

Mata Kuliah (MK)	Nama MK : Sistem Komunikasi Multicarrier
	Kode MK : EE185535
	Kredit : 2 sks
	Semester : (MK Pilihan)

Deskripsi Mata Kuliah

Sistem Komunikasi Multicarrier merupakan mata kuliah pilihan yang membahas teknik transmisi sinyal pesan (data) kecepatan tinggi menggunakan sinyal/ gelombang pembawa jamak secara serentak/multipleksing dengan tujuan agar sistem komunikasi digital lebih tahan terhadap gangguan kanal lintasan jamak berupa redaman frequency selective fading. Membahas teknik transmisi multicarrier khususnya teknik orthogonal frequency division multiplexing (OFDM) dan teknik generalized frequency division multiplexing (GFDM). Membahas teknik akses jamak code division multiple access (CDMA) menggunakan teknik multipleksing multicarrier yaitu teknik MC-CDMA dan membahas gabungan teknik diversitas multiple-input-multiple-output (MIMO) dan teknik multipleksing multicarrier yang disebut dengan teknik MIMO-OFDM.

CPL Prodi yang Dibebankan

PENGETAHUAN

(P01) Menguasai konsep dan prinsip keilmuan secara komprehensif, dan untuk mengembangkan prosedur dan strategi yang diperlukan untuk analisis dan perancangan sistem terkait bidang keahlian Teknik Sistem Tenaga, Teknik Sistem Pengaturan, Telekomunikasi Multimedia, Teknik Elektronika, Jaringan Cerdas Multimedia, atau Telematika sebagai bekal untuk pendidikan lanjut atau karir profesional.

KETERAMPILAN KHUSUS

(KK01) Mampu memformulasikan permasalahan rekayasa dengan ide-ide baru untuk pengembangan teknologi dalam bidang keahlian Teknik Sistem Tenaga, Teknik Sistem Pengaturan, Telekomunikasi Multimedia, Teknik Elektronika, Jaringan Cerdas Multimedia, atau Telematika.

(KK02) Mampu menyusun penyelesaian permasalahan rekayasa dengan melakukan pendalaman atau perluasan keilmuan yang mengadaptasi perubahan ilmu pengetahuan atau teknologi dalam bidang keahlian Teknik Sistem Tenaga, Teknik Sistem Pengaturan, Telekomunikasi Multimedia, Teknik Elektronika, Jaringan Cerdas Multimedia, atau Telematika.

KETERAMPILAN UMUM

(KU11) Mampu mengimplementasikan teknologi informasi dan komunikasi dalam konteks pelaksanaan pekerjaannya.

SIKAP

(S09) Menunjukkan sikap bertanggungjawab atas pekerjaan di bidang keahliannya secara mandiri.

(S12) Bekerja sama untuk dapat memanfaatkan semaksimal mungkin potensi yang dimiliki.

Capaian Pembelajaran Mata Kuliah

PENGETAHUAN

Menguasai konsep-konsep transmisi sinyal kecepatan tinggi secara serentak (multipleksing) menggunakan sinyal pembawa jamak (multicarrier) sehingga kebutuhan bandwidth menjadi lebih hemat dan lebih tahan terhadap gangguan kanal yang lebih kompleks khususnya adalah gangguan kanal frequency selective fading.

KETERAMPILAN KHUSUS

Mampu mengidentifikasi permasalahan transmisi data kecepatan tinggi dan mampu menyelesaikan permasalahan dengan mengaplikasikan teknik transmisi menggunakan sinyal pembawa jamak (multicarrier) dan menggabungkannya dengan teknik lain yaitu teknik akses jamak CDMA dan teknik diversitas MIMO sehingga kinerja sistem komunikasi menjadi lebih baik.

KETERAMPILAN UMUM

Mampu melakukan pengolahan sinyal komunikasi untuk transmisi data kecepatan tinggi dengan mengaplikasikan teknik multiplex-sing multicarrier berbasis perangkat lunak (MATLAB)

SIKAP

Menunjukkan sikap bertanggung-jawab atas pekerjaan di bidang transmisi data kecepatan tinggi secara mandiri.

Topik/Pokok Bahasan

1. Konsep komunikasi digital kanal jamak dalam AWGN.
2. Konsep modulasi multicarrier/orthogonal frequency division multiplexing (OFDM).
3. Karakteristik OFDM.
4. Konsep generalized frequency division multiplexing (GFDM).
5. Konsep MC-CDMA.
6. Konsep MIMO-OFDM.
7. Simulasi sistem komunikasi multicarrier menggunakan software MATLAB.

Pustaka

- [1] Lie-Liang Yang, Multicarrier communications. John Wiley & Sons, 2009.
- [2] Simon Litsyn, Peak power control in multicarrier communications. Cambridge University Press, 2007.
- [3] Man-On Pun, Michele Morelli, and CC Jay Kuo. Multi-carrier techniques for broadband wireless communications: a signal processing perspective. 2007.
- [4] Carl R. Nassar, Bala Natarajan, Zhiqiang Wu, David A. Wiegandt, S. Alireza Zekavat, and Steve Shattil. Multi-carrier technologies for wireless communication. Springer Science & Business Media, 2006.
- [5] Emad Hassan, Multi-Carrier Communication Systems with Examples in MATLAB®: A New Perspective, CRC Press, 2016.

Prasyarat

- Proses Acak dan Pengolahan Sinyal
 - Sistem Komunikasi Digital
-



Rencana Pembelajaran Semester
Prodi Magister Departemen Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Elektro
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

1	Kode & Nama : EE185535 Sistem Komunikasi Multicarrier
2	Kredit : 3 sks
3	Semester : III
4	Dosen : Dr. Ir. Titiek Suryani, MT.
5	Deskripsi Mata Kuliah : Sistem Komunikasi Multicarrier merupakan mata kuliah pilihan yang membahas teknik transmisi sinyal pesan (data) kecepatan tinggi menggunakan sinyal/ gelombang pembawa jamak secara serentak/multipleksing dengan tujuan agar sistem komunikasi digital lebih tahan terhadap gangguan kanal lintasan jamak berupa redaman <i>frequency selective fading</i> . Membahas teknik transmisi multicarrier khususnya teknik <i>orthogonal frequency division multiplexing</i> (OFDM) dan teknik <i>generalized frequency division multiplexing</i> (GFDM). Membahas teknik akses jamak <i>code division multiple access</i> (CDMA) menggunakan teknik multipleksing <i>multicarrier</i> yaitu teknik MC-CDMA dan membahas gabungan teknik diversitas <i>multiple-input-multiple-output</i> (MIMO) dan teknik multipleksing multicarrier yang disebut dengan teknik MIMO-OFDM.
6	CPL Prodi yang Dibebankan : PENGETAHUAN Menguasai konsep dan prinsip keilmuan secara komprehensif, dan untuk mengembangkan prosedur dan strategi yang diperlukan untuk analisis dan perancangan sistem terkait bidang keahlian Teknik Sistem Tenaga, Teknik Sistem Pengaturan, Telekomunikasi Multimedia, Teknik Elektronika, Jaringan Cerdas Multimedia, atau Telematika sebagai bekal untuk pendidikan lanjut atau karir profesional (P01) KETERAMPILAN KHUSUS Mampu memformulasikan permasalahan rekayasa dengan ide-ide baru untuk pengembangan teknologi dalam bidang keahlian Teknik Sistem Tenaga, Teknik Sistem Pengaturan, Telekomunikasi Multimedia, Teknik Elektronika, Jaringan Cerdas Multimedia, atau Telematika (KK01) Mampu menyusun penyelesaian permasalahan rekayasa dengan melakukan pendalaman atau perluasan keilmuan yang mengadaptasi perubahan ilmu pengetahuan atau teknologi dalam bidang keahlian Teknik Sistem Tenaga, Teknik Sistem Pengaturan, Telekomunikasi Multimedia, Teknik Elektronika, Jaringan Cerdas Multimedia, atau Telematika. (KK02) KETERAMPILAN UMUM Mampu mengimplementasikan teknologi informasi dan komunikasi

		<p>dalam konteks pelaksanaan pekerjaannya. (KU11)</p> <p>SIKAP</p> <p>Menunjukkan sikap bertanggungjawab atas pekerjaan di bidang keahliannya secara mandiri. (S09)</p> <p>Bekerja sama untuk dapat memanfaatkan semaksimal mungkin potensi yang dimiliki. (S12)</p>
7	<p>Capaian Pembelajaran Mata Kuliah</p>	<p>: PENGETAHUAN</p> <p>Menguasai konsep-konsep transmisi sinyal kecepatan tinggi secara serentak (multipleksing) menggunakan sinyal pembawa jamak (multicarrier) sehingga kebutuhan bandwidth menjadi lebih hemat dan lebih tahan terhadap gangguan kanal yang lebih kompleks khususnya adalah gangguan kanal <i>frequency selective fading</i>.</p> <p>KETERAMPILAN KHUSUS</p> <p>Mampu mengidentifikasi permasalahan transmisi data kecepatan tinggi dan mampu menyelesaikan permasalahan dengan mengaplikasikan teknik transmisi menggunakan sinyal pembawa jamak (multicarrier) dan menggabungkannya dengan teknik lain yaitu teknik akses jamak CDMA dan teknik diversitas MIMO sehingga kinerja sistem komunikasi menjadi lebih baik.</p> <p>KETERAMPILAN UMUM</p> <p>Mampu melakukan pengolahan sinyal komunikasi untuk transmisi data kecepatan tinggi dengan mengaplikasikan teknik multipleksing multicarrier berbasis perangkat lunak (MATLAB)</p> <p>SIKAP</p> <p>Menunjukkan sikap bertanggung-jawab atas pekerjaan di bidang transmisi data kecepatan tinggi secara mandiri.</p>
8	<p>Tahapan Capaian Pembelajaran</p>	<p>: PENGETAHUAN</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Menguasai konsep modulasi multicarrier. 2. Menguasai konsep orthogonal frequency division multiplexing (OFDM). 3. Menguasai teknik IFFT/DFT dan FFT/DFT untuk aplikasi teknik modulasi multicarrier OFDM. 4. Menguasai konsep generalized frequency division multiplexing (GFDM). 5. Menguasai konsep MC-CDMA. 6. Menguasai konsep MIMO-OFDM. 7. Menguasai simulasi modulasi multicarrier menggunakan MATLAB. <p>KETERAMPILAN</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Mampu menjelaskan konsep modulasi multicarrier. 2. Mampu menjelaskan konsep orthogonal frequency division multiplexing (OFDM). 3. Mampu mengaitkan konsep IFFT/DFT dan FFT/DFT untuk aplikasi modulasi multicarrier OFDM. 4. Mampu menjelaskan konsep generalized frequency division multiplexing (GFDM).

		<ol style="list-style-type: none"> 5. Mampu menjelaskan konsep multiple-access code division (CDMA) dan mampu mengintegrasikannya dengan teknik multicarrier menjadi teknik MC-CDMA. 6. Mampu menjelaskan teknik diversitas MIMO dan mampu mengintegrasikannya dengan teknik multicarrier menjadi teknik MIMO-OFDM. 7. Mampu menginterpretasikan teknik modulasi multicarrier ke dalam simulasi software menggunakan MATLAB.
9	Topik/Pokok Bahasan	<p>:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Konsep komunikasi digital kanal jamak dalam AWGN. 2. Konsep modulasi multicarrier/orthogonal frequency division multiplexing (OFDM). 3. Karakteristik OFDM. 4. Konsep generalized frequency division multiplexing (GFDM). 5. Konsep MC-CDMA. 6. Konsep MIMO-OFDM. 7. Simulasi sistem komunikasi multicarrier menggunakan software MATLAB.
10	Pustaka	<p>:</p> <p>[1] Lie-Liang Yang, <i>Multicarrier communications</i>. John Wiley & Sons, 2009.</p> <p>[2] Simon Litsyn, <i>Peak power control in multicarrier communications</i>. Cambridge University Press, 2007.</p> <p>[3] Man-On Pun, Michele Morelli, and CC Jay Kuo. <i>Multi-carrier techniques for broadband wireless communications: a signal processing perspective</i>. 2007.</p> <p>[4] Carl R. Nassar, Bala Natarajan, Zhiqiang Wu, David A. Wiegandt, S. Alireza Zekavat, and Steve Shattil. <i>Multi-carrier technologies for wireless communication</i>. Springer Science & Business Media, 2006.</p> <p>[5] Emad Hassan, <i>Multi-Carrier Communication Systems with Examples in MATLAB®: A New Perspective</i>, CRC Press, 2016.</p>
11	Prasyarat	<p>:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Proses Acak dan Pengolahan Sinyal - Sistem Komunikasi Digital

No	Capaian Pembelajaran Pokok Bahasan	Materi Pembelajaran	Metode Pembelajaran (Estimasi Waktu)	Asesmen		
				Indikator Capaian Pembelajaran	Pengalaman Belajar*	Bobot (%)
1	Menguasai konsep komunikasi digital kanal jamak dalam AWGN.	Konsep pensinyalan digital kanal jamak biner dan M-ary pada kanal AWGN.	<ul style="list-style-type: none"> - Belajar Mandiri – Daring atau Luring melalui Share ITS (2 x 3 x 60 menit) - Pembelajaran di Kelas: 9 Aktivitas Instruksional Gagne (2 x 3 x 50 menit) - Belajar Terstruktur (2 x 3 x 50 menit) 	Mampu menjelaskan konsep komunikasi digital kanal jamak biner pada kanal AWGN.	Tugas 1 Penyelesain soal	10
				Mampu menjelaskan konsep komunikasi digital kanal jamak M-ary pada kanal AWGN.		
				Mampu menjelaskan karakteristik kanal fading lintasan jamak.		
2	Menguasai konsep modulasi multicarrier/orthogonal frequency division multiplexing (OFDM).	<ul style="list-style-type: none"> - Konsep modulasi multicarrier umum. - Konsep modulasi OFDM. - Penggunaan Transformasi Fourier Diskrit. 	<ul style="list-style-type: none"> - Belajar Mandiri – Daring atau Luring melalui Share ITS (2 x 3 x 60 menit) - Pembelajaran di Kelas: 9 Aktivitas Instruksional Gagne (2 x 3 x 50 menit) - Belajar Terstruktur (2 x 3 x 50 menit) 	Mampu menjelaskan konsep modulasi multicarrier secara umum.	Tugas 2 Penyelesain soal	20
				Mampu menjelaskan konsep modulasi multicarrier OFDM.		
				Mampu menjelaskan penggunaan transformasi Fourier diskrit IDFT/IFFT pada bagian pemancar dan penggunaan DFT/FFT pada bagian penerima.		
				Mampu menjelaskan prinsip penyisipan cyclic prefix.		
3	Menguasai karakteristik	BER OFDM dalam	- Belajar Mandiri –	Mampu menjelaskan kinerja BER OFDM	Tugas 3	10

	OFDM.	kanal AWGN, BER OFDM dalam kanal Rayleigh, BER dalam kanal fading selektif frekuensi dan waktu. Karakteristik PAPR	Daring atau Luring melalui Share ITS (2 x 3 x 60 menit) - Pembelajaran di Kelas: 9 Aktivitas Instruksional Gagne (2 x 3 x 50 menit) - Belajar Terstruktur (2 x 3 x 50 menit)	dalam kanal AWGN. Mampu menjelaskan kinerja BER OFDM dalam kanal Rayleigh. Mampu menjelaskan pengaruh kanal selektif frekuensi pada kinerja BER OFDM. Mampu menjelaskan pengaruh kanal selektif waktu pada kinerja BER OFDM. Mampu menjelaskan karakteristik PAPR sinyal OFDM dan distorsi nonlinier.	Penyelesain soal	
4	Menguasai konsep generalized frequency division multiplexing (GFDM).	Teknik GFDM Kinerja teknik GFDM.	- Belajar Mandiri – Daring atau Luring melalui Share ITS (2 x 3 x 60 menit) - Pembelajaran di Kelas: 9 Aktivitas Instruksional Gagne (2 x 3 x 50 menit) - Belajar Terstruktur (2 x 3 x 50 menit)	Mampu menjelaskan teknik GFDM. Mampu menjelaskan perbedaan prinsip antara teknik GFDM dan teknik OFDM.	Tugas 4 Penyelesain soal	10
5	Menguasai konsep MC-CDMA.	Konsep MC-CDMA, Konsep MC-DS-CDMA	- Belajar Mandiri – Daring atau Luring melalui Share ITS (2 x 3 x 60 menit) - Pembelajaran di Kelas: 9 Aktivitas Instruksional Gagne	Mampu menjelaskan teknik multi user CDMA dengan kode walsh-hadamard, kode PN-sequence, kode gold. Mampu menjelaskan gabungan teknik multi user CDMA dan OFDM skema MC-CDMA. Mampu menjelaskan gabungan teknik	Tugas 5 Penyelesain soal	15

			<ul style="list-style-type: none"> (2 x 3 x 50 menit) - Belajar Terstruktur (2 x 3 x 50 menit) 	<p>multi user CDMA dan OFDM skema MC-CDMA.</p> <p>Mampu menjelaskan gabungan teknik multi user CDMA dan OFDM skema MC-CDMA.</p>		
6	Menguasai konsep MIMO-OFDM.	Konsep MIMO-OFDM dengan teknik STBC, Konsep MIMO-OFDM dengan teknik SFBC, Konsep MIMO-OFDM dengan teknik STFBC	<ul style="list-style-type: none"> - Belajar Mandiri – Daring atau Luring melalui Share ITS (2 x 3 x 60 menit) - Pembelajaran di Kelas: 9 Aktivitas Instruksional Gagne (2 x 3 x 50 menit) - Belajar Terstruktur (2 x 3 x 50 menit) 	<p>Mampu menjelaskan gabungan teknik diversitas MIMO dan teknik multiplexing OFDM (MIMO-OFDM) dengan pengkodean STBC.</p> <p>Mampu menjelaskan gabungan teknik diversitas MIMO dan teknik multiplexing OFDM (MIMO-OFDM) dengan pengkodean SFBC.</p> <p>Mampu menjelaskan gabungan teknik diversitas MIMO dan teknik multiplexing OFDM (MIMO-OFDM) dengan pengkodean STFBC.</p>	Tugas 6 Penyelesain soal	15
7	Menguasai Simulasi teknik multicarrier dengan menggunakan software MATLAB.	Simulasi MIMO-OFDM untuk skema STBC, SFBC.	<ul style="list-style-type: none"> - Belajar Mandiri – Daring atau Luring melalui Share ITS (2 x 3 x 60 menit) - Pembelajaran di Kelas: 9 Aktivitas Instruksional Gagne (2 x 3 x 50 menit) - Belajar Terstruktur (2 x 3 x 50 menit) 	<p>Mampu mensimulasikan teknik GFDM menggunakan software MATLAB.</p> <p>Mampu mensimulasikan teknik MC-CDMA dan teknik MC-DS-CDMA menggunakan software MATLAB.</p> <p>Mampu mensimulasikan teknik MIMO-OFDM dengan teknik STBC dan SFBC.</p>	Tugas Simulasi MATLAB.	20

*) Presentasi, tugas, quiz, praktikum lab