

**SIMULASI STEGANOGRAFI UNTUK KEAMANAN  
DATA CITRA MEDIS COVID MENGGUNAKAN  
METODE DCT (DISCRETE COSINE TRANSFORM)  
DAN LCG (LINEAR CONGRUENTIAL GENERATOR)**

**SKRIPSI**



**MUHAMMAD NUR**

**H071171314**

**PROGRAM STUDI SISTEM INFORMASI DEPARTEMEN MATEMATIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2022**

**SIMULASI STEGANOGRAFI UNTUK KEAMANAN DATA  
CITRA MEDIS COVID MENGGUNAKAN METODE DCT  
(DISCRETE COSINE TRANSFORM) DAN LCG (LINEAR  
CONGRUENTIAL GENERATOR)**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains  
pada Program Studi Sistem Informasi Departemen Matematika Fakultas  
Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin**

**MUHAMMAD NUR**

**H071171314**

**PROGRAM STUDI SISTEM INFORMASI DEPARTEMEN MATEMATIKA**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**MAKASSAR**

**2022**

## LEMBAR PERNYATAAN KEOTENTIKAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Muhammad Nur  
NIM : H071171314  
Program Studi : Sistem Informasi  
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

**SIMULASI STEGANOGRAFI UNTUK KEAMANAN DATA CITRA MEDIS COVID MENGGUNAKAN METODE DCT (DISCRETE COSINE TRANSFORM) DAN LCG (LINEAR CONGRUENTIAL GENERATOR)**

adalah benar hasil karya sendiri, bukan hasil plagiat dan belum pernah dipublikasikan dalam bentuk apapun.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 31 Januari 2022



Muhammad Nur  
NIM. H071171314

**SIMULASI STEGANOGRAFI UNTUK KEAMANAN DATA  
CITRA MEDIS COVID MENGGUNAKAN METODE DCT  
(DISCRETE COSINE TRANSFORM) DAN LCG (LINEAR  
CONGRUENTIAL GENERATOR)**

Disusun dan diajukan oleh

**MUHAMMAD NUR**

**H071171314**

Telah diperhatikan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Sarjana Program Studi Sistem Informasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam pada 5 desember 2021 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

**Menyetujui,**

**Pembimbing Utama,**



**Dr. Hendra, S.Si, M.Kom.**  
**NIP. 197601022002121001**

**Pembimbing Pertama,**



**Andi Muhammad Anwar, S.Si, M.Si.**  
**NIP. 199012282018031001**

**Ketua Program Studi,**



**Dr. Muhammad Hasbi, M.Sc.**  
**NIP. 196307201989031003**



## KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah *Subhanahu Wa ta'ala*, Tuhan atas langit dan bumi beserta segala isinya. Karena, berkat dan rahmat-Nya sehingga penulisan skripsi ini dapat terselesaikan. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada Baginda *Rasulullah* Muhammad *Shallallahu Alaihi Wasallam* dan kepada para keluarga serta sahabat beliau, yang senantiasa menjadi teladan yang baik.

Alhamdulillah, skripsi dengan judul “Simulasi Steganografi Untuk Keamanan Data Citra Medis Covid Menggunakan Metode DCT (*Discrete Cosine Transform*) dan LCG (*Linear Congruential Generator*)” yang disusun sebagai salah satu syarat akademik untuk meraih gelar Sarjana Sains pada Program Studi Sistem Informasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin ini dapat dirampungkan. Tentunya, dalam penulisan skripsi ini, penulis mampu melewati berbagai hambatan dan masalah berkat bantuan moril dan materiil, serta dorongan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang tak terhingga kepada:

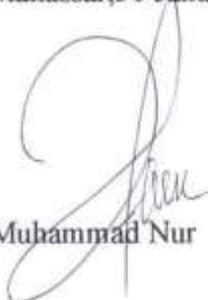
1. Orang tua, ibunda tersayang **Suarni** dan ayahanda **Abd.Salam, B.A.**, sebagai tempat kembali setelah pergi, dan tempat terlelap dikala lelah, terima kasih atas kasih sayang, doa, dan nasihat yang tulus sebagai bekal kehidupan.
2. Rektor Universitas Hasanuddin beserta jajarannya, Bapak Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam beserta jajarannya, dan seluruh pihak birokrasi atas pengetahuan yang diberikan, baik dalam bidang akademik maupun bidang kemahasiswaan.
3. Bapak **Dr. Hendra S.Si, M.Kom.** sebagai dosen pembimbing utama dan Bapak **Andi Muhammad Anwar, S.Si, M.Si.** sebagai pembimbing pertama atas ilmu yang beliau berikan selama proses perkuliahan, dan kesediaan beliau dalam membimbing dan mengarahkan penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan, serta memotivasi penulis dalam penyusunan skripsi ini.  
Bapak **Dr. Muhammad Hasbi, M.Sc.** selaku Ketua Program Studi Sistem Informasi dan Bapak **Supri Bin Hj Amir, S.Si., M.Eng.** atas kesediaannya

menjadi anggota tim penguji untuk memberikan saran dan arahan kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini.

5. Dosen Departemen Matematika, dan terkhusus kepada ibu dan bapak dosen Program Studi Sistem Informasi Fakultas MIPA Universitas Hasanuddin untuk semua ilmu yang telah diberikan kepada penulis selama menempuh pendidikan di jenjang strata.
6. Teman-teman dari Program Studi Sistem Informasi 2017 khususnya kepada **Muthia Amanah Arum, S.Si., Muhammad Muflihun Naim, S.Si.** dan **Siti Rabiatul Adawiyah, S.Si.** yang senantiasa mendukung, memberikan arahan, semangat, pelajaran-pelajaran dan motivasi, **Ahmad Ali Winandar Kadir, S.Si., Rigel Rivaldo Subiyakto, Restu Adi Akbar, Ilmi Kalam, S.Si., Khawaritzmi Abdallah Ahmad, S.Si., Kennedy, S.Si., Fadhil Hidayat, Muh. Fiqih Hamda, Effendy,** dan **Arya Indrawan** atas kebersamaan, kepedulian, canda tawa yang telah kita lewati selama ini.
7. Seluruh pihak yang yang tidak dapat disebutkan satu per satu atas segala bentuk kontribusi, partisipasi, serta motivasi yang diberikan kepada penulis selama ini. Semoga apa yang kita berikan, dilipatgandakan oleh Tuhan Yang Maha Kaya.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam tugas akhir ini, untuk itu dengan segala kerendahan hati penulis memohon maaf. Akhir kata, semoga tulisan ini memberikan manfaat untuk pembaca.

Makassar, 31 Januari 2022



Muhammad Nur

## PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

---

Sebagai sivitas akademik Universitas Hasanuddin, saya yang bertanda tangan di bawahini:

Nama : Muhammad Nur  
NIM : H071171314  
Program Studi : Sistem Informasi  
Departemen : Matematika  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Jenis karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Hasanuddin **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty- Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

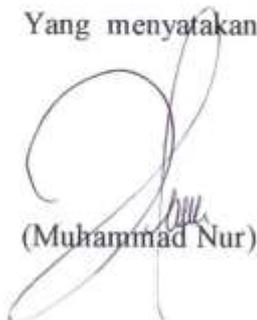
**Simulasi Steganografi Untuk Keamanan Data Citra Medis Covid  
Menggunakan Metode DCT (Discrete Cosine Transform) dan LCG (Linear  
Congruential Generator)**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Terkait dengan hal di atas, maka pihak universitas berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di Makassar Pada tanggal 31 Januari 2022

Yang menyatakan

  
(Muhammad Nur)

## ABSTRAK

Steganografi adalah teknik menyembunyikan pesan rahasia sehingga keberadaan pesan tidak terdeteksi oleh indera manusia. Steganografi dapat digunakan untuk pengamanan data citra rahasia dengan menyembunyikan citra rahasia kedalam sebuah citra *cover* dan citra rahasia tersebut juga dapat dienkripsi sebelum disembunyikan kedalam citra *cover*. Metode yang digunakan pada penelitian adalah DCT(*Discrete Cosine Transform*) untuk penyisipan steganografi dan Metode LCG(*Linear Congruential Generator*) untuk mengenkripsi citra rahasia dengan melakukan pengacakan posisi baris dan kolom. Dalam penelitian ini, citra rahasia yang disembunyikan merupakan citra CT *Scan* paru-paru pasien *covid* bertipe *grayscale*, Format citra rahasia atau cover yang digunakan yaitu citra jpg, png atau bmp. Hasil dari penelitian ini adalah sebuah aplikasi berbasis python yang dapat mengenkripsi citra rahasia dengan metode LCG, menyisipkan citra rahasia terenkripsi kedalam citra *cover* dengan metode DCT, serta mengekstrak dan mendekripsi citra rahasia terenkripsi pada citra stego dengan metode DCT dan LCG. Dari hasil pengujian PSNR menunjukkan bahwa citra stego yang dihasilkan tergolong cukup baik karena berada di atas 30db, berdasarkan pengujian NCC tingkat kemiripan citra rahasia asli dan citra rahasia hasil ekstraksi hampir mendekati kemiripan sempurna karena berada pada koefisien 0.99 membuktikan bahwa citra rahasia hasil ekstraksi masih memiliki sedikit keberadaan noise.

Kata Kunci: Steganografi, DCT, LCG, CT *Scan*

## ABSTRACT

Steganography is a technique of hiding a secret message so that the existence of the message is not detected by the human senses. Steganography can be used for securing confidential image data by hiding the secret image into a cover image and the secret image can also be encrypted before being hidden into the cover image. The method used in this research is DCT (Discrete Cosine Transform) for insertion of steganography and the LCG (Linear Congruential Generator) method to encrypt the secret image by randomizing the row and column positions. In this research, the hidden secret image is a gray CT scan of a covid patient's lungs, The secret or cover image format used is a jpg, png or bmp image. The result of this research is a python-based application that can encrypt secret images using the LCG method, insert an encrypted secret image into the cover image using the DCT method, and extract and decrypt the encrypted secret image on the stego image using the DCT and LCG methods. The PSNR test results show that the resulting stego image is quite good because it is above 30db, based on NCC testing, the level of similarity between the original secret image and the extracted secret image is almost perfect because it is at a coefficient of 0.99 proving that the extracted secret image still has a little noise.

Keywords: *Steganography, DCT, LCG, CT Scan*

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN KEOTENTIKAN.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING ....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
HALAMAN PENGESAHAN.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
KATA PENGANTAR .....	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR..	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
ABSTRAK .....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	2
1.4. Batasan Masalah.....	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	4
2.1. COVID-19.....	4
2.2. Citra Digital.....	5
2.3. CT Scan.....	6
2.4. Steganografi .....	6
2.5. DCT (Discrete Cosine Transform).....	8
2.6. Kuantisasi dan Zigzag Scanning .....	10
2.7. LCG (Linear Congruential Generator).....	12

2.8.	Normalized Cross Correlation (NCC).....	13
2.9.	Mean Square Error (MSE) .....	14
2.10.	Peak Signal to Noise Ratio (PSNR) .....	15
BAB III METODE PENELITIAN.....		16
2.1.	Waktu dan Tempat Penelitian .....	16
2.2.	Tahapan Penelitian .....	16
2.2.1.	Tahap Pra Penelitian .....	17
2.2.2.	Tahapan Penelitian .....	17
2.3.	Deskripsi Data .....	20
2.4.	Instrumen Penelitian.....	20
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		21
4.1.	Analisis Kebutuhan Sistem .....	21
4.1.1.	OpenCV.....	21
4.1.2.	Pillow .....	21
4.1.3.	Numpy.....	21
4.1.4.	Bitstring.....	22
4.1.5.	Tkinter.....	22
4.2.	Enkripsi – Dekripsi dengan Metode LCG.....	22
4.3.	Enkripsi - Dekripsi Discrete Cosine Transform.....	27
4.4.	GUI.....	30
4.5.	Pengujian.....	32
4.5.1	Pengujian Enkripsi Metode LCG dan DCT .....	35
4.5.2	Pengujian Dekripsi Metode LCG dan DCT .....	37
4.5.3	Pengujian Waktu .....	39
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		41
5.1.	Kesimpulan.....	41
5.2.	Saran.....	41
DAFTAR PUSTAKA .....		43

LAMPIRAN .....	44
----------------	----

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Steganografi .....	7
Gambar 2.2. Zigzag <i>Scan</i> .....	11
Gambar 3.1. Tahapan Penelitian .....	16
Gambar 3.2. Algoritma Enkripsi .....	18
Gambar 3.3. Algoritma Dekripsi .....	19
Gambar 4.1. Kode Program Pengecekan Syarat LCG .....	23
Gambar 4.2. Kode Program FPB .....	23
Gambar 4.3. Kode Program FPB Mendapatkan Faktor $m$ .....	24
Gambar 4.4. Kode Program Enkripsi Baris dan Kolom .....	25
Gambar 4.5. Kode Program Konversi <i>Integer</i> ke Biner .....	25
Gambar 4.6. Kode Program Dekripsi Baris dan Kolom .....	26
Gambar 4.7. Kode Program Pemecahan Gambar ke Blok $8 \times 8$ .....	27
Gambar 4.8. Kode Program Penyisipan Informasi Rahasia .....	28
Gambar 4.9. Kode Program Penggabungan Sub Blok .....	28
Gambar 4.10. Main Program (Enkripsi Metode DCT) .....	29
Gambar 4.11. Main Program (Dekripsi Metode DCT) .....	30
Gambar 4.12. Tampilan GUI .....	31
Gambar 4.13. Message Box .....	31

**DAFTAR TABEL**

Tabel 2.1. Barisan Acak LCG (Kolom) .....	13
Tabel 4.1. Citra <i>Cover</i> (Pengujian) .....	32
Tabel 4.2. Citra Rahasia CT Scan Paru-Paru (Pengujian) .....	34
Tabel 4.3. Pengujian Enkripsi LCG .....	35
Tabel 4.4. Pengujian Enkripsi DCT .....	36
Tabel 4.5. Perbandingan Nilai MSE dan PSNR Citra Asli Dengan Citra Stego ..	37
Tabel 4.6. Pengujian Dekripsi LCG dan DCT .....	38
Tabel 4.7. Tingkat Kemiripan Citra Rahasia Sebelum Disisipkan dan Sesudah Diekstraksi Menggunakan NCC( <i>Normalized Cross Correlation</i> ).....	39
Tabel 4.8. Pengujian Waktu .....	39

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Munculnya virus *corona* atau pandemi *covid-19* di Indonesia mampu melumpuhkan aktivitas semua kalangan masyarakat yang dilakukan di luar rumah. Dengan tingginya tingkat penyebaran dan kematian yang diakibatkan *covid-19* memaksa masyarakat untuk bekerja dari rumah atau *work form home*, serta sebagian besar pekerjaan yang dilakukan secara tatap muka dilakukan secara daring.

Daring merupakan singkatan dari “dalam jaringan”. Dalam konteks ini dalam jaringan merupakan jaringan online. Berbicara tentang jaringan, tentunya tidak akan lepas dari pertukaran data, dengan adanya media dalam jaringan kini kita dapat dengan mudah berbagi atau saling tukar informasi antara pengguna, baik bertukar foto, gambar, video, informasi, maupun data-data penting. Namun, salah satu persoalan yang perlu diperhatikan dari maraknya aktivitas pertukaran data adalah keamanan dan privasi data, tingginya tingkat pencurian dan penyalahgunaan data mendorong perlunya keamanan pada suatu data, terutama menyangkut data rahasia seperti data medis pasien *covid*. terbukanya rahasia medis pasien ke masyarakat umum ditengah-tengah pandemi *covid* ini menggiring stigmatisasi negatif bagi penderita dan keluarga yang tentunya akan membawa dampak psikososial yang berat, seperti terjadinya diskriminasi (Susanti, 2020).

Menyangkut permasalahan di atas, dalam penelitian ini, penulis akan melakukan pengamanan dengan menggunakan teknik steganografi, menyembunyikan atau menyisipkan sebuah citra *CT scan* paru-paru pasien *covid* menggunakan metode DCT (*discrete cosine transform*) pada sebuah citra *cover* agar citra yang disisipkan tidak terlihat, sehingga pihak luar tidak akan menyadari ada sesuatu di dalam citra *cover*. Penelitian ini juga memanfaatkan LCG (*linear congruential generator*) untuk mengacak citra rahasia (Citra *CT scan*) sebelum disisipkan kedalam citra *cover*. Pengacakan dilakukan agar citra rahasia terenkripsi dengan baik, walaupun pihak luar telah berhasil mengekstrak citra rahasia dari citra *cover*, pihak tersebut masih perlu mengetahui *key* yang dibangun untuk

merekonstruksi citra rahasia, sehingga citra rahasia masih tetap terjaga kerahasiaannya.

## 1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana menerapkan metode LCG (*linear congruential generator*) untuk mengenkripsi dan mendekripsi citra *CT scan* paru-paru pasien *covid*, dan metode DCT (*discrete cosine transform*) dalam steganografi untuk menyisipkan dan mengekstrak data citra *CT scan* paru-paru pasien *covid* pada citra *cover*?
2. Bagaimana tingkat kemiripan citra rahasia sebelum disisipkan dan sesudah di ekstraksi?
3. Bagaimana *fidelity* citra *cover* setelah dilakukan penyisipan citra rahasia?

## 1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan penelitian ini adalah:

1. Mampu menerapkan metode LCG (*linear congruential generator*) untuk mengenkripsi dan mendekripsi citra *CT scan* paru-paru pasien *covid*, dan metode DCT (*discrete cosine transform*) dalam steganografi untuk menyisipkan dan mengekstrak citra *CT scan* paru-paru pasien *covid* pada citra *cover*.
2. Mengetahui kemampuan sistem, dari kualitas citra stego yang dihasilkan dan dari tingkat kemiripan antara citra rahasia hasil ekstraksi dan citra rahasia sebelum disisipkan.

#### 1.4. Batasan Masalah

Batasan masalah penelitian ini adalah :

1. Citra *cover* yang digunakan bertipe RGB dan berukuran  $N \times M$  *pixel* kelipatan 8.
2. Citra stego merupakan citra dengan format PNG.

#### 1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini, diharapkan dapat dimanfaatkan dalam pengamanan data citra *CT scan* paru-paru pasien *covid* dan berbagai data citra rahasia rekam medis lainnya, agar data tersebut tidak mudah diakses oleh orang lain yang tidak memiliki hak dan kepentingan di dalamnya.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. COVID-19

*Coronavirus* adalah keluarga besar virus yang menyebabkan penyakit mulai dari gejala ringan sampai berat. Ada setidaknya dua jenis *coronavirus* yang diketahui menyebabkan penyakit yang dapat menimbulkan gejala berat seperti *Middle East Respiratory Syndrome* (MERS) dan *Severe Acute Respiratory Syndrome* (SARS). *Coronavirus Disease 2019* (COVID-19) adalah penyakit jenis baru yang belum pernah diidentifikasi sebelumnya pada manusia. Virus penyebab COVID-19 ini dinamakan *Sars-CoV-2*. Virus *corona* adalah *zoonosis* (ditularkan antara hewan dan manusia). Penelitian menyebutkan bahwa SARS ditransmisikan dari kucing luwak (*civet cats*) ke manusia dan MERS dari unta ke manusia. Adapun, hewan yang menjadi sumber penularan COVID-19 ini masih belum diketahui (Kementrian Kesehatan Republik Indonesia, 2020).

Tanda dan gejala umum infeksi COVID-19 antara lain gejala gangguan pernapasan akut seperti demam, batuk dan sesak napas. Masa inkubasi rata-rata 5-6 hari dengan masa inkubasi terpanjang 14 hari. Pada kasus COVID-19 yang berat dapat menyebabkan *pneumonia*, *sindrom* pernapasan akut, gagal ginjal, dan bahkan kematian. Tanda-tanda dan gejala klinis yang dilaporkan pada sebagian besar kasus adalah demam, dengan beberapa kasus mengalami kesulitan bernapas, dan hasil *rontgen* menunjukkan *infiltrat pneumonia* luas di kedua paru (Kementrian Kesehatan Republik Indonesia, 2020).

Pada 31 Desember 2019, WHO China *Country Office* melaporkan kasus *pneumonia* yang tidak diketahui etiologinya di Kota Wuhan, Provinsi Hubei, Cina. Pada tanggal 7 Januari 2020, Cina mengidentifikasi *pneumonia* yang tidak diketahui etiologinya tersebut sebagai jenis baru *coronavirus* (*coronavirus disease*, COVID-19). Pada tanggal 30 Januari 2020 WHO telah menetapkan sebagai Kedaruratan Kesehatan Masyarakat Yang Meresahkan Dunia/ *Public Health Emergency of International Concern* (KKMMD/PHEIC). Penambahan jumlah kasus COVID-19 berlangsung cukup cepat dan sudah terjadi penyebaran antar negara.

Berdasarkan bukti ilmiah, COVID-19 dapat menular dari manusia ke manusia melalui percikan batuk/bersin (*droplet*), tidak melalui udara. Orang yang paling berisiko tertular penyakit ini adalah orang yang kontak erat dengan pasien COVID-19 termasuk yang merawat pasien COVID-19. Rekomendasi standar untuk mencegah penyebaran infeksi adalah melalui cuci tangan secara teratur menggunakan sabun dan air bersih, menerapkan etika batuk dan bersin, menghindari kontak secara langsung dengan ternak dan hewan liar serta menghindari kontak dekat dengan siapapun yang menunjukkan gejala penyakit pernapasan seperti batuk dan bersin. Selain itu, menerapkan Pencegahan dan Pengendalian Infeksi (PPI) saat berada di fasilitas kesehatan terutama unit gawat darurat.

## 2.2. Citra Digital

Citra adalah suatu representasi (gambaran), kemiripan, atau imitasi dari suatu objek. Citra terbagi 2 yaitu ada citra yang bersifat analog dan ada citra yang bersifat digital. Citra analog adalah citra yang bersifat kontinu seperti gambar pada monitor televisi, foto sinar X, hasil CT *Scan* dll. Sedangkan pada citra digital adalah citra yang dapat diolah oleh komputer (Sutoyo dkk, 2009). Sebuah citra digital dapat mewakili oleh sebuah matriks yang terdiri dari M kolom N baris, dimana perpotongan antara kolom dan baris disebut *pixel* (*pixel = picture element*), yaitu elemen terkecil dari sebuah citra. *Pixel* mempunyai dua parameter, yaitu koordinat dan intensitas atau warna. Nilai yang terdapat pada koordinat  $(x, y)$  adalah  $f(x, y)$ , yaitu besar intensitas atau warna dari *pixel* di titik itu. Oleh sebab itu, sebuah citra digital dapat ditulis dalam bentuk matriks berikut.

$$f(x, y) = \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \dots & f(0, M - 1) \\ f(1,0) & \dots & \dots & f(1, M - 1) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ f(N - 1,0) & f(N - 1,1) & \dots & f(N - 1, M - 1) \end{bmatrix}$$

Berdasarkan matriks tersebut, secara matematis citra digital dapat dituliskan sebagai fungsi intensitas  $f(x, y)$ , dimana harga  $x$  (baris) dan  $y$  (kolom) merupakan koordinat posisi dan  $f(x, y)$  adalah nilai fungsi pada setiap titik  $(x, y)$ , yang menyatakan besar intensitas citra atau tingkat keabuan atau warna dari *pixel* di titik tersebut (Sutoyo dkk, 2009).

### 2.3. CT Scan

*Computer Tomography (CT) Scanner* merupakan alat diagnostik dengan teknik radiografi yang menghasilkan gambar potongan tubuh secara melintang berdasarkan penyerapan sinar-x pada irisan tubuh yang ditampilkan pada layar monitor tv hitam putih (Irnawati, 2018). *Computer Tomography (CT)* biasa juga disebut *Computed axial tomography (CAT)*, *computer-assisted tomography*, atau (*body section roentgenography*) yang merupakan suatu proses yang menggunakan *digital processing* untuk menghasilkan suatu gambaran *internal* tiga dimensi suatu obyek dari satu rangkaian sinar x yang menghasilkan gambar dua dimensi. Kata "*tomography*" diperoleh dari Yunani *tomos*(iris) dan *graphia*(gambar).

CT *Scanner* memiliki kemampuan yang unik untuk memperhatikan suatu kombinasi dari jaringan, pembuluh darah dan tulang secara bersamaan. CT *Scanner* dapat digunakan untuk mendiagnose permasalahan berbeda seperti :

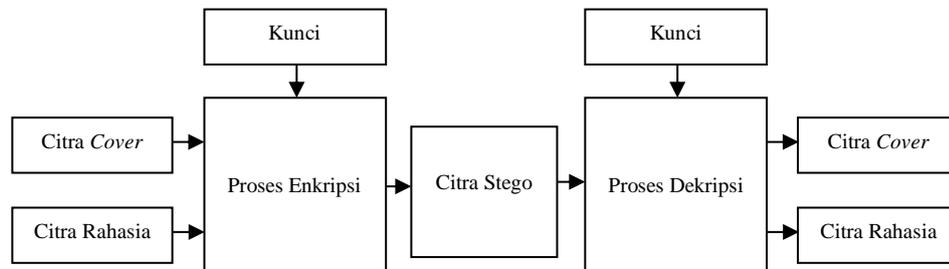
- Adanya gumpalan darah di dalam paru-paru (*pulmonary emboli*)
- Pendarahan di dalam otak (*cerebral vascular accident*)
- Batu ginjal
- *Inflamed appendix*
- Kanker otak, hati, pankreas, tulang, dll.
- Tulang yang retak

### 2.4. Steganografi

Steganografi berasal dari bahasa Yunani yaitu *Steganós* yang berarti menyembunyikan dan *Graptos* yang artinya tulisan (Aditya dkk, 2010), sehingga secara keseluruhan artinya adalah tulisan yang disembunyikan. Secara umum steganografi adalah ilmu dan seni menyembunyikan pesan rahasia sehingga keberadaan pesan tidak terdeteksi oleh indera manusia.

Steganografi sangat kontras dengan kriptografi. Kriptografi merahasiakan makna pesan sementara eksistensi pesan tetap ada, sedangkan steganografi menutupi keberadaan pesan. Steganografi dapat dipandang sebagai kelanjutan dari kriptografi (Pranoto, 2011).

Dalam prakteknya, pesan diacak terlebih dahulu, kemudian disembunyikan di dalam media lain sehingga pihak ketiga tidak menyadari keberadaan pesan. Steganografi membutuhkan dua properti, yaitu pesan dan media penampung. Media penampung yang umumnya digunakan sekarang dapat berupa teks, suara, gambar, atau video. Sedangkan pesan yang disembunyikan dapat berupa teks, gambar, pesan atau lainnya.



Gambar 2.1. Steganografi

Keuntungan penggunaan steganografi adalah memungkinkan pengiriman pesan secara rahasia tanpa diketahui bahwa pesan sedang dikirim. Ini membuat pihak ketiga tidak menyadari keberadaan pesan. Sebaliknya, penggunaan kriptografi akan menarik kecurigaan pihak ketiga bahwa ada sesuatu yang disembunyikan dalam pesan yang sedang dikirim (Pranoto, 2011).

Steganografi dapat diterapkan pada data digital, yaitu teks, citra, suara dan video. Terdapat banyak metode steganografi untuk citra digital yang sudah ada. Ada yang bekerja pada *domain spasial* atau waktu seperti metode Modifikasi LSB (*Least Significant Bit*) dan ada yang mengalami transformasi terlebih dahulu, misalnya ke domain frekuensi seperti DCT (*Domain Cosine Transform*), *Wavelet Transform*, *Spread Spectrum*, dan sebagainya (Pranoto, 2011).

Dalam menyembunyikan pesan, ada beberapa kriteria yang harus dipenuhi, diantaranya adalah:

- *Imperceptibility*. Keberadaan pesan tidak dapat dipersepsi oleh indrawi. Jika pesan disisipkan ke dalam sebuah citra, citra yang telah disisipi pesan harus tidak dapat dibedakan dengan citra asli oleh mata. Begitu pula dengan suara, telinga haruslah mendapati perbedaan antara suara asli dan suara yang telah

disisipi pesan.

- *Fidelity*. Mutu media penampung tidak berubah banyak akibat penyisipan. Perubahan yang terjadi harus tidak dapat dipersepsi oleh indra manusia.
- *Recovery*. Pesan yang disembunyikan harus dapat diungkap kembali. Tujuan steganografi adalah menyembunyikan informasi, maka sewaktu-waktu informasi yang disembunyikan ini harus dapat diambil kembali untuk dapat digunakan lebih lanjut sesuai keperluan.
- *Capacity*. berhubungan dengan jumlah informasi yang dapat disisipkan ke dalam data penampung.
- *Robustness*. data yang disembunyikan harus tahan dari berbagai operasi manipulasi yang dilakukan pada data penampung.
- *Undetectability*. kemampuan untuk menghindari deteksi baik oleh indera manusia maupun analisis statistik.

## 2.5. DCT (Discrete Cosine Transform)

DCT merupakan transformasi matematis yang mengambil sinyal dan mentransformasikannya dari domain spasial ke domain frekuensi. DCT merupakan salah satu metode transformasi yang dapat digunakan untuk kompresi data citra yang mempunyai sifat *lossy*. Metode kompresi DCT ini menggunakan pendekatan nilai kosinus. Pada dasarnya DCT akan mengubah detil warna dari gambar asli, namun karena keterbatasan indra manusia, maka perubahan yang terjadi tidak begitu terlihat. Dalam operasi DCT ini yang digunakan adalah nilai *real*. Ada 2 macam persamaan yang bisa digunakan yaitu DCT-1D yang digunakan untuk menghitung data vektor, dan DCT-2D yang digunakan untuk menghitung data matriks (Noviardhi, 2008).

DCT-2D diperlukan untuk mengolah sinyal-sinyal yang berdimensi dua, seperti citra yang merupakan sinyal dua dimensi. persamaan DCT-2D ditampilkan dalam matrik  $N \times N$ , dan menghasilkan matriks  $N \times N$ . Persamaan DCT-2D ini digunakan untuk transformasi matriks 2 dimensi.

Persamaan dari DCT-2D adalah sebagai berikut :

$$DCT(i, j) = \frac{2}{N} C(i)C(j) \sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{N-1} pixel(x, y) \cos \left[ \frac{(2x+1)i\pi}{2N} \right] \cos \left[ \frac{(2y+1)j\pi}{2N} \right] \dots (2.1)$$

Sedangkan persamaan untuk invers DCT-2D (IDCT) adalah sebagai berikut:

$$pixel(x, y) = \frac{2}{N} \sum_{i=0}^{N-1} \sum_{j=0}^{N-1} C(i)C(j) DCT(i, j) \cos \left[ \frac{(2x+1)i\pi}{2N} \right] \cos \left[ \frac{(2y+1)j\pi}{2N} \right] \dots (2.2)$$

Keterangan :

$DCT(i, j)$  = nilai  $DCT$  pada indeks ke- $(i, j)$

$N$  = ukuran matriks

$pixel(x, y)$  = nilai  $pixel$  pada indeks ke- $(x, y)$

$$C(a) = \begin{cases} 1 & \text{untuk } a > 0 \\ \frac{1}{\sqrt{2}} & \text{untuk } a = 0 \end{cases}$$

Pada format gambar JPEG, masing-masing komponen warna menggunakan transformasi DCT untuk mentransformasikan blok-blok  $8 \times 8$   $pixel$  ke dalam 64 masing-masing koefisien DCT (Huang dkk,2012). Koefisien-koefisien DCT tersebut adalah  $DCT(i, j)$  dari suatu blok  $8 \times 8$  dari citra  $pixel(x, y)$  yang dinyatakan pada persamaan 2.3 yang merupakan hasil substitusi persamaan 2.1.

$$DCT(i, j) = \frac{1}{4} C(i)C(j) \sum_{x=0}^7 \sum_{y=0}^7 pixel(x, y) \cos \left[ \frac{(2x+1)i\pi}{16} \right] \cos \left[ \frac{(2y+1)j\pi}{16} \right] \dots (2.3)$$

Sedangkan untuk invers persamaan 2.3 adalah sebagai berikut:

$$pixel(x, y) = \frac{1}{4} \sum_{i=0}^7 \sum_{j=0}^7 C(i)C(j) DCT(i, j) \cos \left[ \frac{(2x+1)i\pi}{16} \right] \cos \left[ \frac{(2y+1)j\pi}{16} \right] \dots (2.4)$$

**Contoh 2.1.** Penerapan DCT dan IDCT

Misalkan terdapat sebuah matriks  $N = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{bmatrix}$ . Dengan menerapkan persamaan 2.1 pada matriks  $N$ , maka didapatkan matriks  $N(DCT) = \begin{bmatrix} 14 & -2 & 0 \\ -7 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$ . matriks  $N(DCT)$  ini yang nantinya akan digunakan untuk menyisipkan data pada setiap koefisien DCT yang ada. Dan dengan menggunakan persamaan 2.2 pada matriks  $N(DCT)$  maka akan didapatkan matriks *invers*  $N(IDCT) = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{bmatrix}$ .

Untuk proses penyisipan data citra rahasia (*biner*) pada matriks yang sudah ditransformasi, dapat dilakukan dengan mengubah nilai tiap koefisien DCT menjadi *biner*, dan setiap bit akhir pada koefisien DCT diubah sesuai dengan bit rahasia yang akan disisipkan. Tiap koefisien hanya dapat menampung maksimal 1 bit dari data rahasia.

**Contoh 2.2.** Penyisipan bit rahasia ke bit akhir koefisien DCT

Misalkan terdapat koefisien DCT bernilai  $14_{(10)}$ , akan disisipkan sebuah bit yaitu 1 dari sebuah data citra rahasia. maka prosesnya sebagai berikut :

$14_{(10)} = 00001110_{(2)}$ , nilai koefisien DCT diubah ke bentuk *biner*, nilai **0** nantinya akan diubah sesuai bit rahasia yang akan disisipkan. Maka hasil penyisipannya yaitu  $00001111_{(2)} = 15_{(10)}$ .

Untuk proses *dekripsi*-nya dapat dilakukan dengan membandingkan koefisien-koefisien DCT pada citra *cover* asli dan koefisien-koefisien DCT pada citra *cover* yang telah disisipkan.

**2.6. Kuantisasi dan Zigzag Scanning**

Kuantisasi ini digunakan untuk menghilangkan beberapa informasi dari nilai *pixel* yang telah ditransformasi. Informasi yang dihilangkan adalah informasi yang dianggap paling tidak penting, dalam hal ini adalah nilai *pixel* yang paling mendekati nol setelah dilakukan transformasi, ataupun pembulatan nilai desimal



Ilustrasi sederhana penerapan zigzag, misalkan terdapat matriks  $4 \times 4$

dengan elemen  $\begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 5 & 6 & 7 & 8 \\ 9 & 10 & 11 & 12 \\ 13 & 14 & 15 & 16 \end{bmatrix}$ . Jika matriks tersebut dikenai fungsi zigzag

*scan*, maka akan menjadi vektor dengan urutan [1 2 5 9 6 3 4 7 10 13 14 11 8 12 15 16].

## 2.7. LCG (Linear Congruential Generator)

*Linear Congruential Generator* merupakan salah satu jenis pembangkit bilangan acak semu. LCG menggunakan metode linier dalam membangkitkan bilangan acak dalam jumlah besar dan waktu yang cepat (Biantara dkk, 2015). Model matematis LCG dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.7.

$$x_{n+1} = ((a \times x_n) + b) \text{ mod } m \dots (2.7)$$

Keterangan :

- $x_{n+1}$  = bilangan acak ke- $n+1$  dari deretnya
- $x_n$  = bilangan acak sebelumnya ( $0 \leq n < m$ )
- $a$  = faktor pengali
- $b$  = faktor penambah
- $m$  = modulus

Hernandes dkk (2019) LCG mempunyai periode tidak lebih besar dari  $m$ . Jika  $a$ ,  $b$  dan  $m$  dipilih secara tepat (misalnya  $b$  relatif prima terhadap  $m$  dan  $a-1$  habis dibagi oleh semua faktor prima dari  $m$ ,  $m > \max(a, b, x_n)$  dan  $a, b > 0$ ),  $a-1$  kelipatan 4 jika  $m$  kelipatan 4, maka LCG akan mempunyai periode maksimal, yaitu sebesar  $m-1$ .

Citra rahasia dapat diacak dengan menggunakan nilai-nilai acak yang dibangkitkan oleh LCG. Caranya adalah menggunakan barisan acak pertama untuk mengacak posisi baris, lalu gunakan barisan acak berikutnya untuk mengacak posisi kolom. Prosesnya dapat dituliskan sebagai berikut :

$$C_{\text{img}} = E_{\text{kolom}}(E_{\text{baris}}(P_{\text{img}})) \dots (2.8)$$

Keterangan :

- $C_{\text{img}}$  = Citra hasil enkripsi

$P_{img}$  = Citra asli

$E_{kolom}$  = Pengacakan kolom

$E_{baris}$  = Pengacakan baris

**Contoh 2.3.** Penerapan LCG untuk pengacakan kolom matriks

Misalkan terdapat matriks  $N$  berukuran  $1 \times 8$ ,  $a = 5$ ,  $b = 3$ , dan  $m = 8$  (jumlah kolom), dimana *variable* tersebut memenuhi syarat LCG.

$$\begin{array}{c} \longleftarrow \text{Kolom 0-7} \longrightarrow \\ \text{Matriks } N = [0 \quad 1 \quad 2 \quad 3 \quad 4 \quad 5 \quad 6 \quad 7] \end{array}$$

Dengan mensubstitusikan nilai  $a, b$  dan  $m$  ke persamaan 2.7 diperoleh barisan nilai acak yang dapat dilihat pada table 2.1.

Tabel 2.1. Barisan Acak LCG (Kolom)

Kolom ke-	$x_n$	$x_{n+1}$
0	0	3
1	3	2
2	2	5
3	5	4
4	4	7
5	7	6
6	6	1
7	1	0

Matriks baru yang terbentuk dari pengacakan kolom menggunakan bilangan acak yang dihasilkan LCG adalah :

$$\text{Matriks } N(LCG) = [7 \quad 6 \quad 1 \quad 0 \quad 3 \quad 2 \quad 5 \quad 4]$$

**2.8. Normalized Cross Correlation (NCC)**

Metode untuk mengukur kemiripan citra berdasarkan fungsi korelasi disebut dengan *normalized cross correlation* (NCC). Metode ini sering digunakan untuk menentukan kemiripan dua buah citra berdasarkan nilai ekstraksi ciri yang telah diolah sebelumnya. Persamaan yang digunakan untuk mencari nilai kemiripan tersebut dapat dinyatakan sebagai berikut (Saleh dkk, 2020).

Koefisien korelasi dapat berkisar dari  $-1 \leq NCC \leq 1$  , dengan  $+1$  menunjukkan korelasi sempurna (pencocokan tepat). Koefisien  $-1$  menunjukkan

korelasi negatif, yang akan terjadi jika gambar identik dari foto negatif dan positif dibandingkan. Nilai koefisien yang mendekati 0 menunjukkan tidak cocok, dan dapat dihasilkan dari perbandingan dua set nomor acak. Karena faktor-faktor seperti *noise* gambar, korelasi sempurna (+1) sangat jarang. Umumnya nilai ambang seperti 0.7 dipilih dan jika koefisien korelasi melebihi nilai itu, subarray diasumsikan cocok (Handayani, 2010).

$$NCC = \frac{\sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} (f(x, y) \cdot g(x, y))}{\sqrt{\left(\sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} (f(x, y))^2\right) \cdot \sqrt{\left(\sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} (g(x, y))^2\right)}} \dots (2.9)$$

Keterangan :

$M$  = Panjang citra

$N$  = Lebar citra

$f(x, y)$  = Nilai *pixel* di posisi (x,y) pada citra asli

$g(x, y)$  = Nilai *pixel* di posisi (x,y) pada citra hasil ekstraksi

## 2.9. Mean Square Error (MSE)

MSE merupakan nilai *error* kuadrat rata-rata antara gambar asli dengan gambar manipulasi atau citra yang sudah di masukan pesan rahasia. Dalam *steganography* (Ridwan & Yusi, 2020).

MSE adalah kesalahan kuadrat rata-rata. Nilai MSE didapat dengan membandingkan nilai selisih *pixel* citra asal dengan citra hasil pada posisi *pixel* yang sama. Semakin besar nilai MSE, maka tampilan pada citra hasil akan semakin buruk. Sebaliknya, semakin kecil nilai MSE, maka tampilan pada citra hasil akan semakin baik (Fajrin, 2016). MSE dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$MSE = \frac{1}{MN} \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} (f(x, y) - g(x, y))^2 \dots (2.10)$$

Keterangan :

$M$  = Panjang citra stego

$N$  = Lebar citra stego

$f(x, y)$  = Nilai *pixel* di posisi (x,y) pada citra asli

$g(x, y)$  = Nilai *pixel* di posisi (x,y) pada citra stego

### 2.10. Peak Signal to Noise Ratio (PSNR)

*Peak Signal to Noise Ratio* (PSNR) adalah perbandingan antara nilai maksimum dari sinyal yang diukur dengan besarnya derau yang berpengaruh pada sinyal tersebut, dalam satuan desibel (dB) (Doo dkk, 2019). Semakin besar parameter PSNR semakin mirip dengan citra asli. Untuk menentukan nilai PSNR digunakan persamaan berikut ini:

$$PSNR = 10 \log_{10} \frac{255^2}{MSE} \dots (2.11)$$