

Perancangan Program Pendeteksi Logo Gajah Ganesha Institut Teknologi Bandung

Pemanfaatan Feature Detection dan Feature Matching pada sebuah Citra

Hughie Alghaniyyu Emiliano
Program Studi Teknik Informatika
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika
Institut Teknologi Bandung, Jalan Ganesha 10 Bandung
E-mail : hughiealghaniyyu@gmail.com

Abstrak— Institut Teknologi Bandung merupakan salah satu perguruan tinggi yang ada di Indonesia. Logo dari Institut Teknologi Bandung menggunakan sosok gajah ganesha yang memiliki artinya sendiri. Namun, perusahaan, lembaga, ataupun organisasi yang menggunakan gajah ganesha sebagai sosok yang digunakan pada logonya, tidak hanya Institut Teknologi Bandung saja, tetapi terdapat beberapa perusahaan, lembaga, ataupun organisasi lain yang menggunakan sosok gajah ganesha. Pada makalah ini, akan dirancang sebuah program yang akan memanfaatkan image processing, khususnya feature detection dan feature matching, untuk dapat menentukan, apakah suatu logo gajah ganesha yang diberikan merupakan logo dari Institut Teknologi Bandung atau milik dari perusahaan lain. Dengan memanfaatkan teknik tersebut, program yang dihasilkan telah bekerja dengan baik, namun masih terdapat beberapa aspek yang dapat dikembangkan kembali menjadi lebih baik.

Kata Kunci—*Institut Teknologi Bandung, Dewa Ganesha, Logo, Image Processing, Feature Detection and Matching*

I. PENDAHULUAN

Institut Teknologi Bandung merupakan salah satu perguruan tinggi terbaik yang ada di Indonesia. Institut Teknologi Bandung menggunakan sosok gajah ganesha sebagai lambang dari logonya. Logo dari Institut Teknologi Bandung memiliki artinya sendiri. Gajah Ganesha menggambarkan putra dewa Syiwa Parwati sekaligus sebagai dewa ilmu pengetahuan. Buku yang diduduki oleh Gajah Ganesha melambangkan ilmu pengetahuan. Kapak menggambarkan tanda pengenal. Mata (pandangan yang tajam) melambangkan ketajaman pandangan dan ketelitian untuk penyelidikan kebenaran. Tasbih melambangkan kebijaksanaan. Gading yang patah menggambarkan pengorbanan diri dalam mencapai keinginan (menggapai ilmu). Cawan menggambarkan ilmu yang tiada habis-habisnya.

Gajah Ganesha atau Dewa Ganesha dikenal sebagai Dewa pengetahuan dan kecerdasan, Dewa

pelindung, Dewa penolak bala atau bencana dan Dewa kebijaksanaan. Atas makna tersebut, banyak perusahaan, lembaga, ataupun organisasi yang menggunakan sosok Dewa Ganesha sebagai lambangnya disebabkan makna dari sosok Dewa Ganesha tersebut. Dengan begitu, bukan hanya Institut Teknologi Bandung saja yang menggunakan dewa Ganesha pada lambang atau logonya, melainkan terdapat organisasi, lembaga, dan perusahaan lain yang menggunakan sosok dewa Ganesha juga.

Walaupun yang menggunakan sosok dewa Ganesha tidak hanya Institut Teknologi Bandung saja, setiap lambang atau logo yang menggunakan sosok dewa Ganesha digambarkan secara unik, tidak memiliki kesamaan antara satu logo dengan logo lainnya. Sayangnya, masih terdapat beberapa orang yang merasa logo ganesha milik Institut Teknologi Bandung sangat mirip atau bahkan sama dengan logo ganesha milik perusahaan, lembaga, atau organisasi lain. Dengan begitu, diperlukan sebuah program yang dapat membantu penggunaannya dalam menentukan apakah logo atau citra yang dimasukkan ke dalam program tersebut mengandung logo ganesha Institut Teknologi Bandung.

II. LANDASAN TEORI

A. Citra

Citra sering disebut juga gambar pada bidang dwimatra atau 2 Dimensi. Citra merupakan sinyal dwimatra yang bersifat kontinu yang dapat diamati oleh sistem visual manusia. Secara matematis, citra adalah fungsi dwimatra yang menyatakan intensitas cahaya pada bidang dwimatra.

$$f(x, y)$$

(x, y) : koordinat pada bidang dwimatra

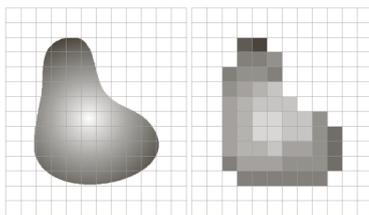
$f(x, y)$: intensitas cahaya pada bidang dwimatra

Citra sebagai luaran dari suatu sistem perekaman sinyal dapat bersifat sebagai berikut.

- Optik, yaitu foto
- Analog, seperti tampilan citra pada monitor televisi
- Digital, citra yang disimpan pada suatu sistem penyimpanan, seperti flashdisk.

B. Citra Digital

Citra digital adalah representasi citra kontinu melalui pencuplikan secara ruang dan waktu. Pencuplikan secara ruang merupakan pencuplikan berdasarkan koordinat dari sinyal (x, y) . Pencuplikan secara ruang dan waktu merupakan pencuplikan dari kumpulan deretan frame yang berasal dari suatu video digital



Gambar 1. Image Sampling and Quantization [1]

Citra digital direpresentasikan sebagai matriks berukuran $M \times N$. Setiap elemen dari matriks tersebut menyatakan sebuah pixel.

$$\begin{bmatrix} f(0, 0) & \dots & f(0, N - 1) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ f(M - 1, 0) & \dots & f(M - 1, N - 1) \end{bmatrix}$$

C. Penapisan Citra

Penapisan citra atau *image filtering* merupakan sebuah metode untuk memodifikasi pixel-pixel di dalam citra. Modifikasi tersebut dilakukan berdasarkan transformasi terhadap nilai-nilai pixel tetangganya. Penapisan citra dapat dilakukan dengan operator konvolusi. Nilai-nilai pixel di dalam citra akan dikonvolusikan dengan sebuah mask (biasa disebut dengan *filter*, *template*, *window*, atau *kernel*). Salah satu metode yang dapat digunakan dalam penapisan citra yaitu median filter.

1) Median Filter

Median filter merupakan salah satu metode yang digunakan dalam penapisan citra. Median filter bekerja dengan mengganti nilai pixel di tengah window dengan nilai median di dalam window.

13	10	15	14	18
12	10	10	10	15
11	11	35	10	10
13	9	12	10	12
13	12	9	8	10

13	10	15	14	18
12	10	10	10	15
11	11	10	10	10
13	9	12	10	12
13	12	9	8	10

(a) Pixel bernilai 35 terkena derau

(b) 35 diganti dengan median dari kelompok 3×3 pixel

Gambar 2. Cara kerja Median Filter [2]

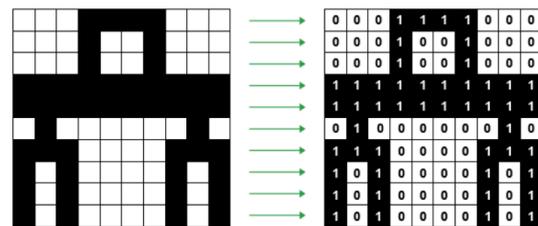
Pada gambar 2, dapat dilihat cara kerja dari penapis median filter. Pada median filter, nilai setiap pixel yang berada di dalam window yang berukuran 3×3 akan diambil dan diurutkan. Kemudian dari kesembilan nilai tersebut, akan diambil nilai mediannya. Nilai media tersebutlah yang akan menjadi nilai pengganti dari pixel yang berada di tengah window.



Gambar 3. Hasil Median Filter [2]

D. Citra Biner

Citra biner merupakan citra yang hanya memiliki dua nilai graylevel, yaitu 0 dan 1. Nilai pixel 0 merepresentasikan warna putih dan nilai pixel 1 merepresentasikan warna hitam. Namun, nilai tersebut dapat berupa sebaliknya, seperti nilai pixel 1 merepresentasikan warna putih dan nilai pixel 0 merepresentasikan warna hitam.



Gambar 4. Contoh Citra Biner [3]

Dalam kasus ini, logo ITB pada dasarnya hanya menggunakan 2 warna, 1 warna untuk warna latar dan 1 warna untuk warna dari logonya tersebut. Dengan begitu, citra biner dimanfaatkan untuk memastikan citra input ataupun citra referensi menggunakan warna yang sama.

Citra biner memiliki beberapa kelebihan yaitu sebagai berikut.

1. Kebutuhan memori untuk setiap pixel sedikit (hanya 1 bit/pixel).
2. Dapat menggunakan operasi logika (AND, OR, NOT) sehingga waktu komputasinya kecil.
3. Untuk merepresentasikan citra hasil pendeteksian tepi (edge images).
4. Untuk memisahkan objek dari gambar latar belakangnya.
5. Untuk lebih memfokuskan pada analisis bentuk morfologi, yang dalam hal ini nilai pixel tidak terlalu penting dibandingkan bentuknya. Setelah objek dipisahkan dari latar belakangnya, properti geometri dan

morfologi objek dapat dihitung dari citra biner.

6. Untuk menampilkan citra pada piranti luaran yang hanya mempunyai resolusi intensitas satu bit, misalnya pencetak (printer).

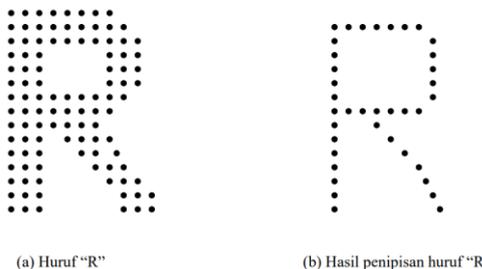
Untuk menciptakan sebuah citra biner, kita dapat memanfaatkan citra grayscale yang kita miliki. Dari citra grayscale tersebut dapat dikonversi menjadi sebuah citra biner dengan dilakukan operasi pengambangan (*thresholding*). Operasi pengambangan akan mengelompokkan nilai-nilai derajat keabuan pada setiap pixel citra ke dalam 2 buah kelas, yaitu hitam dan putih berdasarkan nilai ambang (*threshold*) yang ditentukan.

Untuk melakukan operasi pengambangan, terdapat 3 cara, yaitu sebagai berikut.

1. Pengambangan secara global
2. Pengambangan secara local
3. Pengambangan secara adaptif

E. Penipisan (*Thinning*)

Penipisan adalah operasi pemrosesan citra biner yang dalam hal ini objek direduksi menjadi rangka yang menghampiri sumbu objek. Tujuan dari penipisan yaitu untuk mengurangi bagian yang tidak perlu sehingga hanya dihasilkan informasi yang esensial saja.



Gambar 5. Penipisan [3]

F. Feature Detection and Feature Matching

Feature detection merupakan sebuah metode untuk melakukan perhitungan abstraksi dari sebuah citra dan membuat keputusan local di setiap pixel pada citra mengenai apakah terdapat sebuah fitur yang bisa ditemukan pada area pixel tersebut.

Feature matching merupakan sebuah metode untuk mencari nilai-nilai fitur yang identik pada dua buah citra yang diberikan. Untuk melakukannya, setiap citra akan dilakukan feature detection terlebih dahulu. Setelah itu, setiap nilai fitur-fitur yang didapatkan akan saling dibandingkan dengan nilai fitur-fitur pada citra lainnya. Apabila terdapat nilai fitur yang sama, area pixel citra yang satu dengan citra lainnya pada fitur tersebut akan dianggap identik.

III. IMPLEMENTASI SOLUSI

Implementasi program pendeteksi logo gajah ganesha Institut Teknologi Bandung memanfaatkan bahasa pemrograman Matlab.

A. Citra Referensi

Untuk membuat program ini, dibutuhkan citra referensi yaitu logo ITB. Logo ITB ini akan dijadikan citra referensi yang nantinya akan dibandingkan dengan citra yang akan diuji. Berikut merupakan citra yang digunakan.



Gambar 6. Gajah Ganesha ITB (Citra referensi)

B. Citra Input (*Citra Uji Coba*)

Selain citra referensi, dibutuhkan citra input yang akan diuji coba untuk dibandingkan dengan citra referensi. Berikut merupakan citra input yang akan digunakan dalam bagian ini.



Gambar 7. Logo ITB (Contoh Citra Input)

Beberapa citra kasus uji lainnya akan dipaparkan pada bagian Hasil dan Analisis.

C. Metode

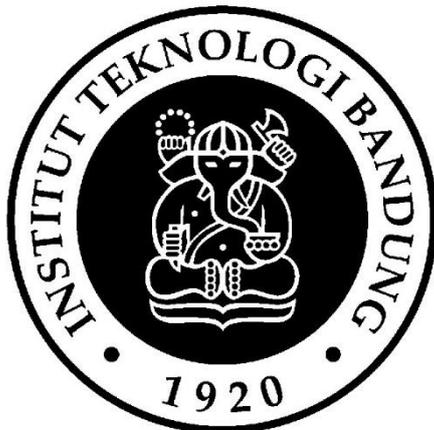
Dalam program ini terdapat beberapa tahapan dalam memproses citra-citra yang diberikan. Tahapan-tahapan yang dilakukan yaitu sebagai berikut.

1) Pembuatan Citra Biner

Pada tahap ini, setiap citra referensi dan citra input akan dijadikan citra biner. Tujuan dari tahap ini yaitu agar setiap citra sudah dapat dipastikan memiliki format yang sama dan mempermudah dalam operasi-operasi citra lainnya. Sebelum dijadikan citra biner, setiap citra akan ditapis dengan median filter terlebih dahulu untuk memastikan tidak ada *noise*.



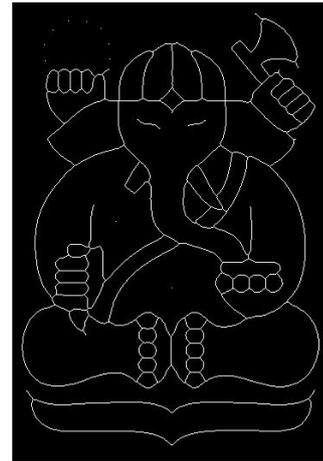
Gambar 8. Citra Referensi - Biner



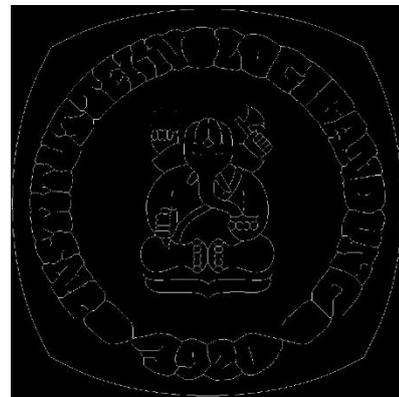
Gambar 9. Citra Input – Biner

2) Image Thinning

Pada tahap ini, setiap citra akan dilakukan penipisan. Tujuan dari tahap ini yaitu agar setiap citra dapat dipastikan memiliki bentuk gambar yang sama. Dengan begitu, walaupun terdapat citra “garis tepi” yang tebal, tetap dapat diidentifikasi sebagai 1 garis saja, bukan hasil gabungan dari beberapa garis atau beberapa pixel yang relatif banyak. Selain itu, tahap ini pun digunakan untuk mempermudah dalam deteksi fitur.



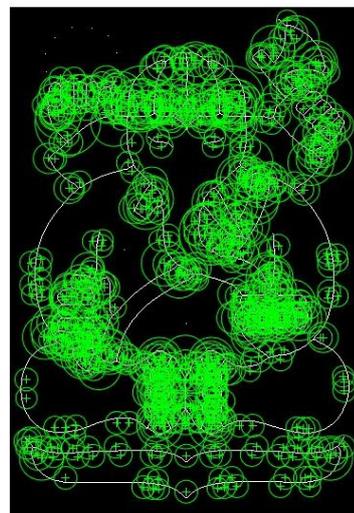
Gambar 10. Citra Referensi – Thinning



Gambar 11. Citra Input – Thinning

3) Feature Detection

Pada tahap ini, setiap citra akan dilakukan deteksi fitur. Tahap ini dilakukan untuk mendapatkan nilai-nilai fitur yang akan digunakan dalam fitur matching.



Gambar 12. Citra Referensi – Feature Detection

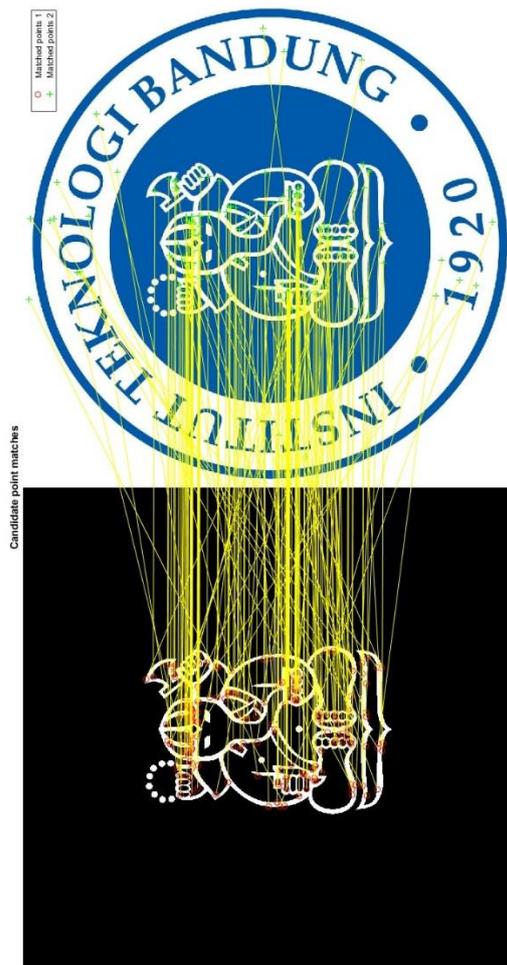


Gambar 13. Citra Input – Feature Detection

Dapat dilihat pada gambar 12 dan 13, pada setiap citra telah diidentifikasi nilai fitur-fiturnya.

4) Feature Matching

Pada tahap ini, setiap nilai fitur yang telah diidentifikasi pada setiap citra akan dibandingkan dan dicari kesamaannya.



Gambar 14. Hasil Feature Matching

Pada gambar 14, dapat dilihat bahwa setiap fitur pada kedua citra saling dicocokkan. Hasil pencocokkan ditandai dengan garis kuning.

5) Estimasi Transformasi Citra

Pada tahap ini, dari hasil *feature matching*, akan dilakukan penemuan estimasi transformasi citra yaitu mencoba untuk menemukan hasil potongan citra referensi pada citra input. Tahap ini dilakukan untuk mempermudah untuk menemukan bagian citra input yang dianggap identik dengan citra referensi. Selain itu, tahap ini dibutuhkan karena masih terdapat kemungkinan adanya fitur-fitur yang *matched* tetapi sebenarnya merupakan citra yang berbeda.



Gambar 15. Hasil Transformasi Citra Input

6) Perhitungan Akurasi

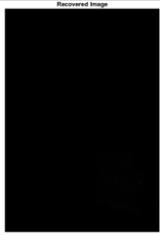
Pada tahap ini, hasil citra pada tahap 5), akan diubah kembali menjadi citra biner. Kemudian, citra biner tersebut akan dibandingkan dengan citra biner dari citra referensi. Lalu, setiap pixel kedua citra akan dibandingkan nilainya apakah setiap pixel bernilai sama atau tidak, kemudian dihitung akurasi ketepatannya.

Pada kasus ini, ditemukan nilai pixel yang sama sebanyak 193.739 pixel dari 198.981 pixel atau didapatkan akurasi sebesar 97,41%.

IV. HASIL DAN ANALISIS

A. Hasil

Berikut akan dipaparkan hasil percobaan pada beberapa citra input lainnya.

Citra Input	Estimasi Transformasi Citra Input	Nilai Akurasi
		70,05%
		48,75%
		64,68%
		38%
		52,31%

B. Analisis

Dari beberapa percobaan yang telah dilakukan, program berhasil menentukan dan menghitung kemiripan dari citra yang diinput. Pada percobaan yang telah dilakukan, sebagian besar menghasilkan nilai akurasi lebih besar dari 50% walaupun citra input, khususnya hasil estimasi transformasi citra input, tidak memiliki kemiripan dengan citra referensi. Hal tersebut disebabkan pengaruh dari perhitungan akurasi dengan menggunakan citra biner dan citra referensi didominasi oleh warna hitam. Citra referensi memiliki warna hitam sebanyak 149.980 pixel atau sebanyak 75.41%.

Dengan begitu, apabila hasil citra biner dari estimasi transformasi citra input didominasi oleh warna hitam, nilai akurasi dari citra input tersebut akan menghasilkan akurasi yang cukup besar. Oleh karena itu, walaupun suatu citra memiliki nilai akurasi yang di atas 50% atau bahkan di atas 75%, masih belum dapat mengindikasikan bahwa citra input tersebut mengandung citra referensi.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan program yang telah dirancang, program pendeteksi logo gajah ganesha Institut Teknologi Bandung berhasil dibuat. Program tersebut berhasil untuk menentukan besarnya kemiripan atau menemukan adanya logo gajah ganesha ITB pada setiap logo yang diberikan. Metode Feature Detection dan Feature Matching sangat membantu dalam menemukan kemiripan dari dua citra yang diberikan. Namun, dalam implementasinya, sayangnya, masih terdapat beberapa kendala dalam menemukan fitur yang sama. Beberapa kesulitan tersebut seperti banyaknya bentuk yang identik pada suatu gambar yang mengakibatkan program kesulitan dalam melakukan feature matching, khususnya pada bentuk-bentuk lengkung seperti lingkaran.

Selain itu, penggunaan thinning pada citra tidak dapat selalu bekerja dengan baik, hal tersebut disebabkan terdapat beberapa logo yang tidak memiliki "bentuk garis tepi", namun hanya perpaduan warna saja, tidak ada garis yang dijadikan sebagai tepi suatu gambar. Hal tersebut menyebabkan thinning tidak dapat bekerja dengan optimal.

Perhitungan akurasi yang digunakan kurang optimal karena citra yang dibandingkan merupakan citra biner dan citra referensi didominasi oleh citra berwarna hitam. Dengan begitu, perhitungan citra yang sama kurang optimal apabila citra biner hasil transformasi citra input didominasi oleh warna hitam juga.

B. Saran

Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan, masih banyak pengembangan yang dapat dilakukan. Beberapa hal tersebut yaitu sebagai berikut.

1. Menggunakan metode yang lebih baik dalam preprocessing citra atau mempersiapkan citra, seperti lebih memanfaatkan edge detection dibandingkan thinning.
2. Menggunakan metode yang lebih baik dalam menemukan kesamaan atau kemiripan dua buah citra karena feature detection masih kurang dapat bekerja dengan optimal.

3. Menggunakan metode yang lebih baik dalam membuat nilai akurasi kemiripan dua buah citra.
4. Mencoba dengan kasus-kasus uji yang lain.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan makalah ini tanpa kesulitan ataupun hambatan. Terima kasih kepada Bapak Rinaldi Munir selaku dosen pengajar mata kuliah IF4073 Interpretasi dan Pengolahan Citra yang telah mengajarkan penulis selama satu semester sehingga penulis dapat mempelajari mengenai pengolahan citra sehingga dapat membuat makalah ini. Terima kasih juga kepada keluarga dan teman-teman penulis yang senantiasa menyemangati penulis sehingga penulis tidak menyerah dalam menyelesaikan perkuliahan di semester ini.

REFERENSI

- [1] R. Munir, "Pengantar Interpretasi dan Pengolahan Citra (Bagian 1)," 2022.
- [2] R. Munir, "Image Enhancement (Bagian 3)," 2022.
- [3] R. Munir, "Citra Biner," 2022.

- [4] "estgeotform2d," *Estimate 2-D geometric transformation from matching point pairs - MATLAB*, 2022. [Online]. Available: <https://www.mathworks.com/help/vision/ref/estgeotform2d.html>. [Accessed: 19-Dec-2022].
- [5] "estgeotform2d," *Estimate 2-D geometric transformation from matching point pairs - MATLAB*, 2022. [Online]. Available: <https://www.mathworks.com/help/vision/ref/estgeotform2d.html>. [Accessed: 19-Dec-2022].

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa makalah yang saya tulis ini adalah tulisan saya sendiri, bukan saduran, atau terjemahan dari makalah orang lain, dan bukan plagiasi.

Bandung, 19 Desember 2022



Hughie Alghaniyyu Emiliano
13519217