

FACE RECOGNITION MENGGUNAKAN EKSTRAKSI FITUR BERBASIS METODE CS-2FFT DAN KLASIFIKASI K-NN

FACE RECOGNITION USING FEATURE EKSTRAKSI BASED CS-2FFT METHOD AND K-NN CLASSIFICATION

Syifa Qurotu Aeni¹, Ir.Rita Magdalena, M.T.², Irma Safitri, S.T., M.Sc.³

^{1,2,3} Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

¹syifaqa@student.telkomuniversity.ac.id, ²ritamagdalena@telkomuniversity.ac.id,

³irmasafitri@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Face recognition saat ini sedang populer di berbagai macam aplikasi, guna untuk mempermudah pekerjaan manusia. Banyak cara dan metode untuk mengolah *face recognition* yang bisa digunakan, hanya saja ada yang efektif dan tidak. Hal ini, karena *face recognition* membutuhkan data yang banyak agar nilai akurasi tinggi, dengan data banyak maka timbul suatu masalah yaitu tidak efisien dalam segi *storage* yang berat sehingga memengaruhi waktu yang diperlukan. Tugas Akhir ini mengusulkan metode CS-2FFT berbasis *feature extraction* dan klasifikasi K-NN untuk mengolah proses *face recognition*. Proses penggunaan FFT dilakukan sebanyak dua kali, yaitu saat *learning step* dan *test step*. Tahap-tahap pengolahan pertama dengan melakukan pengambilan data wajah manusia sebanyak 100 citra dari 10 individu. Setelah itu ada ekstraksi ciri yang dipengaruhi oleh proses CS-2FFT, langkah terakhir yaitu tahap klasifikasi untuk menguji sistem tersebut. Tujuan dari tugas akhir ini untuk mendapatkan metode dan klasifikasi yang efektif digunakan untuk *face recognition*. Perpaduan metode *compressive sampling* dengan FFT cukup baik. Pada penelitian ini didapatkan hasil akurasi terbaik saat jumlah data latih 6 citra tanpa melewati proses rekonstruksi yaitu sebesar 92,5% dengan waktu komputasi 6,35 detik per-sampel sementara untuk waktu komputasi didapatkan hasil terbaik saat pengujian dengan jumlah data latih 7 citra dan melewati proses rekonstruksi dengan akurasi 78% dan waktu komputasi 6,03 detik per sampel.

Kata Kunci: *Compressive sampling (CS), Fast Fourier Transform (FFT), K-Nearest Neighbor (K-NN), Feature Extraction.*

Abstract

Face recognition is currently popular in a variety of applications, to simplify human work. Many ways and methods for processing face recognition that can be used, it's just that there are effective and not. This is because face recognition requires a lot of data so that the accuracy value is high, with a lot of data, a problem arises, which is inefficient in terms of heavy storage so that it affects the time required. This Final Project proposes the CS-2FFT method based on feature extraction and K-NN classification to process the face recognition process. The process of using FFT is done twice, namely during the learning step and test step. The first stage of processing by taking data from 100 human faces from 10 individuals. After that there is feature extraction that is influenced by the CS-2FFT process, the final step is the classification stage to test the system. The purpose of this thesis is to obtain an effective method and classification used for face recognition. The combination of the compressive sampling method with FFT is quite good. In this study, the best accuracy was obtained when the amount of data training 6 images without going through the reconstruction process was 92.5% with a computation time of 6.35 seconds per sample while for computing time the best results were obtained when testing with a total of 7 training data images and through the reconstruction process with an accuracy of 78% and a computational time of 6.03 seconds per sample.

Keyword: *Compressive sampling (CS), Fast Fourier Transform (FFT), K-Nearest Neighbor (K-NN), Feature Extraction.*

1. Pendahuluan

Salah satu dari dampak era globalisasi saat ini adalah informasi yang cepat, praktis dan akurat sangat dibutuhkan oleh manusia untuk melakukan aktivitas dan komunikasi dengan lancar. Seiring dengan itu semakin hari kemajuan teknologi digital berkembang dengan cepat, proses mendapatkan informasi secara digital dapat

diakses berupa gambar, audio, video, maupun teks. Salah satu pengolahan data gambar dan video ada pada salah satu teknik biometrik yaitu *face recognition*[1]. Tugas Akhir ini mengusulkan metode *compressive sampling* dengan memanfaatkan *Fast Fourious Transform* (FFT) dan metode *K-Nearest Neighbor* (KNN) untuk proses kalsifikasi untuk algoritma *face recognition* dengan FFT dilakukan dua kali pada proses ekstraksi fitur. Dalam sebagian besar metode berbasis fitur, mata hidung mulut dianggap representasi dari fitur wajah, lokasi dan jumlah fitur tidak tetap oleh karena itu jumlah vektor fitur dan lokasinya dapat bervariasi untuk mewakili berbagai karakteristik wajah manusia yang berbeda. Pada penelitian ini menunjukan seluruh wajah diperhitungkan untuk menambah informasi yang di ekstraksi dari gambar wajah dan menggunakan prinsip dua dimensi. *Compressive Sampling* (CS) merupakan sebuah metode yang efisien dalam mekanisme pengurangan dimensi fitur untuk mengurangi komputasi kompleksitas dari proses *face recognition* lalu digunakan proses reduksi dengan cara klasifikasi data dengan menggunakan metode KNN[2], pada proses ekstraksi fitur dilakukan dengan mengekstraksi fitur sampel secara acak, metode *compressive sampling* umumnya menghasilkan pengukuran gambar yang lebih rendah, tanpa secara rinci membahayakan kinerja proses pengenalan. Oleh karena itu metode FFT dimanfaatkan untuk mengekstraksi *sparse* fitur sehingga bisa memperkuat kualitas dari gambar, selain itu dalam proses ekstraksi fitur dilakukan *windowing* untuk meminimalisir *noise*, jenis *windowing* yang digunakan yaitu *windowing hamming* karena paling sering digunakan dan cocok digunakan untuk data berupa gambar. Pada penggunaan FFT kedua berfungsi untuk menunjukan bahwa jika mengambil sampel acak itu akan berisi informasi yang cukup membedakan gambar wajah yang sesuai[3].

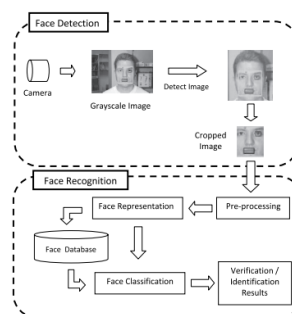
2. Tinjauan Pustaka

2.1 Biometrik

Biometrik yang umum digunakan memiliki banyak kelemahan, *iris recognize* adalah jenis biometrik yang sangat akurat tetapi mahal untuk implementasi dalam skala luas dan sulit diterima oleh masyarakat. Sidik jari dapat diandalkan sebagai biometrik dan tidak menimbulkan hal yang bahaya akan tetapi tidak cocok untuk individu yang tidak kolaboratif. Sistem biometrik menyediakan dua fungsi yaitu verifikasi dan otentikasi. Verifikasi umumnya terkait dengan pencarian basis data, karena ketatnya proses tersebut maka dibutuhkan fungsi otentikasi[4].

2.2 Face Recognition

Pada saat ini, *face recognition* merupakan salah satu teknik biometrik yang baik antara keandalan dan penerimaan sosial yang menyeimbangkan keamanan dan privasi dengan baik. *Face recognition* bekerja dalam kondisi akuisisi tanpa kendala dan memiliki performa yang besar untuk dapat bekerja di tempat dengan populasi besar, karena keunggulan ini, *face recognition* saat ini adalah teknik biometrik yang populer sehingga banyak sekali di kembangkan untuk di aplikasikan pada berbagai sistem. Gambar wajah merupakan karakteristik biometrik yang paling umum digunakan oleh manusia untuk membuat identifikasi pribadi, sejak lahir manusia mengalami dan berpartisipasi dalam interaksi tatap muka yang berkontribusi pada kemampuan mengenali wajah[4].



Gambar 1. Diagram sistem tipe face detection/face recognition[4].

2.3 Feature Extraction

Feature Eextraction adalah tahap penting pengenalan objek karena mengambil fitur dari suatu data (citra,dll.), mengubah fitur asli menjadi fitur yang lebih sederhana, menyimpan fitur dari data, kemudian dari informasi yang didapatkan akan dianalisis untuk pembandingan untuk mengenali objek pada data[5].

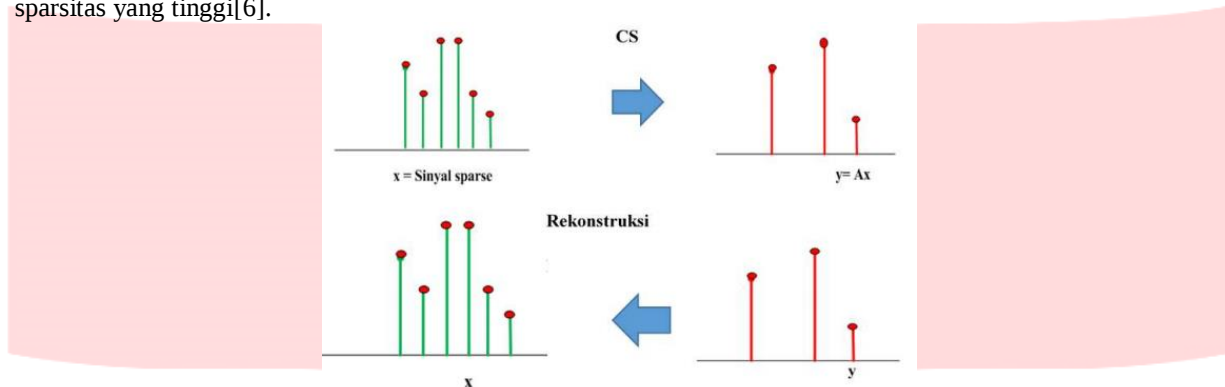
2.4 Pengolahan Citra Digital

Satu fungsi dua dimensi $f(x, y)$ yang memiliki ukuran N kolom dan M baris adalah fungsi yang merepresentasikan citra digital. Fungsi $f(x,y)$ dimana x dan y adalah posisi koordinat spasial, serta amplituda f di titik (x, y) yang dapat dikatakan sebagai intensitas warna keabuan dari citra titik tersebut. Cahaya yang memberikan penerangan pada sebuah objek, sebagian berkasnya akan dipantulkan kembali oleh objek tersebut. Pantulan cahaya kemudian ditangkap dan direkam oleh alat optik, sehingga didapat sebuah bayangan objek yang disebut citra.

2.5 Compressive Sampling

Compressive sampling (CS) merupakan metode baru, metode akusisi sinyal menggunakan *sparsity* sinyal dan sinyal kompresi di waktu yang sama sehingga dapat mempercepat waktu komputasi sekaligus memperkecil

bandwidth. *Compressive sampling* dapat bekerja secara optimal ketika sinyal yang diolah memiliki tingkat sparsitas yang tinggi[6].



Gambar 3. Ilustrasi sederhana *compressive sampling*[6].

Matriks pengukuran merupakan bagian penting di dalam teknik *compressive sampling*, pada pendekatan yang diusulkan *compressive sampling* digunakan sebagai mekanisme yang efisien untuk pengurangan dimensi dari fitur.

2.6 Transformasi Fourier

Transformasi fourier adalah proses pengubahan sinyal dari domain waktu ke domain frekuensi, jenis transformasi fourier yang sering digunakan pada pengolahan sinyal digital adalah DFT (*Discrete Fourier Transform*) dan FFT (*Fast Fourier Transform*). Sistem dalam domain waktu menggunakan jumlah konvolusi sebagai metode untuk menghitung *output* sistem untuk berbagai *input* jika respon impuls telah ditentukan. Untuk representasi dalam domain frekuensi *output* sistem merupakan hasil kali dari frekuensi respon sistem dengan frekuensi respon sinyal input. Biasanya untuk banyak aplikasi sinyal yang penting dan sering digunakan adalah sinyal yang periodik. Persamaan transformasi fourier adalah:

$$X(f) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t)e^{j2\pi ft} dt, \quad (1)$$

dan inversinya adalah:

$$x(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} X(f)e^{j2\pi ft} df \quad (2)$$

2.7 Fast Fourier Transform (FFT)

Fast Fourier Transform (FFT) merupakan DFT (*Discrete Fourier Transform*) yang memiliki jumlah komputasi lebih sedikit dibandingkan komputasi DFT biasa sehingga FFT bisa digunakan untuk kompresi data. DFT adalah transformasi diskrit yang digunakan untuk melakukan analisis fourier dalam banyak aplikasi, DFT merupakan transformasi fourier yang sinyal masukannya berupa sinyal diskrit dan periodik. Persamaan FFT adalah sebagai berikut:

$$x[k] = \sum_{n=0}^{N-1} x[n]e^{-\frac{j2\pi kn}{N}} \quad (3)$$

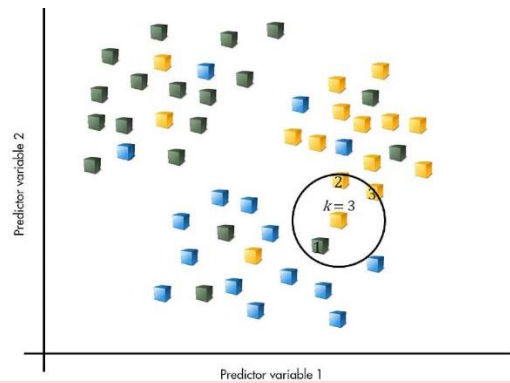
Dengan $n=0, \dots, N-1$ dan $k=0, \dots, N-1$, $x(k)$ adalah nilai dari spektrum ke- k (domain frekuensi), k merupakan indeks dari frekuensi ke- N , dan $x(n)$ adalah nilai sinyal pada domain waktu dengan n adalah indeks waktunya. Secara umum FFT tergantung pada pemfaktoran N [7].

2.8 Gaussian Filter

Gaussian Filter adalah *linear filter* yang biasanya digunakan sebagai pengolahan citra agar dapat lebih halus, dan juga bertujuan untuk menghilangkan *noise* pada citra dan meningkatkan kualitas detil citra. Gaussian merupakan model *noise* yang mengikuti distribusi normal standard dengan rata-rata nol dan standard deviasi 1. Dampak dari citra yang diterapkan Gaussian adalah muncul titik-titik berwarna yang jumlahnya sama dengan presentase *noise*. *Noise* ada beberapa jenis yaitu pertama *noise speckle* merupakan *noise* yang memberikan warna hitam pada titik yang terkena *noise*, kedua ada *noise salt and papper* adalah efek warna putih pada titik yang terkena *noise*.

2.9 K-Nearest Neighbor (K-NN)

K-Nearest Neighbor (K-NN) adalah sebuah metode yang sering digunakan untuk proses klasifikasi. Klasifikasi adalah proses pengklasifikasian citra yang telah melewati proses ekstraksi cirinya pada sebuah *database*. K-NN mengklasifikasikan gambar melalui mayoritas memilih tetangga-tetangga untuk membentuk matriks jarak. K-NN merupakan salah satu algoritma *supervised learning*, digunakan untuk mengklasifikasikan terhadap beberapa kelas[8].



Gambar 4. Ilustrasi sederhana K-Nearest Neighbor (K-NN)[8].

3. Perancangan Sistem

3.1 Spesifikasi Sistem

Pada perancangan perangkat lunak akan dijelaskan pemrosesan citra wajah. *Input* citra yang diproses oleh sistem adalah hasil dari akuisisi data sendiri dari kamera canon EOS 550D. Kemudian, citra hasil akuisisi akan masuk ke dalam tahap *pre-processing* sebelum diekstraksi cirinya menggunakan metode Viola-Jones. Tahap akhir adalah klasifikasi serta mencocokkan dengan *database* hasil ekstraksi menggunakan metode K-NN.

3.2 Skema Perancangan

Langkah-langkah perancangan, mensimulasikan, hingga menganalisis dilakukan secara bertahap dan dijelaskan secara singkat seperti Gambar 5.



Gambar 5. Diagram Alir Perancangan Sistem *Face Recognition*

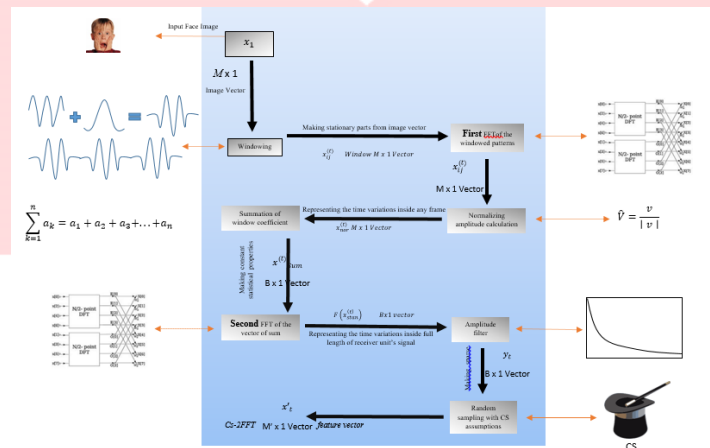
3.3 Akuisisi Citra

Akuisisi citra adalah proses mendapatkan data citra, untuk sistem ini citra didapatkan dengan media kamera tipe canon 550D. Pengambilan citra diambil dengan posisi wajah tegak dan kebanyakan ekspresi senyum lalu ada juga citra yang diambil menggunakan kacamata, hal ini dilakukan untuk mengetahui seberapa berpengaruh ekspresi dan penggunaan properti lain dan juga memudahkan dalam tahap pencocokan dengan *database*. Proses akuisisi dilakukan sebanyak 10 kali untuk pengambilan setiap individu dengan jumlah individu 10 orang.



Gambar 6. Contoh pengambilan wajah menggunakan kamera tipe 550D.

3.4 Ekstraksi Ciri



Gambar 7. Alur dari proses ekstraksi ciri.

Awal dimulai proses ekstraksi ciri adalah *input* citra hasil *pre-processing* kedalam tahap ekstraksi. Citra tersebut akan diambil nilai cirinya menggunakan metode CS-2FFT. Tahap-tahap secara lengkap adalah sebagai berikut:

1. *Input* citra dari proses *pre-processing* asumsi citra adalah X_t .
2. Setelah *input* artinya ada matriks $M \times N$ untuk diolah ke proses selanjutnya
3. Dilakukan *windowing* terhadap matriks $M \times N$

$$w(k) = 0.5 - 0.5 \cos\left(\frac{2\pi k}{N-1}\right), \quad (4)$$

dengan N adalah *frame size* dan k adalah frekuensi analisis

4. Didapatkan matriks hasil *windowing* lalu masuk ke proses FFT pertama.

$$X[k] = \sum_{n=0}^{N/2} x[n] e^{-j2\pi kn/N} \quad (5)$$

FFT akan menghasilkan jumlah komputansi sebesar $(N) \log_2 (N)$, perhitungan FFT menggunakan *butterfly* radix-2 menghasilkan jumlah komputansi sedikit yaitu $(N/2) \log_2 (N)$, jumlah titik menggunakan FFT memenuhi syarat 2^N .

5. Pada proses FFT pertama dihasilkan sebuah matriks vektor $x_{i,j}^{(t)} M \times N$. Proses selanjutnya yaitu hasil FFT pertama di normalisasi, hasil normalisasi diperoleh matriks vektor $x_{nor}^{(t)} M \times N$.
6. Hasil dari proses normalisasi lalu ditambah dengan koefisien *windowing*-nya, diperoleh hasil $x^{(t)sum} B \times 1$
7. Lalu dilakukan proses FFT diperoleh hasil vektor $x^{(t)stand} B \times 1$.
8. Dilakukan proses filter amplitud untuk menentukan nilai *threshold*. Diperoleh hasil vektor $y_t B \times 1$.
9. Langkah terakhir adalah penerapan *compressive sampling random*, dan diperoleh hasil X'_t .
10. Hasil dari *compressive sampling random* adalah nilai vektor ciri yang akan digunakan untuk tahap klasifikasi.

3.5 Klasifikasi K-NN

Klasifikasi dilakukan pada data uji dari citra yang telah diperoleh. Dari *flowchart* proses ini dilakukan bersaingan dengan pencocokan dan relasi citra dengan *database*. Tujuan dari proses klasifikasi adalah melakukan identifikasi terhadap citra hasil akuisisi yang didasarkan pada *output* ekstraksi ciri. Pada tugas akhir ini metode klasifikasi K-NN digunakan dengan *Euclidean distance*.

4. Hasil dan Analisis

4.1 Pengaruh Jumlah Data Ciri Latih Terhadap performansi Sistem

Pada proses ini, dilakukan pengujian sistem menggunakan jumlah citra latih yang beda-beda. Citra latih merupakan hasil dari akuisisi dengan kamera canon 550D yang telah melewati tahap *pre-processing* dan ekstraksi ciri.

Skenario pertama melakukan pengujian dengan jumlah citra latihnya yaitu pertama sistem diuji dengan citra latih berjumlah 6, citra uji berjumlah 4 dari setiap individu dan yang kedua citra latih berjumlah 7, citra uji berjumlah 3 dari setiap individu dengan jumlah 10 individu dan nilai $K=1$ pada K-NN *euclidean distance*.

Tabel 1. Hasil pengujian pengaruh jumlah data latih melewati proses rekonstruksi.

Jumlah data	Akurasi Rata-rata	Waktu Komputasi Rata-rata (detik)
6/4	76%	723,657
7/3	78%	663,622

Tabel 2. Data hasil dari sistem tanpa proses rekonstruksi.

Jumlah Data	Akurasi	Waktu Komputasi (menit)
6/4	92,5%	635,590
7/3	90%	603,400

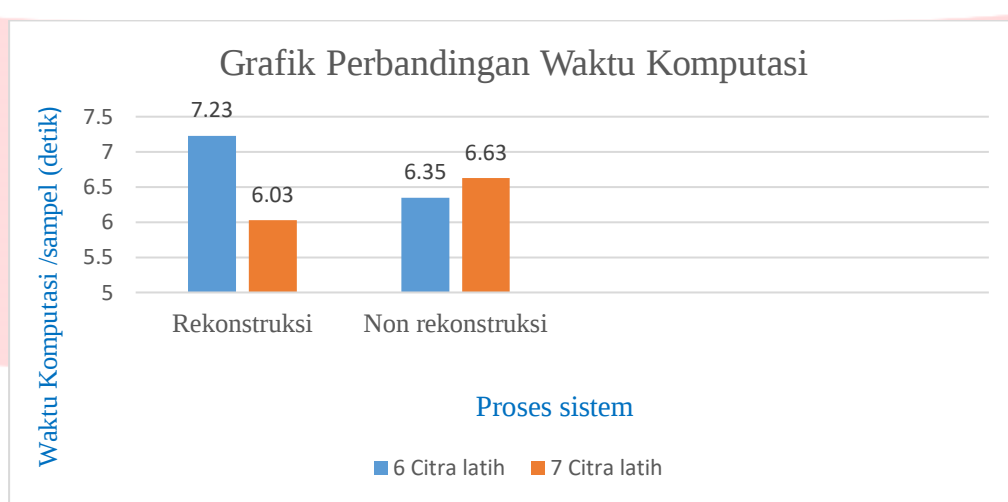
4.2 Pengaruh Perubahan Nilai *Level* Kompresi Terhadap Performansi Sistem

Bagian ini dilakukan analisis akurasi sistem menggunakan skenario 2. Adapun cara pengujian skenario ini adalah dengan cara mengganti-ganti nilai dari *level* kompresinya mulai dari 10% sampai 100% maksudnya *level* kompresi adalah seberapa besar jumlah yang dikompresi dari sebuah citra. Pada skenario pertama dapat dilihat rata-rata nilai akurasi yang didapat adalah nilai yang memiliki data latih terbanyak dan untuk waktu komputasinya data latih terbanyak memiliki waktu komputasi yang lebih rendah..

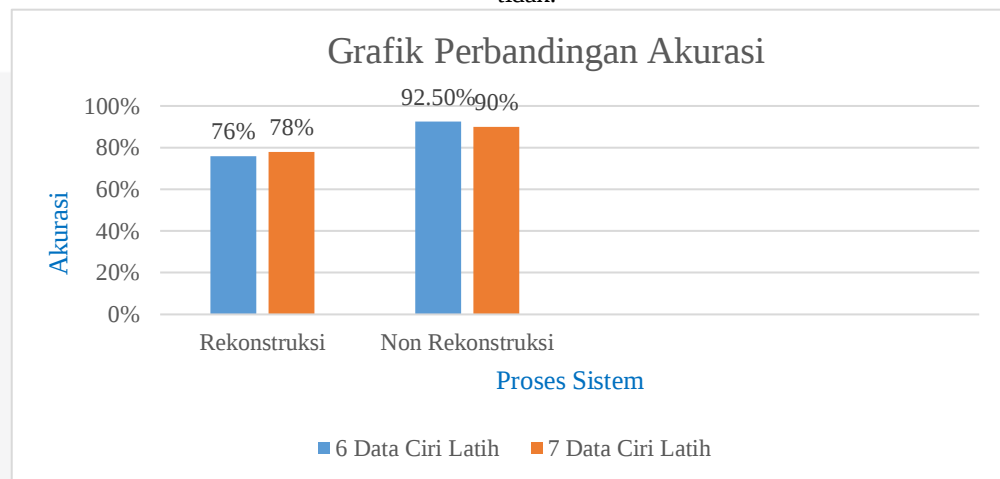
Tabel 3. Data hasil dari pengujian nilai *level* kompresi.

<i>Level</i> Kompresi	Waktu Komputasi (menit)		Akurasi	
	6/4	7/3	6/4	7/3
10%	6,9456	6,9001	65%	60%
20%	6,7402	6,5823	73%	73.30%
30%	8,1059	6,6154	80%	76.67%
40%	7,7403	6,5364	78%	76.67%
50%	9,2902	6,5487	78%	76.67%
60%	7,1328	6,538	75%	76.67%
70%	6,4418	6,5789	75%	76.67%
80%	6,4357	6,5956	75%	80%
90%	6,4269	6,6758	80%	85%
100%	7,1063	6,7910	85%	85%

4.3 Pengaruh Proses Rekonstruksi Terhadap Performansi Sistem



Gambar 12. Grafik perbandingan waktu komputasi antara sistem yang melewati proses rekonstruksi dan tidak.



Gambar 13. Grafik perbandingan akurasi antara sistem yang melewati proses rekonstruksi dan tidak.

5. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil pada pengerjaan Tugas Akhir ini dari merancang dan mengimplementasikan sistem *face recognition* menggunakan metode CS-2FFT adalah sebagai berikut:

1. Dengan penambahan jumlah citra latih, proses rekonstruksi, dan nilai *level* kompresi mempengaruhi dari segi akurasi dan waktu komputasi.
2. Hasil terbaik dari akurasi yang diperoleh adalah saat jumlah data citra latih 6 citra tanpa melewati proses rekonstruksi tetapi untuk waktu komputasi yang paling minimal diperoleh dari jumlah data citra latih 7.
3. Jika dilihat secara keseluruhan perancangan dan implementasi *face recognition* menggunakan metode CS-2FFT lebih berpengaruh terhadap waktu komputasi dibandingkan dengan tingkat akurasi.

Daftar Pustaka:

- [1] M. Banitalebi-Dehkordi, A. Banitalebi-Dehkordi, J. Abouei, and K. N. Plataniotis, "Face recognition using a new compressive sensing-based feature extraction method," *Multimed. Tools Appl.*, vol. 77, no. 11, pp. 14007–14027, 2018.
- [2] C. M. Bishop, *Neural networks for pattern recognition*. Clarendon Press, 1995.
- [3] H. Su and Y. Zhang, "Time-frequency analysis based on Compressive Sensing," *Proc. 2016 2nd Int. Conf. Cloud Comput. Internet Things, CCIOT 2016*, pp. 138–142, 2017.
- [4] A. K. Jain, "Handbook of Face Recognition."
- [5] A. N. Othman, M. E. M. Sapuddin, M. F. Saa'id, and M. S. A. M. Ali, "Evaluation of characteristic frequency features in healthy and diseased ECG via k-NN classifier," *Proc. - 2014 IEEE Conf. Syst.*

- Process Control. ICSPC 2014*, no. December, pp. 117–120, 2014.
- [6] R. PURNAMASARI and A. B. SUKSMONO, “Compressive Sampling untuk Sinyal Beat Radar Cuaca via Discrete Cosine Transform (DCT),” *ELKOMIKA J. Tek. Energi Elektr. Tek. Telekomun. Tek. Elektron.*, vol. 7, no. 2, p. 238, 2019.
- [7] S. Riyanto, A. Purwanto, and Supardi, “Algoritma Fast Fourier Transform (FFT) Decimation In Time (DIT) dengan Resolusi 1/10 Hertz,” *Semin. Nas. Penelitian, Pendidikan, dan Penerapan MIPA*, pp. 223–231, 2009.
- [8] “k-NN classifier - Hands-On Ensemble Learning with R.” [Online]. Available: https://subscription.packtpub.com/book/big_data_and_business_intelligence/9781788624145/3/ch03lv11sec28/k-nn-classifier. [Accessed: 11-Dec-2019].