

## DAFTAR GAMBAR

1.1	Perkembangan teknologi persinyalan kereta cepat. . . . .	1
1.2	Permasalahan sistem komunikasi pada transportasi berkecepatan tinggi. . . . .	2
1.3	Migrasi dari GSM-R menuju FRMCS yang telah menjadi standar 3GPP. . . . .	3
1.4	Kebutuhan utama teknologi 5G NR. . . . .	4
1.5	Model sistem global untuk dikembangkan. . . . .	5
3.1	Perbedaan FDM dan OFDM pada domain frekuensi. . . . .	13
3.2	Konsep Cyclic Prefix. . . . .	13
3.3	Blok transmisi 5G NR dengan <i>primary synchronization signal</i> (PSS). . . . .	14
3.4	Struktur matriks <i>parity check</i> <b>H</b> LDPC codes. . . . .	14
3.5	<i>Flowchart</i> Penelitian Tugas Akhir. . . . .	16
3.6	<i>Work Breakdown Structure</i> Realisasi FRMCS. . . . .	17
4.1	<i>Flowchart</i> Pengkodean Kanal 5G NR QC-LDPC codes. . . . .	19
4.2	Struktur <i>transmitter</i> dan <i>receiver</i> dari 5G NR QC-LDPC codes. . . . .	20
4.3	Proses pertukaran LLR antara VND dan CND. . . . .	21
4.4	Matriks dasar 5G NR QC-LDPC codes berdasarkan BG2. . . . .	22
4.5	Ukuran penskalaan matriks 5G NR QC-LDPC codes. . . . .	22
4.6	Cara membuat Matriks Parity Check untuk 5G NR QC-LDPC codes. . . . .	23
4.7	Contoh <i>tanner graph</i> matriks kode Raptor. . . . .	23
4.8	Proses analisis density evolution . . . . .	24
4.9	Kanal BEC dengan <i>erasure probability</i> $\epsilon$ . . . . .	25
4.10	<i>Source Code</i> untuk inisialisasi parameter. . . . .	26
4.12	<i>Source Codes</i> untuk iterasi SNR dan <i>frame</i> . . . . .	27
4.13	<i>Source Code</i> untuk modulasi dan penambahan <i>noise</i> . . . . .	27
4.11	<i>Source Code</i> untuk menentukan ukuran matriks <b>H</b> . . . . .	27
4.16	<i>Source Code</i> untuk mendefinisikan ukuran matriks untuk melakukan pertukaran LLR. . . . .	27
4.14	<i>Source Code</i> untuk <i>equalizer</i> . . . . .	27
4.15	<i>Source Code</i> untuk mendefinisikan matriks <b>H</b> . . . . .	28
4.17	<i>Source Code</i> untuk melakukan berbagai jenis iterasi. . . . .	28

4.19	<i>Source Code</i> untuk menghitung rasio <i>bit</i> yang salah. . . . .	28
4.18	<i>Source Code</i> untuk menghentikan iterasi. . . . .	28
4.20	<i>Source Code</i> untuk <i>plot</i> kurva BER. . . . .	29
4.21	<i>Source Code</i> untuk analisis <i>density evolution</i> . . . . .	29
4.22	Hasil analisis DE tanpa EP <i>check</i> . . . . .	30
4.23	Hasil analisis <i>Density Evolution</i> (DE) dengan tambahan 1 EP <i>check</i> . . . . .	31
4.24	Nilai <i>error-floor</i> dengan berbagai tambahan EP <i>check</i> . . . . .	32
4.25	Kinerja BER dari QC-LDPC <i>codes</i> berdasarkan BG2 pada kanal AWGN dengan modulasi BPSK. . . . .	34
4.26	Diagram alur sinkronisasi 5G NR. . . . .	35
4.27	Model subsistem sinkronisasi PSS 5G NR. . . . .	36
4.28	<i>Source code</i> parameter simulasi sinkronisasi. . . . .	36
4.29	<i>Source code</i> inisialisasi <i>path</i> . . . . .	37
4.30	<i>Source code</i> proses transmisi sinyal. . . . .	38
4.31	<i>Source code</i> proses penerimaan sinyal. . . . .	38
4.32	<i>Source code cross-correlation</i> dan deteksi korelasi maksimum. . . . .	39
4.33	<i>Error ratio</i> sinkronisasi pada kanal AWGN, Rayleigh, dan Jakes. . . . .	40
4.34	<i>Flowchart</i> model kanal FRMCS Indonesia. . . . .	41
4.35	<i>Instantaneous PDP</i> . . . . .	43
4.36	Sebelum (a) dan setelah (b) ditambahkan pada setiap titik sampel. . . . .	44
4.37	Parameter NYUSIM pada frekuensi 900 MHz. . . . .	45
4.38	Parameter NYUSIM pada frekuensi 1900 MHz. . . . .	45
4.39	<i>Source code</i> untuk mengambil data. . . . .	46
4.40	<i>Source code</i> untuk menentukan <i>time sample</i> . . . . .	46
4.41	<i>Source code</i> untuk meletakkan PDP sesuai <i>time sampel</i> (1). . . . .	47
4.42	<i>Source code</i> untuk meletakkan PDP sesuai <i>time sampel</i> (2). . . . .	47
4.43	<i>Source code</i> untuk menghilangkan nol. . . . .	48
4.44	<i>Source code</i> untuk menghitung CDF persentil ke 90. . . . .	48
4.45	<i>Source code</i> untuk melakukan normalisasi. . . . .	49
4.46	Perbandingan kapasitas kanal pada frekuensi 900 MHz dan 1900 MHz. . . . .	51
4.47	Model sistem global yang dikembangkan. . . . .	52
5.1	Kinerja BER 5G NR QC-LDPC <i>codes</i> dengan berbagai iterasi. . . . .	54
5.2	<i>Cross-correlation</i> melalui kanal <i>multipath</i> (a) AWGN, (b) Rayleigh, (c) Jakes', dan (d) Bandung pada kecepatan 500 km/h dan frekuensi 1900 MHz tanpa OFDM. . . . .	55

5.3	<i>Cross-correlation</i> melalui kanal <i>multipath</i> (a) AWGN, (b) Rayleigh, (c) Jakes', dan (d) Bandung pada kecepatan 500 km/h dan frekuensi 1900 MHz dengan OFDM. . . . .	56
5.4	<i>Error ratio</i> sinkronisasi kanal <i>single-path</i> pada frekuensi 1900 MHz. . . . .	57
5.5	<i>Error ratio</i> sinkronisasi kanal <i>multipath</i> pada frekuensi 1900 MHz tanpa OFDM. . . . .	57
5.6	<i>Error ratio</i> sinkronisasi kanal <i>multipath</i> pada frekuensi 1900 MHz dengan OFDM. . . . .	58
5.7	Perbandingan <i>channel model</i> Kota Bandung pada frekuensi (a) 900 MHz dan (b) 1900 MHz. . . . .	59
5.8	Perbandingan <i>Outage Performance</i> pada frekuensi 900 MHz dan 1900 MHz. . . . .	60