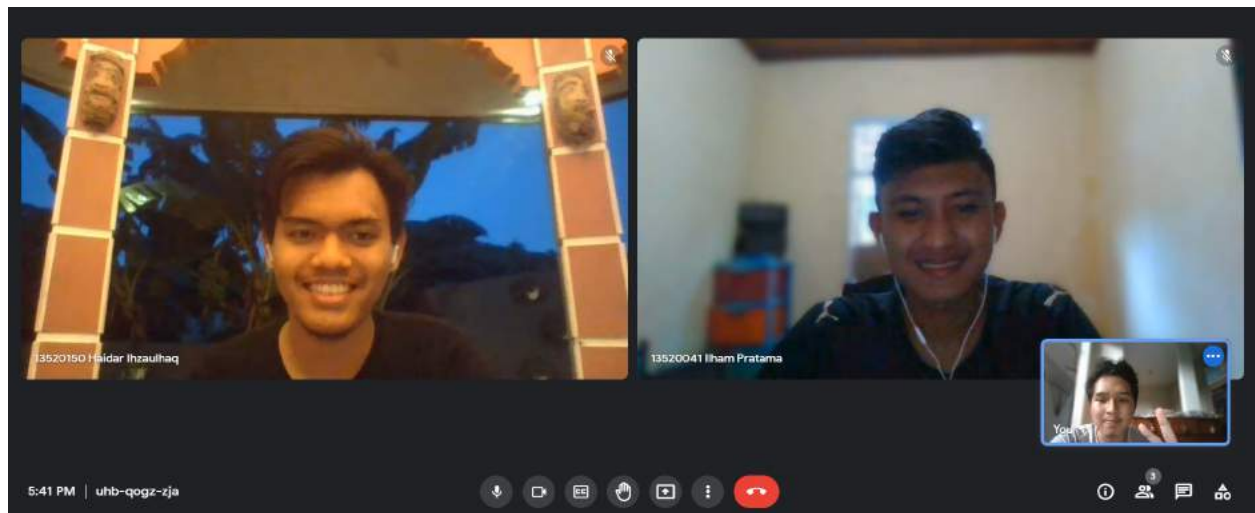


# **Laporan Tugas Besar 2 IF 2123 Aljabar Linier dan Geometri**

## **Aplikasi Nilai Eigen dan Vektor Eigen dalam Kompresi Gambar**



**Disusun Oleh:**

**Kelompok 32**

<b>Ilham Pratama</b>	<b>13520041</b>
<b>Mohamad Daffa Argakoesoemah</b>	<b>13520118</b>
<b>Haidar Ihzaulhaq</b>	<b>13520150</b>

**Institut Teknologi Bandung**  
**Bandung**  
**2021/2022**

## **BAB I**

### **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.

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  $V$ . Dengan menggunakan hasil dari SVD tersebut, kita bisa melakukan kompresi gambar sebesar  $K$  persen. Dengan kompresi gambar tersebut, ukuran gambar akan menjadi lebih kecil dan gambar tersebut dapat digunakan untuk berbagai persoalan.

## BAB II

### TEORI SINGKAT

#### 1. Perkalian Matriks

Perkalian matriks adalah suatu operasi biner dari dua matriks yang menghasilkan sebuah matriks. Agar dua matriks dapat dikalikan, banyaknya kolom pada matriks pertama harus sama dengan banyaknya baris pada matriks kedua. Matriks hasil perkalian keduanya, akan memiliki baris sebanyak baris matriks pertama, dan kolom sebanyak kolom matriks kedua. Perkalian matriks A dan B dinyatakan sebagai AB

#### 2. Nilai Eigen dan Vektor Eigen

Nilai Eigen dan Vektor eigen dapat didefinisikan sebagai berikut :

Jika A adalah matriks  $n \times n$  maka vektor tidak-nol  $x$  di  $\mathbb{R}^n$  disebut vektor eigen dari A jika  $Ax$  sama dengan perkalian suatu skalar dengan  $x$ , yaitu

$$Ax = \lambda x$$

Skalar  $\lambda$  disebut nilai eigen dari A, dan  $x$  dinamakan vektor eigen yang berkorespondensi dengan  $\lambda$ .

#### 3. Matriks SVD

SVD (singular value decomposition) adalah suatu pemfaktoran matriks dengan mengurai suatu matriks ke dalam tiga matriks unit yaitu matriks ortogonal U, matriks diagonal S, dan transpose dari matriks ortogonal V. Dekomposisi matriks ini dapat dinyatakan sesuai persamaan berikut.

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

Matriks U adalah matriks yang kolomnya terdiri dari vektor eigen ortonormal dari matriks  $AA^T$ . 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.

## BAB III

### IMPLEMENTASI PROGRAM

#### 1. Back End

##### a. SVD Procedure

Prosedur ini akan mengubah matriks yang dimasukkan pada input dan menghasilkan 3 matriks sebagai hasil keluaran, yaitu matriks  $U$ ,  $S$ , dan  $V^T$ . Pada tahap pertama, algoritma akan menggunakan Householder transformations untuk mengubah matriks input ke dalam bentuk bidiagonal. Matrix bidiagonal adalah matriks yang memiliki nilai pada diagonal utama yang satu diagonal di atasnya, serta selain dua diagonal tersebut bernilai nol. Dengan menggunakan Q R Algorithm, maka akan didapat Singular Value Decomposition dari bidiagonal matrix yang dibuat.

##### b. Image Processing

Pada bagian ini, image dilakukan perubahan ke dalam bentuk matriks. Matriks yang dihasilkan nantinya akan berupa sebuah tuple RGB tiap pixelnya. Dari tuple RGB tersebut, dilakukan pemisahan tiap komponen warna, baru kemudian dilakukan proses SVD. Setelah dilakukan Proses SVD dan penyederhanaan jumlah pixels (sesuai  $k$  yang diminta), ketiga komponen warna digabung kembali agar mendapatkan satu kesatuan warna.

##### c. Numpy

Numpy adalah *library* bahasa Python yang biasa digunakan untuk perhitungan matematis dalam program. Pada situs ini, Numpy digunakan untuk mengubah gambar menjadi bentuk matriks untuk bisa diproses oleh fungsi SVD. Selain itu, Numpy digunakan juga untuk melakukan transpose matriks dan perkalian matriks.

##### d. Pillow

Pillow adalah *library* bahasa Python yang digunakan untuk *image processing*. Pada situs ini, Pillow digunakan untuk membaca masukan gambar dari pengguna dan mengubah matriks menjadi gambar setelah dilakukan proses kompresi.

## **2. Front End**

### **a. Django**

*Framework* yang digunakan untuk pembuatan situs web adalah Django versi 3.2.8. Proyek ini terdiri dari dua *app* yaitu imagecompressor dan about. *App* imagecompressor digunakan sebagian besar sebagai fungsi situs web, yaitu untuk mengkompresi gambar. Sementara itu, *app* about digunakan untuk menampilkan keterangan pembuat situs web. Alasan kami menggunakan Django karena kami sebelumnya sudah cukup familiar dengan bahasa Python sehingga kami berharap bisa membuat situs web dengan lebih mudah dalam waktu yang relatif singkat.

### **b. Bootstrap**

Bootstrap sebagai *framework* CSS (Cascading Style Sheets) digunakan untuk tampilan situs. Versi Bootstrap yang digunakan adalah versi terbaru, yaitu 5.0. Format desain Bootstrap digunakan dalam sebagian besar tampilan situs, antara lain *navigation bar*, *typography*, *forms*, *buttons*, dan *image*.

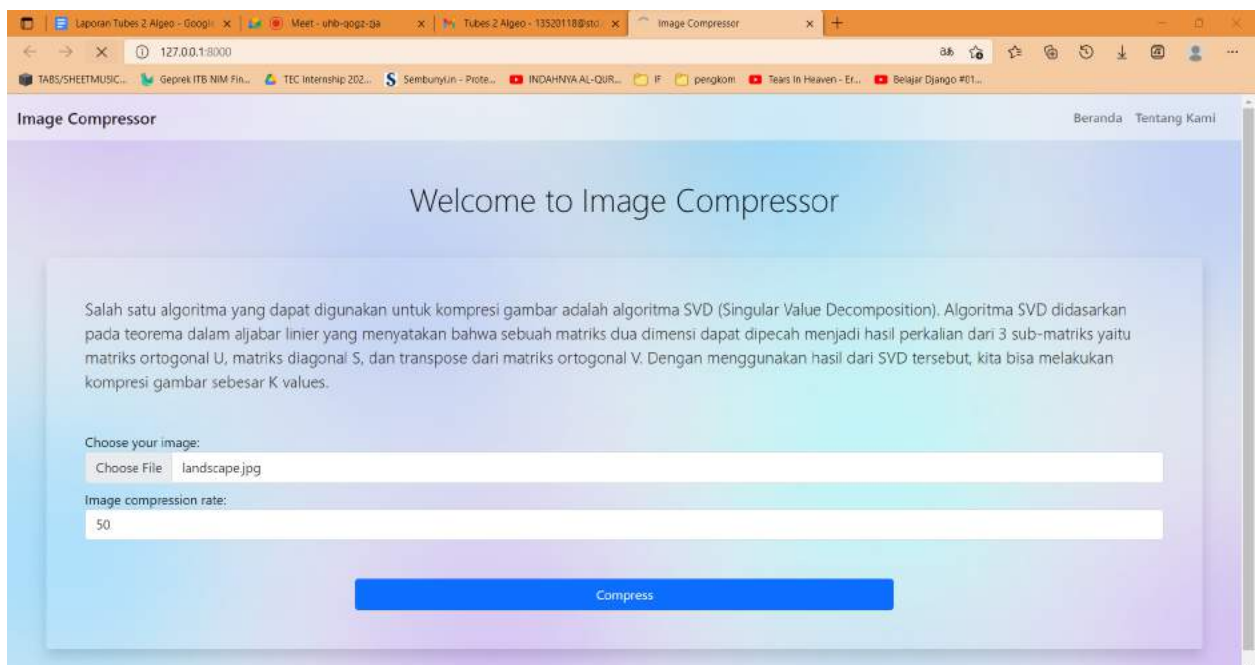
## BAB IV

### EKSPERIMEN

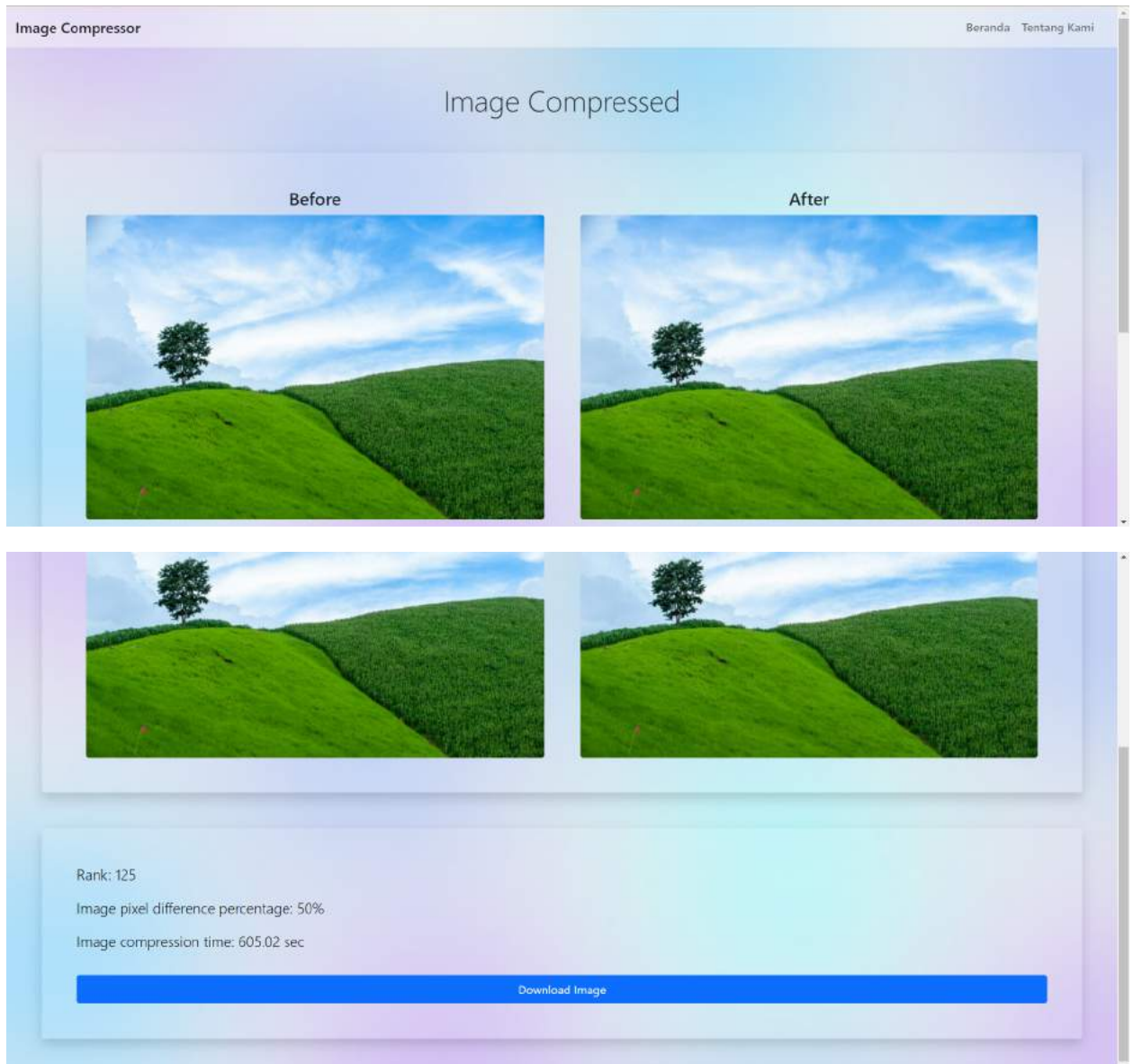
#### 1. Tampilan awal Website



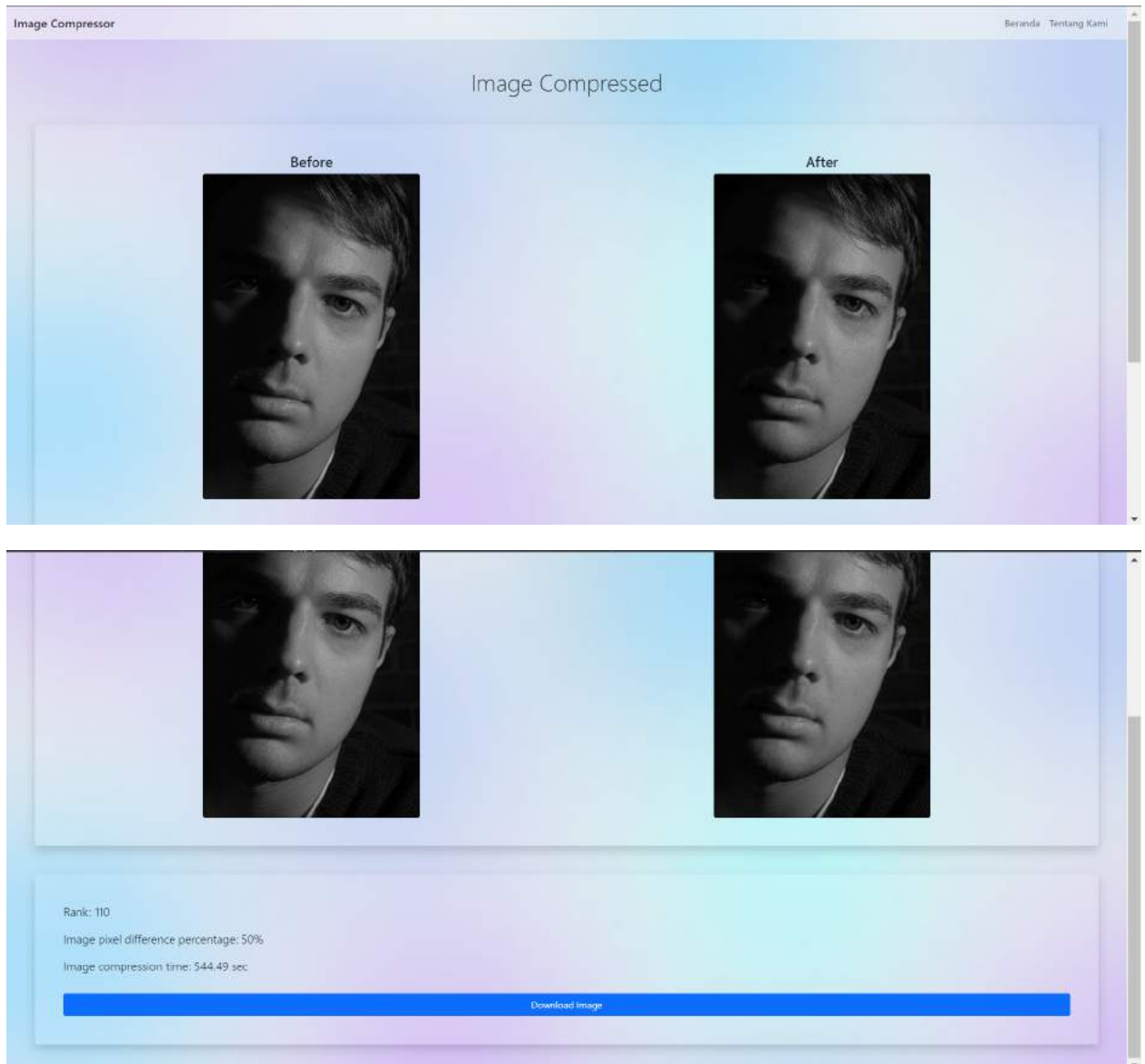
#### 2. Tampilan Proses Website



### 3. Hasil Image Compression (Before - After)



#### 4. Hasil Image Compression (Before - After)





## **BAB V**

### **KESIMPULAN, SARAN, DAN REFLEKSI**

#### **1. Kesimpulan**

Dalam materi Nilai eigen dan vektor eigen, sangat banyak pengaplikasian dari materi tersebut di kehidupan sehari-hari. Salah satu contoh aplikasi dari materi tersebut adalah kompresi gambar menggunakan metode SVD. Dengan mengimplementasikan materi yang kami dapatkan di kelas, kelompok kami berhasil membuat sebuah web kompresi gambar dengan menggunakan metode SVD. *Website* tersebut berhasil bekerja secara maksimal. Walaupun bisa bekerja secara maksimal, ada sedikit kekurangan dari web kami, yaitu waktu yang dibutuhkan untuk mengompres gambar dengan resolusi yang tinggi sedikit lama.

#### **2. Saran**

Tugas besar Algeo ini sangat bermanfaat bagi mahasiswa untuk belajar mengimplementasikan teori-teori matematika yang telah diajarkan di kelas ke bidang pemrograman (informatika). Selain mengimplementasikan teori-teori tersebut, mahasiswa juga belajar salah satu pengaplikasian dari teori-teori tersebut. Menurut kami tugas seperti ini akan sangat membantu mahasiswa dalam belajar pemrograman sekaligus memahami materi yang diajarkan dosen. Terlebih hal seperti ini akan membantu mahasiswa kedepannya baik dalam jangka panjang maupun dalam jangka pendek.

#### **3. Refleksi**

Dengan mengerjakan Tugas Besar 2 IF 2123 Aljabar Linier dan Geometri: Aplikasi Nilai Eigen dan Vektor Eigen dalam Kompresi Gambar, kelompok kami memperoleh banyak sekali pembelajaran teoritis serta praktikal mulai dari materi-materi perkuliahan seputar nilai eigen, vektor eigen dan aplikasinya, dan belajar membuat web. Walaupun banyak kendala yang kami hadapi pada saat pengerjaan tugas besar ini, tugas ini akhirnya bisa kami selesaikan dengan sebaik-baiknya. Harapan kami melalui tugas besar ini kami dapat terus belajar dan mengembangkan ilmu yang diperoleh baik dari mata kuliah Aljabar Linear dan Geometri maupun didalam bidang pembuatan *website*.

## Lampiran

### Referensi:

- <https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/AljabarGeometri/2020-2021/Algeo-19b-Singular-value-decomposition.pdf>
- <https://people.duke.edu/~hpgavin/SystemID/References/Golub+Reinsch-NM-1970.pdf>
- <https://medium.com/balabit-unsupervised/image-compression-using-singular-value-decomposition-de20451c69a3>
- <https://www.cs.cornell.edu/~bindel/class/cs6210-f12/notes/lec16.pdf>
- <https://web.stanford.edu/class/cme335/lecture6.pdf>