

DAFTAR GAMBAR

1.1	Ilustrasi persinyalan HSR dengan dua kereta cepat yang saling beroperasi dalam satu lintasan.	2
2.1	<i>Time line</i> teknologi FRMCS sampai tahun 2030.	9
2.2	Diagram konstelasi modulasi 64-QAM 5G NR.	10
2.3	Efisiensi spektrum frekuensi akibat OFDM dibandingkan dengan FDM.	11
2.4	Ilustrasi penambahan <i>cyclic prefix</i> di OFDM simbol untuk menjadikan kanal \mathbf{H} menjadi matriks <i>circulant</i>	13
2.5	Ilustrasi sudut kedatangan beberapa gelombang komunikasi kereta cepat yang menggambarkan sebaran Doppler.	16
2.6	(a) Rayleigh <i>fading envelope</i> pada 900 MHz, (b) perbandingan antara distribusi Rayleigh dan PDF <i>envelope</i> kanal simulator, (c) PDF variasi fasa yang terdistribusi secara merata.	18
2.7	(a) Spektrum daya dari <i>Doppler spread</i> dengan kecepatan 500 km/h pada frekuensi 900 MHz, (b) perbandingan antara <i>autocorrelation</i> dari simulasi <i>real-part</i> dengan referensi.	20
2.8	Blok diagram dari <i>multiple transmit</i> dan <i>multiple receive</i> dengan teknik <i>space-time block coding</i>	22
2.9	Kinerja BER modulasi 64-QAM dengan kanal <i>Rayleigh fading</i> menurut teori.	25
2.10	Diagram blok umum perangkat USRP Ettus Research dengan sub perangkat <i>motherboard</i> dan <i>daughterboard</i>	27
3.1	Blok <i>Doppler spread compensator</i> dengan jumlah elemen $K - 1$	31
3.2	Pergerakan antena dan posisi estimasi sinyal di titik P selama satu durasi simbol OFDM.	32
3.3	Blok sistem MIMO-OFDM dengan penambahan teknik DSC.	43
3.4	Representatif model kanal FRMCS di kota Bandung Indonesia.	44
3.5	Blok sistem <i>transmitter</i> dan <i>receiver</i> untuk eksperimen MIMO 2x2 dengan menggunakan USRP.	45
3.6	Ilustrasi kondisi <i>real sampling</i> dan <i>ideal sampling</i> dalam proses sinkronisasi simbol.	46

3.7	Ilustrasi skema eksperimen MIMO 2x2 skala laboratorium.	48
4.1	Kinerja BER terhadap jarak antara elemen antena dengan jumlah elemen K sebanyak dua.	50
4.2	Kinerja BER terhadap jarak antara elemen antena dengan jumlah elemen K sebanyak empat.	51
4.3	Kinerja BER terhadap SNR pada kanal FRMCS Indonesia dengan DSC ($K = 2$) dan tanpa DSC.	52
4.4	Kinerja BER terhadap SNR pada kanal FRMCS Indonesia dengan DSC ($K = 4$) dan tanpa DSC.	53
4.5	Konstelasi koefisien komponen kanal untuk menganalisa <i>trade-off</i> antara jumlah elemen antena dan dominasi <i>Rayleigh fading</i> - efek Doppler dalam kondisi 500 km/h untuk: (a) $K = 2$ dan (b) $K = 4$	55
4.6	Kinerja BER terhadap SNR untuk sistem tanpa DSC, SISO-DSC, dan MIMO-DSC pada kanal FRMCS Indonesia.	56
4.7	Kinerja BER terhadap $f_d T_s$ di sistem SISO, SISO-DSC, dan MIMO-DSC pada level SNR ∞	57
4.8	Konstelasi sinyal dari Rx <i>channel 1</i> , Rx <i>channel 2</i> , dan combined Rx yang menunjukkan sinkronisasi dan estimasi kanal memiliki kinerja yang baik.	58
4.9	Sinyal terima dari antena 1 dan antena 2 dalam bentuk domain waktu yang menunjukkan informasi sinyal yang diterima dan <i>training sequence</i> yang digunakan.	58