1	C2	C3	Pembobotan
1	Sukodono	0.500	1.000	1.000	1.700
2	Taman	1.000	0.600	1.000	1.670
3	Prambon	0.500	1.000	0.750	1.600
4	Buduran	0.500	1.000	0.750	1.600
5	Waru	1.000	0.200	1.000	1.560
6	Gedangan	0.750	0.800	1.000	1.550
7	Wonoayu	0.500	1.000	0.500	1.500
8	Krian	0.500	1.000	0.500	1.500
9	Candi	0.750	0.800	0.750	1.450
10	Porong	0.500	1.000	0.250	1.400
11	Tanggulangin	0.500	1.000	0.250	1.400
12	Tulangan	0.500	1.000	0.250	1.400

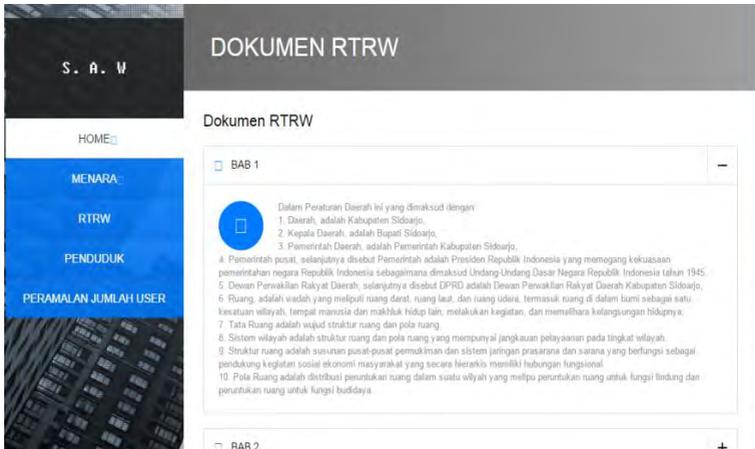
Gambar 4.15 Menu Prioritas

Pada gambar 4.15 merupakan tampilan dari menu menara baru prioritas yang menunjukkan prioritas lokasi potensial yang paling utama digunakan.

Pada gambar 4.16, 4.17, dan gambar 4.18 merupakan tampilan pada website untuk melihat zona menara baru.



Gambar 4.16 Tampilan Menara Baru dan Menara Eksisting



Gambar 4.19 Tampilan Menu RTRW

4.6.4 Tampilan Penduduk

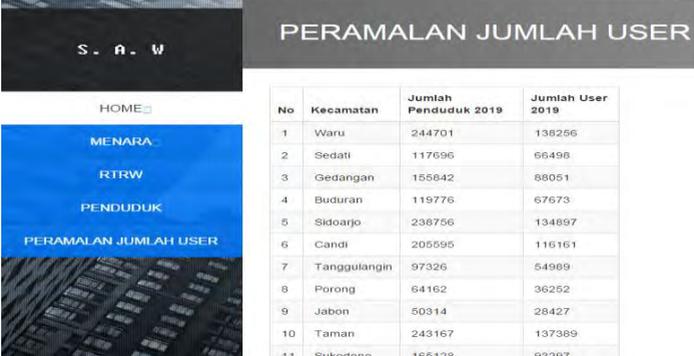
Pada gambar 4.20 merupakan tampilan menu penduduk yang merupakan informasi tentang peramalan jumlah penduduk tahun 2019 di Kabupaten Sidoarjo.

No	Kecamatan	Laju Pertumbuhan	2015	2017	2019
1	Waru	11.38	259704.75	322176.84	399677.00
2	Sedati	4.91	105533.17	116150.94	127837.00
3	Gedangan	6.82	149233.95	170283.58	194303.00
4	Buduran	4.90	105381.49	115961.90	127605.00
5	Sidoarjo	10.12	228453.85	277032.61	335942.00
6	Candi	7.98	176618.57	205931.60	240110.00
7	Tanggulangin	4.35	93074.98	101348.63	110358.00
8	Porong	3.10	65591.19	69720.88	74111.00
9	Jabon	2.40	50301.95	52745.42	55308.00
10	Taman	10.79	244966.66	300682.47	369071.00
11	Sukodono	6.23	135623.84	153048.97	172713.00

Gambar 4.20 Tampilan Menu Penduduk

4.6.5 Tampilan Peramalan Jumlah User

Pada gambar 4.21 merupakan tampilan menu peramalan jumlah user tahun 2019 di Kabupaten Sidoarjo.



No	Kecamatan	Jumlah Penduduk 2019	Jumlah User 2019
1	Waru	244701	138256
2	Sedati	117696	66498
3	Gedangan	155842	88051
4	Buduran	119776	67673
5	Sidoarjo	238756	134897
6	Candi	205595	116161
7	Tanggulangin	97326	54989
8	Porong	64162	36252
9	Jabon	50314	28427
10	Taman	243167	137389
11	Sukodono	165128	93297

Gambar 4.21 Tampilan Menu Peramalan Jumlah User

4.7 Review Tugas Akhir

Pada tugas akhir Muthmainnah dengan judul “Optimasi Penempatan Lokasi Potensial Menara Baru Bersama Telekomunikasi Seluler Dengan Menggunakan Fuzzy Clustering di Daerah Sidoarjo” terdapat beberapa perbedaan dengan tugas akhir ini yaitu:

1. Hasil perhitungan jumlah menara.

Perhitungan jumlah menara untuk tahun 2019 menurut tugas akhir Muthmainnah adalah sebanyak 97 menara baru sedangkan pada tugas akhir ini jumlah menara yang dibutuhkan pada tahun 2019 adalah sebanyak 102 menara. Hal ini disebabkan karena perbedaan asumsi. Asumsi yang digunakan pada tugas akhir Muthmainnah satu menara terdiri dari 4 BTS sedangkan pada tugas akhir ini digunakan asumsi satu menara terdiri dari 3BTS.

2. Prioritas lokasi potensial

Menurut tugas akhir Muthmainnah prioritas lokasi potensial terdapat di kecamatan Balong bendo, Sidoarjo dan Candi sedangkan berdasarkan tugas akhir ini prioritas lokasi potensial terdapat di kecamatan Sukodono, Taman, dan Buduran. Hal ini disebabkan karena tugas akhir Muthmainnah menggunakan metode *Fuzzy Clustering* sedangkan tugas akhir ini menggunakan *Fuzzy Simple Additive Weighting*. Kriteria yang

digunakan pada tugas akhir Muthmainnah adalah jumlah penduduk, luas wilayah dan kebutuhan menara lima tahun kedepan sedangkan kriteria yang digunakan pada tugas akhir ini adalah kepadatan penduduk, jumlah BTS eksisting dan rencana tata ruang dan wilayah Kabupaten Sidoarjo. Pada metode *Fuzzy Clustering* akan ditentukan jumlah cluster yang optimal sesuai kriteria kemudian akan dijadikan titik pusat cluster dari jumlah cluster yang sudah ditemukan kemudian dilakukan optimasi dari titik tersebut dengan menggunakan minimasi fungsi pathloss sedangkan pada metode Fuzzy SAW akan dicari jumlah pembobotan yang tertinggi dan pembobotan yang tertinggi akan dijadikan lokasi potensial. Metode Fuzzy SAW ini tidak digunakan untuk optimasi namun sebagai sistem pendukung keputusan berbeda dengan fuzzy clustering yang menggabungkan metode harmony search untuk mengoptimasi cluster-cluster yang ada sehingga ditemukan titik potensial.

3. Pada tugas akhir Muthmainnah radius zona menara baru yang digunakan adalah 500 meter sedangkan pada tugas akhir ini digunakan radius 300 meter berdasarkan Peraturan Daerah Kabupaten Sidoarjo Nomor 3 Tahun 2012 Tentang Penyelenggaraan dan Retribusi Pengendalian Menara Telekomunikasi.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil perencanaan sel yang dilakukan di Kabupaten Sidoarjo dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Untuk memenuhi kebutuhan BTS tahun 2019 di Kabupaten Sidoarjo dibutuhkan 774 BTS yang ditopang oleh 496 menara dengan total trafik 42231 Erlang.
2. Dari perbandingan jumlah menara eksisting tahun 2014 dan kebutuhan tahun 2019 maka dibutuhkan sebanyak 102 menara untuk mencukupi kebutuhan menara tahun 2019 dan 51 zona menara baru.
3. Dari implementasi *Simple Additive Weighting* kecamatan Sukodono, Taman, dan Buduran merupakan alternatif lokasi dengan potensi tertinggi dibangun menara baru dan kecamatan Sidoarjo, Sedati dan Krembung merupakan potensi terendah dibangun menara baru. Kriteria yang digunakan adalah kepadatan penduduk, jumlah BTS eksisting dan Rencana Tata Ruang dan Wilayah Kabupaten Sidoarjo,
4. Dari implementasi metode *Fuzzy Clustering* kecamatan Balong Bendo, Sidoarjo dan Candi merupakan prioritas tertinggi dibangun menara baru. Kriteria yang digunakan pada metode *Fuzzy Clustering* adalah jumlah penduduk, luas wilayah, dan kebutuhan menara lima tahun kedepan.
5. Metode *Simple Additive Weighting* dapat digunakan sebagai elemen sistem pendukung keputusan lokasi potensial menara baru di Kabupaten Sidoarjo

5.2 Saran

Untuk memperoleh hasil yang maksimal diperlukan beberapa saran yaitu :

1. Sistem pendukung keputusan perlu ditambahkan fitur tambahan seperti *input* nilai kriteria, dan link untuk izin pembangunan menara.
2. Perlu ditambahkan kriteria untuk implementasi *Simple Additive Weighting* agar diperoleh nilai V_i yang lebih kecil.

3. Menara eksisting harus dimaksimalkan untuk penambahan jumlah BTS agar menekan jumlah pembangunan menara baru yang berlebihan.
4. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menambahkan metode optimasi dan membandingkan metode optimasi agar diperoleh hasil yang maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Huda, Yasdinul. “Konsep Dasar Telekomunikasi Seluler”. FT Universitas Negeri Padang. Padang. 2008.
- [2] Nur Hanifah, Nisrina. “Perencanaan Lokasi Potensial Menara Telekomunikasi Bersama dengan Dukungan Sistem Informasi Geografis (SIG). Surabaya. 2014
- [3] Tri Sasongko, Ervin. “Perencanaan dan Penataan Menara Telekomunikasi Seluler Bersama di Kabupaten Sidoarjo Menggunakan *Mapinfo* “. Jurusan Teknik Elektro Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya. 2014
- [4] Teuinsuska,. “Konsep Trafik”. Jakarta. 2009
- [5] Surat Edaran Direktur Jendral Penataan Ruang Kementerian Pekerjaan Umum Nomor 06/SE/Dr/2011 tentang petunjuk Teknis Kriteria Lokasi Menara Telekomunikasi. Jakarta. 2011
- [6] Rizky, Endah. “Perbedaan Rural dan Urban “. Jakarta. 2013.
- [7] Kusumadewi, Sri dkk. “*Fuzzy Multi - Attribute Decision Making (Fuzzy MADM)* “. Graha Ilmu. Yogyakarta. 2006.
- [8] Badan Pusat Statistik. “Kabupaten Sidoarjo dalam Angka 2014”. Sidoarjo. 2014
- [9] Kementerian Komunikasi dan Informatika Republik Indonesia. “Indikator TIK 2011”. Kementerian KOMINFO. Jakarta. 2011.
- [10] Badan Koordinasi Survey dan Pemetaan Nasional (BAKOSURTANAL). Peta Digital *Mapinfo* Kabupaten Sidoarjo.
- [11] Rappaport, Theodore. “*Wireless Communication*”. Prentice Hall. 2002
- [12] *European Telecommunication Standard Institute*. “*Digital Cellular Telecommunication System (Phase 2+); Radio Network Planning Aspects (3GPP TR 43.030 Version 9.0.0 Release 9)*”. ETSI. 2010.
- [13] Adha Manjayanti, Dwi. “Perencanaan dan Penataan Menara Telekomunikasi Seluler Bersama di Kabupaten Bangkalan Menggunakan *Mapinfo*”. Jurusan Teknik Elektro Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya. 2014
- [15] Fauzi, Asyik. “ Perencanaan Kebutuhan *Base Transceiver Station (BTS)* dan Optimasi Penempatan menara Bersama Telekomunikasi”. Jurusan Teknik Elektro Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya. 2011

- [16] Ginting Munthe, Hotmaria. “Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Prioritas Usulan Sertifikasi Guru dengan Metode *Simple Additive Weighting* “Pelita Informasi Budi Darma, Vol 4, P.52-58, Medan. Agustus, 2013.
- [17] Muchti, Nachwan.”Modul Sistem Komunikasi Bergerak Seluler”.Jakarta. 2003
- [18] Peraturan Bersama Menteri Nomor 18, 07/PRT/M/2009, Nomor 19/PER/M.KOMINFO/03/2009 dan Nomor 3/P/2009 Tahun 2009 tentang Pedoman Pembangunan dan Penggunaan Bersama Menara Telekomunikasi. Jakarta. 2009.
- [19] Peraturan Daerah Kabupaten Sidoarjo Nomor 6 Tahun 2009 Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupatn Sidoarjo Tahun 2009 – 2029. Sidoarjo. 2009
- [20] Peraturan Daerah Kabupaten Sidoarjo Nomor 3 Tahun 2012 Tentang Penyelenggaraan dan Retribusi Pengendalian Menara Telekomunikasi. Sidoarjo. 2012
- [21] Peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika Republik Indonesia Nomor : 02/PER/M.KOMINFO/3/2008 Tentang Pedoman Pembangunan dan Penggunaan Menara Bersama Telekomunikasi”. Jakarta. 2008.

LAMPIRAN A

LEMBAR PENGESAHAN PROPOSAL

Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri - ITS

TE 141599 TUGAS AKHIR – 4 SKS

Nama Mahasiswa : Lucyana Angel Christine
Nomor Pokok : 2212 106 061
Bidang Studi : Telekomunikasi Multimedia
Tugas Diberikan : Semester Gasal 2014/ 2015
Dosen Pembimbing : Dr. Ir. Achmad Mauludiyanto, MT.
Judul Tugas Akhir : **Sistem Pendukung Keputusan Perencanaan Penempatan Lokasi Potensial Menara Baru Bersama Telekomunikasi Seluler di Daerah Sidoarjo Menggunakan Metode Simple Additive Weighting (SAW)**
(Decision Support System for Planning Location Potential Cellular Telecommunication New Tower Placement in Sidoarjo Using Simple Additive Weighting (SAW) Method)

23 SEP 2014

Uraian Tugas Akhir :

Perkembangan teknologi mengalami peningkatan yang pesat khususnya dibidang telekomunikasi misalnya pada GSM dan CDMA. Semakin berkembangnya teknologi maka semakin banyak juga pengguna sehingga operator akan menambah penggunaan antena dan kemudian penambahan menara untuk menyokong penambahan antena. Banyaknya menara telekomunikasi akan menimbulkan banyak efek yang tidak baik. Oleh karena itu dikeluarkan Peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika Nomor : 02/PER/M.KOMINFO/3/2008 tentang Pedoman Pembangunan dan Penggunaan Menara Telekomunikasi Bersama dimana dengan satu menara telekomunikasi harus diisi lebih dari satu operator. Untuk itu dalam tugas akhir ini diharapkan mampu menentukan lokasi potensial untuk menara baru bersama telekomunikasi di daerah Sidoarjo berdasarkan prioritas dengan menggunakan metode *Simple Additive Weighting (SAW)* untuk lima tahun ke depan.

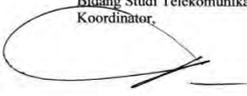
Dosen Pembimbing


Dr. Ir. Achmad Mauludiyanto, MT.
NIP 19610903 198903 100 1

Mengetahui,
Jurusan Teknik Elektro ITS
Ketua,


Dr. Tri Arief Sardjono, ST., MT.
NIP : 19700212 199512 100 1

Menyetujui,
Bidang Studi Telekomunikasi Multimedia
Koordinator,


Dr. Ir. Endrovono, DEA.
NIP : 19650404 199102 100 1

Gambar A.1. Lembar Pengesahan Proposal

LAMPIRAN B

LEMBAR MONITORING KEGIATAN TUGAS AKHIR



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
Kampus ITS Gedung B B. C Sukolilo Surabaya - 60111
Telp. (031) 594 7302, 5994251 s/d 54 Ples. 1206
Fax. (031) 5931237
e-mail : elits@ee.its.ac.id
Website: <http://www.ee.its.ac.id>

MONITORING KEGIATAN TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : Lucyara Angel Christine Nrp 2212.106.061

Judul Tugas Akhir : Sistem Pendukung Keputusan Perencanaan Penempatan Lokasi Potensial Menara Baru Bersama Telekomunikasi Seluler di Daerah Kabupaten Sidoarjo Menggunakan Metode Simple Additive Weighting SAW NIP 1910903 1989 03 100 1

Bulan Proposal Disahkan : September 2014

Dosen Pembimbing 1 : Dr. Ir. Achmad Mauldiyanto, MT NIP

Dosen Pembimbing 2 : NIP

No	Tanggal	Uraian Kegiatan	Tanda Tangan			Keterangan
			Pembimbing (1)	Pembimbing (2)	Mahasiswa	
1	18/09/14	Mempelajari metode				
2	23/09/14	Mempelajari Metode				
3	02/10/14	Perhitungan excel date				
4	09/10/14	Perhitungan excel date				
5	16/10/14	Penentuan Kriteria				
6	23/10/14	Perhitungan data dan halaman User website				
7	06/11/14	Data Mental Sidoarjo				
8	13/11/14	Persiapan data Sidoarjo dan metode SAW				
9	17/11/14	Normalisasi SAW				
10	20/11/14	Penunjukkan website				
11	27/11/14	Penyajian foto mapinfo				
12	04/12/14	Penyajian foto mapinfo dan website				
13	11/12/14	Penyajian foto mapinfo dan saw				
14	15/12/14	Buku + Website				
15	17/12/14	Buku + Website				
16	19/12/14	Buku + Website				

Gambar B.1 Lembar Monitoring Kegiatan Tugas Akhir

LAMPIRAN C
MENARA TELEKOMUNIKASI EKSISTING DI
SIDOARJO

Tabel C.1 Menara Telekomunikasi Eksisting di Kabupaten Sidoarjo

No	Operator	Tinggi Menara (m)	Longitude	Latitude	Kecamatan
1	Telkomsel	72	112,49638	-7,41850	Balong Bendo
2	Telkomsel	62	112,54513	-7,41212	Balong Bendo
3	Indosat	52	112,50287	-7,41497	Balong Bendo
4	Indosat	72	112,54856	-7,41610	Balong Bendo
5	XL	42	112,49774	-7,41798	Balong Bendo
6	XL	51	112,54432	-7,41379	Balong Bendo
7	Three	62	112,50177	-7,40771	Balong Bendo
8	Smartfren	42	112,4914	-7,41868	Balong Bendo
9	Esia	42	112,4914	-7,41868	Balong Bendo
10	Smartfren	42	112,54527	-7,41589	Balong Bendo
11	Esia	42	112,54527	-7,41589	Balong Bendo
12	Smartfren	42	112,54514	-7,415944	Balong Bendo
13	Flexi	52	112,52414	-7,41006	Balong Bendo
14	Flexi	62	112,52414	-7,41006	Balong Bendo
15	Telkomsel	62	112,52414	-7,41006	Balong Bendo
16	Three	62	112,52414	-7,41006	Balong Bendo
17	Smartfren	62	112,52414	-7,41006	Balong Bendo
18	Flexi	42	112,54532	-7,41604	Balong Bendo
19	Flexi	42	112,57266	-7,41242	Balong Bendo
20	Esia	42	112,57266	-7,41242	Balong Bendo
21	Smartfren	42	112,57266	-7,41242	Balong Bendo

22	Hepi	42	112,57266	-7,41242	Balong Bendo
23	Telkomsel	52	112,72217	-7,41496	Gedangan
24	Telkomsel	62	112,73684	-7,43397	Buduran
25	Telkomsel	42	112,69336	-7,42403	Sukodono
26	Flexi	42	112,69336	-7,42403	Sukodono
27	Indosat	42	112,69336	-7,42395	Sukodono
28	Indosat	42	112,73750	-7,43390	Buduran
29	XL	30	112,69888	-7,42335	Gedangan
30	Esia	30	112,69888	-7,42335	Gedangan
31	XL	31	112,70375	-7,43736	Buduran
32	XL	52	112,72169	-7,42775	Buduran
33	Three	42	112,71079	-7,42167	Buduran
34	Smartfren	32	112,73554	-7,43337	Buduran
35	Smartfren	32	112,73203	-7,41797	Gedangan
36	Axis	42	112,753	-7,415	Buduran
37	Axis	42	112,74133	-7,42536	Buduran
38	Axis	42	112,71883	-7,41315	Gedangan
39	Axis	42	112,70984	-7,42564	Buduran
40	Axis	42	112,6934	-7,42449	Sukodono
41	Axis	42	112,69998	-7,43729	Sidoarjo
42	Axis	42	112,72568	-7,42375	Buduran
43	Flexi	42	112,75438	-7,41544	Buduran
44	Flexi	42	112,74412	-7,42696	Buduran
45	Flexi	52	112,72403	-7,4159	Gedangan
46	Flexi	42	112,69347	-7,4244	Sukodono
47	Flexi	52	112,7184	-7,43111	Buduran
48	Esia	52	112,7184	-7,43111	Buduran
49	Telkomsel	42	112,69031	-7,47526	Candi
50	Telkomsel	42	112,71004	-7,48707	Candi

51	Telkomsel	42	112,72724	-7,48786	Candi
52	Three	42	112,72724	-7,48786	Candi
53	Telkomsel	42	112,75506	-7,48176	Sidoarjo
54	Indosat	55	112,69049	-7,47542	Candi
55	Indosat	52	112,71771	-7,48296	Candi
56	Indosat	55	112,73836	-7,48370	Candi
57	Esia	55	112,73836	-7,48370	Candi
58	Telkomsel	42	112,75506	-7,48176	Sidoarjo
59	XL	30	112,70154	-7,45880	Sidoarjo
60	Esia	30	112,70154	-7,45880	Sidoarjo
61	XL	31	112,71347	-7,47864	Candi
62	Three	30	112,70635	-7,47126	Sidoarjo
63	Three	30	112,6976	-7,45982	Candi
64	Three	30	112,71732	-7,48189	Candi
65	Three	30	112,72381	-7,47784	Candi
66	Smartfren	42	112,67606	-7,46825	Candi
67	Smartfren	42	112,70183	-7,49023	Candi
68	Esia	42	112,70183	-7,49023	Candi
69	Smartfren	52	112,71601	-7,47458	Sidoarjo
70	Smartfren	42	112,72254	-7,49839	Candi
71	Esia	42	112,72254	-7,49839	Candi
72	Smartfren	42	112,67608	-7,468333	Candi
73	Axis	42	112,71354	-7,47883	Candi
74	Axis	72	112,69976	-7,46563	Candi
75	Axis	42	112,69327	-7,48365	Candi
76	Axis	42	112,70837	-7,48346	Candi
77	Axis	42	112,72522	-7,47876	Candi
78	Axis	42	112,71502	-7,4947	Candi
79	Esia	72	112,71678	-7,47487	Sidoarjo

80	Flexi	42	112,68462	-7,46458	Candi
81	Flexi	42	112,69588	-7,48911	Candi
82	Flexi	37	112,7053	-7,49444	Candi
83	Flexi	42	112,70706	-7,48606	Candi
84	Flexi	42	112,72264	-7,48216	Candi
85	Flexi	52	112,73278	-7,47548	Sidoarjo
86	Esia	52	112,73278	-7,47548	Sidoarjo
87	XL	52	112,73278	-7,47548	Sidoarjo
88	Flexi	52	112,74202	-7,48454	Candi
89	Flexi	42	112,70053	-7,48018	Candi
90	Telkomsel	62	112,72577	-7,37034	Waru
91	Telkomsel	40	112,72789	-7,39159	Gedangan
92	Telkomsel	32	112,72888	-7,37365	Gedangan
93	Telkomsel	42	112,71729	-7,39012	Gedangan
94	Indosat	55	112,71162	-7,39551	Gedangan
95	Indosat	30	112,74213	-7,38643	Gedangan
96	Indosat	42	112,74154	-7,40297	Gedangan
97	XL	50	112,71927	-7,38874	Gedangan
98	Esia	50	112,71927	-7,38874	Gedangan
99	XL	30	112,72532	-7,37161	Waru
100	Esia	30	112,72532	-7,37161	Waru
101	XL	52	112,72570	-7,40044	Gedangan
102	Three	40	112,75368	-7,3875	Sedati
103	Three	45	112,70159	-7,40103	Gedangan
104	Esia	45	112,70159	-7,40103	Gedangan
105	Three	32	112,74492	-7,38299	Sedati
106	Smartfren	30	112,72722	-7,38735	Gedangan
107	Smartfren	32	112,74374	-7,40361	Gedangan
108	Smartfren	42	112,71633	-7,368111	Waru

109	Smartfren	42	112,74369	-7,403639	Gedangan
110	Smartfren	42	112,72591	-7,40009	Gedangan
111	Esia	42	112,72591	-7,40009	Gedangan
112	Axis	42	112,73239	-7,38499	Gedangan
113	Axis	35	112,74705	-7,40521	Gedangan
114	Axis	62	112,72737	-7,39658	Gedangan
115	Esia	62	112,72737	-7,39658	Gedangan
116	Flexi	32	112,7416	-7,37742	Gedangan
117	Flexi	42	112,71791	-7,39745	Gedangan
118	Sampoerna Telecommunication	62	112,71533	-7,39149	Gedangan
119	Telkomsel	62	112,74255	-7,54992	Jabon
120	Axis	62	112,72694	-7,5481	Jabon
121	Telkomsel	62	112,62456	-7,50854	Krembung
122	Indosat	72	112,61945	-7,50980	Krembung
123	Indosat	72	112,64776	-7,53104	Krembung
124	XL	32	112,62217	-7,50972	Krembung
125	Smartfren	42	112,6205	-7,50908	Krembung
126	Three	42	112,6205	-7,50908	Krembung
127	Esia	42	112,6205	-7,50908	Krembung
128	Smartfren	62	112,63557	-7,51615	Krembung
129	Flexi	62	112,61587	-7,50956	Krembung
130	Flexi	42	112,64349	-7,51996	Krembung
131	Telkomsel	42	112,60716	-7,38583	Krian
132	Indosat	70	112,62019	-7,38061	Krian
133	Indosat	52	112,62788	-7,39314	Taman
134	XL	62	112,63050	-7,39368	Taman
135	Esia	62	112,63050	-7,39368	Taman

136	Three	45	112,57869	-7,40744	Krian
137	Smartfren	42	112,60663	-7,39547	Krian
138	Smartfren	50	112,58123	-7,41034	Krian
139	Smartfren	12	112,58123	-7,41031	Krian
140	Axis	62	112,5788	-7,40876	Krian
141	Esia	52	112,59811	-7,39986	Krian
142	Flexi	42	112,613	-7,38413	Krian
143	Esia	42	112,613	-7,38413	Krian
144	Sampoerna Telecommu- nication	52	112,59208	-7,40269	Krian
145	Telkomsel	42	112,70153	-7,53606	Porong
146	Telkomsel	32	112,69160	-7,53610	Porong
147	Flexi	32	112,69160	-7,53610	Porong
148	XL	32	112,69968	-7,53671	Porong
149	Flexi	62	112,6896	-7,5445	Porong
150	Flexi	52	112,67346	-7,52588	Krembung
151	Esia	52	112,67346	-7,52588	Krembung
152	Telkomsel	62	112,60348	-7,48791	Prambon
153	Flexi	62	112,60348	-7,48791	Prambon
154	Telkomsel	72	112,56036	-7,47236	Tarik
155	Telkomsel	42	112,57406	-7,44288	Prambon
156	Indosat	62	112,59388	-7,48591	Prambon
157	Indosat	52	112,57432	-7,44747	Prambon
158	XL	51	112,59598	-7,48913	Prambon
159	XL	32	112,58682	-7,45387	Prambon
160	Flexi	32	112,58682	-7,45387	Prambon
161	XL	71	112,56155	-7,47158	Tarik
162	Axis	52	112,56727	-7,47727	Prambon

163	Flexi	42	112,58325	-7,4095	Krian
164	Flexi	52	112,56166	-7,4733	Prambon
165	XL	52	112,56166	-7,4733	Prambon
166	Flexi	52	112,56335	-7,47338	Prambon
167	Esia	52	112,56335	-7,47338	Prambon
168	Fren	52	112,56335	-7,47338	Prambon
169	Flexi	52	112,60558	-7,45738	Prambon
170	Flexi	42	112,5875	-7,46997	Prambon
171	Flexi	42	112,56997	-7,44623	Prambon
172	XL	42	112,56997	-7,44623	Prambon
173	Esia	42	112,56997	-7,44623	Prambon
174	Telkomsel	42	112,76123	-7,40216	Sedati
175	Flexi	42	112,76123	-7,40216	Sedati
176	Telkomsel	20	112,75575	-7,38191	Sedati
177	Telkomsel	42	112,74603	-7,36492	Waru
178	Flexi	42	112,74603	-7,36492	Waru
179	Indosat	55	112,76090	-7,40370	Sedati
180	Axis	55	112,76090	-7,40370	Sedati
181	Indosat	32	112,78612	-7,39689	Sedati
182	Indosat	35	112,76563	-7,38119	Sedati
183	Indosat	32	112,75272	-7,36747	Waru
184	XL	31	112,79223	-7,39714	Sedati
185	XL	30	112,76432	-7,37054	Sedati
186	Esia	30	112,76432	-7,37054	Sedati
187	XL	25	112,77557	-7,36817	Waru
188	XL	32	112,75132	-7,36642	Waru
189	XL	38	112,77711	-7,38541	Sedati
190	XL	72	112,59803	-7,39483	Krian
191	Three	54	112,76194	-7,40311	Sedati

192	Three	25	112,77466	-7,36884	Waru
193	Smartfren	30	112,78299	-7,39553	Sedati
194	Axis	30	112,78299	-7,39553	Sedati
195	Smartfren	32	112,75712	-7,38805	Sedati
196	Axis	32	112,75712	-7,38805	Sedati
197	Smartfren	30	112,76433	-7,37054	Sedati
198	Smartfren	32	112,78089	-7,36796	Waru
199	Smartfren	42	112,74607	-7,36489	Waru
200	Smartfren	32	112,78061	-7,368111	Waru
201	Smartfren	35	112,75967	-7,39158	Sedati
202	Smartfren	36	112,78296	-7,3957	Sedati
203	Axis	32	112,79517	-7,39752	Sedati
204	Axis	32	112,76336	-7,38177	Sedati
205	Axis	25	112,76328	-7,36743	Waru
206	Axis	32	112,75259	-7,37987	Sedati
207	Esia	36	112,76076	-7,3644	Waru
208	Flexi	37	112,78243	-7,3956	Sedati
209	Esia	37	112,78243	-7,3956	Sedati
210	Flexi	42	112,76106	-7,39004	Sedati
211	Esia	42	112,76106	-7,39004	Sedati
212	Flexi	37	112,75568	-7,38156	Sedati
213	Esia	37	112,75568	-7,38156	Sedati
214	Flexi	35	112,7853	-7,36635	Waru
215	Esia	35	112,7853	-7,36635	Waru
216	Flexi	32	112,76907	-7,37086	Sedati
217	Flexi	25	112,76435	-7,36727	Waru
218	Flexi	36	112,75292	-7,36556	Waru
219	Telkomsel	62	112,73461	-7,45760	Sidoarjo
220	Telkomsel	42	112,72128	-7,46464	Sidoarjo

221	Telkomsel	42	112,69288	-7,44800	Sidoarjo
222	Flexi	42	112,69288	-7,44800	Sidoarjo
223	Telkomsel	32	112,66608	-7,44944	Wonoayu
224	Telkomsel	62	112,70616	-7,46707	Sidoarjo
225	Telkomsel	42	112,71467	-7,36925	Waru
226	Telkomsel	62	112,72724	-7,48706	Candi
227	Indosat	55	112,73783	-7,45457	Sidoarjo
228	Indosat	52	112,72288	-7,45243	Sidoarjo
229	Indosat	42	112,67987	-7,42385	Sukodono
230	Indosat	42	112,71749	-7,46061	Sidoarjo
231	Indosat	55	112,69936	-7,44540	Sidoarjo
232	Indosat	52	112,67167	-7,45526	Sidoarjo
233	Indosat	42	112,71842	-7,44137	Sidoarjo
234	Indosat	12	112,70990	-7,44976	Sidoarjo
235	Indosat	55	112,57550	-7,40722	Krian
236	XL	32	112,73497	-7,46363	Sidoarjo
237	XL	52	112,71310	-7,45656	Sidoarjo
238	XL	32	112,71877	-7,43796	Sidoarjo
239	XL	31	112,68417	-7,44128	Sidoarjo
240	XL	40	112,80264	-7,34642	Waru
241	Three	40	112,80264	-7,34642	Waru
242	Three	45	112,73555	-7,47086	Sidoarjo
243	Three	30	112,72957	-7,46493	Sidoarjo
244	Esia	30	112,72957	-7,46493	Sidoarjo
245	Three	30	112,72176	-7,45503	Sidoarjo
246	Three	30	112,71909	-7,46412	Sidoarjo
247	Three	35	112,71066	-7,45239	Sidoarjo
248	Three	32	112,69199	-7,44706	Sidoarjo
249	Three	40	112,71941	-7,44401	Sidoarjo

250	Three	30	112,71133	-7,445	Sidoarjo
251	Esia	30	112,71133	-7,445	Sidoarjo
252	Three	30	112,71499	-7,45121	Sidoarjo
253	Esia	30	112,71499	-7,45121	Sidoarjo
254	Three	32	112,73125	-7,44611	Sidoarjo
255	XL	32	112,73125	-7,44611	Sidoarjo
256	Smartfren	52	112,72909	-7,44832	Sidoarjo
257	Smartfren	52	112,71573	-7,45994	Sidoarjo
258	Smartfren	97	112,67161	-7,445389	Sidoarjo
259	Axis	42	112,73205	-7,43779	Buduran
260	Axis	42	112,7316	-7,46495	Sidoarjo
261	Axis	42	112,7184	-7,46411	Sidoarjo
262	Axis	52	112,70989	-7,45065	Sidoarjo
263	Axis	32	112,71856	-7,43758	Sidoarjo
264	Flexi	42	112,73151	-7,44285	Sidoarjo
265	Flexi	42	112,73219	-7,44899	Sidoarjo
266	Flexi	42	112,73849	-7,45435	Sidoarjo
267	Flexi	32	112,74358	-7,46937	Sidoarjo
268	Flexi	42	112,72086	-7,46471	Sidoarjo
269	Flexi	42	112,70996	-7,45686	Sidoarjo
270	Flexi	62	112,71806	-7,44914	Sidoarjo
271	Flexi	37	112,68082	-7,42301	Sukodono
272	Flexi	37	112,71826	-7,43569	Buduran
273	Flexi	42	112,685	-7,43399	Sidoarjo
274	Flexi	52	112,67528	-7,44631	Sidoarjo
275	Flexi	42	112,70184	-7,46668	Candi
276	Flexi	62	112,7268	-7,44824	Sidoarjo
277	Esia	62	112,7268	-7,44824	Sidoarjo
278	Three	62	112,7268	-7,44824	Sidoarjo

279	Smartfren	62	112,7268	-7,44824	Sidoarjo
280	Sampoerna Telecommu nication	52	112,70654	-7,45187	Sidoarjo
281	Telkomsel	62	112,70031	-7,39460	Taman
282	Telkomsel	50	112,67361	-7,40610	Sukodono
283	Esia	50	112,67361	-7,40610	Sukodono
284	Telkomsel	42	112,70060	-7,40957	Taman
285	Telkomsel	42	112,66250	-7,36980	Taman
286	Esia	42	112,66250	-7,36980	Taman
287	Telkomsel	42	112,63586	-7,40026	Sukodono
288	Indosat	55	112,69418	-7,37634	Taman
289	Indosat	70	112,67484	-7,39391	Taman
290	XL	51	112,67349	-7,41284	Sukodono
291	XL	52	112,67163	-7,39335	Taman
292	XL	50	112,69228	-7,39552	Sukodono
293	XL	32	112,70250	-7,37250	Taman
294	Three	45	112,67733	-7,40505	Sukodono
295	Smartfren	42	112,68752	-7,41319	Sukodono
296	Smartfren	42	112,69817	-7,38009	Taman
297	Axis	72	112,70229	-7,37777	Taman
298	Axis	62	112,69193	-7,3918	Sukodono
299	Axis	42	112,68658	-7,40899	Sukodono
300	Smartfren	42	112,68658	-7,40899	Sukodono
301	Flexi	42	112,69887	-7,37713	Taman
302	Flexi	42	112,6589	-7,41696	Sukodono
303	Flexi	52	112,67479	-7,405	Sukodono
304	Telkomsel	42	112,65331	-7,37283	Taman
305	Telkomsel	42	112,66669	-7,36883	Taman

306	Telkomsel	42	112,69347	-7,37000	Taman
307	Telkomsel	42	112,68142	-7,35900	Taman
308	Indosat	52	112,69478	-7,34722	Taman
309	Indosat	52	112,66053	-7,36667	Taman
310	Indosat	52	112,67639	-7,35767	Taman
311	Indosat	42	112,68945	-7,36419	Taman
312	XL	31	112,62984	-7,37850	Taman
313	Smartfren	31	112,62984	-7,37850	Taman
314	XL	32	112,69914	-7,35372	Taman
315	XL	32	112,68083	-7,37761	Taman
316	XL	30	112,66836	-7,36303	Taman
317	Esia	30	112,66836	-7,36303	Taman
318	XL	32	112,68510	-7,35728	Taman
319	XL	42	112,69650	-7,36620	Taman
320	Three	45	112,67653	-7,36306	Taman
321	Three	42	112,69109	-7,3508	Taman
322	Three	45	112,71014	-7,37014	Taman
323	Three	42	112,71495	-7,34378	Waru
324	Smartfren	42	112,71495	-7,34378	Waru
325	Smartfren	42	112,65945	-7,37211	Taman
326	Smartfren	42	112,69392	-7,3525	Taman
327	Smartfren	42	112,69522	-7,35242	Taman
328	Smartfren	42	112,68153	-7,35636	Taman
329	Smartfren	42	112,6965	-7,3662	Taman
330	Smartfren	42	112,68937	-7,36435	Taman
331	Smartfren	42	112,68936	-7,36425	Taman
332	Smartfren	43	112,70025	-7,34578	Taman
333	Axis	52	112,65219	-7,37269	Taman
334	Axis	42	112,67719	-7,36214	Taman

335	Axis	42	112,68536	-7,37539	Taman
336	Axis	42	112,69392	-7,36217	Taman
337	Axis	52	112,68822	-7,35175	Taman
338	Esia	42	112,63378	-7,37656	Taman
339	Flexi	62	112,65948	-7,37218	Taman
340	Esia	62	112,65948	-7,37218	Taman
341	Flexi	52	112,68272	-7,36983	Taman
342	Flexi	67	112,69444	-7,34958	Taman
343	Flexi	52	112,70394	-7,34442	Taman
344	Flexi	42	112,701	-7,36011	Taman
345	Flexi	42	112,71022	-7,36878	Taman
346	Esia	42	112,71022	-7,36878	Taman
347	Flexi	62	112,71015	-7,35585	Waru
348	Flexi	35	112,68943	-7,36424	Taman
349	Flexi	42	112,71322	-7,36778	Waru
350	Telkomsel	42	112,69600	-7,49867	Tanggulangin
351	Indosat	62	112,69611	-7,49858	Tanggulangin
352	Flexi	62	112,69611	-7,49858	Tanggulangin
353	Indosat	56	112,69943	-7,54453	Porong
354	Indosat	32	112,70171	-7,52968	Porong
355	Indosat	56	112,75681	-7,54484	Jabon
356	XL	50	112,69522	-7,49751	Tanggulangin
357	XL	50	112,70998	-7,50353	Tanggulangin
358	Three	40	112,69802	-7,50041	Tanggulangin
359	Smartfren	45	112,74034	-7,50936	Tanggulangin
360	Smartfren	53	112,69807	-7,4974	Tanggulangin
361	Axis	47	112,70181	-7,51565	Tanggulangin
362	Axis	52	112,69699	-7,49918	Tanggulangin
363	Flexi	30	112,70759	-7,50884	Tanggulangin

364	Flexi	40	112,69141	-7,50872	Tanggulangin
365	Flexi	56	112,67646	-7,49708	Tulangan
366	Flexi	52	112,74113	-7,50347	Tanggulangin
367	Flexi	30	112,71228	-7,50941	Tanggulangin
368	Telkomsel	72	112,50765	-7,45805	Tarik
369	Telkomsel	72	112,46857	-7,43153	Tarik
370	Indosat	62	112,52428	-7,43686	Tarik
371	Indosat	70	112,51795	-7,46192	Tarik
372	XL	70	112,51795	-7,46192	Tarik
373	Indosat	52	112,48984	-7,44836	Tarik
374	Indosat	52	112,46476	-7,43412	Tarik
375	XL	51	112,46560	-7,43363	Tarik
376	Three	65	112,47764	-7,44301	Tarik
377	Smartfren	42	112,52862	-7,45149	Tarik
378	Smartfren	62	112,46247	-7,4361	Tarik
379	Flexi	52	112,5233	-7,4583	Tarik
380	Flexi	40	112,51676	-7,45696	Tarik
381	Indosat	40	112,63570	-7,47690	Tulangan
382	Indosat	70	112,64620	-7,48350	Tulangan
383	XL	51	112,64600	-7,48030	Tulangan
384	Smartfren	72	112,6175	-7,4776	Prambon
385	Flexi	42	112,6711	-7,4775	Candi
386	Flexi	42	112,6691	-7,4699	Candi
387	XL	42	112,6691	-7,4699	Candi
388	Flexi	52	112,646	-7,4556	Tulangan
389	Esia	52	112,646	-7,4556	Tulangan
390	Flexi	42	112,6462	-7,4803	Tulangan
391	Flexi	72	112,6521	-7,485	Tulangan
392	Flexi	40	112,65827	-7,50407	Tulangan

393	Telkomsel	42	112,74164	-7,36392	Waru
394	Telkomsel	46	112,76392	-7,35972	Waru
395	Telkomsel	46	112,76381	-7,35667	Waru
396	Flexi	46	112,76381	-7,35667	Waru
397	Telkomsel	46	112,76928	-7,34289	Waru
398	Telkomsel	52	112,76980	-7,34277	Waru
399	Flexi	52	112,76980	-7,34277	Waru
400	Telkomsel	42	112,77906	-7,36022	Waru
401	Telkomsel	42	112,77672	-7,34747	Waru
402	Telkomsel	42	112,73828	-7,34911	Waru
403	Telkomsel	42	112,73836	-7,35506	Waru
404	Telkomsel	28	112,76516	-7,37113	Sedati
405	Telkomsel	42	112,72755	-7,36983	Waru
406	Indosat	32	112,75905	-7,35431	Waru
407	Indosat	32	112,76767	-7,34850	Waru
408	Indosat	30	112,75072	-7,34942	Waru
409	Indosat	32	112,77722	-7,36139	Waru
410	Indosat	50	112,80820	-7,36472	Waru
411	Indosat	72	112,73050	-7,35881	Waru
412	Indosat	30	112,72745	-7,36972	Waru
413	XL	42	112,77508	-7,34994	Waru
414	XL	32	112,74442	-7,35467	Waru
415	Three	32	112,74442	-7,35467	Waru
416	XL	32	112,73197	-7,35353	Waru
417	XL	32	112,76072	-7,35344	Waru
418	Three	32	112,76072	-7,35344	Waru
419	Three	36	112,76475	-7,36286	Waru
420	Three	45	112,76808	-7,34814	Waru
421	Three	45	112,75075	-7,34891	Waru

422	Three	36	112,77906	-7,34789	Waru
423	Three	42	112,72403	-7,35283	Waru
424	Three	36	112,74123	-7,34794	Waru
425	Three	45	112,74572	-7,35631	Waru
426	Three	45	112,78217	-7,35542	Waru
427	Smartfren	42	112,7553	-7,35428	Waru
428	Smartfren	22	112,76619	-7,35389	Waru
429	Smartfren	42	112,778	-7,34808	Waru
430	Smartfren	42	112,7657	-7,34104	Waru
431	Smartfren	42	112,778	-7,348028	Waru
432	Smartfren	32	112,76639	-7,35405	Waru
433	Smartfren	42	112,73314	-7,36774	Waru
434	Axis	32	112,76619	-7,35389	Waru
435	Axis	42	112,73183	-7,3532	Waru
436	Axis	32	112,78199	-7,36593	Waru
437	Esia	56	112,76992	-7,35414	Waru
438	Flexi	36	112,75075	-7,34942	Waru
439	Esia	36	112,75075	-7,34942	Waru
440	Flexi	54	112,71456	-7,35679	Waru
441	Flexi	20	112,75294	-7,34953	Waru
442	Flexi	42	112,75295	-7,34962	Waru
443	Flexi	42	112,73628	-7,35553	Waru
444	Esia	42	112,73628	-7,35553	Waru
445	Flexi	42	112,74669	-7,35761	Waru
446	Flexi	42	112,77622	-7,34725	Waru
447	Flexi	42	112,72858	-7,36142	Waru
448	Esia	42	112,72858	-7,36142	Waru
449	Flexi	42	112,71356	-7,35181	Waru
450	XL	42	112,71356	-7,35181	Waru

451	Esia	42	112,71356	-7,35181	Waru
452	Telkomsel	72	112,64043	-7,44470	Wonoayu
453	Indosat	52	112,64916	-7,44544	Wonoayu
454	Indosat	72	112,64920	-7,42080	Wonoayu
455	Indosat	72	112,61895	-7,40723	Krian
456	Indosat	52	112,61627	-7,43712	Wonoayu
457	Indosat	52	112,59405	-7,43241	Krian
458	XL	51	112,65736	-7,44722	Wonoayu
459	Esia	51	112,65736	-7,44722	Wonoayu
460	XL	42	112,61631	-7,40606	Krian
461	XL	51	112,61534	-7,43836	Wonoayu
462	XL	42	112,59069	-7,43038	Krian
463	Three	52	112,62022	-7,43814	Wonoayu
464	Smartfren	52	112,62022	-7,43814	Wonoayu
465	Smartfren	52	112,61711	-7,42742	Wonoayu
466	Telkom	52	112,64055	-7,42237	Wonoayu
467	Flexi	52	112,64042	-7,43722	Wonoayu
468	Flexi	52	112,63223	-7,41359	Wonoayu
469	Telkomsel	52	112,63223	-7,41359	Wonoayu

LAMPIRAN D
PENEMPATAN ZONA MENARA BARU

Tabel D.1 Zona Menara Baru di Kabupaten Sidoarjo

Site_ID	Langitude	Latitude	Kecamatan
SDA_1	112,653176	-7,399542	Sukodono
SDA_2	112,649506	-7,391081	Taman
SDA_3	112,654764	-7,391062	Taman
SDA_4	112,769308	-7,426336	Buduran
SDA_5	112,578265	-7,47932	Prambon
SDA_6	112,583124	-7,480916	Prambon
SDA_7	112,570517	-7,460783	Prambon
SDA_8	112,576583	-7,46076	Prambon
SDA_9	112,597625	-7,465528	Prambon
SDA_10	112,602193	-7,498403	Prambon
SDA_11	112,619022	-7,456571	Wonoayu
SDA_12	112,593397	-7,414289	Krian
SDA_13	112,598244	-7,413464	Krian
SDA_14	112,72343	-7,531238	Porong
SDA_15	112,729088	-7,53061	Porong
SDA_16	112,734345	-7,530589	Porong
SDA_17	112,627518	-7,45775	Tulangan
SDA_18	112,541016	-7,46573	Tarik
SDA_19	112,544635	-7,460067	Tarik
SDA_20	112,551104	-7,459237	Tarik
SDA_21	112,558369	-7,455982	Tarik
SDA_22	112,546232	-7,454006	Tarik
SDA_23	112,556695	-7,439845	Tarik
SDA_24	112,562823	-7,457581	Tarik
SDA_25	112,556162	-7,460631	Tarik

SDA_26	112,56879	-7,430117	Balong bendo
SDA_27	112,544554	-7,436659	Balong bendo
SDA_28	112,564769	-7,436184	Balong bendo
SDA_29	112,557483	-7,434192	Balong bendo
SDA_30	112,712377	-7,548432	Jabon
SDA_31	112,715591	-7,543172	Jabon
SDA_32	112,720227	-7,539523	Jabon
SDA_33	112,7197	-7,559704	Jabon
SDA_34	112,727608	-7,564917	Jabon
SDA_35	112,724951	-7,558068	Jabon
SDA_36	112,736917	-7,5671	Jabon
SDA_37	112,76887	-7,567981	Jabon
SDA_38	112,70916	-7,553086	Jabon
SDA_39	112,609276	-7,500194	Krembung
SDA_40	112,626654	-7,497708	Krembung
SDA_41	112,631901	-7,494864	Krembung
SDA_42	112,633335	-7,500105	Krembung
SDA_43	112,639001	-7,501295	Krembung
SDA_44	112,661581	-7,537126	Krembung
SDA_45	112,660101	-7,520384	Krembung
SDA_46	112,667449	-7,538113	Krembung
SDA_47	112,67292	-7,540919	Krembung
SDA_48	112,662149	-7,526834	Krembung
SDA_49	112,663019	-7,543175	Krembung
SDA_50	112,772439	-7,400496	Sedati
SDA_51	112,770793	-7,39324	Sedati



RIWAYAT HIDUP PENULIS

Lucyana Angel Christine dilahirkan di Duri, pada tanggal 06 September 1990 merupakan putri keenam dari enam bersaudara dari pasangan Bapak W.Butar-butar (+) dan Ibu S.Manurung. Penulis menamatkan sekolah di SDS Judika pada tahun 2002. Kemudian masuk ke SMPN 3 Duri, tamat tahun 2005, dan melanjutkan di SMAN 2 Duri pada tahun yang sama dan tamat tahun 2008. Pada tahun 2008, penulis melanjutkan pendidikan di Program Studi D3 Teknik Telekomunikasi, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Caltex Riau dan tamat pada tahun 2011. Setelah lulus D3 penulis berkesempatan merasakan dunia kerja di PT Koperasi Telkomsel (Kisel) Pekanbaru sebagai *Technical Support Core Network Vas Datacomm* selama 13 bulan (Oktober 2011-November 2012). Selanjutnya penulis melanjutkan jenjang pendidikan S1 program Lintas Jalur di Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya pada akhir tahun 2012. Penulis memilih bidang studi Telekomunikasi Multimedia dan mengambil topik Tugas Akhir tentang '*Cell Planning*' di Laboratorium Antena dan Propagasi.

E-mail : lucyanaangel90@gmail.com

[Halaman ini sengaja dikosongkan]