

## BAB 2

### LANDASAN TEORI

Adapun beberapa telaah literatur yang berhubungan dengan implementasi DCT untuk meningkatkan dan menghilangkan *noise* pada hasil rontgen gambar paru-paru, yaitu mengenai citra digital, paru-paru, *noise* pada rontgen, DCT, dan PSNR.

#### 2.1 Citra Digital

Citra adalah fungsi intensitas 2 dimensi  $f(x,y)$ , di mana  $x$  dan  $y$  adalah koordinat spasial dan pada fungsi  $(x,y)$  merupakan tingkat kecerahan (*brightness*) suatu citra pada suatu titik. Citra digital adalah citra  $f(x,y)$  yang telah dilakukan digitalisasi baik koordinat area maupun *brightness level*. Nilai  $f$  di koordinat  $(x,y)$  menunjukkan *brightness* atau *grayness level* dari citra pada titik tersebut.

Citra Digital adalah representasi dari sebuah citra dua dimensi sebagai sebuah kumpulan nilai digital yang disebut elemen gambar atau *pixel*. *Pixel* adalah elemen terkecil yang menyusun citra dan mengandung nilai yang mewakili kecerahan dari sebuah warna pada sebuah titik tertentu. Umumnya citra digital berbentuk persegi panjang atau bujur sangkar (pada beberapa sistem pencitraan ada pula yang berbentuk segi enam) yang memiliki lebar dan tinggi tertentu. Ukuran ini biasanya dinyatakan dalam banyaknya *pixel* sehingga ukuran citra selalu bernilai bulat. Setiap *pixel* memiliki koordinat sesuai posisinya dalam citra. Koordinat ini biasanya dinyatakan dalam bilangan bulat positif, yang dapat dimulai dari 0 atau 1 tergantung pada sistem yang digunakan. Setiap *pixel* juga memiliki nilai berupa angka digital yang merepresentasikan informasi yang diwakili oleh *pixel* tersebut. *Format* data citra digital berhubungan erat dengan

warna. Pada kebanyakan kasus, terutama untuk keperluan penampilan secara visual, nilai data digital merepresentasikan warna dari citra yang diolah. *Format* citra digital yang banyak dipakai adalah Citra Biner (monokrom), Citra Skala Keabuan (*grayscale*), Citra Warna (*true color*), dan Citra Warna Berindeks. Pengolahan citra adalah sebuah proses pengolahan yang *input*-nya adalah citra. *Output*-nya dapat berupa citra atau sekumpulan karakteristik atau parameter yang berhubungan dengan citra. Istilah pengolahan citra digital secara umum didefinisikan sebagai pemrosesan citra dua dimensi dengan komputer.

Suatu citra digital dapat ditampilkan dalam tiga *format* tampilan. Beberapa jenis citra digital yang sering digunakan adalah citra biner, citra *grayscale* dan citra warna (T Sutoyo, dkk, 2009)

#### 1. Citra Biner

Citra biner merupakan salah satu cara dalam merepresentasikan citra digital di mana citra ini menggunakan dua jenis warna saja, yakni hitam dan putih. Kedua warna ini masing-masing diwakili oleh angka-angka biner (0 dan 1). Dalam mewakili warna hitam dan putih, angka biner memiliki ketentuan sebagai berikut:

- a. Model citra cahaya: angka 1 mewakili warna putih, dan angka 0 mewakili warna hitam (warna putih menyatakan adanya cahaya, warna hitam menyatakan tidak ada cahaya).
- b. Model citra tinta/cat: angka 1 mewakili warna hitam, dan angka 0 mewakili warna putih (warna hitam menandakan adanya cat, warna putih menandakan tidak ada cat).

## 2. Citra *Grayscale*

Citra *grayscale* merupakan suatu cara dalam merepresentasikan citra digital dengan menggunakan skala derajat keabuan, dan derajat keabuan yang ada merupakan hasil pemangkatan nilai bit yang ada terhadap angka 2 ( $2^n$ ). Misalkan skala keabuan 4 bit memiliki rentang skala keabuan sebanyak  $2^4$  warna = 16 warna, yang diwakili dengan angka 0 hingga 15 (angka 0/minimal mewakili warna hitam, dan angka 15/maksimal mewakili warna putih). Adapun angka diantara 0 hingga 15 merepresentasikan warna abu dalam skala kecerahan yang berbeda.

## 3. Citra warna

Citra warna merupakan metode dalam merepresentasikan suatu citra secara digital, di mana metode ini menggunakan kombinasi dari tiga warna primer biasanya sangat berkorelasi (merah, hijau dan biru = RGB) untuk membentuk suatu citra. Adapun setiap titik pada citra mewakili kombinasi dari ketiga warna ini. Setiap warna ini masing-masing memiliki intensitas tersendiri dengan rentang nilai 0 hingga 255 (8 bit).

3.1. *Red*: warna minimal putih, warna maksimal merah

3.2. *Green*: warna minimal putih, warna maksimal hijau

3.3. *Blue*: warna minimal putih, warna maksimal biru

Misalkan warna ungu merupakan kombinasi warna merah dan biru, sehingga nilai RGBnya: 255 0 255. Tetapi jika ketiga warna pada suatu *pixel* memiliki angka minimal, maka warna yang ditunjukkan pada *pixel* tersebut adalah warna hitam. Hal tersebut biasa digunakan apabila mentransformasikan warna. Transformasi warna merupakan pengaturan perubahan warna. Transformasi warna

standar seperti dari RGB ke YUV atau *grayscale* menjadi salah satu contohnya. Dasar ortonormal digunakan untuk dekorasi warna. Dengan menghias tiga saluran pada setiap piksel mungkin menghasilkan representasi sinyal yang jarang dengan satu koefisien bukan-nol dari tiga.

## 2.2 Foto Rontgen

Sinar X disebut juga sebagai pemeriksaan radiografi. Di dunia kesehatan, ada beberapa jenis pemeriksaan radiografi yang bisa dilakukan, yaitu rontgen, *CT Scan*, dan *fluoroscopy* (Sehatq, 2020). Sinar X atau *X-ray* adalah pemeriksaan menggunakan radiasi elektromagnetik dalam jumlah kecil untuk mendapatkan gambaran struktur tubuh bagian dalam tanpa melakukan pembedahan. Pemeriksaan sinar X akan menghasilkan gambar yang bisa dicetak atau dilihat dalam bentuk gambar digital.

Bagian tubuh manusia yang dapat dilakukan pemeriksaan rontgen diantaranya:

### a. Kepala

Kepala dapat dilakukan pemeriksaan rontgen untuk melihat bagian dari kepala yang terdapat kelainan, salah satunya trauma akibat kecelakaan.

### b. Dada

Dada dapat dilakukan pemeriksaan rontgen untuk melihat bagian dari rongga dada, yaitu jantung, paru, pembuluh darah, saluran pernafasan. Tulang dada, tulang rusuk.

### c. Anggota gerak atas dan bawah

Anggota gerak atas dan bawah yang dapat dilakukan pemeriksaan rontgen diantaranya, yaitu tangan, pergelangan tangan, kaki, lutut, tungkai,

pergelangan kaki, dan pinggul. Rontgen anggota gerak ini biasanya diperlukan untuk menemukan dan memeriksa cedera serta penyakit seperti patah tulang dan pergeseran.

d. Perut

Perut dapat dilakukan pemeriksaan rontgen untuk melihat gangguan yang terjadi di area perut, salah satunya yaitu batu ginjal, batu pada kandung kencing.

e. Tulang belakang

Pemeriksaan rontgen dapat membantu dalam menemukan penyakit dan cedera yang mengenai tulang belakang, sendi, serta diskusnya (cakram atau bantalan antar tulang). Beberapa contoh masalah kesehatan yang terdiagnosis dengan sinar-x tulang belakang adalah patah di tulang belakang, dislokasi (pergeseran), masalah pada diskus, infeksi, dan tumor, dan beberapa lainnya.

f. Pinggul

Pemeriksaan rontgen pada bagian pelvis salah satunya untuk melihat ada trauma pada bagian pinggul, adanya dislokasi pada pinggul. Karena pemeriksaan rontgen menggunakan radiasi, setiap pemeriksaan atau tindakan rontgen harus dilengkapi dengan surat perintah dari dokter yang tempat anda berobat atau diperiksa.

Saat masuk ke tubuh, sinar X akan diserap dalam jumlah yang berbeda, tergantung dari kepadatan jaringan yang dilalui. Jaringan yang padat seperti tulang atau alat bantu medis yang dipasang di anggota badan dan terbuat dari logam, pada hasil pemeriksaan radiografi akan terlihat berwarna putih.

Sedangkan, jaringan yang tidak terlalu padat, seperti lemak atau otot akan terlihat berwarna abu-abu. Lalu benda yang bersifat cair atau gas, seperti udara dan darah akan terlihat berwarna hitam di hasil pemeriksaan menggunakan sinar X. Untuk mendapatkan gambaran yang lebih jelas, dokter juga dapat menyuntikkan semacam cairan kontras yang terbuat dari iodin dan barium. Cairan tersebut akan membuat jaringan yang dilewati akan berwarna lebih terang dibandingkan jaringan lainnya.

### **2.3 Noise pada hasil rontgen**

*Noise* merupakan penyebab utama penurunan kualitas citra (degradasi), *Noise* pada citra digital dapat terjadi karena banyak faktor, seperti kurangnya pencahayaan saat pengambilan gambar, keterbatasan resolusi *pixel* dari kamera yang digunakan, kamera tidak fokus dan lainnya (Oceandra, 2013).

Ada 3 tipe *noise* yang umum pada pemrosesan citra digital, yaitu *impulse noise*, *additive noise* dan *multiplicative noise*. Ketiga tipe ini dapat dijelaskan sebagai berikut:

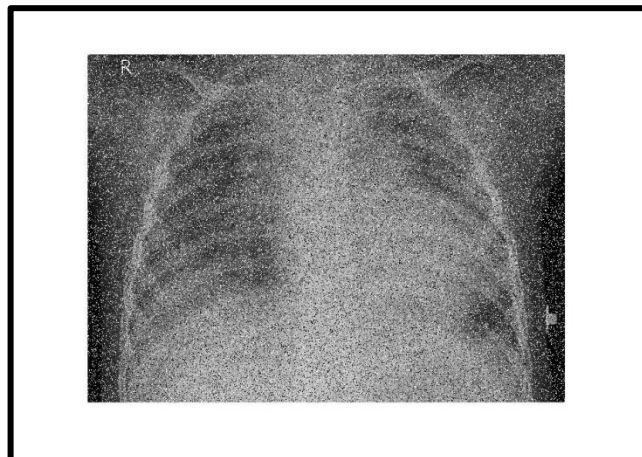
- a. *Impulse noise*, merupakan *noise* yang berbentuk sinyal impuls acak dan terdistribusi secara acak pula pada suatu citra digital. Adanya sinyal impuls ini menyebabkan diskontinuitas pada suatu segmen citra, atau pada suatu *spatial window* yang dievaluasi. Bersifat menambahkan secara seragam pada sebuah bidang citra dengan varian tertentu. Contoh *impulse noise* adalah *salt and pepper*.
- b. *Additive noise*, adalah sinyal-sinyal dengan magnitudo acak yang terdistribusi secara Gauss pada suatu citra digital. Contoh *additive noise* adalah derau putih (*white noise*) dan Gaussian *Noise*.

- c. *Multiplicative noise*, adalah suatu multiplikasi atau konvolusi dari beberapa *noise* dengan magnitudo, distribusi dan intensitas yang berbeda. Umumnya muncul pada saat pengambilan citra tidak sempurna karena alasan cuaca, perangkat pengambil citra dan sebagainya. Contoh *speckle noise*.

Berikut mengenai *Salt and pepper Noise*, dapat dijelaskan sebagai berikut :

### 2.3.1 *Salt and pepper Noise*

*Salt and pepper Noise* merupakan bentuk *noise* yang biasanya terlihat titik-titik hitam dan putih pada citra seperti tebaran garam dan merica. Pada gambar 2.1 terlihat bahwa terdapat derau serbuk yang mengganggu gambar.



Gambar 2.1 Citra *salt and pepper noise*

### 2.4 *Discrete Cosine Transform (DCT)*

*Discrete Cosine Transform (DCT)* pada dasarnya mirip dengan *Discrete Fourier Transform (DFT)*, DCT dapat mengubah sinyal atau gambar dari domain spasial ke dalam domain frekuensi, mengambil informasi dari sinyal dan dikonsentrasikan hanya pada beberapa koefisien DCT. Karena sifatnya tersebut, DCT banyak digunakan dalam pengaplikasian *sains* dan teknologi, umumnya

pada *lossy compression*, misalnya pada kompresi audio MP3 dan gambar JPEG serta *denoising* gambar.

*Discrete Cosine Transform* memiliki dua sifat utama dalam kompresi citra, yaitu mengkonsentrasi energi citra dalam jumlah kecil koefisien (*Energy Compaction*) dan meminimalkan ketergantungan antara koefisien satu dan yang lainnya (*decorrelation*). DCT menyusun sinyal tersebut ke frekuensi spasial yang disebut dengan koefisien DCT. Frekuensi koefisien DCT yang lebih rendah muncul pada kiri atas dari sebuah matrix DCT, dan frekuensi koefisien DCT yang lebih tinggi berada pada kanan bawah dari matrix DCT. Koefisien DCT mengatur yang paling kiri berisikan nilai-nilai yang tidak 0, dan yang paling kanan berisikan nilai bit yang bernilai 0. Setelah terurut, maka dapat dilanjutkan ke proses lainnya.

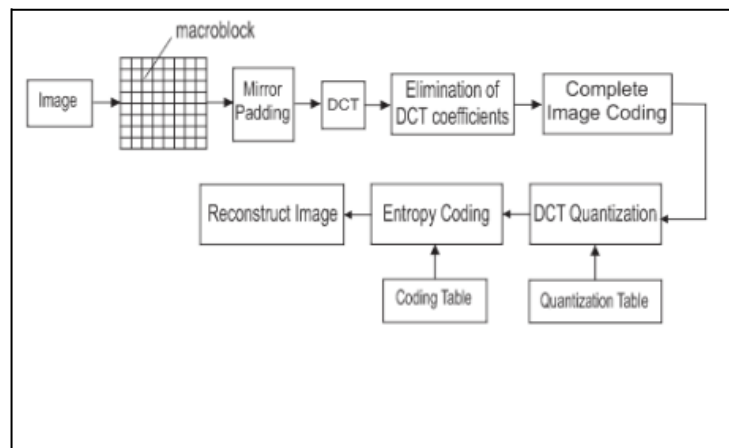
Algoritma *Discrete Cosine Transform* (DCT) merupakan salah satu algoritma yang dapat digunakan untuk melakukan kompresi sinyal ataupun gambar karena memiliki pemadatan energi yang sangat kuat. Algoritma ini melakukan konversi data dari bentuk spasial dengan memisahkan gambar dalam sub-sub bagian dengan frekuensi yang berbeda-beda. Frekuensi yang memiliki nilai informasi sedikit akan dihilangkan kemudian frekuensi yang memiliki nilai informasi paling penting akan dipertahankan dalam komponen frekuensi sangat rendah dari suatu sinyal dan sisanya frekuensi lainnya memiliki data yang sangat kecil yang dapat disimpan dengan menggunakan sangat sedikit jumlah bit (biasanya, paling banyak 2 atau 3 bit), Kemudian melakukan pengolahan data frekuensi, dan dikonversi menjadi bentuk spasial menggunakan inversi metode yang bersangkutan. *Discrete Cosine Transform* (DCT) dilakukan dalam sekali



pengulangan dan akan dilakukan perhitungan *pixel* sesuai dengan ukuran blok *pixel*.

DCT (*Discrete Cosine Transform*) menjadi salah satu metode dalam proses pemampatan gambar ataupun *denoising noise* gambar. Pertama-tama harus mengambil informasi file gambar (nilai *pixel* dalam bilangan bulat yang memiliki rentang 0 - 255) dan dibagi dalam blok matriks 8 X 8 dan kemudian menerapkan transformasi diskrit cosinus pada blok tersebut.

Setelah menerapkan transformasi diskrit cosinus, terlihat bahwa lebih dari 90% data akan berada di komponen frekuensi yang lebih rendah. Untuk sederhanya sebagai contoh dengan mengambil matriks ukuran 8 X 8 memiliki semua nilai sebagai 255 (mempertimbangkan gambar menjadi benar-benar putih) dan melakukan 2-D *discrete cosine transform* untuk mengamati *output*. Langkah-langkah pemampatan gambar terdiri dari beberapa proses yang dapat ditunjukkan melalui blok diagram pada Gambar.



Gambar 2.2 Langkah-langkah pemampatan gambar

Teknik DCT terdiri dari *discrete cosine transform 1-dimension*, dan *discrete cosine transform 2-dimension*. Pada DCT satu dimensi, berguna untuk mengolah

sinyal-sinyal yang berdimensi satu, seperti bentuk gelombang suara. Sedangkan untuk citra yang merupakan sinyal dua dimensi dibutuhkan versi dua dimensi dari DCT, yaitu *discrete cosine transform 2-dimension*.

*Two Dimensional Discrete Cosine Transform* digunakan untuk mengkompresi gambar. Transformasi diskrit pada DCT-2D dinyatakan dalam bentuk persamaan. Adapun persamaan umum dari DCT-1D (*N data items*) dapat didefinisikan sebagai berikut:

$$F(u) = \left(\frac{2}{N}\right)^{\frac{1}{2}} \sum_{i=0}^{N-1} \Lambda(i) \cdot \cos \left[ \frac{\pi \mu}{2 \cdot N} (2i + 1) \right] f(i) \quad \dots(2.1)$$

untuk  $u=0,1,2,\dots,N-1$  (1)

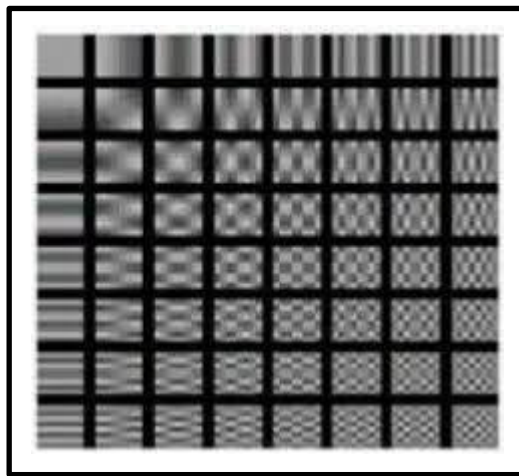
DCT-2D merupakan perbandingan dari DCT-1D. Adapun persamaan umum dari DCT-2D (*N by M Image*) dapat didefinisikan sebagai berikut:

$$F(u, v) = \left(\frac{2}{N}\right)^{\frac{1}{2}} \left(\frac{2}{M}\right)^{\frac{1}{2}} \sum_{i=0}^{N-1} \sum_{j=0}^{M-1} \Lambda(i) \Lambda(j) \cdot \cos \left[ \frac{\pi \mu}{2 \cdot N} (2i + 1) \right] \cos \left[ \frac{\pi \mu}{2 \cdot M} (2j + 1) \right] \cdot f(i, j) \quad \dots(2.2)$$

untuk  $u=0,1,2,\dots,N-1$  dan  $v=0,1,2,\dots,M-1$ (2), sedangkan

Setiap elemen  $F(u,v)$  dari transformasi merupakan *inner product* dari masukan dan basis fungsinya. Pada kasus ini, basis fungsinya adalah matrix  $n \times m$ . Setiap dua dimensi matrix merupakan *outer product* dari dua basis vektor satu dimensinya.

Setiap baris matrix pada Gambar 2.3 dikarakterisistikan oleh frekuensi spasial horizontal dan vertikal. Frekuensi horizontal meningkat dari kiri ke kanan, dan dari atas ke bawah secara vertikal. Dalam konteks citra, hal ini menunjukkan tingkat signifikansi secara perseptual, artinya basis fungsi dengan frekuensi rendah memiliki sumbangan yang lebih besar bagi perubahan penampakan citra dibandingkan basis fungsi yang memiliki frekuensi tinggi.



Gambar 2. 3 Grafika Fungsi Basis 2-D DCT

Nilai konstanta basis fungsi yang terletak di bagian kiri atas sering disebut sebagai basis fungsi DC, dan koefisien DCT yang bersesuaian dengannya disebut sebagai koefisien DC.

*Inverse Discrete Cosine Transform* Dua (IDCT-2D) dapat diperoleh dari rumusan sebagai berikut ini:

$$f(x, y) = \left( \frac{2}{\sqrt{MN}} \right) \sum_{u=0}^{N-1} \sum_{v=0}^{M-1} \alpha(u) \alpha(v) C(u, v) \cos \left( \frac{\pi(2x+1)u}{2N} \right) \cos \left( \frac{\pi(2y+1)v}{2M} \right) \dots(2.3)$$

dengan nilai  $x = 0, 1, 2, \dots, N-1$  dan nilai  $y = 0, 1, 2, \dots, M-1$ . (3)

Fungsi basis *Discrete Cosine Transform* 2 dimensi adalah sebagai berikut :

$$C(x, y, u, v) = \frac{2}{\sqrt{MN}} \alpha(u) \alpha(v) C(u, v) \cos\left(\frac{\pi(2x+1)u}{2N}\right) \cos\left(\frac{\pi(2y+1)v}{2M}\right) \dots (2.4)$$

dengan nilai  $u$  dan  $x = 0, 1, 2, \dots, N-1$  dan nilai  $v$  dan  $y = 0, 1, 2, \dots, M-1$ . [2] (4)

## 2.5 Peak Signal to Noise Ratio (PSNR)

*Peak Signal to Noise Ratio* (PSNR) adalah suatu besaran yang merupakan perbandingan antara kekuatan sinyal maksimum dengan kekuatan *noise*. Secara umum, sinyal memiliki rentang nilai yang cukup luas, sehingga untuk mempermudah PSNR ditulis dalam satuan *decibel* (dB). PSNR digunakan untuk mengetahui perbandingan kualitas citra *cover* sebelum dan sesudah disisipkan pesan. Untuk menentukan PSNR, terlebih dahulu harus ditentukan nilai MSE (*Mean Square Error*).

$$MSE = \frac{1}{mn} \sum_{i=0}^{m-1} \sum_{j=0}^{n-1} [I(i, j) - K(i, j)]^2 \dots (2.5)$$

PSNR pada citra, umumnya disebut *Mean Squared Error* (MSE) secara matematis dirumuskan seperti persamaan di atas, dengan  $m \times n$  adalah resolusi dari citra  $I$  adalah citra *grayscale* dan  $K$  adalah citra *bernoise*. Dalam satuan *decibel* dapat ditulis menjadi :

$$PSNR = 10 \cdot \log_{10} \left( \frac{MAX_I^2}{MSE} \right) \dots (2.6)$$

Atau untuk mempermudah melihat rumus diatas, dapat dijabarkan menjadi :

$$PSNR = 20 \cdot \log_{10}(MAX_I) - 10 \cdot \log_{10}(MSE) \dots (2.7)$$

Dengan  $MAX_I$  adalah nilai maksimum *pixel* dari suatu citra, untuk 8 bit *image*, nilai  $MAX_I$  adalah  $2^8 - 1 = 255$ . Secara umum, untuk menghitung PSNR dari citra, membutuhkan 2 citra. Citra pertama adalah citra penuh *noise* dan citra kedua adalah citra referensi dapat dianggap sebagai nilai benar.

PSNR sering dinyatakan dalam skala logaritmik dalam *decibel* (dB). Nilai PSNR jatuh dibawah 30 dB mengindikasikan kualitas yang relatif rendah, di mana distorsi yang dikarenakan penyisipan terlihat jelas. Akan tetapi kualitas *stego-image* yang tinggi berada pada nilai 40 dB dan di atasnya (Cheddad, 2010).