

LAMPIRAN A

Coding Program dengan software MATLAB 7.11.0 (R2010b)

Simulasi Sistem OFDM dengan pengaruh modulasi QPSK dan 16 QAM untuk menghitung nilai BER pada Kanal AWGN dan Rayleigh fading

```
clc
clear all
close all
%% Initializing Parameters
% QPSK Modulation = 4QAM constellation
% 16QAM Modulation = 16QAM constellation
Bit = input('bit = '); %Data Masukan
mod_type = input('Enter the modulation type[1 for QPSK,2 for 16QAM]: ');
chan_type = input('Enter the channel type[1 for AWGN, 2 for Rayleigh Fading]: ');
Line = 8; %Jumlah Baris
Fc = 4e9; % Frekuensi Carrier (Hz)
c = 3e8; % m/s
v = 3; % Kecepatan Penerima (km/jam)
fs = 30e3;
tsamp = 1/(fs);

%% Transmitter
% Membangkitkan Data Bit Secara Acak
gen_data = randint(1,Bit);
figure(1), stairs(gen_data);
title('Membangkitkan Data Bit Secara Acak');
axis([-0.5 Bit -0.5 1.5]);
xlabel('Data Bit');
ylabel('Amplitude');
% Modulasi QPSK & 16QAM
nc = [4;16]; % 4=(4QAM = QPSK) ; 16=16QAM
```

```

mode = nc(mod_type);
switch mode
    case 4
        % Serial To Parallel Converter
        S2P = reshape(gen_data,Line,[]);
        [a b]= size(S2P);
        figure(2);
        subplot(411);stairs(S2P(1,:)); axis([-0.5 b -0.5
1.5]);title('Serial to Parallel Converter');xlabel('Data
Bit');ylabel('Amplitude');
        subplot(412);stairs(S2P(2,:)); axis([-0.5 b -0.5
1.5]);xlabel('Data Bit');ylabel('Amplitude');
        subplot(413);stairs(S2P(3,:)); axis([-0.5 b -0.5
1.5]);xlabel('Data Bit');ylabel('Amplitude');
        subplot(414);stairs(S2P(4,:)); axis([-0.5 b -0.5
1.5]);xlabel('Data Bit');ylabel('Amplitude');
        % Modulasi QPSK
        N = Bit/Line;
        hModulator = comm.QPSKModulator('BitInput',true);
        hModulator.PhaseOffset = pi/4;
        for x = 1:N;
            mod(:,x)=step(hModulator,S2P(:,x)); %QPSK Modulation
        end
        figure(3), plot(mod,'bo');
        title('Constellation Modulation QPSK');
        grid off;
        axis([-2 2 -2 2]);
        xlabel('In-Phase');
        ylabel('Quadrature');
    case 16
        % Serial To Parallel Converter
        S2P = reshape(gen_data,Line/2,[]);
        [a b]= size(S2P);
        figure(2);

```

```

        subplot(411);stairs(S2P(1,:)); axis([-0.5 b -0.5
1.5]);title('Serial to Parallel Converter');xlabel('Data
Bit');ylabel('Amplitude');
        subplot(412);stairs(S2P(2,:)); axis([-0.5 b -0.5
1.5]);xlabel('Data Bit');ylabel('Amplitude');
        subplot(413);stairs(S2P(3,:)); axis([-0.5 b -0.5
1.5]);xlabel('Data Bit');ylabel('Amplitude');
        subplot(414);stairs(S2P(4,:)); axis([-0.5 b -0.5
1.5]);xlabel('Data Bit');ylabel('Amplitude');
        % Modulasi 16-QAM
        dec = bi2de(S2P', 'left-msb');
        M = 16;
        hMod = modem.qammod(M);
        mod = modulate(hMod,dec);
        figure(3), plot(mod, 'bo');
        title('Constellation Modulation 16-QAM');
        grid off;
        axis([-4 4 -4 4]);
        xlabel('In-Phase');
        ylabel('Quadrature');
        mod = reshape(mod,Line, []);
end
% IFFT
ifft_func = ifft(mod);
% Cyclic Prefix
Ncp = 2; %Number of cyclic prefix
add_CP=[ifft_func(:,end-Ncp+1:end) ifft_func];
% Parallel To Serial Converter
P2S = reshape (add_CP,1, []);
[a b]= size(P2S);
figure(4), stairs(P2S);
title('Parallel to Serial Converter');
axis([0 b -3 3]);
xlabel('Data Bit');
ylabel('Amplitude');

```

```

%% Channel
snrMin = 0;
snrMax = 30;
snr = snrMin:3:snrMax;
for i = 1:length(snr);
    nk = [1;2]; % 1=AWGN, 2=Rayleigh
    type = nk(chan_type);
    switch type
        case 1
            % AWGN Channel
            Noise = awgn(P2S,i,'measured');
            figure(5),plot(real(Noise));
            xlabel('Time');
            ylabel('Amplitude');
            title('AWGN Channel');
            grid off;
            xlabel('Time');
            ylabel('Amplitude');
        case 2
            % Rayleigh Fading
            Noise = awgn(P2S,i,'measured');
            Fd = round(v*Fc/(3.6*c)); % Frekuensi Doppler(Hz)
            % Rayleigh Fading + AWGN Channel
            ch = rayleighchan(tsamp,Fd,1e-7*[0 0.2 0.4],[-3.98 -3.01
0]);

            ch.ResetBeforeFiltering = 0;
            fad = abs(filter(ch,ones(size(Noise))));
            Noise = fad.*Noise;
            figure(5),plot(real(Noise));
            xlabel('Time');
            ylabel('Amplitude');
            title('Rayleigh Fading Channel');
            grid off;
            xlabel('Time');

```

```

        ylabel('Amplitude');
    end

%% Receiver
mode = nc(mod_type);
switch mode
    case 4
        % QPSK
        % Serial To Parallel Converter
        S2P2 = reshape(Noise,Line/2,[]);
        [k l]= size(S2P);
        figure(6);
        subplot(411);stairs(S2P2(1,:)); axis([-0.5 1 -0.5
1.5]);title('Serial to Parallel Converter');xlabel('Data
Bit');ylabel('Amplitude');
        subplot(412);stairs(S2P2(2,:)); axis([-0.5 1 -0.5
1.5]);xlabel('Data Bit');ylabel('Amplitude');
        subplot(413);stairs(S2P2(3,:)); axis([-0.5 1 -0.5
1.5]);xlabel('Data Bit');ylabel('Amplitude');
        subplot(414);stairs(S2P2(4,:)); axis([-0.5 1 -0.5
1.5]);xlabel('Data Bit');ylabel('Amplitude');
        % Removing Cyclic Prefix(QPSK)
        remove_CP = S2P2(:,Ncp+1:(N+Ncp));
        % Amplitude demodulation (DFT using fast version FFT)
        fft_func = fft(remove_CP);
        figure(7), plot(fft_func,'ro');
        title('Constellation Demodulation QPSK');
        grid off;
        axis([-2 2 -2 2]);
        xlabel('In-Phase');
        ylabel('Quadrature');
        % Demodulation (Un-Mapping)
        hDemod = comm.QPSKDemodulator('BitOutput',true);
        hDemodulator.PhaseOffset = pi/4;
        for y = 1:N;

```

```

demod(:,y)=step(hDemod,fft_func(:,y)); %Demodulasi
QPSK

end
% Parallel To serial Converter
P2S2 = reshape(demod,1,[]);
figure(8), stairs(P2S2);
title('Parallel to Serial Converter(Output Data)');
axis([-0.5 Bit -0.5 1.5]);
xlabel('Data Bit');
ylabel('Amplitude');
%BER
jumlaherror(i)=sum(gen_data~=P2S2);
error(i)=jumlaherror(i)/Bit
case 16
% QAM
% Serial To Parallel Converter
S2P2 = reshape(Noise,Line,[]);
[k l]= size(S2P2);
figure(6);
subplot(411);stairs(S2P2(1,:)); axis([-0.5 1 -0.5
1.5]);title('Serial to Parallel Converter');xlabel('Data
Bit');ylabel('Amplitude');
subplot(412);stairs(S2P2(2,:)); axis([-0.5 1 -0.5
1.5]);xlabel('Data Bit');ylabel('Amplitude');
subplot(413);stairs(S2P2(3,:)); axis([-0.5 1 -0.5
1.5]);xlabel('Data Bit');ylabel('Amplitude');
subplot(414);stairs(S2P2(4,:)); axis([-0.5 1 -0.5
1.5]);xlabel('Data Bit');ylabel('Amplitude');
% Removing Cyclic Prefix(16QAM)
remove_CP = S2P2(:,Ncp-1:(end-Ncp)); %Removing Cyclic
Prefix
% Amplitude demodulation (DFT using fast version FFT)
fft_func = fft(remove_CP);
figure(7), plot(fft_func,'ro');
title('Constellation Demodulation 16-QAM');

```

```

grid off;
axis([-4 4 -4 4]);
xlabel('In-Phase');
ylabel('Quadrature');
% Demodulation 16-QAM (Un-Mapping)
hDemod = modem.qamdemod(M);
demod=demodulate(hDemod,fft_func);
demod = de2bi(demod,'left-msb');
% Parallel To serial Converter
P2S2 = reshape(demod,1,[]);
figure(8), stairs(P2S2);
title('Parallel to Serial Converter(Output Data)');
axis([-0.5 Bit -0.5 1.5]);
xlabel('Data Bit');
ylabel('Amplitude');
%BER
jumlaherror(i)=sum(gen_data~=P2S2);
p_error(i)=jumlaherror(i)/Bit;
prob = (qfunc((1/(10^0.5))*snr))
error = prob/p_error(i)
end
end
figure(9),semilogy(snr,error,'-or','linewidth',2);
grid on;
hold on;
axis([0 snrMax 10^-4 10^0]);
xlabel('SNR(dB)');
ylabel('Bit Error Rate (BER)');
title('Grafik SNR vs BER');

```

LAMPIRAN B
ERROR FUNCTION TABLE

x	erf(x)	erfc(x)
0	0	1
0,1	0,112463	0,887537
0,02	0,022565	0,977435
0,03	0,033841	0,966159
0,04	0,045111	0,954889
0,05	0,056372	0,943628
0,06	0,067622	0,932378
0,07	0,078858	0,921142
0,08	0,090078	0,909922
0,09	0,101281	0,898719
0,1	0,112463	0,887537
0,11	0,123623	0,876377
0,12	0,134758	0,865242
0,13	0,145867	0,854133
0,14	0,156947	0,843053
0,15	0,167996	0,832004
0,16	0,179012	0,820988
0,17	0,189992	0,810008
0,18	0,200936	0,799064
0,19	0,21184	0,78816
0,2	0,222703	0,777297
0,21	0,233522	0,766478
0,22	0,244296	0,755704
0,23	0,255023	0,744977
0,24	0,2657	0,7343
0,25	0,276326	0,723674
0,26	0,2869	0,7131
0,27	0,297418	0,702582
0,28	0,30788	0,69212
0,29	0,318283	0,681717
0,3	0,328627	0,671373
0,31	0,338908	0,661092
0,32	0,349126	0,650874
0,33	0,359279	0,640721
0,34	0,369365	0,630635
0,35	0,379382	0,620618
0,36	0,38933	0,61067
0,37	0,399206	0,600794
0,38	0,409009	0,590991
0,39	0,418739	0,581261
0,4	0,428392	0,571608
0,41	0,437969	0,562031
0,42	0,447468	0,552532
0,43	0,456887	0,543113

x	erf(x)	erfc(x)
0,44	0,466225	0,533775
0,45	0,475482	0,524518
0,46	0,484655	0,515345
0,47	0,493745	0,506255
0,48	0,50275	0,49725
0,49	0,511668	0,488332
0,5	0,5205	0,4795
0,51	0,529244	0,470756
0,52	0,537899	0,462101
0,53	0,546464	0,453536
0,54	0,554939	0,445061
0,55	0,563323	0,436677
0,56	0,571616	0,428384
0,57	0,579816	0,420184
0,58	0,587923	0,412077
0,59	0,595936	0,404064
0,6	0,603856	0,396144
0,61	0,611681	0,388319
0,62	0,619411	0,380589
0,63	0,627046	0,372954
0,64	0,634586	0,365414
0,65	0,642029	0,357971
0,66	0,649377	0,350623
0,67	0,656628	0,343372
0,68	0,663782	0,336218
0,69	0,67084	0,32916
0,7	0,677801	0,322199
0,71	0,684666	0,315334
0,72	0,691433	0,308567
0,73	0,698104	0,301896
0,74	0,704678	0,295322
0,75	0,711156	0,288844
0,76	0,717537	0,282463
0,77	0,723822	0,276178
0,78	0,73001	0,26999
0,79	0,736103	0,263897
0,8	0,742101	0,257899
0,81	0,748003	0,251997
0,82	0,753811	0,246189
0,83	0,759524	0,240476
0,84	0,765143	0,234857
0,85	0,770668	0,229332
0,86	0,7761	0,2239
0,87	0,78144	0,21856

x	erf(x)	erfc(x)
0,88	0,786687	0,213313
0,89	0,791843	0,208157
0,9	0,796908	0,203092
0,91	0,801883	0,198117
0,92	0,806768	0,193232
0,93	0,811564	0,188436
0,94	0,816271	0,183729
0,95	0,820891	0,179109
0,96	0,825424	0,174576
0,97	0,82987	0,17013
0,98	0,834232	0,165768
0,99	0,838508	0,161492
1	0,842701	0,157299
1,01	0,84681	0,15319
1,02	0,850838	0,149162
1,03	0,854784	0,145216
1,04	0,85865	0,14135
1,05	0,862436	0,137564
1,06	0,866144	0,133856
1,07	0,869773	0,130227
1,08	0,873326	0,126674
1,09	0,876803	0,123197
1,1	0,880205	0,119795
1,11	0,883533	0,116467
1,12	0,886788	0,113212
1,13	0,889971	0,110029
1,14	0,893082	0,106918
1,15	0,896124	0,103876
1,16	0,899096	0,100904
1,17	0,902	0,098
1,18	0,904837	0,095163
1,19	0,907608	0,092392
1,2	0,910314	0,089686
1,21	0,912956	0,087044
1,22	0,915534	0,084466
1,23	0,91805	0,08195
1,24	0,920505	0,079495
1,25	0,9229	0,0771
1,26	0,925236	0,074764
1,27	0,927514	0,072486
1,28	0,929734	0,070266
1,29	0,931899	0,068101
1,3	0,934008	0,065992
1,31	0,936063	0,063937

x	erf(x)	erfc(x)
1,33	0,940015	0,059985
1,34	0,941914	0,058086
1,35	0,943762	0,056238
1,36	0,945561	0,054439
1,37	0,947312	0,052688
1,38	0,949016	0,050984
1,39	0,950673	0,049327
1,4	0,952285	0,047715
1,41	0,953852	0,046148
1,42	0,955376	0,044624
1,43	0,956857	0,043143
1,44	0,958297	0,041703
1,45	0,959695	0,040305
1,46	0,961054	0,038946
1,47	0,962373	0,037627
1,48	0,963654	0,036346
1,49	0,964898	0,035102
1,5	0,966105	0,033895
1,51	0,967277	0,032723
1,52	0,968413	0,031587
1,53	0,969516	0,030484
1,54	0,970586	0,029414
1,55	0,971623	0,028377
1,56	0,972628	0,027372
1,57	0,973603	0,026397
1,58	0,974547	0,025453
1,59	0,975462	0,024538
1,6	0,976348	0,023652
1,61	0,977207	0,022793
1,62	0,978038	0,021962
1,63	0,978843	0,021157
1,64	0,979622	0,020378
1,65	0,980376	0,019624
1,66	0,981105	0,018895
1,67	0,98181	0,01819
1,68	0,982493	0,017507
1,69	0,983153	0,016847
1,7	0,98379	0,01621
1,71	0,984407	0,015593
1,72	0,985003	0,014997
1,73	0,985578	0,014422
1,74	0,986135	0,013865
1,75	0,986672	0,013328
1,76	0,98719	0,01281
1,77	0,987691	0,012309
1,78	0,988174	0,011826
1,79	0,988641	0,011359

x	erf(x)	erfc(x)
1,8	0,989091	0,010909
1,81	0,989525	0,010475
1,82	0,989943	0,010057
1,83	0,990347	0,009653
1,84	0,990736	0,009264
1,85	0,991111	0,008889
1,86	0,991472	0,008528
1,87	0,991821	0,008179
1,88	0,992156	0,007844
1,89	0,992479	0,007521
1,9	0,99279	0,00721
1,91	0,99309	0,00691
1,92	0,993378	0,006622
1,93	0,993656	0,006344
1,94	0,993923	0,006077
1,95	0,994179	0,005821
1,96	0,994426	0,005574
1,97	0,994664	0,005336
1,98	0,994892	0,005108
1,99	0,995111	0,004889
2	0,995322	0,004678
2,01	0,995525	0,004475
2,02	0,995719	0,004281
2,03	0,995906	0,004094
2,04	0,996086	0,003914
2,05	0,996258	0,003742
2,06	0,996423	0,003577
2,07	0,996582	0,003418
2,08	0,996734	0,003266
2,09	0,99688	0,00312
2,1	0,997021	0,002979
2,11	0,997155	0,002845
2,12	0,997284	0,002716
2,13	0,997407	0,002593
2,14	0,997525	0,002475
2,15	0,997639	0,002361
2,16	0,997747	0,002253
2,17	0,997851	0,002149
2,18	0,997951	0,002049
2,19	0,998046	0,001954
2,2	0,998137	0,001863
2,21	0,998224	0,001776
2,22	0,998308	0,001692
2,23	0,998388	0,001612
2,24	0,998464	0,001536
2,25	0,998537	0,001463
2,26	0,998607	0,001393

x	erf(x)	erfc(x)
2,27	0,998674	0,001326
2,28	0,998738	0,001262
2,29	0,998799	0,001201
2,3	0,998857	0,001143
2,31	0,998912	0,001088
2,32	0,998966	0,001034
2,33	0,999016	0,000984
2,34	0,999065	0,000935
2,35	0,999111	0,000889
2,36	0,999155	0,000845
2,37	0,999197	0,000803
2,38	0,999237	0,000763
2,39	0,999275	0,000725
2,4	0,999311	0,000689
2,41	0,999346	0,000654
2,42	0,999379	0,000621
2,43	0,999411	0,000589
2,44	0,999441	0,000559
2,45	0,999469	0,000531
2,46	0,999497	0,000503
2,47	0,999523	0,000477
2,48	0,999547	0,000453
2,49	0,999571	0,000429
2,5	0,999593	0,000407
2,51	0,999614	0,000386
2,52	0,999635	0,000365
2,53	0,999654	0,000346
2,54	0,999672	0,000328
2,55	0,999689	0,000311
2,56	0,999706	0,000294
2,57	0,999722	0,000278
2,58	0,999736	0,000264
2,59	0,999751	0,000249
2,6	0,999764	0,000236
2,61	0,999777	0,000223
2,62	0,999789	0,000211
2,63	0,9998	0,0002
2,64	0,999811	0,000189
2,65	0,999822	0,000178
2,66	0,999831	0,000169
2,67	0,999841	0,000159
2,68	0,999849	0,000151
2,69	0,999858	0,000142
2,7	0,999866	0,000134
2,71	0,999873	0,000127
2,72	0,99988	0,00012
2,73	0,999887	0,000113

x	erf(x)	erfc(x)
2,74	0,999893351	0,000106649
2,75	0,999899378	0,000100622
2,76	0,999905082	9,49176E-05
2,77	0,99991048	8,95197E-05
2,78	0,999915587	8,44127E-05
2,79	0,999920418	7,95819E-05
2,8	0,999924987	7,50132E-05
2,81	0,999929307	7,06933E-05
2,82	0,99993339	6,66096E-05
2,83	0,99993725	6,27497E-05
2,84	0,999940898	5,91023E-05
2,85	0,999944344	5,56563E-05
2,86	0,999947599	5,24012E-05
2,87	0,999950673	4,9327E-05
2,88	0,999953576	4,64244E-05
2,89	0,999956316	4,36842E-05
2,9	0,999958902	4,10979E-05
2,91	0,999961343	3,86573E-05
2,92	0,999963645	3,63547E-05
2,93	0,999965817	3,41828E-05
2,94	0,999967866	3,21344E-05
2,95	0,999969797	3,0203E-05
2,96	0,999971618	2,83823E-05
2,97	0,999973334	2,66662E-05
2,98	0,999974951	2,50491E-05
2,99	0,999976474	2,35256E-05
3	0,99997791	2,20905E-05
3,01	0,999979261	2,0739E-05
3,02	0,999980534	1,94664E-05
3,03	0,999981732	1,82684E-05
3,04	0,999982859	1,71409E-05
3,05	0,99998392	1,60798E-05
3,06	0,999984918	1,50816E-05
3,07	0,999985857	1,41426E-05
3,08	0,99998674	1,32595E-05
3,09	0,999987571	1,24292E-05
3,1	0,999988351	1,16487E-05
3,11	0,999989085	1,0915E-05
3,12	0,999989774	1,02256E-05
3,13	0,999990422	9,57795E-06
3,14	0,99999103	8,96957E-06
3,15	0,999991602	8,39821E-06
3,16	0,999992138	7,86174E-06
3,17	0,999992642	7,35813E-06
3,18	0,999993115	6,88545E-06
3,19	0,999993558	6,4419E-06
3,2	0,999993974	6,02576E-06

x	erf(x)	erfc(x)
3,21	0,999994365	5,63542E-06
3,22	0,999994731	5,26935E-06
3,23	0,999995074	4,92612E-06
3,24	0,999995396	4,60435E-06
3,25	0,999995697	4,30278E-06
3,26	0,99999598	4,02018E-06
3,27	0,999996245	3,75542E-06
3,28	0,999996493	3,50742E-06
3,29	0,999996725	3,27517E-06
3,3	0,999996942	3,05771E-06
3,31	0,999997146	2,85414E-06
3,32	0,999997336	2,6636E-06
3,33	0,999997515	2,48531E-06
3,34	0,999997681	2,3185E-06
3,35	0,999997838	2,16248E-06
3,36	0,999997983	2,01656E-06
3,37	0,99999812	1,88013E-06
3,38	0,999998247	1,75259E-06
3,39	0,999998367	1,63338E-06
3,4	0,999998478	1,52199E-06
3,41	0,999998582	1,41793E-06
3,42	0,999998679	1,32072E-06
3,43	0,99999877	1,22994E-06
3,44	0,999998855	1,14518E-06
3,45	0,999998934	1,06605E-06
3,46	0,999999008	9,92201E-07
3,47	0,999999077	9,23288E-07
3,48	0,999999141	8,58996E-07
3,49	0,999999201	7,99025E-07
3,5	0,999999257	7,43098E-07
3,51	0,999999309	6,90952E-07
3,52	0,999999358	6,42341E-07
3,53	0,999999403	5,97035E-07
3,54	0,999999445	5,54816E-07
3,55	0,999999485	5,15484E-07
3,56	0,999999521	4,78847E-07
3,57	0,999999555	4,44728E-07
3,58	0,999999587	4,1296E-07
3,59	0,999999617	3,83387E-07
3,6	0,999999644	3,55863E-07
3,61	0,99999967	3,30251E-07
3,62	0,999999694	3,06423E-07
3,63	0,999999716	2,84259E-07
3,64	0,999999736	2,63647E-07
3,65	0,999999756	2,44483E-07
3,66	0,999999773	2,26667E-07
3,67	0,99999979	2,10109E-07

x	erf(x)	erfc(x)
3,68	0,999999805	1,94723E-07
3,69	0,99999982	1,80429E-07
3,7	0,999999833	1,67151E-07
3,71	0,999999845	1,54821E-07
3,72	0,999999857	1,43372E-07
3,73	0,999999867	1,32744E-07
3,74	0,999999877	1,2288E-07
3,75	0,999999886	1,13727E-07
3,76	0,999999895	1,05236E-07
3,77	0,999999903	9,73592E-08
3,78	0,99999991	9,00547E-08
3,79	0,999999917	8,32821E-08
3,8	0,999999923	7,70039E-08
3,81	0,999999929	7,11852E-08
3,82	0,999999934	6,57933E-08
3,83	0,999999939	6,07981E-08
3,84	0,999999944	5,61712E-08
3,85	0,999999948	5,18863E-08
3,86	0,999999952	4,7919E-08
3,87	0,999999956	4,42464E-08
3,88	0,999999959	4,08473E-08
3,89	0,999999962	3,77021E-08
3,9	0,999999965	3,47922E-08
3,91	0,999999968	3,21007E-08
3,92	0,99999997	2,96117E-08
3,93	0,999999973	2,73103E-08
3,94	0,999999975	2,51829E-08
3,95	0,999999977	2,32167E-08
3,96	0,999999979	2,13999E-08
3,97	0,99999998	1,97214E-08
3,98	0,999999982	1,8171E-08
3,99	0,999999983	1,67392E-08
4	0,999999985	1,54173E-08
4,01	0,999999986	1,41969E-08
4,02	0,999999987	1,30707E-08
4,03	0,999999988	1,20314E-08
4,04	0,999999989	1,10726E-08
4,05	0,99999999	1,01882E-08
4,06	0,999999991	9,37269E-09
4,07	0,999999991	8,62073E-09
4,08	0,999999992	7,92756E-09
4,09	0,999999993	7,28871E-09
4,1	0,999999993	6,70003E-09
4,11	0,999999994	6,15769E-09
4,12	0,999999994	5,65816E-09
4,13	0,999999995	5,19813E-09
4,14	0,999999995	4,77458E-09

x	erf(x)	erfc(x)
4,15	0,999999996	4,38468E-09
4,16	0,999999996	4,02583E-09
4,17	0,999999996	3,69564E-09
4,18	0,999999997	3,39186E-09
4,19	0,999999997	3,11245E-09
4,2	0,999999997	2,85549E-09
4,21	0,999999997	2,61924E-09
4,22	0,999999998	2,40207E-09
4,23	0,999999998	2,20247E-09
4,24	0,999999998	2,01907E-09
4,25	0,999999998	1,85057E-09
4,26	0,999999998	1,69581E-09
4,27	0,999999998	1,55369E-09
4,28	0,999999999	1,42319E-09
4,29	0,999999999	1,30341E-09
4,3	0,999999999	1,19347E-09
4,31	0,999999999	1,09259E-09
4,32	0,999999999	1,00005E-09
4,33	0,999999999	9,15162E-10
4,34	0,999999999	8,37317E-10
4,35	0,999999999	7,65944E-10
4,36	0,999999999	7,00519E-10
4,37	0,999999999	6,40556E-10
4,38	0,999999999	5,85612E-10
4,39	0,999999999	5,35276E-10
4,4	1	4,89171E-10
4,41	1	4,4695E-10
4,42	1	4,08293E-10
4,43	1	3,72907E-10
4,44	1	3,40521E-10
4,45	1	3,10886E-10
4,46	1	2,83776E-10
4,47	1	2,58978E-10
4,48	1	2,36302E-10
4,49	1	2,15569E-10
4,5	1	1,96616E-10
5	1	1,53746E-12
5,5	1	7,35785E-15
6	1	2,15197E-17
6,5	1	3,84215E-20
7	1	4,18383E-23
7,5	1	2,77665E-26
8	1	1,12243E-29
8,5	1	2,76232E-33
9	1	4,13703E-37
9,5	1	3,76921E-41
10	1	2,08849E-45