

TUGAS AKHIR

**SIMULASI PENGARUH SANDI KANAL PADA KANAL TRAFIK
REVERSE LINK IS-95A TERHADAP KUALITAS SINYAL**



Disusun Oleh :

Nama : M. Munajah MK

No. Mhs : 99 524 062

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
2007**

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI
SIMULASI PENGARUH SANDI KANAL PADA KANAL TRAFIK
REVERSE LINK IS-95A TERHADAP KUALITAS SINYAL

TUGAS AKHIR

disusun oleh :

Nama : M. Munajah MK

No Mhs : 99 524 062

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam
Indonesia.

Jogyakarta, Juni 2007

Tim Penguji

Tito Yuwono, ST M.Sc

Ketua

Eka Indarto, ST

Anggota I

Medilla Kusriyanto, ST

Anggota II

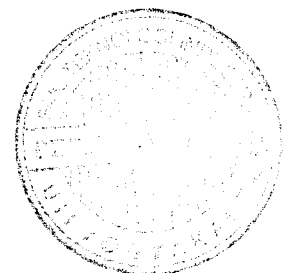
Mengetahui :

Ketua Jurusan Teknik Elektro

Universitas Islam Indonesia



Tito Yuwono, ST M.Sc



MOTTO

“ Kami tiada membebani seseorang kecuali menurut kesanggupannya, dan pada sisi Kami ada suatu kitab yang membicarakan Kebenaran dan mereka tidak dianiaya.”

(QS Al-Mu’minuun [23]: 62)

“ Carilah yang lima sebelum datang yang lima, yaitu manfaatkanlah masa mudamu sebelum masa tuamu (dengan ibadah), gunakanlah masa sehatmu sebelum masa sakitmu (dengan amal saleh), gunakanlah masa kayamu sebelum datang masa miskinmu (dengan sedekah), gunakanlah masa hidupmu sebelum datang masa matimu (mencari bekal hidup setelah mati), dan gunakanlah masa senggangmu sebelum datang masa sempitmu. “ (HR. Dailami)

“ Allah telah mancukupi segala sesuatu bagiku. Dan sebaik-baik yang kuserahkan diri hanya kepada Allah.....”

HALAMAN PERSEMBAHAN

M. Munajah MK mempersembahkan Tugas Akhir ini untuk :

*Almarhum Kakek-Nenekku disana.....semoga segala amal diterima oleh-Nya
Kedua orang tuaku, Bapakku Hi.M.Kasiro, dan Ibuku Sumaryatun, atas kasih
sayang dan supportnya selama ini.....semoga Allah SWT membalas segala
kebaikan beliau berdua.*

*Delapan orang kakakku beserta iparku, terima kasih atas supportnya selama
ini.*

*14 keponakanku yg baik, plus 3 calon keponakanku, semoga sehat hadir di
dunia ini.....*

*3 orang keponakanku yang telah dipanggil oleh-Nya, semoga kalian bahagia
disana bersama sang Pencipta.
dan terakhir... thank you for loving me, Eni Rohyani (untuk perhatian, kasih
sayang dan kesabarannya selama ini)*

KATA PENGANTAR



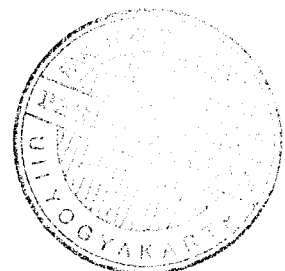
Assalamu'alaikum Wr.Wb

Alhamdulillah, puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya kepada kita semua, sehingga sampai saat ini kita masih diberi kesempatan untuk memperbaiki kualitas hidup. Dan atas karunia-Nya pula akhirnya tugas ini dapat diselesaikan. Sholawat serta salam kita haturkan pada junjungan kita Nabi Muhammad SAW beserta para khalifah dan penerus yang telah dan akan terus menjaga risalahnya sampai akhir zaman.

Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan jenjang studi Strata Satu (S1) pada Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, diwajibkan untuk menyusun tugas akhir yang dipertahankan didepan tim penguji. Tugas akhir ini mengambil judul **“SIMULASI PENGARUH SANDI KANAL PADA KANAL TRAFIK REVERSE LINK IS-95A TERHADAP KUALITAS SINYAL”**.

Dengan segala kerendahan hati, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. Bachrun Sutrisno, Msc, selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta.
2. Bapak Tito Yuwono, ST, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri sekaligus Dosen Pembimbing I, Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta.



3. Bapak Yusuf Azillah, ST, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta.
4. Bapak Eka Indarto, ST, selaku Dosen Pembimbing II yang telah bersedia memberikan waktu dan menyumbangkan pikiran.
5. Dosen dan karyawan FTI UII, atas waktu, tempat dan ilmu yang diberikan.
6. Seluruh mahasiswa Jurusan Teknik Elektro UII.
7. Dan seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu disini, terima kasih atas support dan do'anya.

Akhir kata, pengetahuan merupakan alat mencari kebenaran. Kebenaran dalam penyusunan dan isi tugas ini penulis sadari masih jauh dari kesempurnaan karena kekurangannya pengetahuan penulis, untuk itu kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan sangat penulis harapkan. Terima kasih.

Wabillahi taufik wal hidayah

Wassalamu'alaikum Wr.Wb

Jogjakarta, Juni 2007

Penulis

ABSTRAK

Konsep dasar dari teknologi CDMA adalah menggunakan sandi – sandi yang unik sehingga tidak mudah untuk disadap. Sandi – sandi tersebut berupa runtun PN yang digunakan untuk mengkodekan sinyal informasi digital sebelum ditransmisikan. Hasilnya lebar bidang dari sinyal tersebut menjadi lebih lebar dan inilah yang kemudian dinamakan sebagai spektrum tersebar.

Ada berbagai teknik spektrum tersebar, dua diantaranya ialah spektrum tersebar runtun langsung (*direct sequence spread spectrum*, DSSS) dan spektrum tersebar lompatan frekuensi (*frequency hopping spread spectrum*, FHSS). *Reverse link IS-95A* menggunakan kanal trafik untuk membawa informasi dari *mobile station* ke *base station*.

CDMA memiliki nilai performansi yang tinggi, karena didalam sistem CDMA terdapat suatu teknik yang dinamakan penyandian kanal dimana teknik ini dapat meningkatkan performansi dengan memperkecil efek yang ditimbulkan dari kerusakan – kerusakan kanal seperti derau dan pudaran sehingga akan memperkecil nilai dari *bit error rate* E_b/N_0 (BER). Untuk mengetahuinya maka simulasi dilakukan dengan melakukan perubahan-perubahan parameter yang berkaitan dengan tujuan dari tugas akhir ini. Parameter variabel tersebut berada pada sisi blok pengganggu dan dalam simulasi ini diwakili oleh subsistem *rayleigh multipath and AWGN channel* yang didalamnya berisi blok *multipath rayleigh fading* dan blok *AWGN Channel*. Parameter – parameter yang menjadi peubah / variabel tersebut ialah nilai tunda waktu dari tiap lintasan (*delay vector*), perbandingan antara energi sinyal masukan terhadap derau (E_s/N_0), dan daya dari sinyal masukan (S). Kemudian BER yang dihasilkan dicatat dan diplot menjadi grafik. Hasil plot grafik inilah yang kemudian ditampilkan pada program simulasi. Diketahui bahwa rangkaian simulasi yang menggunakan penyandian kanal, memiliki nilai BER yang lebih kecil daripada rangkaian simulasi yang tidak menggunakan penyandian kanal. Intinya adalah penyandian kanal dapat memperbaiki kualitas sinyal Rx di sisi penerima, atau dengan kata lain penyandian kanal berfungsi di dalam kekebalan sinyal terhadap gangguan-gangguan yang muncul dalam kanal transmisi.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	ii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	iii
MOTTO	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Tujuan Penulisan	3
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Metodologi Penulisan	3
1.5. Manfaat Penelitian	4
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1. Konsep Dasar Spektrum Tersebar	5
2.2. <i>Code Division Multiple Acces</i> (CDMA)	7
2.3. <i>Interim Standart-95</i>	9
2.4. Jalur Maju (<i>forward link</i>)	11
2.5. <i>Reverse Link IS-95</i>	14
2.5.1. <i>Vocoder</i>	17
2.5.2. <i>Cyclic Redundancy Chech</i> (CRC)	18
2.5.3. Penyandian Kanal	18
2.5.3.1. Sandi konvolusi	19
2.5.3.2. Pengulang atau <i>repeater</i>	20

2.5.3.3. Interleaver	20
2.5.4. Modulasi Ortogonal 64-ary	21
2.5.5. Sandi PN	22
2.5.6. Modulasi <i>Offset Quadratur Shift Keying</i> (OQPSK)	26
2.5.7. Tapis Pembentukan Pulsa	29

BAB III PERANCANGAN SIMULASI DENGAN MENGGUNAKAN BLOCKSET

CDMA IS-95A

3.1. Dasar-dasar Sistem Kanal Balik CDMA IS-95A	30
3.1.1. Spesifikasi Sistem IS-95A	30
3.1.2. Penyandian Kanal	32
3.1.3. Modulasi Walsh dan Penyebaran pada <i>Mobile Station</i>	33
3.1.4. Penerima <i>Rake</i> tak Koheren	33
3.2. Blockset CDMA IS-95A pada Simulasi	34
3.2.1. Subsystem <i>Data Source</i>	34
3.2.1.1. Blok <i>Mobile Station transmitter Data Rate</i>	35
3.2.1.2. Blok <i>Output</i>	36
3.2.1.3. Blok <i>Random Binary frame generator</i>	37
3.2.1.4. Blok IS-95A Short Code Generator	39
3.2.2. Subsystem <i>Encoding</i>	42
3.2.2.1. Blok <i>IS-95A CRC Generator</i>	43
3.2.2.2. Blok <i>IS-95A Reverse Channel Convolution Encoder</i> ...	47
3.2.2.3. Blok <i>IS-95A Reverse Channel Repeater/Derepeater</i>	50
3.2.2.4. Blok <i>IS-95A Reverse Channel Interleaver/Deinterleaver</i> 52	
3.2.3. Subsystem <i>Spreading and Modulation</i>	54
3.2.3.1. Blok <i>IS-95A Reverse Channel Walsh</i> <i>Modulation and Spreading</i>	54
3.2.3.2. Blok <i>Product</i>	57
3.2.3.3. Blok <i>Up Sample</i>	58

3.2.3.4. Blok <i>Integer Delay</i>	60
3.2.3.5. Blok <i>Terminator</i>	61
3.2.3.6. Blok <i>Real-Image to Complex</i>	62
3.2.4. Blok <i>Go to</i>	63
3.2.5. Blok <i>From</i>	64
3.2.6. Blok <i>Pulse Shaping Transmit/Receive Filter</i>	66
3.2.7. Subsistem <i>Reyleigh Multipath and AWGN Channel</i>	68
3.2.7.1. Blok <i>Multipath Reyleigh fading</i>	68
3.2.7.2. Blok <i>AWGN Channel</i>	71
3.2.8. Blok <i>IS-95A Reverse Channel Detector</i>	73
3.2.9. Blok <i>Decoding and IS-95A Reverse Channnel Viterbi Decoder</i> ...	76
3.2.10. Blok <i>Frame Quality Detector and Error Rate Calculation</i>	79
3.2.10.1. Blok <i>IS-95A Frame Quality Detector</i>	79
3.2.10.2. Blok <i>Relational Operator</i>	83
3.2.10.3. Blok <i>Frame Status Conversion</i>	85
3.2.10.4. Blok <i>Error Rate Calculation</i>	86
3.2.11. Blok <i>Display Bit Error Rate</i>	89
3.3. Penentuan Parameter	91
BAB IV PEMBAHASAN HASIL SIMULASI	
4.1. Blok <i>Multipath Reyleigh Fading and AWGN Channel</i>	98
4.2. Parameter <i>Delay vector (s)</i> pada blok <i>Multipath reyleigh Fading</i>	100
4.3. Parameter <i>Es/No (dB)</i> pada blok <i>AWGN Channel</i>	102
4.4. Parameter <i>Input Signal Power (watt)</i> pada blok <i>AWGN Channel</i>	104
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1. Kesimpulan	107
5.2. Saran	108
Hasil Pengamatan	109
DAFTAR PUSTAKA	114

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Beberapa parameter <i>system</i> seluler digital DS-CDMA IS-95A	10
Tabel 2.2	Kondisi register PN dan keluarannya	24
Tabel 2.3	Pemetaan antara <i>symbol</i> yang dikirimkan dengan representasi Bit	27
Tabel 3.1	Perbedaan pemakaian sandi PN dan Sandi Walsh pada <i>forward link</i> dan <i>reverse link</i>	31
Tabel 3.2	Tipe kanal dengan pesat data dan nilai masukan	44
Tabel 3.3	Tipe kanal dengan jumlah bit-bit masukan dan keluaran yang sesuai dari blok <i>IS-95A CRC Generator</i>	45
Tabel 3.4	Tipe kanal dengan jumlah bit yang sesuai pada masukan dan keluaran dari blok <i>IS-95A Reverse Channel Convolutional Encoder</i>	48
Tabel 3.5	Tipe kanal dengan jumlah bit yang sesuai pada masukan dan keluaran dari blok <i>IS-95A Reverse Channel Repeater/Derepeater</i>	51
Tabel 3.6	Tipe kanal dengan jumlah bit-bit masukan dan keluaran yang sesuai dari blok <i>IS-95A Frame Quality Detector</i>	81
Tabel 3.7	Jenis Operasi pada blok <i>Relational Operator</i> dan keterangan	84
Tabel 3.8	Parameter-parameter yang nilainya ditentukan	91
Tabel 3.9	Parameter-parameter yang nilainya adalah variable	95
Tabel 4.1	Pengaruh penyandian kanal pada kualitas Rx	99
Tabel	<i>64-Ary Orthogonal Symbol System</i>	113

Gambar 3.22 Blok <i>IS-95A Reverse Channel Walsh Modulation and Spreading</i> ...	55
Gambar 3.23 Parameter Blok <i>IS-95A Reverse Channel Walsh Modulation and Spreading</i>	56
Gambar 3.24 Blok <i>Outport</i>	57
Gambar 3.25 Parameter Blok <i>Outport</i>	57
Gambar 3.26 Blok <i>Up Sample</i>	58
Gambar 3.27 Parameter Blok <i>Up Sample</i>	59
Gambar 3.28 Blok <i>Integer delay</i>	60
Gambar 3.29 Parameter Blok <i>Integer delay</i>	60
Gambar 3.30 Blok <i>Terminator</i>	61
Gambar 3.31 Parameter Blok <i>terminator</i>	61
Gambar 3.32 Blok <i>Real-image to complex</i>	62
Gambar 3.33 Parameter Blok <i>Real-image to complex</i>	62
Gambar 3.34 Blok <i>Go to</i>	63
Gambar 3.35 Parameter Blok <i>Go to</i>	64
Gambar 3.36 Blok <i>from</i>	65
Gambar 3.37 Parameter Blok <i>From</i>	66
Gambar 3.38 Blok <i>pulse Shaping transmit filter</i>	66
Gambar 3.39 Parameter Blok <i>pulse Shaping transmit filter</i>	67
Gambar 3.40 Subsistem <i>Reyleigh Multipath and AWGN Channel</i>	68
Gambar 3.41 Blok <i>Multipath Reyleigh fading</i>	68
Gambar 3.42 Parameter Blok <i>Multipath Reyleigh fading</i>	70
Gambar 3.43 Blok <i>AWGN Channel</i>	71
Gambar 3.44 Parameter Blok <i>AWGN Channel</i>	72
Gambar 3.45 Blok <i>IS-95A reverse Channel Detector</i>	73
Gambar 3.46 Parameter Blok <i>IS-95A reverse Channel Detector</i>	74
Gambar 3.47 Subsistem <i>decoding and IS-95A Rev Ch Viterbi Decoder</i>	76
Gambar 3.48 Blok <i>IS-95A reverse Channel Viterbi Decoder</i>	77
Gambar 3.49 Parameter Blok <i>IS-95A reverse Channel Viterbi Decoder</i>	77

Gambar 3.50 Subsistem <i>Frame Quality Detector and Error Rate Calculation</i>	79
Gambar 3.51 Blok <i>IS-95A Frame Quality detector</i>	80
Gambar 3.52 Parameter Blok <i>IS-95A Frame Quality detector</i>	82
Gambar 3.53 Blok <i>relational Operator</i>	83
Gambar 3.54 Parameter Blok <i>relational Operator</i>	83
Gambar 3.55 Blok <i>Frame Status Conversion</i>	85
Gambar 3.56 Parameter Blok <i>Frame Status Conversion</i>	85
Gambar 3.57 Blok <i>Error Rate Calculation</i>	86
Gambar 3.58 Parameter Blok <i>Error Rate Calculation</i>	88
Gambar 3.59 Blok <i>Display Bit Error Rate</i>	89



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sistem telekomunikasi saat ini telah mengalami perkembangan sangat cepat yang terlihat dari pergeseran sistem komunikasi dengan kabel (*wireline communication*) ke arah komunikasi nirkabel atau biasa disebut *wireless communication*. Kesuksesan sistem komunikasi nirkabel di Indonesia sendiri berawal dari banyaknya penggunaan telepon selular berbasis *Global System Mobile GSM* yang diadopsi dari standar sistem yang dipakai di Eropa. Dalam sistem GSM, selain memberikan layanan suara dan pesan juga memberikan layanan akses internet menggunakan *General Package Radio Service GPRS*.

Seiring dengan bergeraknya pasar GSM yang semakin luas, muncul sebuah teknologi baru yang dinamakan *Code Divission Multiple Access (CDMA)*. Pada awalnya sistem CDMA digunakan dikawasan militer karena kemampuannya dalam bidang keamanan dan kekebalannya terhadap *jamming*. Kemudian oleh Qualcomm CDMA diperkenalkan dengan standar pertama CDMA yaitu *Interim Standart 95 IS-95A* pada bulan juli 1993. CDMA diadopsi di beberapa negara seperti di negara – negara kawasan Amerika, China dan Korea.

Konsep dasar dari teknologi CDMA adalah menggunakan sandi – sandi yang unik sehingga tidak mudah untuk disadap. Sandi – sandi tersebut digunakan untuk mengkodekan sinyal informasi digital sebelum ditransmisikan. Hasilnya lebar bidang dari sinyal tersebut menjadi lebih lebar dan inilah yang kemudian

dinamakan sebagai spektrum tersebar. Penggunaan kode – kode unik tersebut dapat diilustrasikan seperti sejumlah pasangan yang saling berbicara di dalam sebuah ruangan dimana setiap pasangan berbicara dengan menggunakan bahasa yang berbeda – beda sehingga informasi yang disampaikan oleh seseorang hanya akan dimengerti oleh pasangannya sendiri. Selain memiliki keamanan yang tinggi dan tidak mudah disadap, sistem CDMA juga mempunyai kelebihan lain yaitu dapat memperkecil efek interferensi antar kanal, dapat mengurangi efek derau, kecepatan transfer data yang tinggi dan memiliki kapasitas pengguna lebih banyak dalam frekuensi yang sama.

Dengan beberapa keunggulan dari sistem CDMA, dapat dikatakan bahwa CDMA memiliki nilai performansi yang tinggi. Hal ini karena didalam sistem CDMA terdapat suatu teknik yang dinamakan penyandian kanal dimana teknik ini dapat meningkatkan performansi dengan memperkecil efek yang ditimbulkan dari kerusakan – kerusakan kanal seperti derau dan pudaran sehingga akan memperkecil nilai dari *bit error rate* E_b/N_0 . Dengan kata lain penyandian kanal ini sangat berpengaruh pada kualitas sinyal di penerima.

Teknik penyandian kanal ini memiliki beberapa proses pengolahan yaitu berawal dari proses sandi konvolusi, pengulang atau *repeater* dan *interleaver*. Masing – masing proses ini memiliki peranan tersendiri yang saling independent dan akhirnya membentuk satu kesatuan fungsi yang nantinya akan sangat berpengaruh pada kualitas sinyal penerimaan.

1.2 Tujuan Penulisan

Tujuan dari penulisan tugas akhir ini yaitu sebagai berikut :

- a. Memberikan gambaran mengenai cara kerja sistem CDMA pada umumnya dan teknik penyandian kanal pada khususnya dengan menggunakan *blockset* Matlab,
- b. Menjelaskan adanya pengaruh efek dari kerusakan kanal seperti derau dan pudaran pada transmisi sinyal CDMA dan memberikan solusi untuk mengurangi bahkan menghilangkan efek tersebut,
- c. Menganalisis adanya pengaruh teknik penyandian kanal pada kanal trafik *reverse link* IS-95A terhadap kualitas penerimaan sinyal di penerima dengan menggunakan *blockset* Matlab.

1.3 Batasan Masalah

Tugas akhir ini akan membahas mengenai pengantar dasar sistem CDMA, *blockset* Matlab yang digunakan dan pengaruh penyandian kanal pada kanal trafik *reverse link* terhadap nilai dari *bit error rate*. Setiap *blockset* Matlab memiliki parameter – parameter yang dapat diubah – ubah namun ada juga yang telah ditentukan nilai dan jenisnya.

1.4 Metodologi Penulisan

Metodologi yang digunakan dalam penulisan tugas akhir ini adalah :

- a. Studi literatur yang dipergunakan untuk menambah wawasan tentang teknologi CDMA umumnya dan IS-95A khususnya dengan mengacu pada

beberapa referensi seperti *help* Matlab, buku dan artikel penunjang, serta informasi yang didapat dari internet yang berkaitan dengan masalah dalam tugas akhir ini.

- b. Pembuatan simulasi yang menggunakan *blockset* Matlab.
- c. Pengamatan terhadap hasil data yang didapatkan dan kemudian melakukan analisis terhadap data tersebut.

1.5 Sistematika Penulisan

Tugas akhir ini disusun dengan sistematika penulisan sebagai berikut :

BAB I Pendahuluan

Berisi latar belakang, tujuan penulisan, batasan masalah, metodologi penulisan dan sistematika penulisan.

BAB II Dasar Komunikasi RF IS-95

Berisi tentang gambaran dari komunikasi RF digital yaitu pada sistem CDMA dan lebih khusus lagi untuk sistem *reverse link* (dari *mobile station* ke *base station*).

BAB III Perancangan Simulasi dengan Menggunakan *Blockset* CDMA IS-95A.

Berisi uraian dari masing – masing *blockset* IS-95A yang digunakan dalam simulasi

BAB IV Hasil Simulasi dan Pembahasan

Berisi hasil simulasi dan pembahasan dari hasil simulasi yang didapat.

BAB V Kesimpulan dan saran

Berisi kesimpulan dan saran – saran dari pembahasan sebelumnya

BAB II

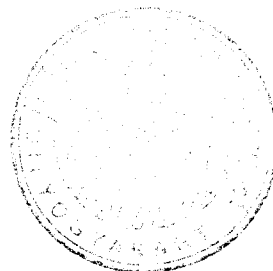
LANDASAN TEORI

2.1 Konsep Dasar Spektrum Tersebar

Konsep dasar dari sistem *Code Division Multiple Access* CDMA adalah spektrum tersebar dimana teknik ini digunakan untuk memodulasi suatu sinyal oleh sebuah sinyal penyebar sehingga energi sinyal yang ditransmisikan menempati lebar bidang yang jauh lebih besar dibandingkan dengan sinyal informasi asli.

Spektrum tersebar terbukti memiliki kelebihan dibandingkan teknik lain seperti dengan menggunakan spektrum terkumpul yaitu tidak mudah disadap dan kebal terhadap terjangan atau jamming sehingga kerahasiaan lebih terjaga. Oleh sebab itu spektrum tersebar untuk pertama kalinya digunakan di kawasan militer.

Ada berbagai teknik spektrum tersebar, dua diantaranya ialah spektrum tersebar runtun langsung (*direct sequence spread spectrum*, DSSS) dan spektrum tersebar lompatan frekuensi (*frequency hopping spread spectrum*, FHSS). Pada spektrum tersebar runtun langsung, sinyal yang telah termodulasi sebelumnya secara langsung dimodulasi kembali untuk kedua kalinya dengan sinyal penyebar yang memiliki lebar bidang sangat luas. Sedangkan untuk spektrum tersebar lompatan frekuensi lebar spektrum sinyal yang telah termodulasi dilakukan dengan mengubah – ubah frekuensinya secara periodis. Spektrum tersebar lompatan frekuensi dapat dianalogikan dengan seorang gerilyawan yang selalu berpindah – pindah agar sulit diintai dan dihancurkan.



Sifat-sifat utama spektrum tersebar adalah:

1. Transmisi informasi tidak dapat dideteksi oleh penerima yang tidak diinginkan atau transmisi informasi transparan terhadap penerima yang tidak diinginkan,
2. Transmisinya tidak dapat dihadang.

Dalam sistem komunikasi spektrum tersebar, isyarat yang dikirim harus memenuhi syarat:

1. Lebar bidang yang digunakan untuk mengirim informasi jauh lebih besar daripada lebar bidang informasi yang dikirim,
2. Lebar bidang RF (*Radio Frequency*) termodulasi ditentukan oleh suatu fungsi yang tidak tergantung pada pesan, dan fungsi tersebut diketahui oleh penerima.

Rasio dari lebar-bidang transmisi dengan lebar-bidang informasi disebut *processing gain* (G_p) sistem spektrum tersebar. *Processing gain* didefinisikan sebagai:

$$G_p = \frac{B_t}{B_i} \dots\dots\dots(2.1)$$

dengan:

G_p = *processing gain*

B_t = lebar-bidang transmisi (Hz)

B_i = lebar-bidang isyarat informasi (Hz)

Perbedaan isyarat yang ditransmisikan dengan isyarat yang diterima disebut dengan galat (*error*). Jika isyarat masukannya adalah bit, maka jumlah galat yang terjadi disebut dengan pesat kesalahan bit (Bit Error Rate - BER). Sedangkan jika masukannya adalah simbol, maka jumlah galat yang terjadi disebut dengan pesat kesalahan simbol. Perhitungan pesat kesalahan dilakukan sebagaimana statistik

berjalan, dengan cara membagi jumlah total pasangan elemen data yang tidak sama dengan jumlah total elemen data masukan dari sumber.

2.2 Code Division Multiple Access (CDMA)

Seperti telah disebutkan sebelumnya bahwa saat ini sistem spektrum tersebar tidak hanya bermanfaat di dunia militer saja, melainkan sudah merambah ke dunia sipil secara komersial. Pemanfaatannya di dunia komersial terutama dalam hal kemampuannya untuk menangani sistem komunikasi dengan banyak jumlah pengguna. Hal ini dilakukan dengan memberikan sandi penyebar yang berbeda – beda dan saling ortogonal bagi tiap pengguna yang aktif dalam sistem tersebut. Karena itulah maka sistem seperti ini disebut dengan *Code Division Multiple Access (CDMA)*.

Semua pengguna dalam sistem CDMA menggunakan frekuensi pembawa yang sama, sehingga bagi suatu sandi penyebar tertentu, sandi penyebar yang lain dapat dipandang sebagai derau atau pengganggu. Karena itu kinerja dari sistem CDMA sangat terpengaruh oleh banyaknya pengguna yang aktif. Kinerja sistem CDMA akan turun seiring dengan meningkatnya jumlah pengguna yang aktif. Sebaliknya jika jumlah pengguna aktif berkurang, kinerja sistem akan meningkat.

Apabila daya tiap pengguna dalam suatu sel tidak dikendalikan sehingga di penerima stasiun basis tampak tidak sama, maka muncul masalah jauh – dekat (*near – far problem*). Masalah ini muncul ketika banyak pengguna menggunakan kanal yang sama. Sinyal terkuat yang diterima dari pengguna terdekat akan menindas sinyal – sinyal yang lemah dari pengguna lain yang lebih jauh letaknya. Untuk mengatasi masalah ini digunakan pengendalian daya. Pengendalian level daya ini dilakukan oleh

tiap stasiun basis untuk menjamin bahwa semua pengguna yang ada dalam daerahnya menghasilkan level daya yang sama di penerima.

Sistem CDMA mampu melewati beberapa kanal komunikasi sekaligus pada lebar pita frekwensi dan simultan di waktu yang sama. Setiap kanal ini dapat dibedakan karena masing-masing kanal memiliki kode tertentu yang khas dan mengikuti pola yang telah disepakati pada awal transmisi. Kode khas ini berupa runtun bit derau acak-semu (*PN, pseudorandom noise*) atau disebut dengan "*chip*". Pada saat transmisi, runtun *chip* PN digunakan untuk mengubah bit-bit informasi pengguna berpita sempit menjadi rangkaian chip yang jauh lebih panjang sehingga menyebarkan lebar pita spektrum sinyal.

Pengubahan bit informasi dilakukan dengan meng-XOR-kan bit informasi dengan runtun *chip*-nya. Ilustrasinya sebagai berikut :

Data Pengguna	:	01
Runtun <i>chip</i>	:	01101010

Agar bisa di-XOR-kan, maka data pengguna diumpamakan mengalami pengulangan sehingga tepat sama dengan periode runtun *chip*.

Data pengguna pengulangan 4X	:	00001111
Runtun <i>chip</i>	:	01101010
Operasi XOR	:	-----
Sinyal spektrum tersebar	:	01100101

Kemudian sinyal spektrum tersebar memodulasi gelombang pembawa sebelum dipancarkan ke media transmisi.

Di sisi penerima, apabila tidak terdapat galat akibat derau atau *interferer* maka data pengguna dapat dipulihkan dengan cara meng-XOR-kan kembali sinyal yang diterima dengan runtun *chip* yang identik sama.

Sinyal yang diterima	: 01100101
Runtun <i>chip</i>	: 01101010
Operasi XOR	-----
Data pengguna pengulangan 4X	: 00001111
∴ Data pengguna	: 01

2.3 Interim Standard – 95

IS-95 (*Interim Standard*) adalah suatu standar sistem telekomunikasi berbasis CDMA, yang merupakan salah satu dari dua buah standar digital yang diterima di Amerika Utara. Pengembangan standar ini oleh *Telecommunication Industry Association* (TIA) dipicu sejak bulan juni 1989, yaitu ketika Qualcomm mengajukan penggunaan teknik DS-CDMA untuk mengatasi masalah keterbatasan kapasitas pengguna yang dihadapi sistem selular analog.

Sistem IS-95 dirancang untuk menggantikan beberapa kanal radio selular yang telah ada dengan pembawa DS-CDMA tunggal. Metode modulasi asimetrik digunakan untuk *forward link* (dari *base* ke *mobile*) dan untuk *reverse link* (dari *mobile* ke *base*), walaupun keduanya disebarkan pada pesat 1,2288 Mchip/detik, sehingga keduanya menempati lebar bidang yang sama.

Beberapa karakteristik penting dari IS-95 ditunjukkan pada Tabel 2.1 berikut:

Tabel 2.1 Beberapa parameter sistem selular digital DS-CDMA IS-95

Parameter	Link Forward	Link Reverse
Band frekuensi (MHz)	869-894	824-849
Metode akses	DS/CDMA-FDMA	DS/CDMA-FDMA
Pola penggunaan kembali sel	Penggunaan kembali sektor tunggal	Penggunaan kembali sektor tunggal
Modulasi	BPSK dengan pengaburan ortogonal Walsh	Pensinyalan ortogonal 64-array
Penyebaran DS	Penyebaran QPSK, periode= 2^{15}	Penyebaran OQPSK, periode= 2^{15}
Pesat chip (Mchip/detik)	1,2288	1,2288
FEC	Rate $\frac{1}{2}$, sandi konvolusi k=9	Rate $\frac{1}{3}$, sandi konvolusi k=9
Interleaving	Block interleaver, durasi = 20 ms	Blok interleaver, durasi = 20 ms
Scrambling	Runtun pengguna dengan panjang $2^{42}-1$ yang dikurangi	Runtun pengguna dengan panjang $2^{42}-1$
Struktur penerima	Penerima Rake cabang-tiga	Penerima Rake cabang-empat

Parameter	Link Forward	Link Reverse
Speech coder	QCELP	QCELP
Metode	9,6, 4,8, 2,4, 1,2 kbps	9,6, 4,8, 2,4, 1,2 kbps
Pesat data	Ditentukan oleh VAD	Ditentukan oleh VAD
Durasi frame (ms)	20	20

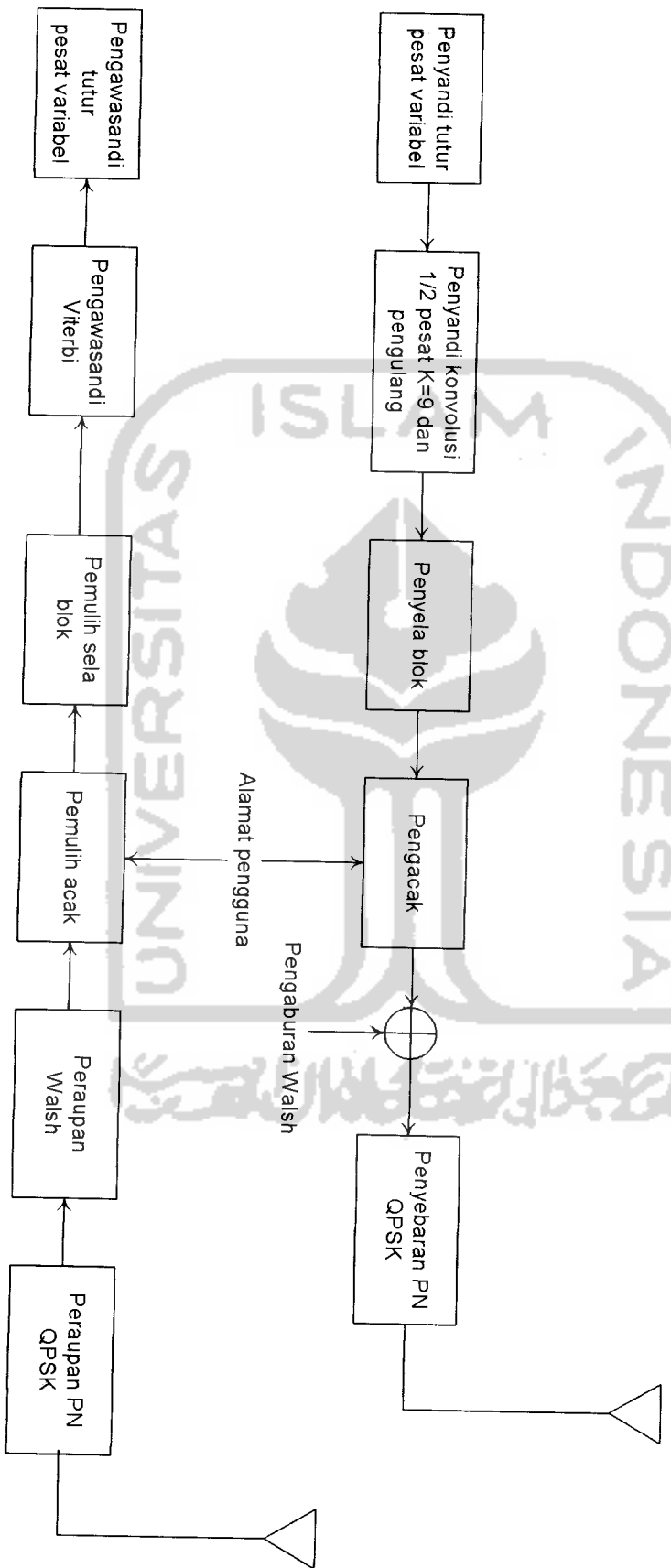
2.4. Jalur Maju (*Forward Link*)

Seperti yang tercantum pada tabel, *speech coder* menghasilkan data pada salah satu dari empat pesat data (9,6, 4,8, 2,4, atau 1,2 kbps), tergantung aktivitas pembicaraan pada waktu tertentu. Anggap pada suatu saat digunakan pesat data tertinggi, yaitu 9,6 kbps. Keluaran *speech coder* kemudian disandikan dengan sandi konvolusi dengan $k = 9$, menggunakan polinomial pembangkit:

$$g_1(x) = 1 + x + x^2 + x^3 + x^5 + x^7 + x^8$$

$$g_2(x) = 1 + x^2 + x^3 + x^4 + x^8$$

sehingga pesat datanya meningkat menjadi 19,2 ksimbol/detik. Keluaran penyandi konvolusi kemudian dilewatkan pada *block interleaver* 24 x 16 pada interval 384 simbol (20 ms). Simbol yang telah disandikan kemudian di-*scramble* dengan meng-XOR-kan dengan suatu runtun PN panjang yang memiliki panjang $(2^{42}-1)$. Kemudian, dilakukan pengaburan Walsh untuk menjamin bahwa setiap pengguna dalam sebuah sel saling ortogonal dengan pengguna yang lain, yaitu dengan meng-XOR-kannya dengan salah satu baris matriks Hadamard-64, dengan asumsi bahwa setiap baris



Gambar 2.1 Diagram kotak *forward link* pada sistem IS-95.

Kedua sandi PN ini unik untuk suatu sel atau sektor tertentu, dan dibedakan dengan sel atau sektor lain oleh insut (*offset*) waktu dari sandi basis. Kedua cabang kemudian ditapis secara terpisah oleh tapis FIR (*Finite Impulse Response*), sebelum kemudian memodulasi pembawa kuadratur.

2.5. Reverse Link IS-95

Reverse link pada IS-95 terdiri memiliki 2 buah kanal yaitu kanal akses dan kanal trafik dimana kedua kanal ini menggunakan frekuensi CDMA yang sama dengan menggunakan teknik spektrum tersebar runtun langsung. Pada *reverse link* ini digunakan tiga kode yaitu kode *pseudorandom* pendek, kode Walsh dan kode *pseudorandom* panjang. Ketiga kode ini memiliki fungsi tersendiri yang berbeda seperti pada kanal maju IS-95.

Proses *reverse link* IS-95 seperti ditunjukkan Gambar 2.2. berawal dari keluaran penyandi tutur dengan pesat yang bervariasi mulai dari 1,2 kbps, 2,4 kbps, 4,8 kbps, dan 9,6 kbps tergantung dari aktifitas pembicaraan pada waktu tertentu. Bila dianggap pada suatu saat digunakan pesat data tertinggi 9,6 kbit/detik, maka keluaran dari penyandi tutur ini akan di sandikan dengan sandi konvolusi dengan pesat = 1/3 dan k=9 menggunakan polinomial pembangkit:

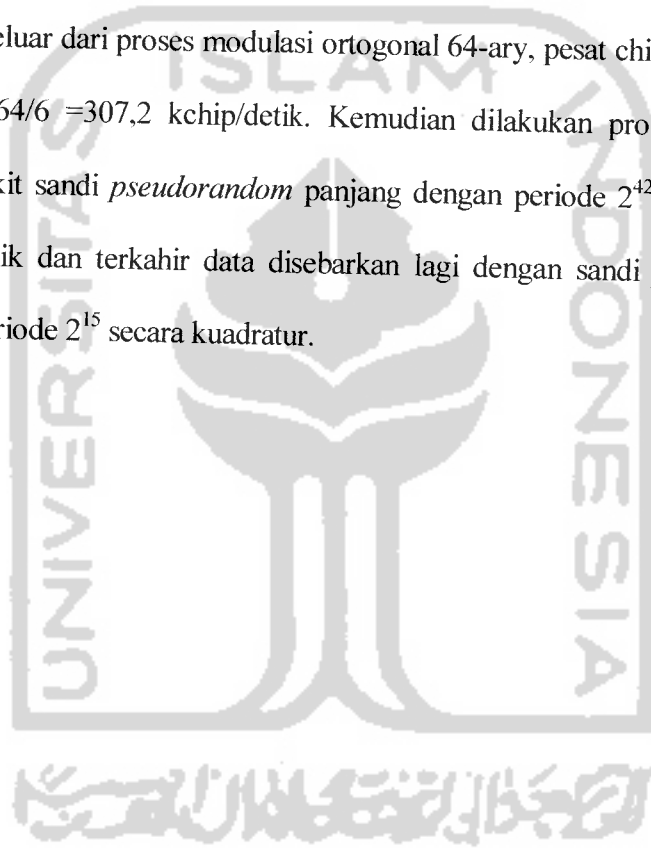
$$g0(x) = 1 + x^2 + x^3 + x^5 + x^6 + x^7 + x^8$$

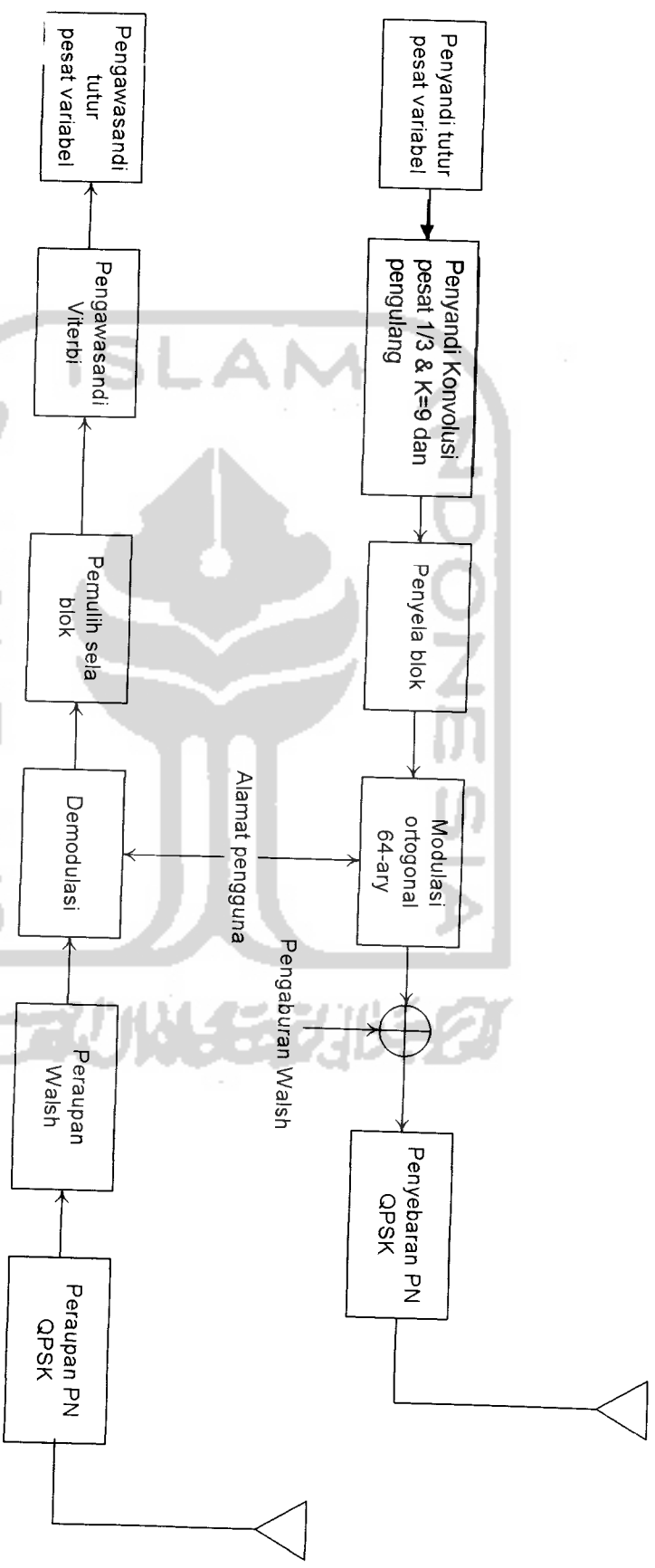
$$g1(x) = 1 + x + x^3 + x^4 + x^7 + x^8$$

$$g2(x) = 1 + x + x^2 + x^5 + x^8$$

Oleh karena pesat = 1/3 maka pesat data keluaran dari sandi konvolusi menjadi $3 \times 9,6 \text{ kbps} = 28,8 \text{ ksimbol/detik}$. Keluaran penyandi konvolusi kemudian dilewatkan pada blok interleaver 32×18 dengan panjang 576 simbol (20 ms) dan diteruskan dengan modulasi ortogonal 64-ary. Modulator 64-ary ini menggunakan enam simbol yang keluar dari blok interleaver untuk membentuk indeks pada matriks Hadamard-64. Indeks ini digunakan untuk memilih salah satu baris pada matriks Hadamard-64.

Setelah keluar dari proses modulasi ortogonal 64-ary, pesat chipnya yaitu $28,8 \text{ ksimbol/detik} \times 64/6 = 307,2 \text{ kchip/detik}$. Kemudian dilakukan proses *scrambling* dengan pembangkit sandi *pseudorandom* panjang dengan periode $2^{42} - 1$ dan pesat 1,2288 Mchip/detik dan terakhir data disebarkan lagi dengan sandi *pseudorandom* pendek dengan periode 2^{15} secara kuadratur.



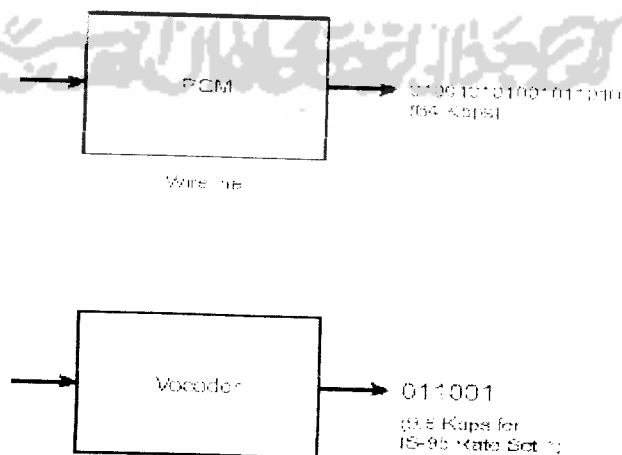


Gambar 2.2 Diagram kotak reverse link pada IS-95

2.5.1. Vocoder

Sebelum memasuki bagian penyandian kanal, informasi sumber harus sudah disandikan ke dalam bentuk digital sehingga dapat diproses lebih lanjut oleh sistem komunikasi digital. Salah satu teknik yang digunakan dalam aplikasi nirkabel adalah *pulse code modulation* (PCM). Dengan teknik PCM ini, suara atau pembicaraan analog diubah menjadi aliran bit sebesar 64 kbps.

Teknik PCM tidak dapat dilakukan dalam aplikasi nirkabel karena lebar bidang yang tersedia terbatas. Pengiriman informasi 64 kbps melalui udara membutuhkan lebar bidang yang lebih besar daripada yang telah disediakan oleh kebanyakan penyedia layanan. Oleh karena itu, dibutuhkan penyandian sumber alternatif yang dapat merepresentasikan informasi sumber (dalam hal ini adalah pembicaraan manusia) dengan menggunakan lebar bidang yang kecil. Teknik alternatif yang dimaksud ialah "vocoder". *Vocoder* dapat mengeksploitasi suara manusia dan menggunakan jumlah bit yang lebih sedikit untuk merepresentasikan dan mereplikasi suara manusia seperti Gambar 2.3. Sesuai Tabel 2.1, pesat data keluaran *vocoder* sistem IS-95 adalah salah satu dari (9,6), (4,8), (2,4) dan (1,2) kbps.



Gambar 2.3. Penggunaan *vocoder* dalam aplikasi nirkabel

2.5.2. Cyclic Redundancy Check (CRC)

CDMA IS-95 menggunakan penyandian blok untuk mengindikasikan kualitas setiap *frame* yang dikirim. Sebelum masuk pada penyandi konvolusi, sistem IS-95 menggunakan *Cyclic Redundancy Check (CRC)* yang memperlakukan bit – bit informasi sebagai suatu penjumlahan biner yang panjang. Penjumlahan ini dibagi oleh suatu penjumlahan pokok biner yang unik, dan sisanya disertakan pada bit informasi sebagai bit redundansi. Ketika *frame* diterima, penerima membentuk pembagian yang sama menggunakan pembagi pokok yang sama pula dan membandingkan sisa hasil perhitungan dengan sisa yang diterima di dalam *frame*.

2.5.3. Penyandian Kanal

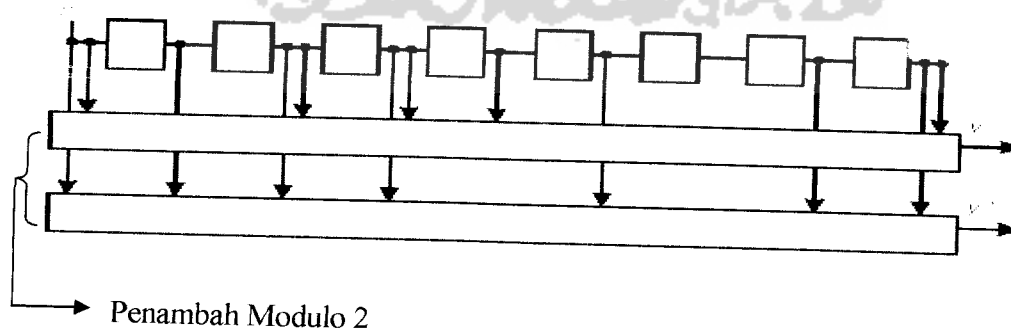
Pada rangkaian simulasi, penyandian kanal diwakili oleh sebuah subsistem, yaitu encoding. Secara garis besar, penyandian kanal terdiri atas proses – proses / sandi – sandi berikut :

1. Sandi konvolusi, yang bertujuan untuk menjamin kualitas sinyal terhadap kesalahan yang terjadi pada data khususnya untuk *reverse link*.
2. Pengulang atau *repeater*, yang melakukan pengulangan simbol – simbol pesat data yang lebih rendah dengan tujuan untuk menguatkan sinyal yang dikirimkan.
3. *Interleaver*, yang melakukan penataan data ke dalam *frame* 20 ms, agar data tersebut tidak mudah terpengaruh oleh galat deburan.

2.5.3.1. Sandi Konvolusi

Sandi blok dikatakan tanpa memori, yang artinya bahwa kata sandi atau bit – bit CRC tambahan (dalam kasus IS-95) hanya merupakan fungsi blok saat ini. Sebaliknya sandi konvolusi memiliki memori. Sebagai tambahan dalam penggunaan CRC, CDMA IS-95 juga menggunakan penyandian konvolusi untuk memperbaiki performansi kesalahan lebih lanjut. Pada sandi konvolusi bit yang tersandikan merupakan fungsi dari bit – bit informasi. Dan secara khusus, setiap bit yang tersandikan (pada keluaran sandi konvolusi) merupakan kombinasi dari beberapa bit informasi sebelumnya.

Untuk jalur balik (*reverse link*, dari *mobile station* ke *base station*) digunakan sandi konvolusi sesuai Tabel 2.1 yaitu pesat = $1/3$ dan panjang pembatas = 9. Pesat $1/3$ mempunyai arti dihasilkan 3 simbol kode untuk setiap bit masukan pada blok sandi konvolusi. Seperti telah disebutkan sebelumnya fungsi pembangkit kode ada tiga yaitu g_0 yang akan memberikan keluaran c_0 , g_1 yang memberikan keluaran c_1 dan g_2 dengan keluaran c_2 sehingga keluaran blok sandi konvolusi berturut – urut c_0 , c_1 , c_2 seperti ditunjukkan Gambar 2.4. Pengkodean konvolusional ini melibatkan penjumlahan modulo-2 dari beberapa register geser.



Gambar 2.4. Pengkodean konvolusional dengan pesat $1/3$ dan panjang pembatas 9

2.5.3.2. Pengulang atau *Repeater*

Pengulang (*repeater*) erat sekali kaitannya dengan sandi koreksi galat, yang ketika diaplikasikan pada penyandian kanal akan memperbaiki performansi sistem. Tujuannya adalah menambah bit – bit ekstra pada bit – bit informasi sehingga kesalahan dapat ditemukan dan dikoreksi pada penerima. Dengan kata lain, runtun bit direpresentasikan oleh runtun bit yang lebih panjang dengan redundansi yang cukup untuk melindungi data.

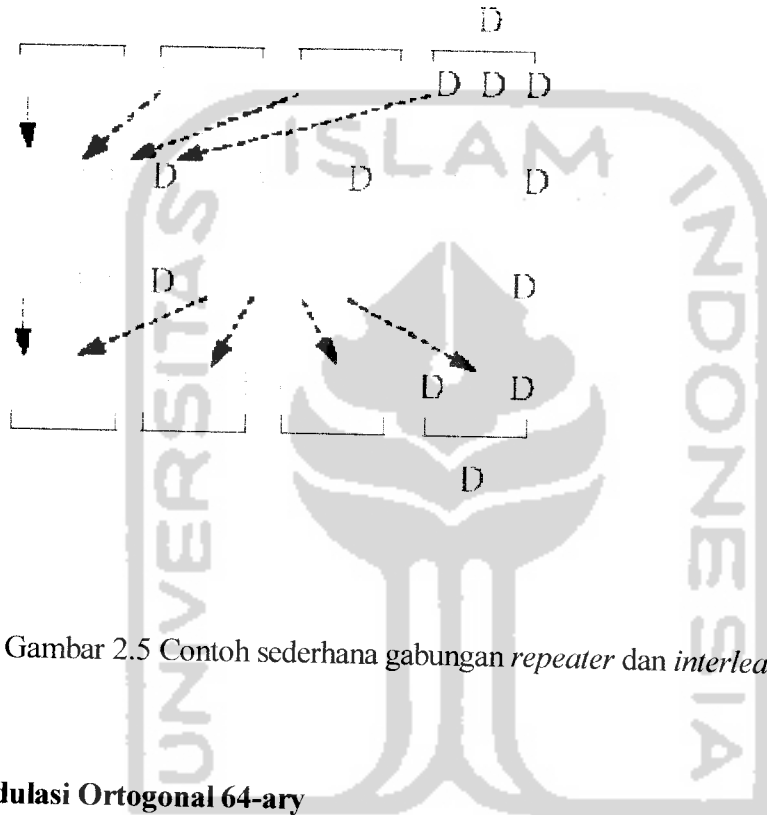
Dimisalkan akan dikirim bit dan proteksi kesalahan maka secara sederhana bit diulang sampai tiga kali (contoh : jika datanya adalah 1, maka yang dikirim adalah 111). Dengan cara ini, maka penerima akan menggunakan "penyandian mayoritas", yaitu hanya akan memutuskan bahwa data yang dikirim adalah 1 jika mayoritas dari tiga bit yang dikirim adalah 1.

Pengulang akan melakukan pengulangan pada simbol sandi konvolusi dengan pesat kurang dari pesat maksimum, yaitu pesat data 4,8 ksps, 2,4 ksps, 1,2 ksps untuk *rate set* 9,6 ksps dan 7,2 ksps, 3,6 ksps, 1,8 ksps untuk *rate set* 14,4 ksps. Jika simbol dikirimkan M kali, maka daya yang dikirimkan dapat dikurangi dengan faktor M tersebut dan memberikan energi yang sama pada penerima.

2.5.3.3. *Interleaver*

Perjalanan sinyal pada kanal komunikasi mobile mudah mengalami pudaran. Sandi pengoreksian kesalahan dirancang untuk mengatasi kesalahan yang disebabkan oleh pudaran sekaligus menjaga daya sinyal pada level yang masih bisa diterima. Pada

dasarnya interleaver merupakan sebuah blok yang berukuran 20 ms dimana teknik interleaver digunakan untuk pengacakan bit – bit pada aliran pesan sehingga kesalahan deburan yang ada pada kanal dapat diubah menjadi kesalahan acak seperti contoh sederhana Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Contoh sederhana gabungan *repeater* dan *interleaver*

2.5.4. Modulasi Ortogonal 64-ary

Pada sistem jalur balik IS-95, kode Walsh digunakan untuk fungsi yang berbeda seperti pada kanal maju. Pada kanal maju, kode walsh dipakai untuk memisahkan setiap pengguna saat mereka menempati pita frekuensi radio (RF) bersama – sama, sedangkan pada *reverse link* kode walsh digunakan untuk modulasi 64-ary ortogonal sehingga nantinya menghasilkan ortogonalitas diantara para pemakai dalam satu sel.

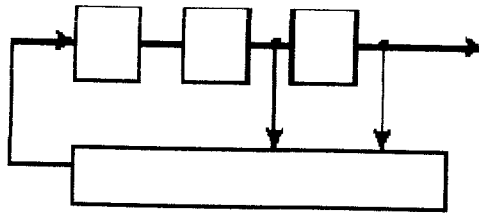
Ada tiga kondisi yang harus dipenuhi oleh runtun ortogonal yaitu :

1. Korelasi silang harus nol atau sangat kecil
2. Setiap runtun memiliki jumlah 1 dan -1 yang sama, atau maksimal ada satu perbedaan jumlah 1 dan jumlah -1, dan
3. Perkalian titik (dot) dari setiap sandi harus sama dengan satu.

Proses dari modulasi 64-ary ortogonal adalah dengan menggunakan enam simbol keluaran dari blok interleaver untuk membentuk indeks pada simbol modulasi kode walsh dimana indeks ini digunakan untuk memilih salah satu dari 64 simbol modulasi yang ada dari tabel walsh. Setelah keluar dari proses modulasi ortogonal 64-ary, pesat simbol modulasinya menjadi $28,8 \text{ kpsps} / 6 \text{ simbol} = 4,8 \text{ kpsps}$. Karena tiap simbol modulasi kode walsh ini memiliki jumlah chip yaitu 64 chip maka pesat chipnya menjadi $28,8 \text{ ksimbol/detik} \times 64/6 = 307,2 \text{ kchip/detik}$.

2.5.5. Sandi PN

Sandi PN dapat dibangkitkan dari register geser umpan balik. Pada Gambar 2.6 di bawah ini, bit-bit biner digeser melalui tahap register yang berbeda. Keluaran dari tahap terakhir dan tahap sebelum terakhir dikombinasikan dan dimasukkan sebagai masukan ke tahap pertama. Register mulai dengan keadaan awal yang tersimpan pada tahap itu. Kemudian register digeser tahap demi tahap. Dengan cara ini, register membangkitkan bit-bit keluaran dan memasukkan bit-bit input ke tahap pertama.



Gambar 2.6. Contoh penjumlahan modulo-2 dengan tiga register geser

Sampai pada pegeseran yang ketujuh, kondisi register akan kembali pada kondisi awal. Jika kondisi awal dari masing-masing tahap (*stage*) adalah [1 0 1], maka akan dihasilkan Tabel 2.2 di bawah ini.

Panjang yang efektif sandi PN periodis adalah tujuh. Dari tabel di atas, dapat diketahui bahwa keluaran register sandi PN yang dibangkitkan adalah :

$$p = [1 0 1 1 1 0 0]$$

Sandi yang dibangkitkan di bagian ini disebut sandi register geser panjang maksimal. Sedangkan panjang maksimal L dapat dirumuskan :

$$L = 2^N - 1$$

dengan N adalah jumlah tahap atau orde dari register. Dalam contoh diatas, $N=3$ sehingga panjang sandi sama dengan tujuh. Struktur sandi PN ditentukan oleh logika umpan balik dan kondisi awal register. Misalnya, jika kondisi awalnya adalah [0 0 0],

maka tahap yang berikutnya juga akan bernilai nol, sehingga panjang sandi yang dibangkitkan tidak akan maksimal.

	Output	Output	Output	Output
Str p1	Str p1	Str p2	Str p2	Str p2

Tabel 2.2. Kondisi register PN dan keluarannya

Suatu sandi PN berukuran tujuh dapat dibangkitkan dengan pergeseran p secara berturut-turut dan mengubah nilai 0 menjadi -1, dan akan diperoleh :

P		-	1	+	-	-	1	+	-	1	
P		-	1	-	-	-	-	-	-	-	
P		-	1	+	-	-	-	-	-	-	
P		-	1	-	-	-	1	+	-	-	
P		-	1	-	-	-	1	+	-	-	
P		-	1	+	-	-	1	-	-	-	
P		-	1	+	-	-	1	-	-	-	

Dengan mudah dapat dibuktikan bahwa runtun sandi PN diatas dapat memenuhi persyaratan runtun ortogonal, yaitu :

1. Korelasi silang harus nol atau sangat kecil,
2. Setiap runtun memiliki jumlah 1 dan -1 yang sama, atau maksimal ada satu perbedaan jumlah 1 dan -1, dan
3. Perkalian titik (dot) dari setiap sandi harus sama dengan satu.

Karena panjang sandi PN selalu ganjil, dalam contoh di atas sepanjang tujuh yang terdiri atas empat +1 dan tiga -1, maka kondisi ini memenuhi persyaratan runtun ortogonal nomor dua.

Ada dua macam runtun sebaran PN yang digunakan di dalam IS-95, yaitu sandi PN panjang dan sandi PN pendek. Sandi PN panjang maupun pendek diaplikasikan pada 1,2288 MHz. Fungsi kedua sandi PN ini pada *reverse link* berbeda seperti pada kanal maju.

Pada *reverse link*, sandi PN pendek yang dibangkitkan oleh register geser sebanyak 15 dengan panjang $2^{15} - 1$ (32767) chip akan digunakan pada penyebaran kuadratur. Sedangkan untuk sandi PN panjang digunakan untuk membedakan kanal trafik antar stasiun mobil (pangkalan) dimana sandi ini dibangkitkan oleh register geser dengan panjang 42 sehingga panjang sandi menjadi $2^{42} - 1$ (4,4 triliun) chip.

Untuk sandi PN panjang kanal trafik dibangkitkan memodifikasi sandi PN panjang dasar menggunakan topeng (*mask*) sandi panjang.

Ada dua macam topeng sandi panjang kanal trafik, yaitu

1. Topeng atau *mask* sandi panjang umum, yang merupakan permutasi sederhana *handset* ESN (*Electronic Serial Number*) 32 bit, dan
2. Topeng sandi panjang pribadi, yang menggunakan algoritma kriptografi “CAVE” dan SSD (*Shared Secret Data*).

Pada rangkaian simulasi, sandi PN panjang dibangkitkan oleh sebuah blok, yaitu *IS-95A Long Code Generator*, sedangkan sandi PN pendek dibangkitkan oleh blok *IS-95A Short Code Generator* pada subsistem *Data Source*. Sandi PN panjang diaplikasikan dalam proses *spreading* oleh blok *IS-95A Rev Ch Modulation and Spreading*, sedangkan sandi PN pendek digunakan dalam proses modulasi di dalam subsistem *Spreading and Modulation*.

2.5.6. Modulasi Offset Quadrature Phase Shift Keying (OQPSK)

Aliran bit digital harus dimodulasi dengan pembawa frekuensi radio agar dapat dikirimkan. Sinyal termodulasi kemudian dikirimkan melalui suatu medan elektromagnetis. Mengapa harus dimodulasi terlebih dahulu? Ada dua jawaban untuk pertanyaan ini, yaitu yang pertama karena sudah ditetapkan dalam peraturan pemerintah. Sedangkan alasan kedua adalah untuk dapat mengirimkan suatu pita dasar (*baseband*) yang memiliki frekuensi yang sangat kecil, maka akan dibutuhkan ukuran antena yang sangat besar untuk menangkapnya.

Sinyal analog memiliki teknik modulasi yang berbeda dengan sinyal digital. Teknik modulasi pada sinyal analog yang sangat terkenal adalah modulasi amplitudo (AM) dan modulasi frekuensi (FM). Pada modulasi analog, informasi dimasukkan ke

dalam suatu sinyal yang kontinyu. Sedangkan skema modulasi digital sebaliknya, yaitu memasukkan informasi unit diskret yang disebut simbol kedalam amplitudo (*on-off keying*), fase (*phase-shift keying*), atau amplitud dan fase (*quadrature-amplitude modulation*) sinyal. Pada sub bab ini hanya akan dibahas mengenai modulasi OQPSK yang digunakan sebagai teknik modulasi pada *reverse link* CDMA IS-95. Teknik modulasi OQPSK merupakan modifikasi dari modulasi QPSK dimana sebelum dibahas tentang modulasi OQPSK akan dipaparkan sedikit mengenai modulasi QPSK.

QPSK adalah sistem modulasi digital dimana pada teknik ini akan mengirimkan dua bit informasi menggunakan empat simbol, yaitu simbol 0, 1, 2, dan 3. Misalnya, jika pengirim ingin mengirimkan dua bit $\{+1, +1\}$ selama T , maka ia harus mengirim simbol 0. Jika ingin mengirimkan dua bit $\{-1, -1\}$ selama T , maka ia harus mengirim simbol 2, dan seterusnya. Pemetaannya ditunjukkan oleh Tabel 2.3 berikut ini.

Simbol terkirim	Representasi bit
0	+1,+1
1	-1,+1
2	-1,-1
3	+1,-1

Tabel 2.3 Pemetaan antara simbol yang dikirimkan dengan representasi bit

Untuk dapat mengirimkan empat simbol yang berbeda, pengirim QPSK harus dapat mengirimkan empat bentuk gelombang yang berbeda, yaitu $s_0(t)$, $s_1(t)$, $s_2(t)$, dan $s_3(t)$. Setiap sinyal ini berhubungan dengan salah satu dari empat simbol dalam tabel, sehingga :

$$\text{Simbol 0 : } s_0(t) = \sqrt{\frac{2E}{T}} \cos(2\pi ft + \pi/4) \quad 0 < t < T$$

$$\begin{aligned} \text{Simbol 1 : } s_1(t) &= \sqrt{\frac{2E}{T}} \cos(2\pi ft + (3\pi/4)) \\ &= \sqrt{\frac{2E}{T}} \sin(2\pi ft + \pi/4) \end{aligned} \quad 0 < t < T$$

$$\begin{aligned} \text{Simbol 2 : } s_2(t) &= \sqrt{\frac{2E}{T}} \cos(2\pi ft + (5\pi/4)) \\ &= -\sqrt{\frac{2E}{T}} \cos(2\pi ft + \pi/4) \end{aligned} \quad 0 < t < T$$

$$\begin{aligned} \text{Simbol 3 : } s_3(t) &= \sqrt{\frac{2E}{T}} \cos(2\pi ft + (7\pi/4)) \\ &= -\sqrt{\frac{2E}{T}} \sin(2\pi ft + \pi/4) \end{aligned} \quad 0 < t < T$$

Seperti telah disebutkan sebelumnya bahwa OQPSK berasal dari modifikasi QPSK dan secara jelas OQPSK berbeda dengan QPSK dalam hal perkalian pembawanya dimana pada OQPSK diletakkan tunda sebesar $T/2$ pada komponen

BAB III

PERANCANGAN SIMULASI DENGAN MENGGUNAKAN BLOCKSET CDMA IS-95A

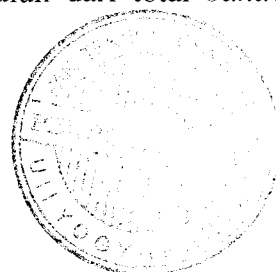
3.1 Dasar – dasar Sistem Kanal Balik CDMA IS-95A

Bab ini akan menjelaskan fitur CDMA IS-95A yang digunakan dalam membangun simulasi. Simulasi dibuat dengan merangkai *blockset* yang telah disediakan dalam matlab. Oleh karena itu, pada Bab 3 ini terdapat istilah asing terutama yang berkaitan dengan parameter blok yang sengaja tidak diterjemahkan ke dalam bahasa Indonesia karena alasan penyesuaian dengan istilah yang ada dalam *blockset* matlab.

Dalam sub bab ini akan dipaparkan tentang kanal balik IS-95A dimana pada sisi pengirim yaitu *mobile station* terdiri atas proses penyandian kanal, modulasi sinyal, penyebaran (*spreading*) dan penapisan (*filtering*), sedangkan pada sisi penerima yaitu *base station* terdiri atas penapisan (*filtering*), *despreading* dan pengawas sandian kanal.

3.1.1 Spesifikasi Sistem IS-95A

Sistem CDMA membutuhkan penyebaran spektrum dengan menggunakan runtun PN. Pada IS-95A, pesat runtun PN atau lebih dikenal dengan pesat *chip* adalah 1,2288 Mchip/s. hal ini akan menghasilkan sinyal tersebar dengan *bandwidth* 1,25 MHz, yaitu kira-kira sepersepuluh dari total *bandwidth* yang



disediakan untuk satu pembawa pelayanan selular. Sandi PN yang digunakan tersebut terdiri dari dua bentuk yaitu :

1. Sandi PN pendek (*short PN*) yaitu bagian dari runtun PN biner periodis dengan periode 2^{15} dimana runtun ini digunakan untuk penyebaran (*spreading*) dan *despreading* sinyal ke dalam bentuk komponen *in-phase* (I) dan komponen *quadrature* (Q), dan
2. sandi PN panjang (*long PN / long code*), yaitu runtun dengan periode $2^{42}-1$ dan digunakan untuk *scrambling* data pada *forward link*, pengacakan hambur *power control* dan penyebaran pada *reverse link*.

Selain daripada sandi PN, juga digunakan runtun dengan panjang 64 yang saling ortogonal satu dengan lainnya yang disebut sebagai sandi Walsh. Sandi Walsh ini digunakan pada *reverse link* untuk modulasi. Ketiga sandi tersebut mempunyai kegunaan dan tugas yang berbeda baik pada *reverse link* dan *forward link* seperti ditunjukkan tabel 3.1 berikut.

Tabel 3.1 Perbedaan pemakaian sandi PN dan sandi Walsh pada *forward link* dan *reverse link*

Sandi	Kanal Maju (<i>Forward Link</i>)	Kanal Balik (<i>Reverse Link</i>)
Sandi PN Pendek	Untuk identitas base station	Untuk penyebaran
Sandi Walsh	Untuk pengkalan	Untuk modulasi ortogonal
Sandi PN Panjang	Untuk proses <i>scrambling</i>	Untuk pengkalan

3.1.3 Modulasi Walsh dan Penyebaran pada *Mobile Station*

Reverse link CDMA IS-95A disusun atas kanal akses dan kanal trafik yang menggunakan frekuensi yang sama dengan teknik CDMA runtun langsung. Tiap kanal ini ditentukan oleh sandi PN panjang yang berbeda yang juga digunakan untuk penyebaran spektrum.

Semua transmisi pada kanal balik CDMA menggunakan frame 20 ms. Frame data disandikan secara konvolusi dan di-*interleave* untuk proteksi kesalahan. Setelah itu simbol akan dimodulasi oleh modulasi 64-ary ortogonal. Penyebaran dan penapisan runtun langsung digunakan agar memperoleh sinyal modulasi untuk transmisi. Karena kanal trafik *reverse link* memiliki pesat yang bervariasi, *gating randomize* dilakukan saat pesat data rendah untuk mengontrol daya kirim.

3.1.4 Penerima *Rake* tak Koheren

Seperti diketahui bahwa pada *reverse link* tidak terdapat kanal *pilot* yang ada di *forward link* dimana kanal *pilot* ini dipakai untuk membuat nilai estimasi dari *carrier* menjadi baik sehingga memungkinkan terjadi deteksi koheren dan mengkombinasi komponen lintasan jamak. Ketidakadaan estimasi amplitudo dan fase dari *carrier* mengharuskan terjadinya deteksi tak koheren. Pemilihan waktu dari semua lintasan juga harus diperoleh dan dilacak.

Modulator Walsh mengumpulkan $\log_2 64 = 6$ bit data dan mengirimkan satu dari 64 fungsi ortogonal Walsh. Demodulator akan mengikuti atau melacak sejumlah L lintasan yang bebas. Misalkan saja setiap lintasan memiliki

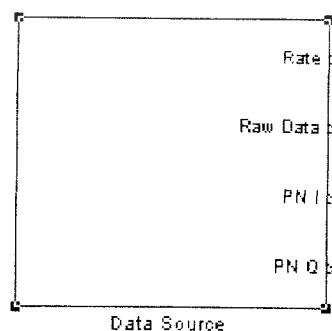
demodulator yang terpisah namun keluarannya dikombinasikan secara tak koheren. Jumlah maksimum demodulator tak koheren dari modulasi Walsh adalah kumpulan dari 64 korelator ortogonal tak koheren.

3.2 *Blockset CDMA IS-95A pada Simulasi*

Dalam sub bab ini akan dijelaskan mengenai blok-blok yang dipakai dalam simulasi termasuk parameter-parameter yang dimiliki oleh masing-masing blok. Dengan mengetahui karakteristik dari masing-masing blok diharapkan dapat memiliki gambaran mengenai bagaimana simulasi ini bekerja. Rangkaian simulasi dapat dilihat pada halaman lampiran.

3.2.1 *Subsistem Data Source*

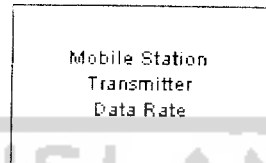
Blok *data source* seperti diperlihatkan gambar 3.1 merupakan gabungan dari beberapa blok yang dijadikan satu yang dinamakan sebagai subsistem. Blok ini akan membangkitkan data biner acak dan juga akan mensuplai sandi PN pendek yang diperlukan untuk proses berikutnya. Adapun blok – blok yang ada di dalamnya akan dijelaskan dibawah ini.



Gambar 3.1 Subsistem *Data Source*

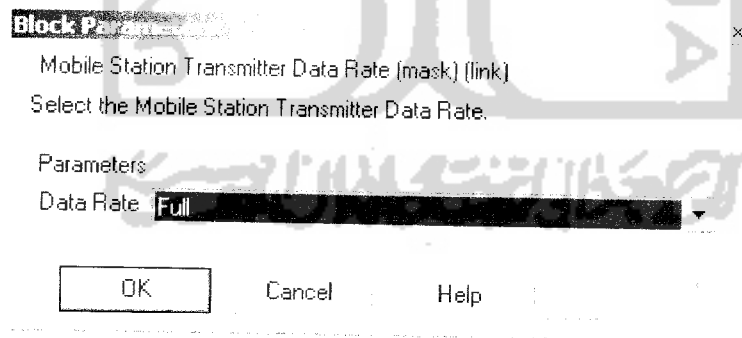
3.2.1.1 Blok *Mobile Station Transmitter Data Rate*

Blok *Mobile Station Transmitter Data Rate* adalah blok yang berfungsi sebagai penentu pesat data *mobile station* pengirim (Gambar 3.2).



Gambar 3.2 Blok *Mobile Station Transmitter Data Rate*

Blok ini hanya memiliki satu parameter yaitu parameter *Data rate* (gambar 3.3). Parameter *Data rate* menyatakan jenis pesat data yang digunakan selama simulasi berjalan, apakah *Full rate* (pesat penuh), *Half rate* (pesat setengah), *Quarter rate* (pesat seperempat), atau *One-eighth rate* (pesat seperdelapan).



Gambar 3.3 Parameter blok *Mobile Station Transmitter Data Rate*

Dalam simulasi ini, pesat yang digunakan adalah *Full rate*, sehingga parameter *Data rate* blok yang lain setelah blok ini harus *Full rate* juga, untuk

alasan penyesuaian dan agar tidak terjadi kesalahan saat simulasi ini dijalankan. (MATLAB6p5/help/toolbox/simulink/ug/blocks.html).

3.2.1.2 Blok *Outport*

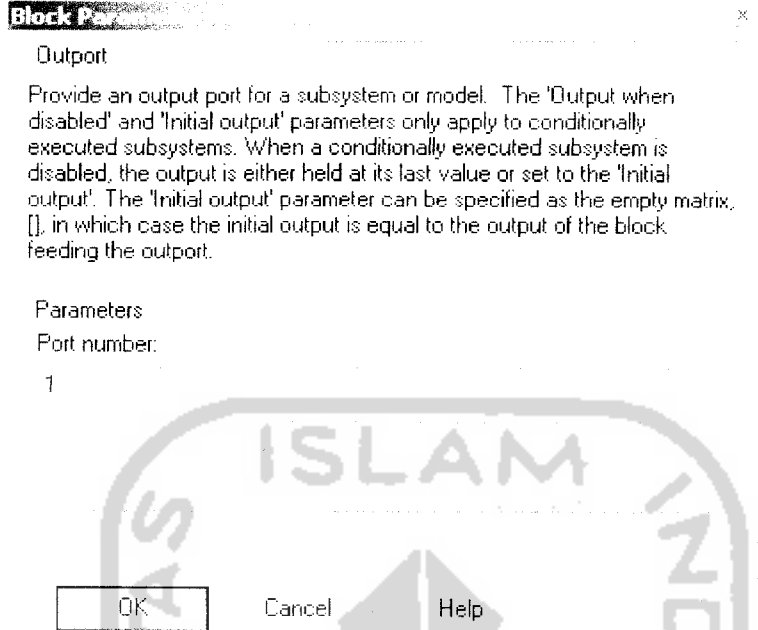
Blok *Outport* seperti gambar 3.4 di dalam suatu subsistem menyatakan keluaran subsistem tersebut. Sinyal yang tiba pada *Outport* dalam subsistem akan mengalir keluar subsistem tersebut sesuai dengan nama yang ada di bawah blok *Outport*. Parameter *Port number* (nomor port) berhubungan dengan posisi relatif keluaran *port* subsistem yang bersangkutan.

Nama blok *Outport* muncul pada ikon subsistem sebagai label *port*. Tampilan label dari *port* dapat disembunyikan dengan memilih blok *Outport* yang bersangkutan dan klik *Hide Name* dari menu *Format*.



Gambar 3.4 Blok *Outport*

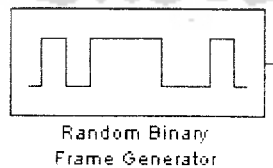
Perhatikan gambar 3.5. Parameter *Port number* menyatakan nomor *port* dari blok *Outport*. *Output when disable* digunakan untuk subsistem yang dieksekusi berdasarkan kondisi. Parameter ini menyatakan apa yang terjadi pada blok jika sistem tidak diaktifkan. Sedangkan *Initial output* juga digunakan untuk subsistem yang dieksekusi berdasarkan kondisi, yaitu menyatakan keluaran blok sebelum subsistem dieksekusi dan jika sistem tidak diaktifkan.



Gambar 3.5 Parameter blok *Outport*

3.2.1.3 Blok *Random Binary Frame Generator*

Blok *Random Binary Frame Generator* (gambar 3.6) berfungsi sebagai pembangkit *frame* atau *integer* biner acak. Periode *frame* keluaran blok ini sebesar waktu pencuplikan (*sample time*) dikali ukuran *frame* keluaran (*Output frame size*).

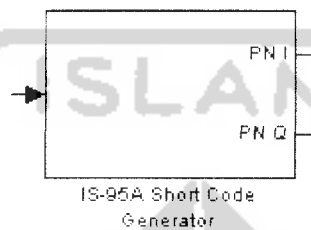


Gambar 3.6 Blok *Random Binary Frame Generator*

Blok ini memiliki tiga parameter yaitu *Initial seed*, *Sample time*, dan *Output frame size*. *Initial seed* (gambar 3.7) menyatakan angka siklus randomisasi

3.2.1.4 Blok *IS-95A Short Code Generator*

Blok *IS-95A Short Generator* seperti gambar 3.8 berfungsi untuk membangkitkan runtun sandi PN pendek I dan Q yang akan digunakan di dalam penyebaran *quadrature (quadrature spreading)* dan *despreading* sinyal CDMA.



Gambar 3.8 Blok *IS-95A Short Code Generator*

Pada pesat *chip* IS-95A 1,2288 Mcps, runtun biner ini bersifat periodis dengan periode 2^{15} *chip* (32768 *chip*) dan didasarkan pada polinomial karakteristik khusus yang telah ditentukan di dalam IS-95A. Runtun akan berulang 75 kali setiap 2 detik.

Polinomial khusus membangkitkan runtun dengan panjang $2^{15}-1$, dengan 14 nol yang berurutan dalam setiap periode sandi I dan Q. Nol diselipkan setelah 14 nol untuk menghasilkan runtun 15 nol berurutan, dan membuat periode 2^{15} . Pembangkit runtun diimplementasikan sebagai register geser umpan balik linier dengan polinomial khusus yang ditentukan di dalam IS-95A.

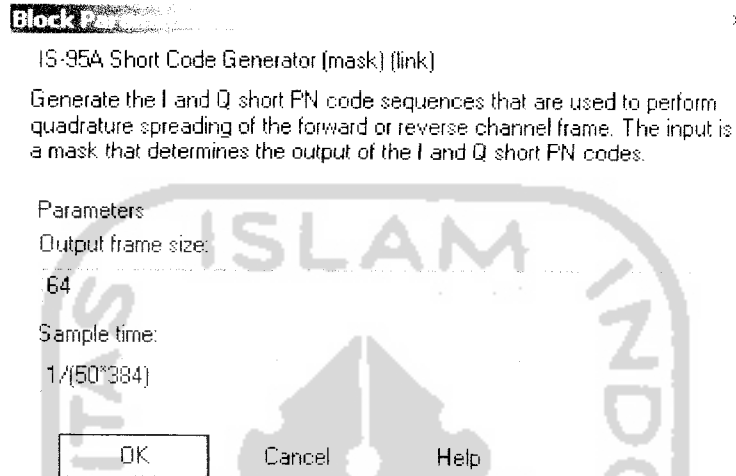
Keadaan register geser ditopengi (AND) dengan jumlah 15 bit dan sebuah bit dibangkitkan sebagai hasil penjumlahan modulo-2. Runtun bit yang dibangkitkan adalah runtun sandi PN.

Masukan blok ini adalah vektor *integer* berukuran 2 yang menyatakan *mask* sandi PN pendek untuk komponen *in-phase* dan *quadrature*. Hal ini diberikan untuk menentukan fase dari keluaran runtun PN dan sebagai jumlah kompleks dengan riil dan imajiner-nya berupa integer antara 0 dan $2^{15}-1$. Jika diberikan nilai *mask* real, maka bagian real dan imajiner-nya menggunakan *mask* yang sama. Jika nilai *mask* adalah 0, maka nilai *default* 1 digunakan pada nilai *mask* runtun I dan Q yang berakibat pada runtun tergeser nol. Nilai 1 menyatakan bahwa yang akan dikeluarkan sebagai *output* adalah bit umpan balik dari *register* keadaan PN.

Keluaran blok ini adalah vektor integer PN I yang menyatakan runtun PN *in-phase* dalam format *bipolar*. Keluaran blok adalah sinyal yang *frame-based* dengan ukuran *frame* yang telah ditentukan oleh parameter *Output frame size*. Selain I, blok ini juga mengeluarkan PN Q, yaitu vektor *integer* yang menyatakan runtun PN *quadrature* dalam format *bipolar*. Keluaran ini berupa sinyal yang *frame-based* dengan ukuran *frame* telah ditentukan dalam parameter *Output frame size*.

Parameter *Output frame size* pada gambar 3.9 adalah bilangan skalar *integer* yang menyatakan panjang vektor keluaran PN I dan PN Q. Nilai *default* (64) berkaitan dengan jumlah dalam simbol kanal *reverse*. Sedangkan parameter

Sample time merupakan bilangan skalar real yang menyatakan waktu pencuplikan blok.

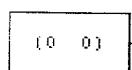


Gambar 3.9 Parameter blok *IS-95A Short Code Generator*

Untuk lebih jelasnya perhatikan gambar subsistem *IS-95A Short Code Generator* pada halaman lampiran (MATLAB6p5/help/toolbox/simulink/ug/IS-95A Short Code Generator)

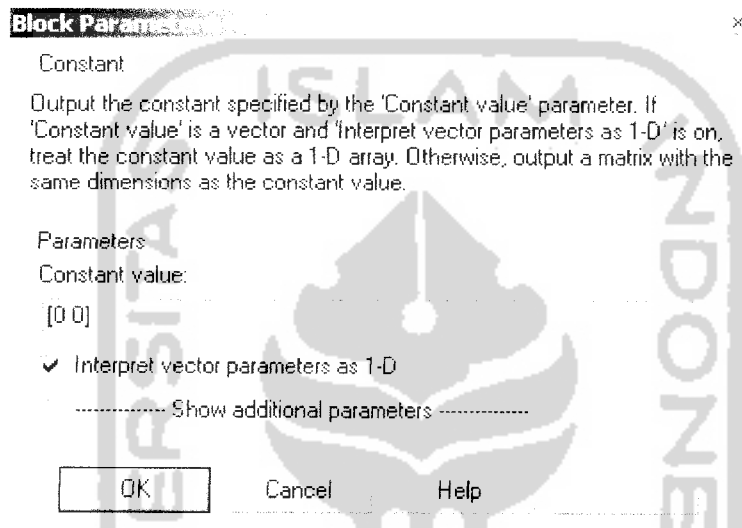
3.2.1.5 Blok *Constant*

Blok *Constant* membangkitkan nilai konstanta real atau kompleks. Blok ini membangkitkan keluaran skalar, vektor, atau matriks, tergantung pada dimensi dari parameter *Constant value* dan pengesetan parameter *Interpret vector as 1-D*.



Gambar 3.10 Blok *Constant*

Keluaran blok memiliki dimensi dan elemen yang sama dengan parameter *Constant value*. Apabila parameter ini dinyatakan dengan vektor, sedangkan diinginkan agar diinterpretasi oleh blok sebagai 1-D, maka hal ini dapat dilakukan dengan memilih (mencentang) parameter *Interpret vector parameters as 1-D*.



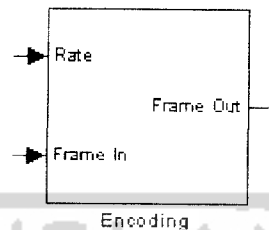
Gambar 3.11 Parameter blok *Constant*

Untuk lebih jelasnya perhatikan gambar blok *Constant* pada halaman lampiran (MATLAB6p5/help/toolbox/simulink/ug/Constant).

3.2.2 Subsystem *Encoding*

Subsystem *Encoding* pada gambar 3.12 merupakan blok yang di dalamnya terdapat beberapa blok lagi, yaitu : *IS-95A CRC Generator*, *IS-95A Reverse Channel Convolutional Encoder*, *IS-95A Reverse Channel Repeater*, dan *IS-95A*

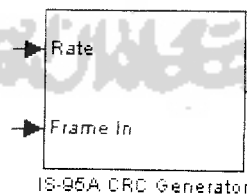
Reverse Channel Interleaver. Subsystem ini secara umum berfungsi sebagai penyandi kanal terhadap sinyal informasi di dalam kanal trafik



Gambar 3.12 Subsystem *Encoding*

3.2.2.1 Blok *IS-95A CRC Generator*

Blok ini membangkitkan bit-bit *Cyclic Redundancy Check* (CRC) sesuai dengan standar IS-95A. Blok ini kemudian melampirkan bit-bit CRC dan bit-bit ekor pada bit-bit informasi masukan untuk membangkitkan *frame* keluaran. Polinomial pembangkit yang digunakan untuk membangkitkan bit-bit CRC telah ditentukan di dalam standar IS-95A.



Gambar 3.13 Blok *IS-95A CRC Generator*

Masukan pada blok, yang pertama adalah *Rate*. Masukan ini berupa skalar *integer* yang menyatakan pesat data pada sinyal masukan. Nilai masukan 0, 1, 2, atau 3 digunakan untuk mengindikasikan pesat yang digunakan, apakah *Full*, *Half*, *Quarter*, atau *Eighth*. Tabel 3.2 di bawah ini akan menunjukkan tipe kanal dan pembagian pesatnya. Selain *Rate*, masukan yang lain adalah *Frame In* yaitu vektor biner berukuran 268 yang mengandung *frame* masukan di mana blok ini melampirkan bit-bit CRC dan ekor. Sedangkan keluaran blok adalah vektor biner berukuran 288. Keluaran ini mengandung bit-bit masukan, CRC dan ekor yang sesuai.

Tabel 3.2 Tipe kanal dengan pesat data dan nilai masukan

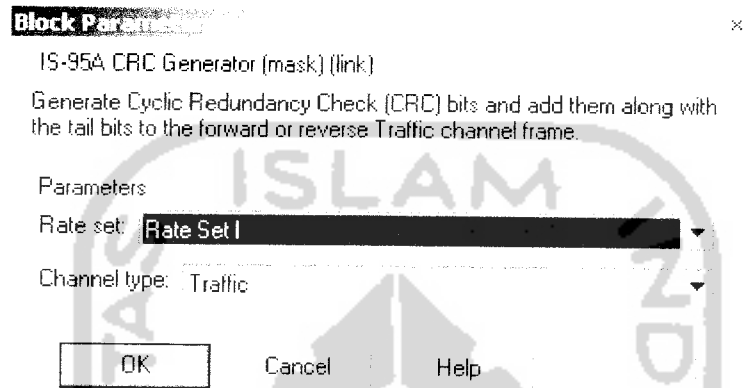
Tipe kanal	Pesat data (bps)	Nilai masukan
Sync (selalu Eighth Rate)	1200	3
Paging, Full	9600	0
Paging, Half	4800	1
Access (selalu Half Rate)	4800	1
Traffic, Rate Set I, Full	9600	0
Traffic, Rate Set I, Half	4800	1
Traffic, Rate Set I, Quarter	2400	2
Traffic, Rate Set I, Eighth	1200	3
Traffic, Rate Set II, Full	14400	0
Traffic, Rate Set II, Half	7200	1
Traffic, Rate Set II, Quarter	3600	2
Traffic, Rate Set II, Eighth	1800	3

Jumlah bit-bit masukan dan keluaran yang relevan telah ditentukan menurut Tabel 3.3. Bit-bit CRC dan ekor mengikuti bit-bit informasi yang sesuai. Bit-bit ekor digunakan dalam pengawasandian data yang sebelumnya telah disandikan konvolusi, pada penerima.

Tabel 3.3 Tipe kanal dengan jumlah bit-bit masukan dan keluaran yang sesuai dari blok *IS-95A CRC Generator*

Tipe kanal	Jumlah bit masukan yang sesuai	Jumlah bit CRC	Jumlah bit ekor	Jumlah bit keluaran yang sesuai
Access	88	0	8	96
Traffic, Rate Set I, Full Rate	172	12	8	192
Traffic, Rate Set I, Half Rate	80	8	8	96
Traffic, Rate Set I, Quarter Rate	40	0	8	48
Traffic, Rate Set I, Eighth Rate	16	0	8	24
Traffic, Rate Set II, Full Rate	268	12	8	288
Traffic, Rate Set II, Half Rate	126	10	8	144
Traffic, Rate Set II, Quarter Rate	56	8	8	72
Traffic, Rate Set II, Eighth Rate	22	6	8	36

Parameter *Rate set* berisi set pesat, apakah *Rate Set I* atau *Rate Set II*. Sedangkan parameter *Channel type* menyatakan tipe kanal *forward* atau *reverse*, apakah *Sync*, *Paging*, *Access*, atau *Traffic*.

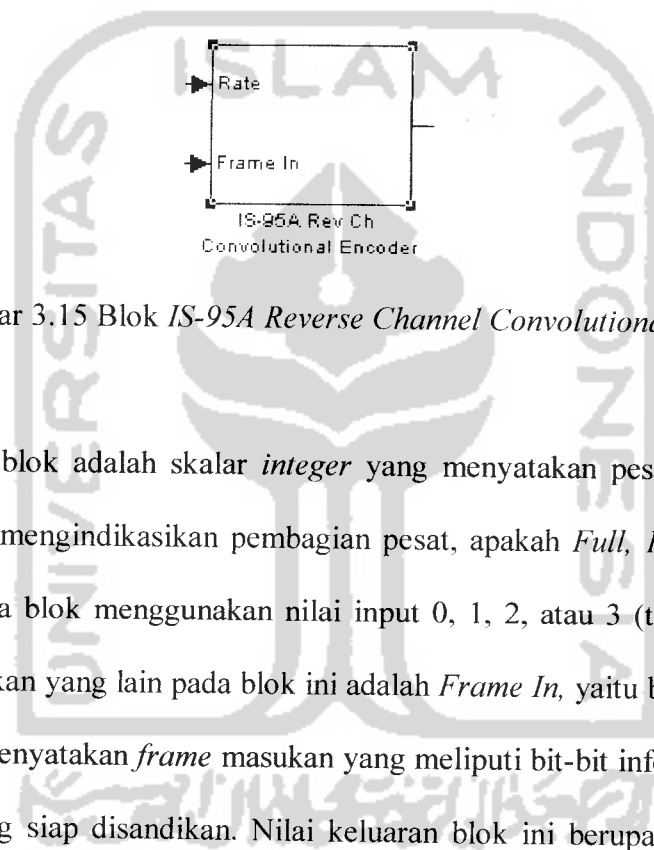


Gambar 3.14 Parameter blok *IS-95A CRC Generator*

Jumlah bit-bit informasi yang relevan mungkin berubah dari *frame* ke *frame*, tergantung pada tipe kanal dan pesat data. Oleh karena itu, ukuran port *Frame in* harus diset maksimum 268 (*Rate Set II, Traffic Full Rate*). Jumlah bit yang ditambahkan tergantung pada kanal, *rate set*, dan pesat. Sehingga ukuran port keluaran pun menjadi nilai maksimum yaitu 288 (*Rate Set II, Traffic Full Rate*). (MATLAB6p5/help/toolbox/simulink/ug/IS-95A CRC Generator)

3.2.2.2 Blok IS-95A Reverse Channel Convolutional Encoder

Blok gambar 3.15 menyandikan secara konvolusi masukan *frame* data. Frame data terdiri atas bit informasi, bit CRC dan bit – bit ekor untuk kanal balik sesuai dengan spesifikasi IS-95A. Hasilnya, 8 bit terakhir dari setiap *frame* masukan kanal trafik harus 0.



Gambar 3.15 Blok IS-95A Reverse Channel Convolutional Encoder

Masukan blok adalah skalar *integer* yang menyatakan pesat data sinyal masukan. Untuk mengindikasikan pembagian pesat, apakah *Full*, *Half*, *Quarter*, atau *Eighth*, maka blok menggunakan nilai input 0, 1, 2, atau 3 (tinjau kembali Tabel 3.3). Masukan yang lain pada blok ini adalah *Frame In*, yaitu bilangan biner berukuran 288, menyatakan *frame* masukan yang meliputi bit-bit informasi, CRC, ekor dan nol yang siap disandikan. Nilai keluaran blok ini berupa vektor biner berukuran 576, yaitu frame keluaran yang telah disandikan secara konvolusi.

Panjang pembatas *encoder* adalah 9. Untuk kanal akses dan kanal trafik *Rate set 1*, penyandi konvolusi mengimplementasikan pesat 1/3 kode dimana fungsi pembangkit adalah 557 (oktal), 663 (oktal) dan 711 (oktal). Untuk kanal trafik *rate set 2*, penyandi konvolusi mengimplementasikan pesat 1/2 kode dimana fungsi pembangkit adalah 753 (oktal) dan 561 (oktal).

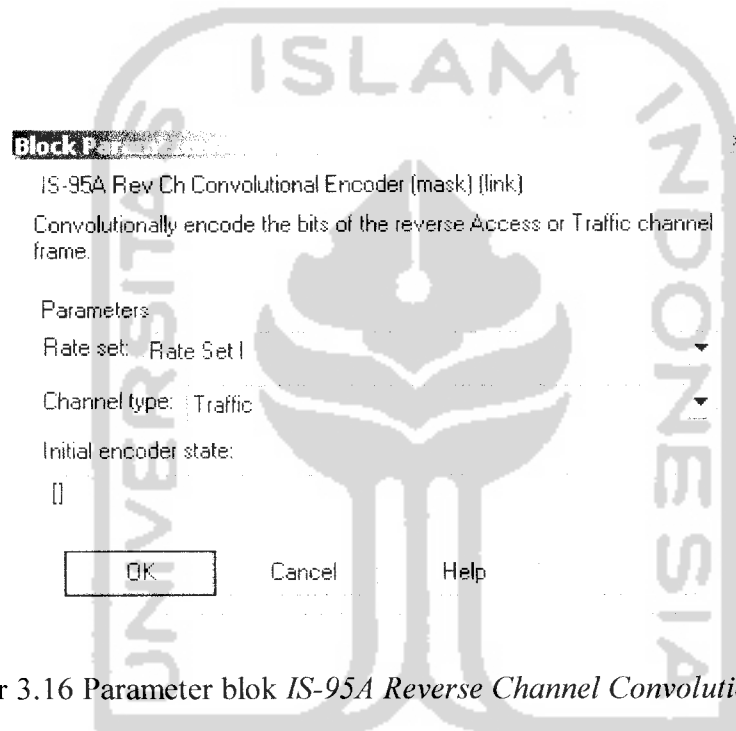
Ukuran masukan frame adalah sama dengan nilai maksimum sebesar 288 (rate set 1, trafik pesat penuh), sehingga keluarannya pun akan menjadi nilai maksimal yaitu 576 (rate set 2, trafik pesat penuh).

Besarnya nilai keluaran yang ditentukan oleh berapa nilai masukan ada seperti tabel 3.4 dibawah.

Tabel 3.4 Tipe kanal dengan jumlah bit yang sesuai pada masukan dan keluaran dari blok *IS-95A Reverse Channel Convolutional Encoder*

Tipe kanal	Jumlah bit masukan yang sesuai	Jumlah bit keluaran yang sesuai
Access	96	288
Traffic, Rate Set I, Full Rate	192	576
Traffic, Rate Set I, Half Rate	96	288
Traffic, Rate Set I, Quarter Rate	48	144
Traffic, Rate Set I, Eighth Rate	24	72
Traffic, Rate Set II, Full Rate	288	576
Traffic, Rate Set II, Half Rate	144	288
Traffic, Rate Set II, Quarter Rate	72	144
Traffic, Rate Set II, Eighth Rate	36	72

Parameter blok pada gambar 3.16 berisi *Rate Set* yang menyatakan *rate set* yang digunakan dalam blok, apakah *Rate Set I*, atau *Rate Set II*. Parameter *Channel Type* menyatakan tipe kanal, apakah kanal *Access*, atau *Traffic*. Sedangkan parameter *Initial encoder state* merupakan skalar integer yang menyatakan keadaan awal penyandi. Jika nilai ini diisi dengan vektor kosong maka blok akan mendefault ke *zero* untuk semua kondisi nilai defaultnya.

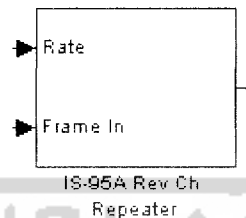


Gambar 3.16 Parameter blok *IS-95A Reverse Channel Convolutional Encoder*

Untuk lebih jelasnya perhatikan gambar *IS-95A Rev Ch Convolutional Encoder* pada halaman lampiran. ([MATLAB6p5/help/toolbox/simulink/ug/ IS-95A Rev Ch Convolutional Encoder](http://MATLAB6p5/help/toolbox/simulink/ug/IS-95A%20Rev%20Ch%20Convolutional%20Encoder)).

3.2.2.3 Blok IS-95A Reverse Channel Repeater/Derepeater

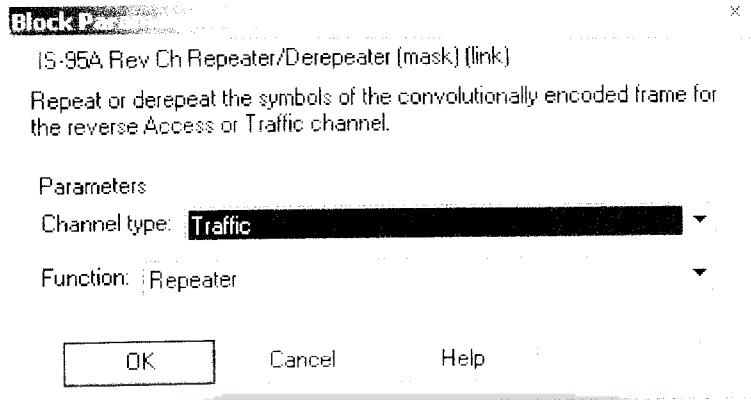
Blok ini berfungsi untuk mengulang simbol dari masukan frame untuk kanal akses dan kanal trafik berdasarkan pesat data.



Gambar 3.17 Blok IS-95A Reverse Channel Repeater/Derepeater

Masukan blok ada dua, yang pertama adalah *Rate* sebagaimana ditunjukkan oleh tabel 3.3, dan yang kedua adalah *Frame In* berbentuk *real vector*. Keluaran blok juga berupa *real vector* dengan ukuran 576 yang merepresentasikan keluaran untuk mode operasi *repeater* ataupun *derepeater* tergantung fungsi pada parameter.

Dalam mode operasi pengulang, blok akan mengulang tiap simbol masukan saat pesat informasi lebih rendah dari pesat penuh. Tiap simbol diulang sekali untuk *half rate*, tiga kali untuk *quarter rate* dan tujuh kali untuk *eight rate* sehingga dengan begitu akan menghasilkan pesat simbol modulasi yang sama untuk semua pesat data masukan. Sedangkan untuk mode operasi *derepeater*, blok memperoleh simbol dengan menambahkan keseluruhan pengulangan simbol yang ditransmisikan.



Gambar 3.18 Parameter blok *IS-95A Reverse Channel Repeater/Derepeater*

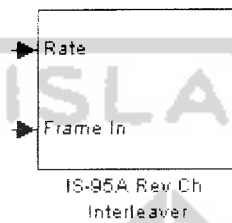
Ukuran port masukan adalah nilai maksimal 576 (rate set 2, trafik pesat penuh) untuk mode operasi pengulang. Nilai keluaran akan menjadi sama untuk semua masukan yaitu 576 juga. Hubungan nilai masukan dan keluaran yang relevan ditunjukkan tabel 3.5.

Tabel 3.5 Tipe kanal dengan jumlah bit yang sesuai pada masukan dan keluaran dari blok *IS-95A Reverse Channel Repeater/Derepeater*

Tipe kanal	Jumlah bit masukan yang sesuai	Jumlah bit keluaran yang sesuai
Access	288	288
Traffic, Rate Set I, Full Rate	576	576
Traffic, Rate Set I, Half Rate	288	288
Traffic, Rate Set I, Quarter Rate	144	144
Traffic, Rate Set I, Eighth Rate	72	72

Untuk lebih jelasnya perhatikan gambar IS-95A Rev Ch Repeater/Derepeater pada halaman lampiran (MATLAB6p5/help/toolbox/simulink/ug/IS-95A Rev Ch Repeater/Derepeater)

3.2.2.4 Blok IS-95A Reverse Channel Interleaver/Deinterleaver

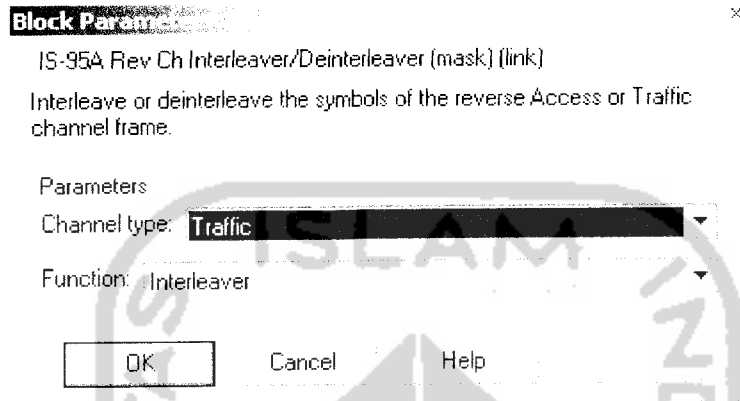


Gambar 3.19 Blok IS-95A Reverse Channel Interleaver/Deinterleaver

Blok ini akan meng-*interleave* atau men-*deinterleave* frame data untuk kanal akses atau kanal trafik. Rentang waktu proses *interleaving* adalah 20 ms. *Interleaver* adalah sebuah matriks dengan 32 baris dan 18 kolom. *Interleaver* akan menuliskan simbol kode ke dalam matriks secara kolom demi kolom untuk semua masukan simbol data. Kemudian data tersimpan tersebut dibaca ke *buffer* keluaran secara baris demi baris sesuai spesifikasi IS-95A. *Deinterleaver* akan mengembalikan simbol yang ter-*interleave* ke kondisi sebelumnya.

Masukan blok adalah skalar *integer* yang menyatakan pesat data sinyal masukan. Untuk mengindikasikan pembagian pesat, apakah *Full*, *Half*, *Quarter*, atau *Eighth*, maka blok menggunakan nilai input 0, 1, 2, atau 3 (tinjau kembali Tabel 3.3). Masukan yang lain pada blok ini adalah *Frame In*, yaitu bilangan berbentuk *real vector* berukuran 576 yang menyatakan masukan *frame* yang akan di-*interleave* atau di-*deinterleave*.

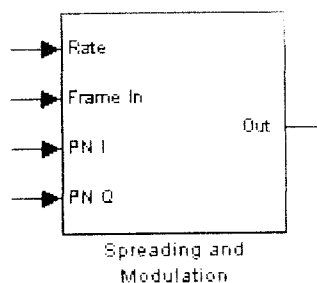
Keluaran blok ini bilangan berbentuk *real vector* juga dengan ukuran sama seperti masukan yaitu 576 yang merepresentasikan keluaran *frame* yang ter-*interleave* atau ter-*deinterleave*.



Gambar 3.20 Parameter blok *IS-95A Reverse Channel Interleaver/Deinterleaver*

Parameter *Channel type* menyatakan tipe kanal, apakah *Access* atau *Traffic*. Sedangkan parameter *Function* menyatakan fungsi blok, apakah *interleaver* atau *deinterleaver*. Untuk lebih jelasnya perhatikan gambar IS-95A Rev Ch Interleaver/Deinterleaver pada halaman lampiran (MATLAB6p5/help/toolbox/simulink/ug/IS-95A Rev Ch Interleaver/Deinterleaver)

3.2.3 Subsistem *Spreading and Modulation*



Gambar 3.21 Subsistem *Spreading and Modulation*

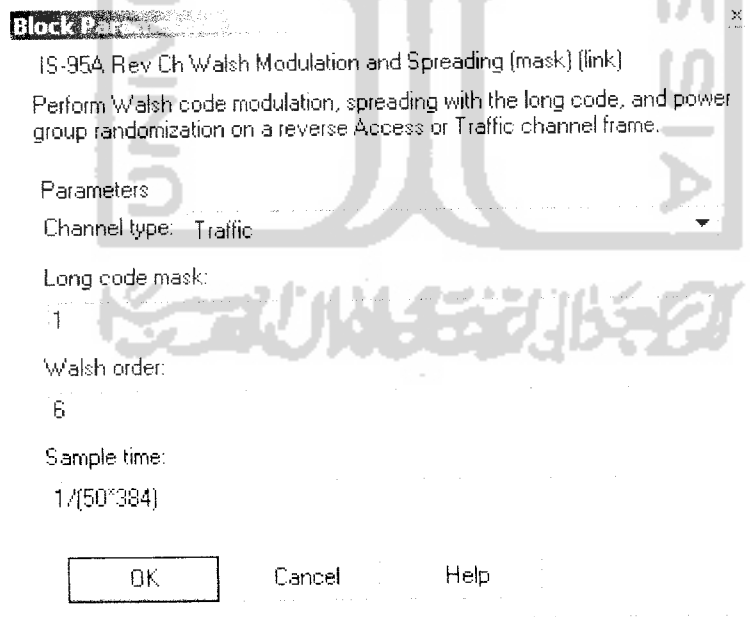
Subsistem ini berfungsi dalam penyebaran (*spreading*) dan modulasi sinyal data kanal trafik. Di dalam subsistem ini terdapat blok-blok yang bekerja sama berperan dalam fungsi penyebaran dan modulasi, yaitu blok *IS-95A Reverse Channel Walsh Modulation and Spreading*, *Product*, *up sample*, *integer delay*, *terminator* dan blok *Real-Imag to Complex*. Penjelasan mengenai blok akan dibahas pada sub bab berikut. Selain itu, blok ini mengambil beberapa masukan dari subsistem *Data Source*, yaitu PN I dan PN Q. Untuk lebih jelasnya, perhatikan gambar rangkaian simulasi di halaman lampiran.

3.2.3.1 Blok *IS-95A Reverse Channel Walsh Modulation and Spreading*

Blok *IS-95A Reverse Channel Walsh Modulation and Spreading* merupakan blok yang berfungsi untuk modulasi Walsh, penyebaran dengan sandi PN panjang dan *power group randomization*.

pesat, apakah *Full*, *Half*, *Quarter*, atau *Eighth*, maka blok menggunakan nilai input 0, 1, 2, atau 3 (tinjau kembali Tabel 3.3). Masukan kedua ialah berupa vektor biner berukuran 576 yang merepresentasikan *frame* data masukan yang akan dimodulasi.

Keluarannya ada dua yaitu *data out* dan *gating sig*. Untuk keluaran *data out* berupa data bipolar berbentuk *vector real* mempunyai ukuran 2^W dimana keluaran ini merepresentasikan runtun data yang termodulasi, tersebar dan teracak. Keluaran dihasilkan sekali setiap periode pencuplikan, yang menghasilkan dalam empat keluaran untuk setiap simbol Walsh. Nilai defaultnya adalah 64 sesuai dengan seperempat dari tiap interval simbol Walsh. Keluaran kedua ialah *gating sig* yang dalam simulasi keluaran ini tidak digunakan atau di-*terminate*-kan.



Gambar 3.23 Parameter blok *IS-95A Reverse Channel Walsh*

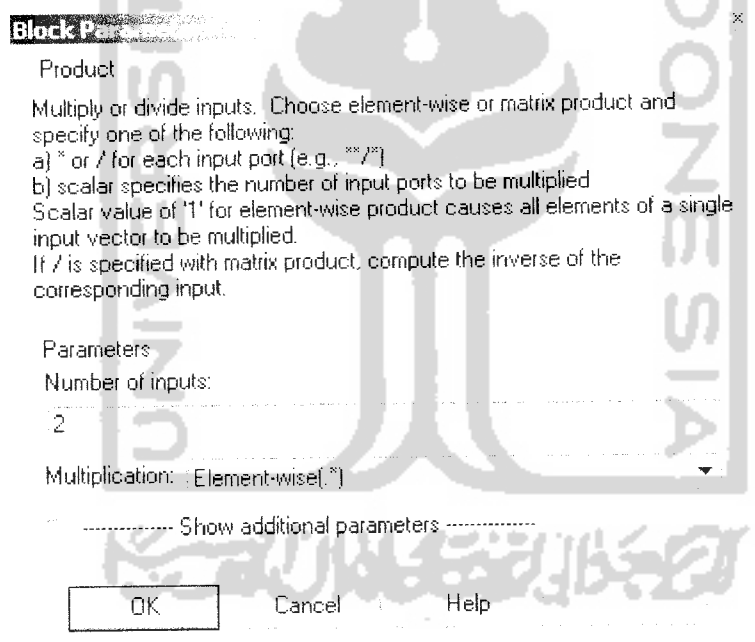
Modulation and Spreading

Untuk lebih jelasnya perhatikan gambar IS-95A Rev Ch Walsh Modulation and Spreading pada halaman lampiran. (MATLAB6p5/help/toolbox/simulink/ug/ IS-95A Rev Ch Walsh Modulation and Spreading)

3.2.3.2 Blok *Product*



Gambar 3.24 Blok *product*



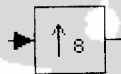
Gambar 3.25 Parameter blok *product*

Blok *Product* berfungsi untuk melakukan perkalian atau pembagian dari masukannya. Blok ini dapat menghasilkan keluaran dengan menggunakan

perkalian *element-wise* atau matriks, tergantung pada nilai parameter *Multiplication*. Jenis operasi dapat dinyatakan dengan parameter *Number of inputs*. Untuk lebih jelasnya perhatikan gambar *Product* pada halaman lampiran (MATLAB6p5/help/toolbox/simulink/ug/Product).

3.2.3.3 Blok *Up Sample*

Blok ini berfungsi untuk mencuplik kembali input yang masuk. Blok *up sample* akan mencuplik kembali tiap kanal dari masukan $M \times N$ pada pesat L kali lebih tinggi daripada pesat pencuplikan masukan.



Gambar 3.26 Blok *up sample*

Bilangan integer L dispesifikasikan oleh parameter *upsample factor*. Parameter *sample offset* menunda keluaran pencuplikan oleh bilangan integer dari periode pencuplikan D dimana $0 < D < (L-1)$ sehingga segala nilai L yang mungkin dapat dipilih.

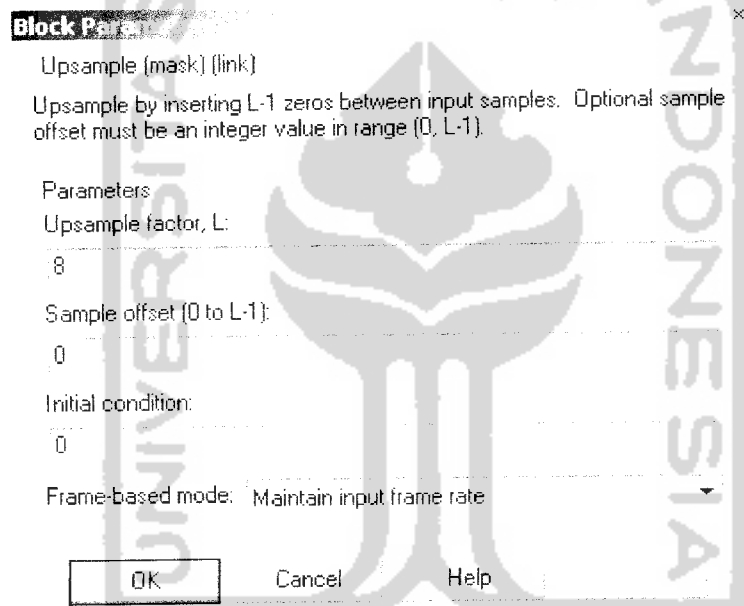
Pada gambar 3.27 menunjukkan parameter yang ada di blok *up sample*. Ada empat parameter yaitu *upsample factor L*, *sample offset (0 to L-1)*, *initial condition*, dan *frame – based mode*.

Parameter *upsample factor L* diisi dengan bilangan integer dimana parameter ini yang mengubah pesat pencuplikan masukan.

Parameter *sample offset (0 to L-1)* merupakan *sample offset* atau nilai D yang harus bernilai antara rentang 0 sampai $L-1$.

Parameter *initial condition* merupakan nilai dimana blok akan diinisialisasikan untuk kasus *nonzero latency* berbentuk skalar atau matriks.

Parameter *frame-based mode* ialah menunjukkan apakah operasi dilakukan dengan mempertahankan ukuran frame masukan (*maintain frame size*) atau dilakukan dengan mempertahankan pesat frame masukan (*maintain frame rate*). Parameter harus di set ke *maintain frame size* untuk kasus masukan yang *sample – base*.



Gambar 3.27 Parameter blok *up sample*

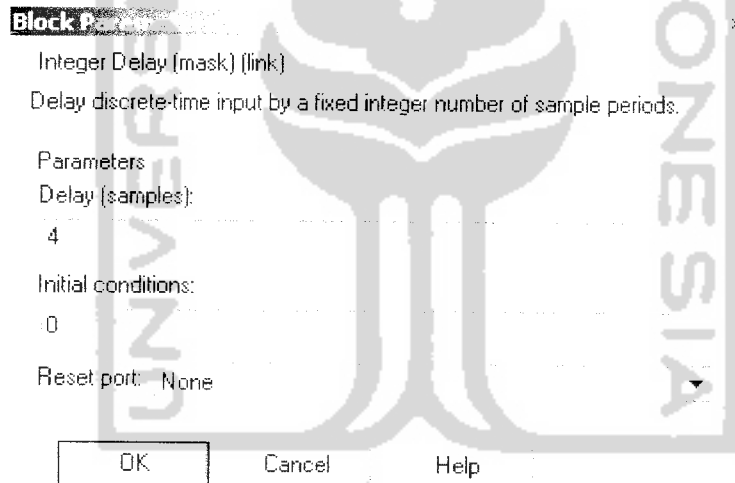
Untuk lebih jelasnya perhatikan gambar Upsample pada halaman lampiran. (MATLAB6p5/help/toolbox/simulink/ug/ Upsample)

3.2.3.4 Blok *Integer Delay*

Blok *integer delay* yang disediakan oleh matlab berguna untuk melakukan tunda terhadap masukan yang datang oleh sebuah bilangan integer dari periode pencuplikan. Blok integer ini dapat bekerja berdasarkan mode operasi *frame – base* maupun *sample – base*.



Gambar 3.28 Blok *integer delay*



Gambar 3.29 Parameter blok *integer delay*

Saat masukan berupa *sample-based* oleh matriks $M \times N$, maka blok akan memperlakukan tiap elemen dari matriks sebagai sebuah kanal yang bebas. Parameter *delay* dapat sebuah matriks $M \times N$ dari integer positif yang menspesifikasikan jumlah interval pencuplikan untuk menunda tiap kanal dari

masukannya atau dapat pula sebuah integer skalar yang mana sama halnya dengan menunda semua kanal.

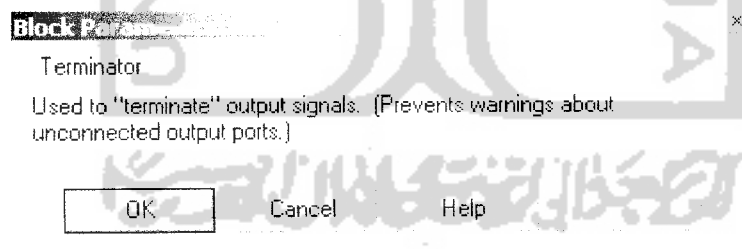
Saat masukannya berupa *frame-based* oleh matriks $M \times N$ maka blok akan memperlakukan tiap kolom dari N sebagai sebuah kanal bebas dan akan menunda tiap kanal sebesar yang dispesifikasikan pada parameter *delay*. Untuk lebih jelasnya perhatikan gambar Integer Delay pada halaman lampiran. (MATLAB6p5/help/toolbox/simulink/ug/ Integer Delay)

3.2.3.5 Blok Terminator

Blok *terminator* ini berfungsi untuk mengakhiri sebuah keluaran jika keluaran tersebut tidak digunakan pada proses – proses berikutnya.



Gambar 3.30 Blok *terminator*

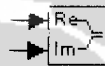


Gambar 3.31 Parameter blok *terminator*

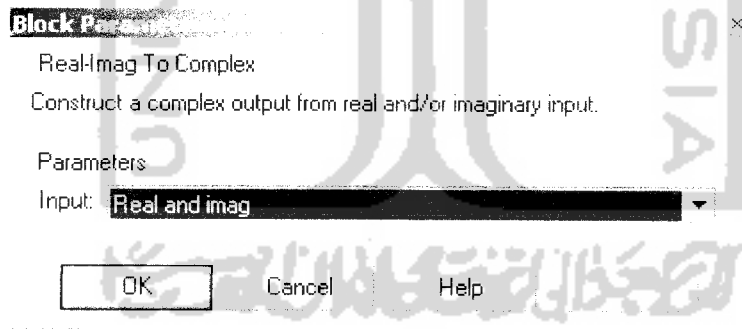
Hal ini dilakukan untuk menghindari peringatan yang terjadi jika simulasi dijalankan. Untuk lebih jelasnya perhatikan gambar Terminator pada halaman lampiran (MATLAB6p5/help/toolbox/simulink/ug/ Terminator)

3.2.3.6 Blok *Real-Image to Complex*

Blok *Real-Image to Complex* mengkonversi masukan real dan atau imajiner menjadi sinyal keluaran bernilai kompleks. Kedua masukan bisa berupa *array* (vektor atau matriks) dengan dimensi yang sama, atau salah satu masukan adalah *array* dan yang lain skalar. Jika blok memiliki masukan *array*, maka keluarannya berupa *array* kompleks dengan dimensi yang sama. Elemen masukan riil akan dipetakan ke bagian real dari elemen keluaran kompleks yang sesuai. Sedangkan masukan imajiner akan dipetakan ke bagian imajiner dari sinyal keluaran kompleks. Jika salah satu masukan bernilai skalar, maka akan dipetakan ke komponen yang sesuai (real atau imajiner) dari sinyal keluaran kompleks.



Gambar 3.32 Blok *real-image to complex*



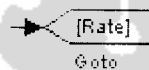
Gambar 3.33 Parameter blok *real-image to complex*

Parameter *Input* menyatakan jenis masukan, apakah *real*, *imaginer*, atau *real and imaginer*. Sedangkan parameter *Real (Imag) part*: jika masukan berupa sinyal bagian real, maka parameter menyatakan bagian imajiner konstan dari

sinyal keluaran. Jika masukan berupa bagian imajiner, maka parameter menyatakan bagian real konstan dari sinyal keluaran. Untuk lebih jelasnya perhatikan gambar Real-Imag to Complex pada halaman lampiran. (MATLAB6p5/help/toolbox/simulink/ug/ Real-Imag to Complex)

3.2.4 Blok *Goto*

Blok *Goto* melewati masukannya kepada blok *From* yang sesuai. Masukan bisa berupa sinyal atau vektor yang bernilai nyata atau kompleks dari berbagai macam tipe data.



Gambar 3.34 Blok *goto*

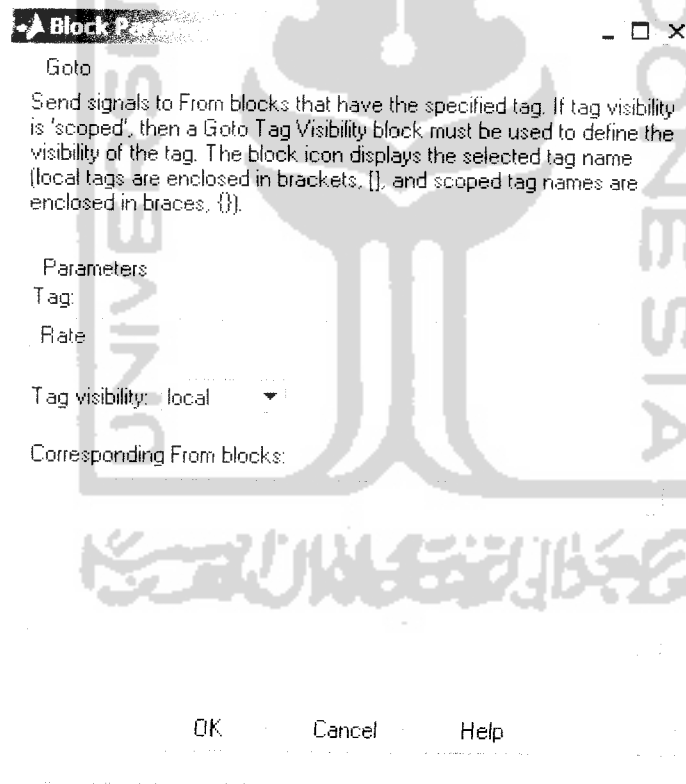
Blok *Goto* dapat melewati sinyal dari satu blok ke blok yang lain tanpa terhubung oleh garis rangkaian. Blok *Goto* dapat melewati sinyal masukannya kepada lebih dari satu blok *From*, sedangkan blok *From* hanya dapat menerima masukan dari satu blok *Goto* saja. Blok *Goto* dan *From* harus memiliki nama yang cocok. Hal ini dapat ditentukan dalam parameter *Tag*. Parameter *Tag visibility* menentukan batasan lokasi blok *From* yang sesuai, yaitu :

1. *Local*, blok *From* dan *Goto* yang menggunakan *tag* yang sama, harus terletak pada satu subsistem. Nama *tag local* diawali “[” dan diakhiri dengan “]”.
2. *Scoped*, blok *From* dan *Goto* yang menggunakan *tag* yang sama, harus terletak pada subsistem yang sama atau beberapa subsistem di dalam blok

Tag Visibility Goto pada model bertingkat. Nama *tag scoped* diawali “{“ dan diakhiri dengan “}”.

3. *Global*, blok *From* dan *Goto* yang menggunakan *tag* yang sama boleh terletak dimana saja di dalam model simulasi.

Parameter *Tag* adalah pengidentifikasi blok *Goto*. Parameter *Tag visibility* menyatakan cakupan dari *tag* blok *Goto*, apakah *local*, *scoped* atau *global*, sesuai penjelasan sebelumnya. Sedangkan parameter *Corresponding From blocks* memuat daftar blok *From* yang terhubung dengan blok *Goto*.



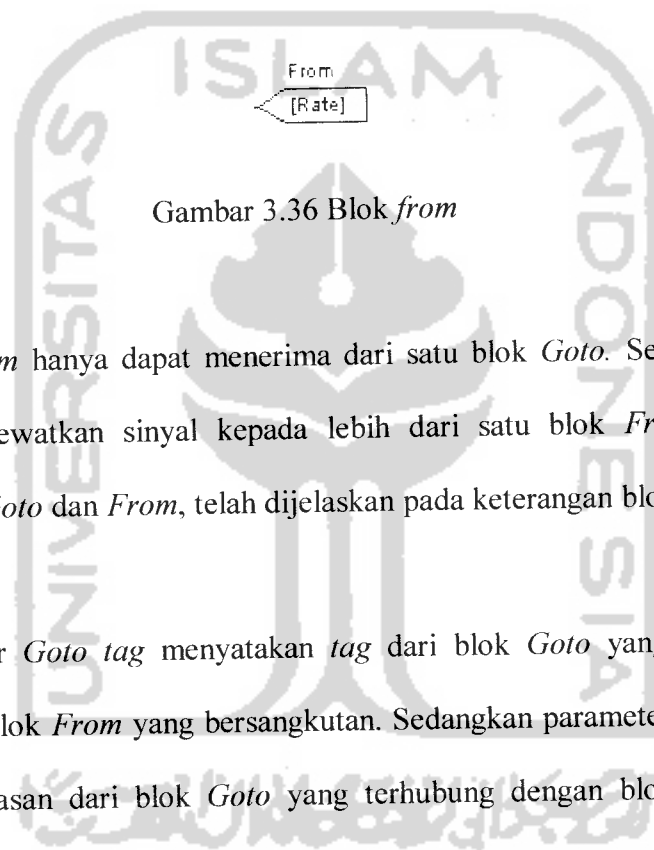
Gambar 3.35 Parameter blok *goto*

Untuk lebih jelasnya perhatikan gambar *Goto* pada halaman lampiran.

(MATLAB6p5/help/toolbox/simulink/ug/ Goto)

3.2.5 Blok *From*

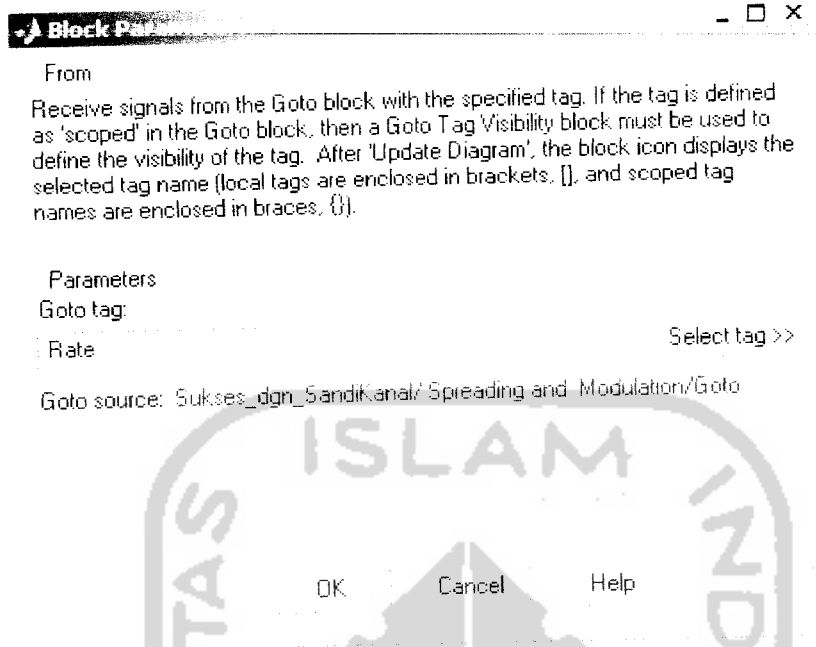
Blok *From* menerima sinyal dari blok *Goto* yang sesuai, kemudian melewatkannya sebagai keluaran. Tipe data keluaran sama dengan masukan dari blok *Goto*. Untuk dapat menghubungkan blok *Goto* dan *From*, cukup hanya dengan memasukkan *tag* blok pada parameter *Tag* blok *Goto*.



Gambar 3.36 Blok *from*

Blok *From* hanya dapat menerima dari satu blok *Goto*. Sedangkan blok *Goto* dapat melewatkan sinyal kepada lebih dari satu blok *From*. Cakupan hubungan blok *Goto* dan *From*, telah dijelaskan pada keterangan blok *Goto* di sub bab 3.2.4.

Parameter *Goto tag* menyatakan *tag* dari blok *Goto* yang melewatkan sinyalnya pada blok *From* yang bersangkutan. Sedangkan parameter *Goto source* menyatakan lintasan dari blok *Goto* yang terhubung dengan blok *From* yang bersangkutan.

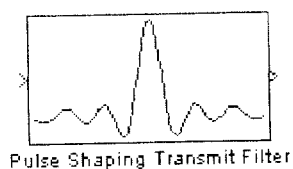


Gambar 3.37 Parameter blok *from*

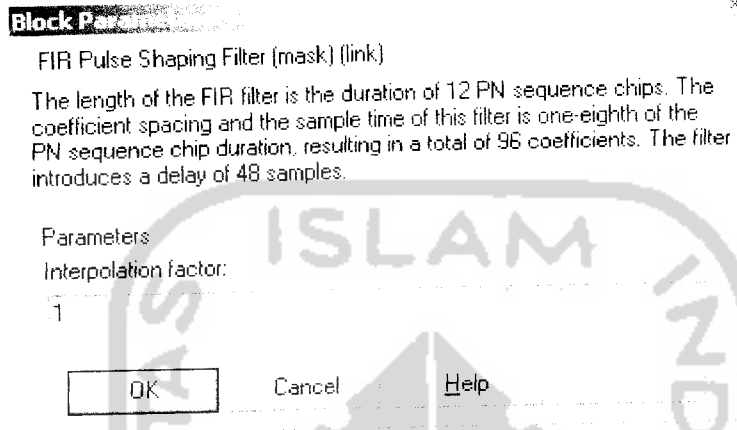
Untuk lebih jelasnya perhatikan gambar From pada halaman lampiran. (MATLAB6p5/help/toolbox/simulink/ug/ From)

3.2.6 Blok *Pulse Shaping Transmit/Receive Filter*

Blok ini melakukan pencuplikan ulang masukan waktu diskret dengan pesat L kali lebih cepat dari pada pesat pencuplikan masukan, dengan L adalah nilai parameter *Interpolation factor*. Blok ini melakukan *upsample* pada masukan menjadi pesat yang lebih tinggi dengan menyisipkan $L-1$ nol diantara cuplikan.



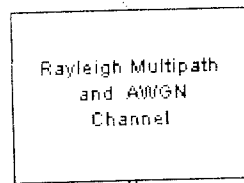
Gambar 3.38 Blok *Pulse Shaping Transmit Filter*



Gambar 3.39 Parameter blok *pulse shaping transmit filter*

Panjang tapis *Finite Impulse Response (FIR)* adalah durasi 12 *chip* runtun PN. *Spacing* koefisien dan waktu pencuplikan tapis ini adalah seperdelapan durasi *chip* runtun PN, sehingga secara total menghasilkan 96 koefisien. Tapis memberikan tunda sejauh 48 cuplikan (*sample*). Untuk lebih jelasnya perhatikan gambar FIR Pulse Shaping Filter pada halaman lampiran. (MATLAB6p5/help/toolbox/simulink/ug/FIR Pulse Shaping Filter)

3.2.7 Subsistem *Reyleigh Multipath and AWGN Channel*

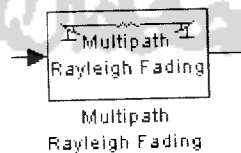


Gambar 3.40 Subsistem *Reyleigh Multipath and AWGN Channel*

Subsistem *Rayleigh Multipath and AWGN Channel* ini merupakan subsistem yang berfungsi sebagai pemberi gangguan pada informasi yang dikirimkan di dalam kanal transmisi. Di dalam subsistem ini terdapat dua blok, yaitu blok *Multipath Rayleigh Fading* dan *AWGN Channel*.

3.2.7.1 Blok *Multipath Reyleigh Fading*

Blok *Multipath Rayleigh Fading* mengimplementasikan simulasi *baseband* dari kanal perambatan pudaran *rayleigh* lintasan jamak. Blok ini berguna dalam pemodelan sistem komunikasi nirkabel bergerak.



Gambar 3.41 Blok *Multipath Reyleigh Fading*

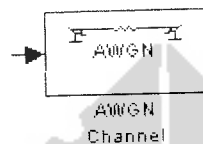
Masukan blok bisa berupa skalar atau vektor kolom yang *frame-based*. Namun yang jelas, masukan adalah sinyal kompleks.

Pergerakan relatif antara pengirim dan penerima menyebabkan pergeseran *Doppler* di dalam frekuensi sinyal. Karena kanal lintasan jamak (*multipath*) merefleksikan sinyal pada banyak tempat, maka sinyal transmisi sampai pada penerima melalui lintasan yang berbeda-beda sehingga dapat menyebabkan perbedaan panjang lintasan dan tunda waktu. Pudaran (*fading*) terjadi ketika sinyal-sinyal yang melewati lintasan yang berbeda saling berinterferensi satu dengan yang lain. Parameter *Delay vector* menyatakan tunda waktu tiap lintasan. Jika kotak *Normalize gain vector to 0 dB overall gain* tidak dicentang, maka parameter *Gain vector* menyatakan perolehan (*gain*) tiap lintasan. Jika kotak tersebut dicentang, maka blok menggunakan jamak *Gain vector* sebagai ganti dari *Gain vector* itu sendiri, yaitu dengan menganggap gain semua lintasan adalah 0 dB. Jumlah lintasan sama dengan panjang *Delay vector* atau *Gain vector*.

Parameter *Sample time* menyatakan waktu antara elemen sinyal masukan yang berurutan. Jika masukan adalah vektor kolom *frame-based* dengan panjang n , maka periode *frame* adalah $n \cdot \text{Sample time}$. Parameter *Maximum Doppler shift* (Hz) merupakan skalar positif yang mengindikasikan pergeseran *Doppler* maksimal. Sedangkan parameter *Initial seed* merupakan bibit skalar untuk pembangkit derau *Gaussian*.

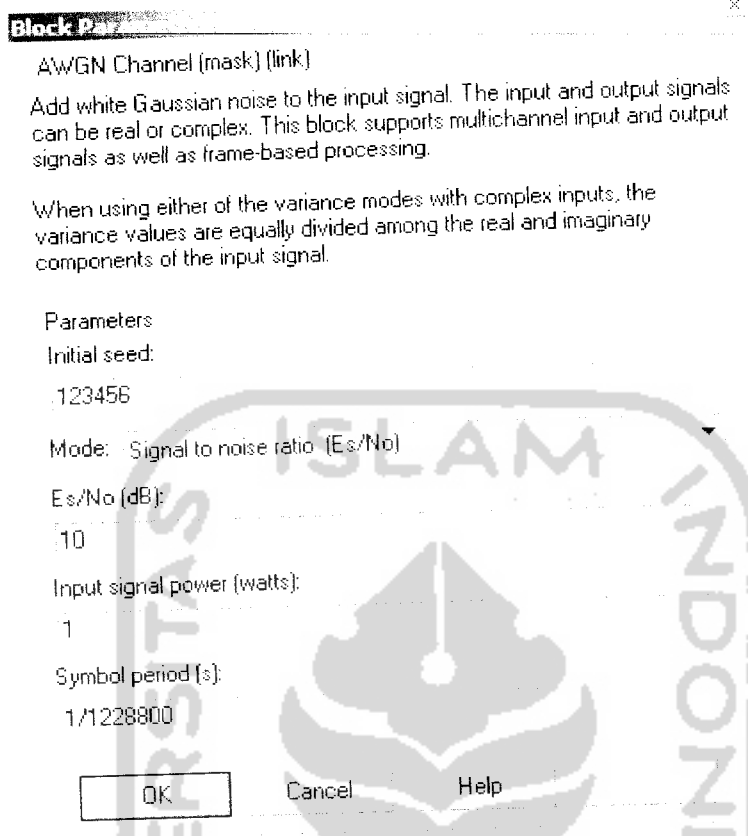
3.2.7.2 Blok *AWGN Channel*

Blok *AWGN Channel* menambahkan derau putih *Gaussian* pada sinyal masukan. Jika sinyal masukan adalah real, maka blok ini menambahkan derau *Gaussian* real dan menghasilkan sinyal keluaran real juga. Jika sinyal masukan adalah kompleks, maka blok ini menambahkan derau *Gaussian* dan menghasilkan sinyal keluaran kompleks. Blok ini mewarisi waktu cuplikannya dari sinyal masukan.



Gambar 3.43 Blok *AWGN channel*

Blok ini menggunakan blok *Random Source* dari *blockset DSP* untuk membangkitkan derau. Parameter *Initial seed* pada blok ini menginisialisasi pembangkit derau. *Initial seed* bisa berupa skalar atau vektor yang panjangnya cocok dengan jumlah kanal dari sinyal masukan.



Gambar 3.44 Parameter blok *AWGN channel*

Parameter *Mode* merupakan tipe perbandingan yang digunakan, apakah *Signal to noise ratio (Es/No)*, *Signal to noise ratio (SNR)*, *Variance from mask*, atau *Variance from port*. Parameter *Es/No (dB)* merupakan perbandingan energi sinyal tiap simbol terhadap kerapatan spektral daya derau, dalam desibel. Parameter ini muncul hanya jika *Mode* diset *Es/No*.

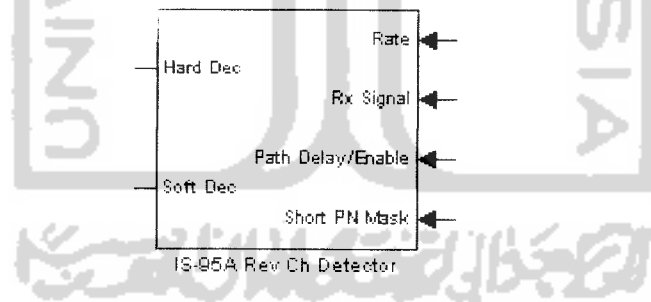
Parameter *SNR (dB)* merupakan perbandingan daya sinyal terhadap daya derau, dalam desibel. Parameter ini muncul hanya jika *Mode* diset *SNR*. Parameter *Input signal power (watts)* merupakan akar daya kuadrat rata-rata (*root mean square power*) dari simbol masukan (jika *Mode* adalah *ES/No*) atau cuplikan

masukan (jika *Mode* adalah *SNR*), dalam *watt*. Parameter ini muncul hanya jika *Mode* diset *Es/No or SNR*. Untuk lebih jelasnya perhatikan gambar AWGN Channel pada halaman lampiran.

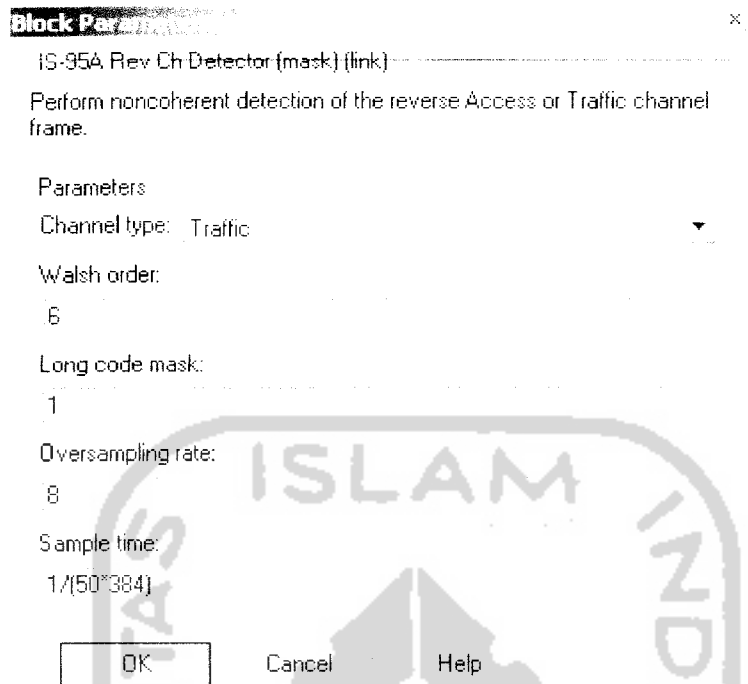
(MATLAB6p5/help/toolbox/simulink/ug/AWGN Channel)

3.2.8 Blok IS-95A Reverse Channel Detector

Blok *IS-95A reverse channel detector* merupakan blok yang berfungsi deteksi tak koheren dari frame data masukan. Blok ini secara hirarki adalah *masked block* dimana melakukan fungsi *finger-based despreading* dan deteksi tak koheren dari data masukan selama periode waktu transmisi *gate-on*. Perlu diketahui bahwa data keluaran dari *rake finger* tak koheren ialah seiring dengan waktu sehingga sebagai hasilnya penerima akan menggabungkan data keluaran dari *rake finger* sebelum prosedur pendeteksian.



Gambar 3.45 Blok *IS-95A Reverse Channel Detector*



Gambar 3.46 Parameter blok *IS-95A Reverse Channel Detector*

Masukan blok ada empat yaitu *rate*, *rx signal*, *path delay/enable* dan *short PN mask*. Masukan pertama berupa *rate* adalah skalar *integer* yang menyatakan pesat data sinyal masukan. Untuk mengindikasikan pembagian pesat, apakah *Full*, *Half*, *Quarter*, atau *Eighth*, maka blok menggunakan nilai input 0, 1, 2, atau 3 (tinjau kembali Tabel 3.3).

Masukan *rx signal* merupakan vektor kompleks merepresentasikan runtun data diterima. Ukuran vektor ditentukan oleh parameter *oversampling rate* dikalikan panjang kode Walsh dikali parameter *input frame size*. Panjang kode walsh adalah 2^W dimana W adalah parameter *walsh order*. Ukuran defaultnya 512 yang merupakan hasil dari *oversamplingrate* = 8, *walsh order* = 6 dan *input frame size* = 1.

Masukan *path delay/enable* adalah vektor integer berukuran 6 yang terdiri dari tiga pasang integer. Tiap pasang integer ini berhubungan dengan sebuah *finger*. Elemen pertama dari pasangan merepresentasikan *offset* fase PN, elemen kedua merepresentasikan *finger enable signal* dimana bila nilainya 1 untuk *finger enable* akan meng-*enable finger* dan nilai 0 tidak akan meng-*enable finger*.

Masukan *short PN mask* merupakan vektor integer berukuran dua merepresentasikan short PN code *mask* untuk komponen *in-phase* dan kuadratur. Dua elemen tersebut merepresentasikan bilangan kompleks dimana bagian real dan imajiner adalah integer antara 0 dan $2^{15} - 1$. Jika nilai skalar diberikan maka pembangkit PN harus menggunakan *mask* yang sama. Bila *mask* diisi dengan 0 maka pembangkit PN memakai nilai defaultnya yaitu 1.

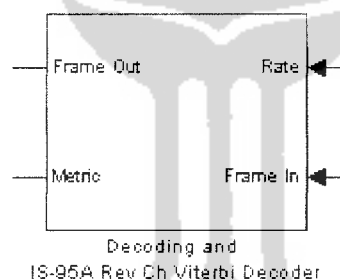
Keluaran blok ada 2 yaitu *hard dec* dan *soft dec* dimana keduanya merupakan vektor biner berukuran 576 merepresentasikan frame terdeteksi sebagai nilai dari *hard decision* atau *soft decision*.

Parameter pada gambar 3.46 terbagi atas *channel type* diisi dengan kanal trafik atau kanal akses, *walsh order* diisi dengan bilangan skalar integer yang menspesifikasikan orde dari kode walsh yang digunakan untuk menyandikan tiap simbol data, nilai defaultnya adalah 6 sesuai dengan panjang kode Walsh 64. Parameter *long code mask* menspesifikasikan nilai *mask* untuk pembangkit kode panjang, parameter ini dapat berada pada rentang 1 dan $2^{41} - 1$. Parameter *oversampling rate* menspesifikasikan jumlah pencuplikan tiap chip dimana nilai defaultnya 8 sesuai dengan interval chip. Parameter *sample time* berbentuk nilai skalar yang menspesifikasikan keluaran blok waktu pencuplikan. Untuk lebih

jelasnya perhatikan gambar IS-95A Rev Ch Detector pada halaman lampiran.
(MATLAB6p5/help/toolbox/simulink/ug/IS-95A Rev Ch Detector)

3.2.9 Subsistem *Decoding and IS-95A Rev Ch Viterbi Decoder*

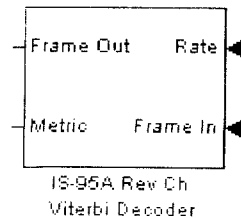
Subsistem *decoding and IS-95A Rev Ch viterbi decoder* terdiri dari rangkaian blok *IS-95A Reverse Channel Deinterleaver*, *IS-95A Reverse Channel Derepeater* dan *IS-95A Reverse Channel Viterbi Decoder*. Blok *IS-95A Reverse Channel Deinterleaver* dan *IS-95A Reverse Channel Derepeater*, telah dibahas pada sub bab 3.2.2 (subsistem *encoding*), sedangkan blok *IS-95A Rev Ch Viterbi Decoder* dibahas dibawah ini.



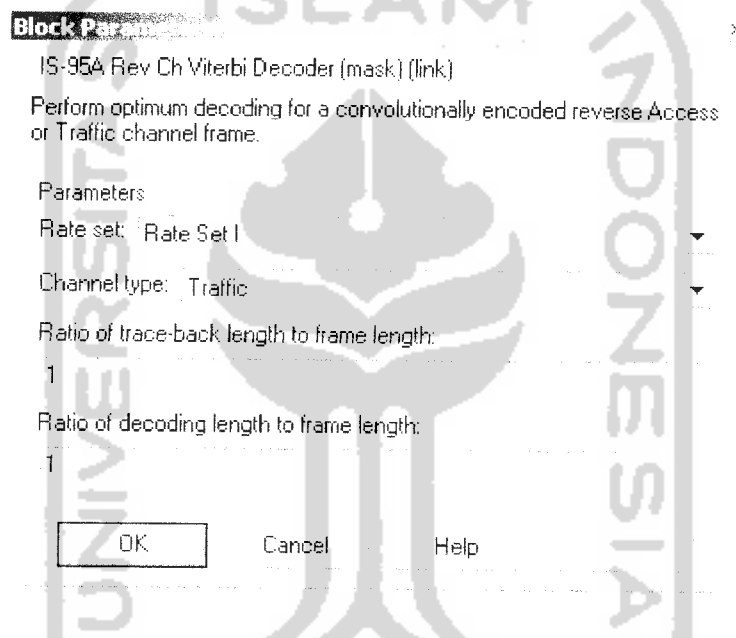
Gambar 3.47 Subsistem *decoding and IS-95A Rev Ch viterbi decoder*

Blok *IS-95A Rev Ch Viterbi Decoder* seperti ditunjukkan gambar 3.48 merupakan sebuah blok kebalikan dari blok *IS-95A Rev Ch Convolutional Encoder* karena blok ini mempunyai fungsi yang berlawanan yaitu untuk decode data baik itu dari kanal akses maupun kanal trafik yang telah tersandikan secara konvolusi. Blok ini memakai salah satu dari sekian metode decoding yang ada. Metode yang dimaksudkan adalah algoritma viterbi. Untuk kanal akses dan

rate set 1 dari kanal trafik digunakan decoder viterbi pesat 1/3 sedangkan untuk skanal rate set 2 dari kanal trafik digunakan decoder viterbi 1/2.



Gambar 3.48 Blok *IS-95A Reverse Channel Viterbi Decoder*



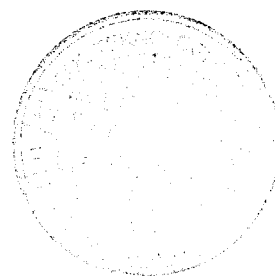
Gambar 3.49 Parameter blok *IS-95A Reverse Channel Viterbi Decoder*

Masukan blok ini berupa *frame in* dan *rate*. Masukan *frame in* di set untuk bernilai maksimal yaitu 576 dan begitu pula untuk keluaran *frame out* menjadi nilai maksimal 288. Masukan *rate* berupa bilangan skalar integer yang menyatakan pesat data sinyal masukan. Untuk mengindikasikan pembagian pesat, apakah *Full*, *Half*, *Quarter*, atau *Eighth*, maka blok menggunakan nilai input 0, 1, 2, atau 3 (tinjau kembali Tabel 3.3).

Keluaran blok terdiri dari *frame out* dan *metric* dimana *frame out* berupa vektor biner bernilai 288 berisi *frame ter-decode* sedangkan *metric* berupa skalar riil merepresentasikan jalur *metric* akhir dari *decoder viterbi*.

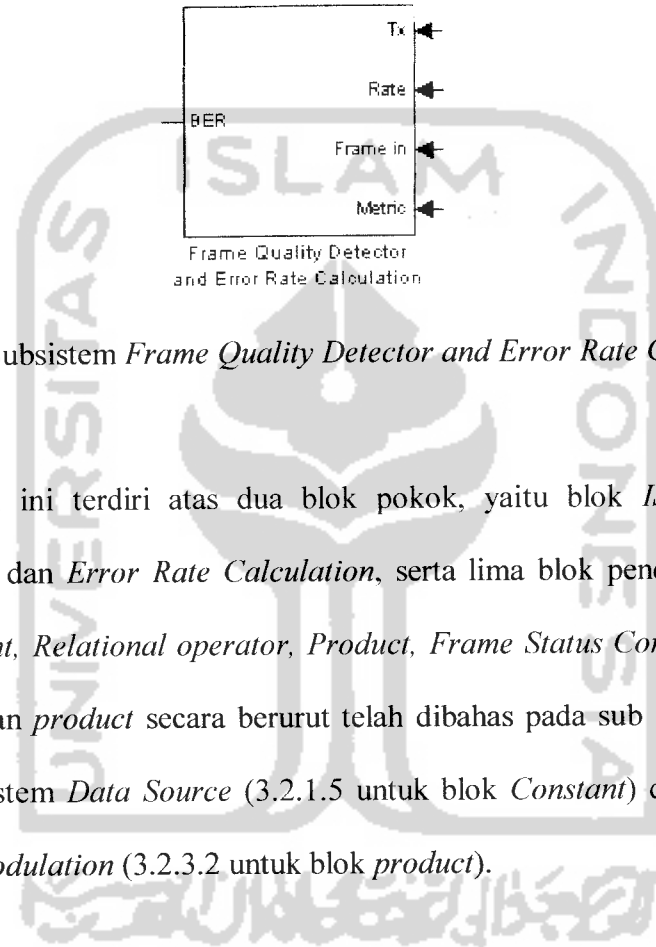
Parameter *rate set* menunjukkan apakah digunakan *rate set 1* atau *rate set 2* namun *rate set* ini di buat sama dengan sebelumnya. Parameter *channel type* ditentukan apakah kanal akses ataukah kanal trafik. Parameter ketiga, *ratio of traceback length to frame length* berupa skalar real yang menyatakan jumlah maksimal bit yang dijiplak balik dalam struktur *trellis* sebagai fungsi panjang *frame* dimana nilai maksimalnya adalah satu. Jika hasil perkalian antar perbandingan ini dan panjang *frame* bukan *integer*, maka hasil akan dipotong sehingga menjadi *integer*.

Sedangkan parameter keempat *Ratio of decoding length to frame length* berupa skalar real yang menyatakan jumlah bit yang di-*decode* dalam operasi *traceback* sebagai fungsi panjang *frame*. Jika hasil perkalian antara perbandingan ini dengan panjang *frame* bukan *integer*, maka hasil tersebut dipotong sehingga menjadi *integer*. *Ratio of decoding length to frame length* harus kurang dari atau sama dengan *ratio of traceback length to frame length*. Jika panjang pengawasandian kurang dari panjang *traceback*, maka bit-bit yang ter-*decode* adalah bit-bit yang terjiplak balik (*traced back*) terakhir. Untuk lebih jelasnya perhatikan gambar IS-95A Rev Ch Viterbi Decoder pada halaman lampiran. (MATLAB6p5/help/toolbox/simulink/ug/IS-95A Rev Ch Viterbi Decoder)



3.2.10 Subsistem *Frame Quality Detector and Error Rate Calculation*

Subsistem ini berperan dalam pendeteksian kualitas *frame* serta penghitungan pesat kesalahan.

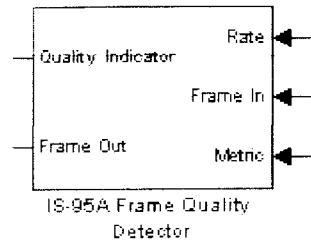


Gambar 3.50 Subsistem *Frame Quality Detector and Error Rate Calculation*

Subsistem ini terdiri atas dua blok pokok, yaitu blok *IS-95A Frame Quality Detector* dan *Error Rate Calculation*, serta lima blok pendukung, yaitu dua blok *Constant*, *Relational operator*, *Product*, *Frame Status Conversion*, dan. Blok *Constant* dan *product* secara berurutan telah dibahas pada sub bab 3.2.1 dan 3.2.3 yaitu subsistem *Data Source* (3.2.1.5 untuk blok *Constant*) dan subsistem *spreading and modulation* (3.2.3.2 untuk blok *product*).

3.2.10.1 Blok *IS-95A Frame Quality Detector*

Blok ini menentukan apakah ada kesalahan *frame*, dengan menggunakan prosedur pendeteksian sindrom atau prosedur perbandingan matrik, untuk kanal trafik dan akses.



Gambar 3.51 Blok *IS-95A Frame Quality Detector*

Prosedur pendeteksian sindrom, menghitung sindrom pada *frame* data tersandikan CRC yang diterima, dengan menggunakan blok *IS-95A Syndrome Detector*. Nilai nol pada sindrom, mengindikasikan bahwa yang diterima adalah *frame* yang benar. Prosedur pendeteksian sindrom ini dapat diaplikasikan pada kanal trafik dan akses *Rate Set I* dengan pesat penuh dan setengah, serta semua pesat di dalam *Rate Set II*. Saat blok menggunakan prosedur pendeteksian sindrom, bit-bit CRC dan ekor sekalian dihilangkan.

Prosedur perbandingan matriks dapat diaplikasikan pada kanal trafik pesat seperempat dan seperdelapan di dalam *Rate Set I*, dimana pengecekan CRC tidak tersedia dalam *frame*. Dalam hal ini, prosedur perbandingan matrik, membandingkan matrik nilai halus (*soft-value*) pada keluaran penyandi *Viterbi* terhadap ambang (*threshold*). Jika nilai matriks sama dengan atau lebih besar dari ambang, maka diasumsikan bahwa *frame* yang tersandikan telah diterima dengan benar.

Ukuran *port Frame In*, *Frame Out*, jumlah bit CRC serta jumlah bit ekor, yang sesuai dengan tipe dan pesat dari masing-masing kanal, ditunjukkan oleh tabel 3.6.

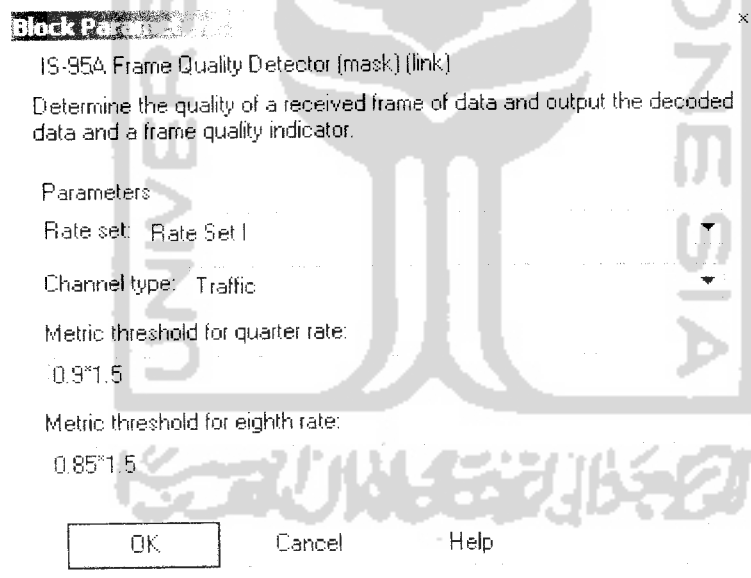
Tabel 3.6 Tipe kanal dengan jumlah bit-bit masukan dan keluaran yang sesuai dari blok *IS-95A Frame Quality Detector*

Tipe kanal	Jumlah bit masukan yang sesuai	Jumlah bit CRC	Jumlah bit ekor	Jumlah bit keluaran yang sesuai
Access	96	0	8	88
Traffic, Rate Set I, Full Rate	192	12	8	172
Traffic, Rate Set I, Half Rate	96	8	8	80
Traffic, Rate Set I, Quarter Rate	48	0	8	40
Traffic, Rate Set I, Eighth Rate	24	0	8	16
Traffic, Rate Set II, Full Rate	288	12	8	268
Traffic, Rate Set II, Half Rate	144	10	8	126
Traffic, Rate Set II, Quarter Rate	72	8	8	56
Traffic, Rate Set II, Eighth Rate	36	6	8	22

Blok memiliki tiga masukan. Yang pertama adalah *Rate*, yaitu skalar *integer* yang menyatakan pesat data sinyal masukan (tinjau kembali Tabel 3.3). masukan kedua adalah *Frame In*, yaitu vektor real berukuran 288 yang berisi

frame masukan dengan bit-bit CRC dan ekor. Dan masukan ketiga adalah *Metric*, yaitu skalar real yang merepresentasikan nilai matrik halus yang telah dihitung oleh blok *IS-95A Reverse Channel Viterbi Decoder* dengan menggunakan algoritma *Viterbi*.

Keluaran dari blok ada dua *port*. Keluaran pertama adalah *Quality Indicator*, yaitu skalar *integer* yang mengindikasikan keputusan, apakah telah terjadi kesalahan pada *frame* atau tidak. Nilai 0 mengindikasikan tidak ada kesalahan, dan 1 sebaliknya. Sedangkan keluaran kedua adalah *Frame Out*, yaitu vektor biner berukuran 268 yang menyatakan *frame* data setelah bit CRC dan ekor dihilangkan, jika ada.



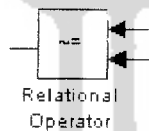
Gambar 3.52 Parameter blok *IS-95A frame quality detector*

Parameter *Rate set* menyatakan set pesat, apakah *Rate Set I* atau *Rate Set II* yang digunakan. Parameter *Channel type* menyatakan tipe kanal, apakah *Sync*, *Paging*, *Access* atau *Traffic*. Parameter *Metric threshold for quarter rate*, berupa

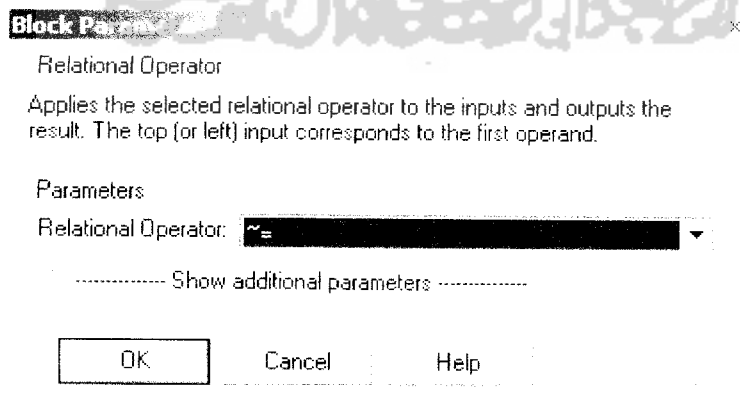
skalar real yang menyatakan nilai ambang dengan matriks dari blok *IS-95A Reverse Channel Viterbi Decoder* yang dibandingkan terhadap *frame* pesat seperempat kanal trafik. Parameter ini hanya dapat diaplikasikan dalam *Rate Set 1*. Sedangkan parameter *Metric threshold for eighth rate*, berupa skalar real yang menyatakan nilai ambang dengan matrik dari blok *IS-95A Reverse Channel Viterbi Decoder* yang dibandingkan terhadap *frame* pesat seperdelapan kanal trafik. Untuk lebih jelasnya perhatikan gambar *IS-95A Frame Quality Detector* pada halaman lampiran. (MATLAB6p5/help/toolbox/simulink/ug/ *IS-95A Frame Quality Detector*)

3.2.10.2 Blok *Relational Operator*

Blok ini melakukan perbandingan yang dinyatakan oleh kedua masukannya.



Gambar 3.53 Blok *relational operator*



Gambar 3.54 Parameter blok *relational operator*

Operator hubungan yang mengaitkan dua masukan, dipilih melalui parameter *Relational Operator*. Parameter *Relational Operator* berfungsi untuk mendesain operator hubungan dengan menggunakan perbandingan dua masukan. Operasi-operasi yang disediakan ditunjukkan oleh Table 3.7 berikut ini.

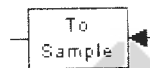
Tabel 3.7 Jenis Operasi pada blok *Relational Operator* dan keterangan

Operasi	Keterangan
==	Benar jika masukan pertama sama dengan masukan kedua
~=	Benar jika masukan pertama tidak sama dengan masukan kedua
<	Benar jika masukan pertama kurang dari masukan kedua
<=	Benar jika masukan pertama kurang dari atau sama dengan masukan kedua
>=	Benar jika masukan pertama lebih dari atau sama dengan masukan kedua
>	Benar jika masukan pertama lebih dari masukan kedua

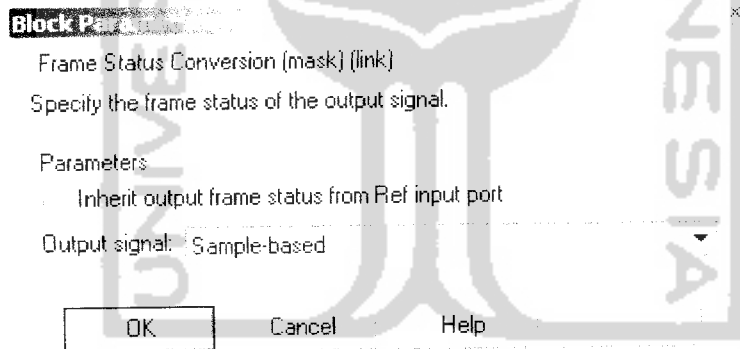
Jika masukan blok adalah skalar, maka keluarannya juga skalar. Jika masukan adalah *array*, maka keluarannya berupa *array* berdimensi sama, dengan setiap elemen merupakan hasil perbandingan (elemen x elemen) *array* masukan. Untuk masukan campuran skalar / *array*, maka keluaran berupa *array*, dengan setiap elemen merupakan hasil perbandingan antara skalar dan elemen *array* yang bersesuaian. Untuk lebih jelasnya perhatikan gambar *Relational Operator* pada halaman lampiran. (MATLAB6p5/help/toolbox/simulink/ug/ *Relational Operator*)

3.2.10.3 Blok *Frame Status Conversion*

Blok *Frame Status Conversion* melewati masukan kepada keluaran dan menentukan status *frame* keluaran pada parameter *Output signal*, yaitu bisa *Frame-based* (didasarkan frame) atau *Sample-based* (didasarkan cuplikan). Status *frame* keluaran dapat juga mewarisi referensi sinyal *port* masukan. Hal ini akan muncul jika *Inherit output frame status from Ref input port* pada kotak centang dipilih.



Gambar 3.55 Blok *frame status conversion*



Gambar 3.56 Parameter blok *frame status conversion*

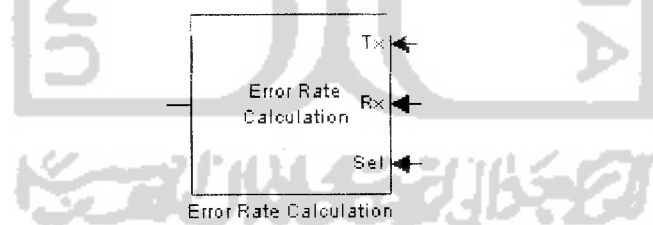
Jika pengesetan parameter *Output signal* atau status *frame* sinyal terwarisi berbeda dengan status *frame* masukan, maka blok ini akan mengubah atau menyesuaikan status *frame* masukan. Blok ini tidak mem-*buffer* ulang atau menakar ulang msukan 2-D. Jika masukan berupa vektor 1-D dengan panjang *M* sedasngkan parameter *Output signal* diset *Frame-based*, maka vektor 1-D tersebut

tidak dapat dioperasikan secara *Frame-based*. Oleh karena itu, keluaran menjadi matrik ($M \times 1$) yang *frame-based* (kanal tunggal).

Jika parameter *Output signal* atau status *frame* sinyal terwarisi sudah cocok dengan status *frame* masukan, maka blok ini akan melewati masukan kepada keluaran tanpa ada perubahan. Untuk lebih jelasnya perhatikan gambar *Frame Status Conversion* pada halaman lampiran (MATLAB6p5/help/toolbox/simulink/ug/ Frame Status Conversion)

3.2.10.4 Blok *Error Rate Calculation*

Blok *Error Rate Calculation* akan membandingkan data masukan dari pengirim dengan data masukan dari penerima. Blok ini menghitung pesat kesalahan sebagaimana statistik berjalan, dengan cara membagi jumlah total pasangan elemen data yang tidak sama dengan jumlah total elemen data masukan dari sumber.



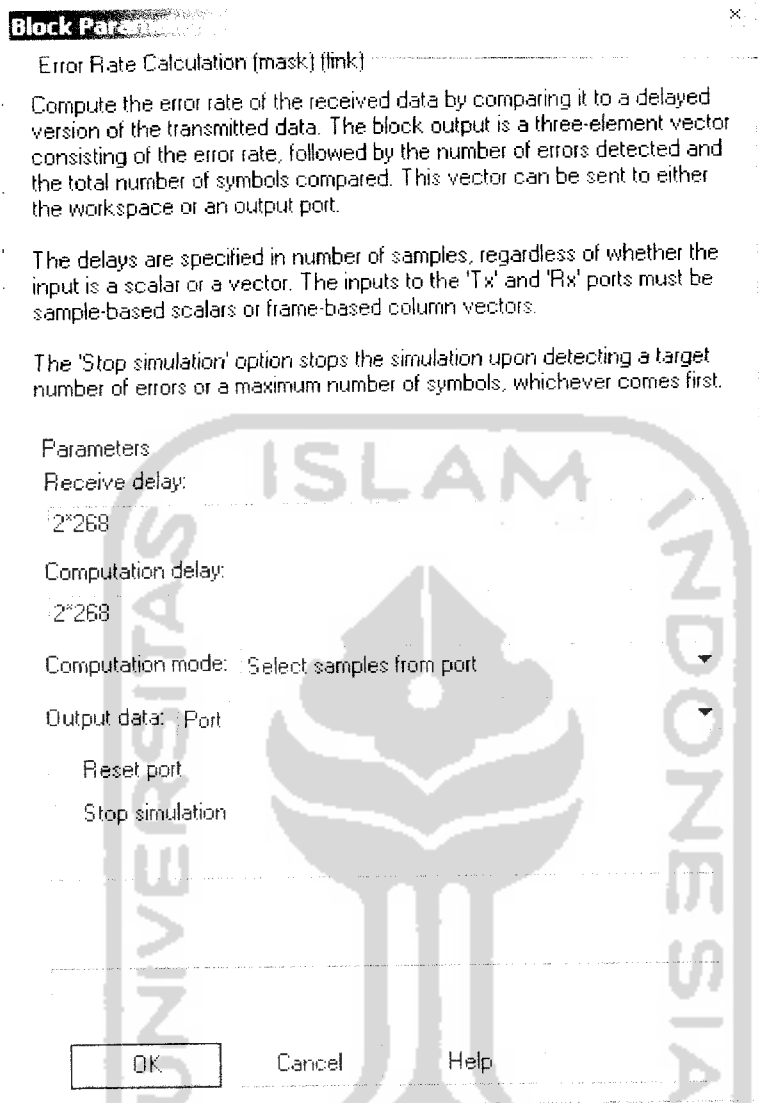
Gambar 3.57 Blok *error rate calculation*

Blok dapat menghitung pesat bit atau pesat simbol. Jika masukannya adalah bit, maka blok akan menghitung pesat kesalahan bit (BER). Jika masukannya adalah simbol, maka blok akan menghitung pesat kesalahan simbol. Blok ini mewarisi waktu pencuplikan dari masukannya.

Dalam rangkaian ini, blok memiliki tiga masukan. *Port* masukan *Tx* menerima sinyal yang dikirimkan, sedangkan *Rx* menerima sinyal yang diterima. *Tx* dan *Rx* harus memiliki waktu cuplik yang sama. Sedangkan data keluaran blok ini adalah berupa vektor sepanjang tiga, yang nantinya akan masuk ke blok Display BER sebagai :

- Pesat kesalahan
- Jumlah kesalahan total, diperoleh dari perbandingan elemen yang tidak sama.
- Jumlah bit total yang masuk ke dalam blok.

Blok akan mengirimkan data keluarannya ke port keluaran, tergantung pada pengesetan parameter *Output Data*. Jika parameter *Output Data* diset ke *workspace* dan mengisikannya di dalam parameter *Variable name*, maka variabel akan berisi nilai terakhir saat simulasi dihentikan. Selaan (*pause*) pada simulasi tidak menyebabkan blok menulis data ke variable. Jika parameter *Output Data* diset ke *Port*, maka port keluaran akan muncul. Port keluaran tersebut berisi statistik kesalahan yang berjalan.



Gambar 3.58 Parameter blok *error rate calculation*

Parameter *Receive delay* dan *Computation delay* mengimplementasikan dua tipe tunda yang berbeda dalam blok ini. Parameter *Receive delay* menyatakan jumlah cuplikan di mana data yang diterima tertinggal di belakang data yang dikirimkan. Sedangkan parameter *Computation delay* akan menyebabkan blok mengabaikan jumlah cuplikan tertentu pada permulaan perbandingan. Parameter *Computation mode*, bisa diset *Entire frame*, *Select samples from mask*, atau *Select*

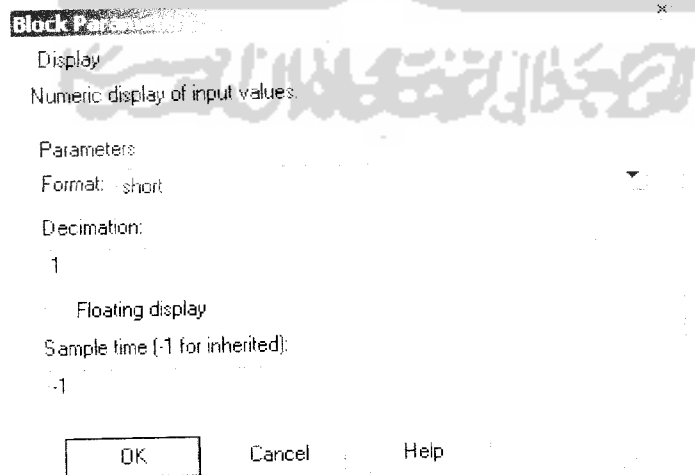
samples from port, tergantung apakah blok harus mempertimbangkan semua atau hanya sebagian *frame* masukan. Parameter *Reset port* jika dicentang, maka akan muncul port masukan tambahan yang diberi label *Rst*. Sedangkan jika parameter *Port simulation* dicentang, maka simulasi akan berjalan hanya sampai blok ini mendeteksi sejumlah kesalahan atau jumlah perbandingan tertentu. Untuk lebih jelasnya perhatikan gambar Error Rate Calculation pada halaman lampiran (MATLAB6p5/help/toolbox/simulink/ug/Error Rate Calculation)

3.2.11 Blok *Display Bit Error Rate*

Blok ini berfungsi dalam menunjukkan nilai masukan.



Gambar 3.59 Blok *display bit error rate*



Gambar 3.60 Parameter blok *display bit error rate*

Bentuk *display* dapat dikendalikan dengan memilih parameter *Format* :

- *short*, display nilai berskala 5 digit dengan titik desimal telah ditentukan.
- *long*, display nilai berskala 15 digit dengan titik desimal telah ditentukan.
- *short_e*, display nilai 5 digit dengan titik desimal mengambang.
- *long_e*, display 16 digit dengan titik desimal mengambang.
- *bank*, display nilai dalam format dolar dan sen yang telah ditentukan (tanpa \$ atau koma)

Jumlah data yang ditunjukkan dan *step* waktu ditentukan oleh parameter :

- Parameter *Decimation*, memungkinkan untuk men-*display* data setiap cuplikan yang ke n, dengan n adalah faktor desimasi. Desimasi default-nya adalah 1, yaitu men-*display* setiap step waktu.
- Parameter *Sample time*, memungkinkan untuk menyatakan interval pencuplikan pada titik display. Nilai default-nya adalah -1, yaitu menyebabkan blok mengabaikan interval pencuplikan saat penentuan titik untuk di-*display*.

Sedangkan Jika parameter *Floating display* dicentang, maka akan muncul port masukan blok, yang memungkinkan blok untuk digunakan sebagai blok *floating Display*. Untuk lebih jelasnya perhatikan gambar Display pada halaman lampiran (MATLAB6p5/help/toolbox/simulink/ug/Display)

3.3 Penentuan Parameter

Pada bagian ini, akan dijelaskan tentang penentuan parameter-parameter blok yang digunakan dalam simulasi. Ada parameter yang nilainya ditentukan dan ada juga parameter yang dijadikan variabel/peubah. Hal ini sangat erat kaitannya dengan batasan, agar simulasi yang dibuat sesuai dengan judul skripsi. Tabel 3.8 berikut ini akan menyebutkan parameter-parameter yang nilainya ditentukan. Sedangkan parameter-parameter yang dijadikan pengubah akan disebutkan di dalam Tabel 3.9.

Tabel 3.8 Parameter – parameter yang nilainya ditentukan

Blok	Parameter	Nilai
Data Source :		
Mobile Station Transmitter	Data rate	Full
Data Rate		
Random Binary Frame	Initial seed	119940
Generator	Sample tim (sec)	1 / (50*268)
	Output frame size	268
IS-95A Short Code	Output frame size	64
Generator	Sample time	1 / (50*384)
Constant	Constant value	[0 0]
	Interpret vector parameter As 1-D	√ (checked)
Encoding :		
IS-95A CRC Generator	Rate set	Rate Set I
	Channel type	Traffic
IS-95A Rev Ch	Rate set	Rate Set I

Convolutional Encoder	Channel type	Traffic
	Initial encoder state	[]
IS-95A Rev Ch Repeater	Channel type	Traffic
	Function	Repeater
IS-95A Rev Ch Interleaver	Channel type	Traffic
	Function	Interleaver
Spreading and Modulation :		
IS-95A Rev Ch Walsh Modulation and Spreading	Channel type	Traffic
	Long code mask	1
	Walsh order	6
	Sample time	1/(50*384)
Product	Number of inputs	2
	Multiplication	Element-wise(.*)
Up sample	Upsample factor, L :	8
	Sample offset (0 to L-1) :	0
	Initial condition :	0
	Frame-based mode :	Maintain input frame rate
Integer delay	Delay (sample)	4
	Initial condition	0
	Reset port	None
Terminator		
Real-Image to Complex	Input	Real and imag
Goto	Tag	Rate
	Tag visibility	local
From	Goto tag	Rate

Pulse Shaping Transmit Filter	Interpolation factor	1
Rayleigh Multipath and AWGN Channel :		
Multipath Rayleigh Fading	Maximum Doppler shift (Hz)	14,07
	Sample time	1 / (1228800*8)
	Gain vector (dB)	[0 0]
	Initial seed	831029
	Normalize gain vector to 0 dB overall gain	√ (checked)
AWGN Channel	Initial seed	123456
	Mode	Signal to noise Ratio (Es/No)
	Symbol period (s)	1 / (1228800)
Pulse Shaping Receive Filter	Interpolation factor	1
Initial Phase and Finger Enable (Constant)	Constant value	[96 1 116 1 0 0]
	Interpret vector parameter As 1-D	√ (checked)
Short PN Mask (Constant)	Constant value	[0 0]
	Interpret vector parameter As 1-D	√ (checked)
IS-95A Rev Ch Detector	Channel type	Traffic
	Walsh order	6
	Long code mask	1
	Oversampling Rate	8
	Sample time	1 / (50*384)

Decoding :		
IS-95A Rev Ch Viterbi Decoder	Rate set	Rate set I
	Channel type	Traffic
	Ratio of trace-back length to frame length	1
	Ratio of decoding length to frame length	1
IS-95A Frame Quality Detector	Rate set	Rate Set I
	Channel type	Traffic
	Metric threshold for quarter rate	0,9*1,5
	Metric threshold for eighth rate	0,85*1,5
Reset 1 (Constant)	Constant value	0
	Interpret vector parameter As 1-D	√ (cheked)

Reset 2 (Constant)	Constant value	1:268
	Interpret vector parameter As 1-D	√ (cheked)
Relational Operator	Relational operator	~ =
Product	Number of inputs	2
	Multiplication	Element-wise(.*)
Frame Status Conversion	Output signal	Sample-based
Error Rate Calculation	Receive delay	2*268
	Computation delay	2*268
	Computation mode	Select sample from port

	Output data	Port
BER (Display)	Format	Short
	Decimation	1
	Sample time(-1 for inherited)	-1

Tabel 3.9 Parameter-parameter yang nilainya adalah variabel

Blok	Parameter	Nilai
Rayleigh Multipath and AWGN Channel :		
Multipath Rayleigh Fading	Delay vector (s)	[0 ?]
AWGN Channel	Es/No (dB)	?
	Input signal power (watts)	?

Keterangan :

- Huruf cetak tebal dan blok berwarna kuning, berarti blok subsistem.
- Blok warna sian, berarti blok yang tampak di halaman depan rangkaian simulasi.
- Blok warna putih, berarti blok yang ada di dalam sub system.
- Tanda Tanya pada tabel 3.9, berarti nilai yang diubah-ubah (variabel).

Dalam simulasi ini digunakan beberapa asumsi agar dapat menyederhanakan keadaan sistem sebenarnya sehingga dapat lebih terfokus pada materi yang akan dianalisis. Asumsi-asumsi tersebut meliputi :

1. Simulasi ini merupakan gambaran dari proses hubungan antara satu *mobile station* dengan satu *base station*.
2. Gangguan terhadap komunikasi *reverse link* dalam simulasi ini hanya disebabkan oleh dua hal yaitu derau putih (AWGN) dan efek dari pudaran lintasan jamak.
3. Simulasi ini hanya dilakukan untuk kanal trafik.

Simulasi ini dilakukan dengan melakukan perubahan-perubahan parameter yang berkaitan dengan tujuan dari tugas akhir ini. Parameter peubah tersebut berada pada sisi blok pengganggu dan dalam simulasi ini diwakili oleh subsistem *rayleigh multipath and AWGN channel* yang didalamnya berisi blok *multipath rayleigh fading* dan blok *AWGN Channel*. Parameter – parameter yang menjadi peubah tersebut ialah nilai tunda waktu dari tiap lintasan (delay vector), perbandingan antara energi sinyal masukan terhadap derau (E_s/N_0), dan daya dari sinyal masukan (S). Kemudian BER yang dihasilkan dicatat dan diplot menjadi grafik. Hasil plot grafik inilah yang kemudian ditampilkan pada program simulasi.

BAB IV

PEMBAHASAN HASIL SIMULASI

Seperti telah disebutkan sebelumnya bahwa simulasi ini menggunakan fungsi – fungsi dari blockset yang mana telah disediakan dalam Matlab. Matlab yang digunakan ialah Matlab versi 6.5.0.180913a Release 13. Simulasi ini menceritakan tentang pengaruh adanya penyandian kanal pada kanal trafik arah balik CDMA IS-95A terhadap kualitas sinyal yang diterima di penerima Rx dimana yang menjadi ukuran yaitu *Bit Error Rate* BER.

Dalam simulasi ini digunakan beberapa asumsi agar dapat menyederhanakan keadaan sistem sebenarnya sehingga dapat lebih terfokus pada materi yang akan dianalisis. Asumsi-asumsi tersebut meliputi :

1. Simulasi ini merupakan gambaran dari proses hubungan antara satu *mobile station* dengan satu *base station*.
2. Gangguan terhadap komunikasi *reverse link* dalam simulasi ini hanya disebabkan oleh dua hal yaitu derau putih (AWGN) dan efek dari pudaran lintasan jamak.
3. Simulasi ini hanya dilakukan untuk kanal trafik.

Simulasi ini dilakukan dengan melakukan perubahan – perubahan parameter yang berkaitan dengan tujuan dari tugas akhir ini. Parameter peubah tersebut berada pada sisi blok pengganggu dan dalam simulasi ini diwakili oleh subsistem *rayleigh multipath and AWGN channel* yang didalamnya berisi blok *multipath rayleigh fading* dan blok *AWGN Channel*. Parameter – parameter yang

menjadi peubah tersebut ialah nilai tunda waktu dari tiap lintasan (delay vector), perbandingan antara energi sinyal masukan terhadap derau (E_s/N_0), dan daya dari sinyal masukan (S). Kemudian BER yang dihasilkan dicatat dan diplot menjadi grafik dengan program *Microsoft Excel*. Hasil plot grafik inilah yang kemudian ditampilkan pada program simulasi.

Untuk melakukan pembahasan terhadap hasil dari simulasi maka berikut akan dilakukan empat kali percobaan. Keempat percobaan tersebut dilakukan dalam rentang waktu selama 0,5 detik dengan interval kenaikan sebesar 0,001detik. Angka-angka ini bukanlah angka yang sebenarnya dalam proses, melainkan hanya mensimulasikan angka waktu tersebut.

4.1 Blok *Multipath Reyleigh Fading* dan *AWGN Channel*

Pada sub bab ini akan diperlihatkan bagaimana keberadaan blok *multipath reyleigh fading* dan blok *AWGN channel* berpengaruh terhadap nilai BER baik tanpa menggunakan penyandian kanal maupun dengan menggunakan penyandian kanal. Dalam pengujian ini parameter peubah tidak diubah – ubah dan di set tetap sebagai berikut :

- *Delay vector* pada blok *Multipath Reyleigh Fading* : [0 2e-6]
- *Es/No* (dB) pada blok *AWGN Channel* : 10
- *Input Signal Power* (watt) pada blok *AWGN Channel* : 1

Pengujian pada sub bab ini dilakukan pada rangkaian simulasi yang tanpa menggunakan penyandian kanal dan dengan menggunakan penyandian kanal dan dilaksanakan dalam empat tahap. Pengujian pertama dilakukan pada rangkaian

simulasi yang tidak menggunakan blok *Multipath Reyleigh Fading* maupun *AWGN Channel*. Pengujian kedua dilakukan rangkaian simulasi yang hanya menggunakan blok *Multipath Reyleigh Fading* saja. Pengujian ketiga dilakukan pada rangkain simulasi yang menggunakan blok *AWGN Channel* saja. Dan pengujian keempat dilakukan pada rangkaian yang menggunakan kedua blok tersebut. Hasil dari keempat pengujian diperlihatkan seperti tabel 4.1.

Tabel 4.1 Pengaruh Penyandian Kanal pada kualitas Rx

(keberadaan blok *Multipath Rayleigh Fading* dan *AWGN Channel*)

Blok pengganggu di udara	BER tanpa penyandian kanal	BER dengan penyandian kanal
-	0	0
AWGN Channel	0	0
Multipath Rayleigh Fading	0,0001578	0
Multipath Rayleigh Fading dan AWGN Channel	0,005051	0

Dari tabel diatas terlihat bahwa keberadaan AWGN berpengaruh sangat kecil bahkan mencapai nilai nol (tergantung nilai parameter E_s/N_0 dan P_s dalam blok AWGN Channel) pada kerusakan sinyal yang diterima dan sebaliknya keberadaan pudaran *reyleigh* lintasan jamak dapat merusak sinyal yang diterima (Rx). Hal ini dapat diamati dari atas ke bawah terutama pada kolom BER tanpa penyandian kanal. Selain itu tampak pula bahwa nilai BER simulasi yang

menggunakan dua blok pengganggu di udara (*Multipath Rayleigh Fading* dan *AWGN Channel*), lebih besar daripada rangkaian simulasi yang hanya menggunakan satu blok pengganggu.

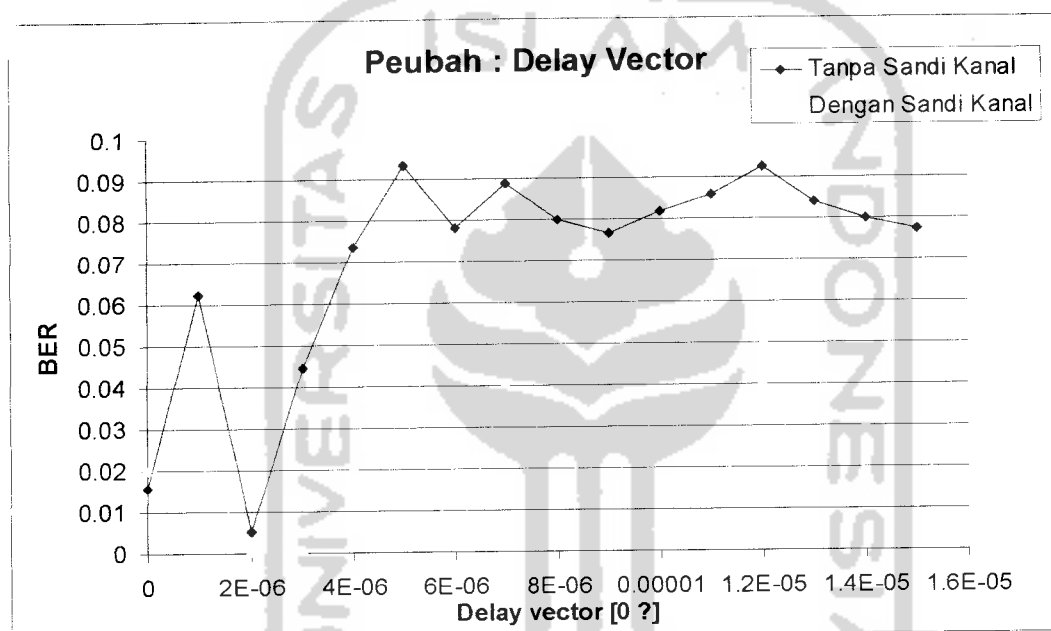
Dari tabel juga dapat diamati bahwa rangkaian simulasi yang menggunakan penyandian kanal, memiliki nilai BER yang lebih kecil daripada rangkaian simulasi yang tidak menggunakan penyandian kanal. Dengan kata lain, penyandian kanal dapat memperbaiki kualitas sinyal Rx di sisi penerima.

4.2 Parameter *Delay vector (s)* pada blok *Multipath Rayleigh Fading*

Pada sub bab ini akan dibahas tentang pengaruh penyandian kanal terhadap kualitas sinyal Rx, dengan peubah adalah parameter *Delay vector (s)* pada blok *Multipath Rayleigh Fading* dimana faktor *delay vector* ini menggambarkan nilai tunda waktu dari tiap lintasan. Ada dua lintasan yang digunakan dalam simulasi ini dan tunda dari lintasan kedua yang akan menjadi nilai peubah. Parameter-parameter blok lain nilainya ditentukan atau diset sesuai dengan ketentuan pada bab 3. Sedangkan parameter-parameter yang menjadi peubah diset sebagai berikut :

- *Delay vector (s)* pada blok *Multipath Rayleigh Fading* : [0 ?], dengan “?” berarti parameter yang dijadikan peubah untuk pengujian dalam sub bab ini,
- *Es/No (dB)* pada blok *AWGN Channel* :10,
- *Input signal power (watts)* pada blok *AWGN Channel* : 1.

Pengujian dilakukan dengan cara menjalankan simulasi pada nilai parameter *Delay vector* (s) (khususnya lintasan kedua) yang berbeda. Rangkaian simulasi (baik yang menggunakan penyandian kanal maupun tidak) menggunakan kedua blok pengganggu di udara, yaitu blok *Multipath Rayleigh Fading* dan *AWGN Channel*. Dari hasil pengubahan nilai *delay vector* diperoleh grafik seperti gambar 4.1.



Gambar 4.1 Grafik pengaruh penyandian kanal terhadap kualitas sinyal Rx dengan peubah : parameter *Delay vector* (s) pada blok *Multipath Rayleigh Fading*

Dari grafik 4.1 tampak bahwa pesat kesalahan bit BER tidak berbanding lurus ataupun berbanding terbalik terhadap nilai *delay vector* sinyal dari kanal lintasan jamak. Hal ini didasarkan pada keacakan nilai BER pada setiap kenaikan parameter *Delay vector* (s).

Selain itu, tampak juga bahwa rangkaian simulasi yang menggunakan penyandian kanal, memiliki nilai BER yang lebih kecil daripada rangkaian simulasi yang tidak menggunakan penyandian kanal. Hal ini didasarkan pada grafik BER rangkaian simulasi yang menggunakan penyandian kanal selalu di bawah grafik BER rangkaian simulasi tanpa penyandian kanal. Dengan kata lain, penyandian kanal dapat memperbaiki kualitas sinyal Rx di sisi penerima.

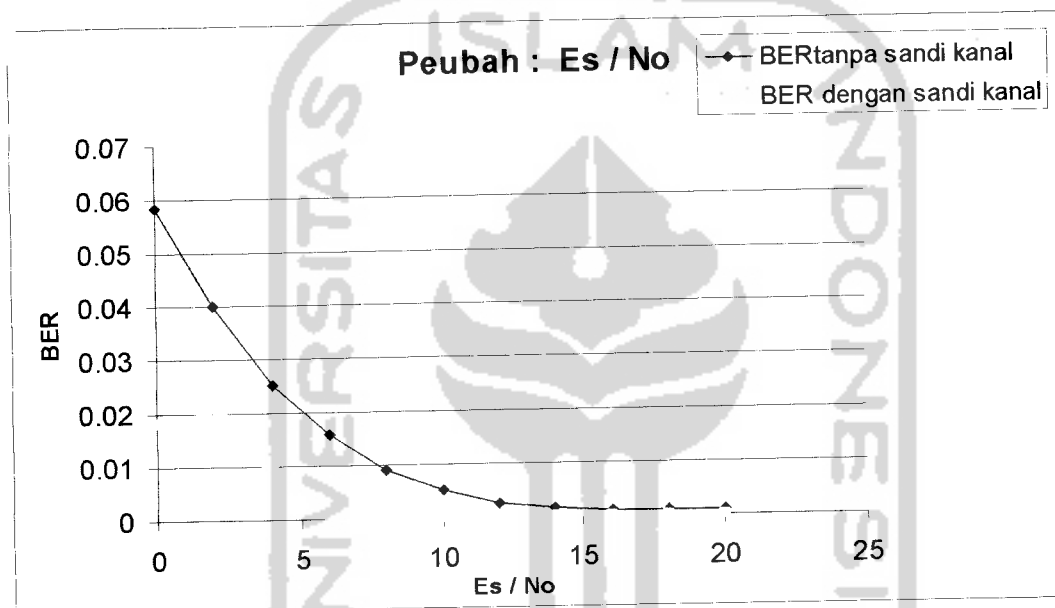
4.3 Parameter E_s/N_0 (dB) pada blok *AWGN Channel*

Pada sub bab ini akan dibahas tentang pengaruh penyandian kanal terhadap kualitas sinyal Rx, dengan peubah adalah parameter E_s/N_0 (dB) yang merupakan nilai energi sinyal masukan terhadap derau. Parameter ini berada pada blok *AWGN Channel*. Seperti halnya sub bab sebelumnya, Parameter-parameter blok lain nilainya ditentukan, diset sesuai dengan ketentuan pada bab 3. sedangkan parameter-parameter yang menjadi peubah diset sebagai berikut :

- *Delay vector (s)* pada blok *Multipath Rayleigh Fading* : [0 2e-6],
- E_s/N_0 (dB) pada blok *AWGN Channel* : ? dengan “?”
berarti parameter yang diubah – ubah untuk pengujian dalam sub bab ini,
- *Input signal power (watts)* pada blok *AWGN Channel* : 1.

Pengujian dilakukan dengan cara menjalankan simulasi pada nilai parameter E_s/N_0 (dB) yang berbeda untuk setiap rangkaian simulasi (baik yang menggunakan penyandian kanal maupun tidak). Rangkaian simulasi menggunakan kedua blok pengganggu di udara, yaitu blok *Multipath Rayleigh Fading* dan *AWGN Channel* sehingga diperoleh grafik seperti gambar 4.2.

Dari gambar 4.2 terlihat bahwa nilai E_s/N_0 berbanding terbalik dengan nilai BER, artinya bila E_s/N_0 diperbesar maka nilai BER akan semakin mengecil. Hal ini disebabkan perubahan nilai E_s/N_0 akan mempengaruhi besar dari daya derau (N) yang dibangkitkan oleh blok AWGN Channel sesuai dengan rumusan hubungan antara daya derau dan E_s/N_0 diperlihatkan pada persamaan 4.1 hingga persamaan 4.3.



Gambar 4.2 Grafik pengaruh penyandian kanal terhadap kualitas sinyal Rx dengan peubah : parameter E_s/N_0 (dB) pada blok *AWGN Channel*

$$E_s / N_0 = SNR(T_{sym} / T_{samp}) \quad (4.1)$$

$$E_s / N_0 = S / N(T_{sym} / T_{samp}) \quad (4.2)$$

$$N = \frac{S}{E_s / N_0(T_{sym} / T_{samp})} \quad (4.3)$$

dimana E_s/N_0 : Energi sinyal per kerapatan spektrum daya derau (dB)
 S : Daya sinyal masukan (*Input signal power*, watt)
 N : Daya derau AWGN (watt)
 T_{sym} : Periode symbol
 T_{samp} : Periode pencuplikan.

Dengan menggunakan asumsi bahwa nilai T_{sym}/T_{samp} diabaikan dan menetapkan parameter S yaitu *input signal power* selalu konstan (1 watt) maka untuk nilai E_s/N_0 yang semakin besar akan didapatkan daya derau N yang dibangkitkan blok semakin kecil sehingga kesalahan yang diterima Rx semakin kecil (nilai BER menurun) dan sebaliknya bila E_s/N_0 diperkecil maka daya derau N membesar, kesalahan yang diterima Rx makin besar pula sehingga nilai BER akan menjadi besar.

Selain itu, tampak pada gambar 4.2 bahwa rangkaian simulasi yang menggunakan penyandian kanal, memiliki nilai BER yang lebih kecil dari pada rangkaian simulasi yang tidak menggunakan penyandian kanal. Hal ini didasarkan pada grafik BER rangkaian simulasi yang menggunakan penyandian kanal selalu di bawah grafik BER rangkaian simulasi tanpa penyandian kanal. Dengan kata lain, penyandian kanal dapat memperbaiki kualitas sinyal Rx di sisi penerima.

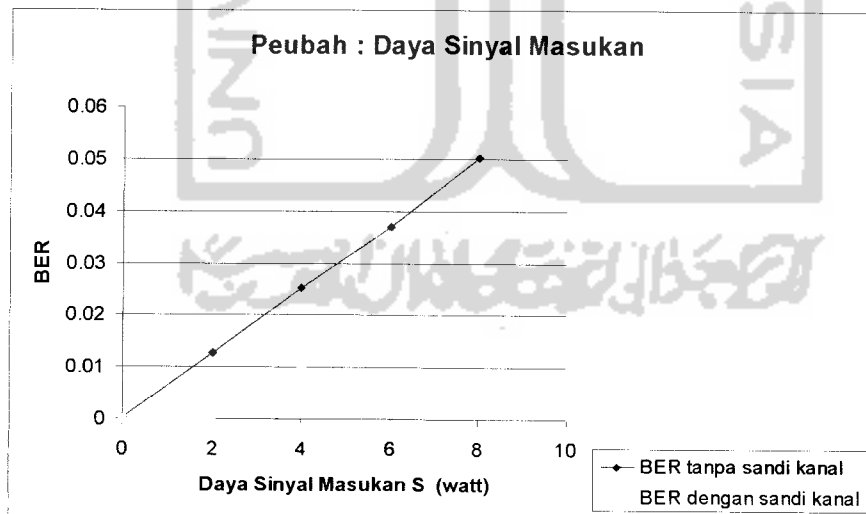
4.4 Parameter *Input Signal Power* (watt) pada blok *AWGN Channel*

Pada sub bab ini akan dibahas tentang pengaruh penyandian kanal terhadap kualitas sinyal Rx, dengan peubah adalah parameter *Input signal power* yang merupakan daya dari sinyal masukan dimana secara umum disimbolkan

dengan P_s atau S dan besatuan watt. Parameter ini berada pada blok *AWGN Channel*. Seperti pada sub bab sebelumnya, parameter-parameter blok lain nilainya ditentukan, diset sesuai dengan ketentuan pada bab 3. Sedangkan parameter-parameter yang menjadi peubah diset sebagai berikut :

- *Delay vector (s)* pada blok *Multipath Rayleigh Fading* : [0 2e-6],
- *Es/No (dB)* pada blok *AWGN Channel* : 10,
- *Input signal power (watts)* pada blok *AWGN Channel* : ?, dengan “?” berarti parameter yang diubah – ubah untuk pengujian dalam sub bab ini.

Pengujian dilakukan dengan cara menjalankan simulasi pada nilai parameter *Input signal power (watts)* yang berbeda. Rangkaian simulasi (baik yang menggunakan penyandian kanal maupun tidak) menggunakan kedua blok pengganggu di udara, yaitu blok *Multipath Rayleigh Fading* dan *AWGN Channel*. Sehingga diperoleh grafik seperti gambar 4.3.



Gambar 4.3 Grafik pengaruh penyandian kanal terhadap kualitas sinyal Rx dengan peubah : parameter *Input signal power (watts)* pada blok *AWGN Channel*

Dari gambar 4.3 tampak bahwa daya sinyal masukan (S) berbanding lurus terhadap nilai pesat kesalahan bit (BER) namun tidak linear. Hal ini sesuai dengan persamaan 4.2 dimana dalam persamaan tersebut terdapat hubungan antara *input signal power* S dan daya derau. Dengan mengabaikan nilai T_{sym}/T_{samp} dan menetapkan nilai E_s/N_0 konstan yaitu 10 dB maka untuk nilai *input signal power* yang semakin besar akan menghasilkan daya derau (N) yang dibangkitkan oleh blok *AWGN channel* semakin besar juga sehingga kesalahan yang diterima Rx semakin besar (BER membesar) dan bila nilai *input signal power* diperkecil maka daya derau N yang dibangkitkan oleh blok akan mengecil dan menyebabkan kesalahan yang diterima Rx mengecil (BER mengecil).

Selain itu, tampak dari gambar 4.3 bahwa rangkaian simulasi yang menggunakan penyandian kanal, memiliki nilai BER yang lebih kecil daripada rangkaian simulasi yang tidak menggunakan penyandian kanal. Hal ini didasarkan pada grafik BER rangkaian simulasi yang menggunakan penyandian kanal selalu di bawah grafik BER rangkaian simulasi tanpa penyandian kanal. Dengan kata lain, penyandian kanal dapat memperbaiki kualitas sinyal Rx di sisi penerima.

Hal paling pokok yang dapat diambil sebagai garis besar dan kesimpulan dari sub bab 4.1 sampai 4.4 adalah bahwa penyandian kanal berfungsi di dalam kekebalan sinyal terhadap gangguan-gangguan yang muncul dalam kanal transmisi khususnya di udara.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

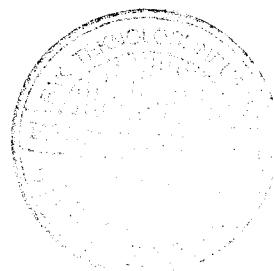
Dari pembahasan secara keseluruhan, dapat dibuat beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Sinyal yang dipancarkan oleh pengirim akan mengalami banyak kerusakan di perjalanan karena gangguan – gangguan sebelum sampai di penerima, gangguan tersebut beberapa diantaranya disebabkan oleh pudaran lintasan jamak dan derau putih atau AWGN.
2. Perbandingan energi sinyal masukan terhadap derau (E_s/N_0) yang ada pada blok AWGN Channel memberikan hasil yang berbanding lurus dengan kualitas sinyal Rx di sisi penerima. Hal ini jelas karena semakin besar nilai E_s/N_0 maka akan memperkecil daya derau N sesuai dengan rumusan $N = \frac{S}{E_s / N_0 (T_{sym} / T_{samp})}$ sehingga nilai pesat kesalahan bit semakin kecil atau dengan kata lain kualitas sinyal Rx semakin baik.
3. Daya dari sinyal masukan (*Input Signal Power, S*) yang diberikan oleh blok AWGN Channel, berbanding terbalik dengan kualitas sinyal Rx di sisi penerima. Hal ini juga sesuai dengan rumusan

$$N = \frac{S}{E_s / N_0 (T_{sym} / T_{samp})}$$

dimana bila daya sinyal masukan diperbesar

maka akan memperbesar daya derau dan tentu saja BER yang dihasilkan di



sisi penerima akan semakin besar pula sehingga dapat dikatakan kualitas sinyal Rx di sisi penerima semakin buruk.

4. Faktor tunda sinyal dari kanal lintasan jamak, tidak berbanding lurus ataupun berbanding terbalik terhadap nilai pesat kesalahan bit. Namun yang jelas keberadaanya dapat memperburuk kualitas sinyal Rx.
5. Penyandian kanal dapat memperbaiki kualitas sinyal Rx yang sebelumnya telah mengalami kerusakan yang disebabkan oleh pudaran lintasan jamak maupun kanal AWGN.

5.2 Saran

Rangkaian simulasi dalam yang dibuat dengan memanfaatkan blockset cdma yang disediakan oleh matlab ini masih ada beberapa kekurangan, sehingga masih belum mencerminkan sistem CDMA IS-95A yang sebenarnya. Namun, secara secara keseluruhan, program simulasi *reverse link* ini sudah dapat memberikan gambaran kepada pembaca tentang bagaimana sistem CDMA IS-95 bekerja. Oleh karena itu, beberapa saran yang mungkin dapat melengkapi program simulasi adalah sebagai berikut

1. Rangkaian simulasi yang dapat dibuat khususnya untuk proses penyandian kanal hanya dapat dilakukan pada salah satu kanal saja dari dua kanal yang ada pada *reverse link* yaitu kanal trafik dan kanal akses.
2. Blockset CDMA IS-95A yang disediakan oleh matlab masih belum lengkap dalam artian pengguna matlab tidak dapat membuat blockset sendiri sehingga tidak dapat mengembangkan ke arah yang lebih praktis.

Parameter :

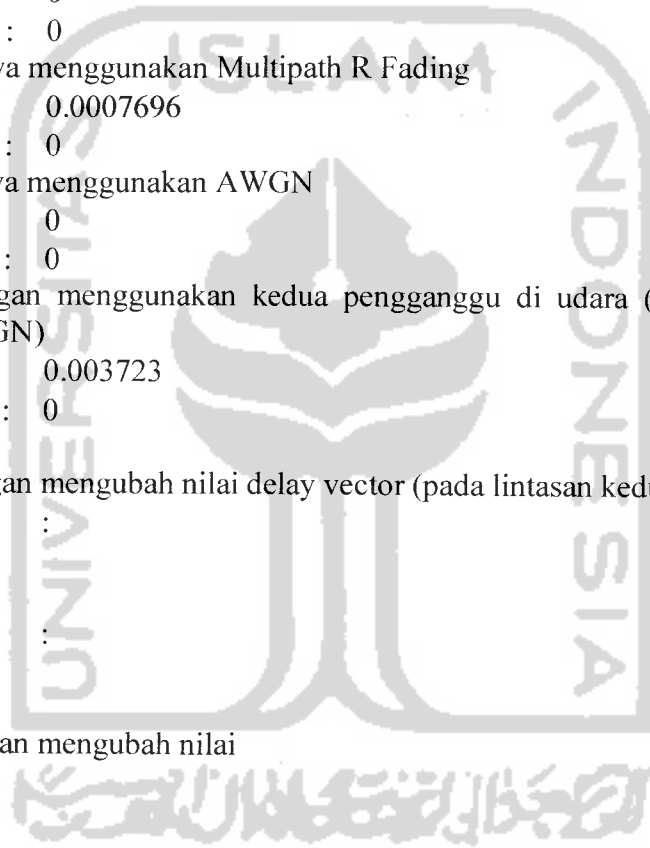
Multipath R Fading,

Max dopler : 14.07
Sample time : $1/(1228800*8)$
Delay vector : 0 2e-6
Gain vektor : 0 0

AWGN,

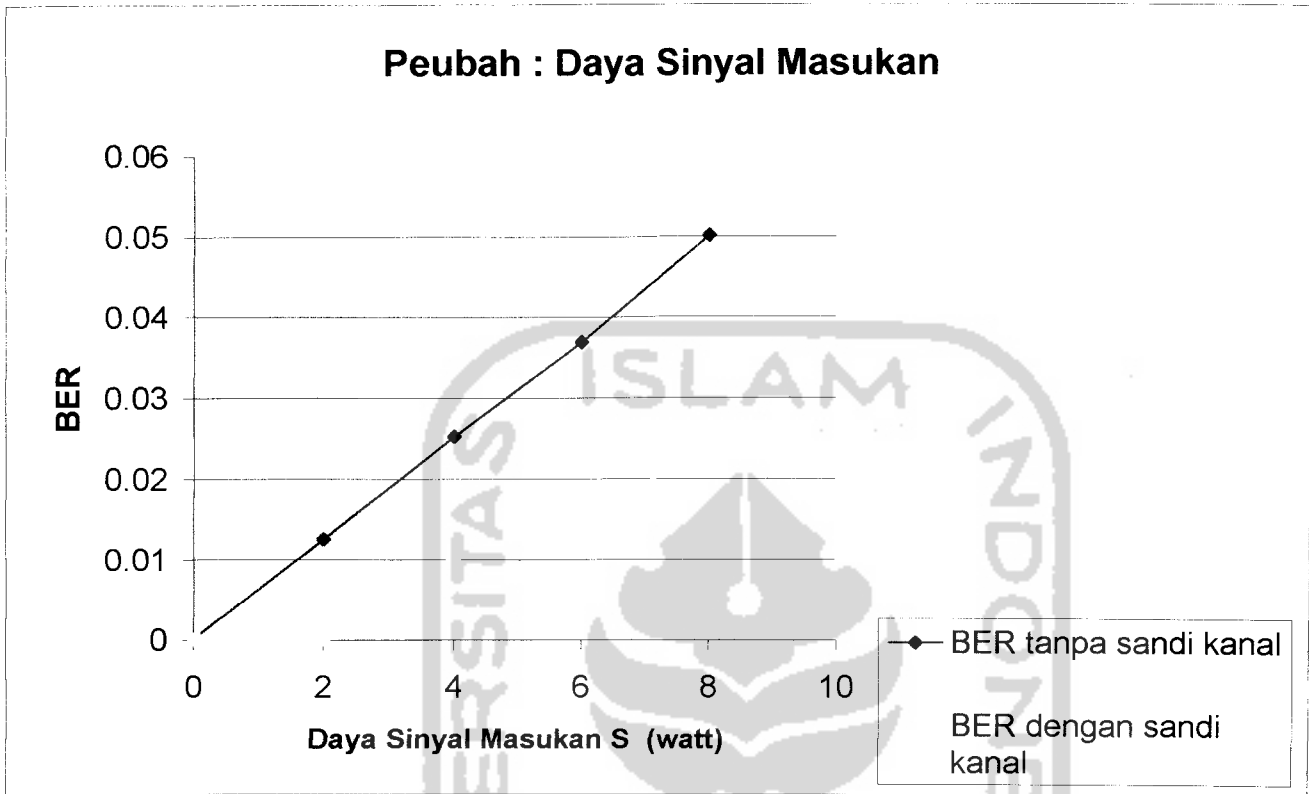
Es/No : 10
Input signal power : 1

1. Pengujian tanpa pengganggu di udara (Multipath R Fading & AWGN)
 - tanpa CC : 0
 - dengan CC : 0
2. Pengujian hanya menggunakan Multipath R Fading
 - tanpa CC : 0.0007696
 - dengan CC : 0
3. Pengujian hanya menggunakan AWGN
 - tanpa CC : 0
 - dengan CC : 0
4. Pengujian dengan menggunakan kedua pengganggu di udara (Multipath R Fading & AWGN)
 - tanpa CC : 0.003723
 - dengan CC : 0
1. Pengujian dengan mengubah nilai delay vector (pada lintasan kedua)
 - tanpa CC :
 - 0 =
 -
 - dengan CC :
 - 0 =
 -
2. Pengujian dengan mengubah nilai



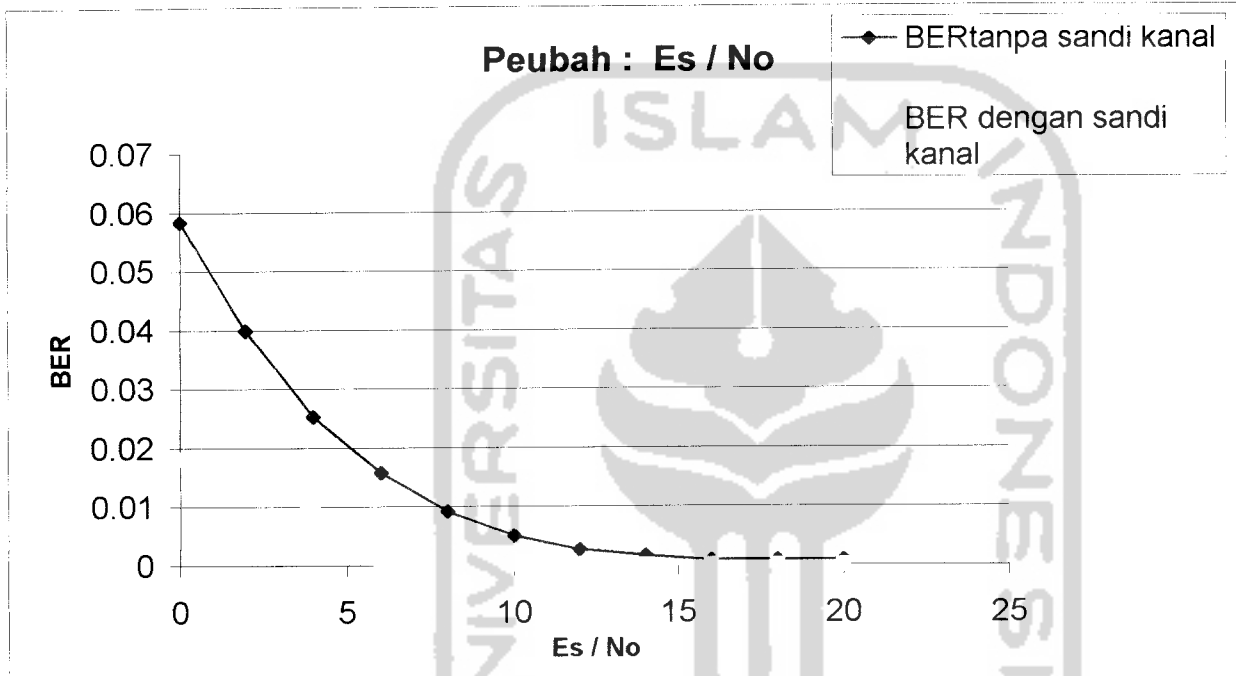
Input Signal Power	BER Tanpa Sandi Kanal	BER dengan sandi kanal
0	0.0001578	0
2	0.01263	0
4	0.02525	0.009809
6	0.03693	0.01602
8	0.05019	0.02317

Peubah : Daya Sinyal Masukan

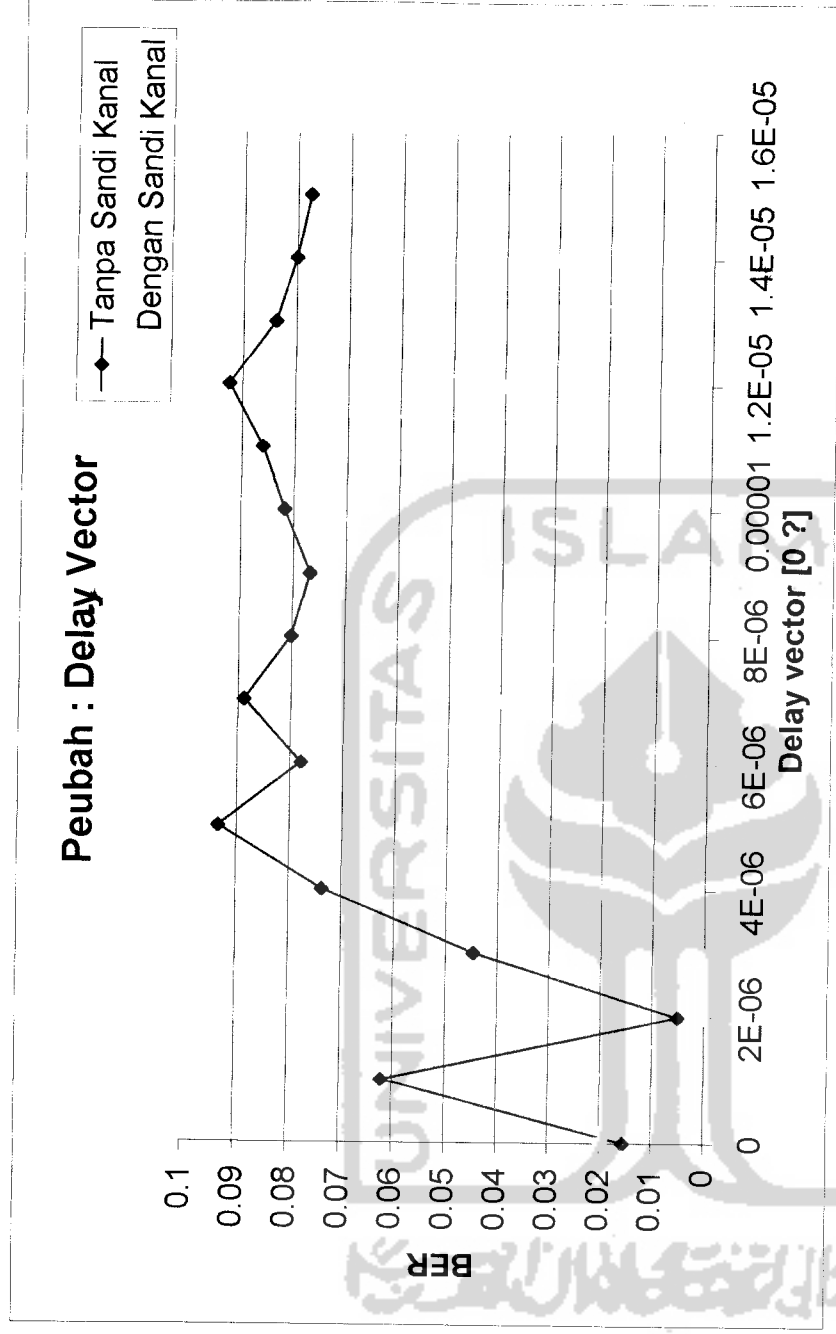


Pengaruh Es/No terhadap BER

Nilai Es/No	BER tanpa sandi kanal	BER dengan sandi kanal
0	0.05832	0.01806
2	0.03993	0.01192
4	0.02525	0.009809
6	0.01578	0
8	0.009154	0
10	0.005051	0
12	0.002683	0
14	0.001578	0
16	0.0008681	0
18	0.0008681	0
20	0.0008681	0



0	0.01547	0.01954
1.00E-06	0.06211	0.02218
2.00E-06	0.005051	0
3.00E-06	0.04459	0
4.00E-06	0.07378	0.01971
5.00E-06	0.09343	0.03249
6.00E-06	0.07797	0.001557
7.00E-06	0.08886	0.04091
8.00E-06	0.0801	0.02219
9.00E-06	0.07678	0.01563
1.00E-05	0.08176	0.03434
1.10E-05	0.0861	0.03127
1.20E-05	0.09249	0.03956
1.30E-05	0.08389	0.01604
1.40E-05	0.08002	0.03016
1.50E-05	0.07757	0.02175



DAFTAR PUSTAKA

Santoso, Gatot, 2004, Sistem Selluler CDMA, Penerbit Graha Ilmu, Jogjakarta

<http://www.tech-faq.com/cdma-is-95.shtml>

http://www.mobilecomms-technology.com/projects/cdma_is95/

<http://www.wirelessdevnet.com/channels/wireless/training/mobilewirelesstoday4.html>

<http://www.elektroindonesia.com/elektro/telkom10.html>

http://www.stttelkom.ac.id/staf/NMA/index_files/TE4103_12_CDMA2000%201x.pdf

http://www.postel.go.id/content/ID/regulasi%5Cstandardisasi%5Ckepdireksi%5Ckepdireksi_60-99_wl%20cdma%20is-95_sec.pdf

<http://www.elektroindonesia.com/elektro/tel29c.html>

<http://www.tempointeraktif.com/hg/it/2006/09/25/brk,20060925-84691,id.html>

http://www.d3elektro.undip.ac.id/index.php?option=com_content&task=view&id=37&Itemid=43

<http://kur2003.if.itb.ac.id/file/GSM1x.pdf>

