

Analysis Of The Image Quality Of Public Works And Housing Infrastructure Documentation Using The Discrete Cosine Transform Method

Belly Prayoga¹⁾; Devi Sartika²⁾; Ockhy Jey Fhiter³⁾

^{1,2,3)} Program Studi Informatika Fakultas Ilmu Komputer universitas Dehasen Bengkulu

Email:¹⁾ bellyprayoga150@gmail.com

How to Cite :

Prayoga, B., Sartika, D., Fhiter, O. J. (2026). Analysis Of The Image Quality Of Public Works And Housing Infrastructure Documentation Using The Discrete Cosine Transform Method. Jurnal Media Computer Science, 5(4).

ARTICLE HISTORY

Received [22 September 2026]

Revised [23 Oktober 2026]

Accepted [26 Oktober 2026]

KEYWORDS

Discrete Cosine Transform, Kompresi Citra, Infrastruktur PUPR, MSE, PSNR.

This is an open access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license



ABSTRAK

Dokumentasi visual proyek infrastruktur Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) menghasilkan citra resolusi tinggi yang berperan sebagai bukti progres, verifikasi teknis, dan arsip audit, namun ukuran berkas yang besar menimbulkan kendala penyimpanan dan transmisi. Penelitian ini bertujuan menganalisis kualitas citra dokumentasi infrastruktur Dinas PUPR menggunakan metode Discrete Cosine Transform (DCT) berbasis web. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif eksperimental dengan model pengembangan Waterfall. Citra uji berupa dokumentasi proyek infrastruktur diproses melalui transformasi DCT, kuantisasi, rekonstruksi, dan evaluasi menggunakan Mean Squared Error (MSE), Peak Signal-to-Noise Ratio (PSNR), rasio kompresi, dan waktu pemrosesan. Sistem diimplementasikan menggunakan PHP dan basis data MySQL. Hasil pengujian terhadap lima citra menunjukkan rata-rata MSE sebesar 45,29 dan rata-rata PSNR sebesar 34,86 dB, yang mengindikasikan kualitas rekonstruksi masih dapat diterima untuk dokumentasi visual karena sebagian besar nilai PSNR berada di atas 30 dB. Namun, rasio kompresi rata-rata sebesar -68,98% menunjukkan ekspansi data pada kondisi implementasi saat ini. Temuan ini menegaskan bahwa DCT efektif mempertahankan kualitas visual, tetapi parameter kuantisasi, strategi encoding, dan pengelolaan format keluaran perlu dioptimalkan agar manfaat kompresi benar-benar tercapai.

ABSTRACT

Visual documentation of Public Works and Public Housing (PUPR) infrastructure projects produces high-resolution images that function as progress evidence, technical verification, and audit archives; however, large file sizes create storage and transmission constraints. This study aims to analyze the quality of infrastructure documentation images using a web-based Discrete Cosine Transform (DCT) approach. The research employed a quantitative experimental design supported by the Waterfall development model. Infrastructure documentation images were processed through DCT transformation, quantization, reconstruction, and evaluation using Mean Squared Error (MSE), Peak Signal-to-Noise Ratio (PSNR), compression ratio, and processing time. The system was implemented using PHP and MySQL. Testing on five images produced an average MSE of 45.29 and an average PSNR of 34.86 dB, indicating that reconstructed images remained acceptable for visual documentation because most PSNR values exceeded 30 dB. Nevertheless, the average compression ratio of -68.98% indicated data expansion under the current implementation. These findings confirm that DCT is effective in preserving visual quality, but quantization parameters, output encoding strategy, and file-format handling require further optimization to achieve actual compression efficiency.

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi mempercepat perubahan pola kerja instansi publik, termasuk dalam pengelolaan dokumentasi proyek infrastruktur. Kegiatan pengawasan lapangan tidak lagi hanya mengandalkan catatan tertulis, tetapi juga memerlukan citra digital yang merekam kondisi fisik pekerjaan secara visual. Citra tersebut berfungsi sebagai bukti progres, dasar verifikasi teknis, arsip pelaporan, serta bahan pemeriksaan ketika proyek harus dipertanggungjawabkan kepada pemangku kepentingan. Kualitas kamera digital yang semakin tinggi membuat dokumentasi memiliki resolusi besar, warna lebih detail, dan informasi spasial yang kaya, tetapi konsekuensinya ukuran berkas menjadi semakin besar

sehingga penyimpanan dan pengiriman data membutuhkan sumber daya yang lebih tinggi (Alegra et al., 2022; Suwardoyo & Dwiyantri, 2023).

Pada lingkungan Dinas Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR), dokumentasi citra memiliki posisi strategis karena berkaitan dengan pengawasan konstruksi, pelaporan kemajuan pekerjaan, dan validasi bukti audit. Foto infrastruktur seperti jalan, jembatan, dan gedung harus tetap memperlihatkan detail permukaan, tekstur material, sambungan konstruksi, serta kondisi lingkungan proyek. Permasalahan muncul ketika akumulasi foto resolusi tinggi membebani ruang penyimpanan dan memperlambat distribusi laporan, terutama ketika data dikirim dari lokasi proyek dengan keterbatasan bandwidth. Kondisi tersebut menuntut adanya teknik pengolahan citra yang mampu menekan ukuran berkas tanpa menghilangkan informasi visual yang penting.

Metode Discrete Cosine Transform (DCT) banyak digunakan dalam pengolahan dan kompresi citra karena mampu mengubah informasi spasial ke domain frekuensi. Transformasi ini memungkinkan komponen visual yang kurang dominan dikurangi melalui kuantisasi, sementara komponen utama yang menentukan persepsi visual tetap dipertahankan. Penelitian Raharja et al. (2021) menunjukkan bahwa DCT dapat memberikan tingkat kompresi yang tinggi pada citra digital, sedangkan Suwardoyo dan Dwiyantri (2023) menegaskan bahwa blok 8×8 relevan untuk format JPEG karena menghasilkan keseimbangan antara kualitas rekonstruksi dan rasio kompresi. Dalam konteks citra berwarna, Phandany et al. (2022) juga menunjukkan bahwa DCT dapat memberikan kualitas rekonstruksi yang baik dibandingkan beberapa metode lain pada jenis citra RGB.

Meskipun demikian, sebagian besar penelitian terdahulu masih berfokus pada citra standar, citra umum, atau konteks pengamanan citra digital. Pengujian terhadap dokumentasi teknis proyek publik masih relatif terbatas, padahal citra infrastruktur memiliki karakteristik berbeda karena memuat detail spasial yang harus dipertahankan untuk keperluan pengawasan dan audit. Gap tersebut menunjukkan perlunya analisis kualitas citra berbasis DCT yang secara khusus diterapkan pada dokumentasi infrastruktur PUPR. Kebaruan penelitian ini terletak pada penerapan DCT pada citra dokumentasi lapangan serta evaluasi objektif menggunakan Mean Squared Error (MSE), Peak Signal-to-Noise Ratio (PSNR), rasio kompresi, dan waktu pemrosesan dalam aplikasi berbasis web.

LANDASAN TEORI

Pengolahan Citra Digital

Citra digital merupakan representasi objek dalam bentuk matriks piksel yang memiliki koordinat dan nilai intensitas tertentu. Pada citra berwarna, setiap piksel biasanya tersusun dari kanal Red, Green, dan Blue (RGB), sehingga kapasitas informasi yang disimpan lebih besar dibandingkan citra biner atau grayscale. Pengolahan citra digital mempelajari cara pembentukan, pemrosesan, perbaikan, kompresi, dan analisis citra agar informasi yang terkandung di dalamnya dapat digunakan oleh manusia maupun sistem komputasi (Nasution et al., 2025; Pratama et al., 2022). Dalam konteks dokumentasi infrastruktur, pengolahan citra tidak hanya bertujuan meningkatkan tampilan, tetapi juga menjaga keandalan visual sebagai bukti administratif dan teknis.

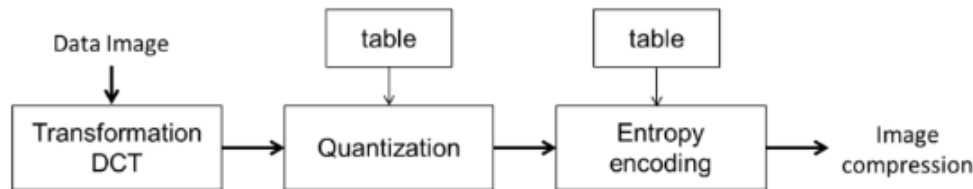
Kualitas citra dokumentasi sangat bergantung pada kemampuan sistem mempertahankan informasi visual setelah proses pemrosesan. Ketika citra dikompresi secara berlebihan, detail halus seperti retakan, tekstur permukaan, perubahan warna material, atau kondisi sambungan konstruksi dapat berkurang. Oleh karena itu, pengolahan citra untuk dokumen teknis perlu mempertimbangkan keseimbangan antara efisiensi ukuran berkas dan retensi kualitas visual. Ashillah et al. (2025) menegaskan bahwa algoritma pengolahan citra dapat digunakan untuk memperbaiki dan mengevaluasi kualitas gambar, sedangkan Adhim et al. (2025) menunjukkan bahwa citra digital dapat dianalisis untuk memperoleh informasi objek dari latar belakang yang kompleks.

Kompresi Citra dan Discrete Cosine Transform

Kompresi data bertujuan memperkecil ukuran berkas agar proses penyimpanan, pemrosesan, dan transmisi menjadi lebih efisien. Pada citra digital, kompresi dilakukan dengan mengurangi redundansi data tanpa menghilangkan informasi yang dianggap penting bagi persepsi visual. Secara umum, kompresi dapat bersifat lossless atau lossy. Kompresi lossless mempertahankan data asli secara utuh, sedangkan kompresi lossy mengurangi komponen tertentu dengan tetap menjaga kualitas visual pada tingkat yang dapat diterima (Kuraini et al., 2025; Lubis et al., 2022).

DCT merupakan salah satu metode transformasi yang banyak digunakan pada kompresi citra lossy. Prinsip utamanya adalah mengubah blok piksel dari domain spasial ke domain frekuensi, sehingga energi

citra terkonsentrasi pada koefisien frekuensi rendah. Koefisien frekuensi tinggi yang kurang sensitif terhadap persepsi manusia dapat dikuantisasi atau dikurangi, sehingga ukuran data berpotensi lebih kecil. Penggunaan blok 8×8 merupakan pendekatan yang umum karena mampu membatasi kompleksitas perhitungan dan mempertahankan struktur citra dengan baik (Setiawan et al., 2023; Suwardoyo & Dwiyantri, 2023).



Gambar 1. Tahapan Proses Discrete Cosine Transform

Metrik Kualitas Citra

Evaluasi kualitas citra hasil rekonstruksi dapat dilakukan menggunakan parameter objektif. Mean Squared Error (MSE) mengukur rata-rata selisih kuadrat antara piksel citra asli dan citra hasil rekonstruksi. Nilai MSE yang lebih kecil menunjukkan perbedaan yang lebih rendah. Peak Signal-to-Noise Ratio (PSNR) mengukur rasio antara nilai maksimum sinyal citra dan tingkat kesalahan rekonstruksi dalam satuan desibel. Nilai PSNR yang lebih tinggi menunjukkan kualitas rekonstruksi yang lebih baik. Dalam banyak pengujian citra, PSNR di atas 30 dB sering digunakan sebagai indikasi bahwa hasil rekonstruksi masih dapat diterima secara visual, meskipun interpretasinya tetap bergantung pada konteks penggunaan citra.

Selain MSE dan PSNR, rasio kompresi digunakan untuk melihat efektivitas pengurangan ukuran berkas, sedangkan waktu pemrosesan digunakan untuk menilai efisiensi komputasi. Kombinasi metrik tersebut penting karena kualitas visual yang baik belum tentu disertai efisiensi ukuran berkas, dan ukuran berkas yang kecil belum tentu layak bila detail visual hilang. Oleh sebab itu, penelitian ini menempatkan MSE, PSNR, rasio kompresi, dan waktu pemrosesan sebagai dasar analisis kualitas DCT pada citra dokumentasi infrastruktur.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif eksperimental dengan orientasi rekayasa perangkat lunak. Eksperimen dilakukan dengan memproses citra dokumentasi infrastruktur menggunakan metode DCT, kemudian mengukur kualitas hasil rekonstruksi melalui parameter MSE, PSNR, rasio kompresi, dan waktu pemrosesan. Pendekatan ini dipilih karena tujuan penelitian bukan hanya membangun aplikasi, tetapi juga menganalisis dampak proses transformasi terhadap kualitas citra secara terukur.

Subjek penelitian berupa citra digital dokumentasi visual proyek infrastruktur di lingkungan Dinas Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Kota Bengkulu. Citra yang digunakan merepresentasikan dokumentasi progres lapangan dan pekerjaan infrastruktur seperti jalan, jembatan, atau gedung. Penelitian dilaksanakan pada November 2025 sampai Mei 2026 di Dinas PUPR Kota Bengkulu, Jl. Batanghari No. 25, Nusa Indah, Kecamatan Ratu Agung, Kota Bengkulu. Data dikumpulkan melalui observasi terhadap kebutuhan pengelolaan dokumentasi citra dan studi pustaka terhadap teori pengolahan citra, kompresi data, DCT, serta pengembangan aplikasi berbasis web.

Aplikasi dikembangkan dengan model Waterfall yang terdiri atas analisis kebutuhan, desain sistem, penulisan kode program, pengujian, serta penerapan dan pemeliharaan. Pada tahap analisis kebutuhan, sistem dirancang agar mampu menerima input citra JPEG atau PNG, membagi citra menjadi blok 8×8 piksel, menjalankan forward DCT dan inverse DCT, menampilkan perbandingan citra asli dan citra rekonstruksi, serta menghitung MSE, PSNR, rasio kompresi, dan waktu pemrosesan. Implementasi sistem menggunakan PHP dan MySQL karena keduanya mendukung pengembangan aplikasi web yang ringan dan mudah diintegrasikan dengan proses pengelolaan data (Sinlae et al., 2024).

Perangkat keras yang digunakan berupa laptop atau komputer dengan spesifikasi minimum prosesor setara Intel i5, RAM minimal 8 GB, dan penyimpanan minimal 256 GB. Perangkat lunak yang digunakan meliputi sistem operasi Windows, PHP, dan database MySQL. Pengujian fungsional dilakukan menggunakan pendekatan black box untuk memastikan setiap fitur berjalan sesuai kebutuhan. Validasi

algoritmik dilakukan dengan melihat konsistensi keluaran numerik terhadap rumus evaluasi kualitas citra. Formula MSE, PSNR, dan rasio kompresi yang digunakan dalam evaluasi dituliskan sebagai berikut:

$$\text{MSE} = (1 / (M \times N)) \sum_x \sum_y [I(x,y) - K(x,y)]^2 \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{PSNR} = 10 \log_{10} (\text{MAX}^2 / \text{MSE}) \dots\dots\dots (2)$$

$$\text{Rasio Kompresi} = ((\text{Ukuran Asli} - \text{Ukuran Hasil}) / \text{Ukuran Asli}) \times 100\% \dots\dots\dots (3)$$

Pada persamaan tersebut, I(x,y) menyatakan nilai piksel citra asli, K(x,y) menyatakan nilai piksel citra rekonstruksi, M dan N menyatakan dimensi citra, sedangkan MAX menyatakan nilai intensitas maksimum piksel. Hasil pengujian kemudian dianalisis secara deskriptif untuk melihat apakah DCT mampu mempertahankan kualitas visual sekaligus memberikan efisiensi ukuran berkas pada dokumentasi infrastruktur.

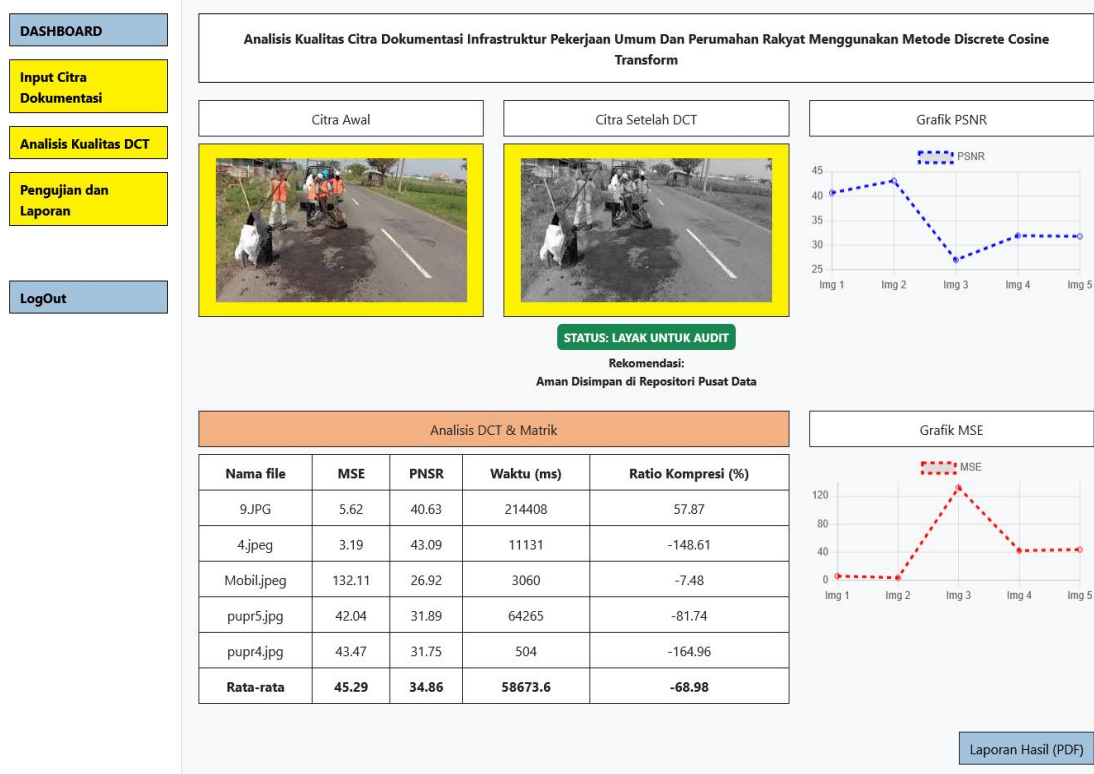
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Penelitian ini menghasilkan aplikasi berbasis web untuk menganalisis kualitas citra dokumentasi infrastruktur menggunakan metode Discrete Cosine Transform. Sistem menyediakan fitur login, dashboard, input citra dokumentasi, analisis DCT, serta pengujian dan laporan. Aplikasi mampu menerima citra digital, membaca informasi berkas, memproses transformasi DCT, melakukan rekonstruksi citra, menghitung metrik kualitas, dan menampilkan hasil dalam bentuk numerik serta visual. Implementasi ini menunjukkan bahwa alur pengolahan citra dapat dilakukan secara otomatis sehingga pengguna tidak perlu melakukan perhitungan kualitas citra secara manual. sistem mengukur kinerja metode DCT.

Gambar 2. Halaman Input Citra Dokumentasi PUPR

Pada halaman input citra, pengguna dapat mengunggah berkas dokumentasi, memilih parameter kuantisasi, dan menjalankan proses DCT. Sistem kemudian menampilkan citra asli, citra hasil rekonstruksi, nilai MSE, PSNR, waktu pemrosesan, dan rasio kompresi. Tampilan ini dirancang agar evaluasi citra dapat dilakukan secara langsung dan mudah dibaca oleh pengguna teknis maupun pengelola dokumentasi.



Gambar 3. Hasil Analisis Kualitas DCT pada Aplikasi

Pengujian dilakukan terhadap lima citra dokumentasi dengan karakteristik ukuran dan detail visual yang berbeda. Hasil pengukuran memperlihatkan variasi nilai yang cukup besar antar citra, terutama pada parameter MSE, PSNR, waktu pemrosesan, dan rasio kompresi. Rekapitulasi hasil pengujian disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Kualitas Citra Menggunakan DCT

Nama file	MSE	PSNR (dB)	Waktu (ms)	Rasio Kompresi (%)
9.JPG	5,62	40,63	214.408	57,87
4.jpeg	3,19	43,09	11.131	-148,61
Mobil.jpeg	132,11	26,92	3.060	-7,48
pupr5.jpg	42,04	31,89	64.265	-81,74
pupr4.jpg	43,47	31,75	504	-164,96
Rata-rata	45,29	34,86	58.673,6	-68,98

Pembahasan

Hasil pengujian menunjukkan bahwa DCT mampu mempertahankan kualitas visual citra dokumentasi pada sebagian besar sampel. Nilai PSNR rata-rata sebesar 34,86 dB mengindikasikan bahwa citra hasil rekonstruksi masih berada pada kategori dapat diterima untuk keperluan dokumentasi visual. Citra 9.JPG dan 4.jpeg memperoleh PSNR tinggi, masing-masing 40,63 dB dan 43,09 dB, dengan MSE yang rendah. Temuan ini menunjukkan bahwa ketika struktur visual citra relatif sesuai dengan pola transformasi dan kuantisasi, DCT mampu menjaga kesamaan citra hasil rekonstruksi terhadap citra asli.

Namun, hasil Mobil.jpeg memperlihatkan PSNR 26,92 dB dan MSE 132,11, yang jauh lebih rendah dibandingkan sampel lain. Kondisi ini menunjukkan bahwa karakteristik citra, seperti kompleksitas tekstur, kontras lokal, variasi warna, dan detail spasial, berpengaruh terhadap kualitas rekonstruksi. Dokumentasi infrastruktur sering memuat objek kecil, tekstur kasar, garis konstruksi, dan area berfrekuensi tinggi. Ketika komponen tersebut diproses melalui kuantisasi, sebagian detail dapat berubah sehingga MSE meningkat dan PSNR menurun. Dengan demikian, efektivitas DCT pada citra infrastruktur tidak dapat disimpulkan hanya dari satu jenis citra, tetapi perlu mempertimbangkan variasi objek dan kondisi pengambilan gambar.

Temuan mengenai PSNR sejalan dengan karakteristik DCT yang telah dijelaskan pada penelitian sebelumnya. Raharja et al. (2021) menyatakan bahwa DCT dapat digunakan untuk kompresi citra digital

dengan persentase kompresi yang tinggi, sedangkan Phandany et al. (2022) menunjukkan bahwa DCT dapat memberikan kualitas rekonstruksi yang baik pada citra digital. Hasil penelitian ini mendukung aspek kualitas visual tersebut, karena rata-rata PSNR tetap berada di atas 30 dB. Akan tetapi, hasil penelitian ini juga memperlihatkan bahwa kualitas rekonstruksi yang baik belum selalu diikuti oleh efisiensi ukuran berkas yang baik.

Rasio kompresi rata-rata sebesar -68,98% menjadi temuan penting karena menunjukkan ekspansi data pada sebagian besar sampel. Secara logis, nilai negatif mengindikasikan bahwa ukuran citra hasil proses lebih besar daripada ukuran citra awal. Kondisi ini dapat terjadi karena beberapa faktor, antara lain citra awal sudah berada dalam format JPEG yang sebelumnya telah terkompresi, proses rekonstruksi menghasilkan ulang berkas dengan encoding yang tidak lebih efisien, parameter kuantisasi belum optimal, atau metadata dan format penyimpanan keluaran menambah ukuran file. Hasil ini berbeda dari penelitian Raharja et al. (2021) yang memperoleh kompresi tinggi, sehingga menjadi indikasi bahwa implementasi algoritma, karakteristik dataset, dan strategi penyimpanan keluaran sangat menentukan keberhasilan kompresi.

Waktu pemrosesan juga memperlihatkan variansi besar. Nilai rata-rata mencapai 58.673,6 ms, tetapi terdapat perbedaan mencolok antara 9.JPG yang membutuhkan 214.408 ms dan pupr4.jpg yang hanya membutuhkan 504 ms. Perbedaan ini menunjukkan bahwa resolusi, ukuran berkas, serta kompleksitas proses pemisahan blok dan rekonstruksi citra memengaruhi beban komputasi. Pada aplikasi operasional, ketidakstabilan waktu proses dapat menjadi kendala bila pengguna harus memproses banyak foto dalam waktu singkat. Oleh karena itu, optimasi algoritma, pembatasan ukuran input, pemrosesan paralel, atau penggunaan library pengolahan citra yang lebih efisien perlu dipertimbangkan pada pengembangan berikutnya.

Berdasarkan sintesis hasil tersebut, kontribusi utama penelitian ini bukan hanya menunjukkan bahwa DCT dapat diterapkan pada dokumentasi infrastruktur, tetapi juga memperlihatkan batasan nyata implementasinya. DCT terbukti cukup kuat menjaga kualitas visual, namun pada kondisi pengujian saat ini belum sepenuhnya efektif menekan ukuran berkas. Kebaruan logis penelitian ini terletak pada pemetaan trade-off antara kualitas rekonstruksi dan efisiensi kompresi pada objek citra infrastruktur PUPR. Bagi pengelolaan dokumentasi proyek, hasil ini berarti bahwa penggunaan DCT dapat dipertimbangkan untuk menjaga kualitas bukti visual, tetapi belum dapat langsung dijadikan solusi efisiensi penyimpanan tanpa optimasi parameter kuantisasi dan encoding keluaran.

Evaluasi dan Pengujian

Evaluasi dan pengujian pada penelitian ini dilakukan untuk menilai tingkat keberhasilan aplikasi yang telah dikembangkan dalam mengimplementasikan metode *Discrete Cosine Transform* (DCT) dalam meulakukan analisa dokumenn PUPR. Tahap ini bertujuan untuk memastikan bahwa sistem mampu menjalankan fungsi yang telah dirancang serta menghasilkan data pengukuran yang dapat digunakan untuk melakukan analisis kinerja kedua metode secara objektif.

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan terhadap beberapa citra maka diperoleh hasil sebagai berikut :

Analisis DCT & Matrik				
Nama file	MSE	PNSR	Waktu (ms)	Ratio Kompresi (%)
9.JPG	5.62	40.63	214408	57.87
4.jpeg	3.19	43.09	11131	-148.61
Mobil.jpeg	132.11	26.92	3060	-7.48
pupr5.jpg	42.04	31.89	64265	-81.74
pupr4.jpg	43.47	31.75	504	-164.96
Rata-rata	45.29	34.86	58673.6	-68.98

Gambar 4. Hasil Evaluasi dan Pengujian Kualitas Citra

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Penelitian ini berhasil mengimplementasikan aplikasi berbasis web untuk menganalisis kualitas citra dokumentasi infrastruktur Dinas Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat menggunakan metode Discrete Cosine Transform. Sistem mampu menerima citra dokumentasi, menjalankan proses DCT, menampilkan citra hasil rekonstruksi, serta menghitung MSE, PSNR, rasio kompresi, dan waktu pemrosesan secara otomatis. Hasil pengujian menunjukkan rata-rata MSE sebesar 45,29 dan rata-rata PSNR sebesar 34,86 dB, sehingga kualitas citra rekonstruksi secara umum masih dapat diterima untuk kebutuhan dokumentasi visual. Namun, rasio kompresi rata-rata sebesar -68,98% menunjukkan bahwa implementasi saat ini belum menghasilkan efisiensi ukuran berkas yang stabil karena terjadi ekspansi data pada sebagian besar sampel. Keterbatasan penelitian ini terletak pada jumlah sampel citra yang terbatas, variasi karakteristik citra yang belum sepenuhnya terkendali, serta parameter kuantisasi dan encoding yang belum dioptimalkan secara menyeluruh.

Saran

Pengembangan berikutnya disarankan untuk menggunakan dataset citra infrastruktur yang lebih banyak dan lebih beragam dari sisi resolusi, format, serta kondisi pengambilan gambar agar evaluasi performa DCT menjadi lebih representatif. Aplikasi juga perlu dilengkapi optimasi parameter kuantisasi, mekanisme pengaturan kualitas output, serta strategi penyimpanan berkas yang lebih efisien agar kualitas visual dan pengurangan ukuran file dapat dicapai secara seimbang. Penelitian lanjutan dapat membandingkan DCT dengan metode lain seperti Discrete Wavelet Transform, Fast Fourier Transform, Principal Component Analysis, atau pendekatan hibrida dan berbasis kecerdasan buatan untuk menemukan metode yang paling sesuai bagi dokumentasi teknis proyek infrastruktur.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhim, A. F., Prastyo, A. B., Akbar, B. M., Pardede, E. E., & Anggraeny, F. T. (2025). Implementasi teknik pengolahan citra digital untuk deteksi objek dari latar belakang kompleks. *Jurnal Ilmiah Teknologi dan Robotika*, 7(1), 42–50. <https://doi.org/10.33005/jifti.v7i1>
- Alegria, V. P., Alam, A., & Rahmawan, A. (2022). Implementasi digital watermarking dengan metode Discrete Cosine Transform (DCT) pada citra digital. *TRIPLE A: Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi*, 1(2), 86–90.
- Ashillah, S., Gulo, S. A., Rahmi, Y., & Niska, D. Y. (2025). Implementasi algoritma pengolahan citra digital untuk perbaikan kualitas gambar. *Jurnal Sistem Komputer dan Kecerdasan Buatan*, 8, 274–280.
- Kuraini, A. N., Arnita, A., Simamora, E., Al Idrus, S. I., & Taufik, I. (2025). Analisis perbandingan performa kinerja metode Huffman Coding dan metode Elias Omega Coding pada kompresi file teks. *JTT (Jurnal Teknologi Terpadu)*, 13(1), 101–108. <https://doi.org/10.32487/jtt.v13i1.2455>
- Lubis, H., Srisulistiwati, D. B., & Ramdhani, A. I. (2022). Huffman Coding pada image compression. *Science and Technologies Journal*, 12(1), 16–25.
- Nasution, M. U., Harahap, L. S., & Syakbani, F. (2025). Tinjauan metode pengolahan citra digital untuk deteksi objek otomatis. *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, 13(3), 1020–1028.
- Phandany, J. L., Sambul, A. M., & Lumenta, A. S. M. (2022). Comparative study of digital image optimal compression algorithm using Python. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, 11(1), 23.
- Pratama, E. F. A., Khairil, & Jumadi. (2022). Implementasi metode K-Means Clustering pada segmentasi citra digital. *Jurnal Media Infotama*, 18(2), 291–301.
- Raharja, B. D., Wijayanto, H., & Remawati, D. (2021). Penerapan Discrete Cosine Transform (DCT) terhadap kompresi citra digital. *Indonesian Journal of Business Intelligence*, 3(2), 54–60.
- Setiawan, I. B., Pramukti, L. F., & Hidayat, A. T. (2023). Algoritma Discrete Cosine Transform untuk pengamanan citra digital dengan OTP berbasis web. *Jurnal Komputer dan Teknologi*, 18–26.

- Sinlae, F., Maulana, I., Setiyansyah, F., & Ihsan, M. (2024). Pengenalan pemrograman web: Pembuatan aplikasi web sederhana dengan PHP dan MySQL. *Jurnal Siber Multi Disiplin*, 2(2), 68–82.
- Suwardoyo, U., & Dwiyantri, D. (2023). Implementasi algoritma Discrete Cosine Transform. *Jurnal Sintaks Logika*, 3(2), 28–35.