

Klasifikasi Penyakit Jantung Dengan Metode Convolutional Neural Network (CNN)

I Ketut Oning Pusparama^{a1}, I Putu Gede Hendra Suputra^{a2}

^aProgram Studi Informatika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Udayana
Badung, Bali, Indonesia

¹iktoningpuspa21@gmail.com

²hendra.suputra@unud.ac.id

Abstrak

Penyakit jantung merupakan penyakit yang paling umum terjadi pada manusia. Di Indonesia, penyakit jantung masuk ke dalam salah satu penyakit yang paling banyak menyebabkan kematian. Tingginya angka kematian yang disebabkan penyakit jantung ini terjadi karena kurangnya kesadaran masyarakat terhadap makanan sehat, pengecekan Kesehatan secara berkala, dan kurangnya ahli jantung yang dimiliki. Penyakit jantung terjadi disaat kinerja jantung tidak berjalan seperti seharusnya atau mengalami kelainan. Kelainan ini dapat dideteksi melalui hasil pengolahan citra EKG. Ada beberapa penyebab dari kelainan jantung ini, diantaranya adalah serangan jantung, tekanan darah tinggi, stress, Usia, kolesterol total, kadar trigliserida, hipertensi, dan diabetes melitus. Faktor yang paling berpengaruh terhadap kejadian penyakit jantung adalah kolesterol. Penyakit jantung memiliki beberapa jenis klasifikasi, diantaranya adalah myocardial infarction, dan heart failure. Berdasarkan penyebab dan jenis penyakit jantung yang dapat terjadi pada manusia, maka dibutuhkan sebuah aplikasi yang dapat mengklasifikasi penyakit jantung secara dini dan mandiri. Convolutional Neural Network (CNN) merupakan salah satu metode yang digunakan dalam pengenalan dan pemrosesan gambar. CNN memanfaatkan proses konvolusi dengan menggerakkan sebuah kernel konvolusi (filter) berukuran tertentu ke sebuah gambar. Mekanisme pengujian menggunakan 218 data dan dibagi kedalam 3 subdata.

Keywords: Penyakit Jantung, Convolutional Neural Network, Information

1. Pendahuluan

Penyakit jantung merupakan penyakit yang terjadi pada sistem pembuluh darah yang mengakibatkan ketidakseimbangan antara suplai dan kebutuhan darah. Berdasarkan data Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) tahun 2018, angka kejadian penyakit jantung dan pembuluh darah semakin meningkat dari tahun ke tahun. Setidaknya, 15 dari 1000 orang, atau sekitar 2.784.064 individu di Indonesia menderita penyakit jantung. Pengetahuan yang kurang dari masyarakat tentang gejala penyakit jantung, serta kurang akuratnya peralatan yang digunakan untuk mendiagnosa gejala penyakit jantung yang menyebabkan angka kematian terus bertambah.

Kurangnya akses untuk mencari informasi tentang penyakit serangan jantung ini menyebabkan peningkatan angka kematian setiap tahunnya. Oleh karena itu, dibutuhkan sebuah sistem klasifikasi yang dapat memberikan informasi tentang penyakit serangan jantung serta dapat melakukan pengecekan klasifikasi secara dini tentang penyakit serangan jantung yang dialami oleh seseorang. Sudah ada beberapa penelitian sebelumnya yang bertujuan untuk mengklasifikasikan penyakit jantung dengan algoritma Stacking single classifier menghasilkan nilai akurasi 81%. Kemudian dengan metode K-NN dengan nilai $K = 9$ menghasilkan nilai akurasi sebesar 70%. Terakhir yakni dengan metode Fuzzy Decision Tree dengan algoritma C4.5 menghasilkan nilai akurasi tertinggi 64,07%. Masih terdapat berbagai metode lainnya yang bisa digunakan dengan berbagai dataset yang ada sehingga perlu dilakukannya penelitian lebih lanjut.

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan sebelumnya, pada penelitian ini akan dilakukan pembuatan sistem klasifikasi penyakit jantung menggunakan Convolutional Neural Network (CNN). Dengan tujuan memberikan kontribusi penelitian melalui penerapan model algoritma dengan mekanisme pengujian yang berbeda dari penelitian sebelumnya untuk hasil tingkat akurasi, presisi, dan recall yang lebih akurat.

2. Metode Penelitian

2.1. Pengolahan Citra Digital

Citra merupakan representasi spasial dari sebuah objek. Proses pengolahan citra ini meliputi proses input dan output berupa data citra. Pengolahan citra ini bertujuan untuk mendapatkan citra yang memiliki kualitas yang tinggi atau deskriptif dari citra asli sehingga dapat meningkatkan informasi tentang citra tersebut. Citra digital merupakan representasi dari fungsi intensitas cahaya dalam bentuk diskrit pada bidang dua dimensi. Citra tersusun oleh sekumpulan piksel yang memiliki koordinat (x,y) dan amplitudo f(x,y). Koordinat (x,y) menunjukkan letak/posisi piksel dalam suatu citra, sedangkan amplitudo f(x,y) menunjukkan nilai intensitas warna citra [1]. Adapun proses pengolahan citra yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: grayscale dan segmentasi citra.

2.1.1. Grayscale

Grayscale merupakan sebuah representasi citra digital yang hanya memiliki 1 nilai kanal untuk setiap piksel yang dimiliki, dimana nilai dari red green dan juga blue adalah sama, nilai tersebut mewakili tingkat intensitas dari citra digital. Warna yang didapatkan dari proses ini adalah warna dari hitam, keabuan dan putih. Untuk tingkat keabuan sendiri merupakan tingkatan dari warna abu mulai dari hitam sampai mendekati putih [2]. Intensitas dari citra grayscale yang didapat, akan disimpan ke dalam 8 bit integer dengan 256 kemungkinan, dimulai dari 0 untuk warna hitam, 0-255 untuk derajat keabuan, dan 255 untuk warna putih.

$$S = \frac{r + g + b}{3} \quad (1)$$

Keterangan:

S = Piksel citra grayscale

r = Nilai red sebuah piksel

g = Nilai green sebuah piksel

b = Nilai blue sebuah piksel

2.1.2. Segmentasi Citra

Segmentasi citra yang digunakan dalam penelitian kali ini adalah thresholding, dimana thresholding merupakan sebuah metode segmentasi yang mampu memisahkan background dengan objek berdasarkan tingkat kecerahannya. Proses ini menggunakan nilai batas/threshold untuk mengubah nilai piksel hitam ataupun nilai piksel putih. Jika nilai piksel pada citra lebih besar dari nilai threshold yang ditentukan maka nilai piksel tersebut akan diubah menjadi warna putih dan diinisialkan dengan biner 1. Sementara apabila nilai piksel lebih kecil dari nilai threshold maka akan diubah. Menjadi warna hitam dan diinisialkan dengan biner angka 0 [2].

$$T = \frac{f_{maks} + f_{min}}{2} \quad (2)$$

Keterangan:

T = Nilai Threshold

f_{maks} = Nilai piksel maksimum

f_{min} = Nilai piksel minimum

2.2. Ekstraksi Fitur

Ekstraksi fitur/ciri merupakan tahapan mengekstrak informasi dari objek di dalam citra yang ingin dikenali/dibedakan dengan objek lainnya. Penelitian kali ini menggunakan metode invariants moment, dimana metode ini merupakan salah satu metode yang cukup banyak digunakan dalam proses ekstraksi ciri bentuk dalam pengolahan citra. terdapat enam invarian ortogonal mutlak (absolute orthogonal invariants) dan satu invarian condong (skew orthogonal invariants) berdasarkan invarian aljabar, yang tidak hanya independen dari posisi, ukuran dan orientasi tetapi juga independen dari proyeksi paralel. Adapun detail metode Moment Invariants yang digunakan untuk suatu fungsi citra dalam dua variabel, dapat dilihat pada fungsi berikut:

$$m_{pq} = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} x^p y^q f(x, y) dx dy \quad p, q = 0, 1, 2, \dots \quad (3)$$

Berdasarkan momen sentral yang dinormalisasi [3], berikut adalah 6 Absolute Orthogonal Invariants :

$$\begin{aligned} \phi_1 &= \eta_{20} + \eta_{02} \\ \phi_2 &= (\eta_{20} - \eta_{02})^2 + 4\eta_{11}^2 \\ \phi_3 &= (\eta_{30} - 3\eta_{12})^2 + (3\eta_{21} + \eta_{03})^2 \\ \phi_4 &= (\eta_{30} + \eta_{12})^2 + (\eta_{21} + \eta_{03})^2 \\ \phi_5 &= (\eta_{30} - 3\eta_{12})(\eta_{30} + 3\eta_{12}) [(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - 3(\eta_{12} + \eta_{03})^2] + (3\eta_{21} - \eta_{03})(\eta_{21} + \eta_{03}) \\ &\quad + \eta_{03}[3(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - (\eta_{21} + \eta_{03})^2] \\ \phi_6 &= (\eta_{20} - \eta_{02})[(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - (\eta_{21} + \eta_{03})^2] + 4\eta_{11}(\eta_{30} + \eta_{12})(\eta_{21} + \eta_{03}) \end{aligned} \quad (4)$$

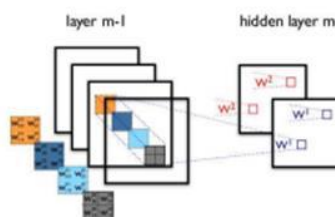
Berikut adalah 1 skew Orthogonal Invariants:

$$\phi_7 = (3\eta_{21} - \eta_{03})(\eta_{30} + \eta_{12}) [(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - 3(\eta_{12} + \eta_{03})^2] - (\eta_{30} - 3\eta_{12})(\eta_{21} + \eta_{03}) [3(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - (\eta_{21} + \eta_{03})^2] \quad (5)$$

Skew invariant ini bertujuan untuk membedakan gambar mirror. momen invariant ini juga bersifat independen terhadap ukuran, posisi, dan orientasi. Tujuh moment invariant merupakan invarian terhadap transformasi citra termasuk di dalamnya skala, translasi dan rotasi. secara umum tujuh moment invariant ini tidak invariant terhadap perubahan kontras yang ada pada citra.

2.4. Convolutional Neural Network

CNN (Convolutional Neural Network) merupakan pengembangan dari konsep MLP atau multi layer perceptron yang dibuat untuk mengolah data 2 dimensi. Karena CNN ini memiliki kedalaman jaringan yang tinggi dan banyak diaplikasikan pada citra, oleh karena itu CNN tergolong dalam Deep Neural Network. Penggunaan CNN pada penelitian kali ini didasarkan karena CNN memiliki perubahan tingkat confusion tidak mempengaruhi hasil akurasi. Hal ini membuktikan bahwa klasifikasi menggunakan metode CNN relatif handal terhadap perubahan parameter yang dilakukan. Dengan menggunakan data training yang baik dan optimal, maka subset dari data training tersebut juga akan menghasilkan klasifikasi yang baik [4]. Berikut adalah gambar dari arsitektur MLP sederhana dan proses konvolusi pada CNN.



Gambar 1. Proses Konvolusi pada CNN
(sumber: <https://medium.com/@nadhifasofia>)

Convolutional Neural Network memiliki 3 layer, ketiga layer tersebut diantaranya :

1. Convolutional Layer, berfungsi untuk melakukan operasi konvolusi pada output dari layer sebelumnya. Operasi yang dilakukan pada konvolusi yaitu dengan melakukan kombinasi linear filter dari data berupa gambar yang digunakan sebagai input dan akan menghasilkan output yang disebut sebagai feature map. Konvolusi dua buah fungsi $F(x)$ dan $g(x)$ di definisikan sebagai berikut :

$$h(x) = f(x) * g(x) = \int f(a)g(x - a) \quad (6)$$

2. Max Pooling (Sub-sampling Layer), merupakan proses mereduksi ukuran sebuah data citra. Max pooling membagi output dari convolutional layer menjadi beberapa grid kecil lalu mengambil nilai maksimal dari setiap grid untuk menyusun matriks citra yang telah direduksi.
3. Fully Connected Layer, bertujuan untuk melakukan transformasi pada dimensi data agar data dapat diklasifikasikan secara linear. Hasil dari proses konvolusi menjadi input pada fully connected layer.

2.5. Validasi

Validasi merupakan prediksi pada data yang telah diuji agar mengetahui apakah proses klasifikasi setelah dilatih mendapatkan hasil data yang akurat atau tidak. Proses validasi ini menggunakan matriks konfusi dengan nilai TP (True Positive), TN (True Negative), FP (False Positive) dan FN (False Negative). Selanjutnya menghitung matriks evaluasi yaitu akurasi, spesifisitas, sensitivitas, presisi, f1-score serta kurva ROC dan kurva presisi recall.

1. Akurasi adalah nilai berapa banyak jumlah hasil TP dan TN dibandingkan jumlah semua hasil. Nilai akurasi dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$Akurasi = \frac{\sum_{y=1}^i TP_y + \sum_{y=1}^i TN_y}{\sum_{y=1}^i TP_y + \sum_{y=1}^i TN_y + \sum_{y=1}^i FP_y + \sum_{y=1}^i FN_y} \quad (7)$$

2. Sensitivitas adalah pengukuran seberapa baik hasil klasifikasi dan nilai yang didapat pada rasio hasil deteksi TP dari kasus positif yang seharusnya, dengan persamaan sebagai berikut:

$$Sensitivitas = \frac{\sum_{y=1}^i TP_y}{\sum_{y=1}^i TP_y + \sum_{y=1}^i FN_y} \quad (8)$$

3. Spesifisitas (recall) adalah pengukuran seberapa baik hasil klasifikasi nilai yang didapat pada rasio hasil deteksi TN dari kasus negatif yang seharusnya, dengan persamaan sebagai berikut:

$$Spesifitas = \frac{\sum_{y=1}^i TN_y}{\sum_{y=1}^i TN_y + \sum_{y=1}^i FP_y} \quad (9)$$

4. Presisi adalah pengukuran seberapa baik hasil klasifikasi dan nilai yang didapat pada rasio TP dengan semua deteksi TP dan FP, dengan persamaan sebagai berikut:

$$Presisi = \frac{\sum_{y=1}^i TP_y}{\sum_{y=1}^i TP_y + \sum_{y=1}^i FP_y} \quad (10)$$

5. F1-Score merupakan penentu semua hasil dari perhitungan akurasi berdasarkan pada nilai presisi dan sensitivitas. F1 dikatakan baik pada saat model hanya mendapat nilai FP dan FN yang kecil, dengan persamaan matematis sebagai berikut:

$$F1\ Score = \frac{2 \times \sum_{y=1}^i presisi_y \times \sum_{y=1}^i sensitifitas_y}{\sum_{y=1}^i presisi_y + \sum_{y=1}^i sensitifitas_y} \quad (11)$$

6. Kurva presisi-recall adalah kurva yang menggambarkan prediksi model classifier yang baik berdasarkan nilai sensitivitas (recall) dan presisi. Model yang baik akan memiliki kurva yang berada pada pojok kanan atas.

2.6. Gelombang EKG

Elektrokardiogram merupakan suatu media atau alat untuk mendiagnosis penyakit jantung berupa sinyal yang menggambarkan kerja listrik pada jantung. EKG ini cukup efektif dalam mendeteksi keadaan jantung pada elektroda yang dipasang pada tubuh pasien. Elektroda sendiri merupakan alat yang ditempelkan pada kulit pasien untuk mendeteksi impuls listrik yang nantinya akan dicatat oleh elektrokardiogram. Gelombang EKG memiliki 4 tipe, Adapun keempat tipe tersebut antara lain:

1. Gelombang P, Merupakan hasil rekaman depolarisasi yang berada di miokardium atrium kanan dan kiri.
2. Gelombang Kompleks QRS, Merupakan rekaman depolarisasi ventrikel kanan dan kiri.
3. Gelombang T, merupakan gelombang dengan potensial repolarisasi di ventrikel kanan dan kiri.
4. Gelombang U, merupakan gelombang yang berukuran kecil dan kadang tidak terlihat hanya muncul sewaktu-waktu saja.
5. Interval PR, merupakan durasi siklus atrium yang berfungsi menghitung waktu dari awal depolarisasi atrium sampai awal depolarisasi ventrikel.
6. Interval QT, merupakan interval yang memiliki durasi depolarisasi dan repolarisasi ventrikel dari awal gelombang Q sampai akhir gelombang T.
7. Segmen PR, segmen yang menghubungkan gelombang P dan QRS dengan garis isoelektrik.
8. Segmen ST, merupakan proses atau segmennya yang dimulai pada akhir gelombang S sampai dengan awal gelombang T.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Data dan Variabel

Pada penelitian ini digunakan data citra yang didapat dari sinyal elektrokardiogram atau yang lebih sering disingkat EKG pada setiap pasien penderita penyakit jantung. Terdapat 3 kelas yang diperoleh dari dataset yang akan digunakan dalam penelitian ini yakni myocardial infarction dengan 148 subjek data, heart failure dengan 18 subjek data dan healthy controls dengan 52 subjek data. Data yang diperoleh dari sumber terbuka yakni PhysioNet dan dataset tersebut masih belum dalam bentuk data citra seperti yang dibutuhkan dalam penelitian ini sehingga perlu dilakukan proses untuk konversi terlebih dahulu. Sehingga total data citra EKG yang digunakan dalam penelitian ini berjumlah 218. Dataset citra tersebut akan dibagi menjadi 80% sebagai data latih dan 20% data uji coba sesuai dengan kelasnya masing-masing. Berikut merupakan hasil pembagian dalam tabel untuk data latih dan data uji:

Tabel 1. Data dan variable penelitian

Dataset	Data Latih	Data Uji	Total
<i>Myocardial infarction</i>	118	30	148
<i>Heart failure</i>	14	4	18
<i>Healthy controls</i>	41	11	52

3.2. Desain Metode

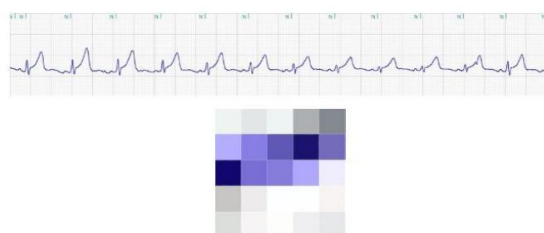
Terdapat beberapa tahapan yang akan dilakukan dalam penelitian ini. Tahap awal yakni mengubah bentuk dataset menjadi bentuk data citra untuk setiap kelas yang digunakan. Setelah memperoleh data citra yang diperlukan berikutnya data citra tersebut akan dilakukan preprocessing dengan mengubahnya menjadi citra grayscale untuk menampilkan nilai intensitas keabuannya. Tujuan diubahnya kedalam citra grayscale yakni memudahkan dalam proses berikutnya yakni segmentasi. Segmentasi dilakukan untuk membagi citra agar dapat membedakan antara latar belakang dengan objek sebenarnya dengan menggunakan metode local thresholding. Berikutnya yakni proses ekstraksi ciri hasil segmentasi sebelumnya kemudian dari hasil ekstraksi ciri tersebut akan diklasifikasikan dengan metode CNN. Terakhir setelah proses klasifikasi selesai maka dilanjutkan dengan validasinya. Berikut merupakan gambaran umum penelitian ini :



Gambar 2. Flowchart alur klasifikasi
(sumber: dokumen pribadi)

3.2.1. Grayscale

Tahap berikutnya yaitu grayscale yang bertujuan untuk mengubah citra menjadi keabuan yang akan memudahkan proses-proses berikutnya dengan mengetahui nilai intensitas keabuannya. Pada proses ini, setiap piksel memiliki nilai RGB diambil lalu dijumlahkan kemudian dibagi tiga. Gambar berikut merupakan representasi piksel pada citra EKG.



Gambar 3. Citra EKG
(sumber: dokumen pribadi)

Citra EKG yang berukuran 1000 x 150 piksel dipotong menjadi citra EKG berukuran 5x5 piksel sebagai contoh untuk pemrosesan grayscalenya.

Tabel 2. Citra EKG 5x5

1	2	3	4	5
6	7	8	9	10
11	12	13	14	15
16	17	18	19	20
21	22	23	24	25

Berikut nilai red, green, blue pada citra yang memiliki 25 piksel:

Tabel 3. Nilai RGB citra 5x5

R, G, B (238, 244, 240)	R, G, B (226, 232, 222)	R, G, B (237, 244, 236)	R, G, B (172, 176, 177)	R, G, B (133, 137, 148)
R, G, B (180, 173, 253)	R, G, B (134, 127, 230)	R, G, B (95, 88, 181)	R, G, B (59, 80, 135)	R, G, B (105, 108, 188)
R, G, B (51, 77, 130)	R, G, B (121, 111, 208)	R, G, B (134, 126, 211)	R, G, B (175, 170, 250)	R, G, B (240, 238, 252)
R, G, B (199, 198, 196)	R, G, B (237, 235, 236)	R, G, B (253, 254, 255)	R, G, B (253, 255, 254)	R, G, B (248, 244, 243)
R, G, B (220, 222, 219)	R, G, B (246, 244, 245)	R, G, B (253, 253, 251)	R, G, B (239, 239, 241)	R, G, B (231, 232, 234)

Berikut adalah nilai grayscale yang dihasilkan:

Tabel 4. nilai grayscale citra

240,6	240,6	240,6	240,6	240,6
202	163,6	121,3	91,3	137
86	146,6	157	198,3	243,3
197,6	236	254	254	245
220,3	245	252,3	239,6	232,3

3.2.2. Segmentasi

Tahap berikutnya adalah segmentasi dengan proses thresholding menggunakan metode local thresholding, yaitu metode yang digunakan untuk memisahkan antara objek dengan background dalam suatu citra serta untuk merepresentasikan gambar untuk menghasilkan citra yang lebih bermakna dan mudah dianalisis. Tahap segmentasi ini akan dilakukan proses pencarian nilai maksimum dan minimum pada suatu citra grayscale yang kemudian dijumlahkan dan dibagi dua. Dari nilai grayscale yang sudah didapatkan sebelumnya kemudian dibandingkan dengan nilai threshold yang sudah dihitung. Jika nilai grayscale lebih besar dari nilai threshold maka sama dengan 0 (hitam), sedangkan apabila nilai grayscale lebih kecil dari nilai Threshold maka sama dengan 255 (putih).

Tabel 5. nilai threshold citra

0	0	0	0	255
0	255	255	255	255
255	255	255	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0

3.2.3. Ekstraksi Fitur

Ekstraksi fitur adalah proses pengambilan ciri sebuah objek yang dapat menggambarkan karakteristik dari objek tersebut. Dalam penelitian ini objek yang akan digunakan adalah gelombang EKG yang telah dilakukan segmentasi sebelumnya. Untuk jenis ekstraksi fitur yang digunakan yakni invariant moment. Output yang akan dihasilkan dalam implementasi nantinya merupakan 7 invariant moment sebelumnya yang akan digunakan dalam proses klasifikasi.

3.2.4. Klasifikasi CNN

Setelah proses ekstraksi fitur, berikutnya dilanjutkan dengan klasifikasi dengan metode Convolutional Neural Network (CNN). Seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya, terdapat 3 layer utama dalam CNN :

1. Convolutional Layer

Sesuai dengan namanya, pada layer ini akan dilakukan proses konvolusi pada citra 5x5 hasil proses sebelumnya. Proses konvolusi akan menggunakan kernel 3x3 sehingga hasil proses konvolusi nantinya (feature map) juga akan berukuran 3x3. Berikut tampilannya:

Tabel 6. Nilai grayscale citra

240	226	239	175	139
202	163	121	91	137
86	146	157	198	243
197	236	254	254	245
220	245	252	239	232

Tabel 7. Nilai kernel CNN

0	0	1
1	0	0
0	1	1

Tabel 8. Hasil konvolusi

C1,1	C2,1	C3,1
C2,1	C2C2	C3,2
C3,1	C2,3	C3,31

Tabel 6 adalah hasil konversi RGB ke grayscale sebelumnya, kemudian tabel 7 adalah kernel yang melakukan proses konvolusinya dan tabel 8 adalah output hasil pemrosesannya. Proses konvolusi dilakukan dengan mengalikan citra dengan kernel dimulai dari pojok atas kiri kemudian bergeser hingga kanan tepi. Jika sudah mencapai tepi maka berikutnya turun 1 piksel ke bawah dan mulai mengalikan lagi hingga mencapai titik terbawah. Berikut contoh proses C1,1:

Tabel 9. Proses konvolusi C1,1

240	226	239	175	139
202	163	121	91	137
86	146	157	198	243
197	236	254	254	245
220	245	252	239	232

$$C1,1 = (0*240) + (0*226) + (1*239) + (1*202) + (0*163) + (0*121) + (0*86) + (1*146) + (1*157) = 744$$

Berikut hasil akhirnya yang dinamakan feature map:

Tabel 10. Feature map

744	693	701
697	745	793
851	825	851

2. Pooling Layer (Max Pooling)

Max pooling merupakan salah satu jenis pooling dalam pooling layer. Sesuai namanya, max pooling akan mengambil beberapa nilai piksel terbesar hasil konvolusi sebelumnya. Sehingga ukuran output yang dihasilkan lebih kecil dibandingkan feature map. Sebagai contoh digunakan ukuran pooling 2x2. Berikut hasilnya:

Tabel 11. Pooled feature map

851	793
825	745

Setelah pooled feature map diperoleh, berikutnya harus dilakukan konversi dari output pooled tersebut menjadi array 1 dimensi atau vektor agar bisa dijadikan input pada layer berikutnya. Berikut merupakan contoh hasil konversinya:

Tabel 12. Konversi pooled feature map ke array 1 dimensi

851
825
793
745

3. Fully Connected Layer

Pada layer ini semua neuron aktivitas dari lapisan sebelumnya terhubung semua dengan neuron di lapisan selanjutnya seperti halnya jaringan syaraf tiruan biasa. Pada layer ini, vektor pada proses sebelumnya akan menjadi input kemudian akan dilakukan klasifikasi dengan metode. Perbedaan antara lapisan Fully-Connected dan lapisan konvolusi biasa adalah neuron di lapisan konvolusi terhubung hanya ke daerah tertentu pada input. Sementara lapisan Fully-Connected memiliki neuron yang secara keseluruhan terhubung.

4. Kesimpulan

Klasifikasi penyakit jantung menggunakan metode Convolutional Neural Network (CNN) ini memiliki akurasi di angka 80% ke atas. Pada tahap fully connected layer akan menentukan klasifikasi penyakit jantung yang diderita oleh pasien.

Referensi

- [1] A. Pamungkas, "Pemrograman Matlab," Matlab Indonesia, 26 Juli 2017. [Online]. Available: <https://pemrogramanmatlab.com/2017/07/26/pengolahan-citra-digital/>. [Accessed 21 Mei 2022].
- [2] D. Putra, Pengolahan Citra Digital, Yogyakarta: ANDI, 2010.
- [3] M. K. Hu, "Visual pattern recognition by moment invariants," Information Theory, IRE Transactions, vol. VIII, no. pp, pp. 179-187, 1962.
- [4] I. W. Suartika, A. Y. Wijaya and R. Soelaiman, "Klasifikasi Citra Menggunakan Convolutional Neural Network (Cnn) pada Caltech 101," Jurnal Teknik ITS, vol. V, no. 1, pp. 65-69, 2016.