

LAMPIRAN III
PERATURAN MENTERI KOMUNIKASI DAN
INFORMATIKA REPUBLIK INDONESIA
NOMOR TAHUN 2015
TENTANG
PENGUNAAN PITA FREKUENSI RADIO
MICROWAVE LINK TITIK KE TITIK (*POINT TO
POINT*)

PERSYARATAN TEKNIS ALAT DAN PERANGKAT KOMUNIKASI RADIO TITIK KE
TITIK MELALUI GELOMBANG MIKRO
(*POINT TO POINT MICROWAVE LINK*)

Persyaratan teknis Alat dan Perangkat Komunikasi Radio Titik Ke Titik Melalui Gelombang Mikro (*Point to Point Microwave Link*) meliputi:

- BAB I : Ketentuan Umum;
BAB II : Persyaratan Teknis;
BAB III : Pengujian.

BAB I
KETENTUAN UMUM

- A. Ruang Lingkup
Alat dan Perangkat Komunikasi Radio Titik Ke Titik (*Point to Point*) Melalui Gelombang Mikro dalam Peraturan Menteri ini meliputi perangkat:
1. *Microwave Link*; dan
 2. *Microwave Link Hybrid*;
- B. Definisi
Dalam Peraturan Menteri ini yang dimaksud dengan:
1. *Backbone* telekomunikasi adalah komunikasi radio terestrial yang dipakai untuk kapasitas besar (SDH STM-1).
 2. *Transmision Link* adalah komunikasi radio terestrial yang dipakai untuk kapasitas kecil dan menengah.
 3. *Microwave Link* adalah sistem komunikasi radio titik ke titik (*point to point*) melalui gelombang mikro yang antara lain digunakan pada sistem *backbone* telekomunikasi, dan *transmision link*, serta mempunyai fungsi untuk mentransmisikan informasi dari satu stasiun/titik ke stasiun/titik lain (*point to point*).
 4. *Studio Transmitter Link* adalah komunikasi dari titik ke titik (*point to point*) yang menghubungkan stasiun penyiaran (studio) dari suatu lembaga penyiaran ke sarana pemancar dan/atau sarana transmisi (*transmitter*) untuk menyalurkan siaran.
 5. *Spurious Emission* adalah emisi gelombang radio di luar *bandwidth* yang ditentukan.
 6. Antena merupakan sub perangkat radio yang berfungsi untuk memancarkan atau menerima suatu sinyal frekuensi radio.

7. *Jitter* adalah variasi dalam jangka pendek yang tidak kumulatif sesaat (*instant*) signifikan suatu sinyal digital dari posisinya yang ideal pada skala waktu.

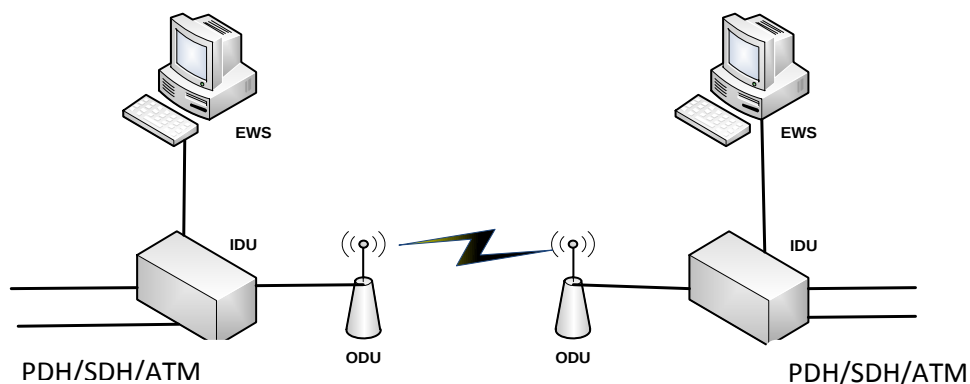
C. Singkatan

1. ATM : *Asynchronous Transfer Mode*
2. BER : *Bit Error Rate*
3. CBR : *Constant Bit Rate*
4. CS : *Channel Separation*
5. dB : *Decibel*
6. dBm : *Decibel mili*
7. EWS : *Engineering Work Station*
8. GE : *Gigabit Ethernet*
9. GUI : *Graphical User Interface*
10. HDB3 : *High Density Bipolar 3*
11. IDU : *Indoor Unit*
12. IP : *Internet Protocol*
13. ODU : *Outdoor Unit*
14. PDH : *Plesiochronous Digital Hierarchy*
15. PSK : *Phase-Shift Keying*
16. QAM : *Quadrature amplitude modulation*
17. QPSK : *Quadrature Phase-Shift Keying*
18. RIC : *Radio Interface Capacities*
19. RSL : *Receive Input Signal Level*
20. SDH : *Synchronous Digital Hierarchy*
21. STM : *Synchronous Transport Module*
22. TDM : *Time-Division Multiplexing*
23. UBR : *Unspecified Bit Rate*
24. VBR-rt : *Variable Bit Rate – real time*

BAB II PERSYARATAN TEKNIS

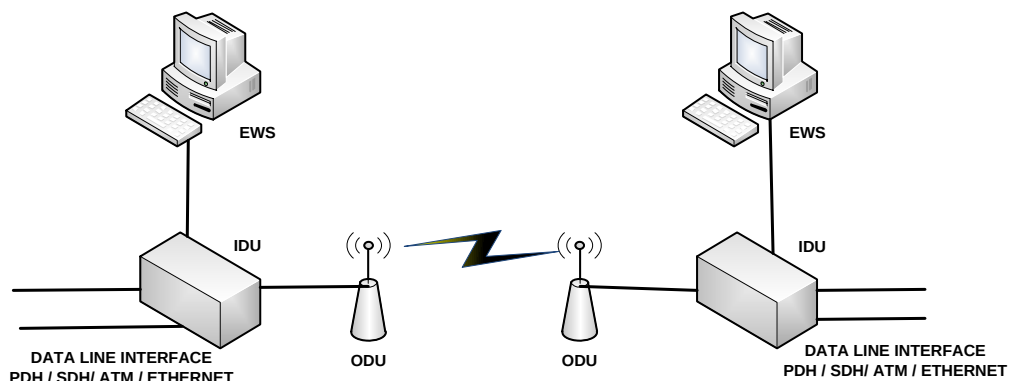
A. Konfigurasi

- Microwave Link



Gambar 2. Konfigurasi Sederhana Alat dan Perangkat Komunikasi Radio Titik Ke Titik Melalui Gelombang Mikro

- Microwave Link Hybrid



Gambar 1. Konfigurasi Sederhana Alat dan Perangkat Komunikasi Radio Titik Ke Titik Melalui Gelombang Mikro Dengan Sistem *Digital Hybrid*

- B. Fungsi Perangkat
- Alat dan Perangkat Komunikasi Radio Titik Ke Titik Melalui Gelombang Mikro (*Point to Point Microwave Link*) harus memenuhi fungsi operasional sebagai berikut:
1. Modulasi adaptif (*Adaptive Modulation*) atau modulasi statis (*Static Modulation*);
 2. Lebar kanal yang dapat dipilih (*Selectable Channel Bandwidth*);
 3. Kapasitas dapat ditingkatkan dengan menggunakan perangkat lunak (*capacity upgradeable by software*);
 4. *Automatic protection switch for radio system (optional)*;
 5. Pengaturan daya pancar otomatis (*automatic transmitter power control*).
- C. Persyaratan Teknis Utama
1. Frekuensi Radio
- Alat dan Perangkat Komunikasi Radio Titik Ke Titik Melalui Gelombang Mikro hanya dapat dioperasikan pada *range* frekuensi radio yang ditetapkan dalam Tabel 1., sebagai berikut:

Tabel 1. Range Frekuensi Radio untuk penggunaan Alat dan Perangkat Komunikasi Radio Titik Ke Titik Melalui Gelombang Mikro

Range Frekuensi Radio	
<i>Band</i> (GHz)	Rentang Frekuensi (MHz)
5	4 400 – 5 000
6	6 425 – 7 110
7	7 125 – 7 425
	7 425 – 7 725
8	7 725 – 8 275
	8 275 – 8 500
11	10 700 – 11 700
13	12 750 – 13 250

Range Frekuensi Radio	
Band (GHz)	Rentang Frekuensi (MHz)
15	14 400 – 15 350
18	17 700 – 19 700
21	21 200 – 23 600
32	31 800 – 33 400
38	37 000 – 39 500
80	71 000 – 76 000 81 000 – 86 000

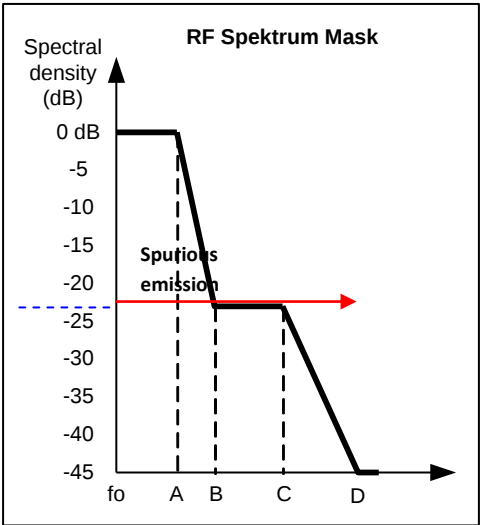
Keterangan:

- a. Range Frekuensi mengacu pada rekomendasi ITU – R F series;
- b. Alokasi dan penetapan frekuensi ditetapkan sesuai Tabel Alokasi Spektrum Frekuensi Radio Indonesia;
- c. Spasi kanal/lebar *bandwidth* mengacu pada ketentuan peraturan perundang-undangan mengenai perencanaan penggunaan pita frekuensi radio untuk sistem komunikasi radio titik ke titik (*point-to-point*) melalui gelombang mikro.

2. Daya Pancar (*Transmitter Output Power*) : $\leq 32\text{dBm}$.

D. Persyaratan Teknis Microwave Link

- 1. Spurious Emission.
 - a. Spurious emission pada interval antara B-C dibatasi minimum 23 dB dibawah peak level dimana interval B-C adalah 40% dari bandwidth yang ditetapkan.
 - b. Spurious emission pada interval antara C-D dibatasi minimum 45 dB dibawah peak level dimana interval C-D adalah 40% dari bandwidth yang ditetapkan.



Gambar 1. Spektrum Sinyal RF

Keterangan :

- f_0 : frekuensi tengah.
- Interval antara f_0 – B adalah setengah lebar bandwidth yang ditetapkan.

- Interval antara $f_0 - A$ adalah 48% dari bandwidth yang ditetapkan.
- Interval antara $B - C$ adalah 40% dari bandwidth yang ditetapkan.
- 2. Receiver threshold/sensitivity pada input demodulator: lebih kecil dari -65 dBm pada BER lebih kecil sama dengan 10^{-3} untuk digital.
- 3. Modulation :
 - modulasi digital dengan pilihan FSK, PCM, PSK, TCM, BCM, QAM.
 - modulasi analog dengan pilihan AM, FM.
- 4. Frequency stability : lebih kecil dari ± 20 part per million (ppm) atau 2×10^{-5} .
- 5. Transmission capacity : mengacu ke standar PDH ITU-T Rec. G.703, dan SDH ITU-T Rec. G.707, G.708, dan G.709.
- 6. Service channel : Basic rate: $n \times 9.6$ kbps
Broadband (ISDN) rate: $n \times 64$ kbps (Ethernet)
Way side channel: 2 Mbps.
- 7. Noise Figure : lebih kecil dari 12 dB.
- 8. Antena dengan karakteristik :
 - VSWR : lebih kecil dari 1,5.
 - Gain: tergantung aplikasi, besarnya bisa ditentukan oleh operator/vendor secara fleksibel sesuai dengan kebutuhan.
 - Return loss : lebih besar dari 20 dB.
 - Front to back ratio : lebih besar dari 30 dB.
 - Beamwidth : toleransi pelebaran maksimum 10% dari beamwidth desain.

E. Persyaratan Teknis Microwave Link Hybrid

1. Pengolahan Sinyal (*Signal Processing*)
 - a. Untuk meningkatkan performansi saluran transmisi, *Digital Microwave Link Hybrid* harus mendukung:
 - 1) *Advance Forward Error Correction* (FEC); dan
 - 2) *Adaptive Dynamic Modulation* (ADM).
 - b. Pengolahan sinyal (*signal processing*) sekurang-kurangnya memiliki 2 (dua) jenis *scalable* modulasi, dari jenis *scalable* modulasi sebagai berikut:
 - 1) QPSK;
 - 2) 8 PSK;
 - 3) 16 QAM;
 - 4) 32 QAM;
 - 5) 64 QAM;
 - 6) 128 QAM;
 - 7) 256 QAM;
 - 8) 1024 QAM; dan/atau
 - 9) 2048 QAM.

efficiency Class	RIC Rate (Mbit/s)	Bentuk Masking	
4L	8	Gambar 3	K3/f3 = -60 dB/8 MHz

3) *Spectrum mask* frekuensi radio untuk lebar *bandwidth*/spasi kanal 7 MHz

Tabel 4. *Spectrum Mask* Frekuensi Radio untuk lebar *bandwidth*/spasi kanal 7 MHz

<i>Spectral efficiency Class</i>	<i>Min. RIC Rate (Mbit/s)</i>	<i>Referensi Bentuk Masking</i>	K1 (dB)	f1 (MHz)	K2 (dB)	f2 (MHz)	K3 (dB)	f3 (MHz)	K4 (dB)	f4 (MHz)	K5 (dB)	f5 (MHz)	K6 (dB)	f6 (MHz)
1	4	Gambar 2	1	3,4	-23	4,2	-23	6,8	-45	12				
2	8													
3	12													
4L	16	Gambar 3	1	3,2	-28	4,4	-55 ⁽¹⁾	14 ⁽¹⁾						
							-50 ⁽²⁾	12,4 ⁽²⁾						
							-45 ⁽³⁾	10,4 ⁽³⁾						
4H	24	Gambar 4	1	3	-10	3,75	-33	4,2	-40	8,75	- 55 ⁽¹⁾ - 50 ⁽²⁾ - 45 ⁽³⁾	13,75 ⁽¹⁾ 12,075 ⁽²⁾ 10,425 ⁽³⁾		
5L	29 (ACCP)	Gambar 6	1	3	-10	3,625	-32	3,875	-36	4,25	-45	10	-55 ⁽¹⁾	13,5 ⁽¹⁾
5H	34 (ACCP)												-50 ⁽²⁾	11,75 ⁽²⁾
6L	39 (ACCP)												-45 ⁽³⁾	10 ⁽³⁾⁽⁴⁾
(1) Untuk alat dan perangkat yang memiliki range frekuensi 3 GHz – 17 GHz. Sebagai tambahan untuk alat dan perangkat yang memiliki range frekuensi dibawah 10 GHz teradapat pilihan spectrum mask yang lain dimana spectrum mask floor nya ditambahkan – 60 dB. (2) Untuk alat dan perangkat yang memiliki range frekuensi 17 GHz – 30 GHz (3) Untuk alat dan perangkat yang memiliki range frekuensi diatas 30 GHz (4) Untuk alat dan perangkat yang memiliki range frekuensi diatas 30 GHz. corner point 5 dan 6														
<i>Spectral efficiency Class</i>	<i>Min. RIC Rate (Mbit/s)</i>	<i>Referensi Bentuk Masking</i>	Variasi Frekuensi Corner untuk – 60 dB floor											
4L	16	Gambar 3	K3/f3 = -60 dB/16 MHz											
4H	24	Gambar 4	K5/f5 = -60 dB/15,425 MHz											
5L, 5H, 6L	29, 34, dan 39 (ACCP)	Gambar 6	K6/f6 = -60 dB/15,25 MHz											

4) *Spectrum mask* frekuensi radio untuk lebar *bandwidth*/spasi kanal 13,75 MHz – 15 MHz (nominal 14 MHz)

Tabel 5. *Spectrum Mask* Frekuensi Radio untuk lebar *bandwidth*/spasi kanal 13,75 MHz – 15 MHz (nominal 14 MHz)

Spectral efficiency Class	Min. RIC Rate (Mbit/s)	Referensi Bentuk Masking	K1 (dB)	f1 (MHz)	K2 (dB)	f2 (MHz)	K3 (dB)	f3 (MHz)	K4 (dB)	f4 (MHz)	K5 (dB)	f5 (MHz)	K6 (dB)	f6 (MHz)
1	8	Gambar	1	6,8	-23	8,4	-23	13,6	-45	24				

<i>Spectral efficiency Class</i>	<i>Min. RIC Rate (Mbit/s)</i>	<i>Referensi Bentuk Masking</i>	K1 (dB)	f1 (MHz)	K2 (dB)	f2 (MHz)	K3 (dB)	f3 (MHz)	K4 (dB)	f4 (MHz)	K5 (dB)	f5 (MHz)	K6 (dB)	f6 (MHz)
2	16	2												
3	24													
4L	32	Gambar 3	1	1,6	-28	2,2	- 55 ⁽¹⁾	7 ⁽¹⁾						
							-50 ⁽²⁾	6,2 ⁽²⁾						
							-45 ⁽³⁾	5,2 ⁽³⁾						
4H	49	Gambar 4	1	6	-10	7,5	-33	8,4	-40	17,5	- 55 ⁽¹⁾ - 50 ⁽²⁾ - 45 ⁽³⁾	27,5 ⁽¹⁾ 24,15 ⁽²⁾ 20,85 ⁽³⁾		
5L	58 (ACCP)	Gambar 6	1	6	-10	7,25	-32	7,75	-36	8,5	-45	20	- 55 ⁽¹⁾ - 50 ⁽²⁾ - 45 ⁽³⁾	27 ⁽¹⁾ 23,5 ⁽²⁾ 20 ⁽³⁾⁽⁴⁾
5H	68 (ACCP)													
6L	78 (ACCP)													
6H	88 (ACCP)													
7	98 (ACCP)													
8	107 (ACCP)													
(1) Untuk alat dan perangkat yang memiliki range frekuensi 3 GHz – 17 GHz. Sebagai tambahan untuk alat dan perangkat yang memiliki range frekuensi dibawah 10 GHz teradapat pilihan spectrum mask yang lain dimana spectrum mask floor nya ditambahkan – 60 dB. (2) Untuk alat dan perangkat yang memiliki range frekuensi 17 GHz – 30 GHz dan untuk class 8B from 17 GHz sampai 43,5 GHz (3) Untuk alat dan perangkat yang memiliki range frekuensi diatas 30 GHz (4) Untuk alat dan perangkat yang memiliki range frekuensi diatas 30 GHz. corner point 5 dan 6														
<i>Spectral efficiency Class</i>	<i>Min. RIC Rate (Mbit/s)</i>	<i>Referensi Bentuk Masking</i>	Variasi Frekuensi Corner untuk – 60 dB floor											
4L	32	Gambar 3	K3/f3 = -60 dB/32 MHz											
4H	49	Gambar4	K5/f5 = -60 dB/30,85 MHz											
5L, 5H, 6L, 6H, 7, 8	58, 68, 78, 88, 98, dan 107 (ACCP)	Gambar 6	K6/f6 = -60 dB/30,5 MHz											

5) *Spectrum mask* frekuensi radio untuk lebar *bandwidth*/spasi kanal 27,5 MHz – 30 MHz (nominal 28 MHz)

Tabel 6. *Spectrum Mask* Frekuensi Radio untuk lebar *bandwidth*/spasi kanal 27,5 MHz – 30 MHz (nominal 28 MHz)

<i>Spectral efficiency Class</i>	<i>Min. RIC Rate (Mbit/s)</i>	<i>Referensi Bentuk Masking</i>	K1 (dB)	f1 (MHz)	K2 (dB)	f2 (MHz)	K3 (dB)	f3 (MHz)	K4 (dB)	f4 (MHz)	K5 (dB)	f5 (MHz)	K6 (dB)	f6 (MHz)
1	16	Gambar 2	2	12,8	-23	16,4	-23	25	-45	45				
2	32													
3	48													
4L	64	Gambar	2	12,8	-27	27	- 55 ⁽¹⁾	56 ⁽¹⁾						

Spectral efficiency Class	Min. RIC Rate (Mbit/s)	Referensi Bentuk Masking	K1 (dB)	f1 (MHz)	K2 (dB)	f2 (MHz)	K3 (dB)	f3 (MHz)	K4 (dB)	f4 (MHz)	K5 (dB)	f5 (MHz)	K6 (dB)	f6 (MHz)
		3					-50 ⁽²⁾	49 ⁽²⁾						
							-45 ⁽³⁾	42 ⁽³⁾						
4H	98	Gambar 4	2	12	-10	15	-33	16,8	-40	35	- 55 ⁽¹⁾ - 50 ⁽²⁾ - 45 ⁽³⁾	55 ⁽¹⁾ 48,3 ⁽²⁾ 41,7 ⁽³⁾		
5LA	117 (ACAP)	Gambar 5	2	12,5	-10	15	-32	17	-35	20	-45	40		
5HA	137 (ACAP)													
6LA	156 (ACAP)													
6HA	176 (ACAP)													
7A	196 (ACAP)													
8A	215 (ACAP)													
5LB	117 (ACCP)	Gambar 6	2	12	-10	14,5	-32	15,5	-36	17	-45	40		
5HB	137 (ACCP)													
6LB	156 (ACCP)													
6HB	176 (ACCP)													
7B	196 (ACCP)													
8B	215 (ACCP)													
(1) Untuk alat dan perangkat yang memiliki range frekuensi 3 GHz – 17 GHz. Sebagai tambahan untuk alat dan perangkat yang memiliki range frekuensi dibawah 10 GHz teradapat pilihan spectrum mask yang lain dimana spectrum mask floor nya ditambahkan - 60 dB.														
(2) Untuk alat dan perangkat yang memiliki range frekuensi 17 GHz – 30 GHz dan untuk class 8A dan 8B dari 17 GHz sampai dengan 43,5 GHz														
(3) Untuk alat dan perangkat yang memiliki range frekuensi diatas 30 GHz														
(4) Untuk alat dan perangkat yang memiliki range frekuensi diatas 30 GHz. corner point 5 dan 6														
Spectral efficiency Class	Min. RIC Rate (Mbit/s)	Referensi Bentuk Masking	Variasi Frekuency Corner untuk - 60 dB floor											
4L	64	Gambar 3	K3/f3 = -60 dB/63 MHz											
4H	98	Gambar 4	K5/f5 = -60 dB/61,7 MHz											
5LA, 5HA, 6LA, 6HA, 7A, 8A	117, 137, 156, 176, 196, 215 (ACAP)	Gambar 5	K6/f6 = -60 dB/61 MHz											
5LB, 5HB, 6LB, 6HB, 7B, 8B	117, 137, 156, 176, 196, 215	Gambar 6	K6/f6 = -60 dB/61 MHz											

[illegible]

8) *Spectrum Mask* Frekuensi Radio untuk lebar *bandwidth*/spasi kanal 112 MHz

Tabel 9. *Spectrum Mask* Frekuensi Radio untuk lebar bandwidth/spasi kanal 112 MHz

<i>Spectral efficiency Class</i>	<i>Min. RIC Rate (Mbit/s)</i>	<i>Referensi Bentuk Masking</i>	K1 (dB)	f1 (MHz)	K2 (dB)	f2 (MHz)	K3 (dB)	f3 (MHz)	K4 (dB)	f4 (MHz)	K5 (dB)	f5 (MHz)	K6 (dB)	f6 (MHz)
1	64	Gambar 2	2	51,2	-23	65,6	-23	100	-45	180				
2	128													
3	191													
4L	256	Gambar 3	2	51,2	-27	68	- 55 ⁽¹⁾	196 ⁽¹⁾						
							-45 ⁽²⁾	168 ⁽²⁾						
4H	392	Gambar 4	2	48	-10	60	-33	67,2	-40	140	- 55 ⁽¹⁾ - 45 ⁽³⁾	193,2 ⁽¹⁾ 166,8 ⁽³⁾	- 55 ⁽¹⁾ - 45 ⁽²⁾⁽³⁾	188 ⁽¹⁾ 160 ⁽²⁾⁽³⁾
5LA	470 (ACAP)	Gambar 5	2	50	-10	60	-32	68	-35	80	-45	160		
5HA	548 (ACAP)													
6LA	627 (ACAP)													
6HA	705 (ACAP)													
7A	784 (ACAP)													
8A	862 (ACAP)													
5LB	470 (ACCP)	Gambar 6	2	48	-10	58	-32	62	-36	68	-45	160		
5HB	548 (ACCP)													
6LB	627 (ACCP)													
6HB	705 (ACCP)													

<i>Spectral efficiency Class</i>	<i>Min. RIC Rate (Mbit/s)</i>	<i>Referensi Bentuk Masking</i>	K1 (dB)	f1 (MHz)	K2 (dB)	f2 (MHz)	K3 (dB)	f3 (MHz)	K4 (dB)	f4 (MHz)	K5 (dB)	f5 (MHz)	K6 (dB)	f6 (MHz)
7B	784 (ACCP)													
8B	862 (ACCP)													

(1) Untuk alat dan perangkat yang memiliki range frekuensi 17 GHz – 30 GHz dan untuk class 8A dan 8B dari 17 GHz sampai dengan 43,5 GHz
(2) Untuk alat dan perangkat yang memiliki range frekuensi diatas 30 GHz
(3) Untuk alat dan perangkat yang memiliki range frekuensi diatas 30 GHz. corner point 5 dan 6

9) *Spectrum mask* frekuensi radio untuk lebar *bandwidth*/spasi kanal 125 MHz

Tabel 10. *Spectrum Mask* Frekuensi Radio untuk lebar *bandwidth*/spasi kanal 125 MHz

<i>Spectral efficiency Class</i>	<i>Min. RIC Rate (Mbit/s)</i>	<i>Referensi Bentuk Masking</i>	K1 (dB)	f1 (MHz)	K2 (dB)	f2 (MHz)	K3 (dB)	f3 (MHz)	K4 (dB)	f4 (MHz)	K5 (dB)	f5 (MHz)
1	71	Gambar 7	3	57,3	-18	70	-23	112	-40	181,3	-40	312,5
2	142											
3	212											
4L	284	Gambar 8	3	57,3	-25	74,5	-40 ⁽²⁾	157	-40	312,5		
4H	438	Gambar 9	3	55	-10	67	-28	74,5	-43	174	-43	312,5
5LA	438	Gambar 10	3	55	-10	67	-31	75,8	-45	174	-45	312,5
5HA	612						-34	77	-45		-45	
6LA	700						-37	78,2	-45		-45	
5LB	438	Gambar 11	3	53,5	-10	64,8	-31	69	-45	174	-45	312,5
5HB	612						-34	69,5	-45		-45	
6LB	700						-37	70	-45		-45	

10) *Spectrum Mask* Frekuensi Radio untuk lebar *bandwidth*/spasi kanal N x 250 MHz

Tabel 11. *Spectrum Mask* Frekuensi Radio untuk lebar *bandwidth*/spasi kanal N x 250 MHz

<i>Spectral efficiency Class</i>	<i>Min. RIC Rate (Mbit/s)</i>	<i>Referensi Bentuk Masking</i>	K1 (dB)	f1 (MHz)	K2 (dB)	f2 (MHz)	K3 (dB)	f3 (MHz)	K4 (dB)	f4 (MHz)	K5 (dB)	f5 (MHz)
1	N x 142	Gambar 7	3	N x 114,5	-18	N x 140	-23	N x 224	-40 ⁽²⁾	N x 362,5	-40 ⁽²⁾	312,5
2	N x 285 ⁽⁷⁾											
3	N x 425 ⁽⁷⁾											
4L	N x 570 ⁽⁷⁾	Gambar 8	3	N x 114,5	-25	N x 149	-40 ⁽²⁾	N x 314	-40 ⁽²⁾	(1)		
4H	N x 875	Gambar 9	3	N x 110	-10	N x 134	-28	N x 149	-43 ⁽³⁾	N x 348	-43 ⁽³⁾	(1)
5LA	N x 1050 ⁽⁷⁾	Gambar 10	3		-10		-31	N x 151	-45 ⁽⁴⁾	N x 348	-45 ⁽⁴⁾	(1)

5HA	N x 1225			N x 110		N x 134	-34	N x 154	-45 ⁽⁵⁾		-45 ⁽⁵⁾	
6LA	N x 1400						-37	N x 156	-45 ⁽⁶⁾		-45 ⁽⁶⁾	
5LB	N x 1050 ⁽⁷⁾	Gambar 11	3	N x 107	-10	N x 129,5	-31	N x 138	-45 ⁽⁴⁾	N x 348	-45 ⁽⁴⁾	(1)
5HB	N x 1225						-34	N x 139	-45 ⁽⁵⁾		-45 ⁽⁵⁾	
6LB	N x 1400						-37	N x 140	-45 ⁽⁶⁾		-45 ⁽⁶⁾	
(1) Untuk alat dan perangkat yang memiliki bandwidth/spasi kanal ≤500 MHz, nilai CS x 2,5 bandwidth/spasi kanal ≥500 MHz, nilai CS x 1,5 + 500 (2) Untuk alat dan perangkat yang memiliki atenuasi kurang dari -40 + log (N) tidak diwajibkan (3) Untuk alat dan perangkat yang memiliki atenuasi kurang dari -43 + log (N) tidak diwajibkan (4) Untuk N ≥ 2, Untuk alat dan perangkat yang memiliki atenuasi kurang dari -46 + log (N) tidak diwajibkan (5) Untuk N ≥ 3, Untuk alat dan perangkat yang memiliki atenuasi kurang dari -49 + log (N) tidak diwajibkan (6) Untuk N ≥ 6, Untuk alat dan perangkat yang memiliki atenuasi kurang dari -52 + log (N) tidak diwajibkan (7) Untuk class 2 (N=4), class 3 (N=5), class 4 (N=2 dan N=4), class 5LA dan 5LB (N=1, 2, 3) minimum RIC yang nilainya mendekati 1 Gbit/s juga dianggap valid NOTE 1 : N dapat bervariasi dari 1 sampai dengan 8, lihat annex Ea untuk lebih detail NOTE 2 : 10 log (N) dimaksudkan memotong nilai desimal pertama												

b. Gambar Referensi Bentuk *Spectrum Mask*

Gambar dibawah ini menunjukkan bentuk kurva *typical* dan format yang merupakan representasi dari tabel *spectrum mask* sebagaimana dimaksud dalam tabel *Spectrum Mask* diatas.

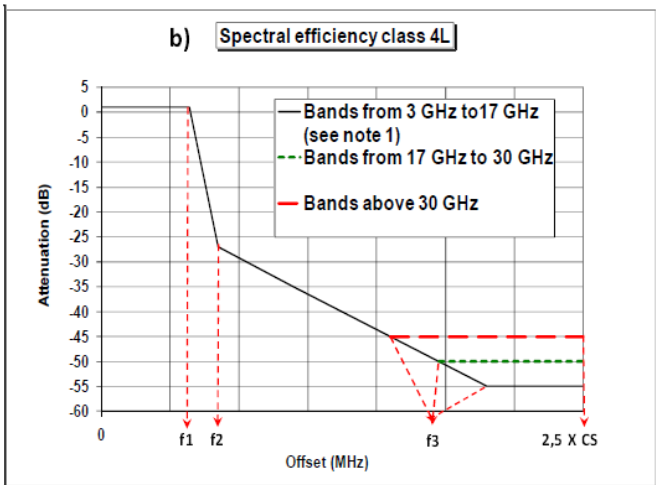
Untuk semua *spectrum mask*, batas atas spektrum frekuensi radio adalah 2,5 x CS. Berikut adalah Gambar *Radio frequency spectrum mask* sesuai Segmen:

- 1) Referensi Bentuk *Spectrum Mask* untuk *Spectral Efficiency Class* 1, 2, dan 3 (*range* frekuensi radio di bawah 57 GHz)



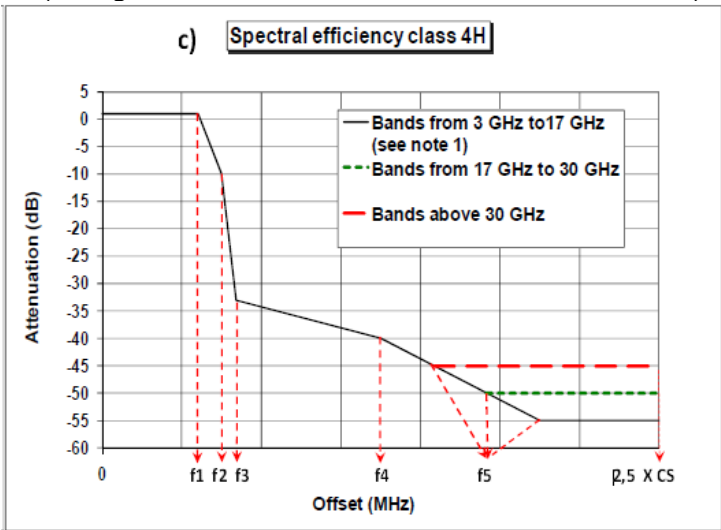
Gambar 2. Referensi Bentuk *Spectrum Mask* untuk *Spectral Efficiency Class* 1, 2, dan 3

- 2) Referensi Bentuk *Spectrum Mask* untuk *Spectral Efficiency Class* 4L (*Range Frekuensi Radio* di bawah 57 GHz)



Gambar 3. Referensi Bentuk *Spectrum Mask* untuk *Spectral Efficiency Class* 4L

- 3) Referensi Bentuk *Spectrum Mask* untuk *Spectral Efficiency Class* 4H (*Range Frekuensi Radio* di bawah 57 GHz)



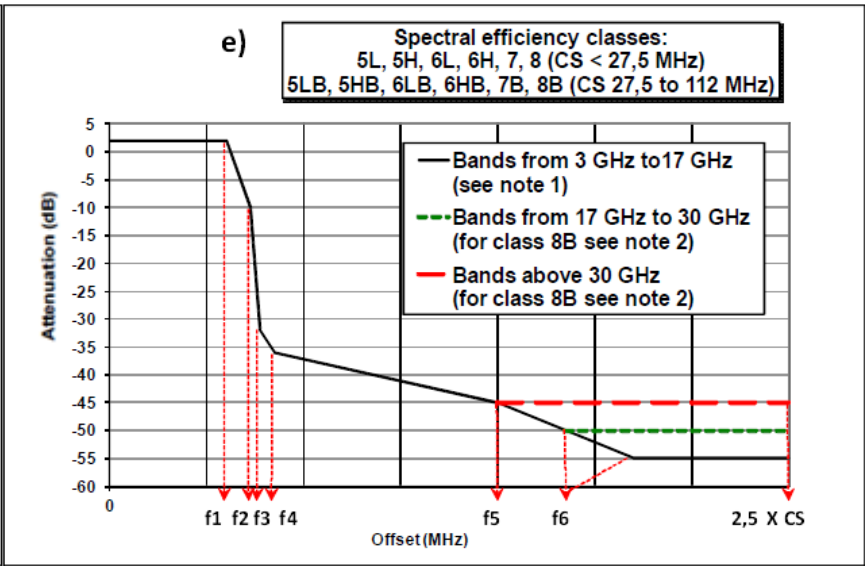
Gambar 4. Referensi Bentuk *Spectrum Mask* untuk *Spectral Efficiency Class* 4H

- 4) Referensi Bentuk *Spectrum Mask* untuk *Spectral Efficiency Class* 5LA, 5HA, 6LA, 6HA, 7A, 8A (*Range Frekuensi Radio* di bawah 57 GHz)



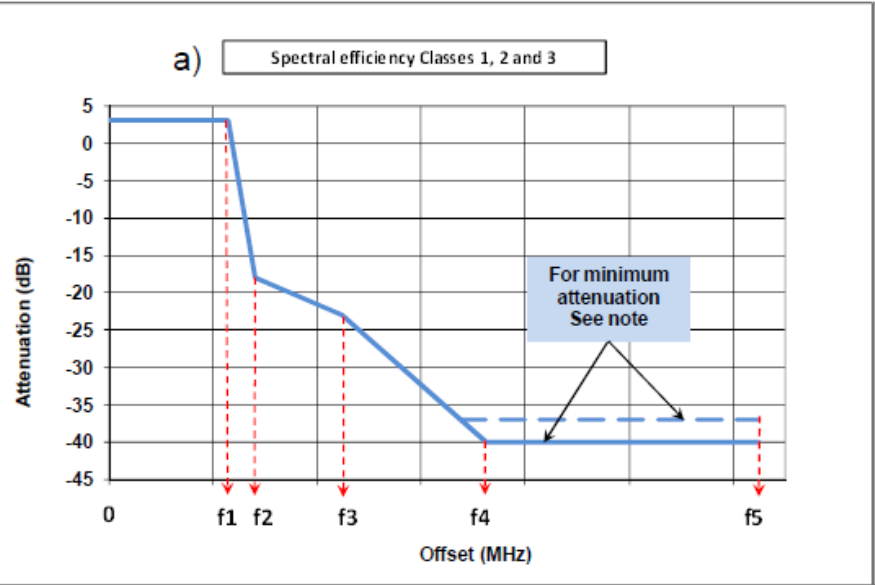
Gambar 5. Referensi Bentuk *Spectrum Mask* untuk *Spectral Efficiency Class* 5LA, 5HA, 6LA, 6HA, 7A, 8A (Range Frekuensi dibawah 57 GHz)

- 5) Referensi Bentuk *Spectrum Mask* untuk *Spectral Efficiency Class* 5L, 5H, 6L, 6H, 7, 8, 5LB, 5HB, 6LB, 6HB, 7B, 8B (Range Frekuensi dibawah 57 GHz)



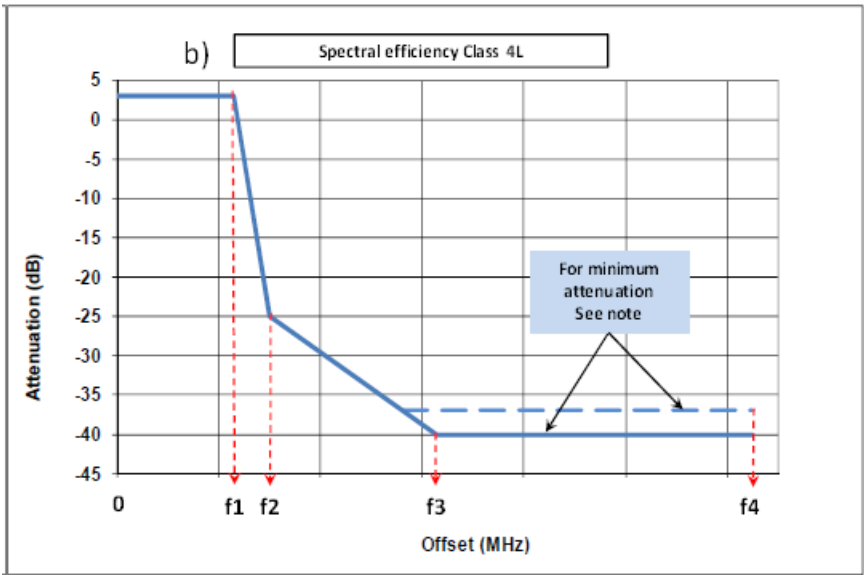
Gambar 6. Referensi Bentuk *Spectrum Mask* untuk *Spectral Efficiency Class* 5L, 5H, 6L, 6H, 7, 8, 5LB, 5HB, 6LB, 6HB, 7B, 8B

- 6) Referensi Bentuk *Spectrum Mask* untuk *Spectral Efficiency Class* 1, 2, dan 3 (Range Frekuensi Radio 71 GHz - 76 GHz dan 81GHz - 86GHz)



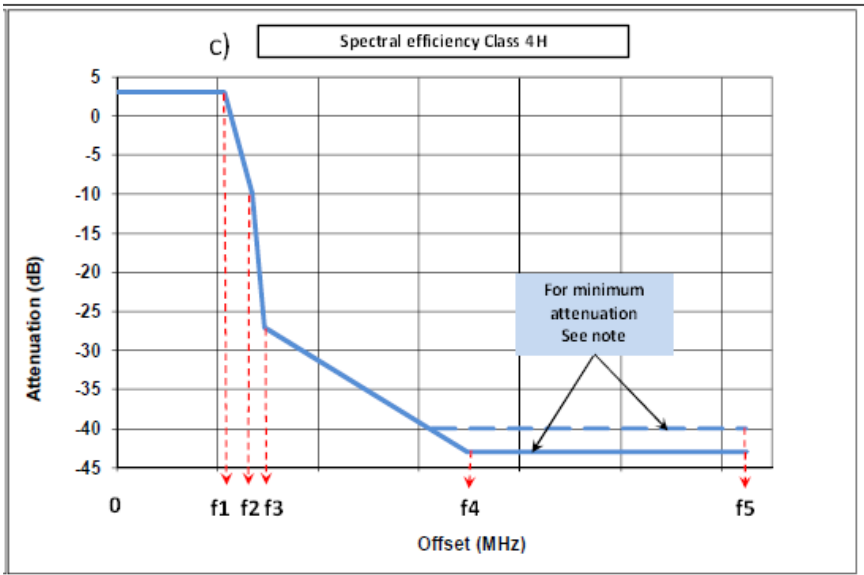
Gambar 7. Referensi Bentuk *Spectrum Mask* untuk *Spectral Efficiency Class* 1, 2, dan 3

- 7) Referensi Bentuk *Spectrum Mask* untuk *Spectral Efficiency Class 4L* (Range Frekuensi Radio 71 GHz - 76 GHz dan 81GHz - 86GHz)



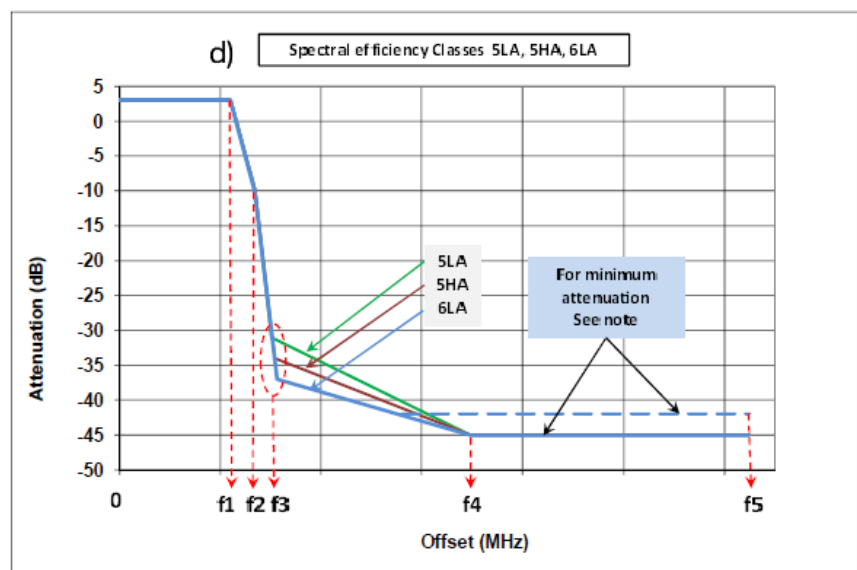
Gambar 8. Referensi Bentuk *Spectrum Mask* untuk *Spectral Efficiency Class 4L*

- 8) Referensi Bentuk *Spectrum Mask* untuk *Spectral Efficiency Class 4H* (Range Frekuensi Radio 71 GHz - 76 GHz dan 81GHz - 86GHz)



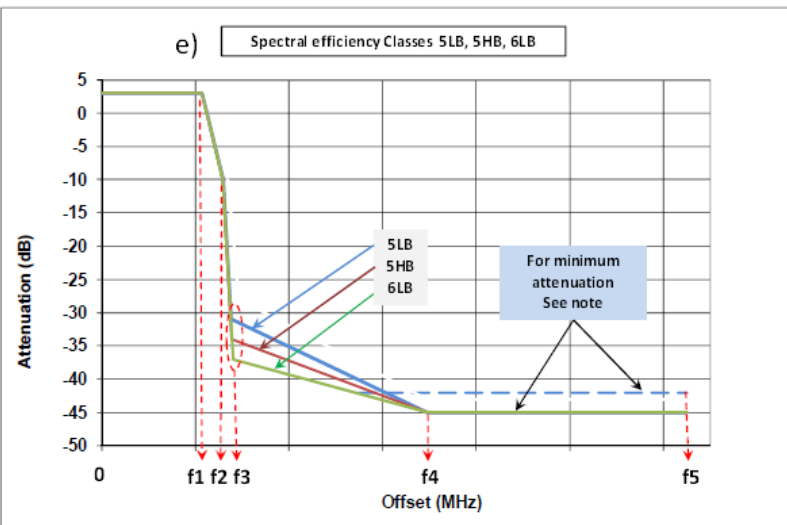
Gambar 9. Referensi Bentuk *Spectrum Mask* untuk *Spectral Efficiency Class 4H*

- 9) Referensi Bentuk *Spectrum Mask* untuk *Spectral Efficiency Class* 5LA, 5HA, 6LA, 6HA, 7A, 8A (*Range Frekuensi Radio* 71 GHz - 76 GHz dan 81GHz - 86GHz)



Gambar 10. Referensi Bentuk *Spectrum Mask* untuk *Spectral Efficiency Class* 5LA, 5HA, 6LA, 6HA, 7A, 8A

- 10) Referensi Bentuk *Spectrum Mask* untuk *Spectral Efficiency Class* 5LB, 5HB, 6LB, 6HB, 7B, 8B (*Range Frekuensi Radio* 71 GHz - 76 GHz dan 81GHz - 86GHz)



Gambar 11. Referensi Bentuk *Spectrum Mask* untuk *Spectral Efficiency Class* 5LB, 5HB, 6LB, 6HB, 7B, 8B

3. RSL

a. untuk Band Frekuensi 3 GHz – 11 GHz
(Bandwidth/ Spasi kanal 30 MHz dan 56/60 MHz)

Tabel 12. BER sebagai fungsi dari RSL untuk Band Frekuensi 3 GHz – 11 GHz
(Bandwidth/ Spasi kanal 30 MHz dan 56/60 MHz)

Spectral efficiency		Minimum RIC rate (Mbit/s)	Co-polar channel separation (MHz)	RSL for BER ≤ 10 ⁻⁶ (dBm)	RSL for BER ≤ 10 ⁻⁸ (dBm)	RSL for BER ≤ 10 ⁻¹⁰ (dBm)
Reference index	Class					
2	2	2	1,75	-93	-91,5	-
		4	3,5	-90	-88,5	
		8	7	-87	-85,5	
		16	14-15	-84	-82,5	
		32	28-30	-81	-79,5	
		64	56-60	-78	-76,5	
3	3	3	1,75	-88	-86,5	-
		6	3,5	-85	-83,5	
		12	7	-82	-80,5	
		24	14-15	-79	-77,5	
		48	28-30	-79	-74,5	
		96	56-60	-73	-71,5	
4	4L	4	1,75	-86	-84,5	-
		8	3,5	-83	-81,5	
		16	7	-80	-78,5	
		32	14-15	-77	-75,5	
		45	20	-76	-74,5	
		64	28-30	-74	-72,5	
		128	56-60	-71	-	-68
5	4H	24	7	-77	-75,5	-
		49	14-15	-74	-72,5	-
		98	28-30	-71	-69,5	-
		196	56-60	-68	-	-65
6	5L	29	7	-74	-72,5	
		58	14-15	-71	-69,5	
	5LA/5LB (note)	117	28-30 (ACAP/ACCP)	-68	-	-65
		235	56-60 (ACAP/ACCP)	-65	-	-62
7	5H	34	7	-72,5	-71	-
		68	14-15	-69,5	-68	-
	5HA/5HB (note)	137	28-30 (ACAP/ACCP)	-67	-	-64
		274	56-60 (ACAP/ACCP)	-64	-	-61
8	6L	39	7	-68	-66,5	-
		78	14-15	-65	-63,5	-
	6LA/6LB (note)	156	28-30 (ACAP/ACCP)	-63	-	-60
		313	56-60 (ACAP/ACCP)	-60	-	-57
9	6H	88	14-15	-61	-59,5	-
	6HA/6HB (note)	176	28 to 30 (ACAP/ACCP)	-58,5	-	-55,5
		352	56 to 60 (ACAP/ACCP)	-56	-	-53
10	7	98	14 to 15	-57,5	-56	-
	7A/7B (note)	196	28 to 30 (ACAP/ACCP)	-55	-	-52
		392	56 to 60 (ACAP/ACCP)	-52,5	-	-49,5
11	8	107	14 to 15	-54,5	-	-51,5
	8A/8B (note)	215	28 to 30 (ACAP/ACCP)	-51,5	-	-48,5
		431	56 to 60 (ACAP/ACCP)	-49	-	-46
NOTE: Untuk spasi kanal 28 MHz – 30 MHz atau 56 MHz – 60 MHz, sistem <i>class</i> 5LB, 5HB, 6LB, 6HB, 7B dan 8B, Limit di atas berlaku ketika menggunakan <i>antenna port</i> yang sama baik dalam jumlah kanal genap atau ganjil, dengan spasi kanal 30 MHz atau 60 MHz, dimana masing-masing terpisah dengan polarisasi yang sama, disusun dengan menggunakan <i>external hybrid coupler</i> 3dB atau menggunakan <i>narrow band bandching filters</i> , pada kondisi itu nilai <i>threshold</i> BER dikurangi sebesar 1,5 dB.						

b. untuk Band Frekuensi 3 GHz – 11 GHz (Bandwidth/ Spasi Kanal 40 MHz)

Tabel 13. BER sebagai fungsi dari *Receive Input Signal Level* (RSL) untuk Band Frekuensi 3 GHz – 11 GHz (Bandwidth/ Spasi Kanal 40 MHz)

Spectral efficiency		Minimum RIC rate (Mbit/s)	Channel separation (MHz)	Frequency band(s) (GHz)	RSL for	RSL for
Reference index	Class				BER $\leq 10^{-6}$ (dBm)	BER $\leq 10^{-10}$ (dBm)
6	5LB	STM-1 or 137	40 ACCP	4, U4, U6, 8	-69	-66
				11	-68	-65
	5LA/5LB	168		4, U4, U6, 8	-68	-65
				11	-67	-64
7	5HA/5HB	196	40 ACCP	4, U4, U6, 8	-63,5	-60,5
				11	-63,5	-60,5
	5HB/28	STM-1 or 137	40 ACCP	4, U4, U6, 8	-65	-62
				11	-64	-61
8	6LA/6LB	224	40 ACAP/ACCP	4, U4, U6, 8, 11	-60,5	-57,5
9	6HA/6HB	252	40 ACAP/ACCP	4, U4, U6, 8, 11	-57,5	-54,5
10	7A/7B	280	40 ACAP/ACCP	4, U4, U6, 8, 11	-54	-51
11	8A/8B	308	40 ACAP/ACCP	4, U4, U6, 8, 11	-50,5	-47,5
Note : Limit diatas berlaku ketika menggunakan antenna port yang sama baik dalam jumlah kanal genap atau ganjil, dengan spasi kanal 30 MHz atau 60 MHz, dimana masing masing terpisah dengan polarisasi yang sama, disusun dengan menggunakan <i>external hybrid coupler</i> 3dB atau menggunakan <i>narrow band bandching filters</i> , pada kondisi itu nilai <i>threshold</i> BER dikurangi sebesar 1,5 dB.						

c. untuk Band frekuensi 13 GHz dan 15 GHz

Tabel 14. BER Sebagai Fungsi dari RSL untuk Band frekuensi 13 GHz dan 15 GHz

Spectral efficiency		Minimum RIC rate (Mbit/s)	Channel separation (MHz)	RSL for BER $\leq 10^{-6}$ (dBm)	RSL for BER $\leq 10^{-8}$ (dBm)	RSL for BER $\leq 10^{-10}$ (dBm)
Reference index	Class					
2	2	2	1,75	-93	-91,5	-
		4	3,5	-90	-88,5	-
		8	7	-87	-85,5	-
		16	14	-84	-82,5	-
		32	28	-81	-79,5	-
		64	56	-78	-76,5	-
3	3	3	1,75	-88	-86,5	-
		6	3,5	-85	-83,5	-
		12	7	-82	-80,5	-
		24	14	-79	-77,5	-
		48	28	-76	-74,5	-
		96	56	-73	-71,5	-
4	4L	4	1,75	-86	-84,5	-
		8	3,5	-83	-81,5	-
		16	7	-80	-78,5	-
		32	14	-77	-75,5	-
		64	28	-74	-72,5	-
		128	56	-71	-	-68
5	4H	24	7	-77	-75,5	-
		49	14	-74	-72,5	-
		98	28	-71	-69,5	-
		196	56	-68	-	-65
6	5L	29	7	-74	-72,5	-
		58	14	-71	-69,5	-

Spectral efficiency		Minimum RIC rate (Mbit/s)	Channel separation (MHz)	RSL for	RSL for	RSL for
Reference index	Class			BER ≤ 10 ⁻⁶ (dBm)	BER ≤ 10 ⁻⁸ (dBm)	BER ≤ 10 ⁻¹⁰ (dBm)
	5LA/5LB (note)	117	28 (ACAP/ACCP)	-68	-	-65
		235	56 (ACAP/ACCP)	-65	-	-62
7	5H	34	7	-71,5	-70	-
		68	14	-68,5	-67	-
	5HA/5HB (note)	137	28 (ACAP/ACCP)	-65,5	-	-62,5
		274	56 (ACAP/ACCP)	-62	-	-59
8	6L	39	7	-67,5	-66	-
		78	14	-64,5	-63	-
	6LA/6LB (note)	156	28 (ACAP/ACCP)	-62		-59
		313	56 (ACAP/ACCP)	-59		-56
9	6H	88	14	-61	-59,5	-
	6HA/6HB (note)	176	28 (ACAP/ACCP)	-58,5	-	-55,5
		352	56 (ACAP/ACCP)	-56	-	-53
10	7	98	14	-57,5	-56	-
	7A/7B (note)	196	28 (ACAP/ACCP)	-55	-	-52
		392	56 (ACAP/ACCP)	-52,5	-	-49,5
11	8	107	14	-54,5	-	-51,5
	8A/8B (note)	215	28 (ACAP/ACCP)	-51,5	-	-48,5
		431	56 (ACAP/ACCP)	-49	-	-46
Note : Limit diatas berlaku ketika menggunakan <i>antenna port</i> yang sama baik dalam jumlah kanal genap atau ganjil, dengan spasi kanal 30 MHz atau 60 MHz, dimana masing masing terpisah dengan polarisasi yang sama, disusun dengan menggunakan <i>external hybrid coupler</i> 3dB atau menggunakan <i>narrow band bandching filters</i> , pada kondisi itu nilai <i>threshold</i> BER dikurangi sebesar 1,5 dB.						

d. untuk Band frekuensi 18 GHz

Tabel 15. BER Sebagai Fungsi dari RSL untuk Band frekuensi 18 GHz

Spectral efficiency		Minimum RIC rate (Mbit/s)	Channel separation (MHz)	RSL for	RSL for	RSL for
Reference index	Class			BER ≤ 10 ⁻⁶ (dBm)	BER ≤ 10 ⁻⁸ (dBm)	BER ≤ 10 ⁻¹⁰ (dBm)
2	2	2	1,75	-92	-90,5	-
		4	3,5	-89	-87,5	-
		8	7	-86	-84,5	-
		16	14/13,75	-83	-81,5	-
		32	27,5	-80	-78,5	-
		64	55	-77	-75,5	-
		128	110	-74	-	-71
3	3	3	1,75	-87	-85,5	
		6	3,5	-84	-82,5	
		12	7	-81	-79,5	
		24	14/13,75	-78	-76,5	
		48	27,5	-75	-73,5	
		96	55	-72	-70,5	
		191	110	-69	-	-66
4	4L	4	1,75	-85	-83,5	-
		8	3,5	-82	-80,5	-
		16	7	-79	-77,5	-
		32	14/13,75	-76	-74,5	-
		64	27,5	-73	-71,5	-
		128	55	-70		-67

Spectral efficiency		Minimum RIC rate (Mbit/s)	Channel separation (MHz)	RSL for BER ≤ 10 ⁻⁶ (dBm)	RSL for BER ≤ 10 ⁻⁸ (dBm)	RSL for BER ≤ 10 ⁻¹⁰ (dBm)
Reference index	Class					
5	4H	256	110	-67	-	-64
		sSTM-14	3,5	-78	-76,5	-
		24	7	-76	-74,5	-
		49	14/13,75	-73	-71,5	-
		98	27,5	-70	-68,5	-
		196	55	-67	-	-64
		392	110	-64	-	-61
6	5L	29	7	-73	-71,5	-
		58	14/13,75	-70	-68,5	-
	5LA/5LB (note)	117	27,5	-67	-	-64
		235	55	-64	-	-61
		470	110	-61	-	-58
7	5H	sSTM-22	3,5	-73	-71,5	-
		34	7	-70	-68,5	-
		68	13,75	-67	-65,5	-
	5HA/5HB (note)	137	27,5 (ACAP/ACCP)	-64	-	-61
		274	55 (ACAP/ACCP)	-61	-	-58
		548	110 (ACAP/ACCP)	-58	-	-55
8	6L	39	7	-66	-64,5	-
		78	13,75/14	-63,5	-62	-
	6LA/6LB (note)	156	27,5 (ACAP/ACCP)	-61	-	-58
		313	55 (ACAP/ACCP)	-58	-	-55
		627	110 (ACAP/ACCP)	-55	-	-52
9	6H	88	13,75/14	-60	-58,5	-
	6HA/6HB (note)	176	27,5 (ACAP/ACCP)	-57,5	-	-54,5
		352	55 (ACAP/ACCP)	-55	-	-52
		705	110 (ACAP/ACCP)	-52	-	-49
		7	13,75/14	-56,5	-55	-
10	7A/7B (note)	196	27,5 (ACAP/ACCP)	-54	-	-51
		392	55 (ACAP/ACCP)	-51,5	-	-48,5
		784	110 (ACAP/ACCP)	-49	-	-46
11	8	107	13,75/14	-53,5	-	-50,5
	8A/8B (note)	215	27,5 (ACAP/ACCP)	-50,5	-	-47,5
		431	55 (ACAP/ACCP)	-48	-	-45
		862	110 (ACAP/ACCP)	-45,5	-	-42,5
		Note : Limit diatas berlaku ketika menggunakan <i>antenna port</i> yang sama baik dalam jumlah kanal genap atau ganjil, dengan spasi kanal 30 MHz atau 60 MHz, dimana masing masing terpisah dengan polarisasi yang sama, disusun dengan menggunakan <i>external hybrid coupler</i> 3dB atau menggunakan <i>narrow band banching filters</i> , pada kondisi itu nilai <i>threshold</i> BER dikurangi sebesar 1,5 dB.				

e. untuk *System E* dengan sistem untuk RIC <100 Mbit/s

Tabel 16. BER Sebagai Fungsi dari RSL untuk *System E* (Frekuensi Radio 23 GHz, dan 26 GHz-28 GHz dengan sistem untuk RIC <100 Mbit/s)

Spectral efficiency		Minimum	Band Channel	23 GHz Band		26 GHz – 28 GHz Band	
				RSL for	RSL for		

Reference index	Class	RIC rate (Mbit/s)	separation	BER $\leq 10^{-6}$	BER $\leq 10^{-8}$	RSL for BER $\leq 10^{-6}$	RSL for BER $\leq 10^{-6}$
			(MHz)	(dBm)	(dBm)	(dBm)	(dBm)
2	2	4	3,5	-89	-87,5	-88	-86,5
		8	7	-86	-84,5	-85	-83,5
		16	14	-83	-81,5	-82	-80,5
		32	28	-80	-78,5	-79	-77,5
		64	56	-77	-75,5	-76	-74,5
3	3	6	3,5	-84	-82,5	-83	-81,5
		12	7	-81	-79,5	-80	-78,5
		24	14	-78	-76,5	-77	-75,5
		48	28	-75	-73,5	-74	-72,5
		96	56	-72	-70,5	-71	-69,5
4	4L	8	3,5	-82	-80,5	-81	-79,5
		16	7	-79	-77,5	-78	-76,5
		32	14	-76	-74,5	-75	-73,5
		64	28	-73	-71,5	-72	-70,5
5	4H	24	7	-76	-74,5	-75	-73,5
		49	14	-73	-71,5	-72	-70,5
		98	28	-70	-68,5	-69	-67,5
6	5L	29	7	-73	-71,5	-72	-70,5
		58	14	-70	-68,5	-69	-67,5
7	5H	34	7	-70	-68,5	-69	-67,5
		68	14	-67	-65,5	-66	-64,5
8	6L	39	7	-66	-64,5	-65	-63,5
		78	14	-63,5	-62	-62,5	-61
9	6H	88	14	-60	-58,5	-59	-57,5
10	7	98	14	-56,5	-55	-55,5	-54

Tabel 17. BER Sebagai Fungsi dari RSL untuk *System E* (Frekuensi Radio 31 GHz dan 32 GHz, dan 38 GHz dengan sistem untuk RIC <100 Mbit/s)

Spectral efficiency		Minimum RIC rate (Mbit/s)	Band Channel separation (MHz)	31 GHz dan 32 GHz Band		38 GHz Band	
Reference index	Class			RSL for BER $\leq 10^{-6}$ (dBm)	RSL for BER $\leq 10^{-8}$ (dBm)	RSL for BER $\leq 10^{-6}$ (dBm)	RSL for BER $\leq 10^{-6}$ (dBm)
2	2	4	3,5	-88	-86,5	-87	-85,5
		8	7	-85	-83,5	-84	-82,5
		16	14	-82	-80,5	-81	-79,5
		32	28	-79	-77,5	-78	-76,5
		64	56	-76	-74,5	-75	-73,5
3	3	6	3,5	-83	-81,5	-82	-80,5
		12	7	-80	-78,5	-79	-77,5
		24	14	-77	-75,5	-76	-74,5
		48	28	-74	-72,5	-73	-71,5
		96	56	-71	-69,5	-70	-68,5
4	4L	8	3,5	-81	-79,5	-80	-78,5
		16	7	-78	-76,5	-77	-75,5
		32	14	-75	-73,5	-74	-72,5
		64	28	-72	-70,5	-71	-69,5
5	4H	24	7	-75	-73,5	-74	-72,5
		49	14	-72	-70,5	-71	-69,5
		98	28	-69	-67,5	-68	-66,5
6	5L	29	7	-71,5	-70	-70,5	-69
		58	14	-69	-67,5	-68	-66,5
7	5H	34	7	-68	-66,5	-67	-65,5

Spectral efficiency		Minimum RIC rate (Mbit/s)	Band Channel separation (MHz)	31 GHz dan 32 GHz Band		38 GHz Band	
Reference index	Class			RSL for BER ≤ 10 ⁻⁶ (dBm)	RSL for BER ≤ 10 ⁻⁸ (dBm)	RSL for BER ≤ 10 ⁻⁶ (dBm)	RSL for BER ≤ 10 ⁻⁶ (dBm)
8	6L	68	14	-66	-64,5	-65	-63,5
		39	7	-64,5	-63	-63,5	-62
		78	14	-62	-60,5	-61	-59,5
9	6H	88	14	-59	-57,5	-57,5	-56
10	7	98	14	-55,5	-54	-54,5	-53

f. untuk *System E* dengan sistem untuk RIC ≥100 Mbit/s

Tabel 18. BER Sebagai Fungsi dari RSL untuk *System E* ((Frekuensi Radio 23 GHz, dan 26 GHz-28 GHz dengan sistem untuk RIC ≥100 Mbit/s)

Spectral efficiency		Minimum RIC rate (Mbit/s)	Band Channel separation (MHz)	23 GHz Band		26 GHz – 28 GHz Band	
Reference index	Class			RSL for BER ≤ 10 ⁻⁶ (dBm)	RSL for BER ≤ 10 ⁻⁸ (dBm)	RSL for BER ≤ 10 ⁻⁶ (dBm)	RSL for BER ≤ 10 ⁻⁶ (dBm)
2	2	128	112	-74	-71	-73	-70
3	3	191	112	-69	-66	-68	-65
4	4L	128	56	-70	-67	-69	-66
		256	112	-67	-64	-66	-63
5	4H	196	56	-67	-64	-66	-63
		392	112	-64	-61	-63	-60
6	5LA/5LB	117	28	-67	-64	-66	-63
		235	56	-64	-61	-63	-60
		470	112	-61	-58	-60	-57
7	5HA/5HB	137	28	-64	-61	-63	-60
		274 (note)	56	-61	-58	-60	-57
		548	112	-58	-55	-57	-54
8	6LA/6LB	156	28	-61	-58	-60	-57
		313	56	-58	-55	-57	-54
		627	112	-55	-52	-54	-51
9	6HA/6HB	176	28	-57,5	-54,5	-56,5	-53,5
		352	56	-55	-52	-54	-51
		705	112	-52	-49	-51	-48
10	7A/7B	196	28	-54	-51	-53	-50
		392	56	-51,5	-48,5	-50,5	-47,5
		784	112	-49	-46	-48	-45
11	8A/8B	107	14	-53,5	-50,5	-52,5	-49,5
		215	28	-50,5	-47,5	-49,5	-46,5
		431	56	-48	-45	-47	-44
		862	112	-45,5	-42,5	-44,5	-41,5

Tabel 19. BER Sebagai Fungsi dari RSL untuk *System E* (Frekuensi Radio 31 GHz dan 32 GHz, dan 38 GHz dengan sistem untuk RIC ≥100 Mbit/s)

Spectral efficiency		Minimum RIC rate (Mbit/s)	Band Channel separation (MHz)	31GHz dan 32GHz Band		38 GHz Band	
Reference index	Class			RSL for BER ≤ 10 ⁻⁶ (dBm)	RSL for BER ≤ 10 ⁻⁸ (dBm)	RSL for BER ≤ 10 ⁻⁶ (dBm)	RSL for BER ≤ 10 ⁻⁶ (dBm)
2	2	128	112	-73	-70	-72	-69
3	3	191	112	-68	-65	-67	-64
4	4L	128	56	-69	-66	-68	-65
		256	112	-66	-63	-65	-62
5	4H	196	56	-66	-63	-65	-62
		392	112	-63	-60	-62	-59
6	5LA/5LB	117	28	-66	-63	-65	-62

Spectral efficiency		Minimum RIC rate (Mbit/s)	Band Channel separation (MHz)	31GHz dan 32GHz Band		38 GHz Band	
Reference index	Class			RSL for BER ≤ 10 ⁻⁶ (dBm)	RSL for BER ≤ 10 ⁻⁸ (dBm)	RSL for BER ≤ 10 ⁻⁶ (dBm)	RSL for BER ≤ 10 ⁻⁶ (dBm)
7	5HA/5HB	235	56	-63	-60	-62	-59
		470	112	-60	-57	-59	-56
		137	28	-63	-60	-62	-59
		274	56	-60	-57	-59	-56
		548	112	-57	-54	-56	-53
8	6LA/6LB	156	28	-59,5	-56,5	-58,5	-55,5
		313	56	-57	-54	-56	-53
		627	112	-54	-51	-53	-50
9	6HA/6HB	176	28	-56	-53	-55	-52
		352	56	-53,5	-50,5	-52,5	-49,5
		705	112	-51	-48	-50	-47
10	7A/7B	196	28	-52,5	-49,5	-51,5	-48,5
		392	56	-50	-47	-49	-46
		784	112	-47,5	-44,5	-46,5	-43,5
11	8A/8B	107	14	-52,5	-49,5	-51,5	-48,5
		215	28	-49,5	-46,5	-48,5	-45,5
		431	56	-46,5	-43,5	-46	-43
		862	112	-44	-41	-43	-40

g. untuk *System Ea*

Tabel 20. BER Sebagai Fungsi dari RSL untuk System Ea (Frekuensi Radio 71 GHz sampai 86 GHz)

Spectral efficiency		Min. RIC rate (Mbit/s)	Channel separation (MHz)	RSL for	RSL for
Reference index	Class			BER ≤ 10 ⁻⁶ (dBm)	BER ≤ 10 ⁻¹⁰ (dBm)
1	1	35	62,5	-72	-70
		71	125	-69	-67
		142	250	-66	-64
		285	500	-63	-61
		427	750	-61	-59
		570	1 000	-60	-58
		712	1 250	-59	-57
		855	1 500	-58	-56
		997	1 750	-57,5	-55,5
		1 140	2 000	-57	-55
2	2	71	62,5	-70	-68
		142	125	-67	-65
		285	250	-64	-62
		570	500	-61	-59
		855	750	-59	-57
		1 140 (note)	1 000	-58	-56
		1 425	1 250	-57	-55
		1 710	1 500	-56	-54
		1 995	1 750	-55,5	-53,5
		2 280	2 000	-55	-53
3	3	106	62,5	-67	-65
		212	125	-64	-62
		425	250	-61	-59
		850	500	-58	-56
		1 275	750	-56	-54
		1 700	1 000	-55	-53
		2 125 (note)	1 250	-54	-52
		2 550	1 500	-53	-51
		2 975	1 750	-52,5	-50,5
		3 400	2 000	-52	-50
		142	62,5	-64,5	-60,5

Spectral efficiency		Min. RIC rate (Mbit/s)	Channel separation (MHz)	RSL for BER ≤ 10 ⁻⁶ (dBm)	RSL for BER ≤ 10 ⁻¹⁰ (dBm)
Reference index	Class				
4	4L	285	125	-61,5	-57,5
		570	250	-58,5	-54,5
		1 140 (note)	500	-55,5	-51,5
		1 710	750	-53,5	-49,5
		2 280 (note)	1 000	-52,5	-48,5
		2 850	1 250	-51,5	-47,5
5	4H	219	62,5	-61	-57
		438	125	-58	-54
		875	250	-55	-51
		1 750	500	-52	-48
		2 625	750	-50	-46
6	5LA/5LB	262	62,5	-57,5	-53,5
		525	125	-54,5	-50,5
		1 050 (note)	250	-51,5	-47,5
		2 100 (note)	500	-48,5	-44,5
		3 150 (note)	750	-46,5	-42,5
7	5HA/5HB	306	62,5	-54	-50
		612	125	-51	-47
		1 225	250	-48	-44
		2 450	500	-45	-41
8	6LA/6LB	350	62,5	-50	-46
		700	125	-47	-43
		1 400	250	-44	-40
		2 800	500	-41	-37

NOTE: RIC dibulatkan pada kelipatan 1 Gbit/s rate juga dianggap sebagai nilai valid

4. *Spurious Emission*

- a. *Spurious Power Maximum* : -65 dBm/30 kHz
- b. *Noise floor Maximum* : -85 dBm/30 kHz

5. *Antarmuka fisik (Physical Interface)*

Digital microwave link hybrid harus memiliki:

- a. *port interface Ethernet*; dan
- b. sekurang-kurangnya memiliki salah satu *physical interface* sebagai berikut :
 - 1) *Port Interface* 2048 kbps;
 - 2) *Port Interface* SDH; atau
 - 3) *Port Interface* ATM,

Dengan ketentuan teknis sebagai berikut:

- a. *Port Interface Ethernet*:
 - 1) Mampu menyediakan antar muka *ethernet* 10/100 Base T dan atau 1000 Base T (GE) dengan jenis konektor RJ45 atau GE *Optical*;
 - 2) Karakteristik *ethernet* sesuai dengan rekomendasi IEEE 802.3;
 - 3) Setiap *interface* data memiliki kemampuan operasi *full-duplex*, konfigurasi otomatis dan *flow control*;
 - 4) Setiap *interface* data harus mampu memberikan layanan dengan *maximum throughput* (99% utilisasi *Bandwidth*) dan *minimum latency* (kurang dari 10 ms); dan
 - 5) Mendukung *jumbo frame* minimal 1600 *byte* (optional).

- b. *Port Interface* 2048 kbps
- a. *Bit rate* : 2048 kbps $\pm$ 50 ppm ($\pm$ 102.4 bps)
 - b. *Code* : HDB3
 - c. *Line impedance* : 120 Ω (*balance*)
 - d. *Nominal peak voltage of a “mark”* : 3 V
 - e. *Peak voltage of a “space”* : 0 V $\pm$ 0.3V
 - f. *Pulse width* : 244 ns $\pm$ 25 ns
 - g. *Ratio of the amplitudes of positive and negative pulses at the centre of the pulse interval* : 0.95 ~ 1.05
 - h. *Ratio of the widths of positive and negative pulses at the nominal half amplitude* : 0.95 ~ 1.05
 - i. *Line attenuation equalization* : $\geq$ 6 dB
 - j. *Frame structure* : 1 frame terdiri dari 32 time slot. Time slot 16 untuk signalling and multi frame alignment word/signal, time slot 0 untuk alarm and frame alignment signal
 - k. *BER Test* : Maximum 1 x 10⁻⁹ Duration 15 minutes
 - l. *Return Loss* : Sesuai dengan range frekuensi radio

Tabel 20. *Return Loss* 2048 Kbps

<i>Frequency range (KHz)</i>	<i>Return Loss (dB)</i>
51 sampai dengan 102	12
102 sampai dengan 2048	18
2048 sampai dengan 3072	14

- c. *Port Interface* SDH
- Interface* SDH yang digunakan adalah STM-1 Elektrik, STM-1 Optik atau STM-4, harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:
- a. *Port Interface* 155520 kbps (*electrical*)
 - b. *Bit rate* : 155520 kbps $\pm$ 20 ppm ($\pm$ 3111 bps).
 - c. *Code* : CMI.
 - d. *Line impedance* : 5 W resistive (*unbalance*).
 - e. *Nominal peak-peak voltage* : 1 $\pm$ 0,1 V.

- f. *Nominal Pulse width* : 6,43 ns.
 - g. *Waktu naik amplitudo* : ± 2 ns.
antara 10% dan 90% yang diukur dari amplitudo tetap.
 - h. *Transition timing tolerance* : (mengacu pada nilai utama 50% titik amplitudo dari *negative transitions*):
 - 1) *Negative transitions* : $\pm 0,1$ ns.
 - 2) *Positive transitions* : $\pm 0,5$ ns.
pada unit interval boundaries
 - 3) *Positive transitions* : $\pm 0,35$ ns.
pada mid interval boundaries
 - i. *Return loss pada port output* : > 15 dB pada frekuensi 8 MHz s/d 240 Mhz.
 - j. *Spesifikasi pada port input* : Redaman maksimum saluran 12,7 dB pada frekuensi 78 MHz.
 - k. *Return loss* : > 15 dB pada frekuensi 8 MHz s/d 240 MHz.
- d. *Port Interface 155520 kbps (optical)*
- 1) *Bit rate*: 155520 kbps ± 20 ppm (± 3111 bps).
 - 2) Persyaratan maksimum untuk parameter *transfer jitter* adalah 0,1 dB.
- e. *Port Interface 622080 kbps (optical)*
- 1) *Bit rate*: 622080 kbps ± 20 ppm (± 12442 bps).
 - 2) Persyaratan maksimum untuk *parameter transfer jitter* adalah 0,1 dB.
- f. *Port Interface Optical GE*
Untuk penggunaan *Gigabit Ethernet* (GE) dengan *interface* optik, maka karakteristik *port* harus memenuhi persyaratan dalam tabel berikut:

Tabel 21. GE Ethernet Port Interface Requirement

Attributes	Description		
	1000 Mbit/s (GE)		
Application type	1000BASE-SX)	1000BASE-LX	1000BASE-LH
Transmission distance	500 m	10 km	80 km
Center wavelength	850 nm	1310 nm	1550 nm
Transmitting power min.	-9.5 dBm	-9.5 dBm	-2.0 dBm
Transmitting power max.	-2.5 dBm	-3.0 dBm	5.0 dBm

Attributes	Description		
	1000 Mbit/s (GE)		
Receiving sensitivity	-17.0 dBm	-20.0 dBm	-23.0 dBm
Overload power	0 dBm	-3.0 dBm	-3.0 dBm
Optical fiber type	Multi-mode	Single-mode	Single-mode

g. *Port Interface ATM*

Perangkat harus mendukung fitur-fitur sebagai berikut:

- 1) *Data encapsulation* sesuai RFC 1483 dan RFC 1577.
- 2) *Point to Point Protocol (PPP)* sesuai dengan RFC 2364.
- 3) *Adaption layer AAL2* dan *AAL5*.
- 4) *UBR, CBR dan VBR-rt*.

Apabila perangkat dihubungkan dengan jaringan ATM, maka harus memiliki antarmuka yang sesuai.

6. *Sistem Kontrol*

Digital Microwave Link Hybrid harus memiliki sistem kontrol dan monitoring sebagai berikut :

- a. mempunyai kemampuan manajemen lokal dan terpusat serta dirancang mudah digunakan (*user friendly*) menggunakan *GUI viewer* atau *Web Based*;
- b. mempunyai kemampuan *back up* dan *restore* data konfigurasi;
- c. mencakup fungsi-fungsi sistem manajemen jaringan, paling sedikit sebagai berikut:
 - 1) manajemen Gangguan (*Fault (alarm) Management*): Pemantauan alarm (*alarm monitoring*), deteksi gangguan (*fault detection*) dan isolasi gangguan (*fault localization*);
 - 2) manajemen Konfigurasi (*Configuration Management*): konfigurasi dan inventaris jaringan (*network configuration and inventory*), konfigurasi dan aktivasi layanan (*provisioning*);
 - 3) manajemen Kinerja (*Performance Management*): Data kinerja (*performance data*), Pengukuran kinerja (*measurement*);
 - 4) manajemen Keamanan (*Security Management*): manajemen hak akses pengguna dan grup pengguna (*user and group access privileges management*).

7. *Catu Daya*

- a. Mampu menerima tegangan: $(220 \pm 10\%) \text{ Vac}$ / $(50 \pm 6\%) \text{ Hz}$; atau
- b. Mampu menerima tegangan: $(-48 \pm 10\%) \text{ Vdc}$

F. KARAKTERISTIK TAMBAHAN

1. *Bahan Baku*

Perangkat *digital microwave link hybrid* beserta komponen-komponennya harus terbuat dari bahan yang kuat, kokoh, berkualitas tinggi, anti korosi/karat dan anti kondensasi.

2. *Konstruksi*

- a. Komponen perangkat harus:

- 1) tersusun rapi dan baik pada suatu papan tercetak (*Printed Circuit Board/PCB*) untuk setiap modul; dan
 - 2) sempurna, terisolasi dengan baik dan tidak terdapat *jumper* menggunakan kabel pada papan tercetak (*Printed Circuit Board/PCB*).
- b. Persyaratan perkawatan (*wiring* dan *cabling*):
- 1) perkawatan di dalam perangkat harus rapi dan baik.
 - 2) dalam hal integrasi antar *card* ataupun modul memerlukan perkawatan, perkawatan harus menggunakan sistem *plug-in jack* dan sedapat mungkin dihindari perkawatan yang disolder (secara *soldering*).
 - 3) kabel catu daya tegangan negatif dan positif harus dibedakan dan penyambungan pada perangkat harus baik dan kuat.
- c. EMC dan *safety* : mengacu pada standar SNI CISPR 32.
3. Kondisi Lingkungan
- Perangkat harus dapat tetap beroperasi normal pada kondisi lingkungan sebagai berikut:
- a. Temperatur sampai dengan 55°C.
 - b. Kelembaban: 5 s.d. 95%.

BAB III PERSYARATAN PENGUJIAN

A. Pelaksanaan Pengujian

Pengujian Alat dan Perangkat Komunikasi Radio Titik Ke Titik Melalui Gelombang Mikro dengan Sistem *Digital Hybrid (Point to Point Digital Microwave Link Hybrid)* dilaksanakan sesuai ketentuan peraturan perundang-undangan.

B. Syarat Keselamatan dan Kesehatan

Hasil pengujian harus membuktikan bahwa Alat dan Perangkat Telekomunikasi mampu melindungi pemakai dari gangguan listrik (*electrical safety*) dan *electromagnetic compatibility* (EMC).

