

PERANCANGAN JARINGAN MIKROSEL DCS 1800 DI DAERAH SEMARANG (Jl. Pemuda, Jl. Pandanaran dan Jl. Agus Salim)

Herdi Yulia R* - Ajub Ajulian Zahra M, ST** - Wahyudi, ST, MT***
Jurusan Teknik Elektro – Fakultas Teknik
Universitas Diponegoro

Abstrak

Perencanaan jaringan selular ini mempunyai tujuan untuk membangun sistem selular yang dapat menyediakan coverage dan kapasitas serta kualitas yang baik, Prosedur dari perencanaan jaringan antara lain adalah coverage dan analisa interference, perencanaan berkas radio, perencanaan frekuensi, faktor redaman propagasi gelombang dan perhitungan radius sel.

Tugas akhir ini membahas perencanaan jaringan mikrosel DCS 1800 di daerah Semarang (Jl. Pemuda, Jl. Pandanaran dan Jl. Agus Salim). Artinya penempatan jaringan di Jl. Pemuda, Jl. Pandanaran dan Jl. Agus Salim Semarang dengan mempertimbangkan kepadatan pelanggan dan kepadatan trafik selular yang terjadi selama ini Jl. Pemuda, Jl. Pandanaran dan Jl. Agus Salim Semarang diambil sebagai penempatan jaringan karena di sepanjang jalan tersebut merupakan pusat kegiatan ekonomi dan pemerintahan. Dan diharapkan jaringan yang telah direncanakan tersebut mempunyai hasil yang dapat digunakan sebagai panduan di dalam pemasangan jaringan tersebut pada masa yang akan datang dengan kualitas yang baik dan coverage area yang dapat melayani pelanggan di sepanjang Jl. Pemuda, Jl. Pandanaran dan Jl. Agus Salim Semarang dan sekitarnya.

I. LATAR BELAKANG

Perencanaan jaringan selular adalah sebuah kebutuhan yang harus dipenuhi oleh operator untuk menambah cakupan yang telah ada sebelumnya. Sistem jaringan mikrosel merupakan kelanjutan dari sebuah perencanaan jaringan outdoor, dengan tujuan untuk meningkatkan cakupan daerah yang telah dijangkau oleh jaringan outdoor dengan kualitas yang rendah. Pada umumnya pada daerah-daerah gedung perkantoran, daerah-daerah yang padat gedung-gedung tinggi akan mempunyai kepadatan trafik yang cukup tinggi, sehingga memerlukan jaringan selular yang cukup baik dari segi cakupan dan kapasitasnya. Oleh karena itu salah satu cara yang dapat dipakai untuk meningkatkan cakupan dan kualitas adalah dengan menggunakan jaringan mikrosel. Jaringan mikrosel dipilih karena pemasangannya yang mudah dan biaya yang murah.

Cakupan merupakan bagian parameter yang terpenting di dalam jaringan selular. Sistem diharapkan mempunyai bentuk cakupan yang baik, sehingga sebuah area dapat dikatakan tercakup atau terlayani apabila sinyal yang

dipancarkan dari antena dapat diterima dengan baik oleh *mobile station* (MS) untuk *downlink* maupun untuk *uplink*.

Jaringan DCS 1800 dikembangkan dengan menggunakan jaringan komunikasi bergerak yang intelegen untuk menunjang tingkat keandalan dan ketersediaan yang tinggi. Selain itu sistem ini memungkinkan standar *mobile* baru dikombinasikan dengan yang sudah ada.

Dengan menganalisa kondisi karakteristik propagasi, dapat ditentukan prediksi karakteristik dari sel, memberikan masukan dalam pengembangan algoritma untuk pembuatan peta selular, dan pada akhirnya dapat menunjang pembuatan sistem komunikasi yang mempunyai kualitas pelayanan yang efektif.

II. TUJUAN TUGAS AKHIR

Maksud dan tujuan dari pembuatan Tugas Akhir ini adalah untuk mendapatkan analisis perancangan jaringan berupa luas radius sel dengan menggunakan masukan parameter-parameter propagasi pada sistem komunikasi bergerak DCS 1800 di kota

Semarang, sebagai salah satu faktor penting yang menentukan sukses tidaknya sistem tersebut bekerja, tipe pemodelan propagasi yang dipakai adalah pemodelan Walfish-Ikegami.

III. PEMBATASAN MASALAH

Pembatasan masalah yang kemudian akan menjadi acuan pada pembuatan tugas akhir ini adalah :

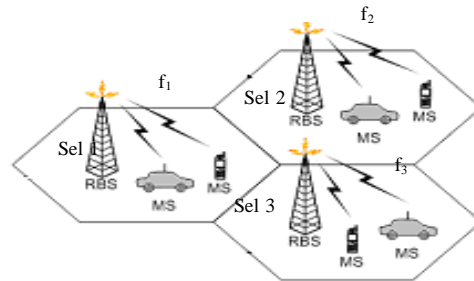
1. Sistem yang digunakan pada perencanaan jaringan selular ini adalah sistem DCS 1800.
2. Pembahasan mengenai perencanaan jaringan Mikrosel DCS 1800 di daerah Jl. Pemuda, Jl. Pandanaran dan Jl. Agus Salim.
3. Perhitungan propagasi menggunakan metode Walfish-Ikegami
4. Tidak membahas tentang teknik modulasi gelombang
5. Hasil akhir dari perencanaan ini berupa besarnya radius sel yang dihasilkan.
6. Menganalisis pengaruh cakupan dan tinggi BTS terhadap radius sel yang dihasilkan pada perancangan

IV. DASAR TEORI

4.1 Konsep Komunikasi Selular

Jasa telepon bergerak pertama kali dioperasikan pada tahun 1946 di Iouis, Missouri, USA, yang merupakan sistem telekomunikasi bergerak pertama kali dan disebut dan sering disebut sebagai sistem telekomunikasi bergerak konvensional. Daerah pelayanan sistem telekomunikasi bergerak konvensional ini cukup luas, yaitu 40-50 mil dan hanya dicakup oleh satu stasiun tetap (*base station*), seperti diperlihatkan pada gambar 4.1. Sistem ini sering disebut juga sistem komunikasi bergerak wilayah tunggal (*single zone*)^[4]. Permasalahan yang dihadapi oleh sistem konvensional ini adalah daya yang dipancarkan oleh stasiun tetap harus tinggi untuk dapat mencakup semua daerah layanannya, sementara daya yang tinggi akan mengakibatkan terjadinya

interferensi antar kanal. Selain itu sistem konvensional ini mempunyai kapasitas yang kecil, yaitu sebesar jumlah kanal yang tersedia karena tidak adanya pengulangan frekuensi (*frequency reuse*).



Gambar 4.1 Model Sistem Telekomunikasi Bergerak Konvensional (*single zone*)

Untuk mengatasi keterbatasan operasional yang dimiliki oleh sistem konvensional, maka dikembangkan sistem baru yang dapat mengatasi masalah tersebut.

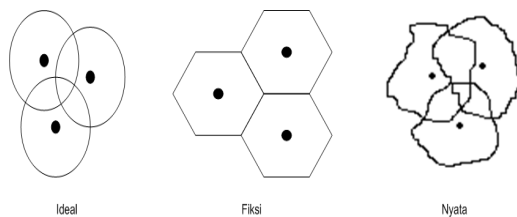
Prinsip dasar sistem selular adalah dengan membagi wilayah pelayanan menjadi beberapa daerah cakupan yang lebih kecil atau disebut sel. Sebuah sel dicakup oleh satu stasiun tetap untuk sistem menggunakan antena *omni* atau oleh beberapa stasiun tetap untuk sistem dengan menggunakan antena sektoral. Wilayah operasi yang direncanakan untuk suatu pelayanan akan terdiri dari beberapa stasiun tetap sehingga di dalam wilayah pelayanan tersebut pelanggan akan tetap dapat berkomunikasi walaupun berpindah dari pengontrolan sebuah stasiun tetap ke pengontrolan stasiun tetap yang lain.

4.2 Bentuk Geometri Sel

Sel adalah suatu daerah tertentu yang mempunyai sebuah *base station* dengan antena pemancar dan penerima (*full duplex*). Pemancar yang digunakan ditempatkan di menara antena dan mempunyai daya yang relatif kecil serta berfungsi untuk melayani panggilan telepon bergerak.

Secara ideal, daerah cakupan suatu sel berbentuk lingkaran dengan RBS terletak pada pusat lingkaran. Tetapi dalam kenyataannya, untuk mencakup daerah layanan dalam bentuk lingkaran adalah tidak mungkin, karena dipengaruhi oleh adanya kondisi geografis daerah cakupan yang tidak teratur, serta jenis antena yang digunakan.

Gambar 4.2 berikut ini menunjukkan perbandingan bentuk-bentuk geometri sel, baik secara ideal, fiksi, maupun kenyataan.



Gambar 4.2 Bentuk Geometri Sel Secara Ideal, Fiksi, dan Kenyataan

Untuk mempermudah studi, bentuk ideal yang tidak tercapai tersebut kemudian dimodelkan secara fiksi dalam bentuk heksagonal (segienam). Bentuk heksagonal dipilih karena merupakan bentuk yang paling cocok dalam mendekati bentuk ideal lingkaran, memudahkan untuk melakukan sektorisasi antena, dapat mencakup daerah yang luas, serta frekuensi yang digunakan tidak tumpang tindih.

4.3 Propagasi Gelombang

Perambatan gelombang radio dari pemancar ke penerima mengalami rugi-rugi propagasi. Di ruang terbuka, rugi propagasi terdiri dari tiga komponen, yaitu :

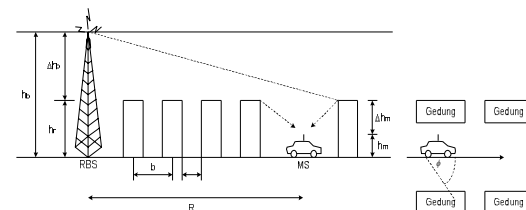
- ▶ Rugi propagasi lintasan gelombang langsung yang dipengaruhi oleh frekuensi dan jarak antara pemancar dan penerima
- ▶ Rugi propagasi *long-term fading* yang dipengaruhi oleh variasi kontur tanah
- ▶ Rugi propagasi *multi-path fading* yang dipengaruhi oleh pantulan

gelombang dari gedung-gedung di sekeliling lintasan gelombang.

Besarnya rugi propagasi tersebut bervariasi sesuai spektrum frekuensi dan kondisi alam serta lingkungan sekitarnya. Oleh karena itu pemodelan propagasi gelombang radio, yang berfungsi untuk memprediksi rugi propagasi gelombang, merupakan salah satu aspek penting dalam perancangan daerah cakupan suatu sel.

Secara empiris, terdapat beberapa model propagasi yang dapat digunakan. Model propagasi empiris ini cenderung menyederhanakan kondisi yang sebenarnya. Model propagasi yang secara umum dipergunakan antara lain adalah *Model Okumura-Hatta*, *Model Walfisch-Ikegami*, serta *Model W.C.Y. Lee*

Model Walfisch-Ikegami adalah kombinasi model empiris dan model deterministik yang digunakan untuk mengestimasi rugi-rugi lintasan sistem komunikasi seluler di lingkungan perkotaan/urban. Gambar 4.3 berikut ini menggambarkan model propagasi Walfisch-Ikegami.



Gambar 4.3 Model Propagasi Walfisch-Ikegami

Model ini terdiri dari tiga elemen, yaitu : *free space loss*, *roof-to-street diffraction and scatter loss*, dan *multiscreen loss*. Secara matematis diekspresikan sebagai berikut :

$$L_{50} = \begin{cases} L_{fs} + L_{rts} + L_{ms} \\ L_{fs} \quad \text{jika } (L_{rts} + L_{ms}) \leq 0 \end{cases}$$

di mana :

L_{50} = rugi-rugi propagasi model
Walfisch-Ikegami (dB)

L_{fs} = *free space loss*

L_{rts} = *roof-to-street diffraction and scatter loss*

L_{ms} = *multiscreen loss*

Rugi lintasan bebas (*free space loss*)
diberikan oleh persamaan :

$$L_{fs} = 32.44 + 20 \log R + 20 \log f_c$$

di mana :

R = jarak RBS ke MS (km)

Rugi hamburan dan difraksi dari atap ke
jalan (*roof-to-street diffraction and scatter loss*)
diberikan oleh persamaan :

$$L_{rts} = (-16.9) - 10 \log w + 10 \log f_c + 20 \log \Delta h_m + L_0$$

di mana :

w = lebar jalan (m)

h_b = tinggi antena *base station* (m)

h_r = tinggi gedung rata-rata (m)

h_m = tinggi antena *mobile* (m)

$\Delta h_m = h_r - h_m$ (m)

L_0 = faktor koreksi (dB)

$$L_0 = \begin{cases} -10 + 0.354\phi & , 0^\circ \leq \phi \leq 35^\circ \\ 2.5 + 0.075(\phi - 35) & , 35^\circ \leq \phi \leq 55^\circ \\ 4 - 0.114(\phi - 55) & , 55^\circ \leq \phi \leq 90^\circ \end{cases}$$

ϕ = sudut relatif *mobile* terhadap jalan

Sedangkan rugi *multiscreen* adalah :

$$L_{ms} = L_{bsh} + k_a + k_d \log R + k_f \log f_c - 9 \log b$$

di mana :

b = jarak antar gedung sepanjang
lintasan radio (m)

$\Delta h_b = h_b - h_r$ (m)

$$L_{bsh} = \begin{cases} -18 \log(1 + \Delta h_b) & (dB); \quad h_b > h_r \\ 0 & (dB); \quad h_b < h_r \end{cases}$$

$$k_a = \begin{cases} 54 & h_b > h_r \\ 54 - 0.8\Delta h_b & h_b \leq h_r, \quad R \leq 0.5km \\ 54 - 1.6\Delta h_b R & h_b \leq h_r, \quad R > 0.5km \end{cases}$$

$$k_d = \begin{cases} 18 & , h_b < h_r \\ 18 - \frac{15\Delta h_b}{h_r} & , h_b \geq h_r \end{cases}$$

$$k_f = \begin{cases} 4 + 0.7 \left(\frac{f_c}{925} - 1 \right) & , \text{ untuk daerah suburban} \\ 4 + 1.5 \left(\frac{f_c}{925} - 1 \right) & , \text{ untuk daerah urban} \end{cases}$$

Parameter-parameter untuk model
Walfisch-Ikegami ini berlaku jika :

Sedangkan nilai-nilai yang umumnya
digunakan dalam model ini adalah :

$$800 \leq f_c \leq 2000 \quad MHz$$

$$4 \leq h_b \leq 50 \quad m$$

$$1 \leq h_m \leq 3 \quad m$$

$$0.02 \leq R \leq 5 \quad km$$

$$b = 20 - 50 \quad m$$

$$w = b/2$$

$$\phi = 90^\circ$$

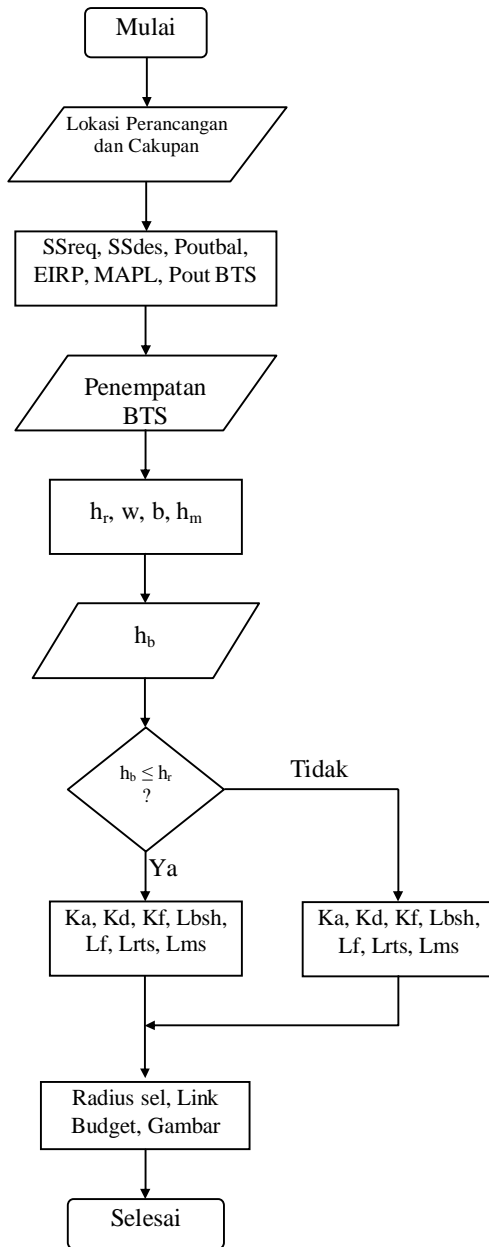
Atap = 3 m untuk bentuk runcing, 0 m
untuk bentuk datar

$$h_r = 3 (\text{jumlah lantai}) + \text{Atap (m)}$$

V. PERENCANAAN JARINGAN MIKROSEL DCS 1800

Perencanaan jaringan Mikrosel DCS 1800 di daerah Semarang ini bertujuan untuk menyediakan cakupan dengan kualitas yang baik di daerah perancangan dalam hal ini adalah daerah Jl. Pemuda, Jl. Pandanaran dan Jl. Agus Salim. Dengan adanya perencanaan ini dapat diketahui anggaran hubungan (*Link Budget*) pada setiap lokasi pemasangan BTS dan besarnya radius sel dari masing-masing BTS dengan masukan parameter yang berbeda-beda..

Langkah-langkah yang dilakukan dalam perencanaan jaringan selular indoor adalah :



Gambar 5.1 Diagram alir perencanaan jaringan Mikrosel DCS 1800

5.1 Perencanaan Lokasi Perancangan

Pada perencanaan jaringan mikrosel di daerah Semarang ini, ada beberapa lokasi penempatan antenna BTS, yaitu :

1. Lokasi Jl. Pemuda
 - a. Gedung Juang 45
 - b. Gedung Universitas AKI (UNAKI)
 - c. Gedung Pasaraya Sri Ratu
2. Lokasi Jl. Pandanaran
 - a. Gedung Hotel Graha Santika
 - b. Gedung Hotel Pandanaran
 - c. Gedung Panin Bank
3. Lokasi Jl. Agus Salim
 - a. Gedung Supermarket Matahari
 - b. Gedung Toko Naga Sakti (Ruko Agus Salim)

Lokasi-lokasi perancangan (Jl. Pemuda, Jl. Pandanaran dan Jl. Agus Salim) serta penempatan BTS didasarkan pada pertimbangan-pertimbangan sebagai berikut :

1. Semua lokasi perancangan adalah pusat-pusat kegiatan sehari-hari.
2. Pada semua lokasi tersebut terdapat pusat-pusat kegiatan, baik perekonomian maupun pemerintahan.
3. Lokasi-lokasi pemasangan BTS adalah gedung-gedung yang memiliki ketinggian diatas rata-rata ketinggian gedung-gedung yang lain.
4. Pada masa mendatang, pada lokasi-lokasi tersebut diperkirakan akan menjadi pusat kegiatan yang memiliki kepadatan trafik selular yang tinggi dan akan dipadati oleh gedung-gedung bertingkat sebagai pusat kegiatan warga semarang dan sekitarnya.

5.2 Perhitungsn Desain Perancangan

1. Kekuatan sinyal yang diperlukan
Agar komunikasi dapat berlangsung pada keadaan sebenarnya maka beberapa margin harus ditambahkan pada MS level sensitifitas $SS_{req} = MS_{sens} + RF_{marg} + IF_{marg} + BL$
Dimana
 MS_{sens} = MS sensitifitas (dBm)
 RF_{marg} = *Rayleigh fading margin* (dB)
 IF_{marg} = Interferensi margin (dB)
 BL = Loss body (dB)
2. Level Desain
Pada bagian desain ini, ada margin ekstra yang harus ditambahkan ke dalam SS_{req} yaitu *fading* dalam keadaan normal
 $SS_{des} = SS_{req} + LNF_{marg}$
Dimana
 LNF_{marg} = *fading* dalam keadaan normal untuk indoor (dB)
Nilai LNF tergantung dari besar cakupan yang diinginkan misalnya cakupan 75%, 85%, 90%, 95% dan 98%.
3. Power output *balanced*
Penghitungan power output BTS dimana akan membuat sistem seimbang untuk semua jenis kelas daya MS.
 $P_{out_{bal}} = P_{out_{MS}} + D_s$
Dimana
 $P_{out_{MS}}$ = Power pemancar MS (dBm)
 D_s = $MS_{sens} - BTS_{sens}$ (dBm)
 D_s merupakan perbedaan BTS dan penerima MS sensitivitas
4. EIRP (*Effective Isotropic Radiated Power*)
 $EIRP = P_{out_{bal}} - L_{cab} - L_{con} + G_{aBTS}$
 $P_{out_{bal}}$ = Power output *balanced* (dBm)
 L_{cab} = Loss kabel pada BTS (dB)
 L_{con} = Loss penghubung pada BTS (dB)
 G_{aBTS} = Gain antena pada BTS (dBi)

5. *MAPL*
Path loss maksimum dihasilkan dari pengurangan EIRP dengan level desain.
 $MAPL = EIRP - SS_{des}$
6. Radius Sel
Sedangkan untuk mencari besarnya radius sel menggunakan rumus sebagai berikut :
 $MAPL = L_b$

VI. PENUTUP

Kesimpulan

Dari Tugas Akhir ini dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Besarnya Cakupan perancangan mempengaruhi nilai radius sel. Semakin kecil cakupan maka nilai MAPL akan semakin besar sehingga radius sel yang dihasilkan akan semakin besar pula.
2. Perancangan ini menggunakan contoh cakupan 95% dengan untuk mengetahui pengaruh cakupan terhadap radius sel, dengan pertimbangan bahwa kualitas jaringan yang dihasilkan cukup baik diterima oleh MS, meskipun dalam hal jangkauan semakin pendek.
3. Semakin besar nilai tinggi BTS maka akan mempengaruhi nilai L_{bsh} dan k_a dan akan mengurangi nilai *path loss* sehingga nilai radius sel yang dihasilkan akan semakin besar, dan sebaliknya apabila nilai tinggi BTS semakin kecil maka nilai *path loss* akan semakin besar sehingga radius sel yang dihasilkan akan semakin kecil.
4. Model perhitungan propagasi *Walfish-Ikegami* sangat cocok dipergunakan pada perancangan jaringan Mikrosel DCS 1800 di daerah Semarang.
5. Jaringan Mikrosel diperlukan jika jaringan outdoor yang sudah tersedia kurang baik dalam segi pelayanannya, sehingga jaringan mikrosel akan

dipasang pada daerah yang sudah mendapatkan layanan untuk memperbaiki sinyal dan meningkatkan kapasitas yang sudah tersedia dengan biaya yang murah.

6. Pada kenyataannya di daerah Semarang belum ada dan belum memerlukan jaringan mikrosel.

Saran

Hasil perancangan dan perhitungan yang dilakukan oleh penulis diharapkan dapat menjadi masukan dalam pembangunan jaringan Mikrosel DCS 1800 di daerah Semarang pada masa yang akan datang. Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam perencanaan jaringan selular Mikrosel DCS 1800 di daerah Semarang, yaitu :

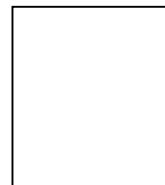
- 1) Pembangunan jaringan Mikrosel dapat dilaksanakan apabila benar-benar diperlukan.
- 2) Untuk pengembangan selanjutnya dapat dipergunakan model perhitungan propagasi yang lain.
- 3) Pada perhitungan didapatkan perbandingan tingkat cakupan dan tinggi BTS terhadap nilai radius sel yang didapatkan, sehingga sebagai operator dapat menyesuaikan perencanaan ini dengan keadaan dan pertimbangan lainnya untuk membangun jaringan Mikrosel DCS 1800 di daerah Semarang.

VII. DAFTAR PUSTAKA

1. Boucher, Neil, *The Cellular Radio Handbook*, Quantum Publishing, California, 1990.
2. Grag, Vijay K., dan Joseph E. Wilkes, *Wireless and Personal Communications Systems*, Prentice Hall, 1996.
3. Lee, William C. Y., *Mobile Cellular Telecommunication*, 2nd edition, McGraw-Hill, Inc., 1995
4. Mehrotra, Asha, *GSM System Engineering, Mobile Communications*

Series, Artech House Publishers, 1996.

5. Blaunstein, Nathan, *Radio Propagation in cellular Networks*, Artech House Publishers, 1999.
6., *Antenna Product Catalog*, Deltec-Telesystems.
7., *Digital Cellular Telecommunications System; Background for Radio Frequency (RF) Requirements*, ETSI Technical Report, 1997.
8., *Digital Cellular Telecommunications System; Radio Network Planning Aspect*, ETSI Technical Report, 1996.
9., *TLI319 Digital Mobile Telecommunication Systems 3 ov (ECTS 6 cr)*.
10. <http://www.ihf.uni-stuttgart.de>
11. <http://www.ifn.et.tu-dresden.de/~deissner/>
12. <http://www.awe-communications.com>
13. <http://www.ihf.uni-stuttgart.de>



Herdi Yulia R lahir di Cilacap 24 tahun yang lalu. Saat ini masih berstatus mahasiswa jurusan Teknik Elektro Universitas Diponegoro, konsentrasi Telekomunikasi.

Mengetahui,
Pembimbing II

Ajub Ajulian Zahra, ST
NIP. 132 205 684

* = Mahasiswa Teknik Elektro
** = Pembimbing 2
*** = Pembimbing 1

