

**Laporan**  
**Tugas Besar 2 IF 2123 Aljabar Linier dan Geometri Aplikasi**  
**Nilai Eigen dan Vektor Eigen dalam Kompresi Gambar**



Disusun Oleh:

Kent Liusudarso	13520069
Muhammad Rakha Athaya	13520108
Nicholas Budiono	13520121

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA**

**SEKOLAH TEKNIK ELEKTRO DAN INFORMATIKA**

**INSTITUT TEKNOLOGI BANDUNG**

**2021**

## DAFTAR ISI

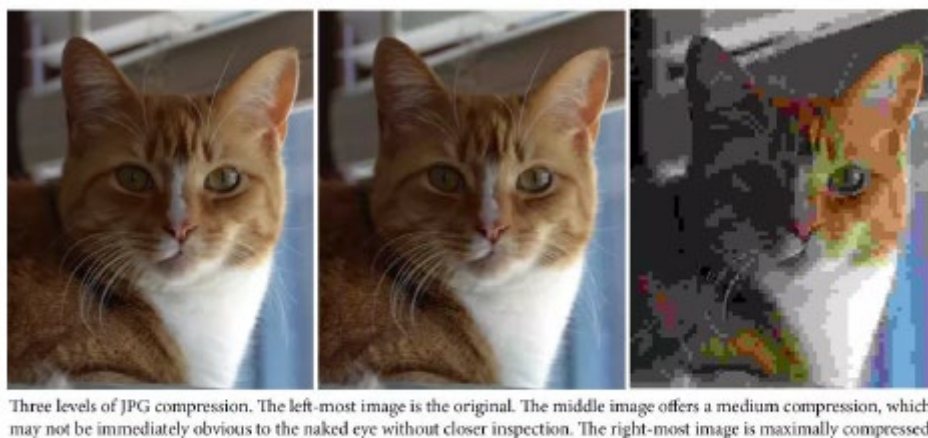
DAFTAR ISI.....	2
BAB 1 .....	3
1.1    Spesifikasi Tugas.....	4
BAB 2 .....	5
2.1    Perkalian Matriks .....	5
2.2    Nilai Eigen.....	5
2.3    Vektor Eigen .....	5
2.4    Matriks SVD .....	5
BAB 3 .....	6
3.1    main.py .....	6
3.2    Eigen.py.....	6
3.3    U.py .....	6
3.4    VT.py.....	6
3.5    app.py .....	6
BAB 4 .....	7
4.1    Website.....	7
BAB 5 .....	8
5.1    Kesimpulan.....	8
5.2    Saran.....	8
5.3    Refleksi.....	8
DAFTAR REFERENSI .....	9

## BAB 1

### DESKRIPSI MASALAH

Gambar adalah suatu hal yang sangat dibutuhkan pada dunia modern ini. Kita seringkali berinteraksi dengan gambar baik untuk mendapatkan informasi maupun sebagai hiburan. Gambar digital banyak sekali dipertukarkan di dunia digital melalui file-file yang mengandung gambar tersebut. Seringkali dalam transmisi dan penyimpanan gambar ditemukan masalah karena ukuran file gambar digital yang cenderung besar.

Kompresi gambar merupakan suatu tipe kompresi data yang dilakukan pada gambar digital. Dengan kompresi gambar, suatu file gambar digital dapat dikurangi ukuran filenya dengan baik tanpa mempengaruhi kualitas gambar secara signifikan. Terdapat berbagai metode dan algoritma yang digunakan untuk kompresi gambar pada zaman modern ini.



*Gambar 1. Contoh kompresi gambar dengan berbagai tingkatan*

*Sumber : [Understanding Compression in Digital Photography \(lifewire.com\)](http://lifewire.com)*

Salah satu algoritma yang dapat digunakan untuk kompresi gambar adalah algoritma SVD (Singular Value Decomposition). Algoritma SVD didasarkan pada teorema dalam aljabar linier yang menyatakan bahwa sebuah matriks dua dimensi dapat dipecah menjadi hasil perkalian dari 3 sub-matriks yaitu matriks ortogonal U, matriks diagonal S, dan transpose dari matriks ortogonal V. Dekomposisi matriks ini dapat dinyatakan sesuai persamaan berikut.

$$A_{m \times n} = U_{m \times m} S_{m \times n} V_{n \times n}^T$$

*Gambar 1. Algoritma SVD*

Matriks U adalah matriks yang kolomnya terdiri dari vektor eigen ortonormal dari matriks  $A A^T$ . Matriks ini menyimpan informasi yang penting terkait baris-baris matriks awal, dengan informasi terpenting disimpan di dalam kolom pertama. Matriks S adalah matriks diagonal yang berisi akar dari nilai eigen matriks U atau V yang terurut menurun. Matriks V adalah matriks yang kolomnya terdiri dari vektor eigen ortonormal dari matriks  $A^T A$ . Matriks ini menyimpan informasi yang penting terkait kolom-kolom matriks awal, dengan informasi terpenting disimpan dalam baris pertama.



*Gambar 2. Ilustrasi Algoritma SVD dengan rank  $k$*

Dapat dilihat di gambar di atas bahwa dapat direkonstruksi gambar dengan banyak singular values  $k$  dengan mengambil kolom dan baris sebanyak  $k$  dari  $U$  dan  $V$  serta singular value sebanyak  $k$  dari  $S$  atau  $\Sigma$  terurut dari yang terbesar. Kita dapat mengaproksimasi suatu gambar yang mirip dengan gambar aslinya dengan mengambil  $k$  yang jauh lebih kecil dari jumlah total singular value karena kebanyakan informasi disimpan di singular values awal karena singular values terurut mengecil. Nilai  $k$  juga berkaitan dengan rank matriks karena banyaknya singular value yang diambil dalam matriks  $S$  adalah rank dari matriks hasil, jadi dalam kata lain  $k$  juga merupakan rank dari matriks hasil. Maka itu matriks hasil rekonstruksi dari SVD akan berupa informasi dari gambar yang terkompresi dengan ukuran yang lebih kecil dibanding gambar awal.

Pada kesempatan kali ini, kalian mendapatkan tantangan untuk membuat website kompresi gambar sederhana dengan menggunakan algoritma SVD.

### 1.1 Spesifikasi Tugas

Buatlah program kompresi gambar dengan memanfaatkan algoritma SVD dalam bentuk website lokal sederhana. Spesifikasi website adalah sebagai berikut:

1. Website mampu menerima file gambar beserta input tingkat kompresi gambar (dibebaskan formatnya).
2. Website mampu menampilkan gambar input, output, runtime algoritma, dan persentase hasil kompresi gambar (perubahan jumlah pixel gambar).
3. File output hasil kompresi dapat diunduh melalui website.
4. Kompresi gambar tetap mempertahankan warna dari gambar asli.
5. (Bonus) Kompresi gambar tetap mempertahankan transparansi dari gambar asli, misal untuk gambar png dengan background transparan.
6. Bahasa pemrograman yang boleh digunakan adalah Python, Javascript, dan Go.
7. Penggunaan framework untuk back end dan front end website dibebaskan. Contoh framework website yang bisa dipakai adalah Flask, Django, React, Vue, dan Svelte.
8. Kalian dapat menambahkan fitur fungsional lain yang menunjang program yang anda buat (unsur kreativitas diperbolehkan/dianjurkan).
9. Program harus modular dan mengandung komentar yang jelas.
10. Diperbolehkan menggunakan library pengolahan citra seperti OpenCV2, PIL, atau image dari Go.
11. Dilarang menggunakan library perhitungan SVD dan library pengolahan eigen yang sudah jadi.

## **BAB 2**

### **TEORI SINGKAT**

#### **2.1 Perkalian Matriks**

Perkalian matriks adalah suatu operasi biner yang berawal dari dua matriks dan menghasilkan satu matriks. Ada juga syarat yang perlu dipenuhi dalam perkalian matriks, yaitu ukuran kolom dalam matriks pertama harus sama dengan ukuran baris matriks dalam matriks kedua.

Sifat dari operasi ini adalah perkalian ini tidak komutatif, yang berarti perkalian matriks  $A$  dan matriks  $B$  tidak akan sama dengan perkalian matriks  $B$  dan matriks  $A$ . Tapi, perkalian matriks memiliki sifat distributif, jika perkalian matriks dilakukan dengan penjumlahan matriks, maka bisa dipecah untuk melakukan perkalian matriks.

#### **2.2 Nilai Eigen**

Dalam Aljabar Linear, Nilai Eigen sendiri menyatakan besar perubahan panjang vektor yang terjadi. Nilai Eigen dan juga Vektor Eigen didapatkan ketika melakukan analisis mengenai pemetaan linear. Secara kegunaan, Eigen sendiri memiliki banyak kegunaan, yaitu teori stabilitas, analisis getaran, orbital atom, pengenalan wajah, diagonalisasi matriks, dan pada proyek saat ini, yaitu kompresi foto.

#### **2.3 Vektor Eigen**

Vektor Eigen adalah vektor karakteristik dari suatu matriks ukuran persegi, perubahan yang terjadi ketika dikali adalah perubahan panjang, Vektor Eigen dan Nilai Eigen merupakan dua komponen yang penting untuk menggunakan nya dalam fungsi yang disebutkan sebelumnya.

#### **2.4 Matriks SVD**

Matriks SVD adalah suatu pemfaktoran matriks dengan mengurai suatu matriks ke tiga matriks unik, yaitu  $U$ ,  $V$ , dan sebuah matriks diagonal  $S$  yang berisi faktor skala yang disebut dengan nilai singular. Kegunaan dari dekomposisi matriks SVD ini adalah dengan mengambil beberapa baris atau kolom dari matriks unik tersebut akan mendapatkan foto yang terkompresi, dengan ukuran yang lebih kecil dengan bayaran adalah warna yang kurang jelas.

## **BAB 3**

### **IMPLEMENTASI**

#### **3.1 main.py**

File Main.py berguna untuk menggabungkan semua fungsi dari file lain dan juga menerima foto dan input dari pengguna. Bekerja sebagai main back-end dan juga mempunyai fungsi untuk mengkompres foto yang diterima.

#### **3.2 Eigen.py**

File Eigen.py berguna untuk mencari nilai Eigen, vektor eigen, dan karena matriks Sigma memiliki isi yang berubah sedikit dari nilai eigen, maka kita bisa langsung membuat list baru untuk mendapatkan matriks sigma.

#### **3.3 U.py**

File U.py berisi fungsi U untuk mencari U dengan rumus  $U = A \cdot VT(invers) \cdot Sigma(invers)(transpose)$ .

#### **3.4 VT.py**

File VT.py berisi fungsi VTranspose dengan rumus untuk mencari VT dengan rumus biasa.

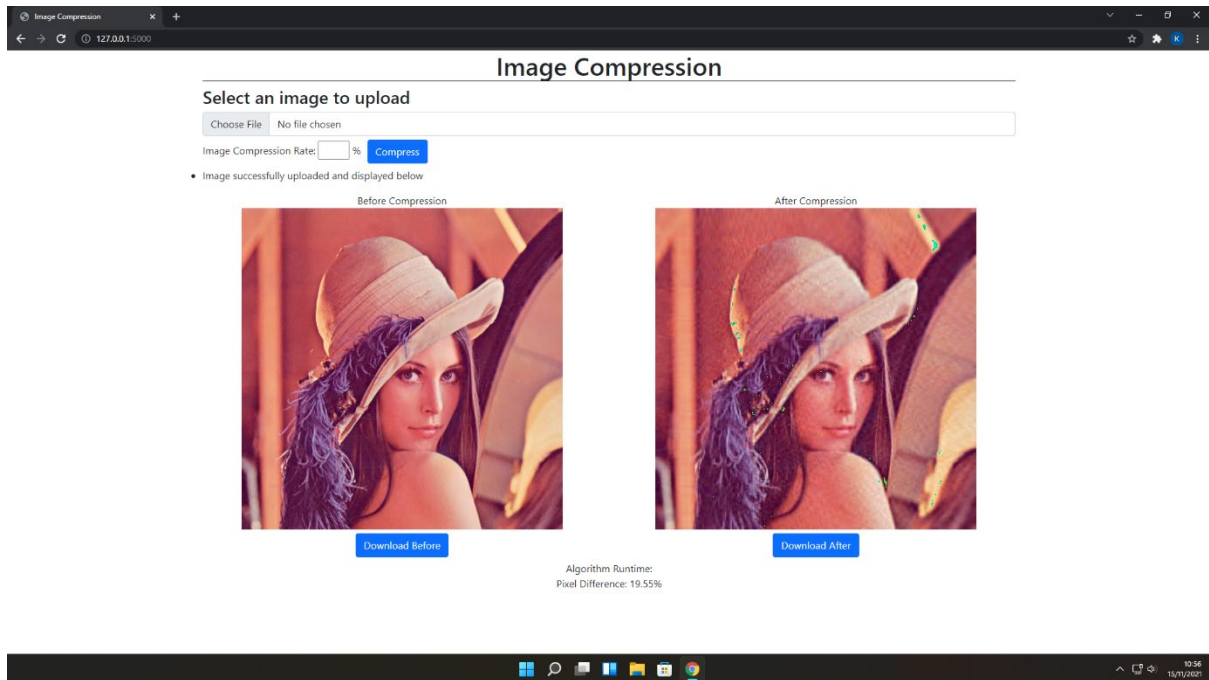
#### **3.5 app.py**

File app.py berisi backend dari library python flask untuk upload, display, dan download gambar.

## BAB 4

### EKSPERIMEN

#### 4.1 Website



## **BAB 5**

### **KESIMPULAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Website yang telah kami buat sangatlah berguna untuk mengimplementasikan kegunaan dari dekomposisi menggunakan matriks SVD, dengan melakukan kompresi foto, semua bagian dari dekomposisi SVD digunakan.

#### **5.2 Saran**

Tugas besar ini tentu tidak luput dari kesalahan. Salah satu kekeliruan kami ialah kurang koordinasinya pembagian tugas dan masih banyak masalah dalam pembuatan ungsi untuk mencari eigen, dengan fungsi yang kurang efektif atau lambat, juga masih kurang belajar dalam pembuatannya.

#### **5.3 Refleksi**

Setelah mengerjakan tugas besar ini, kelompok kami merasa butuh lebih banyak koordinasi lagi dan banyak cari tau untuk membuat suatu hal atau dalam konteks ini, fungsi apa saja yang digunakan. Juga perlu untuk belajar lebih banyak tentang konsep eigen dan SVD yang digunakan pada tugas besar ini.



## DAFTAR REFERENSI

Dr. Ir. Rinaldi Munir, MT. (2021). Aljabar Linier dan Geometri [Presentasi PowerPoint]. Diakses dari <https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/AljabarGeometri/2021-2022/algeo21-22.htm>

Flask documentation. Diakses pada 10 November 2021, dari <https://flask.palletsprojects.com/en/2.0.x/>