

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Percutaneous Coronary Intervention (PCI) merupakan suatu strategi revaskularisasi untuk memperbaiki prognosis, meringankan dan mengurangi gejala kejadian iskemik pada jantung. PCI merupakan suatu prosedur bedah *non-invasive* yang bertujuan untuk mengurangi penyempitan atau sumbatan pada pembuluh darah coroner dan meningkatkan aliran darah untuk mencegah terjadinya kematian pada jantung (Ahmad et al., 2020). PCI merupakan suatu intervensi mekanik yang dilakukan untuk meningkatkan perfusi miokard (Khan & Ludman, 2022). Indikasi klinis dilakukannya PCI adalah *ST Elevation Myocard Infaction (STEMI)*, *Non -ST Elevation Myocard Infaction (N-STEMI)*, *Unstable Angina Pectoris (UAP)* dan beberapa penyumbatan coroner yang tidak memenuhi syarat untuk dilakukan tindakan *Coronary Artery Bypass Graff (CABG)* (Ahmad et al., 2020).

Prosedur PCI dianggap aman karena insiden efek samping terkait kardiak maupun serebrovaskuler mayor hanya berkisar 2,5 % dari semua tindakan PCI (Tamaroh et al., 2018). Meskipun tergolong aman, namun tetap ada *short term mortality* dan komplikasi (Hannan et al., 2023). Menurut penelitian yang dilakukan Doll et al., (2022) beberapa komplikasi yang timbul akibat dilakukan PCI yaitu *perforasion, dissections, hemodynamic collapse and noflow*. *Hemodynamic collapse* terjadi akibat gangguan irama jantung, perdarahan, terjadinya vasodilatasi pembuluh darah, iskemia/ *infark*. Efek dari *hemodynamic collapse* yaitu *hypotension*. Hipotensi paska PCI menyebabkan

trombosis pada stent dan penurunan perfusi koroner yang dapat memperburuk kondisi pasien, bahkan dapat menimbulkan kematian (Elsaman, 2022).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Jiang (2022) kejadian hipotensi dapat berkembang menjadi syok kardiogenik sebesar 11%. Hipotensi paska PCI dapat menyebabkan reperfusi yang tidak mencukupi dan penurunan curah jantung pada pasien STEMI yang mengakibatkan peningkatan iskemia miokard dan perluasan infark miokard. Selain hipotensi, perubahan respon hemodinamik pada pasien *acute coronary syndrome (ACS)* dapat juga menyebabkan peningkatan tekanan darah sebagai kompensasi saraf simpatis terhadap perubahan fungsi jantung.

Menurut Harselia & Putri (2018) setelah dilakukan tindakan PCI maka pasien perlu di pantau hemodinamiknya dengan memasang 12 lead EKG dan memasang manset tekanan darah. Pemantauan hemodinamik harus dilakukan setiap 2-4 jam. Menurut Darliana (2017) pemantauan tekanan darah harus dilakukan setiap 2-3 jam agar tekanan darah tetap terkontrol. Hemodinamik adalah ilmu yang mempelajari pergerakan darah dan daya yang berperan di dalamnya. Hemodinamik erat kaitannya dengan mekanisme sirkulasi darah dalam tubuh. Dalam konteks medis istilah hemodinamik merujuk pada ukuran dasar, fungsi kardiovaskuler seperti tekanan darah dan curah jantung (Brokowski C, 2019).

Tindakan pemantauan hemodinamik dilakukan oleh perawat (Reviansyah et al., 2022). Stabilitas hemodinamik dapat diperoleh dengan cara pemantauan secara berkelanjutan untuk meminimalkan resiko yang dialami pada pasien setelah PCI (Shamekhi et al., 2019). Pada pasien paska PCI petugas masih

melakukan pemantauan tanda vital yang dilakukan minimal selama 6-12 jam sebelum pasien dipulangkan (PERKI, 2018). Pemantauan tindakan hemodinamik ini dilakukan setelah pasien dipindahkan ke ruangan pemulihan ICCU.

Pemantauan hemodinamik yang paling umum dilakukan yaitu pengukuran tekanan darah. Tekanan darah sangat dominan menentukan stabilitas hemodinamik (Grand et al., 2024). Pengukuran tekanan darah dapat dilakukan secara langsung (*invasive*) dan tidak langsung (*non-invasive*). Teknik pengukuran secara *non-invasive* sering digunakan tenaga kesehatan karena minimal resiko pada pasien (Gibson et al., 2020). Teknik pengukuran *non-invasive* adalah teknik pengukuran menggunakan manset (*cuff*). Teknik ini terbagi menjadi metode osilometri dan auskultasi (Sirait, 2020). Pengukuran tekanan darah menggunakan manset dilakukan secara berulang. Hal ini menimbulkan ketidaknyamanan pada pasien akibat rasa sakit yang ditimbulkan karena meningkatnya tekanan dari aktivitas pemompaan manset (Susana, 2019). Ketidaknyamanan yang timbul akibat pengukuran yang dilakukan berulang juga mempengaruhi hasil pengukuran (Paviglianiti et al., 2022).

Menurut Meidert & Saugel, (2017) teknik pengukuran secara *non-invasive* ini sangat dipengaruhi oleh pergerakan pasien. Oleh karena itu pemantauan secara berkala masih perlu dilakukan pemeriksaan. Meidert juga menjelaskan pengukuran secara *non-invasive* sangat dipengaruhi oleh keterampilan pemeriksa dalam meletakkan manset, kemampuan dalam menentukan nilai tekanan sistolik dan diastolik melalui palpasi dan auskultasi dan tingkat kebisingan lingkungan. Sementara penelitian Mustofa, et.al (2020) menyatakan

pengukuran tekanan darah dengan teknik *non-invasive* lebih akurat dilakukan di pergelangan tangan dibandingkan pada lengan dan pangkal lengan dengan *coeficien interval* (CI) adalah pada pergelangan tangan (0,92), pada lengan (0,74) dan pada pangkal lengan (0,71). Pendapat lain menyatakan jika pasien yang mengalami hipertensi beresiko mengalami arteroskelrosis yang akan mempengaruhi nilai tekanan darah (Hernández-López et al., 2024).

Teknik pengukuran berikutnya adalah menggunakan teknik *invasive*. Teknik ini sering dipergunakan pada pasien yang memerlukan pemantauan tekanan darah secara intensif. Hasil pengukuran dengan teknik ini lebih akurat. Teknik pengukuran tekanan darah secara *invasive* adalah dengan cara menempatkan kanul kedalam pembuluh darah arteri. Lokasi penusukan dapat dilakukan di arteri radialis, arteri ulnaris, arteri brakialis, arteri femoralis, arteri dorsalis pedis, arteri tibialis posterior dan arteri aksilaris. Kanula melalui trandusor dihubungkan ke manometer atau unit pencatat gelombang arteri (Sirait, 2020). Penelitian oleh Jiang et al (2022) menyebutkan *invasive blood pressure monitoring (IBPM)* atau arteriline dapat mengukur tekanan darah dalam waktu yang singkat dan memberikan hasil yang akurat dalam penilaian status hipertensi dan menilai Tingkat keparahan dari kerusakan organ yang terjadi pada pasien.

Kekurangan pengukuran dengan cara ini yaitu harus dilakukan oleh seseorang yang memiliki keterampilan khusus, dapat merusak jaringan tubuh pasien, menimbulkan ketidaknyamanan pada pasien, dan jika dilakukan dalam jangka waktu yang lama beresiko menimbulkan infeksi (Meidert & Saugel, 2017). IBPM hanya dapat dilakukan pada rumah sakit yang memiliki fasilitas

medis yang dapat memonitor tekanan darah secara langsung (Schutte et al., 2022). Menurut penelitian yang dilakukan Susan (2019) teknik pengukuran secara *invasive* membutuhkan pengawasan dan persiapan khusus.

Selain kedua teknik pengukuran di atas, beberapa peneliti dalam bidang komputasi juga telah mengembangkan beberapa instrumen untuk mengukur tekanan darah diantaranya menggunakan teknologi *machine learning* yang dikenal dengan *Pulse Transite Time* (PTT) dengan menempatkan *finger sensor* pada jari manis. Teknik ini memiliki Tingkat akurasi 96% (Susana, 2019). Berdasarkan penelitian yang dilakukan Paviglianiti et.al (2022) teknik ini masih memiliki kelemahan yaitu hasil pengukuran menjadi tidak tepat jika jari digerakkan.

Beberapa peneliti bidang komputasi juga telah menggunakan sinyal EKG dalam menilai tekanan darah. Mereka berasumsi gelombang QRS, T dan gelombang T yang terlihat dari gelombang EKG dapat mewakili kontraktilitas jantung yang dapat dinilai pada mmHg (Miao et al., 2020). Miao mengukur tekanan darah menggunakan satu sinyal EKG yang secara berkelanjutan (*time series*) dan sinyal PPG serta tekanan darah pada pasien yang dirawat di ruang intensif. Hasil dari penelitian juga menunjukkan hasil akurasi yang bagus yakni sebesar $-0,22 \pm 5,82$ mmHg (sistolik), $-0,75 \pm 5,62$ mmHg (diastolik). Penelitian ini memiliki kelemahan karena untuk mendapatkan data penelitian harus menggunakan perangkat khusus.

Penelitian lain yang dilakukan Noer et al., (2022) mencoba mengukur tekanan darah yaitu dengan menggunakan teknologi *deep learning*

menggunakan *signal time domain* dari EKG. *Signal time domain* merupakan bentuk gelombang satu dimensi (1D). Penggunaan *data time domain* dari EKG sangat rumit, karena itu data berupa rekaman EKG yang berlangsung *real time* dan sangat sulit diperoleh. Untuk mendapatkan data time domain EKG diperlukan perangkat khusus. Sementara data EKG yang umum tersedia berupa gambar EKG dua dimensi (2D). Penelitian lainnya yang dilakukan oleh (Baker et al., 2021) juga mencoba mengukur tekanan darah menggunakan dua perangkat yaitu sinyal PPG dan sinyal EKG. Peneliti membutuhkan perangkat khusus untuk memperoleh data EKG dan menilai kualitas sinyal sebelum diolah sebagai data penelitian.

Berdasarkan beberapa literatur penelitian yang penulis lampirkan di atas hasil gambar rekaman EKG belum dimanfaatkan dalam mengukur tekanan darah menggunakan arsitektur *deep learning*.

Deep Learning adalah fungsi kecerdasan buatan yang meniru cara kerja otak manusia dalam memproses data dan menciptakan pola untuk digunakan dalam mengambil keputusan. *Deep Learning* adalah komputasi dengan membentuk sebuah model yang tersusun atas beberapa unit *layer processing* untuk mempelajari representasi data dengan beragam level abstraksi (Lecun et al., 2015). Metode *deep learning* adalah sebuah metode yang membuat komputer bisa diberi masukan data mentah dan secara otomatis menemukan *feature* yang dibutuhkan dalam proses klarifikasi dan deteksi (Lecun et al., 2015).

Metode *deep learning* telah dipergunakan dengan baik pada beberapa bidang antara lain pada *speech recognition*, *visual object recognition*, *object*

detection dan *prediction*. *Deep learning* telah berhasil mengatasi permasalahan data dalam bentuk *image processing*, *video processing* dan *audio processing* (Lecun et al., 2015). Metode *deep learning* mempunyai tingkat akurasi yang sangat tinggi, bahkan melebihi 95% dalam mendeteksi sebuah obyek. Hal ini telah diterapkan dalam pada *deep learning* model HR-ER. Akibat tingginya tingkat akurasi *deep learning* dalam melakukan *feature selection* sehingga hal ini memungkinkan *deep learning* untuk dipergunakan dalam berbagai bidang dalam akurasi yang tinggi (Zhao et al., 2019).

Penelitian yang dilakukan Schesinger et al, (2022) telah berhasil mengukur nilai *mean pulmonary capillary wedge pressure* (mPCWP) berdasarkan 12 lead EKG menjadi dua kelas tanpa harus melakukan echocardiografi. Penelitian lainnya yang dilakukan oleh Shinha et al. (2022) mampu mengukur denyut jantung menggunakan data EKG dengan menggunakan *deep learning*.

Beberapa peneliti di Indonesia juga telah menerapkan penggunaan teknologi artificial intelligent dalam pengukuran tekanan darah. Agus Riyadi, M (2016) melakukan penelitian tentang pengukuran tekanan darah dengan metode *non-invasive* yang dilakukan secara otomatis dengan menggunakan oscilometry yang diletakkan dipergelangan tangan dengan m algoritma MAA (*Maximum Amplitude Algorithm*) menggunakan sensor tekanan piezoresistive pada mikrokontroler Arduino Mega 2560. Beliau membuat suatu alat ukur tekanan darah dalam rentang 55 hingga 200 mmHg dengan rentang *heart rate* 0 hingga 300 bpm (*beat per minute*). Pada pengujian sistem diperoleh hasil galat rata-rata saat pengukuran sebesar 3,1% untuk sistolik, 6,6 % untuk diastolic dan 6,5 % untuk *heart rate*. Kelemahan dari penelitian ini adalah

perubahan dari posisi pasien dan letak manset sangat pengukuran sangat mempengaruhi hasil. Maharani (2016) juga telah melakukan penelitian dalam pengukuran dan pengklasifikasian tekanan darah berdasarkan *pulse transit time* menggunakan metode transformasi vavelet dan *support vector machine*. Beliau melakukan ekstraksi fitur sinyal EKG dan PPG kedalam bentuk gelombang PPT. Hasil penelitian diperoleh nilai akurasi sebesar 91, 67 %.

Penelitian lanjutan yang dilakukan oleh Susana (2019) juga mengembangkan pengukuran tekanan darah tanpa manset menggunakan metode *pulse transit time* (PTT) berbasis *machine learning* multivariat. Pengukuran tekanan darah melalui metode PTT didapat dari hasil penghitungan gelombang R_EKG dengan sinyal puncak *photophymogram* (PPG). Kelemahan pada penelitian ini adalah diperlukan ketelitian yang tinggi untuk menetapkan *delay time* (menunggu munculnya gelombang R-puncak EKG dengan puncak sinyal PPG) agar diperoleh nilai PPT yang tepat dalam menetapkan nilai sistolik dan diastolik.

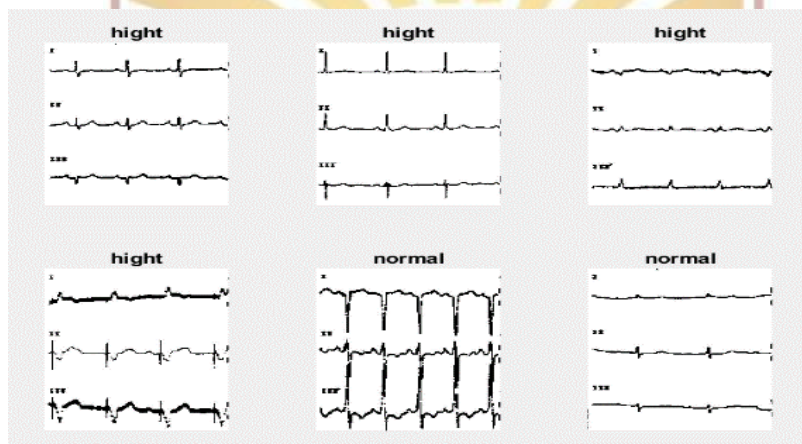
Saat ini pengukuran tekanan darah di RSUP dr M Jamil Padang masih menggunakan metode konvensional seperti menggunakan manset dan pengukuran secara *invasive*. Berdasarkan studi awal yang dilakukan peneliti di RSUP Dr M Jamil Padang pada tanggal 15-22 September 2022 yang penulis lakukan di ruang CVCU terhadap 10 orang pasien yang telah dilakukan tindakan PCI, Sembilan orang pasien dilakukan pemantauan tekanan darah menggunakan manset. Pengukuran dilakukan pada daerah pergelangan tangan ataupun pergelangan kaki yang tidak dilakukan tindakan *non-invasive*.

Berdasarkan observasi yang peneliti lakukan, penggunaan manset belum sepenuhnya mengikuti standar prosedur operasional (SPO) yang dikeluarkan rumah sakit. Hal ini terlihat dari manset yang digunakan tidak semuanya disesuaikan dengan ukuran lengan pasien. Manset terlihat dipasang pada 2,5 cm fossa cubiti namun pipa penghubung manset tidak berada tepat disebelah arteri. Perubahan lokasi manset terlihat akibat pengukuran yang dilakukan tiap 15 menit setelah tindakan PCI.

Hal yang sama juga terlihat pada satu orang pasien, dilakukan pemantauan tekanan darah secara intensif menggunakan pengukuran secara *invasive*. Arteriline terlihat terhubung pada sheat yang berada pada pembuluh arteri femoralis kanan yang gambarannya terlihat pada layer monitor. Pasien terlihat berbaring terlentang selama alat ini terpasang. Pada pasien ini juga dilakukan pengukuran tekanan darah secara *non-invasive* yang terpasang pada kaki/ lengan yang tidak dilakukan intervensi.

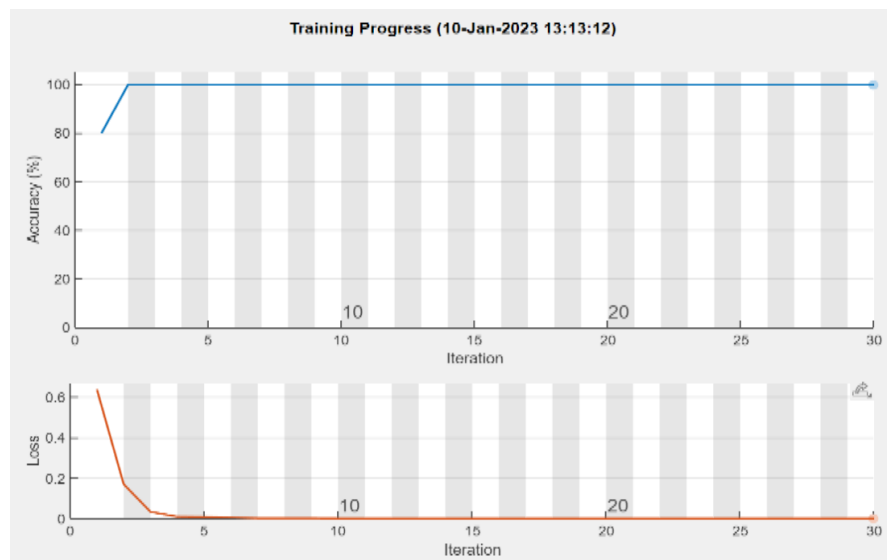
Berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan peneliti terhadap pasien yang terpasang manset, mereka mengeluhkan ketidaknyamanan akibat pengukuran yang harus dilakukan setiap 15 menit atau 1 jam. Pasien mengatakan sering terbangun karena hal tersebut. Sementara pada pasien yang terpasang arteriline, pasien mengeluh sering kebas pada kaki yang terpasang arteriline, dan punggung menjadi nyeri akibat berbaring lama. Adapun hasil rekaman EKG yang di ambil setelah dilakukan tindakan PCI hanya dipergunakan untuk menganalisa sejauh mana perubahan ST dan reperfusi injury.

Penelitian awal/uji coba yang sudah dilakukan peneliti selama 1 minggu diruangan kateterisasi jantung pada tanggal 20-27 Desember 2022 terhadap penggunaan rekaman ekg dalam mengukur tekanan darah menggunakan arsitektur *deep learning*, diperoleh 10 hasil data set rekaman EKG dengan nilai tekanan darah berdasarkan arteriline yang terdiri dari 6 buah sebagai data training dan 4 data sebagai testing data. Data tersebut tersebut kemudian penulis beri label berdasarkan kategori tekanan darah berdasarkan AHA 2017. Adapun data yang dihasilkan seperti gambar 1.1 dibawah ini.



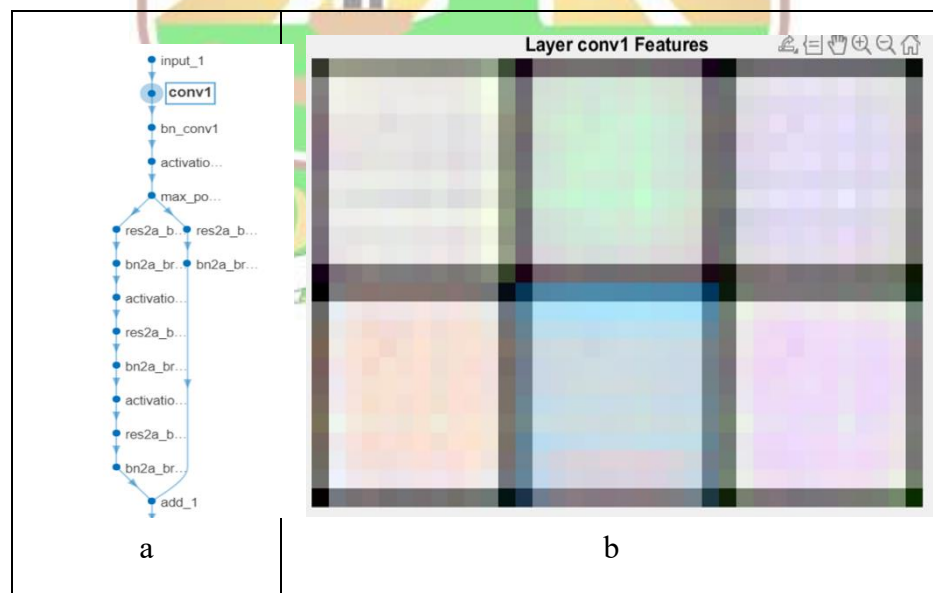
Gambar 1.1 Labelling data EKG

Selanjutnya data dianalisis menggunakan *deep learning* dengan *recidual network* untuk mendapatkan desain model yang diinginkan. Pada komputer prosesnya dapat dilihat pada gambar 1.2 dibawah:



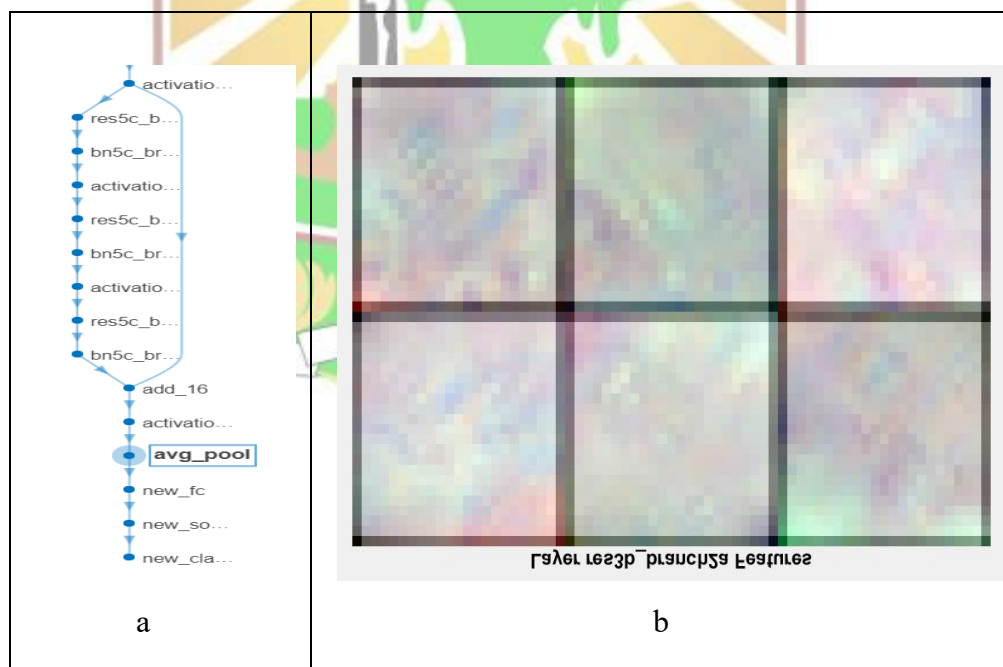
Gambar 1.2 Proses Komputasi Pembentukan Model

Adapun detail dari pembentukan desain model tersebut terlihat pada gambar 1. 3 dibawah.



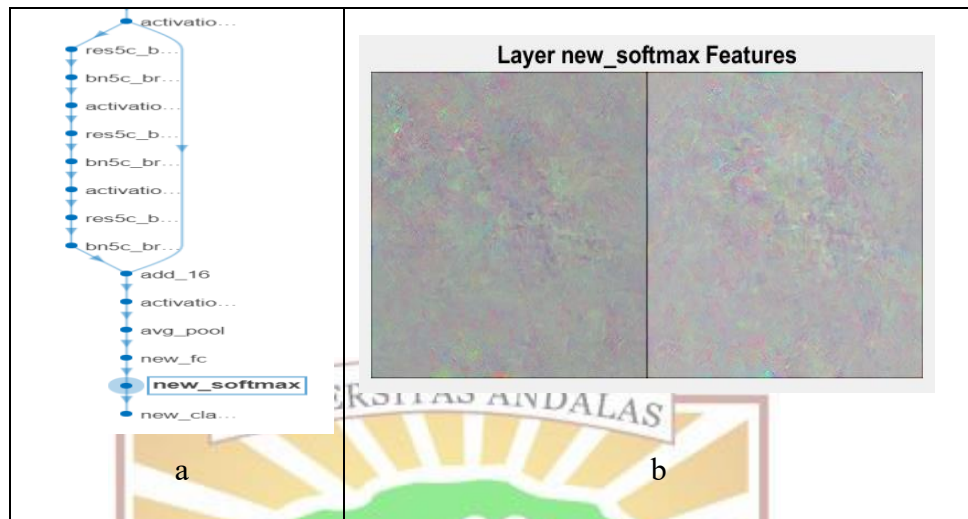
Gambar 1.3 Distribusi weight pada convolutional layer untuk iterasi 1

Data yang sudah di input di proses menggunakan *residual network* (layer 1) pada gambar 1.3. Selanjutnya, pada gambar 1.3 di atas terlihat proses pembentukan desain model menggunakan arsitektur *residual network* berada pada tahap *convolutional layer*. Pada proses ini terjadi proses *filtering* dari gambar EKG berdasarkan label (kategori) yang dimasukkan. Proses ini menghasilkan *weight* (bobot). *Weight* diperoleh dari 64 chanel seperti terlihat pada gambar (1.3 b). *Weight* merupakan bagian dari proses klasifikasi. Proses ini terjadi secara berkelanjutan. Gambar 1.3 berlangsung pada layer 2 (iterasi 1). Untuk distribusi *weight* pada layer 174 pada iterasi pertama diperoleh gambar distribusi *weight* seperti dibawah dengan jumlah cahnel sebanyak 2048 chanel (gambar 1.4).



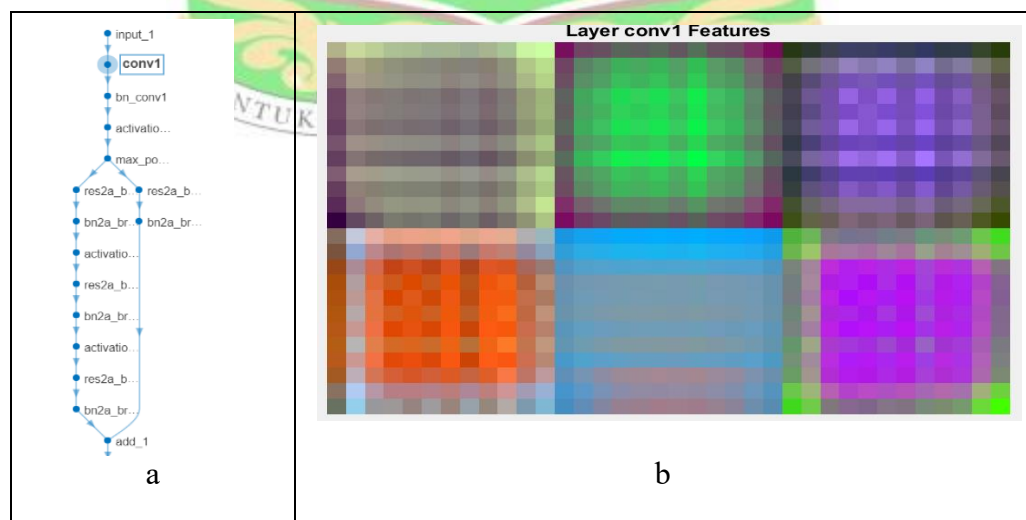
Gambar 1.4 Distribusi *weight* pada avg-poll untuk iterasi 1

Selanjutnya pada layer akhir/ klasifikasi layer pada iterasi 1 atau yang disebut *new-softmax* diperoleh *disains model* seperti gambar 1.5 dibawah ini.

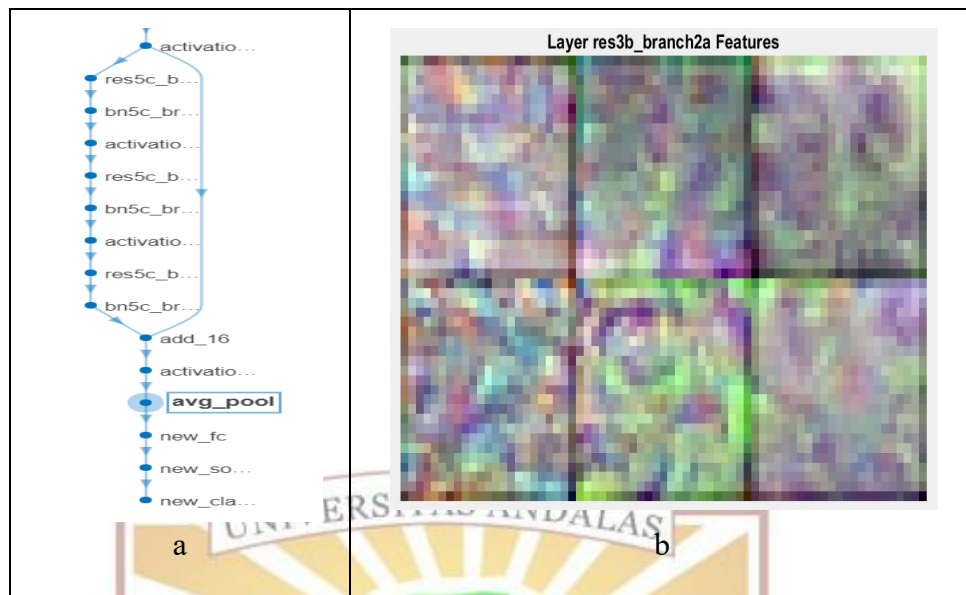


Gambar 1.5 Distribusi weight pada new-softmax untuk iterasi1

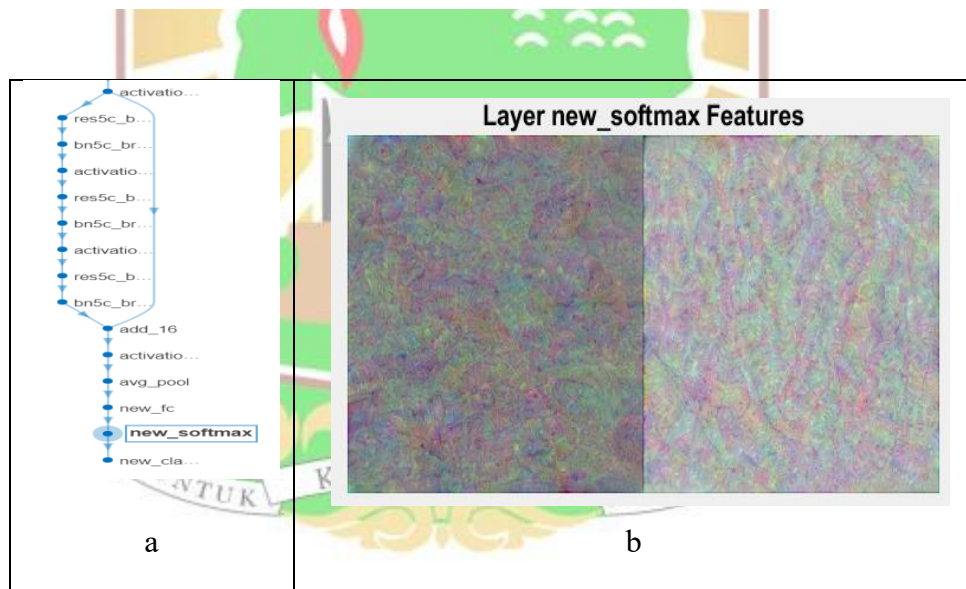
Pada gambar 1.5 weight terdistribusi menjadi menjadi 2 chanel. Proses pembentukan model pada uji coba ini berlangsung sebanyak 30 iterasi dan dari layer 1 sampai layer akhir.



Gambar 1.6 Distribusi weight pada convolutional layer untuk iterasi 30



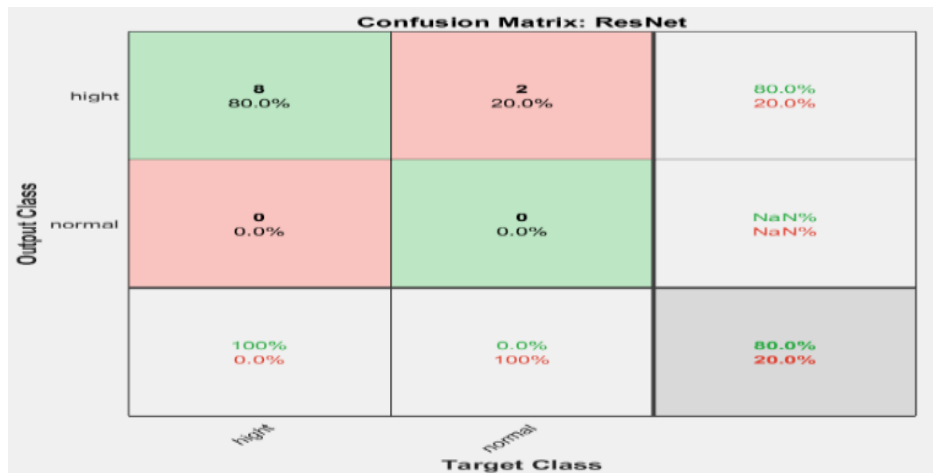
Gambar 1.7 Distribusi weight pada avg-polling untuk iterasi 30



Gambar 1.8 Distribusi weight pada newsoftmax untuk iterasi30

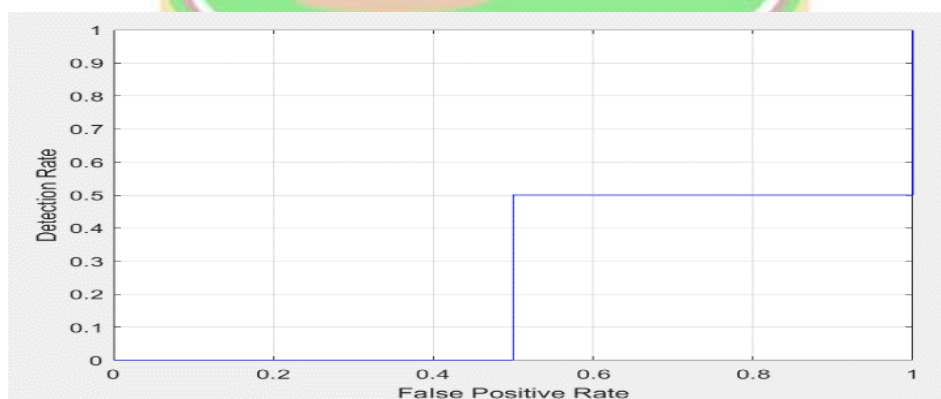
Berdasarkan gambar 1.5 dan 1.8 distribusi weigh yang didapatkan berbeda. Perbedaan nilai weigh ini mampu untuk melakukan operasi klasifikasi. Tahap berikutnya dari desainned model yang diperoleh dilakukan testing process.

Proses ini terjadi secara berkelanjutan. Residual Network uji validitas dengan menggunakan confusion matriks. Hal ini terlihat pada gambar 1.9 dibawah



Gambar 1.9 Confusion Matrics Dari Uji Confusion Matric dari Uji Sementara

Untuk lebih menguatkan akurasi dan performa metode yang diterapkan pada studi awal ini maka dilakukan juga pengukuran menggunakan kurva ROC. Hasil yang didapatkan seperti pada gambar 2.0 dibawah ini



Gambar 2.0 ROC Curve Dari Uji Coba Penelitian

B. Rumusan Masalah

Teknik pengukuran tekanan darah secara *invasive* maupun secara *non-invasive* belum dapat dipergunakan secara maksimal karena masih memiliki berbagai macam kekurangan. Pengukuran tekanan darah berdasarkan gambar rekaman EKG dengan menggunakan desain model yang dihasilkan dengan *deep learning* dapat membantu petugas dalam mengukur tekanan darah pasien. Teknik pengukuran ini merupakan bentuk pemanfaatan kecerdasan buatan dalam membantu dan mempercepat kerja perawat dalam melakukan tugas dasar. Berdasarkan fenomena latar belakang diatas peneliti telah melakukan penelitian mengenai “Bagaimanakah hasil analisa tekanan darah melalui gambar rekaman EKG menggunakan metode *deep learning* pada pasien *post* PCI?”

C. Tujuan Penelitian

1. Tujuan Umum

Menganalisa tekanan darah berdasarkan gambar rekaman EKG menggunakan metode *Deep Learning* pada pasien *post* PCI.

2. Tujuan Khusus

- a. Untuk diketahui karakteristik pasien dan nilai tekanan darah secara *invasive* menggunakan arteriline pada pasien yang sudah dilakukan tindakan PCI
- b. Diperoleh fitur dari gambar rekaman EKG pada pasien yang sudah dilakukan tindakan PCI

- c. Diperoleh suatu desain model interpretasi EKG menjadi tekanan darah menggunakan aplikasi *deep learning* dengan menggunakan *training data*
- d. Diperoleh hasil uji validitas dan reabilitas terhadap desain model yang telah teruji menggunakan *cooficient matric* dan *ROC Curve*
- e. Diperoleh hasil tekanan darah dengan mengimplementasikan desain model (netTransfer) terhadap gambar rekaman EKG

D. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Bagi Institusi Pendidikan

Secara teoritis penelitita ini berguna dalam mengembangkan ilmu pengetahuan perawat (penulis) dalam hal pemanfaatan teknologi berbasis kecerdasan buatan/*artificial intelligent (deep learning)* dalam mengukur tekanan darah

2. Manfaat Bagi Pelayanan Keperawatan

- a. Desain model yang diperoleh dari gambar EKG menggunakan *artificial intelligent (deep learning)* dapat digunakan dalam menilai tekanan darah pasien post PCI
- b. Hasil penelitian ini nantinya memudahkan perawat dalam melakukan tindakan keperawatan dasar (pengukuran tanda-tanda vital) yang dapat diperoleh bersamaan dengan gambar EKG tanpa harus melakukan pengukuran secara langsung kepada pasien.

