DAFTAR PUSTAKA

Ali-Yahiya, Tara. 2011. *Understanding LTE and its Performance*. New York: Springer.

Bekkali, Abdelmoula dkk. 2009. *Performance Analysis of SCM-FSO Link for Transmission of CDMA Signal under Gamma-Gamma Turbulent Channel*. In Proceedings of the IEEE Military Communications Conference (Milcom'09), pp. 1-5, Boston, Mass, USA.

Bloom, Scott., 2002"*The Physics Of Free-Space Optics*"AirFiber, Inc. http://en.wikipedia.org/wiki/Free_Space_Optics.html. (di akses tanggal 2 November 2012).

Bloom, Scott., Korevaar, Eric., Schuster, Jhon. & Willebrand, Heinz. 2003. *Understanding the performance of free-space optics*"California. Optical Society of America.

Digonne, Michel J.F. 2001. *Rare-Earth-Doped Fiber Laser and Amplifier Second Edition, Revised and Expanded*. New York: Marcel Dekker, Inc.

Ergen, Mustafa. 2009. *Mobile Broadband Including WiMAX and LTE*. USA: Springer.

Forouzan, Behrouz A. 2000. *Data Communications and Networking 2nd edition*. Mc Graw-Hill International Edition.

Goldsmith, Andrea. 2005 . Wireless Communication. Cambridge University Press.

Hara, Shisuke, Ramjee Prasaad. 2003. *Multicarier Technique for 4G mobile communications*. London : Artech House.

Haryadi, sigit & Martinius Hadi satria. 2004. *Wireless Optical Communication untuk Penggunaan Luar Ruangan.* http://telecom.ee.itb.ac.id/~sigit/Wireless_Optical_Communication_Outdoor_SH.pdf. (diakses tanggal 2 november 2012)

Hassan, MD. Zoheb dkk. 2011. *Turbo-Coded MC-CDMA Communication Link over Strong Turbulence Fading Limited FSO Channel with Receiver Space Diversity.* International Scholary Research Network ISRN Communication and Networking, Vol 2011, Article ID 701670.

Holma, Harri, Antti Toskala. 2009. *LTE for UMTS - OFDMA and SC-FDMA Based Radio Access Ebook*. New York : John Wiley & Sons, Inc.

Hranilovic, Steve. 2005. *Wireless Optical Communication System*. Boston: Springer Science + Business Media, Inc.

ITU-R P.1814, R.. 2007. "*Prediction Methods Required For the Design of Terrestrial Free-space Optical Links*".

ITU-R P.1817, R.. 2007. "*Propagation Data Required for the Design of Terrestrial Free-Space Optical links*".

Khan, Farooq. 2009. *LTE for 4G Mobile Broadband*. New York: Cambridge University Press.

Kumar, Amitabh. (2008). *Mobile broadcasting with WiMAX :Principles, technology, and applications*. Oxford : Elsevier Inc.

Mehra, Monika. 2007. *Free Space Optic : High bandwidth solution in network world.* http://www.rimtengg.com/coit2007/proceedings/pdfs/108.pdf, (diakses tanggal 2 November 2012)

Mohamed, Abd El-Naser A. 2009. *Transmission Performance Analysis of Digital Wire and Wireless Optical Links in Local and Wide Areas Optical Network*.. (IJCSIS) International Journal of Computer Science and Information Security, Vol. 3, No. 1, 2009

Mostafa, ayman. 2012. *Measurement and Modelling of a Free-Space Optical Link and In-Field OFDM Experiment*. Thesis.

Ningsih, Yuli Kurnia., Indra Surjati & Oky Danubrata. 2007. *Kajian Penerapan Free Space Optic (FSO) pada Gedung E dan FG di Kampu A Universitas Trisakti* . JETri, Volume 6, Nomor 2, Februari 2007, Halaman 1 - 20, ISSN 1412-0372

Qasi, Salahuddin. 2006. *Challenges In Outdoor and Indoor Optical Wireless Communications*. http://ww1.ucmss.com/books/LFS/CSREA2006/ICW4088.pdf, (diakses tanggal 2 november 2012).

Rappaport, Theodore S. 2002. *Wireless Telecommunication Principle & Practice*. United State: Prentice-Hall, Inc..

Shieh, William & Ivan Djordjevic. 2010. "*OFDM for Optical Telecommunication"*. London: Elsevier Inc.

Srikanth, Kumaran V., Manikandan C., Murugesapandian. 2007. *Orthogonal frequency division multiple access*. Anna University Press, Chennai, India.

Widyarena, Octiana., Gamantyo Hendrantoro, dan Achmad Mauludiyanto. 2012. *Kinerja Sistem Komunikasi FSO (Free Space Optics) Menggunakan Cell-site Diversity di Daerah Tropis*. JURNAL TEKNIK ITS Vol. 1, (Sept, 2012) ISSN: 2301-9271

Willebrand, Heinz & Ghuman, Baksheesh S. 2002. "*Free-Space Optics: Enabling Optical Connectivity in Today's Networks*". Indiana 46240 USA. Sams Publishing.

Zhang, Yang dkk. 2011. "*Performance Anlysis of Hybrid FSO/RF System*", presented at the 2011 third International Conference Ubiquitous and Future Networks (ICUFN), Dallian, China IEEE, June 15-17.

LAMPIRAN 1.

Listing Program Matlab Untuk Mencari Daya Terima Sistem

```
format long;
Cn2=2e-13;                                  % Nilai parameter struktur indeks bias
Pt=80;                                      % Daya Transmisi (mW)
Pt_dB=10*log10(Pt);                         % Daya Transmisi dalam dB
L=[1:0.2:5];                                % jarak pemancar dan penerima (km)
alfa1=0.54;                                 % koefisien redaman untuk visibilitas 20 km
alfa2=0.47;                                 % koefisien redaman untuk visibilitas 23 km
alfa3=0.19;                                 % koefisien redaman untuk visibilitas 50 km
Lpoint=[1;1;1;1;1];                         % rugi-rugi pointing
Lopt=[1;1;1;1;1];                           % rugi-rugi optik
d1=0.025;                                   % Transmit aperture diameter
d2=0.2;                                     % Receiver aperture diameter
teta=2;                                     % Beam divergence
k=2*3.14/1550e-9;                           % jumlah glombang
d=sqrt(k*(d2)^2./(4*L*1e+3));
Tsint 2=1.23*Cn2*k.^(7/6)*(L* 1e+3).^(11/6);   % nilai variansi sintilasi
Tx=sqrt(Tx2);
Lsint=2*Tx;                                 % rugi-rugi sintilasi
Lgeo=(d2^2)./(d1+L.*teta).^2;               % Redaman geometrik
Lgeo_dB=10*log10(Lgeo);                     % Redaman Geometrik (dB)
La1=alfa1*L;                                % Redaman cuaca cerah visibilitas 20 km
La2=alfa2*L;                                % Redaman cuaca cerah visibilitas 23 km
La3=alfa3*L;                                % Redaman cuaca cerah visibilitas 50 km
alpa=(exp(0.49*Tx2./((1+0.18*d.^2+0.56*Tx.^(12/5)).^(7/6)))-1).^-1;
beta=(exp(0.51*Tx2./((1+0.69.*Tx.^(12/5)).^(5/6).*(1+0.9.*d.^2+0.62.*d.^2.*Tx.^(12/5)))-1).^-1);
ga=gamma(alpa);
gb=gamma(beta);
I1=2.*(alpa.*beta).^((alpa+beta)./2)./(ga.*gb).*i1.^((alpa+beta)/2-1).*b;
%untuk intensitas sinyal i=0.5
i1=0.5;  % nilai intensitas sinyal 0,5
b=besselk(alpa-beta,(2.*sqrt((alpa.*beta).*i1)));
Pr1_1=Pt.*(d2^2)./(d1+L.*teta).^2.* 10.^((-alfa1.* L)/10).* 10.^((-2)/10).* 10.^(-
      2*sqrt(1.23*Cn2*k.^(7/6)*(L* 1e+3).^(11/6))/10).*2.*(alpa.*beta).^((alpa+beta)./2)./(ga.*gb).*i1.^
      ((alpa+beta)/2-1).*b;                 % nilai daya terima (mW) untuk visibilitas 20 km dan I= 0,5
```

```
Pr1_2=Pt.*(d2^2)./(d1+L.*teta).^2   .*10.^((-alfa2.*L)/10).*10.^((-2)/10).*10.^(-
        2*sqrt(1.23*Cn2*k.^(7/6)*(L*1e+3).^(11/6))/10).*2.*(alpa.*beta).^((alpa+beta)./2)./(ga.*gb).*i1.
        ^((alpa+beta)/2-1).*b;                  % nilai daya terima (mW) untuk visibilitas 23 km dan I= 0,5
Pr1_3=Pt.*(d2^2)./(d1+L.*teta).^2.*10.^((-alfa3.*L)/10).*10.^((-2)/10).*10.^(-
        2*sqrt(1.23*Cn2*k.^(7/6)*(L*1e+3).^(11/6))/10).*2.*(alpa.*beta).^((alpa+beta)./2)./(ga.*gb).*i1.
        ^((alpa+beta)/2-1).*b;                  % nilai daya terima(mW) untuk visibilitas 50 km dan I= 0,5
Pr1_1dBm=10*log10(Pr1_1);                       %nilai daya terima(dBm) untuk visibilitas 20 km dan I= 0,5
Pr1_2dBm=10*log10(Pr1_2);                       %nilai daya terima(dBm) untuk visibilitas 23 km dan I= 0,5
Pr1_3dBm=10*log10(Pr1_3);                       % nilai daya terima(dBm) untuk visibilitas 50 km dan I= 0,5
%untuk intensitas sinyal i=1
i2=1;                                           % nilai intensitas sinyal 1,0
b=besselk(alpa-beta,(2.*sqrt((alpa.*beta).*i2)));
Pr2_1=Pt.*(d2^2)./(d1+L.*teta).^2.*10.^((-alfa1.*L)/10).*10.^((-1-1)/10).*10.^(-
        2*sqrt(1.23*Cn2*k.^(7/6)*(L*1e+3).^(11/6))/10).*2.*(alpa.*beta).^((alpa+beta)./2)./(ga.*gb).*i2.^
        ((alpa+beta)/2-1).*b;                   % nilai daya terima (mW) untuk visibilitas 20 km dan I= 1,0
Pr2_2=Pt.*(d2^2)./(d1+L.*teta).^2.*10.^((-alfa2.*L)/10).*10.^((-1-1)/10).*10.^(-
        2*sqrt(1.23*Cn2*k.^(7/6)*(L*1e+3).^(11/6))/10).*2.*(alpa.*beta).^((alpa+beta)./2)./(ga.*gb).*i2.^
        ((alpa+beta)/2-1).*b;                   % nilai daya terima (mW) untuk visibilitas 23 km dan I= 1,0
Pr2_3=Pt.*(d2^2)./(d1+L.*teta).^2.*10.^((-alfa3.*L)/10).*10.^((-1-1)/10).*10.^(-
        2*sqrt(1.23*Cn2*k.^(7/6)*(L*1e+3).^(11/6))/10).*2.*(alpa.*beta).^((alpa+beta)./2)./(ga.*gb).*i2.^
        ((alpa+beta)/2-1).*b;                   % nilai daya terima(mW) untuk visibilitas 50 km dan I = 1,0
Pr2_1dBm=10*log10(Pr2_1);                       %nilai daya terima(dBm) untuk visibilitas 20 km dan I= 1,0
Pr2_2dBm=10*log10(Pr2_2);                       %nilai daya terima(dBm) untuk visibilitas 23 km dan I= 1,0
Pr2_3dBm=10*log10(Pr2_3);                       %nilai daya terima(dBm) untuk visibilitas 50 km dan I= 1,0
plot(L,Pr1_1,'r-*',L,Pr1_2,'b->',L,Pr1_3,'g-o',L,Pr2_1,'r-.*',L,Pr2_2,'b-.>',L,Pr2_3,'g-.o')
legend('I1=0,5;  a1=0,54  dB/km','I1=0,5;  a2=0,47  dB/km','I1=0,5;  a3=0,19  dB/km','I2=1,0;  a1=0,54
dB/km','I2=1,0;  a2=0,47  dB/km','I2=1,0;  a3=0,19  dB/km')
xlabel('Jarak  pemancar dan penerima  (km)')
ylabel('Daya  pada penerima  (mW)')
title('Grafik  pengaruh jarak  pemancar dan penerima  terhadap daya terima')
grid on;
```

LAMPIRAN 2.

Listing Program untuk Mencari *Link Margin* Sistem

```
L=[1:1:5]                                          % Jarak pemancar dan penerima
Lat1=[0.54;1.08;1.62;2.16;2.7];                    % Redaman cuaca cerah visibilitas 20 km
Lat2=[0.47;0.94;1.41;1.88;2.35];                   % Redaman cuaca cerah visibilitas 23 km
Lat3=[0.19;0.38;0.57;0.76;0.95];                   % Redaman cuaca cerah visibilitas 50 km
Lsint=[3.9898;7.5317;10.9222;14.2179;17.4449];     % Redaman sintilasi
Pt_dB=[19.0309;19.0309;19.0309;19.039;19.0309];    % Daya Transmisi dalam dB
Lgeo=[-20.1079;-26.0747;-29.5785;-32.0683;-34.0011]; % Redaman Geometrik (dB)
Sr=[-58.01;-58.01;-58.01;-58.01;-58.01];           % Sensitifitas receiver
Lpoint=[1;1;1;1;1];                                % rugi-rugi pointing
Lopt=[1;1;1;1;1];                                  % rugi-rugi optik
Mlink1=Pt_dB-Sr+Lgeo-Lat1-Lpoint-Lopt-Lx;          % Link margin visibilitas 20 km
Mlink2=Pt_dB-Sr+Lgeo-Lat2-Lpoint-Lopt-Lx ;         % Link margin visibilitas 23 km
Mlink3=Pt_dB-Sr+Lgeo-Lat3-Lpoint-Lopt-Lx ;         % Link margin visibilitas 50 km
plot(L,Mlink1,'r-*',L,Mlink2,'b->',L,Mlink3,'g-o')
legend('a1=0,54 dB/km','a2=0,47 dB/km','a3=0,19 dB/km');
xlabel('Jarak pemancar dan penerima (km)');
ylabel('Link Margin (dB)');
title('Grafik pengaruh jarak pemancar dan penerima terhadap link margin');
grid on;
```

LAMPIRAN 3.

Listing Program untuk Menentukan SNR Sistem

```
format long;
Cn2=2e-13;                                  % Nilai parameter struktur indeks bias
Pt=80;                                      % Daya Transmisi (mW)
Pt_dB=10*log10(Pt);                         % Daya Transmisi dalam dB
L=[1:0.2:5];                                % jarak pemancar dan penerima (km)
alfa1=0.54;                                 % koefisien redaman untuk visibilitas 20 km
alfa2=0.47;                                 % koefisien redaman untuk visibilitas 23 km
alfa3=0.19;                                 % koefisien redaman untuk visibilitas 50 km
Lpoint=[1;1;1;1;1];                         % rugi-rugi pointing
Lopt=[1;1;1;1;1];                           % rugi-rugi optik
d1=0.025;                                   % Transmit aperture diameter
d2=0.2;                                     % Receiver aperture diameter
teta=2;                                     % Beam divergence
k=2*3.14/1550e-9;                           % jumlah glombang
d=sqrt(k*(d2)^2./(4*L*1e+3));
Tsint 2=1.23*Cn2*k.^(7/6)*(L* 1e+3).^(11/6);   % nilai variansi sintilasi
Tx=sqrt(Tx2);
Lsint=2*Tx;                                 % rugi-rugi sintilasi
Lgeo=(d2^2)./(d1+L.*teta).^2;               % Redaman geometrik
Lgeo_dB=10*log10(Lgeo);                     % Redaman Geometrik (dB)
La1=alfa1*L;                                % Redaman cuaca cerah visibilitas 20 km
La2=alfa2*L;                                % Redaman cuaca cerah visibilitas 23 km
La3=alfa3*L;                                % Redaman cuaca cerah visibilitas 50 km
alpa=(exp(0.49*Tx2./((1+0.18*d.^2+0.56*Tx.^(12/5)).^(7/6)))-1).^-1;
beta=(exp(0.51*Tx2./((1+0.69.*Tx.^(12/5)).^(5/6).*(1+0.9.*d.^2+0.62.*d.^2.*Tx.^(12/5)))-1).^-1);
ga=gamma(alpa);
gb=gamma(beta);
I1=2.*(alpa.*beta).^((alpa+beta)./2)./(ga.*gb).*i1.^((alpa+beta)/2-1).*b;
%untuk intensitas sinyal i=0.5
i1=0.5;  % nilai intensitas sinyal 0,5
b=besselk(alpa-beta,(2.*sqrt((alpa.*beta).*i1)));
Pr1_1=Pt.*(d2^2)./(d1+L.*teta).^2.* 10.^((-alfa1.* L)/10).* 10.^((-2)/10).* 10.^(-
      2*sqrt(1.23*Cn2*k.^(7/6)*(L* 1e+3).^(11/6))/10).*2.*(alpa.*beta).^((alpa+beta)./2)./(ga.*gb).*i1.^
      ((alpa+beta)/2-1).*b;                 % nilai daya terima (mW) untuk visibilitas 20 km dan I= 0,5
```

```
Pr1_2=Pt.*(d2^2)./(d1+L.*teta).^2   .*10.^((-alfa2.*L)/10).*10.^((-2)/10).*10.^(-
    2*sqrt(1.23*Cn2*k.^(7/6)*(L*1e+3).^(11/6))/10).*2.*(alpa.*beta).^((alpa+beta)./2)./(ga.*gb).*i1.
    ^((alpa+beta)/2-1).*b;          % nilai daya terima (mW) untuk visibilitas 23 km dan I= 0,5
Pr1_3=Pt.*(d2^2)./(d1+L.*teta).^2.*10.^((-alfa3.*L)/10).*10.^((-2)/10).*10.^(-
    2*sqrt(1.23*Cn2*k.^(7/6)*(L*1e+3).^(11/6))/10).*2.*(alpa.*beta).^((alpa+beta)./2)./(ga.*gb).*i1.
    ^((alpa+beta)/2-1).*b;          % nilai daya terima(mW) untuk visibilitas 50 km dan I= 0,5
%untuk intensitas sinyal i=1
i2=1;                               % nilai intensitas sinyal 1,0
b=besselk(alpa-beta,(2.*sqrt((alpa.*beta).*i2)));
Pr2_1=Pt.*(d2^2)./(d1+L.*teta).^2.*10.^((-alfa1.*L)/10).*10.^((-1-1)/10).*10.^(-
    2*sqrt(1.23*Cn2*k.^(7/6)*(L*1e+3).^(11/6))/10).*2.*(alpa.*beta).^((alpa+beta)./2)./(ga.*gb).*i2.^
    ((alpa+beta)/2-1).*b;           % nilai daya terima (mW) untuk visibilitas 20 km dan I= 1,0
Pr2_2=Pt.*(d2^2)./(d1+L.*teta).^2.*10.^((-alfa2.*L)/10).*10.^((-1-1)/10).*10.^(-
    2*sqrt(1.23*Cn2*k.^(7/6)*(L*1e+3).^(11/6))/10).*2.*(alpa.*beta).^((alpa+beta)./2)./(ga.*gb).*i2.^
    ((alpa+beta)/2-1).*b;           % nilai daya terima (mW) untuk visibilitas 23 km dan I= 1,0
Pr2_3=Pt.*(d2^2)./(d1+L.*teta).^2.*10.^((-alfa3.*L)/10).*10.^((-1-1)/10).*10.^(-
    2*sqrt(1.23*Cn2*k.^(7/6)*(L*1e+3).^(11/6))/10).*2.*(alpa.*beta).^((alpa+beta)./2)./(ga.*gb).*i2.^
    ((alpa+beta)/2-1).*b;           % nilai daya terima(mW) untuk visibilitas 50 km dan I = 1,0
N=1200;                             % jumlah subcarrier
B=13.191e+6;                        % Bandwidth OFDMA
q=1.6*10^-19;                       % besar muatan elektron
k=1.38*10^-23;                      % konstanta Boltzman
T=300;                              % Temperatur mutlak
Rl=50;                              % Resistansi Beban
Is1_1=9.*Pr1_1*10^-3;
Is1_2=9.*Pr1_2*10^-3;
Is1_3=9.*Pr1_3*10^-3;
Is2_1=9.*Pr2_1*10^-3;
Is2_2=9.*Pr2_2*10^-3;
Is2_3=9.*Pr2_3*10^-3;
Ishot1_1=2*q*Is1_1*B;
Ishot1_2=2*q*Is1_2*B;
Ishot1_3=2*q*Is1_3*B;
Ishot2_1=2*q*Is2_1*B;
Ishot2_2=2*q*Is2_2*B;
Ishot2_3=2*q*Is2_3*B;
Ij=4*k*T*B/Rl;
noise1_1=Ishot1_1+Ij;
noise1_2=Ishot1_2+Ij;
noise1_3=Ishot1_3+Ij;
```

```
noise2_1=Ishot2_1+Ij;
noise2_2=Ishot2_2+Ij;
noise2_3=Ishot2_3+Ij;
snr1_1=(1-0.0714)*Is1_1.^2./noise1_1;
snr1_2=(1-0.0714)*Is1_2.^2./noise1_2;
snr1_3=(1-0.0714)*Is1_3.^2./noise1_3;
snr2_1=(1-0.0714)*Is2_1.^2./noise2_1;
snr2_2=(1-0.0714)*Is2_2.^2./noise2_2;
snr2_3=(1-0.0714)*Is2_3.^2./noise2_3;
snr1_1dB=10*log10(snr1_1)                    % nilai SNR untuk visibilitas 20 km dan I = 0,5
snr1_2dB=10*log10(snr1_2)                    % nilai SNR untuk visibilitas 23 km dan I= 0,5
snr1_3dB=10*log10(snr1_3)                    % nilai SNR untuk visibilitas 50 km dan I= 0,5
snr2_1dB=10*log10(snr2_1)                    % nilai SNR untuk visibilitas 20 km dan I = 1,0
snr2_2dB=10*log10(snr2_2)                    % nilai SNR untuk visibilitas 23 km dan I= 1,0
snr2_3dB=10*log10(snr2_3)                    % nilai SNR untuk visibilitas 50 km dan I= 1,0
plot(L,snr1_1dB,'r-*',L,snr1_2dB,'b->',L,snr1_3dB,'g-o',L,snr2_1dB,'r-.*',L,snr2_2dB,'b-
.>',L,snr2_3dB,'g-.o')
legend('i=0.5,a=0,54 dB/km','i=0.5, a=0,47 dB/km','i=0,5 a=0,19 dB/km','i=1,a=0,54 dB/km','i=1, a=0,47
dB/km','i=1 a=0,19 dB/km')
xlabel('Jarak pemancar dan penerima (km)')
ylabel('SNR (dB)')
title('Grafik pengaruh jarak pemancar dan penerima terhadap daya terima')
grid on
```

LAMPIRAN 4.

Listing Program untuk Menentukan Kapasitas Sistem

```
format long;
Cn2=2e-13;                                  % Nilai parameter struktur indeks bias
Pt=80;                                      % Daya Transmisi (mW)
Pt_dB=10*log10(Pt);                         % Daya Transmisi dalam dB
L=[1:0.2:5];                                % jarak pemancar dan penerima (km)
alfa1=0.54;                                 % koefisien redaman untuk visibilitas 20 km
alfa2=0.47;                                 % koefisien redaman untuk visibilitas 23 km
alfa3=0.19;                                 % koefisien redaman untuk visibilitas 50 km
Lpoint=[1;1;1;1;1];                         % rugi-rugi pointing
Lopt=[1;1;1;1;1];                           % rugi-rugi optik
d1=0.025;                                   % Transmit aperture diameter
d2=0.2;                                     % Receiver aperture diameter
teta=2;                                     % Beam divergence
k=2*3.14/1550e-9;                           % jumlah glombang
d=sqrt(k*(d2)^2./(4*L*1e+3));
Tsint 2=1.23*Cn2*k.^(7/6)*(L* 1e+3).^(11/6);   % nilai variansi sintilasi
Tx=sqrt(Tx2);
Lsint=2*Tx;                                 % rugi-rugi sintilasi
Lgeo=(d2^2)./(d1+L.*teta).^2;               % Redaman geometrik
Lgeo_dB=10*log10(Lgeo);                     % Redaman Geometrik (dB)
La1=alfa1*L;                                % Redaman cuaca cerah visibilitas 20 km
La2=alfa2*L;                                % Redaman cuaca cerah visibilitas 23 km
La3=alfa3*L;                                % Redaman cuaca cerah visibilitas 50 km
alpa=(exp(0.49*Tx2./((1+0.18*d.^2+0.56*Tx.^(12/5)).^(7/6)))-1).^-1;
beta=(exp(0.51*Tx2./((1+0.69.*Tx.^(12/5)).^(5/6).*(1+0.9.*d.^2+0.62.*d.^2.*Tx.^(12/5)))-1).^-1);
ga=gamma(alpa);
gb=gamma(beta);
I1=2.*(alpa.*beta).^((alpa+beta)./2)./(ga.*gb).*i1.^((alpa+beta)/2-1).*b;
%untuk intensitas sinyal i=0.5
i1=0.5;  % nilai intensitas sinyal 0,5
b=besselk(alpa-beta,(2.*sqrt((alpa.*beta).*i1)));
Pr1_1=Pt.*(d2^2)./(d1+L.*teta).^2.* 10.^((-alfa1.* L)/10).* 10.^((-2)/10).* 10.^(-
    2*sqrt(1.23*Cn2*k.^(7/6)*(L* 1e+3).^(11/6))/10).*2.*(alpa.*beta).^((alpa+beta)./2)./(ga.*gb).*i1.^
    ((alpa+beta)/2-1).*b;                   % nilai daya terima (mW) untuk visibilitas 20 km dan I= 0,5
```

```
Pr1_2=Pt.*(d2^2)./(d1+L.*teta).^2   .*10.^((-alfa2.*L)/10).*10.^((-2)/10).*10.^(-
    2*sqrt(1.23*Cn2*k.^(7/6)*(L*1e+3).^(11/6))/10).*2.*(alpa.*beta).^((alpa+beta)./2)./(ga.*gb).*i1.
    ^((alpa+beta)/2-1).*b;          % nilai daya terima (mW) untuk visibilitas 23 km dan I= 0,5
Pr1_3=Pt.*(d2^2)./(d1+L.*teta).^2.*10.^((-alfa3.*L)/10).*10.^((-2)/10).*10.^(-
    2*sqrt(1.23*Cn2*k.^(7/6)*(L*1e+3).^(11/6))/10).*2.*(alpa.*beta).^((alpa+beta)./2)./(ga.*gb).*i1.
    ^((alpa+beta)/2-1).*b;          % nilai daya terima(mW) untuk visibilitas 50 km dan I= 0,5
%untuk intensitas sinyal i=1
i2=1;                               % nilai intensitas sinyal 1,0
b=besselk(alpa-beta,(2.*sqrt((alpa.*beta).*i2)));
Pr2_1=Pt.*(d2^2)./(d1+L.*teta).^2.*10.^((-alfa1.*L)/10).*10.^((-1-1)/10).*10.^(-
    2*sqrt(1.23*Cn2*k.^(7/6)*(L*1e+3).^(11/6))/10).*2.*(alpa.*beta).^((alpa+beta)./2)./(ga.*gb).*i2.^
    ((alpa+beta)/2-1).*b;           % nilai daya terima (mW) untuk visibilitas 20 km dan I= 1,0
Pr2_2=Pt.*(d2^2)./(d1+L.*teta).^2.*10.^((-alfa2.*L)/10).*10.^((-1-1)/10).*10.^(-
    2*sqrt(1.23*Cn2*k.^(7/6)*(L*1e+3).^(11/6))/10).*2.*(alpa.*beta).^((alpa+beta)./2)./(ga.*gb).*i2.^
    ((alpa+beta)/2-1).*b;           % nilai daya terima (mW) untuk visibilitas 23 km dan I= 1,0
Pr2_3=Pt.*(d2^2)./(d1+L.*teta).^2.*10.^((-alfa3.*L)/10).*10.^((-1-1)/10).*10.^(-
    2*sqrt(1.23*Cn2*k.^(7/6)*(L*1e+3).^(11/6))/10).*2.*(alpa.*beta).^((alpa+beta)./2)./(ga.*gb).*i2.^
    ((alpa+beta)/2-1).*b;           % nilai daya terima(mW) untuk visibilitas 50 km dan I = 1,0
N=1200;                             % jumlah subcarrier
B=13.191e+6;                        % Bandwidth OFDMA
q=1.6*10^-19;                       % besar muatan elektron
k=1.38*10^-23;                      % konstanta Boltzman
T=300;                              % Temperatur mutlak
Rl=50;                              % Resistansi Beban
Is1_1=9.*Pr1_1*10^-3;
Is1_2=9.*Pr1_2*10^-3;
Is1_3=9.*Pr1_3*10^-3;
Is2_1=9.*Pr2_1*10^-3;
Is2_2=9.*Pr2_2*10^-3;
Is2_3=9.*Pr2_3*10^-3;
Ishot1_1=2*q*Is1_1*B;
Ishot1_2=2*q*Is1_2*B;
Ishot1_3=2*q*Is1_3*B;
Ishot2_1=2*q*Is2_1*B;
Ishot2_2=2*q*Is2_2*B;
Ishot2_3=2*q*Is2_3*B;
Ij=4*k*T*B/Rl;
noise1_1=Ishot1_1+Ij;
noise1_2=Ishot1_2+Ij;
noise1_3=Ishot1_3+Ij;
```

```
noise2_1=Ishot2_1+Ij;
noise2_2=Ishot2_2+Ij;
noise2_3=Ishot2_3+Ij;
snr1_1=(1-0.0714)*Is1_1.^2./noise1_1;
snr1_2=(1-0.0714)*Is1_2.^2./noise1_2;
snr1_3=(1-0.0714)*Is1_3.^2./noise1_3;
snr2_1=(1-0.0714)*Is2_1.^2./noise2_1;
snr2_2=(1-0.0714)*Is2_2.^2./noise2_2;
snr2_3=(1-0.0714)*Is2_3.^2./noise2_3;
C1_1=log2(1+snr1_1)                % nilai kapasitas sistem untuk visibilitas 20 km dan I = 0,5
C1_2=log2(1+snr1_2)                % nilai kapasitas sistem untuk visibilitas 23 km dan I = 0,5
C1_3=log2(1+snr1_3)                % nilai kapasitas sistem untuk visibilitas 50 km dan I = 0,5
C2_1=log2(1+snr2_1)                % nilai kapasitas sistem untuk visibilitas 20 km dan I = 1,0
C2_2=log2(1+snr2_2)                % nilai kapasitas sistem untuk visibilitas 23 km dan I = 1,0
C2_3=log2(1+snr2_3)                % nilai kapasitas sistem untuk visibilitas 50 km dan I = 1,0
plot(L,CperB1_1,'r-*',L,CperB1_2,'b->',L,CperB1_3,'g-o',L,CperB2_1,'r-.*',L,CperB2_2,'b-
.>',L,CperB2_3,'g-.o')
legend('I1=0,5;  a1=0,54  dB/km','I1=0,5;  a2=0,47  dB/km','I1=0,5;  a3=0,19  dB/km','I2=1,0;  a1=0,54
dB/km','I2=1,0;  a2=0,47  dB/km','I3=1,0;  a3=0,19  dB/km');
xlabel('Jarak  pemancar dan penerima  (km)');
ylabel('C  (bps/Hz)');
title('Grafik  pengaruh jarak  pemancar dan penerima  terhadap kapasitas sistem');
grid on;
```

LAMPIRAN 5.

Listing Program untuk Menentukan BER Sistem

```
format long;
Cn2=2e-13;                                  % Nilai parameter struktur indeks bias
Pt=80;                                      % Daya Transmisi (mW)
Pt_dB=10*log10(Pt);                         % Daya Transmisi dalam dB
L=[1:0.2:5];                                % jarak pemancar dan penerima (km)
alfa1=0.54;                                 % koefisien redaman untuk visibilitas 20 km
alfa2=0.47;                                 % koefisien redaman untuk visibilitas 23 km
alfa3=0.19;                                 % koefisien redaman untuk visibilitas 50 km
Lpoint=[1;1;1;1;1];                         % rugi-rugi pointing
Lopt=[1;1;1;1;1];                           % rugi-rugi optik
d1=0.025;                                   % Transmit aperture diameter
d2=0.2;                                     % Receiver aperture diameter
teta=2;                                     % Beam divergence
k=2*3.14/1550e-9;                           % jumlah glombang
d=sqrt(k*(d2)^2./(4*L*1e+3));
Tsint 2=1.23*Cn2*k.^(7/6)*(L* 1e+3).^(11/6);   % nilai variansi sintilasi
Tx=sqrt(Tx2);
Lsint=2*Tx;                                 % rugi-rugi sintilasi
Lgeo=(d2^2)./(d1+L.*teta).^2;               % Redaman geometrik
Lgeo_dB=10*log10(Lgeo);                     % Redaman Geometrik (dB)
La1=alfa1*L;                                % Redaman cuaca cerah visibilitas 20 km
La2=alfa2*L;                                % Redaman cuaca cerah visibilitas 23 km
La3=alfa3*L;                                % Redaman cuaca cerah visibilitas 50 km
alpa=(exp(0.49*Tx2./((1+0.18*d.^2+0.56*Tx.^(12/5)).^(7/6)))-1).^-1;
beta=(exp(0.51*Tx2./((1+0.69.*Tx.^(12/5)).^(5/6).*(1+0.9.*d.^2+0.62.*d.^2.*Tx.^(12/5)))-1).^-1);
ga=gamma(alpa);
gb=gamma(beta);
I1=2.*(alpa.*beta).^((alpa+beta)./2)./(ga.*gb).*i1.^((alpa+beta)/2-1).*b;
%untuk intensitas sinyal i=0.5
i1=0.5;  % nilai intensitas sinyal 0,5
b=besselk(alpa-beta,(2.*sqrt((alpa.*beta).*i1)));
Pr1_1=Pt.*(d2^2)./(d1+L.*teta).^2.* 10.^((-alfa1.* L)/10).* 10.^((-2)/10).* 10.^(-
      2*sqrt(1.23*Cn2*k.^(7/6)*(L* 1e+3).^(11/6))/10).*2.*(alpa.*beta).^((alpa+beta)./2)./(ga.*gb).*i1.^
      ((alpa+beta)/2-1).*b;                 % nilai daya terima (mW) untuk visibilitas 20 km dan I= 0,5
Pr1_2=Pt.*(d2^2)./(d1+L.*teta).^2  .*10.^((-alfa2.* L)/10).* 10.^((-2)/ 10).* 10.^(-
      2*sqrt(1.23*Cn2*k.^(7/6)*(L* 1e+3).^(11/6))/10).*2.*(alpa.*beta).^((alpa+beta)./2)./(ga.*gb).*i1.
      ^((alpa+beta)/2-1).*b;                % nilai daya terima (mW) untuk visibilitas 23 km dan I= 0,5
```

```
Pr1_3=Pt.*(d2^2)./(d1+L.*teta).^2.* 10.^((-alfa3.* L)/10).* 10.^((-2)/10).* 10.^(-
      2*sqrt(1.23*Cn2*k.^(7/6)*(L* 1e+3).^(11/6))/10).*2.*(alpa.*beta).^((alpa+beta)./2)./(ga.*gb).*i1.
      ^((alpa+beta)/2-1).*b;          % nilai daya terima(mW) untuk visibilitas 50 km dan I= 0,5
%untuk intensitas sinyal i=1
i2=1;                                 % nilai intensitas sinyal 1,0
b=besselk(alpa-beta,(2.*sqrt((alpa.*beta).*i2)));
Pr2_1=Pt.*(d2^2)./(d1+L.*teta).^2.* 10.^((-alfa1.* L)/10).* 10.^((-1-1)/10).* 10.^(-
      2*sqrt(1.23*Cn2*k.^(7/6)*(L* 1e+3).^(11/6))/10).*2.*(alpa.*beta).^((alpa+beta)./2)./(ga.*gb).*i2.^
      ((alpa+beta)/2-1).*b;           % nilai daya terima (mW) untuk visibilitas 20 km dan I= 1,0
Pr2_2=Pt.*(d2^2)./(d1+L.*teta).^2.* 10.^((-alfa2.* L)/10).* 10.^((-1-1)/10).* 10.^(-
      2*sqrt(1.23*Cn2*k.^(7/6)*(L* 1e+3).^(11/6))/10).*2.*(alpa.*beta).^((alpa+beta)./2)./(ga.*gb).*i2.^
      ((alpa+beta)/2-1).*b;           % nilai daya terima (mW) untuk visibilitas 23 km dan I= 1,0
Pr2_3=Pt.*(d2^2)./(d1+L.*teta).^2.* 10.^((-alfa3.* L)/10).* 10.^((-1-1)/10).* 10.^(-
      2*sqrt(1.23*Cn2*k.^(7/6)*(L* 1e+3).^(11/6))/10).*2.*(alpa.*beta).^((alpa+beta)./2)./(ga.*gb).*i2.^
      ((alpa+beta)/2-1).*b;          % nilai daya terima(mW) untuk visibilitas 50 km dan I = 1,0
N=1200;                               % jumlah subcarrier
B=13.191e+6;                          % Bandwidth OFDMA
q=1.6*10^-19;                         % besar muatan elektron
k=1.38*10^-23;                        % konstanta Boltzman
T=300;                                % Temperatur mutlak
Rl=50;                                % Resistansi Beban
Is1_1=9.*Pr1_1*10^-3;
Is1_2=9.*Pr1_2*10^-3;
Is1_3=9.*Pr1_3*10^-3;
Is2_1=9.*Pr2_1*10^-3;
Is2_2=9.*Pr2_2*10^-3;
Is2_3=9.*Pr2_3*10^-3;
Ishot1_1=2*q*Is1_1*B;
Ishot1_2=2*q*Is1_2*B;
Ishot1_3=2*q*Is1_3*B;
Ishot2_1=2*q*Is2_1*B;
Ishot2_2=2*q*Is2_2*B;
Ishot2_3=2*q*Is2_3*B;
Ij=4*k*T*B/Rl;
noise1_1=Ishot1_1+Ij;
noise1_2=Ishot1_2+Ij;
noise1_3=Ishot1_3+Ij;
noise2_1=Ishot2_1+Ij;
noise2_2=Ishot2_2+Ij;
noise2_3=Ishot2_3+Ij;
```

```
snr1_1=(1-0.0714)*Is1_1.^2./noise1_1;
snr1_2=(1-0.0714)*Is1_2.^2./noise1_2;
snr1_3=(1-0.0714)*Is1_3.^2./noise1_3;
snr2_1=(1-0.0714)*Is2_1.^2./noise2_1;
snr2_2=(1-0.0714)*Is2_2.^2./noise2_2;
snr2_3=(1-0.0714)*Is2_3.^2./noise2_3;
snr1_1dB=10*log10(snr1_1)                % nilai SNR untuk visibilitas 20 km dan I = 0,5
snr1_2dB=10*log10(snr1_2)                % nilai SNR untuk visibilitas 23 km dan I= 0,5
snr1_3dB=10*log10(snr1_3)                % nilai SNR untuk visibilitas 50 km dan I= 0,5
snr2_1dB=10*log10(snr2_1)                % nilai SNR untuk visibilitas 20 km dan I = 1,0
snr2_2dB=10*log10(snr2_2)                % nilai SNR untuk visibilitas 23 km dan I= 1,0
snr2_3dB=10*log10(snr2_3)                % nilai SNR untuk visibilitas 50 km dan I= 1,0
Rtot=24.515e+6;                          % laju total data
EbperNo1_1=snr1_1dB-10*log10(B/Rtot);
EbperNo1_2=snr1_2dB-10*log10(B/Rtot);
EbperNo1_3=snr1_3dB-10*log10(B/Rtot);
EbperNo2_1=snr2_1dB-10*log10(B/Rtot);
EbperNo2_2=snr2_2dB-10*log10(B/Rtot);
EbperNo2_3=snr2_3dB-10*log10(B/Rtot);
BER1_1=0.5*erfc(sqrt(EbperNo1_1))        % nilai BER untuk visibilitas 20 km dan I = 0,5
BER1_2=0.5*erfc(sqrt(EbperNo1_2))        % nilai BER untuk visibilitas 23 km dan I= 0,5
BER1_3=0.5*erfc(sqrt(EbperNo1_3))        % nilai BER untuk visibilitas 50 km dan I= 0,5
BER2_1=0.5*erfc(sqrt(EbperNo2_1))        % nilai BER untuk visibilitas 20 km dan I = 1,0
BER2_2=0.5*erfc(sqrt(EbperNo2_2))        % nilai BER untuk visibilitas 23 km dan I= 1,0
BER2_3=0.5*erfc(sqrt(EbperNo2_3))        % nilai BER untuk visibilitas 50 km dan I= 1,0
plot(L,BER1_1,'r-*',L,BER1_2,'b->',L,BER1_3,'g-o',L,BER2_1,'r-.*',L,BER2_2,'b-.>',L,BER2_3,'g-.o')
legend('I1=0,5; a1=0,54 dB/km','I1=0,5; a2=0,47 dB/km','I1=0,5; a3=0,19 dB/km','I2=1,0; a1=0,54
dB/km','I2=1,0; a2=0,47 dB/km','I3=1,0; a3=0,19 dB/km')
xlabel('Jarak pemancar dan penerima (km)')
ylabel('BER)')
title('Grafik pengaruh jarak pemancar dan penerima terhadap B')
grid on
```