1.JUDUL PROYEK AKHIR:

Analisa Pengiriman Citra Terkompresi SPIHT Melalui Teknik Spread Spectrum Direct Sequence (DS-SS)

2.RUANG LINGKUP:

Ruang lingkup pada proyek akhir ini meliputi berbagai mata kuliah dan materi dalam Teknik Telekomunikasi PENS-ITS, baik yang telah di pelajari sebelumnya maupun mata kuliah yang belum pernah di pelajari. Ruang lingkup tersebut antara lain:

- Teknik Coding
- Pemrograman Matlab
- Teknik Kompresi Data
- Sistem Transmisi Digital

3. TUJUAN:

Tujuan pembuatan proyek akhir ini adalah diharapkan dapat mengetahui dan menganalisa kinerja teknik kompresi SPIHT dengan menggunakan parameter pengukur PSNR melalui sistem transmisi *spreadspectrum Direct sequences(DS-SS)* yang dapat diukur dengan parameter BER, dimana sistem mampu memperbaiki performansi transmisi citra, sehingga diharapkan output citra terekontruksi yang dihasilkan mendekati citra asal.

4.LATAR BELAKANG:

Pada jaman teknologi ini terjadi peningkatan yang cukup pesat terhadap permintaan kebutuhan komunikasi data, baik dari segi layanan, kehandalan sistem, maupun laju transmisinya, data atau informasi tidak hanya disajikan dalam bentuk teks, tetapi juga dapat berbentuk gambar, audio, dan video, atau yang sering disebut dengan sebagai multimedia. Dengan berintegrasinya teknologi *wireless* dan layanan multimedia, pentransmisian citra dan video dengan kualitas yang baik, merupakan hal yang sangat penting. Misalkan Situs web di internet dibuat semenarik mungkin dengan menyertakan visualisasi berupa gambar atau video yang dapat diputar, Tetapi kadang waktu untuk mengaksesnya di perlukan waktu cukup lama hal itu dikarenakan Sinyal multimedia, yang memiliki ukuran data yang besar.

Pada proyek akhir ini akan dibahas tentang bagaimana mengkompresi file citra dengan cara mengurangi redundansi dari data-data yang terdapat dalam citra sehingga dapat disimpan atau ditransmisikan secara efisien. SPIHT (Set Partitioning In Hierarchical Trees) merupakan algoritma kompresi citra yang mampu mencapai rasio kompresi yang tinggi. Dengan cara mengkodekan koefisien hasil transformasi wavelet secara bertahap. Algoritma ini bekerja dengan cara mengolah kesamaan turunan antar subband dalam dekompresi wavelet pada citra. Namun aliran data terkompresi sangat rentan terhadap gangguan kanal, meski untuk jumlah kesalahan data yang sedikit. Hal ini mensyaratkan pengkodean kanal untuk memproteksi data sebelum ditransmisikan pada kanal. Sehingga untuk proses transmisinya digunakan teknik Direct Sequence Spread Spektrum (DS-SS), Spread Specrum digunakan karena pada sistem ini, sinyal yang yang dikirimkan memiliki

bandwidth yang jauh lebih lebar dari *bandwidth* sinyal informasinya sendiri. DSSS menggabungkan sinyal data pada stasiun pengirim dengan suatu *data rate bit sequence*yang lebih tinggi, yang dikenal sebagai *chipping code* atau *processing gain*. *Processing gain* yang tinggi akan meningkatkan tahanan sinyal terhadap interferensi.

5. PERUMUSAN MASALAH DAN BATASAN MASALAH:

PERMASALAHAN:

1. Software yang dapat digunakan dalam pembuatan perangkat lunak berbasis sistem transmisi
2. Data yang akan ditransmisikan dalam sistem transmisi
3. Teknik modulasi dan demodulasi yang dapat digunakan sebagai teknik transmisi data
4. Tipe kanal yang digunakan dalam sistem pentransmisian data sebagai kondisi kanal transmisi data
5. Parameter pengukuran yang digunakan untuk mengetahui kinerja sistem yang telah dibuat

BATASAN MASALAH:

1. Sistem dibuat menggunakan pemrograman matab dengan algoritma kompresi data SPIHT dan sistem transmisi citra.
2. Data citra berupa file gambar.
3. Teknik transmisi data yang digunakan ada teknik spreadspectrum direct sequence (DS-SS) dengan jenis *Pseudonoise Max-Length*.
4. Kanal yang digunakan adalah kanal AWGN (Addative White Gaussian Noise).
5. Parameter yang diukur adalah PSNR (Peak Signal Noise Ratio) dan BER (Bit Error Rate).

6.TINJAUAN PUSTAKA:

6.1 PENELITIAN SEBELUMNYA:

Tara Baskara [1], dalam tugas akhirnya yang berjudul Studi Dan Implementasi Pada MP3 Dengan Teknik Spread Spectrum. Pada tugas akhir ini membahas bagaimana mengolah file citra dan konsep hiding citra pada file Audio. Dimana pada pesan dibuat seperti noise pada berkas audio, sehingga keberadaan pesan tidak dapat diketahui, Teknik lompresi citra yang digunakan adalah JPEG, sedangkan metode pengiriman data digunakan spread spectrum. Spread spectrum digunakan kaena dapat metaransmisikan sebuah pita sinyal informasi sempit ke sebuah kanal pita lebar dengan penyebaran frekuensi. Penyebaran ini berguna untuk menambah tingkat redudansi. Dan pengujian yang dipakai dalam mengukur dampak perubahan dari audio yang dihasilkan setelah dilakukan penyisipan adalah PNSR (Peak Sinyal To Noise Ratio). M. Agus Zainudin [2], dalam penelitianya Transmisi citra menggunakan joint LDPC Decoding yang membahas tentang kompresi citra dengan metode SPIHT, menggunakan metode SPIHT dikarenakan algoritma pada teknik kompresi ini mampu mencapai rasio kompresi tertinggi Namun aliran data terkompresi sangat rentan terhadap gangguan kanal, meski untuk jumlah kesalahan data yang sedikit. Hal ini mensyaratkan pengkodean kanal

untuk memproteksi data sebelum ditransmisikan pada kanal. Kode LDPC merupakan teknik pengkodean kanal yang mampu mendekati batas kapasitas.

Pada tugas akhir ini merupakan pengembangan dari dari dua tugas akhir di atas, dimana aplikasi yang dihasilkan adalah sebuah software yang dapat melakukan kompresi pada file citra dengan menggunakan algoritma SPIHT dan dikarenakan aliran data terkompresi sangat rentan terhadap gangguan kanal, untuk memproteksi data yang akan dilewatkan pada kanal kita menggunakan teknik spread spectrum direct sequences, DSSS menggabungkan sinyal data pada stasiun pengirim dengan suatu *data rate bit sequence* yang lebih tinggi, yang dikenal sebagai *chipping code* atau *processing gain*. *Processing gain* yang tinggi meningkatkan tahanan sinyal terhadap interferensi

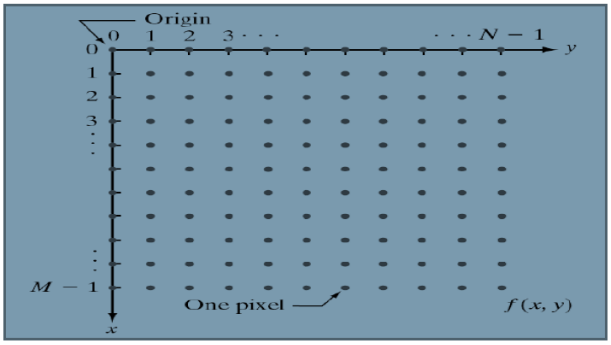
6.2 TEORI PENUNJANG :

6.2.1 Citra:

Citra (image) adalah gambar pada bidang dwimatra (2 dimensi). Ditinjau dari sudut pandang sistematis, citra merupakan fungsi continue dari intensitas cahaya pada bidang dwimatra (2D). Ada 2 jenis citra yaitu : citra diam dan citra bergerak. Citra diam adalah citra tunggal yang tidak bergerak, sedangkan citra bergerak adalah rangkaian citra diam yang ditampilkan secara sekuensial. Sedangkan citra digital merupakan citra yang tersusun dalam bentuk raster (grid / kisi). Setiap kotak (tile) yang terbentuk disebut pixel (picture element) dan memilikikoordinat (x,y). Sumbu x (horizontal) : kolom (column), sample Sumbu y (vertikal) : baris (row,line). Setiap pixel memiliki nilai (value atau number) yang menunjukkan intensitas keabuan pada pixel tersebut.

- Derajat keabuan :

Merepresentasikan grey level atau kode warna. Kisaran nilai ditentukan oleh bit yang dipakai dan akan menunjukkan resolusi aras abu-abu (grey level resolution).
1 bit –2 warna: [0,1]
4 bit –16 warna: [0,15]
8 bit –256 warna: [0,255]
24 bit –16.777.216 warna (true color)
Kanal Merah -Red (R): [0,255]
Kanal Hijau - Green (G): [0,255]
Kanal Biru - Blue (B): [0,255]



Gambar 1. Pixel matrik

Nilai Digital dan banyak bit :
M = banyak pixel per baris (panjang)

N = banyak pixel per kolom (lebar)
b = banyak / besar bit pada suatu citra

6.2.1.1 Pengolahan Citra:

Pengolahan citra (image processing) merupakan proses untuk mengolah pixel-pixel dalam citra digital untuk tujuan tertentu. Beberapa alasan dilakukan pengolahan citra digital adalah sebagai berikut :

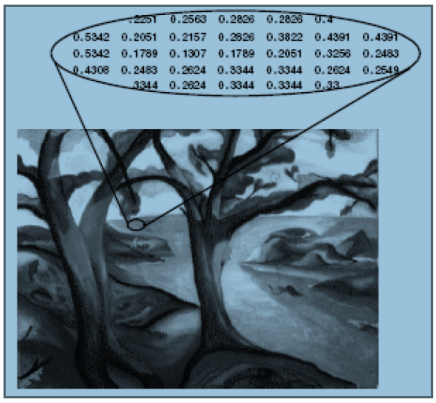
1. Untuk mendapatkan citar asli dari citra yang sudah rusak karena pengaruh noise yang bercampur dengan cira asli dalam suatu proses tertentu. Poses pengolahan citra bertujuan untuk mendapatkan citra yang mendekati citra asli.
2. Untuk mendapatkan citra dengan karakteristik tertentu dan cocok secara visual yang dibutuhkan dalam proses lanjut dalam pemrosesan analisis citra Operasi pengolahan citra dapat diklasifikasikan dalam beberapa jenis sebagai berikut:

1. Image Enhancement (Perbaikan kualitas citra)
2. Image Restoration (Pemugaran Citra)
3. Image Compression (Pemampatan Citra)
4. Image Segmentation
5. Image Analysis
6. Image Recontruction (Rekontruksi Citra)

Operasi-operasi tersebut bertujuan untuk membentuk objek dari beberapa citra hasil proyeksi. Pada citra digital, dengan type bitmap type warna pada titik-titik piksel dibentuk dari sebuah data numerik. Tinggi dan rendahnya keabuan piksel dinyatakan dalam bentuk intensitas atau derajat
keabuan.Satuan lebar intensitas merupakan lebar memori (bit) citra yang disebut dengan format piksel.

6.2.1.2 Format Pixel 1 Bit (Citra Biner Monocrom)

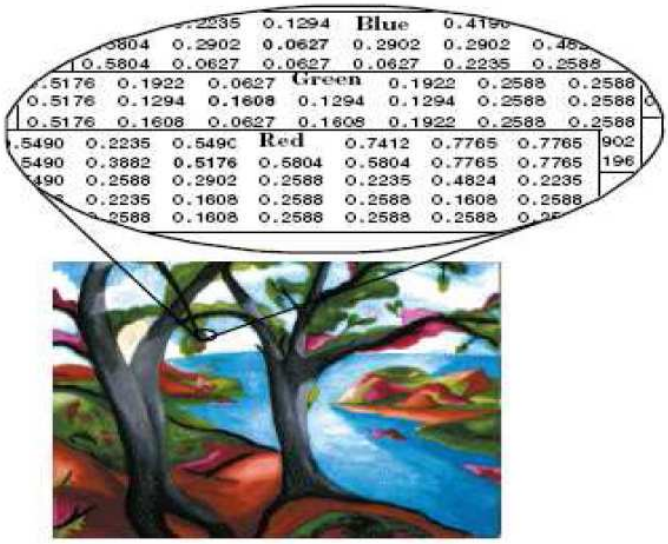
Citra biner diperoleh melalui proses pemisahan pixel –pixel berdasarkan derajat keabuan yang dimilikinya. Pada citra biner, setiap titik bernilai 0 dan 1, masing – masing merepresentasikan warna tertentu. Nilai 0 diberikan untuk pixel yang memiliki derajat keabuan lebih kecil dari nilai batas yang ditentukan, sementara pixel yang memiliki derajat keabuan yang lebih besar dari batas akan di ubah menjadi nilai 1. Pada standard citra untuk ditampilkan di layer computer, nilai biner ini berhubungan dengan ada tidaknya cahaya yang ditembakkan oleh electron gun yang terdapat di dalam monitor computer. Angka 0 menyatakan tidak ada cahaya, dengan demikian warna yang direpresentasikan adalah hitam. Untuk angka 1, terdapat cahaya, sehingga warna yang direpresentasikan adalah putih. Standar tersebut disebut sebagai standar citra cahaya,Setiap titik pada citra hanya membutuhkan 1 bit, sehingga setiap byte dapat menampung informasi 8 bit. Ilustrasi dari citra biner bisa dilihat pada gambar berikut ini:



Gambar 2. Citra Gray Scale

6.2.1.3 Format Pixel 24 Bit (Citra Warna/True Color)

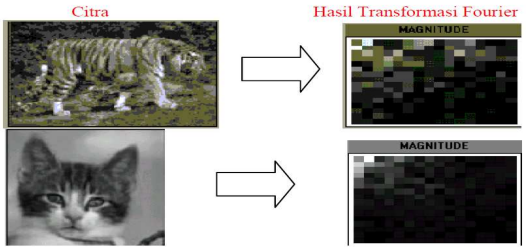
Pada citra warna, setiap titik mempunyai warna yang paling spesifik yang merupakan kombinasi dari 3 warna dasar, yaitu merah (red), hijau (green) dan biru (blue). Ada perbedaan warna dasar untuk dasar cahaya. (misalnya display di monitor komputer) dan untuk cat (misalnya cetakan di atas kertas). Untuk cahaya, warna dasarnya adalah red green dan blue (RGB), sedangkan untuk cat warna dasarnya adalah sian, magenta, kuning (cyan-magentayellow, CMY). Keduanya saling berkomponen. Format citra ini sering disebut sebagai citra RGB (Red-Green-Blue). Setiap warna dasar mempunyai intensitas sendiri dengan nilai maksimum 255 (8bit), misalnya warna kuning merupakan kombinasi warna merah dan hijau sehingga nilai RGB nya adalah 255 255 0. Sedangkan warna ungu muda, nilai RGB nya adalah 150 0 150, dengan demikian setiap titik pada citra warna membutuhkan data 3 byte. Jumlah kombinasi warna yang mungkin untuk format citra ini adalah 224 atau lebih dari 16 juta warna. Dengan demikian, bisa di anggap mencakup semua warna yang ada, inilah sebabnya format ini dinamakan true color. Ilustrasi dari citra ini adalah sebagai berikut :



Gambar 3. Ilustrasi Citra True Color

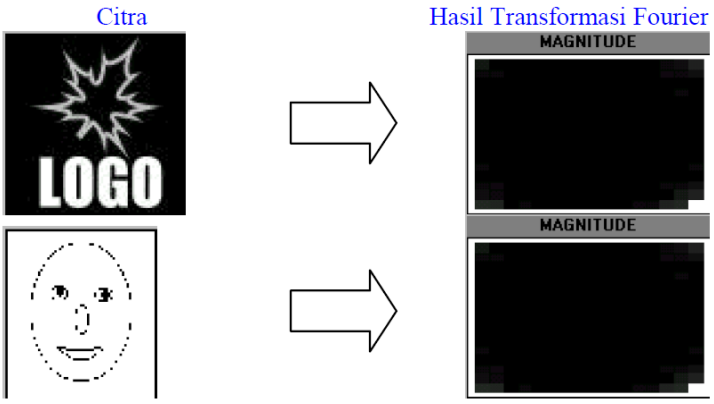
6.2.1.4 Filtering Citra

Filtering adalah suatu proses dimana diambil sebagian sinyal dari frekwensi tertentu, dan membuang sinyal pada frekwensi yang lain. Filtering pada citra juga menggunakan prinsip yang sama, Berikutnya kita perhatikan bagaimana pengaruh frekwensi renda dan frekwensi tinggi pada citra dengan memanfaatkan hasil dari transformasi fourier. Dimana frekwensi pada citra dipengaruhi oleh gradiasi warna yang ada pada citra tersebut. Perhatikan hasil transformasi fourier dari beberapa citra berikut:



Gambar 4. Contoh transformasi fourier citra bergradiasi tinggi

Dapat dilihat bahwa warna putih (terang) pada gambar hasil transformasi fourier menunjukkan level atau nilai fungsi yang tinggi dan warna hitam (gelap) menunjukkan level atau nilai fungsi yang rendah, ini menunjukkan bahwa citra dengan gradiasi (level threshold) tinggi cenderung berada pada frekwensi rendah. Sehingga dapat disimpulkan bahwa citra dengan gradiasi tinggi berada pada frekwensi rendah. Berikutnya dengan menggunakan citra-citra yang bergradiasi rendah seperti berikut dimana nilai treshold yang digunakan merupakan nilai-nilai yang kecil.



Gambar 5. Contoh transformasi fourier citra bergradiasi rendah

terlihat bahwa hasil transformasi fourier menunjukkan nilai fungsi hanya berada pada frekwensi tinggi. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa citra yang bergradiasi rendah berada pada frekwensi tinggi. Demikian pula citra biner, citra dengan threshold tertentu merupakan citra-citra yang bergradiasi rendah, dan citra-citra ini berada pada frekwensi tinggi.

6.2.2 Noise

Noise adalah sebuah parameter yang sangat mengganggu dalam sistem transmisi. Noise sangat tidak diharapkan muncul dalam sistem transmisi. Karena noise sangat mengganggu data yang ditransmisikan. Noise memiliki beberapa klasifikasi, beberapa bentuk dari noise ada yang tidak mungkin dihilangkan yaitu noise thermal. Noise ini terjadi akibat peralatan yang memanas karena lamanya pemakaian peralatan.

6.2.3 Kanal AWGN (Addative White Gaussian Noise).

Kanal AWGN merupakan salah satu contoh dari kanal DMC (Discrete Memoryless Channel). AWGN juga merupakan tipe kanal komunikasi digital yang paling mudah dianalisa. Dalam kanal ini diasumsikan tidak ada distorsi atau pengaruh lainnya selain penambahan Noise White Gaussian. Pada paragraf selanjutnya akan menjelaskan secara detail tentang kanal AWGN. Derau kanal dapat merusak sinyal, karena sinyal yang diterima tidak lagi sama dengan sinyal yang dikirimkan. Sinyal yang diterima dalam selang waktu 0 ‹ t ‹ T, dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$r(t) = Si(t) + n(t)\ ,\ 0 < t < T \qquad (1)$$

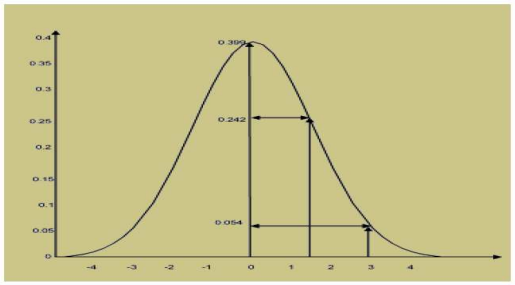
dimana n(t) menggambarkan derau kanal sebagai sebuah proses acak *zero mean* Gaussian Secara teoritis derau kanal sering dimodelkan sebagai AWGN. Derau ini dapat dideskripsikan sebagai proses acak yang terdistribusi Gaussian dengan rata-rata (mean) sama dengan nol. Proses acak Gaussian n(t) merupakan fungsi acak dengan harga n pada saat t, dan dikarakteristikkan secara statistik dengan fungsi rapat probabilitas pdf (probability distribution function) Gaussian
sebagai berikut:

$$P(n) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{\frac{1}{2}(\frac{n}{\sigma})^2} \qquad (2)$$

di mana σ2 merupakan varian dari n. Sedangkan n adalah selisih variable tegangan sinyal (x) dengan rataan (mean). Karakteristik rapat spektral daya (psd) derau *White Gaussian* berharga konstan untuk semua frekuensi. Dengan kata lain, sumber derau yang mempunyai psd dengan karakteristik Gaussian dan w memancarkan jumlah daya derau tiap satuan lebar pita yang sama besar pada tiap frekuensi. Misal notasi psd Gaussian Gn(f), maka dapat ditulis sebagai berikut:

$$G_n(f) = \frac{No}{2}\frac{watt}{Hz} \qquad (3)$$

di mana menunjukkan bahwa Gn(f) memiliki rapat spectral daya dua sisi. Rapat spektral daya derau yang serba sama pada semua frekuensi disebut white dan sering dikenal dengan nama derau putih. Apabila memiliki pdf Gaussian maka disebut derau Gaussian. Derau AWGN berarti memiliki pdf terdistribusi Gaussian dan psd konstan untuk semua frekuensi.

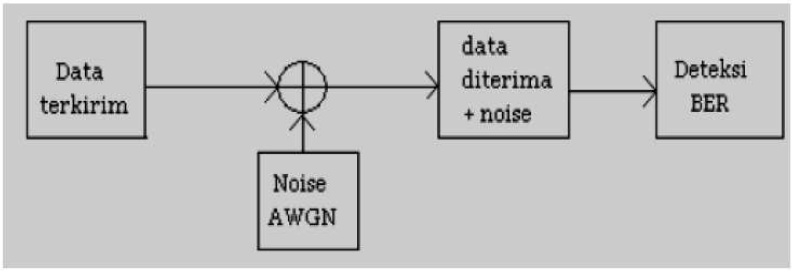


Gambar 6. Grafik Goussian Noise

Untuk memperoleh memperoleh fungsi autokorelasi derau putih dengan melakukan transformasi Fourier balik (IFT) dari rapat spektral dayanya dan dinyatakan sebagai berikut:

$$R_n(t) = F^{-1}\{G_n(f)\}\frac{No}{2}\delta(\tau) \qquad (4)$$

sehingga efek proses deteksi kanal dengan AWGN adalah derau mempengaruhi tiap simbol yang ditransmisikan secara independent. Kanal semacam ini disebut kanal tanpa memori sedangkan additive berarti derau/noise ditambahkan terhadap sinyal.



Gambar 7. Kanal AWGN

Besarnya daya AWGN dapat dihitung sebagai berikut :

$$N=kTB \qquad (5)$$

Pengukuran Bit Error Rate untuk sinyal yang termodulasi BPSK dalam kanal ideal dapat didekati menggunakan fungsi Q, jika yang diketahui adalah rapat daya derau Eb/No.

$$BER = Q(\sqrt{\frac{2E_b}{N_o}}) \qquad (6)$$

6.2.4 Kompresi Citra

Kompresi Citra adalah aplikasi kompresi data yang dilakukan terhadap citra digital dengan tujuan untuk mengurangi redundansi dari data-data yang terdapat dalam citra sehingga dapat disimpan atau ditransmisikan secara efisien.

6.2.4.1 Teknik Kompresi Citra

Ada dua macam teknik dalam kompresi citra, antara lain adalah:

6.2.4.1.1 Lossy Compression:

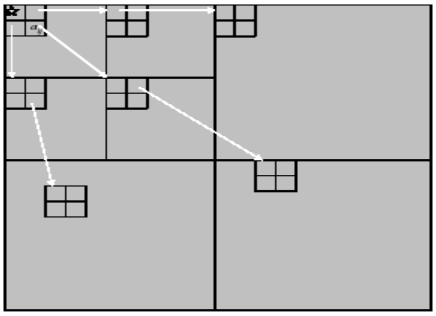
Teknik ini mengubah detail dan warna pada file citra menjadi lebih sederhana tanpa ter -lihat perbedaan yang mencolok dalampandangan manusia, sehingga ukurannya menjadi lebih kecil. Ukuran file citra menjadi lebih kecil dengan menghilangkanbeberapa informasi dalam citra asli. Biasanya digunakan pada citra foto atau image lain yang tidak terlalu memerlukan detail citra, dimana kehilangan bit rate foto tidak berpengaruh pada citra.

6.2.4.1.2 Loseless Compression:

Teknik kompresi lossless adalah teknik kompresi citra dimana tidak ada satupun informasi citra yang dihilangkan.Biasa digunakan pada citra medis. Dan yang sering digunakan antara lain adalah Metode Run Length Encoding, Entropy Encoding dan Adaptive Dictionary Based.

6.2.4.1.2.1 Algoritma Kompresi SPIHT (Set Partitioning In Hierarchical Trees)

Algoritma SPIHT diusulkan oleh *Pearlman* dan *Said*, didasarkan pada transformasi *wavelet* (A. Said and W. A. Pearlman, 1996). Algoritma SPIHT secara intensif menggunakan struktur data dinamis dari koeffisien *wavelet*, untuk mengeksploitasi *selfsimilarities*. Hubungan *parent-child* pada koeffisien *wavelet* ditunjukkan pada Gambar berikut:



Gambar 8. Ilustrasi hubungan *parent-child* dari koeffisien SPIHT

Pada Algorima SPIHT koeffisien-koeffisien diklasifikasikan kedalam tiga set, yaitu:

• LIP (*list of insignificant pixel*) merupakan koordinat dari koeffisien yang tidak signifikan berdasarkan threshold saat ini.

• LSP (*list of significant pixel*) merupakan koordinat dari koeffisien yang tidak signifikan berdasarkan threshold saat ini.

• LIS (*list of insignificant sets*) merupakan koordinat dari akar dengan subpohon yang tidak signifikan.

Selama proses kompresi, set dari koeffisien pada LIS diperbaharui dan jika koeffisien menjadi signifikan dipindahkan dari LIP ke LSP. Dengan demikian *bitstream* dapat diorganisasi secara progressif. Dengan cara yang sama set secara berurutan dievaluasi sesuai LIS, dan saat set yang ditemukan signifikan ia dihilangkan dari daftar dan dipartisi. Subset baru dengan lebih dari satu elemen ditambahkan kembali ke LIS, dengan set koordinat tunggal ditambahkan ke akhir LIP atau LSP, tergantung apakah mereka sigfikan atau tidak. Algoritma

pendekodean SPIHT menggunakan metode yang sama pengkodeannya, sehingga citra dapat direkonstruksi. Karena pada proses kompresi terjadi proses pemfilteran, maka citra hasil.
rekonstruksi akan mengalami distorsi. Distorsi dinyatakan dengan *mean square error* (MSE):

$$MSE = \frac{1}{MN}\sum_{i-0}^{N-1}\sum_{j-0}^{M-1}\left[\left| f(i,j) - f^{'}(i,j) \right|^2\right] \quad (7)$$

Kualitas citra hasil rekonstruksi dibandingkan dengan citra asal menggunakan parameter *peak signal to noise ratio* (PSNR). PSNR dihitung menggunakan persaman berikut:

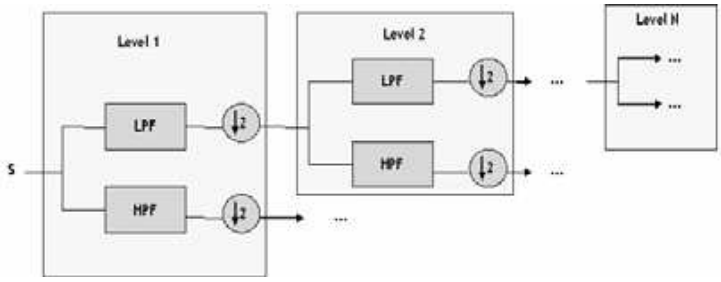
$$PSNR = 10\log_{10}\frac{255^2}{MSE^2} \quad (8)$$

Semakin besar nilai PSNR, makan kualitas citra hasil rekonstruksi semakin baik.

6.2.4.1.2.2 Wavelet

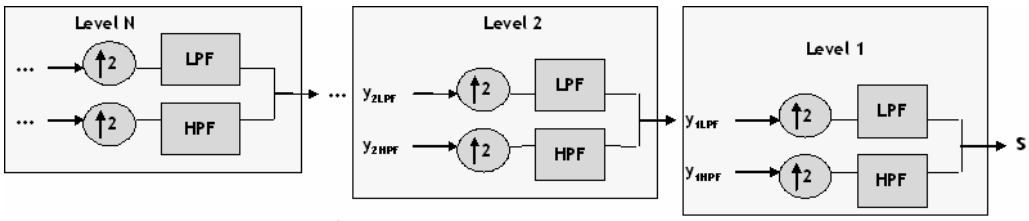
Transformasi w*avelet* mulai diperkenalkan pada tahun 1980-an oleh Morlet dan Grossman sebagai fungsi matematis untuk merepresentasikan data atau fungsi sebagai alternatif transformasi-transformasi matematika yang lahir sebelumnya untuk menangani masalah resolusi. Sebuah *wavelet* merupakan gelombang singkat (*small wave*) yang energinya terkonsentrasi pada suatu selang waktu untuk memberikan kemampuan analisis transien, ketidakstasioneran, atau fenomena berubah terhadap waktu (*time varying*). Karakteristik dari *wavelet* antara lain adalah berosilasi singkat, translasi (pergeseran), dan dilatasi (skala). Transformasi *wavelet* memiliki kemampuan untuk menganalisis suatu data dalam domain waktu dan domain frekuensi secara simultan. Wavelet dapat digunakan sebagai alat bantu matematis untuk melakukan dekomposisi suatu sinyal, seperti audio dan citra, menjadi komponen-komponen frekuensi yang berbeda sehingga masing-masing komponen tersebut dapat dipelajari dengan menggunakan skala resolusi yang sesuai. Oleh sebab itu wavelet dikenal sebagai alat untuk melakukan analisis berdasarkan skala. Tahap pertama analisis wavelet adalah menentukan tipe wavelet yang akan digunakan. Hal ini perlu dilakukan karena fungsi wavelet yang bervariasi dan dikategorikan berdasarkan fungsi dasar masing-masing jenis. Setelah dilakukan pemilihan *mother wavelet*, tahap selanjutnya adalah membentuk basis wavelet yang akan digunakan untuk mentrasformasikan sinyal. Suatu basis dapat dibentuk dengan mengubah nilai translasi dan dilatasi dari *mather wavelet* nya. Upaya untuk merepresentasikan suatu sinyal dengan basis wavelet ini disebut Transformasi Wavelet. Dalam perhitungan koefisien dapat didapatkan dengan cara melakukan proses konvolusi dari sinyal sumber dengan salah satu jenis fungsi wavelet. Operasi terhadap suatu sinyal hanya dapat dilakukan dengan menggunakan koefisien-koefisien yang berhubungan. Analisis data pada transformasi *wavelet* dilakukan dengan mendekomposisikan suatu sinyal ke dalam komponen komponen frekuensi yang berbeda-beda dan selanjutnya masing-masing komponen frekuensi tersebut dapat dianalisis sesuai dengan skala resolusinya atau

level dekomposisinya al ini seperti proses *filtering*, dimana sinyal dalam domain waktu dilewatkan ke dalam *High Pass Filter* dan *Low Pass Filter* untuk memisahkan komponen frekuensi tinggi dan frekuensi rendah. Pada bagian ini dilakukan proses dekomposisi , yakni menguraikan sinyal asli ke dalam komponen-komponen aslinya. Proses dekomposisi pada 1 dimensi digambarkan sebagai berikut



Gambar 9. Transformasi Wavelet Dengan Dekomposisi Sinyal Sebanyak N kali

Pada tahap ini dilakukan proses rekonstruksi yakni proses mengembalikan kembali komponen-komponen frekuensi menjadi sinyal semula melalui proses *upsampling* dan pemfilteran dengan koefisien-koefisien filter balik. Proses rekonstruksi pada satu dimensi digambarkan sebagai berikut :

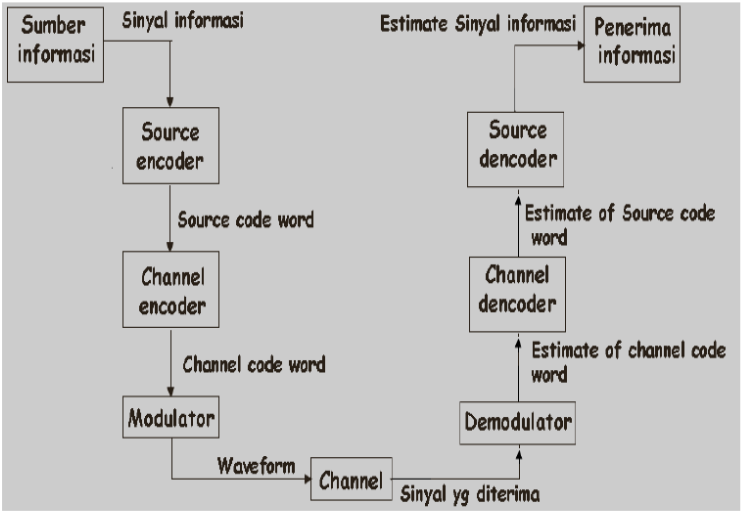


Gambar 10. *Inverse* Transformasi Wavelet Dengan Rekonstruksi Sebanyak N kali

Dengan cara yang sama dengan proses dekomposisi dan menggunakan koefisien yang sama, proses rekonstruksi dilakukan dengan melakukan konvolusi yang kemudian diikuti oleh proses *up sampling* dengan faktor 2. Proses *upsampling* dilakukan untuk mengembalikan dan menggabungkan sinyal seperti semula.

6.2.5 Sistem Transmisi Digital

Sistem transmisi digital adalah sebuah sistem dimana data ditransmisikan mengunakan transmisi digital. Didalam sistem tersebut data yang sebelumnya bukan data digital diubah menjadi data digital. Sehingga data yang ditransmisikan akan berupa data yang berupa bit string. Teknik pentransmisian dapat menggunakan teknik modulator digital dan analog. Jika menggunakan system transmisi dengan radio maka kedua modulator tersebut akan digunakan. Sistem transmisi digital dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 11. Sistem Transmisi Digital

6.2.5.1 Source Codec

Source encoding adalah sebuah proses dimana mengubah data yang didapat dalam sebuah bahasa mesin yaitu data bit binary string. Sebaliknya source decoding adalah sebuah proses yang mana akan mengubah data dari urutan beberapa bit binary string menjadi bahasa yang diketahui oleh pembaca. Misalkan saja angka 8 dalam proses source encoding diubah menjadi 00001000, sebaliknya dalam source decoding data bit string 00001000 diubah menjadi angka 8. Dalam proses ini data yang didapat yaitu data grey level (kode warna) yang berupa data dengan type double, sehingga diperlukan pengubahan data berbentuk integer terlebih dahulu untuk membuat data tidak terdapat nilai pecahan.

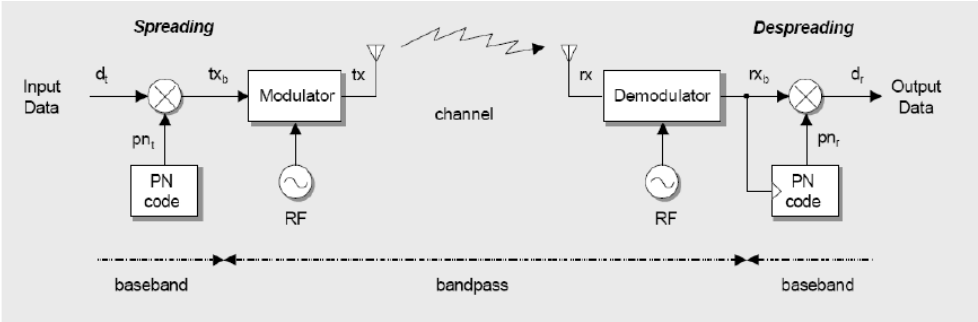
6.2.5.2 Spread Spectrum

Sebuah teknik penransmisian dengan menggunakan *pseudo-noise code*, yang independen terhadap data informasi, sebagai modulator bentuk gelombang untuk menyebarkan energi sinyal dalam sebuah jalur komunikasi (*bandwidth*) yang lebih besar daripada sinyal jalur komunikasi informasi. Oleh penerima, sinyal dikumpulkan kembali menggunakan replika *pseudo-noise code* tersinkronisasi.

6.2.5.3 Direct Sequence Spread Spectrum

Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS) adalah suatu metode untuk mengirimkan data dimana sistem pengirim dan penerima keduanya berada pada set frekuensi yang lebarnya adalah 22 MHz. DSSS merupakan jenis spread spectrum yang paling luas dikenal dan paling banyak digunakan. karena sistem ini dikenal paling mudah implementasinya dan memiliki data rate yang tinggi. DSSS menggabungkan sinyal data pada stasiun pengirim dengan suatu data rate bit sequence yang lebih tinggi, yang dikenal sebagai chipping code atau processing gain. chipping code adalah proses pengiriman data menggunakan teknologi ini melibatkan serangkaian kode penyebaran processing gain adalah rasio yang tersebar RF bandwidth ke unspread baseband

bandwidth. Processing gain yang tinggi meningkatkan tahanan sinyal terhadap interferensi.



Gambar 12. building block dari sistem DSSS

1.Spreading:

Pada transmitter, binary data dt (untuk BPSK, I dan Q untuk QPSK) adalah secara langsung dikalikan dengan PN sequence pnt yang terpisah dari baseband yang binary data, untuk memproduksi sinyal baseband yang ditransmisikan txb. Efek dari perkalian dt dengan PN sequence adalah untuk menyebarkan baseband bandwith Rb dari dt ke baseband bandwith Rc.

2.Despreading:

Sinyal Spread Spectrum tidak bisa dideteksi dengan penerima narrowband konvensional. Pada receiver, sinyal baseband rxb yang diterima dikalikan dengan PN sequence pnt. Jika pnr = pnt dan disinkronisasi ke PN sequence pada data yang diterima, kemudian binary data yang dipulihkan diproduksi pada dr. akibat perkalian dari sinyal spread spectrum rxb dengan PN sequence pnt digunakan pada transmitter adalah untuk despread bandwith rxb ke Rs. Dan pada saat pnr $\neq$ pnt, kemudian tidak terjadi despread. Sinyal dr memiliki spread spectrum. Penerima tidak mengetahui PN sequence dari transmitter sehingga tidak bisa memproduksi kembali data yang telah dikirim.

6.2.5.2.1 ***Kode Pseudonoise Max-Length***

Berdasarkan namanya, kode Max-Length adalah kode terpanjang yang bisa dibangkitkan oleh kode linier register geser. Dalam pembangkitan register geser biner, periode deretan maksimum L=2N - 1 chip dimana N adalah jumlah tahapan register geser . Dimana masing-masing periode untuk biner “1” adalah 2N - 1 dan biner “0” adalah 2(N - 1) – 1. Karakteristik dari deretan maksimal antara lain adalah:

1. Dalam satu periode, banyaknya biner “1” selalu berjumlah lebih banyak satu dibanding biner “0”. Sedangkan banyaknya jumlah dari biner “1” pada deretan adalah ½ (L + 1)
2. Penjumlahan modulo-2 dari deretan maksimal dan pergeseran fase dari deretan yang sama adalah fase yang lainnya dari deretan maksimal yang sama.
3. Jika biner “0” dinyatakan oleh -1 dan “1” dinyatakan oleh +1.
4. Memiliki fungsi autokorelasi *{Cn}* sebagai :

$$R_c(N) = \sum_{N-1}^{L} C_n C\, n + N \qquad (9)$$

untuk $0 \leq N \leq L - 1$ dan idealnya untuk PN-sequence autokorelasi-nya adalah $Rc(0) = L$ dan $Rc(N) = 0$ untuk $1 \leq N \leq L-1$. Akan tetapi untuk *m*-sequence autokorelasi idealnya adalah $Rc(0)=L$ *dan* $Rc(N)=-1$ untuk $1 \leq N \leq L - 1$. • Jumlah PN kode yang dibangkitkan tergantung pada harga L = 2N-1. Apabila L = 2n-1 adalah bilangan prima maka banyaknya kode maksimal (=M) dapat dihitung dengan persamaan :

$$M=\{\Phi(2N-1)\}/N \qquad (10)$$

Dimana : N adalah banyaknya register dari kode maksimal

Apabila harga L = 2N-1 bukan bilangan prima maka cara menghitung M adalah sebagai berikut :

$$M=\{(2N-1)(1-1/pf1)(1-1/pf2)\}/N \qquad (11)$$

Dimana : N adalah banyaknya register dari kode maksimal pf1, pf2, adalah faktor prima dari L

Untuk memperoleh nilai dari korelasi yang baik pada sebuah kode Max-Length terdapat tap-tap khusus yang dapat membuat output kode Pseudonoise memiliki umpan balik yang balik yang bagus. Di bawah ini adalah tabel Feedback tap dari kode Max-Length yang digunakan pada penelitian ini.

6.2.6 Parameter Analisa

6.2.6.1 PSNR

Peak Signal to Noise Ratio (PSNR) adalah perbandingan antara nilai maksimum dari sinyal yang diukur dengan besarnya derau yang berpengaruh pada sinyal tersebut. PSNR biasanya diukur dalam satuan desibel. Pada tugas akhir kali ini, PSNR digunakan untuk mengetahui kualitas (validasi) citra hasil kompresi. Untuk menentukan PSNR, terlebih dahulu harus ditentukan nilai rata-rata kuadrat dari error (MSE - *Mean Square Error*). Perhitungan MSE adalah sebagai berikut :

$$MSE = \frac{1}{MN} \sum_{i-0}^{N-1} \sum_{j-0}^{M-1} \left[\left| f(i,j) - f'(i,j) \right|^2 \right] \qquad (12)$$

Dimana :
MSE = Nilai *Mean Square Error* dari citra tersebut
m = panjang citra tersebut (dalam piksel)
n = lebar citra tersebut (dalam piksel)
(i,j) = koordinat masing-masing piksel
I = nilai *bit* citra pada koordinat i,j
K = nilai derajat keabuan citra pada koordinat i,j
Sementara nilai PSNR dihitung dari kuadrat nilai maksimum sinyal dibagi dengan MSE. Apabila diinginkan PSNR dalam desibel, maka nilai PSNR akan menjadi sebagai berikut :

$$PSNR = 10\log_{10}\frac{255^2}{MSE^2} \quad (13)$$

Dimana :
PSNR = nilai PSNR citra (dalam dB)
MAX_i = nilai maksimum piksel30
MSE = nilai MSE.

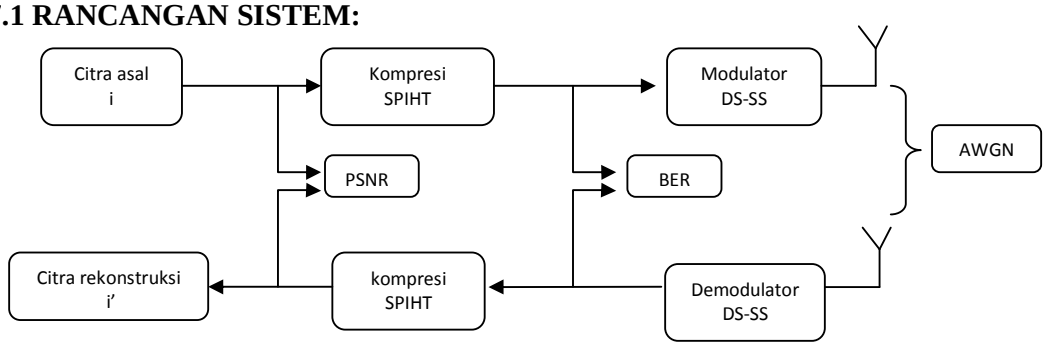
6.2.6.2 BER (Bit Error Rate)

BER (bit error rate) yaitu banyaknya bit yang tidak sesuai dengan data asli dikarenakan mengalami distorsi. Pengukuran Bit Error Rate untuk sinyal yang termodulasi BPSK dalam kanal ideal dapat didekati menggunakan fungsi Q, jika yang diketahui adalah rapat daya derau Eb/No.

$$BER = Q(\sqrt{\frac{2E_b}{N_o}}) \quad (14)$$

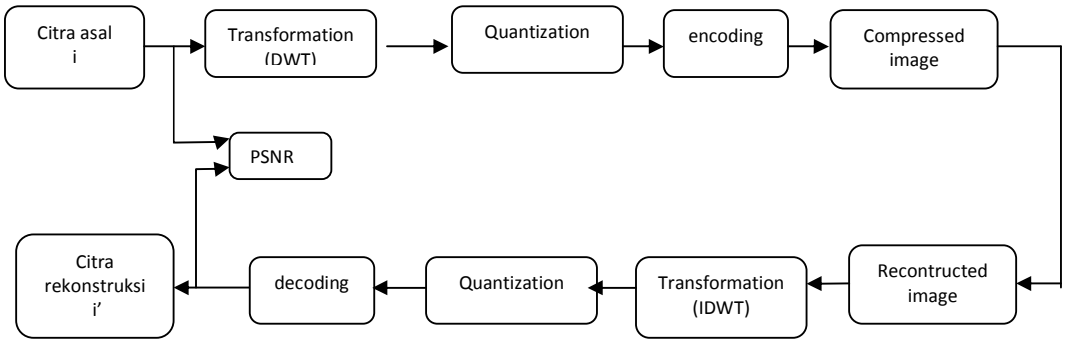
7. METODOLOGI

7.1 RANCANGAN SISTEM:



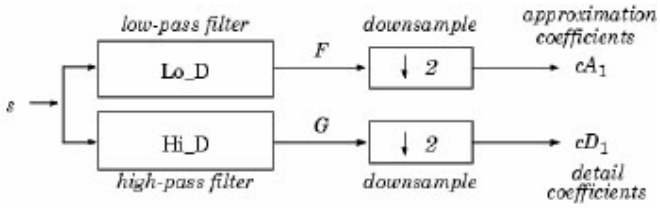
Gambar 13. Blok Diagram Sistem

Pada Proyek Akhir ini, pertama file citra akan diubah menjadi data digital, sehingga akan diubah menjadi bit-bit biner, kemudian data digital tersebut akan dikompresi dengan meode SPIHT. Prinsip umum yang digunakan pada proses kompresi citra adalah mengurangi duplikasi data di dalam citra sehingga memori yang dibutuhkan akan menjadi lebih sedikit dari pada representasi memori citra aslinya, tetapi hasil yang didapatkan hampir samadengan citra semula.



Gambar 14. Blok Diagram kompresi SPIHT

Fungsi dari transformasi citra adalah merupakan proses perubahan bentuk citra untuk mendapatkan suatu informasi tertentu. Pada Algoritma kompresi data SPIHT ini transformasi yang digunakan adalah transformasi wavelet diskrit. Prinsip dasar dari transformasi ini adalah bagaimana cara mendapatkan representasi waktu dan skala dari sebuah sinyal menggunakan teknik pemfilteran digital dan operasi sub-sampling. Sinyal pertama-tama dilewatkan pada rangkain filter high-pass dan low-pass, kemudian setengah dari masing-masing keluaran diambil sebagai sample melalui operasi sub-sampling. Proses ini disebut sebagai proses dekomposisi.



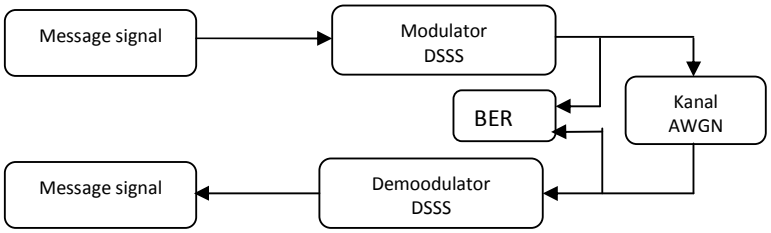
Gambar 15. Proses dekomposisi pada transformasi wavelet

Keluaran dari filter low-pass digunakan sebagai masukkan di proses dekomposisi tingkat berikutnya. Proses ini diulang sampai tingkat proses dekomposisi yang diinginkan. Gabungan dari keluaran-keluaran filter high-pass dan satu keluaran filter low-pass yang terakhir, disebut sebagai koefisien wavelet, yang berisi informasi sinyal hasil transformasi yang telah terkompresi. Pada proses rekonstruksi citra (images) yakni proses mengembalikan kembali komponen- komponen frekuensi menjadi sinyal semula, transformasi yang digunakan adalah inverse transformasi diskrit wavelet, melalui proses *upsampling* dan pemfilteran dengan koefisien-koefisien filter balik, Dengan cara yang sama dengan proses dekomposisi dan menggunakan koefisien yang sama, proses rekonstruksi dilakukan dengan melakukan konvolusi yang kemudian diikuti oleh proses *up sampling* dengan faktor 2. Proses *upsampling* dilakukan untuk mengembalikan dan menggabungkan sinyal seperti semula.

Parameter pengukuran pada tahap ini adalah PSNR (Peak Sinyal To Noise Ratio), PSNR merupakan nilai perbandingan antara nilai maksimum citra hasil rekonstruksi

dengan nilai rata-rata kuadrat error (MSE). Nilai PSNR yang baik adalah yang tak hingga (PSNR $\approx \infty$).

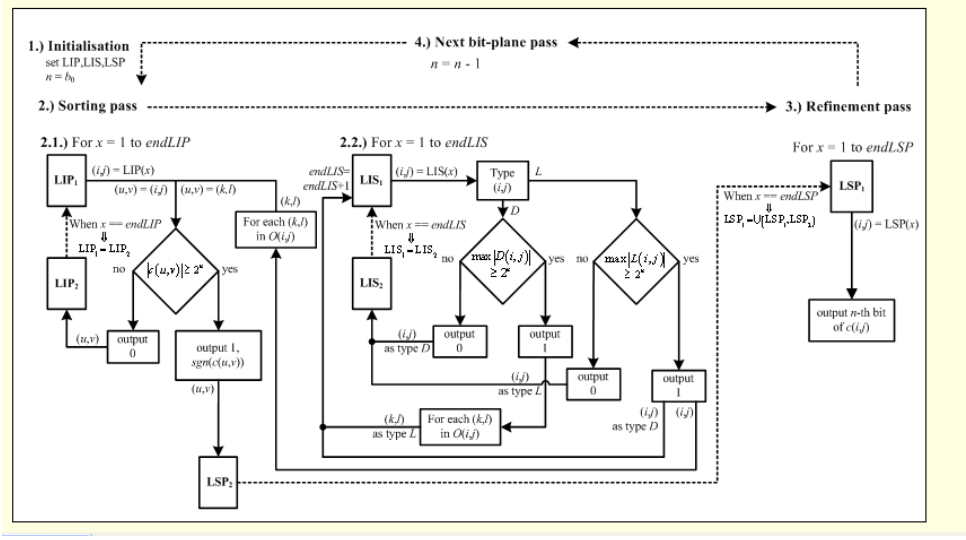
Pada tahap selanjutnya data yang terkompresi akan dikirim dengan metode Spread Spectrum direct sequences (DSSS) dengan pseudonoise max-length. Dan kanal yang digunakan adalah kanal AWGN, dan dikarenakan aliran data terkompresi sangat rentan terhadap gangguan kanal, untuk memproteksi data yang akan dilewatkan pada kanal, digunakan teknik DSSS sebagai teknik transmisinya, DSSS menggabungkan sinyal data pada stasiun pengirim dengan suatu *data rate bit sequence* yang lebih tinggi, yang dikenal sebagai *chipping code* atau *processing gain. Processing gain* yang tinggi meningkatkan tahanan sinyal terhadap interferensi. Kanal komunikasi yang digunakan pada proyek akhir ini adalah kanal AWGN, dan untuk mengukur banyaknya bit yang mengalmi distorsi digunakan parameter pengukur BER (Bit Error Rate).



Gambar 16. Blok Diagram sistem transmisi Pengiriman Image

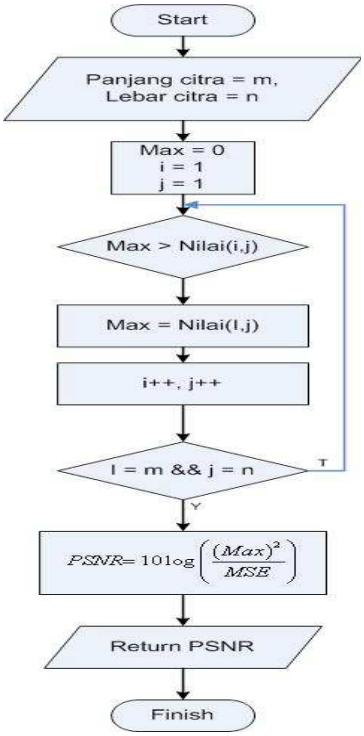
7.2 PEMBUATAN/IMPLEMENTASI SISTEM:

Pada proyek akhir ini, Akan dibuat sebuah software dengan menggunakan bahasa pemrograman Matlab, dimana file gambar akan dibaca oleh program kemudian akan dikompresi, Metode kompresi data yang digunakan adalah SPIHT. Proses kompresi data pada algoritma ini dilakukan dengan metode transformasi wavelet (DWT), tentunya setelah file citra (image) diubah menjadi bit – bit digital. Dalam perhitungan koefisien dapat didapatkan dengan cara melakukan proses konvolusi dari sinyal sumber dengan salah satu jenis fungsi wavelet.Dan proses untuk rekonstruksi gambar digunakan transformasi inverse wavelet diskrit (IDWT). SPIHT merupakan algoritma kompresi citra yang mampu mencapai rasio kompresi yang tinggi. Keuntungan SPIHT juga dapat dilihat pada saat melakukan pengkodean pada gambar berwarna, karena bit dialokasikan secara otomatis untuk optimalitas lokal antara komponen-komponen warna, tidak seperti algoritma lain yang merubah bit-bit pada komponen warna tersebut secara terpisah dan berdasarkan statistik global komponen tersebut. SPIHT dapat mengimprovisasi ulang skema kompresi citra menggunakan vector quantisasi. Vector quantisasi ini membagi pixel – pixel dari sebuah citra dalam bentuk tree. Pixel – pixel dalam tree tersebut dihitung satu persatu dimulai dari pixel yang memiliki nilai bit significant terbesar serta memenuhi nilai threshold awalnya . Demikian seterusnya hingga didapatkan hasil akhir yang dihitung dari threshold terkecil. Dan berikut ini adalah gambar diagram alir dari algoritma SPIHT



Gambar 17. Diagram alir algoritma SPIHT

Untuk mengetahui kualitas (validasi) gambar terekonstruksi kita harus mengetahui nilai PSNR, PSNR adalah perbandingan antara nilai maksimum dari sinyal yang diukur dengan besarnya derau yang berpengaruh pada sinyal tersebut. PSNR biasanya diukur dalam satuan decibel (db).



Gambar 18. Diagram alir untuk mengetahui nilai PSNR

Sistem transmisi yang digunakan pada proyek akhir ini adalah teknik spread spectrum direct sequences (DSSS), Teknologi *spread spectrum* memungkinkan kita untuk membawa sejumlah informasi yang sama seperti yang dapat dikirimkan dengan menggunakan *narrowband carrier signal* dan menyebarkan sinyal itu pada kisaran

frekuensi yang jauh lebih besar, Dengan menggunakan spektrum frekuensi yang lebih lebar, kita dapat memperkecil kemungkinan data akan mengalami perubahan atau pengurangan (*corrupted*). DSSS menggabungkan sinyal data pada stasiun pengirim dengan suatu *data rate bit sequence* yang lebih tinggi, yang dikenal sebagai *chipping code* atau *processing gain*. *Processing gain* yang tinggi meningkatkan tahanan sinyal terhadap interferensi. Dan Output dari sistem adalah file gambar yang mempunyai kapasitas atau ukuran data kecil tanpa mengurangi kualitas file gambar asal.

7.3 PENGUJIAN/ANALISA HASIL PENELITIAN:

Proses pengujian pada proyek akhir ini adalah adalah dilakukan pengukuran terhadap dua faktor yaitu, faktor kualitas dan kuantitas, pada faktor kualitas kita dapat melakukan perbandingan secara visual terhadap citra hasil rekonstruksi dengan citra asal. Sedangkan secara kuantitas kita dapat menggunakan parameter pengukur PSNR (*peak signal to noise ratio)* Semakin besar nilai PSNR, maka kualitas citra hasil rekonstruksi semakin baik. Dan pada sistem transmisi dapat dilakukan pengukuran terhadap BER (Bit Error Rate) yaitu banyaknya bit yang tidak sesuai dengan bit asalnya, dikarenakan mengalami distorsi.

7.4 KESIMPULAN:

Pada tahap ini, dapat diambil kesimpulan dari nilai PSNR (Peak signal to noise ratio) gambar hasil rekonstruksi. Semakin besar nilai PSNR maka kualitas gambar hasil rekonstruksi akan semakin baik dan nilai BER (Bit Error Rate) pada sistem transmisi, semakin rendah nilai BER maka system transmisi akan semakin baik

8. HASIL YANG DIHARAPKAN:

Pada proyek akhir ini akan dibuat software simulasi yang dapat menganalisa kinerja teknik kompresi SPIHT pada sebuah file citra dan dapat mengirimkan file tersebut pada penerima dan dibuat sedemikian rupa tanpa mengurangi kualitas pada citra asal dengan sistem transmisi yang digunakan adalah teknik DSSS.

9 RELEVANSI:

Hasil tugas akhir ini diharapkan bisa secara langsung diterapkan dalam kegiatan sehari-hari. Dimana untuk mengakses file citra tidak membutuhkan waktu yang lama tanpa mengurangi kualitas dari file citra tersebut.

10. JADWAL KEGIATAN:

No	Kegiatan	Bulan					
		1	2	3	4	5	6
1	Study Literatur						
2	Perencanaan Sistem						
3	Perancangan dan pembuatan Perangkat Lunak						
4	Pengujian dan Analisa System						
5	Penyusunan dan Penjilidan Buku Proyek Akhir						

11. RENCANA PEMBIAYAAN:

K a t e g o r i	**Biaya / unit**	**Banyak :**	**Jumlah**
a. Software Matlab	Rp 1.200.000,-	1	Rp 1.200.000,-
b. Kertas	Rp 100.000,-	1	Rp 100.000,-
c. Tinta Printer	Rp 150.000,-	1	Rp 150.000,-
d. Lain-lain	Rp 50.000,-	1	Rp 50.000,-
TOTAL BIAYA			Rp 1,500.000,-

12. DAFTAR PUSTAKA:

[1] Tara Baskara, “Studi dan Implementasi Steganografi pada MP3 Dengan Spread Spectrum”, ITB Bandung, 2003

[2] M. Agus Zainuddin, Aries Pratiarso, dan Adhi Ddarma Wibawa, ”Analisis Kinerja Sistem Transmisi Citra Menggunakan Teknik Diversitas Dengan Umpan Balik LDPC”, IES, Nopember 2008

[3] T. Morkel, J.H.P. Eloff, dan M.S. Olivier, “An Overview Of Image Steganography” , ICSA Research Group, South Africa, 2005.

[4] Yus Gias Vembrina, ” Spread Spectrum Steganography”, ITB Bandung 2002.

[5] Dean Fathony Alfatwa, “Watermaking Pada Citra Digital Menggunakan Discreate wavelet Transform”, ITB Bandung 2006.

[6] Suparkorn Ratsameemonthol, “Dynamic Image Carousel Transmissions Over Multipple Multicast Groups”, Universiti Sains Malaysia 2004.

[7] Abas Ali Pangera, “Perbandingan FHSS dan DSSS Pada teknologi spread spectrum”, STMIK Amikom Jogjakarta 2003.