

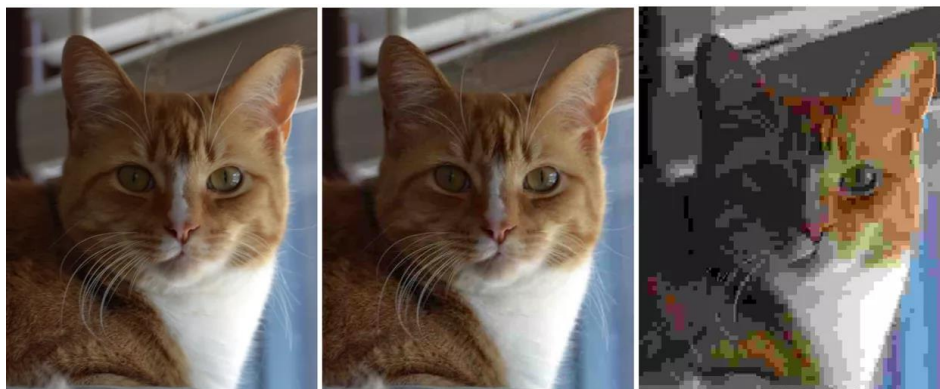
**Tugas Besar 2 IF 2123 Aljabar Linier dan Geometri**  
**Aplikasi Nilai Eigen dan Vektor Eigen dalam Kompresi Gambar**  
**Semester I Tahun 2021/2022**

---

## ABSTRAKSI

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.



Three levels of JPG compression. The left-most image is the original. The middle image offers a medium compression, which may not be immediately obvious to the naked eye without closer inspection. The right-most image is maximally compressed.

*Gambar 1. Contoh kompresi gambar dengan berbagai tingkatan*

*Sumber : [Understanding Compression in Digital Photography \(lifewire.com\)](https://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  $AA^T$ . 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.



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.

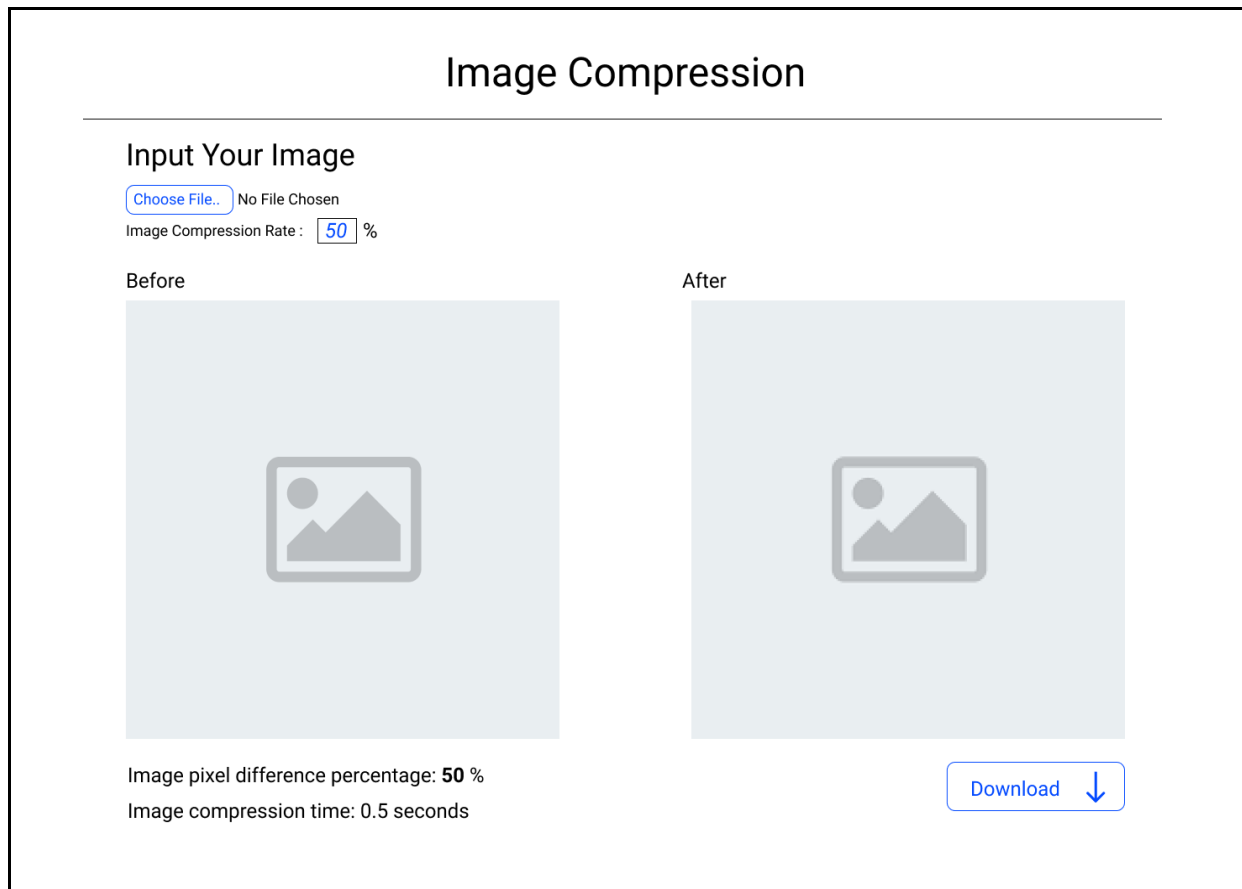
Pada kesempatan kali ini, kalian mendapatkan tantangan untuk membuat website kompresi gambar sederhana dengan menggunakan algoritma SVD.

## PENGGUNAAN PROGRAM

Berikut ini adalah input yang akan dimasukkan pengguna untuk eksekusi program.

1. **File gambar**, berisi *file* gambar input yang ingin dikompresi dengan format *file* yang bebas selama merupakan format untuk gambar.
2. **Tingkat kompresi**, berisi tingkat kompresi dari gambar (formatnya dibebaskan, cth: Jumlah *singular value* yang digunakan)

Tampilan *layout* dari aplikasi web yang akan dibangun kurang lebih adalah sebagai berikut. Anda dapat mengubah *layout* selama *layout* masih terdiri dari komponen yang sama.



Gambar 3. Contoh tampilan layout dari aplikasi web yang dibangun.

Catatan: Warna biru menunjukkan komponen yang dapat di klik.

Anda dapat menambahkan menu lainnya, gambar, logo, dan sebagainya. Tampilan *front end* dari *website* dibuat semenarik mungkin selama mencakup seluruh informasi pada layout yang diberikan di atas. Tampilan program merupakan bagian dari penilaian.

## SARAN Pengerjaan

Anda disarankan untuk membuat program *testing* pada **backend** terlebih dahulu untuk menguji keberhasilan dari proses kompresi dan rekonstruksi matriks gambar sebelum mengerjakan tampilan *website*.

## 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.

## PROSEDUR Pengerjaan

1. Tugas dikerjakan secara berkelompok yang terdiri dari 3 orang dan **tidak boleh sama dengan anggota kelompok tubes sebelumnya**. Kelompok dipilih secara mandiri dan anggota kelompok diperbolehkan lintas kelas.
2. Daftarkan kelompok anda via tautan <https://bit.ly/PendataanTubesAlgeo> sebelum hari **Minggu, 31 Oktober 2021 pukul 21.23 WIB**. Peserta yang tidak terdaftar setelah batas waktu yang ditentukan akan dikelompokkan secara acak oleh tim asisten.
3. Tugas ini dikumpulkan hari **Senin, 15 November 2021** paling lambat pukul **12.00 WIB** siang. Asisten akan mengumumkan jadwal demo program secara daring.
4. **Dilarang keras menyalin program dari sumber lain (buku, internet, program kakak tingkat, program kelompok lain)**
5. Apabila ada pertanyaan yang ingin ditanyakan, diharapkan untuk bertanya melalui tautan <https://bit.ly/PendataanTubesAlgeo>.

## LAPORAN

Laporan terdiri dari:

1. *Cover*: *Cover* laporan ada foto anggota kelompok (foto bertiga kalau ada, atau foto masing-masing, bebas gaya). Foto ini menggantikan logo “gajah” ganessa.
2. Bab 1: Deskripsi masalah (dapat meng-*copy paste* spesifikasi tugas ini).
3. Bab 2: Teori singkat mengenai perkalian matriks, nilai eigen, vektor eigen, dan matriks SVD.
4. Bab 3: Implementasi program meliputi penjelasan *tech stack*/kakas yang digunakan dan garis besar algoritma kompresi yang diimplementasikan.
5. Bab 4: Eksperimen, bab ini berisi hasil eksekusi program terhadap contoh-contoh kasus berikut analisis hasil eksekusi tersebut.
6. Bab 5: Kesimpulan, saran, dan refleksi (hasil yang dicapai, saran pengembangan, dan refleksi anda terhadap tugas ini).
7. Daftar Referensi : Referensi (buku, web) yang dipakai/diacu dalam pengerjaan tugas besar.

### Keterangan laporan:

- a) Laporan ditulis dalam bahasa Indonesia yang baik dan benar, tidak perlu panjang tetapi tepat sasaran dan jelas.
- b) Identitas per halaman harus jelas (misalnya : halaman, kode kuliah).

### PENGUMPULAN TUGAS

1. Program disimpan di dalam *repository github* dengan nama repository **Algeo02-XXXXX**. XXXXX adalah lima digit terakhir NIM anggota terkecil. Didalam *repository* tersebut terdapat empat folder: bin, src, test dan doc yang masing-masing berisi:
  - Folder *src* berisi *source code frontend* dan *backend* dari website
  - Folder *test* berisi gambar masukan untuk pengujian
  - Folder *doc* berisi laporan dengan format PDFSertakan juga *readme* yang dibuat sebaik mungkin. Pastikan pada *readme* terdapat teknologi yang digunakan serta cara instalasi dan penggunaan website. Silahkan gunakan template <https://github.com/ritaly/README-cheatsheet> atau template lain sebagai referensi. Pastikan juga *repository* bersifat *private* dan telah mengundang asisten yang pembagiannya akan diumumkan kemudian.
2. Format penamaan folder program adalah sebagai berikut : **Algeo02-XXXXX** dengan XXXXX adalah lima digit terakhir NIM anggota terkecil.
3. Format penamaan laporan adalah sebagai berikut: **Algeo02-XXXXX.pdf** dengan XXXXX adalah lima digit terakhir NIM anggota terkecil
4. Folder tersebut di-zip dengan format yang sama dengan nama folder, yaitu **Algeo02-XXXXX.zip**
5. Pastikan ukuran berkas (.zip) tidak melebihi 10 MB dan pastikan juga program dapat dijalankan. Asisten pemeriksa hanya akan melakukan *setting* atau kompilasi sesuai dengan *readme* agar program dapat berjalan. Program yang tidak dapat dijalankan tidak akan diberi nilai.
6. Berkas tugas besar dan laporan tugas besar dikumpulkan pada melalui tautan berikut <https://bit.ly/KumpulTubes2Algeo>.
7. Jika terdapat revisi yang menyebabkan pengumpulan harus dilakukan lebih dari sekali, silahkan kumpulkan dalam berkas dengan format penamaan **Algeo02-XXXXX-RevisiX** dengan X adalah nomor revisi.
8. Deadline pengumpulan adalah **Senin, 15 November 2021** pukul 12.00 WIB. Pengumpulan setelah waktu tersebut akan mendapat pengurangan nilai.

### PENILAIAN

Komposisi penilaian umum adalah sebagai berikut :

1. Program: 80 %
2. Laporan: 20 %

## REFERENSI

Perhatikan bahwa referensi hanya ada sebagai sumber belajar, bukan sebagai standar apa yang kami ekspektasi dari kode kalian. Banyak sumber lain, jangan menutup diri ke hanya sumber sumber di bawah ini.

“Nilai Eigen dan Vektor Eigen Bagian 1” by Rinaldi Munir

<https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/AljabarGeometri/2020-2021/Algeo-18-Nilai-Eigen-dan-Vektor-Eigen-Bagian1.pdf>

“Image Compression using Singular Value Decomposition (SVD)”

[http://www.math.utah.edu/~goller/F15\\_M2270/BradyMathews\\_SVDImage.pdf](http://www.math.utah.edu/~goller/F15_M2270/BradyMathews_SVDImage.pdf)

“Understanding Singular Value Decomposition and its Application in Data Science” by Reza Bagheri

<https://towardsdatascience.com/understanding-singular-value-decomposition-and-its-application-in-data-science-388a54be95d>

“The Singular Value Decomposition”

[https://math.mit.edu/~gs/linearalgebra/linearalgebra5\\_7-1.pdf](https://math.mit.edu/~gs/linearalgebra/linearalgebra5_7-1.pdf)

“Image Compression with Singular Value Decomposition”

<http://timbaumann.info/svd-image-compression-demo/>

“Developing Web Applications with Flask”

[https://www3.ntu.edu.sg/home/ehchua/programming/webprogramming/Python3\\_Flask.html](https://www3.ntu.edu.sg/home/ehchua/programming/webprogramming/Python3_Flask.html)

“How To Create a React + Flask Project”

<https://blog.miguelgrinberg.com/post/how-to-create-a-react--flask-project>

### Selamat Mengerjakan!

“Mendaki gunung memang penting. Tapi dengan siapa kamu mendakinya jauh lebih penting”

- Hokki -

“Spoiler semester 5: 7 tubes sekaligus :D”

- Daffa -

“Semangat nubes gais! Hint tubes 3: [bit.ly/SpoilerTubes3Algeo](https://bit.ly/SpoilerTubes3Algeo)”

- Dzaki -

“Ingat kalau tubes juga menguji kemampuan time dan people management kalian, tidak hanya kemampuan programming.”

- Girvin -

"Hati - hati ikut kekompres ya nilainya :v"

- Jonathan -

“Selamat mengerjakan! Istirahat yang cukup yak, jangan begadang mulu nubesnya, hati2 alstrukdat :)”

- Christo -