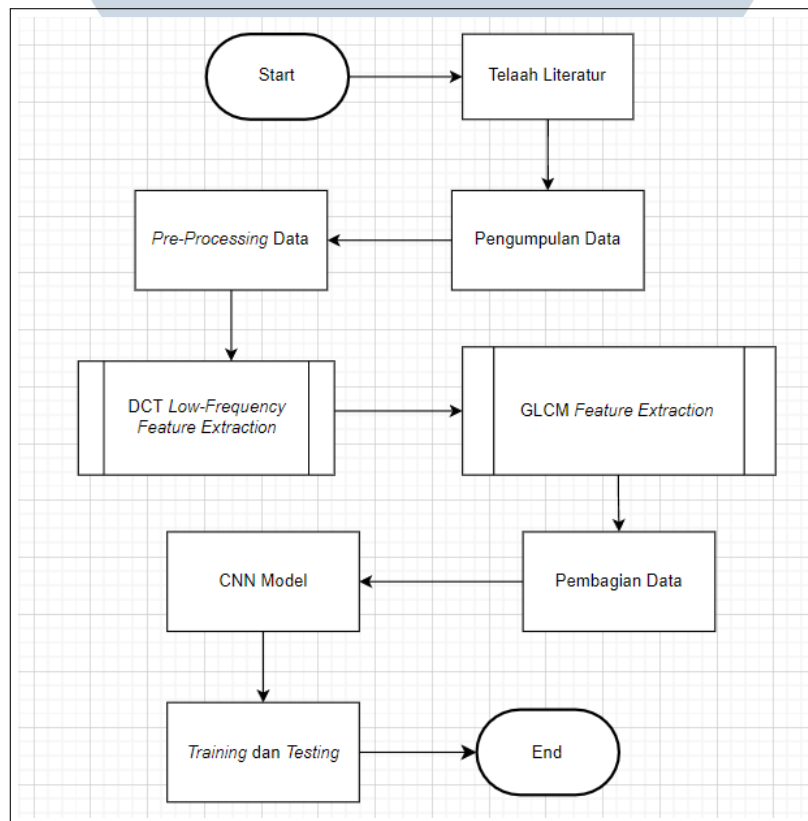


BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dimulai dengan telaah literatur, dilanjutkan dengan pengumpulan *dataset* gambar daging dari Kaggle. Data mentah diolah dalam tahap *pre-processing* dan diekstraksi menggunakan DCT dan GLCM untuk fitur tekstur. Data hasil ekstraksi dibagi menjadi training, validation, dan testing dengan proporsi 60:20:20. Kemudian, arsitektur model CNN dan *Multi-Layer Perceptron* (MLP) dibuat dan digabungkan menjadi satu model. Setelah itu, model ini akan dilatih dan diuji. Evaluasi kinerja model dilakukan dengan mengukur akurasi, presisi, *recall*, dan *F1-score*. Untuk proses pembuatan dan pelatihan CNN akan dilakukan menggunakan Google Colab. Metode penelitian secara garis besar ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 3.1. Tahapan Metodologi Penelitian

3.1 Telaah Literatur

Pada tahap ini merupakan fase pembelajaran di mana diperlukan pencarian dan pengumpulan teori-teori yang akan mendukung penelitian yang dilakukan. Tujuan dari telaah literatur ini adalah untuk mendapatkan gambaran serta memahami penelitian-penelitian sebelumnya yang telah dilakukan dalam bidang yang sama. Sumber referensi yang diperoleh dapat berupa jurnal publikasi, buku, tesis, dan lain-lain. Dengan melakukan telaah literatur yang menyeluruh, dapat dipastikan bahwa penelitian tidak hanya berdasar pada dasar teoritis yang kuat, tetapi juga berkontribusi pada pengetahuan yang ada dengan memberikan wawasan baru dan menyelesaikan masalah yang belum terpecahkan. Tahap ini juga membantu dalam merancang metodologi penelitian yang lebih tepat dan relevan.

3.2 Pengumpulan Data

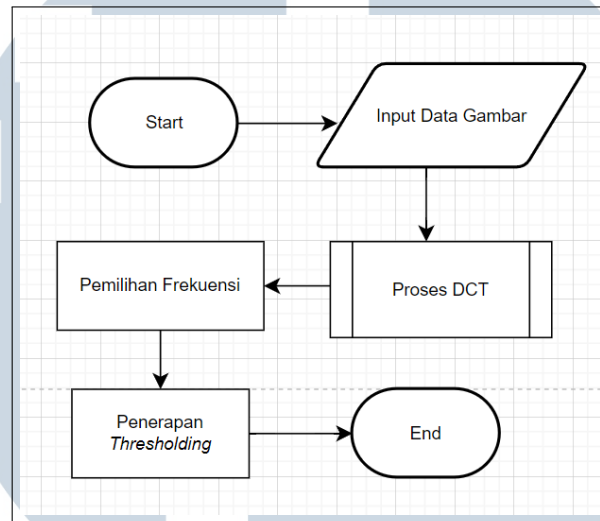
Pada tahap ini, dilakukan pengumpulan data berupa gambar daging yang akan digunakan untuk penelitian ini. Data-data gambar daging diperoleh dari sumber seperti Kaggle. Total *dataset* yang berhasil dikumpulkan mencapai 2586 gambar daging dengan ukuran beragam dan berformat JPG. Terdapat proses dimana dilakukan pemotongan atau *cropping* gambar secara manual dan hanya mengambil gambar dagingnya saja untuk menghindari model mendeteksi objek lain. Setelah proses *cropping* selesai, *dataset* gambar daging siap untuk digunakan dalam tahap selanjutnya dari penelitian, seperti *pre-processing* data atau pelatihan model.

3.3 Pre-Processing Data

Pada tahap ini, data mentah akan diolah terlebih dahulu menjadi format yang dapat digunakan untuk proses pelatihan model. Proses ini dimulai dengan inialisasi data gambar agar dapat dibaca oleh algoritma komputer. Selain itu, data gambar yang sudah diinisialisasikan akan dilakukan proses *grayscale*. Setelah itu, data gambar beserta dengan *path* yang sudah ditentukan akan dikumpulkan bersama dengan label-labelnya. *Dataset* gambar yang telah diproses dan disertai dengan label-labelnya siap untuk digunakan dalam proses pelatihan model. Data yang telah diolah ini akan menjadi dasar untuk melatih model yang akan digunakan untuk pengujian dan pelatihan lebih lanjut.

3.4 DCT Low-Frequency Feature Extraction

Pada tahap ini, data akan diekstraksi menggunakan *Discrete Cosine Transform (DCT) Low-Frequency*. Langkah-langkahnya sebagai berikut:

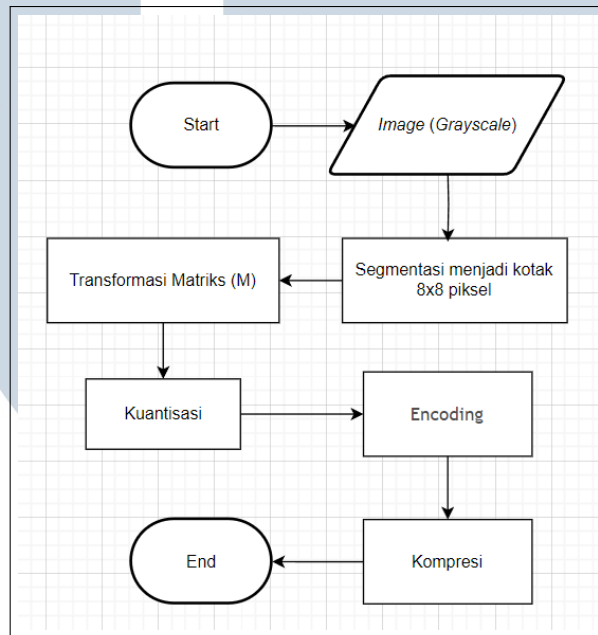


Gambar 3.2. Tahapan DCT Low-Frequency Feature Extraction

1. *Input Data Gambar*: Gambar yang telah melalui proses *pre-processing* akan dimasukkan sebagai *input* untuk proses ekstraksi menggunakan transformasi DCT.
2. *Proses DCT menggunakan OpenCV: Library OpenCV (cv2)* akan digunakan untuk melakukan transformasi DCT pada setiap gambar. Transformasi ini membantu dalam mengubah representasi spasial gambar menjadi representasi domain frekuensi, di mana informasi gambar disajikan dalam bentuk koefisien-koefisien frekuensi.
3. *Pemilihan Frekuensi*: Dalam proses ini, frekuensi yang digunakan adalah *Low-Frequency*. Hal ini dipilih karena pada level frekuensi yang lebih tinggi (*mid* dan *high*), terdapat banyak *noise* atau gangguan yang dapat mengganggu proses analisis.
4. *Penerapan Ambang Batas (Thresholding)*: Setelah transformasi DCT dilakukan, akan diterapkan ambang batas (*threshold*) sebesar 25%. Ini berarti koefisien-koefisien frekuensi yang memiliki nilai di bawah 25% dari nilai maksimum akan diabaikan atau dianggap sebagai *noise*. Hal ini membantu

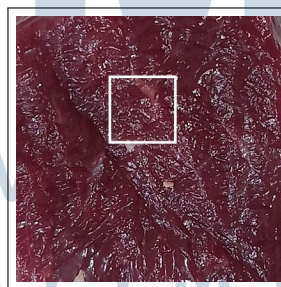
dalam membuang informasi yang tidak relevan dan meningkatkan kejelasan gambar yang dihasilkan.

Setelah proses ekstraksi DCT selesai, gambar-gambar yang telah diubah menjadi representasi domain frekuensi akan siap digunakan untuk tahap selanjutnya dalam proses selanjutnya.

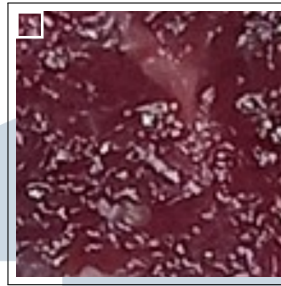


Gambar 3.3. Tahapan Proses DCT

Berikut ini merupakan tahap proses DCT beserta penghitungan-penghitungan [32]:



Gambar 3.4. Gambar Daging *Original*



Gambar 3.5. Gambar Daging *Original* Dibagi Menjadi Beberapa Blok

1. Langkah pertama adalah gambar *original* dibagi menjadi beberapa blok dan masing-masing blok memiliki 8×8 *pixel*.
2. Selanjutnya data matriks *original* akan dikurangi dengan 128, itu karena algoritma DCT bekerja pada rentang -128 sampai 127 sesuai dengan ketentuan pengolahan citra digital pada gambar berwarna. Berikut matriks *original*:

$$\begin{bmatrix} 133 & 137 & 138 & 134 & 131 & 130 & 141 & 139 \\ 137 & 139 & 139 & 135 & 133 & 133 & 141 & 137 \\ 127 & 128 & 128 & 126 & 128 & 132 & 135 & 133 \\ 114 & 116 & 116 & 118 & 125 & 132 & 126 & 129 \\ 113 & 113 & 112 & 114 & 123 & 133 & 124 & 126 \\ 114 & 113 & 108 & 108 & 117 & 127 & 126 & 124 \\ 111 & 109 & 97 & 111 & 110 & 105 & 115 & 116 \\ 104 & 104 & 92 & 105 & 107 & 105 & 107 & 111 \end{bmatrix}$$

Dan berikut adalah matriks *original* yang sudah dikurangi dengan 128.

$$\begin{bmatrix} 5 & 9 & 10 & 6 & 3 & 2 & 13 & 11 \\ 9 & 11 & 11 & 7 & 5 & 5 & 13 & 9 \\ -1 & 0 & 0 & -2 & 0 & 4 & 7 & 5 \\ -14 & -12 & -12 & -10 & -3 & 4 & -2 & 1 \\ -15 & -15 & -16 & -14 & -5 & 5 & -4 & -2 \\ -14 & -15 & -20 & -20 & -11 & -1 & -2 & -4 \\ -17 & -19 & -31 & -17 & -18 & -23 & -13 & -12 \\ -24 & -24 & -36 & -23 & -21 & -23 & -21 & -17 \end{bmatrix}$$

3. Menghitung nilai matriks DCT untuk matriks T dan matriks *transpose* untuk matriks T^t dengan rumus sebagai berikut:

$$T(i, j) = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{N}} & \text{Jika } i = 0 \\ \sqrt{\frac{2}{N}} \cos \frac{(2j+1)i\pi}{2N} & \text{Jika } i \neq 0 \end{cases}$$

Dengan menggunakan rumus matriks diatas dapat dihitung nilai matriks T mulai dari T (0,0) sampai T (7,7) sebagai berikut:

$$T(0, 0) = \frac{1}{\sqrt{N}} = \frac{1}{\sqrt{8}} = 0,3536$$

$$T(0, 1) = \frac{1}{\sqrt{N}} = \frac{1}{\sqrt{8}} = 0,3536$$

$$T(0, 2) = \frac{1}{\sqrt{N}} = \frac{1}{\sqrt{8}} = 0,3536$$

$$T(0, 3) = \frac{1}{\sqrt{N}} = \frac{1}{\sqrt{8}} = 0,3536$$

$$T(0, 4) = \frac{1}{\sqrt{N}} = \frac{1}{\sqrt{8}} = 0,3536$$

$$T(0, 5) = \frac{1}{\sqrt{N}} = \frac{1}{\sqrt{8}} = 0,3536$$

$$T(0, 6) = \frac{1}{\sqrt{N}} = \frac{1}{\sqrt{8}} = 0,3536$$

$$T(0, 7) = \frac{1}{\sqrt{N}} = \frac{1}{\sqrt{8}} = 0,3536$$

$$T(1, 0) = \sqrt{\frac{2}{N}} \cos \frac{(2j+1)i\pi}{2N} = \sqrt{\frac{2}{8}} \cos \frac{(2 \cdot 0 + 1)1 \cdot \pi}{2 \cdot 8} = 0,4904$$

$$T(1, 1) = \sqrt{\frac{2}{N}} \cos \frac{(2j+1)i\pi}{2N} = \sqrt{\frac{2}{8}} \cos \frac{(2 \cdot 1 + 1)1 \cdot \pi}{2 \cdot 8} = 0,4157$$

$$T(1, 2) = \sqrt{\frac{2}{N}} \cos \frac{(2j+1)i\pi}{2N} = \sqrt{\frac{2}{8}} \cos \frac{(2 \cdot 2 + 1)1 \cdot \pi}{2 \cdot 8} = 0,2778$$

$$T(1, 3) = \sqrt{\frac{2}{N}} \cos \frac{(2j+1)i\pi}{2N} = \sqrt{\frac{2}{8}} \cos \frac{(2 \cdot 3 + 1)1 \cdot \pi}{2 \cdot 8} = 0,0975$$

$$T(1, 4) = \sqrt{\frac{2}{N}} \cos \frac{(2j+1)i\pi}{2N} = \sqrt{\frac{2}{8}} \cos \frac{(2 \cdot 4 + 1)1 \cdot \pi}{2 \cdot 8} = -0,0975$$

$$T(1, 5) = \sqrt{\frac{2}{N}} \cos \frac{(2j+1)i\pi}{2N} = \sqrt{\frac{2}{8}} \cos \frac{(2 \cdot 5 + 1)1 \cdot \pi}{2 \cdot 8} = -0,2778$$

$$T(1, 6) = \sqrt{\frac{2}{N}} \cos \frac{(2j+1)i\pi}{2N} = \sqrt{\frac{2}{8}} \cos \frac{(2 \cdot 6 + 1)1 \cdot \pi}{2 \cdot 8} = -0,4157$$

$$T(1, 7) = \sqrt{\frac{2}{N}} \cos \frac{(2j+1)i\pi}{2N} = \sqrt{\frac{2}{8}} \cos \frac{(2 \cdot 7 + 1)1 \cdot \pi}{2 \cdot 8} = -0,4904$$

$$T(2, 0) = \sqrt{\frac{2}{N}} \cos \frac{(2j+1)i\pi}{2N} = \sqrt{\frac{2}{8}} \cos \frac{(2 \cdot 0 + 1)2 \cdot \pi}{2 \cdot 8} = 0,4619$$

$$T(2, 1) = \sqrt{\frac{2}{N}} \cos \frac{(2j+1)i\pi}{2N} = \sqrt{\frac{2}{8}} \cos \frac{(2 \cdot 1 + 1)2 \cdot \pi}{2 \cdot 8} = 0,1913$$

$$T(2, 2) = \sqrt{\frac{2}{N}} \cos \frac{(2j+1)i\pi}{2N} = \sqrt{\frac{2}{8}} \cos \frac{(2 \cdot 2 + 1)2 \cdot \pi}{2 \cdot 8} = -0,1913$$

$$T(2, 3) = \sqrt{\frac{2}{N}} \cos \frac{(2j+1)i\pi}{2N} = \sqrt{\frac{2}{8}} \cos \frac{(2 \cdot 3 + 1)2 \cdot \pi}{2 \cdot 8} = -0,4619$$

$$T(2, 4) = \sqrt{\frac{2}{N}} \cos \frac{(2j+1)i\pi}{2N} = \sqrt{\frac{2}{8}} \cos \frac{(2 \cdot 4 + 1)2 \cdot \pi}{2 \cdot 8} = -0,4619$$

$$T(2, 5) = \sqrt{\frac{2}{N}} \cos \frac{(2j+1)i\pi}{2N} = \sqrt{\frac{2}{8}} \cos \frac{(2 \cdot 5 + 1)2 \cdot \pi}{2 \cdot 8} = -0,1913$$

$$T(2, 6) = \sqrt{\frac{2}{N}} \cos \frac{(2j+1)i\pi}{2N} = \sqrt{\frac{2}{8}} \cos \frac{(2 \cdot 6 + 1)2 \cdot \pi}{2 \cdot 8} = 0,1913$$

$$T(2, 7) = \sqrt{\frac{2}{N}} \cos \frac{(2j+1)i\pi}{2N} = \sqrt{\frac{2}{8}} \cos \frac{(2 \cdot 7 + 1)2 \cdot \pi}{2 \cdot 8} = 0,4619$$

$$T(3, 0) = \sqrt{\frac{2}{N}} \cos \frac{(2j+1)i\pi}{2N} = \sqrt{\frac{2}{8}} \cos \frac{(2 \cdot 0 + 1)3 \cdot \pi}{2 \cdot 8} = 0,4157$$

$$\begin{aligned}
T(3,1) &= \sqrt{\frac{2}{N}} \cos \frac{(2j+1)i\pi}{2N} = \sqrt{\frac{2}{8}} \cos \frac{(2 \cdot 1 + 1)3 \cdot \pi}{2 \cdot 8} = -0,0975 \\
T(3,2) &= \sqrt{\frac{2}{N}} \cos \frac{(2j+1)i\pi}{2N} = \sqrt{\frac{2}{8}} \cos \frac{(2 \cdot 2 + 1)3 \cdot \pi}{2 \cdot 8} = -0,4904 \\
T(3,3) &= \sqrt{\frac{2}{N}} \cos \frac{(2j+1)i\pi}{2N} = \sqrt{\frac{2}{8}} \cos \frac{(2 \cdot 3 + 1)3 \cdot \pi}{2 \cdot 8} = -0,2778 \\
T(3,4) &= \sqrt{\frac{2}{N}} \cos \frac{(2j+1)i\pi}{2N} = \sqrt{\frac{2}{8}} \cos \frac{(2 \cdot 4 + 1)3 \cdot \pi}{2 \cdot 8} = 0,2778 \\
T(3,5) &= \sqrt{\frac{2}{N}} \cos \frac{(2j+1)i\pi}{2N} = \sqrt{\frac{2}{8}} \cos \frac{(2 \cdot 5 + 1)3 \cdot \pi}{2 \cdot 8} = 0,4904 \\
T(3,6) &= \sqrt{\frac{2}{N}} \cos \frac{(2j+1)i\pi}{2N} = \sqrt{\frac{2}{8}} \cos \frac{(2 \cdot 6 + 1)3 \cdot \pi}{2 \cdot 8} = 0,0975 \\
T(3,7) &= \sqrt{\frac{2}{N}} \cos \frac{(2j+1)i\pi}{2N} = \sqrt{\frac{2}{8}} \cos \frac{(2 \cdot 7 + 1)3 \cdot \pi}{2 \cdot 8} = -0,4157 \\
T(4,0) &= \sqrt{\frac{2}{N}} \cos \frac{(2j+1)i\pi}{2N} = \sqrt{\frac{2}{8}} \cos \frac{(2 \cdot 0 + 1)4 \cdot \pi}{2 \cdot 8} = 0,3536 \\
T(4,1) &= \sqrt{\frac{2}{N}} \cos \frac{(2j+1)i\pi}{2N} = \sqrt{\frac{2}{8}} \cos \frac{(2 \cdot 1 + 1)4 \cdot \pi}{2 \cdot 8} = -0,3536 \\
T(4,2) &= \sqrt{\frac{2}{N}} \cos \frac{(2j+1)i\pi}{2N} = \sqrt{\frac{2}{8}} \cos \frac{(2 \cdot 2 + 1)4 \cdot \pi}{2 \cdot 8} = -0,3536 \\
T(4,3) &= \sqrt{\frac{2}{N}} \cos \frac{(2j+1)i\pi}{2N} = \sqrt{\frac{2}{8}} \cos \frac{(2 \cdot 3 + 1)4 \cdot \pi}{2 \cdot 8} = 0,3536 \\
T(4,4) &= \sqrt{\frac{2}{N}} \cos \frac{(2j+1)i\pi}{2N} = \sqrt{\frac{2}{8}} \cos \frac{(2 \cdot 4 + 1)4 \cdot \pi}{2 \cdot 8} = 0,3536 \\
T(4,5) &= \sqrt{\frac{2}{N}} \cos \frac{(2j+1)i\pi}{2N} = \sqrt{\frac{2}{8}} \cos \frac{(2 \cdot 5 + 1)4 \cdot \pi}{2 \cdot 8} = 0,3536 \\
T(4,6) &= \sqrt{\frac{2}{N}} \cos \frac{(2j+1)i\pi}{2N} = \sqrt{\frac{2}{8}} \cos \frac{(2 \cdot 6 + 1)4 \cdot \pi}{2 \cdot 8} = -0,3536 \\
T(4,7) &= \sqrt{\frac{2}{N}} \cos \frac{(2j+1)i\pi}{2N} = \sqrt{\frac{2}{8}} \cos \frac{(2 \cdot 7 + 1)4 \cdot \pi}{2 \cdot 8} = 0,3536 \\
T(5,0) &= \sqrt{\frac{2}{N}} \cos \frac{(2j+1)i\pi}{2N} = \sqrt{\frac{2}{8}} \cos \frac{(2 \cdot 0 + 1)5 \cdot \pi}{2 \cdot 8} = 0,3778 \\
T(5,1) &= \sqrt{\frac{2}{N}} \cos \frac{(2j+1)i\pi}{2N} = \sqrt{\frac{2}{8}} \cos \frac{(2 \cdot 1 + 1)5 \cdot \pi}{2 \cdot 8} = -0,4904 \\
T(5,2) &= \sqrt{\frac{2}{N}} \cos \frac{(2j+1)i\pi}{2N} = \sqrt{\frac{2}{8}} \cos \frac{(2 \cdot 2 + 1)5 \cdot \pi}{2 \cdot 8} = 0,0975 \\
T(5,3) &= \sqrt{\frac{2}{N}} \cos \frac{(2j+1)i\pi}{2N} = \sqrt{\frac{2}{8}} \cos \frac{(2 \cdot 3 + 1)5 \cdot \pi}{2 \cdot 8} = 0,4157 \\
T(5,4) &= \sqrt{\frac{2}{N}} \cos \frac{(2j+1)i\pi}{2N} = \sqrt{\frac{2}{8}} \cos \frac{(2 \cdot 4 + 1)5 \cdot \pi}{2 \cdot 8} = -0,4157 \\
T(5,5) &= \sqrt{\frac{2}{N}} \cos \frac{(2j+1)i\pi}{2N} = \sqrt{\frac{2}{8}} \cos \frac{(2 \cdot 5 + 1)5 \cdot \pi}{2 \cdot 8} = -0,0975 \\
T(5,6) &= \sqrt{\frac{2}{N}} \cos \frac{(2j+1)i\pi}{2N} = \sqrt{\frac{2}{8}} \cos \frac{(2 \cdot 6 + 1)5 \cdot \pi}{2 \cdot 8} = 0,4904 \\
T(5,7) &= \sqrt{\frac{2}{N}} \cos \frac{(2j+1)i\pi}{2N} = \sqrt{\frac{2}{8}} \cos \frac{(2 \cdot 7 + 1)5 \cdot \pi}{2 \cdot 8} = -0,4904 \\
T(6,0) &= \sqrt{\frac{2}{N}} \cos \frac{(2j+1)i\pi}{2N} = \sqrt{\frac{2}{8}} \cos \frac{(2 \cdot 0 + 1)6 \cdot \pi}{2 \cdot 8} = 0,1913 \\
T(6,1) &= \sqrt{\frac{2}{N}} \cos \frac{(2j+1)i\pi}{2N} = \sqrt{\frac{2}{8}} \cos \frac{(2 \cdot 1 + 1)6 \cdot \pi}{2 \cdot 8} = -0,4619 \\
T(6,2) &= \sqrt{\frac{2}{N}} \cos \frac{(2j+1)i\pi}{2N} = \sqrt{\frac{2}{8}} \cos \frac{(2 \cdot 2 + 1)6 \cdot \pi}{2 \cdot 8} = 0,4619 \\
T(6,3) &= \sqrt{\frac{2}{N}} \cos \frac{(2j+1)i\pi}{2N} = \sqrt{\frac{2}{8}} \cos \frac{(2 \cdot 3 + 1)6 \cdot \pi}{2 \cdot 8} = -0,1913 \\
T(6,4) &= \sqrt{\frac{2}{N}} \cos \frac{(2j+1)i\pi}{2N} = \sqrt{\frac{2}{8}} \cos \frac{(2 \cdot 4 + 1)6 \cdot \pi}{2 \cdot 8} = -0,1913
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
T(6,5) &= \sqrt{\frac{2}{N}} \cos \frac{(2j+1)i\pi}{2N} = \sqrt{\frac{2}{8}} \cos \frac{(2\cdot5+1)6\cdot\pi}{2\cdot8} = 0,4619 \\
T(6,6) &= \sqrt{\frac{2}{N}} \cos \frac{(2j+1)i\pi}{2N} = \sqrt{\frac{2}{8}} \cos \frac{(2\cdot6+1)6\cdot\pi}{2\cdot8} = -0,4619 \\
T(6,7) &= \sqrt{\frac{2}{N}} \cos \frac{(2j+1)i\pi}{2N} = \sqrt{\frac{2}{8}} \cos \frac{(2\cdot7+1)6\cdot\pi}{2\cdot8} = 0,1913 \\
T(7,0) &= \sqrt{\frac{2}{N}} \cos \frac{(2j+1)i\pi}{2N} = \sqrt{\frac{2}{8}} \cos \frac{(2\cdot0+1)7\cdot\pi}{2\cdot8} = 0,0975 \\
T(7,1) &= \sqrt{\frac{2}{N}} \cos \frac{(2j+1)i\pi}{2N} = \sqrt{\frac{2}{8}} \cos \frac{(2\cdot1+1)7\cdot\pi}{2\cdot8} = -0,2778 \\
T(7,2) &= \sqrt{\frac{2}{N}} \cos \frac{(2j+1)i\pi}{2N} = \sqrt{\frac{2}{8}} \cos \frac{(2\cdot2+1)7\cdot\pi}{2\cdot8} = 0,4157 \\
T(7,3) &= \sqrt{\frac{2}{N}} \cos \frac{(2j+1)i\pi}{2N} = \sqrt{\frac{2}{8}} \cos \frac{(2\cdot3+1)7\cdot\pi}{2\cdot8} = -0,4904 \\
T(7,4) &= \sqrt{\frac{2}{N}} \cos \frac{(2j+1)i\pi}{2N} = \sqrt{\frac{2}{8}} \cos \frac{(2\cdot4+1)7\cdot\pi}{2\cdot8} = 0,4904 \\
T(7,5) &= \sqrt{\frac{2}{N}} \cos \frac{(2j+1)i\pi}{2N} = \sqrt{\frac{2}{8}} \cos \frac{(2\cdot5+1)7\cdot\pi}{2\cdot8} = -0,4157 \\
T(7,6) &= \sqrt{\frac{2}{N}} \cos \frac{(2j+1)i\pi}{2N} = \sqrt{\frac{2}{8}} \cos \frac{(2\cdot6+1)7\cdot\pi}{2\cdot8} = 0,2778 \\
T(7,7) &= \sqrt{\frac{2}{N}} \cos \frac{(2j+1)i\pi}{2N} = \sqrt{\frac{2}{8}} \cos \frac{(2\cdot7+1)7\cdot\pi}{2\cdot8} = -0,0975
\end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas maka didapatkan nilai untuk matriks T sebagai berikut:

$$\begin{bmatrix}
0,3536 & 0,3536 & 0,3536 & 0,3536 & 0,3536 & 0,3536 & 0,3536 & 0,3536 \\
0,4904 & 0,4157 & 0,2778 & 0,0975 & -0,0975 & -0,2778 & -0,4157 & -0,4904 \\
0,4619 & 0,1913 & -0,1913 & -0,4619 & -0,4619 & -0,1913 & 0,1913 & 0,4619 \\
0,4157 & -0,0975 & -0,4904 & -0,2778 & 0,2778 & 0,4904 & 0,0975 & -0,4157 \\
0,3536 & -0,3536 & -0,3536 & 0,3536 & 0,3536 & -0,3536 & -0,3536 & 0,3536 \\
0,3778 & -0,4904 & 0,0975 & 0,4157 & -0,4157 & -0,0975 & 0,4904 & -0,4904 \\
0,1913 & -0,4619 & 0,4619 & -0,1913 & -0,1913 & 0,4619 & -0,4619 & 0,1913 \\
0,0975 & -0,2778 & 0,4157 & -0,4904 & 0,4904 & -0,4157 & 0,2778 & -0,0975
\end{bmatrix}$$

Dan berikut adalah matriks *transpose* untuk matriks T^t:

$$\begin{bmatrix}
0,3536 & 0,4904 & 0,4619 & 0,4157 & 0,3536 & 0,3778 & 0,1913 & 0,0975 \\
0,3536 & 0,4157 & 0,1913 & -0,0975 & -0,3536 & -0,4904 & -0,4619 & -0,2778 \\
0,3536 & 0,2778 & -0,1913 & -0,4904 & -0,3536 & 0,0975 & 0,4619 & 0,4157 \\
0,3536 & 0,0975 & -0,4619 & -0,2778 & 0,3536 & 0,4157 & -0,1913 & -0,4904 \\
0,3536 & -0,0975 & -0,4619 & 0,2778 & 0,3536 & -0,4157 & -0,1913 & 0,4904 \\
0,3536 & -0,2778 & -0,1913 & 0,4904 & -0,3536 & -0,0975 & 0,4619 & -0,4157 \\
0,3536 & -0,4157 & 0,1913 & 0,0975 & -0,3536 & 0,4904 & -0,4619 & 0,2778 \\
0,3536 & -0,4904 & 0,4619 & -0,4157 & 0,3536 & -0,4904 & 0,1913 & -0,0975
\end{bmatrix}$$

4. Berikutnya adalah tahap menghitung matriks D, dimana matriks D akan digunakan untuk kuantisasi lanjutan.

$$D = T \cdot M \cdot T^t$$

Dimana matriks M merupakan matriks *original* yang sudah dikurangi dengan 128.

$$\begin{bmatrix} -49,763 & -26,357 & 10,202 & 6,6946 & -1,0003 & -3,9042 & -4,7677 & -2,4967 \\ 85,786 & 9,1887 & -1,5866 & -10,416 & -9,2937 & 1,1398 & 3,5984 & 5,7036 \\ -3,0191 & 14,321 & 5,2877 & -9,2433 & 5,4312 & 5,6722 & -9,6890 & 1,0968 \\ 9,7605 & -2,9774 & 2,5408 & 1,0128 & -3,5558 & -0,04233 & 1,2487 & 1,3849 \\ -11,253 & -5,3794 & -4,9296 & 0,69567 & 1,0003 & -4,0878 & 3,1246 & -1,9745 \\ 8,5997 & 0,72981 & 0,70585 & -4,4703 & 1,4149 & 1,2484 & -2,1492 & 1,0954 \\ -0,10233 & -3,5828 & 1,5587 & 2,0078 & -3,8736 & -1,2162 & 2,4606 & 0,66907 \\ -1,4827 & 1,7416 & -0,30866 & -1,0619 & 2,1252 & 1,2932 & -1,2657 & -0,33071 \end{bmatrix}$$

5. Matriks D telah terisi dengan koefisien DCT, dimana data yang terletak pada kiri atas merupakan korelasi dari frekuensi-frekuensi rendah dari data *original*. Sedangkan yang terletak pada kanan bawah merupakan korelasi dari frekuensi-frekuensi tinggi dari data *original*. Selanjutnya adalah tahap kuantisasi dengan menggunakan aturan matriks kuantisasi (Q) kualitas 50 (kualitas) standar sebagai berikut:

$$\begin{bmatrix} 16 & 11 & 10 & 16 & 24 & 51 & 51 & 61 \\ 12 & 12 & 14 & 19 & 26 & 60 & 60 & 55 \\ 14 & 13 & 16 & 24 & 40 & 69 & 69 & 56 \\ 14 & 17 & 22 & 29 & 51 & 80 & 80 & 62 \\ 18 & 22 & 37 & 56 & 68 & 109 & 103 & 77 \\ 24 & 35 & 55 & 64 & 81 & 104 & 113 & 92 \\ 49 & 64 & 78 & 87 & 103 & 121 & 120 & 101 \\ 72 & 92 & 95 & 98 & 112 & 100 & 103 & 99 \end{bmatrix}$$

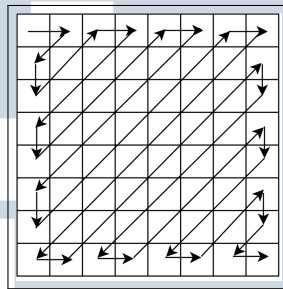
Persamaan matriks kuantisasi (Q) adalah sebagai berikut:

$$C_{i,j} = \text{round} \frac{D_{ij}}{Q_{ij}}$$

Dimana *round* adalah pendekatan nilai hasil pembagian ke pembulatan bilangan integer terdekat.

6. Menyusun bilangan menggunakan fungsi *zig-zag scanning* sebagai langkah terakhir pada proses kompresi.

$$\begin{bmatrix} -3 & -2 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 7 & 1 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$



Gambar 3.6. Zig-zag Scanning Kuantisasi
Sumber: [33]

Matriks C yang terkuantisasi akan dikonversi oleh *encoder* ke data *biner* maka proses kompresi dapat dilakukan (menggunakan algoritma *Huffman*).

7. Terakhir adalah proses dekompresi dimana ini merupakan proses untuk merekonstruksikan data hasil kompresi menjadi data yang dapat dikenali. Dan berikut adalah persamaan untuk matriks R :

$$R_{i,j} = Q_{i,j} \times C_{i,j} \rightarrow N = \text{round}(T'.R.T) + 128$$

$$\begin{bmatrix} -48 & -22 & 10 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 84 & 12 & 0 & -19 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 13 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 14 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -18 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

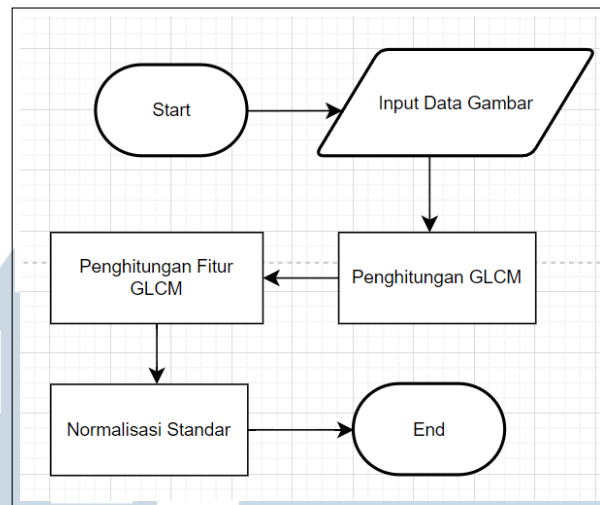
Berikut merupakan hasil penghitungan untuk matriks N :

136	140	141	138	132	130	134	140
134	137	139	137	132	132	136	141
126	128	130	129	128	129	133	137
116	117	118	119	120	123	127	130
113	113	112	115	119	123	125	126
116	113	111	114	120	124	125	125
112	108	105	108	114	118	118	116
105	100	96	98	105	109	108	105

3.5 GLCM Feature Extraction

Pada tahap ini, data akan diekstraksi menggunakan *Gray-Level Co-occurrence Matrix* (GLCM) setelah sebelumnya diekstraksi menggunakan *DCT Low-Frequency*. Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

1. *Input Data Gambar*: Gambar yang telah melalui proses *pre-processing* dan diekstraksi menggunakan *DCT Low-Frequency* akan dimasukkan sebagai *input* untuk proses ekstraksi menggunakan GLCM.
2. *Penghitungan GLCM*: GLCM akan dihitung untuk setiap gambar dengan menggunakan jarak dan sudut yang sudah ditentukan sebelumnya. GLCM adalah representasi statistik dari hubungan spasial antara pasangan piksel dalam gambar, yang mencerminkan pola tekstur dari gambar tersebut.
3. *Penghitungan Fitur GLCM*: Setelah GLCM dihitung, fitur-fitur seperti *Contrast*, *Dissimilarity*, *Homogeneity*, *Angular Second Moment (ASM)*, *Entropy*, *Correlation*, dan *Autocorrelation* akan dihitung dari matriks GLCM. Fitur-fitur ini memberikan informasi tentang keragaman, keteraturan, dan keterkaitan piksel dalam gambar.
4. *Normalisasi Standar*: Setelah fitur-fitur GLCM dihitung, normalisasi standar akan dilakukan untuk memastikan bahwa semua fitur memiliki skala yang seragam. Normalisasi ini penting untuk membandingkan dan menganalisis fitur-fitur tersebut secara bersamaan tanpa adanya bias skala.



Gambar 3.7. Tahapan GLCM Feature Extraction

Setelah tahap ekstraksi GLCM selesai, data yang telah diekstraksi akan siap untuk digunakan dalam tahap selanjutnya dari proses analisis atau pelatihan model.

3.6 Pembagian Data

Pada tahap ini, hasil *feature extraction* yang dilakukan oleh GLCM dan DCT akan dibagi menjadi tiga tahap: *training*, *validation*, dan *testing*. Proses pembagian data ini bertujuan untuk mengoptimalkan pelatihan model dan mengevaluasi performanya. Berikut adalah langkah-langkahnya:

1. Data *Training*:

- Data *training* akan digunakan untuk melatih model sehingga model dapat memahami pola dan melakukan klasifikasi data.
- Proporsi data *training* yang digunakan adalah sebesar 60% dari total *dataset* yang tersedia.

2. Data *Validation*:

- Data *validation* akan digunakan untuk mengevaluasi performa model selama proses *training* tanpa melibatkan data training dalam pelatihan.
- Proporsi data *validation* yang digunakan adalah sebesar 20% dari total *dataset* yang tersedia.
- Penggunaan data *validation* membantu dalam menyesuaikan parameter-model dan menghindari *overfitting*.

3. Data Testing:

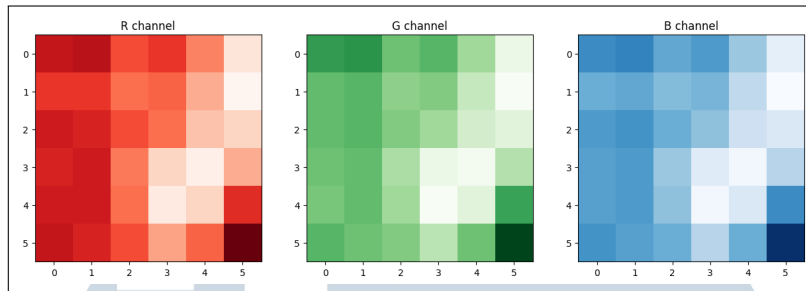
- Data *testing* akan digunakan pada tahap terakhir untuk menguji performa model pada data yang belum pernah dilihat oleh model sebelumnya.
- Proporsi data *testing* yang digunakan adalah sebesar 20% dari total *dataset* yang tersedia.
- Penggunaan data *testing* penting untuk menilai generalisasi model pada data baru dan memvalidasi ketepatan prediksi model.

Setelah pembagian data dilakukan sesuai dengan proporsi yang ditentukan, data akan siap digunakan dalam proses pelatihan, validasi, dan pengujian model.

3.7 CNN Model

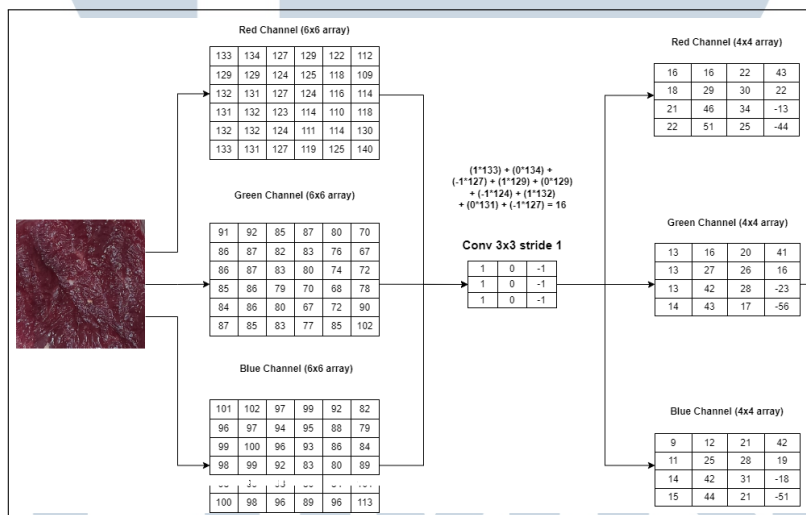
Pada tahap pembentukan model *Convolutional Neural Network* (CNN), arsitektur yang telah ditentukan sebelumnya akan diimplementasikan. Arsitektur CNN yang digunakan terdiri dari beberapa lapisan konvolusi untuk mengekstraksi fitur dari data gambar, diselingi dengan lapisan *max-pooling* untuk mereduksi dimensi spasial dan normalisasi *batch* untuk meningkatkan konvergensi. Selain itu, lapisan *dropout* juga ditambahkan untuk mengurangi *overfitting*. Selanjutnya, hasil ekstraksi fitur dari GLCM akan diproses menggunakan lapisan-lapisan *Dense* dan *Multi-Layer Perceptron* (MLP), yang terdiri dari lapisan *input*, *hidden layer*, dan *output*. Setelah kedua arsitektur tersebut terbentuk, keduanya akan digabungkan menjadi satu model dengan menambahkan lapisan-lapisan *Dense* tambahan dengan tujuan sebagai *output layer* akhir dari model gabungan. *Output* yang dihasilkan adalah distribusi probabilitas untuk setiap kelas. Implementasi model CNN menggunakan *library Keras* memudahkan dalam membangun, melatih, dan mengevaluasi model secara baik. Berikut ini merupakan tahap proses CNN beserta penghitungan-penghitungan:

1. Gambar pertama diubah ke dalam bentuk *array* untuk setiap kode warna (*Red*, *Green*, *Blue*).



Gambar 3.8. Gambar Daging yang Dipisah Menjadi Red, Blue, Green Channel

2. Setiap *array* warna dikalikan dengan matriks konvolusi yang berisi nilai acak.
3. Perhitungan pada Conv2D dengan matriks 3x3 dan *stride* satu dilakukan secara terus-menerus pada ketiga matriks warna. Berikut proses perkalian matriks pada lapisan konvolusi pada setiap matriks warna:



Gambar 3.9. Proses Convolutional Layer

Red:

$$(1 \times 133) + (0 \times 134) + (-1 \times 127) + (1 \times 129) + (0 \times 129) + (-1 \times 124) + (1 \times 132) + (0 \times 131) + (-1 \times 127) = 16$$

$$(1 \times 134) + (0 \times 127) + (-1 \times 129) + (1 \times 129) + (0 \times 124) + (-1 \times 125) + (1 \times 131) + (0 \times 127) + (-1 \times 124) = 16$$

$$(1 \times 127) + (0 \times 129) + (-1 \times 122) + (1 \times 124) + (0 \times 125) + (-1 \times 118) + (1 \times 127) + (0 \times 124) + (-1 \times 116) = 22$$

$$(1 \times 129) + (0 \times 122) + (-1 \times 112) + (1 \times 125) + (0 \times 118) + (-1 \times 109) + (1 \times 124) + (0 \times 116) + (-1 \times 114) = 43$$

$$(1 \times 129) + (0 \times 129) + (-1 \times 124) + (1 \times 132) + (0 \times 131) + (-1 \times 127) + (1 \times 131) + (0 \times 132) + (-1 \times 123) = 18$$

$$(1 \times 129) + (0 \times 124) + (-1 \times 125) + (1 \times 131) + (0 \times 127) + (-1 \times 124) + (1 \times 132) + (0 \times 123) + (-1 \times 114) = 29$$

$$(1 \times 124) + (0 \times 125) + (-1 \times 118) + (1 \times 127) + (0 \times 124) + (-1 \times 116) + (1 \times 123) + (0 \times 114) + (-1 \times 110) = 30$$

$$(1 \times 125) + (0 \times 118) + (-1 \times 109) + (1 \times 124) + (0 \times 116) + (-1 \times 114) + (1 \times 114) + (0 \times 110) + (-1 \times 118) = 22$$

$$(1 \times 132) + (0 \times 131) + (-1 \times 127) + (1 \times 131) + (0 \times 132) + (-1 \times 123) + (1 \times 132) + (0 \times 132) + (-1 \times 124) = 21$$

$$(1 \times 131) + (0 \times 127) + (-1 \times 124) + (1 \times 132) + (0 \times 123) + (-1 \times 114) + (1 \times 132) + (0 \times 124) + (-1 \times 111) = 46$$

$$(1 \times 127) + (0 \times 124) + (-1 \times 116) + (1 \times 123) + (0 \times 114) + (-1 \times 110) + (1 \times 124) + (0 \times 111) + (-1 \times 114) = 34$$

$$(1 \times 124) + (0 \times 116) + (-1 \times 114) + (1 \times 114) + (0 \times 110) + (-1 \times 118) + (1 \times 111) + (0 \times 114) + (-1 \times 130) = -13$$

$$(1 \times 131) + (0 \times 132) + (-1 \times 123) + (1 \times 132) + (0 \times 132) + (-1 \times 124) + (1 \times 133) + (0 \times 131) + (-1 \times 127) = 22$$

$$(1 \times 132) + (0 \times 123) + (-1 \times 114) + (1 \times 132) + (0 \times 124) + (-1 \times 111) + (1 \times 131) + (0 \times 127) + (-1 \times 119) = 51$$

$$(1 \times 123) + (0 \times 114) + (-1 \times 110) + (1 \times 124) + (0 \times 111) + (-1 \times 114) + (1 \times 127) + (0 \times 119) + (-1 \times 125) = 25$$

$$(1 \times 114) + (0 \times 110) + (-1 \times 118) + (1 \times 111) + (0 \times 114) + (-1 \times 130) + (1 \times 119) + (0 \times 125) + (-1 \times 140) = -44$$

Green:

$$(1 \times 91) + (0 \times 92) + (-1 \times 85) + (1 \times 86) + (0 \times 87) + (-1 \times 82) + (1 \times 86) + (0 \times 87) + (-1 \times 83) = 13$$

$$(1 \times 92) + (0 \times 85) + (-1 \times 87) + (1 \times 87) + (0 \times 82) + (-1 \times 83) + (1 \times 87) + (0 \times 83) + (-1 \times 80) = 16$$

$$(1 \times 85) + (0 \times 87) + (-1 \times 80) + (1 \times 82) + (0 \times 83) + (-1 \times 76) + (1 \times 83) + (0 \times 80) + (-1 \times 74) = 20$$

$$(1 \times 87) + (0 \times 80) + (-1 \times 70) + (1 \times 83) + (0 \times 76) + (-1 \times 67) + (1 \times 80) + (0 \times 74) + (-1 \times 72) = 41$$

$$(1 \times 86) + (0 \times 87) + (-1 \times 82) + (1 \times 86) + (0 \times 87) + (-1 \times 83) + (1 \times 85) + (0 \times 86) + (-1 \times 79) = 13$$

$$(1 \times 87) + (0 \times 82) + (-1 \times 83) + (1 \times 87) + (0 \times 83) + (-1 \times 80) + (1 \times 86) + (0 \times 79) + (-1 \times 70) = 27$$

$$(1 \times 82) + (0 \times 83) + (-1 \times 76) + (1 \times 83) + (0 \times 80) + (-1 \times 74) + (1 \times 79) + (0 \times 70) + (-1 \times 68) = 26$$

$$(1 \times 83) + (0 \times 76) + (-1 \times 67) + (1 \times 80) + (0 \times 74) + (-1 \times 72) + (1 \times 70) + (0 \times 68) + (-1 \times 78) = 16$$

$$(1 \times 86) + (0 \times 87) + (-1 \times 83) + (1 \times 85) + (0 \times 86) + (-1 \times 79) + (1 \times 84) + (0 \times 86) + (-1 \times 80) = 13$$

$$(1 \times 87) + (0 \times 83) + (-1 \times 80) + (1 \times 86) + (0 \times 79) + (-1 \times 70) + (1 \times 86) + (0 \times 80) + (-1 \times 67) = 42$$

$$(1 \times 83) + (0 \times 80) + (-1 \times 74) + (1 \times 79) + (0 \times 70) + (-1 \times 68) + (1 \times 80) + (0 \times 67) + (-1 \times 72) = 28$$

$$(1 \times 80) + (0 \times 74) + (-1 \times 72) + (1 \times 70) + (0 \times 68) + (-1 \times 78) + (1 \times 67) + (0 \times 72) + (-1 \times 90) = -23$$

$$(1 \times 85) + (0 \times 86) + (-1 \times 79) + (1 \times 84) + (0 \times 86) + (-1 \times 80) + (1 \times 87) + (0 \times 85) + (-1 \times 83) = 14$$

$$(1 \times 86) + (0 \times 79) + (-1 \times 70) + (1 \times 86) + (0 \times 80) + (-1 \times 67) + (1 \times 85) + (0 \times 83) + (-1 \times 77) = 43$$

$$(1 \times 79) + (0 \times 70) + (-1 \times 68) + (1 \times 80) + (0 \times 67) + (-1 \times 72) + (1 \times 83) + (0 \times 77) + (-1 \times 85) = 17$$

$$(1 \times 70) + (0 \times 68) + (-1 \times 78) + (1 \times 67) + (0 \times 72) + (-1 \times 90) + (1 \times 77) + (0 \times 85) + (-1 \times 102) = -56$$

Blue:

$$(1 \times 101) + (0 \times 102) + (-1 \times 97) + (1 \times 96) + (0 \times 97) + (-1 \times 94) + (1 \times 99) + (0 \times 100) + (-1 \times 96) = 9$$

$$(1 \times 102) + (0 \times 97) + (-1 \times 99) + (1 \times 97) + (0 \times 94) + (-1 \times 95) + (1 \times 100) + (0 \times 96) + (-1 \times 93) = 12$$

$$(1 \times 97) + (0 \times 99) + (-1 \times 92) + (1 \times 94) + (0 \times 95) + (-1 \times 88) + (1 \times 96) + (0 \times 93) + (-1 \times 86) = 21$$

$$(1 \times 99) + (0 \times 92) + (-1 \times 82) + (1 \times 95) + (0 \times 88) + (-1 \times 79) + (1 \times 93) + (0 \times 86) + (-1 \times 84) = 42$$

$$(1 \times 96) + (0 \times 97) + (-1 \times 94) + (1 \times 99) + (0 \times 100) + (-1 \times 96) + (1 \times 98) + (0 \times 99) + (-1 \times 92) = 11$$

$$(1 \times 97) + (0 \times 94) + (-1 \times 95) + (1 \times 100) + (0 \times 96) + (-1 \times 93) + (1 \times 99) + (0 \times 92) + (-1 \times 83) = 25$$

$$(1 \times 94) + (0 \times 95) + (-1 \times 88) + (1 \times 96) + (0 \times 93) + (-1 \times 86) + (1 \times 92) + (0 \times 83) + (-1 \times 80) = 28$$

$$(1 \times 95) + (0 \times 88) + (-1 \times 79) + (1 \times 93) + (0 \times 86) + (-1 \times 84) + (1 \times 83) + (0 \times 80) + (-1 \times 89) = 19$$

$$(1 \times 99) + (0 \times 100) + (-1 \times 96) + (1 \times 98) + (0 \times 99) + (-1 \times 92) + (1 \times 98) + (0 \times 99) + (-1 \times 93) = 14$$

$$(1 \times 100) + (0 \times 96) + (-1 \times 93) + (1 \times 99) + (0 \times 92) + (-1 \times 83) + (1 \times 99) + (0 \times 93) + (-1 \times 80) = 42$$

$$(1 \times 96) + (0 \times 93) + (-1 \times 86) + (1 \times 92) + (0 \times 83) + (-1 \times 80) + (1 \times 93) + (0 \times 80) + (-1 \times 84) = 31$$

$$(1 \times 93) + (0 \times 86) + (-1 \times 84) + (1 \times 83) + (0 \times 80) + (-1 \times 89) + (1 \times 80) + (0 \times 84) + (-1 \times 101) = -18$$

$$(1 \times 98) + (0 \times 99) + (-1 \times 92) + (1 \times 98) + (0 \times 99) + (-1 \times 93) + (1 \times 100) + (0 \times 98) + (-1 \times 96) = 15$$

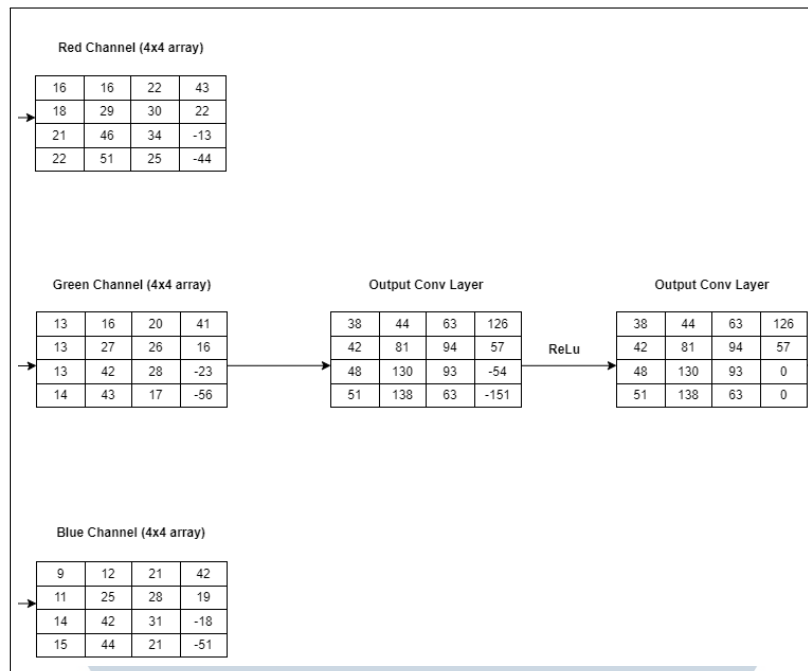
$$(1 \times 99) + (0 \times 92) + (-1 \times 83) + (1 \times 99) + (0 \times 93) + (-1 \times 80) + (1 \times 98) + (0 \times 96) + (-1 \times 89) = 44$$

$$(1 \times 92) + (0 \times 83) + (-1 \times 80) + (1 \times 93) + (0 \times 80) + (-1 \times 84) + (1 \times 96) + (0 \times 89) + (-1 \times 96) = 21$$

$$(1 \times 83) + (0 \times 80) + (-1 \times 89) + (1 \times 80) + (0 \times 84) + (-1 \times 101) + (1 \times 89) + (0 \times 96) + (-1 \times 113) = -51$$

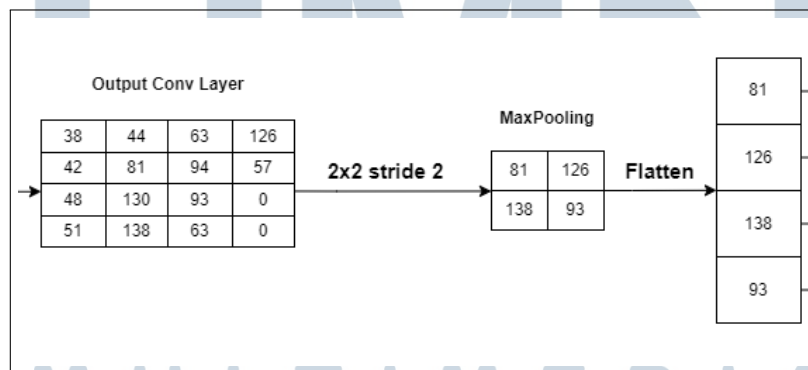
4. Setelah seluruh matriks gambar dijumlahkan dan dijadikan satu, lalu masuk ke fungsi *activation*. *Activation* yang dipakai salah satunya adalah *ReLU* dimana fungsi *ReLU* mengubah nilai negatif (-) menjadi 0.

U N I V E R S I T A S
M U L T I M E D I A
N U S A N T A R A



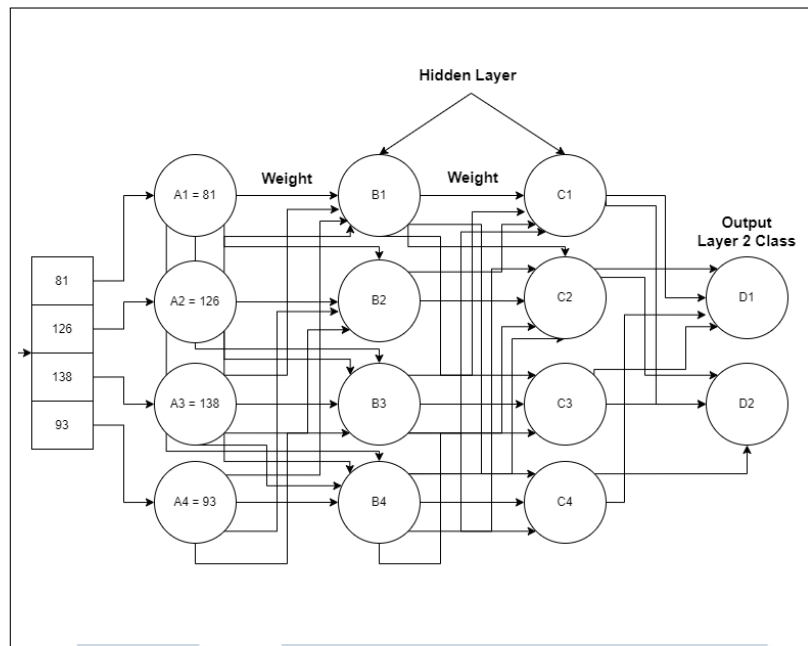
Gambar 3.10. Proses Activation ReLU

- Hasil *output convolutional layer* yang sudah dilakukan *activation* oleh ReLU, tahap selanjutnya adalah proses *pooling*. Terdapat tiga jenis *pooling*, yaitu *minimum pooling*, *average pooling*, dan *maximum pooling*. Untuk tahap ini menggunakan *maximum pooling* dengan ukuran 2×2 dan *stride* dua untuk mengambil nilai maksimum dari hasil *output* matriks sebelumnya.



Gambar 3.11. Proses Pooling dan Flatten

- Setelah proses *pooling*, masuk ke tahap *flatten layer* dimana matriks 2×2 diubah menjadi matriks satu dimensi. Hasil dari *flatten* digunakan pada lapisan berikutnya, yaitu *fully connected layer*.



Gambar 3.12. Proses Fully Connected Layer

Berikut perhitungan matematis pada *fully connected layer* dengan memiliki dua *dense layer*, empat *neuron*, dan *output layer* dengan *activation sigmoid*:

Hidden Dense Layer Pertama:

$$B1 = (81 \times 0,1) + (126 \times 0,1) + (138 \times 0,1) + (93 \times 0,1) = 43,8$$

$$B2 = (81 \times 0,2) + (126 \times 0,2) + (138 \times 0,2) + (93 \times 0,2) = 87,6$$

$$B3 = (81 \times 0,3) + (126 \times 0,3) + (138 \times 0,3) + (93 \times 0,3) = 131,4$$

$$B4 = (81 \times 0,4) + (126 \times 0,4) + (138 \times 0,4) + (93 \times 0,4) = 175,2$$

Hidden Dense Layer Kedua:

$$C1 = (43,8 \times 0,5) + (87,6 \times 0,5) + (131,4 \times 0,5) + (175,2 \times 0,5) = 219$$

$$C2 = (43,8 \times 0,6) + (87,6 \times 0,6) + (131,4 \times 0,6) + (175,2 \times 0,6) = 262,8$$

$$C3 = (43,8 \times 0,7) + (87,6 \times 0,7) + (131,4 \times 0,7) + (175,2 \times 0,7) = 306,6$$

$$C4 = (43,8 \times 0,8) + (87,6 \times 0,8) + (131,4 \times 0,8) + (175,2 \times 0,8) = 350,4$$

Output Layer dengan Dua Kelas:

$$D1 = (219 \times 0,9) + (262,8 \times 0,9) + (306,6 \times 0,9) + (350,4 \times 0,9) = 1024,92$$

$$D2 = (219 \times 0,1) + (262,8 \times 0,1) + (306,6 \times 0,1) + (350,4 \times 0,1) = 113,88$$

Activation Sigmoid:

$$f(x)_{\text{sigm}} = \frac{1}{1 + e^{-x}} = \frac{1}{1 + e^{-1024,92}} = 1$$
$$f(y)_{\text{sigm}} = \frac{1}{1 + e^{-y}} = \frac{1}{1 + e^{-113,88}} = 1$$

3.8 Training dan Testing

Pada tahap ini, model CNN akan dilatih menggunakan data yang telah diproses sebelumnya, dan kemudian dievaluasi kinerjanya. Setelah selesai dilatih, model akan diuji menggunakan data yang belum pernah dilihat sebelumnya untuk mengevaluasi kinerjanya. Evaluasi dilakukan dengan mengukur metrik kinerja seperti akurasi, presisi, *recall*, dan *F1-score*. Akurasi mengindikasikan seberapa baik model dalam melakukan klasifikasi data, sedangkan *loss* mengukur seberapa baik model dalam membuat prediksi yang mendekati nilai sebenarnya. Dengan melakukan uji coba dan evaluasi ini, dapat dipastikan bahwa model yang dihasilkan dapat memberikan prediksi yang bagus pada data baru. Evaluasi kinerja model juga membantu dalam menentukan apakah model perlu disesuaikan lebih lanjut sebelum digunakan dalam situasi yang sebenarnya.

