

Discrete Cosine Transform Algorithm Analysis of The Application of QR Codes on Birth Certificate Image Objects

Achmad Fauzi

Sekolah Tinggi Manajemen Informatika Komputer (STMIK) Kaputama, Binjai, Indonesia

Jl. Veteran, No. 4A – 9A, Kota Binjai

Email: fauzyrivai88@gmail.com

ABSTRACT

Security and authentication of important documents such as birth certificates have become a major concern today and in the digital age. In this context, the use of watermarking technology is an effective solution to add additional information to digital documents without destroying their authenticity. The DCT method is used to convert images into the frequency domain, allowing the watermark to be added without disturbing the appearance of the document. Testing ensures that the watermarking process does not damage the appearance of the original document and that the watermark information can be accurately re-extracted. The research results show that the QR code watermark using the DCT method successfully provides secure and authentic birth certificates. The application of the Discrete Cosine Transform (DCT) method to the birth certificate QR code watermarking process was able to significantly improve document security and authentication without compromising document quality or important information. This thesis outlines the extensive steps in the practical application of the QR code watermark on birth certificates. From data preparation including birth certificate images and QR codes to the watermark conversion and extraction process, all steps are explained in detail. Thus, applying this watermarking technique can be an effective solution to protect the integrity of birth certificates and similar documents in the digital environment.

Keywords: Birth_certificate, Discrete_Kosini, Digital_image, Document_security, QR_code, Conversion, Watermark

PENDAHULUAN

Watermarking merupakan sebuah teknik yang dapat digunakan untuk menyisipkan informasi ke suatu citra, dengan tujuan untuk melindungi keaslian dan memberikan tanda pengenal atau hak cipta terhadap dokumen tersebut. QR Code merupakan jenis barcode dua dimensi yang dapat menyimpan informasi lebih banyak dibandingkan dengan barcode satu dimensi. QR Code akan disisipkan ke dalam gambar akta kelahiran, namun tidak mengganggu tampilan visual dari gambar tersebut. Dengan menggunakan metode *discrete cosine transform*, QR Code disisipkan pada koefisien frekuensi yang lebih rendah dengan mengubah sinyal citra dari domain spasial menjadi domain frekuensi [1].

Metode *discrete cosine transform* dipilih karena mampu memberikan tingkat keamanan yang tinggi terhadap citra digital dan dapat diterapkan dengan mudah. Saat ini, dokumen-dokumen penting khususnya Data pribadi mulai dari akta kelahiran, ktp, ijazah dan lain sebagainya dapat digunakan sebagai bukti identitas dan seringkali diminta dalam berbagai proses administrasi seperti mendaftar sekolah, pembuatan paspor atau visa, pembukaan

rekening bank, dan lain sebagainya. Dokumen yang memiliki tingkat penting seperti ini berpotensi terkena tindakan pemalsuan ataupun manipulasi oleh pihak yang tidak bertanggung jawab. Karenanya, individu yang terkena dampaknya bisa mengalami masalah yang cukup serius, sehingga diperlukan teknik-teknik khusus untuk melindungi dokumen tersebut. Salah satu teknik untuk meningkatkan keamanan akta kelahiran menggunakan teknik *watermark*.

Metode ini memungkinkan penyisipan *watermark* ke dalam dokumen digital dengan karakteristik yang reversibel, sehingga *watermark* dapat dihapus dengan presisi tanpa mengurangi kualitas informasi asli. DCT sebagai teknik transformasi frekuensi juga memberikan keuntungan dalam representasi blok-blok kecil dari akta kelahiran, meningkatkan efisiensi dan kecepatan dalam proses *watermarking*. Dengan menggabungkan keamanan dari metode QR code dan koefisienan DCT, diharapkan solusi ini dapat memberikan tingkat proteksi yang optimal terhadap pemalsuan dan perubahan tak sah pada akta kelahiran, sehingga dapat menjamin kepercayaan dan keandalan

dokumen resmi ini dalam era digital yang semakin kompleks dan berisiko.

Berdasarkan uraian di atas, perlu dibangun sebuah rancangan *watermarking* pada akta kelahiran agar melindungi keaslian dokumen dan memberi hak cipta. Penelitian ini menggunakan metode *Discrete cosine transform* untuk menerapkan *watermarking* QR Code pada akta kelahiran. Salah satu teknik dalam mengompresi gambar adalah menggunakan metode yang memecah gambar menjadi berbagai frekuensi *band* yang berbeda, seperti frekuensi tinggi, frekuensi rendah, dan frekuensi tengah. Metode ini dapat digunakan untuk menyisipkan gambar atau informasi lain ke dalam gambar. Untuk menjaga keamanan data informasi rahasia yang disisipkan, Teknik *watermarking* yang digunakan harus memiliki sifat yang tidak diketahui oleh pihak lain yang menggunakan panca indra. Hal ini dapat dicapai dengan menerapkan sifat *invisible* atau *inaudible* pada Teknik *watermarking* untuk data digital seperti citra, video, teks, serta untuk jenis audio [2].

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan untuk mengetahui alur proses dari sebuah metode yang dapat diterapkan ke dalam aplikasi yang dibangun. Perancangan sistem *watermarking* QR Code pada identitas akta kelahiran dengan penerapan metode *Discrete Cosine Transform* (DCT) digunakan untuk mencocokkan tiap-tiap bagian dari suatu citra. Tahapan pada penelitian ini mempunyai langkah-langkah berikut :

1. Melakukan Identifikasi pada masalah dengan memilih algoritma atau metode, dengan merumuskan titik permasalahan yang menjadi target penyelesaian dengan melakukan penerapan algoritma atau metode apa yang sesuai yang dapat dijadikan solusi pemecahan masalah tersebut.
2. Studi literatur merupakan tahapan mempelajari metode yang akan digunakan pada penelitian, yaitu mempelajari metode digital watermarking, mempelajari teknik kompresi citra digital, dan mempelajari metode *Discrete Cosine Transform* (DCT).
3. Penelitian ini dimulai dengan cara analisis pixel pada data penelitian antara lain yaitu dengan koordinat citra pada pixel yang lengkap dan maksimal yaitu citra yang mempunyai fungsi menampilkan data citra pada QR Code Akta Kelahiran dan data teks *watermark*. Kemudian proses penyisipan *watermark* menggunakan metode DCT. Setelah itu, dilakukan pengujian.

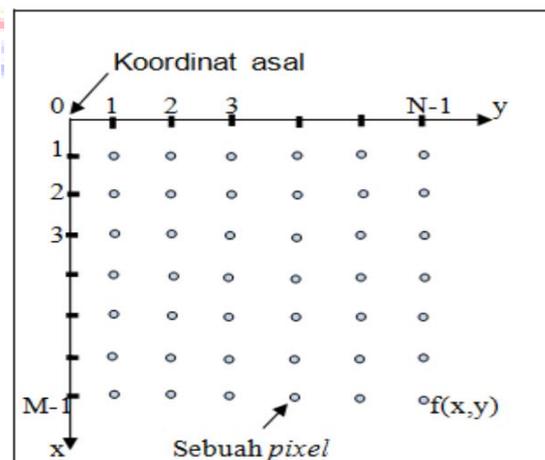
4. Pengembangan perangkat lunak yang mengimplementasikan hasil penelitian dengan metode waterfall, yang terdiri dari *Analysis, Desain, Coding, Testing, dan Maintenance*.

Pada Metode penelitian kali ini banyak sumber dan materi yang digunakan untuk mendukung dalam penulisan artikel ini. Salah satunya teori yang mendukung yaitu pembahasan mulai dari Citra yang digunakan, metode yang digunakan dalam penyelesaian masalah dan Analisa penerapan metode yang digunakan untuk melakukan penelitian antara lain:

2.1 Pengertian Citra

Citra merupakan sebuah ekstraksi pixel, kemiripan, atau imitasi dari beberapa suatu objek gambar. Citra terdapat 2 model antara lain citra yang berkategori analog dan ada citra yang mempunyai kategori digital. Citra analog merupakan citra yang mempunyai kategori sifat *continue* seperti gambar pada monitor televisi, foto sinar X, dan sebagainya.

Citra mempunyai arti sebagai titik koordinat fungsi $f(x, y)$ yang mempunyai ukuran M (baris) dan N (kolom), dengan koordinat x dan y sebagai koordinat spasial, dan pada amplitudo f di titik koordinat dengan inisial (x, y) di sebut dengan intensitas dan tingkat keabuan dari sebuah citra pada citra tersebut. Citra adalah kumpulan dari pada titik-titik dengan intensitas tertentu yang membentuk satu kesatuan perpaduan yang mempunyai arti artistik maupun arti intrinsik. Citra yang berkategori baik adalah citra yang mempunyai tampilan gambar secara menyeluruh titik pixelnya seperti mempunyai ketajaman gambar dan kejelasan objek gambar dan tidak mengurangi atau mengubah sebuah informasi yang terdapat pada sebuah gambar, dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1 Koordinat Pada Citra [3]

Citra yang bagus yaitu citra yang dapat menampilkan nilai artistik dan nilai intrinsik gambar dengan baik. Citra yang dihasilkan dapat digolongkan menjadi citra analog dan citra digital[4].

2.2 Watermarking Digital

Digital *watermarking* merupakan proses penyisipan sinyal digital pada suatu media digital. Digital *watermarking* yaitu melakukan sebuah proses-proses pengolahan sinyal digital, yang selanjutnya sinyal digital tersebut dapat berupa citra, audio, video, dan teks. Seperti yang sudah disebutkan sebelumnya, bahwa proses digital watermarking adalah salah satu bentuk proses implementasikan dengan memanfaatkan kekurangan dari indera manusia (indera penglihatan dan indera pendengaran) dimana indera manusia ini kurang sensitif terhadap perubahan yang terjadi, misalnya terdapat perubahan yang terjadi pada tingkat level bit (terjadi sampai batas yang sudah ditentukan), perubahan pada titik frekuensi (terjadi di luar frekuensi yang telah ditentukan). Watermarking adalah salah satu bentuk steganografi, yaitu ilmu menyembunyikan data di dalam data lain. Watermarking didefinisikan sebagai suatu metode untuk menyembunyikan data atau informasi rahasia dari data lain yang mungkin dihosting (kadang disebut data host), namun orang lain tidak mengetahui adanya data tambahan milik host tersebut. Untuk ditumpangi (kadang disebut dengan *host data*), tetapi orang lain tidak menyadari kehadiran adanya data tambahan pada *host*.

Watermarking digital adalah sebuah penanda didalamnya tertanam didalam sinyal suara-toleran seperti audio atau data gambar. Hal tersebut biasanya digunakan untuk melakukan identifikasi pada kepemilikan hak cipta dari sinyal tersebut. *Watermarking* adalah sebuah proses menyembunyikan data atau informasi digital menggunakan sebuah sinyal pada objek. Kemudian pada langkah pertama harus menentukan informasi pada pixel gambar (nilai pixel pada citra tersebut ditetapkan dalam bilangan bulat yang memiliki rentang antara lain 0 - 255), kemudian dapat dibagi kedalam sebuah blok matriks, misalnya 8 X 8 dan kemudian melakukan penerapan transformasi diskrit kosinus pada masing-masing blok tersebut. Setelah selesai menerapkan transformasi, informasi yang tersembunyi tetapi tidak perlu mengandung kaitannya dengan sinyal pembawa.

2.3 Discrete Cosine Transform (DCT)

DCT (Discrete Cosine Transform) adalah metode kompresi gambar atau penghilangan

noise gambar. Pertama-tama harus mengambil data file gambar (nilai piksel sebagai bilangan bulat antara 0 dan 255) dan membaginya menjadi blok matriks 8 x 8, dan kemudian menerapkan transformasi kosinus diskrit ke blok tersebut. Setelah menerapkan transformasi *diskrit kosinus*, terlihat bahwa lebih dari 90% data akan berada di komponen frekuensi yang lebih rendah. Dalam penelitian ini dapat dilakukan analisis sebagai contoh yaitu dengan menentukan matriks 8 x 8 dengan nilai sebagai 255 (dengan format grayscale) dan dilakukan format 2-D *discrete cosine transform* untuk proses Analisa agar mendapatkan nilai *output*[5].

Teknik DCT terdiri dari transformasi kosinus diskrit 1 dimensi dan transformasi kosinus diskrit 2 dimensi. Dalam DCT satu dimensi, berguna untuk memproses sinyal satu dimensi seperti bentuk gelombang audio. Pada saat yang sama, versi DCT dua dimensi, yaitu transformasi kosinus diskrit dua dimensi, diperlukan untuk sinyal dua dimensi. Algoritma penambahannya adalah sebagai berikut:

1. Pisahkan gambar berukuran M x N piksel (B) menjadi 8 x 8 piksel.
2. Terapkan DCT ke setiap blok dan buat blok pengali dari DCT (D)
3. Lakukan langkah 4 dan 5 (U) untuk setiap blok koefisien DCT kecuali sisi atas dan kiri.
4. Bandingkan blok gambar yang berdekatan dari blok koefisien DCT.
5. Tambahkan data ke blok berdasarkan langkah 4. Gunakan *inverse* DCT untuk merekonstruksi.

Algoritma watermarking yang beroperasi pada rentang DCT dari segi ukuran blok dapat dibagi menjadi dua kelompok, yaitu algoritma yang menggunakan blok DCT yang ukurannya lebih kecil dari ukuran gambar aslinya, misalnya blok berukuran 8x8 atau 16x16. Kelompok lain menerapkan DCT langsung ke semua gambar.

Masukan proses DCT berupa matrik N x N. Persamaan DCT untuk blok matrik berukuran N x N dapat dituliskan sebagai berikut:

$$S(u, v) = \frac{2}{\sqrt{nm}} C(u)C(v) \sum_{y=0}^{m-1} \sum_{x=0}^{n-1} s(x, y) \cos \frac{(2x+1)u\pi}{2n} \cos \frac{(2y+1)v\pi}{2m}$$

Dengan $u = 0, \dots, n-1, v = 0, \dots, m-1$

Dimana :

$S(u, v)$ = data pada domain frekuensi

$S(x, y)$ = data pada domain ruang Rumusan invers DCT sebagai berikut :

$$S(u, v) = \frac{2}{\sqrt{nm}} C(u)C(v) \sum_{v=0}^{m-1} \sum_{u=0}^{n-1} s(u, v) C(u)C(v) \cos \frac{(2x+1)u\pi}{2n} \cos \frac{(2y+1)v\pi}{2m}$$

Dengan $x = 0, \dots, n-1$, $y = 0, \dots, m-1$
Dimana : $S(u, v)$ = data pada domain frekuensi
 $S(x, y)$ = data pada domain ruang

Output dari fungsi DCT merupakan nilai komponen frekuensi tertentu dan output dari fungsi ini ditentukan oleh dua parameter yaitu u dan v . Dengan menjumlahkan nilainya, Anda dapat menentukan mana yang berfrekuensi rendah dan mana yang berfrekuensi tinggi. dari u dan v bersama-sama. Oleh karena itu, jika $u+v$ lebih besar berarti $S(u, v)$ mewakili frekuensi yang lebih tinggi. Input dan output fungsi DCT juga berupa matriks berukuran $N \times N$. $P(x, y)$ adalah nilai piksel pada koordinat (x, y) , indeks dimulai dari nol[6].

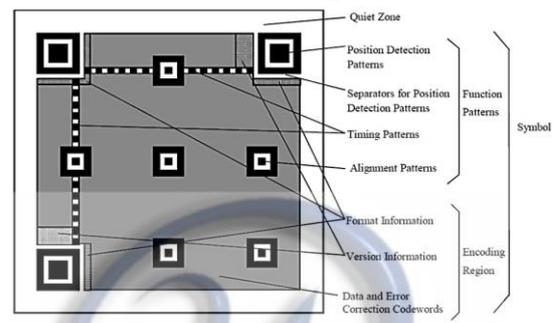
2.4 Quick Response (QR) Code

Kode QR adalah salah satu jenis kode matriks atau kode batang dua dimensi yang dikembangkan oleh Denso Wave, salah satu unit Denso Corporation Jepang, dan diterbitkan pada tahun 1994. Fungsi utamanya adalah agar mudah dibaca oleh pemindai. QR adalah singkatan dari quick respon, atau respon cepat, yang sejalan dengan tujuan mengirimkan informasi dengan cepat dan menerima respon yang cepat. Berbeda dengan barcode yang hanya menyimpan informasi secara horizontal, kode QR dapat menyimpan informasi secara horizontal dan vertikal, sehingga kode QR otomatis dapat memuat lebih banyak informasi dibandingkan barcode. Kode QR memiliki beberapa keunggulan dibandingkan barcode tradisional, kelebihan tersebut antara lain: Penyimpanan data berkode berkapasitas besar Kode QR mampu mengkodekan berbagai data, seperti angka, karakter, kanji, hiragana, simbol, data biner, bahkan hanya 7089 karakter kesatu simbol.

Kode QR memiliki beberapa keunggulan dibandingkan barcode tradisional, keunggulan tersebut adalah sebagai berikut:

- 1) Memungkinkan untuk menyimpan data yang dikodekan dengan kapasitas besar. Kode QR mampu mengkodekan berbagai jenis informasi seperti angka, karakter, Kanji, Hiragana, simbol, kode sandi berbeda. jenis informasi informasi, seperti angka, 7089 karakter dalam satu simbol.
- 2) Kode QR dapat menyandikan informasi yang hanya memerlukan sepersepuluh ruang untuk kode batang normal.
- 3) dapat dibaca ke segala arah (360 derajat) QR kode dapat dibaca dengan cepat ke berbagai arah .

QR Code memiliki pola pencari, pola pelurusan, pola waktu, dan zona tenang.



Gambar 2. Struktur QR Code [7]

Keterangan :

- 1) Pola Pencari: Tiga kotak hitam, biasanya di sudut kiri bawah, kiri atas, dan kanan atas kode QR.
- 2) Pola Waktu: Garis berbentuk L di antara pola pencari. Berfungsi untuk membuat QR dapat dibaca bahkan dengan kerusakan kecil.
- 3) Alignment Template: kotak kecil yang biasanya terletak di sudut kanan bawah QR. Berfungsi agar QR tetap terbaca meski posisinya miring.
- 4) Zona Tenang: Area kosong di luar QR yang berfungsi sebagai pembagi kode.
- 5) Sel: Sisa area QR yang berfungsi sebagai penyimpanan . data di dalamnya.

2.5 Akta Kelahiran

Akta kelahiran adalah suatu catatan resmi yang memuat tanggal dan tempat lahir seseorang, nama pemegang akta kelahiran, nama lengkap dan tersendiri kedua orang tua serta kewarganegaraannya. Akta kelahiran berlaku seumur hidup pemiliknya dan mempunyai kekuatan pembuktian penuh. Akta kelahiran adalah akta bermaterai dan diterbitkan oleh kantor kecamatan. Surat ini dibuat karena orang tua anak tersebut terlambat melengkapi akta kelahiran[4].

HASIL DAN PEMBAHASAN

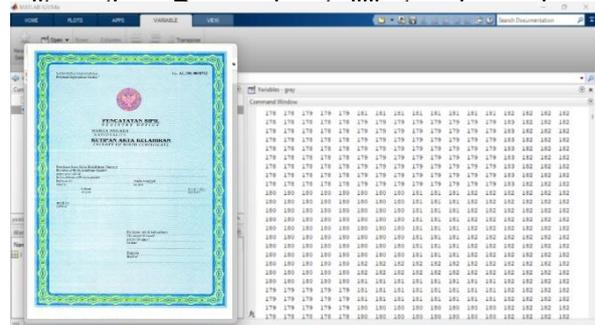
Dalam penerapan metode ini ada beberapa proses awal yang dilakukan pada penyisipan *watermark* yaitu langkah pertama memilih citra yang akan disisipi *watermark*, langkah kedua digitalisasi citra dengan tujuan citra terbaca oleh komputer, langkah ketiga menganalisis citra menggunakan *discrete cosine Transform* (DCT) sebagai metode *watermark*.

Proses *watermark* pada Gambar 3 dengan melakukan pembarcode-an terlebih dahulu:



Gambar 3. Data Uji Citra Asli

hingga selesai sesuai dengan matriks yang



Gambar 6. Konversi Pixel Pada Citra Asli

Pada Gambar III.2 dilakukan proses QR-Code pada gambar yang asli, berikut dapat dilihat tampilan QR-Code seperti Pada Gambar 4 di bawah ini:



Gambar 4. Data Uji QR Code

Langkah selanjutnya melakukan *resize* pada citra QR Code sehingga akan dihitung nilai *grayscale* pada Objek QR Code dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. QR Code Grayscale

Setelah proses selesai langkah selanjutnya melakukan penyisipan dari Objek 1 dengan ukuran 16 x 16 *pixel* ke Objek 2 untuk dijadikan sebagai *watermark* seperti pada Gambar di bawah 5.



Gambar 5. Target watermark QR Core pada gambar Asli

Langkah selanjutnya ialah melakukan penyisipan label ke dalam citra, maka dilakukan transformasi pada citra dengan langkah penghitungan proses *matrix* transformasi (A).

1. Menghitung matriks transform Untuk baris pertama pada citra $i=0$ maka digunakan rumus $\frac{1}{\sqrt{N}}$, untuk A (0,0) hingga A(0,7) adalah 0,3536. Untuk baris kedua $i>0$ maka digunakan rumus $\frac{2}{\sqrt{N}}$, untuk phi = 3.14

$$A(1,0) = \sqrt{\frac{2}{8}} \cos \left[\frac{2*0+1}{2*8} * 1 * \pi \right] = 0.4904$$

$$A(1,1) = \sqrt{\frac{2}{8}} \cos \left[\frac{2*1+1}{2*8} * 1 * \pi \right] = 0.4158$$

$$A(1,2) = \sqrt{\frac{2}{8}} \cos \left[\frac{2*2+1}{2*8} * 1 * \pi \right] = 0.278$$

$$A(1,3) = \sqrt{\frac{2}{8}} \cos \left[\frac{2*3+1}{2*8} * 1 * \pi \right] = 0.0979$$

$$A(1,4) = \sqrt{\frac{2}{8}} \cos \left[\frac{2*4+1}{2*8} * 1 * \pi \right] = -0.0971$$

$$A(1,5) = \sqrt{\frac{2}{8}} \cos \left[\frac{2*5+1}{2*8} * 1 * \pi \right] = -0.2773$$

$$A(1,6) = \sqrt{\frac{2}{8}} \cos \left[\frac{2*6+1}{2*8} * 1 * \pi \right] = -0.4154$$

$$A(1,7) = \sqrt{\frac{2}{8}} \cos \left[\frac{2*7+1}{2*8} * 1 * \pi \right] = -0.4902$$

Perhitungan di atas dilakukan A(7,7) dengan persamaan yang sama. Maka dari perhitungan

Pada Penelitian ini sebagai sampel akan diambil citra *host* dengan dimensi 1600 x 1204 piksel. Pada penelitian ini, citra gambar asli harus berdimensi dengan kelipatan 8 tetapi jika citra pada gambar tidak memenuhi syarat kriteria ini, dengan demikian sistem dengan otomatis *me-resize* ukuran citra asli dengan kelipatan 8.

Dari citra asli di atas diambil nilai *RGB* untuk *matrix* pertama. Pengambilan nilai *RGB* menggunakan *software matlab*. Dapat kita lihat *matrix* untuk nilai *red*, *green* dan *blue* seperti gambar di bawah ini. Mulai dari titik $(x,y) = (0,0)$

di atas diperoleh nilai untuk *matrix transform* dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Matrix Transform (A)

0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
53	53	53	53	53	53	53	53
6	6	6	6	6	6	6	6
0.4	0.4	0.2	0.0	-	-	-	-
90	15	78	97	0.0	0.2	0.4	0.4
4	8	9	9	1	3	4	2
0.4	0.1	-	-	-	-	0.1	0.4
62	91	0.1	0.4	0.4	0.1	90	61
6	6	9	7	3	4	1	4
0.4	-	-	-	0.2	0.4	0.0	-
15	0.0	0.4	0.2	76	90	99	0.4
8	1	2	7	7	7	4	14
0.3	-	-	0.3	0.3	-	-	0.3
53	0.3	0.3	52	54	0.3	0.3	51
7	53	54	6	8	52	55	4
0.2	-	0.0	0.4	0.4	0.1	0.4	0.2
78	0.4	96	16	14	00	91	74
2	2	3	7	5	2	7	7
0.1	-	0.4	-	-	0.4	-	0.1
91	0.4	61	0.1	0.1	63	0.4	87
6	3	4	4	8	2	4	2
0.0	-	0.4	-	0.4	-	-	-
97	0.2	16	0.4	0.4	0.4	0.2	0.0
9	7	7	9	8	6	74	92
							4

- Menghitung matriks *transpose* *Matrix transpose* (A') adalah perubahan kolom menjadi baris *matrix* A seperti ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Matrix Transpose (A')

0.3	0.4	0.4	0.4	0.3	0.2	0.1	0.0
53	90	62	15	53	78	91	97
6	4	62	8	7	78	6	9
0.3	0.4	0.1	-	-	-	-	-
53	15	91	0.0	0.3	0.4	0.4	0.2
6	8	6	1	1	2	3	7
0.3	0.2	-	-	-	0.0	0.4	0.4
53	78	0.1	0.4	0.3	96	61	16
6	9	9	2	3	3	4	7
0.3	0.0	0.4	-	0.3	0.4	0.1	0.4
53	97	61	0.2	52	16	89	90
6	9	7	7	6	7	4	9
0.3	-	-	0.2	0.3	-	-	0.4
53	0.0	0.4	76	54	0.4	0.1	89
6	1	3	7	8	5	8	8

0.3	-	-	0.4	-	-	0.4	-
53	0.2	0.1	90	0.3	0.1	63	0.4
6	3	4	7	52	2	2	13
0.3	-	0.1	0.0	-	-	-	0.2
53	0.4	90	99	0.3	0.4	0.4	74
6	15	1	4	55	91	60	4
0.3	-	0.4	-	0.3	-	0.1	-
53	0.4	61	0.4	51	0.2	87	0.0
6	90	4	14	4	74	2	92
	2		5		7		4

Untuk memperoleh koefisien *DCT* citra, maka dilakukan perkalian *matrix transform* dengan *matrix cover image* ($Y'=A*X$) adalah sebagai berikut:

Tabel 3. Matrix (A)

0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
53	53	53	53	53	53	53	53
6	6	6	6	6	6	6	6
0.4	0.4	0.2	0.0	0.0	0.2	0.4	0.4
90	15	78	97	97	77	15	90
4	8	9	9	1	3	4	2
0.4	0.1	-	-	-	-	0.1	0.4
62	91	0.1	0.4	0.4	0.1	90	61
6	6	9	7	3	4	1	4
0.4	-	-	-	0.2	0.4	0.0	-
15	0.0	0.4	0.2	76	90	99	0.4
8	1	2	7	7	7	4	14
0.3	-	-	0.3	0.3	-	-	0.3
53	0.3	0.3	52	54	0.3	0.3	51
7	53	54	6	8	52	55	4
0.2	-	0.0	0.4	0.4	0.1	0.4	0.2
78	0.4	96	16	14	00	91	74
2	2	3	7	5	2	7	7
0.1	-	0.4	-	-	0.4	-	0.1
91	0.4	61	0.1	0.1	63	0.4	87
6	3	4	4	8	2	4	2
0.0	-	0.4	-	0.4	-	-	-
97	0.2	16	0.4	0.4	0.4	0.2	0.0
9	7	7	9	8	6	74	92
							4

Perhitungan dilanjutkan sampai perhitungan ke (7,7), sehingga menghasilkan *matrix* yang dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Matrix (X)

25	25	25	25	25	25	25	25
5	5	5	5	5	5	5	5
25	25	25	25	25	25	25	25
5	5	5	5	5	5	5	5

25	25	25	25	25	25	25	25
5	5	5	5	5	5	5	5
25	25	25	25	25	25	25	25
5	5	5	5	5	5	5	5
25	25	25	25	25	25	25	25
5	5	5	5	5	5	5	5
25	25	25	25	25	25	25	25
5	5	5	5	5	5	5	5
25	25	25	25	25	25	25	25
5	5	5	5	5	5	5	5

Selanjutnya Melakukan Analisa Perhitungan yang di dapat dari table 4.

$$Y'(0.0) = (0.3536*255) + (0.3536*255) + (0.3536*255) + (0.3536*255) + (0.3536*255) + (0.3536*255) + (0.3536*255) + (0.3536*255) = 721.344$$

$$Y'(0.1) = (0.3536*255) + (0.3536*255) + (0.3536*255) + (0.3536*255) + (0.3536*255) + (0.3536*255) + (0.3536*255) + (0.3536*255) = 721.344$$

$$Y'(0.2) = (0.3536*255) + (0.3536*255) + (0.3536*255) + (0.3536*255) + (0.3536*255) + (0.3536*255) + (0.3536*255) + (0.3536*255) = 721.344$$

$$Y'(0.3) = (0.3536*255) + (0.3536*255) + (0.3536*255) + (0.3536*255) + (0.3536*255) + (0.3536*255) + (0.3536*255) + (0.3536*255) = 721.344$$

$$Y'(0.4) = (0.3536*255) + (0.3536*255) + (0.3536*255) + (0.3536*255) + (0.3536*255) + (0.3536*255) + (0.3536*255) + (0.3536*255) = 721.344$$

$$Y'(0.5) = (0.3536*255) + (0.3536*255) + (0.3536*255) + (0.3536*255) + (0.3536*255) + (0.3536*255) + (0.3536*255) + (0.3536*255) = 721.344$$

$$Y'(0.6) = (0.3536*255) + (0.3536*255) + (0.3536*255) + (0.3536*255) + (0.3536*255) + (0.3536*255) + (0.3536*255) + (0.3536*255) = 721.344$$

$$Y'(0.7) = (0.3536*255) + (0.3536*255) + (0.3536*255) + (0.3536*255) + (0.3536*255) + (0.3536*255) + (0.3536*255) + (0.3536*255) = 721.344$$

Perhitungan dilanjutkan sampai perhitungan ke (7,7), sehingga menghasilkan matrix yang dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Matrix Transpose (Y')

721.344	721.344	721.344	721.344	721.344	721.344	721.344	721.344
1000.416	848.232	567.12	199.716	198.084	-	565.692	847.416
942.48	390.864	-	-	943.092	-	392.496	387.804
848.232	-	-	-	564.468	1001.028	202.776	-845.58
721.548	-	-	719.304	723.792	-718.08	725.016	716.856
567.12	1000.008	196.452	850.068	-	-	1001.64	-
390.864	-	941.256	-	395.352	944.928	939.216	381.888
199.716	-	850.068	1001.436	999.192	-	843.744	558.96
	568.548						188.496

Selanjutnya hitung matriks Y dengan cara perkalian matriks Y' dengan matriks transpose A' dengan rumus (Y=Y' *A') adalah sebagai berikut:

$$Y(0,0) = (721.344*0.3536) + (721.344*0.3536) + (721.344*0.3536) + (721.344*0.3536) + (721.344*0.3536) + (721.344*0.3536) + (721.344*0.3536) + (721.344*0.3536) = 2040.538$$

$$Y(1,0) = (1000.42*0.3536) + (848.232*0.3536) + (567.12*0.3536) + (199.716*0.3536) + (-198.08*0.3536) + (-565.69*0.3536) + (-847.42*0.3536) + (-1000.01*0.3536) = 1.515$$

$$Y(2,0) = (942.48*0.3536) + (390.864*0.3536) + (-389.436*0.3536) + (-941.868*0.3536) + (-943.09*0.3536) + (-392.5*0.3536) + (-387.804*0.3536) + (941.256*0.3536) = -1.587$$

$$Y(3,0) = (848.232*0.3536) + (-198.084*0.3536) + (-1000.01*0.3536) + (-568.548*0.3536) + (564.468*0.3536) + (1001.03*0.3536) + (202.776*0.3536) + (-845.58*0.3536) = 1.515$$

$$Y(4,0) = (721.548*0.3536) + (-720.324*0.3536) + (-722.772*0.3536) + (719.304*0.3536) + (723.792*0.3536) + (-718.08*0.3536) + (-725.02*0.3536) + (716.586*0.3536) = -1.659$$

$$Y(5,0) = (567.12*0.3536) + (-1000.01*0.3536) + (196.452*0.3536) + (850.068*0.3536) + (-845.58*0.3536) + (-204.41*0.3536) + (1001.64*0.3536) + (-560.388*0.3536) = 1.731$$

$$Y(6,0) = (390.864*0.3536) + (-943.092*0.3536) + (941.256*0.3536) + (-386.376*0.3536) + (-$$

$$395.35 \cdot 0.3536 + (944.928 \cdot 0.3536) + (-939.22 \cdot 0.3536) + (381.888 \cdot 0.3536) = -1.803$$

$$Y(7,0) = (199.716 \cdot 0.3536) + (-568.548 \cdot 0.3536) + (850.068 \cdot 0.3536) + (-1001.44 \cdot 0.3536) + (999.192 \cdot 0.3536) + (-843.74 \cdot 0.3536) + (558.96 \cdot 0.3536) + (-188.496 \cdot 0.3536) = 2.020$$

Perhitungan dilanjutkan sampai perhitungan ke (7,7) sehingga menghasilkan matrix seperti yang terlihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Matrix Transpose (Y)

20								
40.	1.5	-	1.5	-	1.7	-	2.0	
53	15	1.5	15	1.6	31	1.8	20	
8		87		59		03		
1.5	20	2.1	-	2.4	41	2.6	-	
15	38.	83	2.1	38	3.6	94	3.0	
	1	57	78		38		26	
-		20						
1.5	2.1	39.	2.1	-	18	-	3.1	
87	57	04	76	2.3	7.8	2.7	16	
		4		03	94	88		
1.5	-	2.1	20					
15	2.1	76	38.	2.5	10	3.0	-	
	78		62	04	2.3	06	3.2	
			9		00		12	
-	2.4	-	20		35	-		
1.6	38	2.3	38.	2.5	8.8	3.3	3.7	
59	03	03	40	04	44	62	28	
			2					
1.7	-	2.5	-	2.8	15	3.7	-	
31	2.4	17	2.7	61	45.	36	4.6	
	43		37		91	8	06	
-						20		
1.8	2.6	-	3.0	-	46	36.	5.9	
03	94	2.7	06	3.3	4.8	57	01	
		88		62	91	0		
2.0	-	3.1	-	3.7	-	20		
20	3.0	16	3.2	28	27	5.9	32.	
	26		12		9.0	01	78	
					56		4	

Dari proses perhitungan matriks tersebut maka proses citra telah selesai di watermark dengan metode DCT dan akan dilanjutkan ketahap selanjutnya proses ekstraksi.

Pada proses ekstraksi, input yang perlu dilakukan adalah citra ter-watermark. Untuk mengekstrak informasi dari dalam citra ter-watermark tersebut dapat dilakukan proses sebagai berikut:

1. Input citra yang ter-watermark (citra yang telah berisi informasi)
2. Cek pixel yang berisi informasi dalam file gambar

3. Hitung nilai pixel untuk setiap blok 8x8
4. Kemudian gabungkan setiap bit (disusun berurutan) dari pixel awal informasi hingga pixel akhir informasi, sehingga terekstrak 32 bit.
5. Selanjutnya keluarkan pesan atau ekstraksi.

Invers DCT adalah proses mengembalikan cover image dari domain frekuensi menjadi domain spesial agar dapat direpresentasikan secara visual.

Perhitungan DCT dilakukan dengan cara mengalikan matriks transpose (A') dengan matriks DCT dengan rumus (X' = A' * Y) adalah sebagai berikut:

$$X(0,0) = (0.3536 \cdot 2040.538) + (0.4904 \cdot 1.515) + (0.462 \cdot (-1.587)) + (0.4158 \cdot 1.515) + (0.3537 \cdot (-1.659)) + (0.278 \cdot 1.731) + (0.1916 \cdot (-1.803)) + (0.0979 \cdot 2.020) = 721.534$$

Perhitungan dilanjutkan sampai perhitungan ke (7,7) sehingga menghasilkan matriks seperti yang terlihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Matrix

72	72	72	72	72	72	72	72	71
1.9	1.7	2.2	1.4	2.5	0.9	3.	57	7.8
20	21	80	79	72	03	7	49	
11								
16.	64	60	37	37	60	64	11	
54	4.8	6.9	3.9	1.6	6.1	6.	08.	
3	78	38	46	27	22	04	98	
						1	7	
89	48	-	-	-	-	29	98	
0.1	4.1	40	10	86	37	7.	8.2	
62	45	7.5	22.	3.6	5.3	08	90	
		48	49	87	46	1		
			2					
82	-	-	-	60	10	15	-	
0.8	14	10	60	4.9	13.	1.	81	
43	9.1	10.	9.5	65	16	11	2.5	
	36	51	86	6	6	1	63	
		1						
82	-	-	86	57	-	54	61	
1.0	89	68	7.0	7.8	75	7.	2.8	
48	5.4	8.3	95	96	6.1	47	64	
	07	44			63	5		
43	-	14	64	-	-	75	-	
0.4	75	8.4	6.7	64	15	6.	41	
81	8.9	56	20	3.8	2.8	88	8.4	
	18			20	10	1	28	
51	11	98	-	-	89	70	24	
9.4	70.	7.2	19	58	6.1	8.	7.3	
81	19	62	6.0	4.4	27	55	23	
	7		13	65	2	2		
12	-	82	-	11	-	41	-	
3.2	43	2.4	11	10.	81	8.	10	
16		43	14.					

	3.4		10	18	1.9	16	3.7
	23		5	4	99	9	91

Selanjutnya matriks X' akan dikalikan dengan matriks A (transform) dengan rumus $(X = X' * A)$ seperti berikut:

$$X(0.0) = (721.920 * 0.3536) + (721.721 * 0.4904) + (722.280 * 0.462) + (721.479 * 0.4158) + (722.572 * 0.3537) + (720.903 * 0.278) + (723.577 * 0.1916) + (717.849 * 0.0979) = 1907.787$$

Pada penelitian ini Perhitungan dikerjakan sampai pada pixel ke (7,7) sehingga menghasilkan matrix seperti yang terlihat pada Tabel 8.

Tabel. 8 Matriks Citra Hasil DCT (X)

19	-	41	-	21	-	12	60.
07.	51	0.7	14	9.8	18.	5.2	69
78	9.4	59	2.8	43	12	05	5
7	05		84		0		
94	17	-	35	-	63	10	22
7.4	79.	41	6.6	14	3.6	7.5	1.1
24	01	1.9	56	3.5	82	22	75
	1	87		20			
-	61	18	-	44	-	19	77.
31	3.4	47.	16	8.8	17	1.2	11
7.4	52	13	7.0	71	2.3	11	8
12		2	69		38		
-	-	35	19	-	31	89.	18
58.	45	4.8	17.	29.	8.5	75	7.4
16	9.8	72	85	37	07	6	17
9	48		8	7			
-	-	-	-	18	46	46	30
15	49.	52	29.	60.	1.8	0.9	3.9
6.9	16	7.0	67	16	17	32	13
70	0	37	9	2			
-	-	-	-	-	14	25	32
48.	12	15.	39	18	17.	0.6	0.7
60	8.7	86	9.4	0.4	03	45	62
8	42	8	97	92	3		
-	-	-	-	-	-	18	68
84.	68.	16	15	53	92.	79.	7.0
71	95	4.5	1.9	3.6	50	68	49
1	9	02	42	90	3	4	
-	-	-	-	-	-	-	17
15.	29.	9.6	43.	4.2	61	74	98.
36	24	33	24	45	3.9	4.9	35
2	5		3		70	97	1

KESIMPULAN

Setelah lolos tahap analisis pengujian, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Penggunaan metode Discrete Cosine Transform (DCT) dalam proses watermarking kode QR pada akta kelahiran berhasil memberikan kontribusi signifikan terhadap keamanan dan autentikasi dokumen tanpa mengurangi

kualitas atau informasi penting dokumen tersebut.

2. Dengan implementasi praktis watermarking QR Code pada akta kelahiran, skripsi ini telah menguraikan langkah-langkah yang komprehensif. Mulai dari persiapan data, termasuk gambar akta kelahiran dan QR Code, hingga proses transformasi dan ekstraksi watermark, semua langkah dijelaskan secara rinci.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Firliansyah, A. Fauzi, and H. Sembiring, "Watermarking Qr Code Application On Birth Certificates Using The Discrete Cosine Transform (Dct) Method," *Indones. J. Educ. Comput. Sci.*, vol. 1, no. 2, pp. 20–29, 2023, doi: 10.60076/indotech.v1i2.46.
- [2] D. Abdullah and D. N. Saputro, "IMPLEMENTASI ALGORITMA BLOWFISH DAN METODE LEAST SIGNIFICANT BIT INSERTION PADA VIDEO MP4," *Pseudocode*, vol. 3, no. 2, pp. 137–145, Jan. 2017, doi: 10.33369/PSEUDOCODE.3.2.137-145.
- [3] M. R. Kumaseh, L. Latumakulita, N. Nainggolan, and S. Citra, "Segmentasi Citra Digital Ikan Menggunakan Digital Fish Image Segmentation by Thresholding Method," *J. Ilm. Sains*, vol. 13, 2013.
- [4] R. S. M. P. Sirait, "Analisis Pelayanan Publik Terhadap Administrasi Penerbitan Akta Kelahiran pada Dinas Kependudukan Kota Medan," 2008, Accessed: Feb. 24, 2024. [Online]. Available: <https://repositori.uma.ac.id/handle/123456789/9992>
- [5] A. Fauzi, "Pengurangan Derau (Noise) pada Citra Paper Dokumen menggunakan Metode Gaussian Filter dan Median Filter," *KAKIFIKOM (Kumpulan Artik. Karya Ilm. Fak. Ilmu Komputer)*, vol. 04, no. 01, pp. 7–15, 2022, doi: 10.54367/kakifikom.v4i1.1871.
- [6] Mukhammad Solikhin, Y. Pratama, Purnama Pasaribu, Josua Rumahorbo, and Bona Simanullang, "Analisis Watermarking Menggunakan Metode Discrete Cosine Transform (DCT) dan Discrete Fourier Transform (DFT)," *J. Sist. Cerdas*, vol. 5, no. 3, pp. 155–170, 2022, doi: 10.37396/jsc.v5i3.192.
- [7] N. Bloom and J. Van Reenen, "Pengenalan QR Code Pada Citra," *NBER Work. Pap.*, p. 89, 2013.