

**RANCANG BANGUN SISTEM PREDIKSI KEJADIAN STROKE
BERULANG BERBASIS *INTERNET OF THINGS* DAN *CLOUD*
COMPUTING MENGGUNAKAN ALGORITMA
JARINGAN SARAF TIRUAN**

SKRIPSI



Oleh :

GRATHYA SRI MULYANI

H13116522

PROGRAM STUDI ILMU KOMPUTER

DEPARTEMEN MATEMATIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2020



**RANCANG BANGUN SISTEM PREDIKSI KEJADIAN STROKE
BERULANG BERBASIS *INTERNET OF THINGS* DAN *CLOUD*
COMPUTING MENGGUNAKAN ALGORITMA
JARINGAN SARAF TIRUAN**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana
Komputer pada Program Studi Ilmu Komputer Departemen Matematika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin
Makassar**

UNIVERSITAS HASANUDDIN

GRATHYA SRI MULYANI

H13116522

PROGRAM STUDI ILMU KOMPUTER

DEPARTEMEN MATEMATIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS HASANUDDIN

2020



LEMBAR PERNYATAAN KEOTENTIKAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sungguh-sungguh bahwa skripsi yang saya buat dengan judul:

**RANCANG BANGUN SISTEM PREDIKSI KEJADIAN STROKE
BERULANG BERBASIS *INTERNET OF THINGS* DAN *CLOUD
COMPUTING* MENGGUNAKAN ALGORITMA
JARINGAN SARAF TIRUAN**

adalah benar hasil karya saya sendiri bukan hasil plagiat dan belum pernah dipublikasikan dalam bentuk apapun.

Makassar 15 September 2020



Grathya Sri Mulyani

NIM. H 131 16 522



**RANCANG BANGUN SISTEM PREDIKSI KEJADIAN STROKE
BERULANG BERBASIS *INTERNET OF THINGS* DAN *CLOUD*
COMPUTING MENGGUNAKAN ALGORITMA
JARINGAN SARAF TIRUAN**

Disetujui Oleh:



Pembimbing Utama

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Armin Lawi'.

Dr. Eng. Armin Lawi, S.Si., M.Eng.
NIP. 19720423 199512 1 001

Pembimbing Pertama

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Musfirah Putri Lukman'.

Musfirah Putri Lukman, S.T., MT
NIP. 19880409 201903 2 017

Pada Tanggal: 15 September 2020



HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Grathya Sri Mulyani
NIM : H13116522
Program Studi : Ilmu Komputer
Judul Skripsi : Rancang Bangun Sistem Prediksi Kejadian Stroke Berulang Berbasis *Internet of Things* dan *Cloud Computing* Menggunakan Algoritma Jaringan Saraf Tiruan

Telah berhasil dipertahankan dihadapan dewan penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer pada Program Studi Ilmu Komputer Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.

DEWAN PENGUJI

Tanda Tangan

1. Ketua : Dr. Eng. Armin Lawi, S.Si., M.Eng. (.....)
2. Sekretaris : Musfirah Putri Lukman, S.T., M.T. (.....)
3. Anggota : A. Muh. Amil Siddik, S.Si., M.Si. (.....)
4. Anggota : Dr. Hendra, S.Si, M.Kom.. (.....)

di : Makassar

: 15 September 2020



Optimization Software:
www.balesio.com



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan kasih karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul **Rancang Bangun Sistem Prediksi Kejadian Stroke Berulang Berbasis *Internet of Things* dan *Cloud Computing* Menggunakan Algoritma Jaringan Saraf Tiruan.**

Terselesainya skripsi ini tidak terlepas dari bantuan dari berbagai pihak baik dalam bentuk moril maupun materil baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu penulis mengucapkan terimakasih dan apresiasi yang tak terhingga kepada Bapak dan Ibu saya, **Oktovianus Bannepadang** dan **Abiatati** atas doa, nasehat, dan dukungan kepada penulis, serta kepada saudara-saudara saya **Abdiel Bina Kencana**, **Hady Meisel**, dan **Aleyna Ivana Athalia** atas dukungan dan doa yang diberikan. Semoga dengan selesainya skripsi ini dapat membahagiakan mereka semua.

Penulis juga mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu **Prof. Dr. Dwia Aries Tina Pulubuhu**, selaku **Rektor Universitas Hasanuddin** beserta jajarannya, Bapak **Eng. Amiruddin, S.Si., M.Si.**, selaku **Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam** beserta jajarannya.
2. Bapak **Dr. Nurdin, S.Si., M.Si.**, selaku Ketua Departemen Matematika, dan Ibu **Dr. Kasbawati, S.Si., M.Si.**, selaku Sekretaris Jurusan, para dosen pengajar yang telah memberikan ilmu dan bantuan selama penulis menjalani pendidikan. Pegawai Akademik Departemen Matematika atas segala bantuan yang selama ini yang telah diberikan.
3. Bapak **Dr. Eng. Armin Lawi, S.Si., M.Eng.**, dan Ibu **Musfirah Putri Lukman, S.T, M.T.**, selaku dosen pembimbing atas segala ilmu, bantuan, saran, nasehat, dan motivasi yang telah diberikan selama proses menjalani pendidikan serta kesabaran dalam membimbing penulis dalam proses penyusunan skripsi ini.

terhadap Bapak **Dr. Hendra, S.Si, M.Kom.**, dan Bapak **A. Muh. Amil Siddik, S.Si.**, selaku dosen penguji yang telah meluangkan waktunya, atas segala bantuan dan saran dalam penyusunan skripsi ini.



5. Mediang Bapak **Dr. Diaraya, M.Ak.** selaku kepala prodi ilmu komputer dan dosen Pembimbing Akademik, yang telah membimbing dan menasehati selama menjadi mahasiswa ilmu komputer.
6. Bapak **dr. Hendrik Saranga** selaku direktur RS Elim Rantepao, Bapak **dr. Vicky Henoeh Kandou** selaku direktur RS Fatimah Makale, dan Ibu **Ruth** selaku kepala bagian Rekam Medis RS Stella Maris Makassar atas segala bantuan dan kesempatan yang diberikan kepada penulis untuk meneliti.
7. Teman-teman seperjuangan **Karla Yusmita Salipadang, Sesilia Shindy Pandin** yang telah menemani penulis dalam menuntut ilmu bersama, berjuang bersama, saling mendukung, memberi motivasi dan semangat. Saudara **Zinedine Kahlil Gibran Zidane, Rio Mukhtarom, Marfiandhi Putra** yang telah membantu dan mendukung penulis dalam penyusunan skripsi.
8. Teman-teman **Ilmu Komputer 2016** atas kebersamaan, perjuangan, dan kenangan yang telah kita lalui bersama.
9. Kakak-kakak serta adik-adik **Ilmu Komputer 2014, 2015, 2017, dan 2018**.
10. Rekan-rekan **KKN PPM Pare-pare Gelombang 102** atas kebersamaan dan pengabdian, dan kenangan selama menjalani KKN.
11. Keluarga Besar **GMKI Komisariat FMIPA UNHAS** dan teman-teman **MIPA KRISTEN 2016** atas doa dan semangat yang diberikan kepada penulis.
12. Pihak lainnya yang tidak mungkin dituliskan secara satu persatu yang telah berpartisipasi dalam penyusunan skripsi ini baik secara langsung maupun tidak langsung

Pada kesempatan ini juga penulis mohon maaf apabila terdapat kesalahan baik yang disadari maupun tidak disadari. Segala kritik dan saran yang membangun dari para pembaca saya harapkan. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua dan menjadi bahan masukan dalam dunia Pendidikan.

Makassar, 15 September 2020

Grathya Sri Mulyani



PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Hasanuddin, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Grathya Sri Mulyani
NIM : H13116522
Programa Studi : Ilmu Komputer
Departemen : Matematika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Hasanuddin **Hak Prediktor Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas tugas akhir saya yang berjudul:

**“Rancang Bangun Sistem Prediksi Kejadian Stroke Berulang Berbasis
Internet of Things dan *Cloud Computing* Menggunakan Algoritma Jaringan
Saraf Tiruan”**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Terkait dengan hal diatas, maka pihak universitas berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di Makassar pada 15 September 2020

Yang menyatakan



(Grathya Sri Mulyani)



ABSTRAK

Stroke merupakan suatu kondisi dimana terjadi kurangnya persediaan darah ke otak. Stroke berulang biasanya terjadi pada penderita yang kurang mengontrol diri dan tingkat kesadaran yang rendah. Penderita stroke mempunyai peluang yang lebih besar untuk mengalami serangan stroke berulang dan dapat memperburuk kondisi penderita dan meningkatkan biaya perawatan. Dalam dunia kesehatan saat ini sedang dikembangkan mengenai *Internet of Things in Healthcare system*, salah satunya pemantauan kondisi kesehatan pasien secara *wireless* dan *wearable*. Model algoritma jaringan saraf tiruan di perlukan untuk meningkatkan keefektifan dalam mendiagnosa pasien. Dari masalah tersebut dibuatkan sistem berbasis IoT untuk mengumpulkan tanda-tanda vital pasien stroke yang kemudian data dikomunikasikan ke *cloud computing* untuk disimpan dan diolah. Kemudian dibuatkan model algoritma jaringan saraf tiruan untuk memprediksi kejadian stroke berulang. Sistem yang dibuat mampu mengukur tanda-tanda vital pasien. Serta menghasilkan model algoritma jaringan saraf tiruan dengan tingkat akurasi prediksi yang tinggi.

Kata Kunci: Stroke, *Internet of Things*, *Cloud Computing*, Jaringan Saraf Tiruan



ABSTRACT

Stroke is a condition where lack of blood supply to brain. Recurrent strokes usually occur in patients with less self-control and low levels of awareness. Stroke sufferers have a greater chance of having recurrent attacks and can worsen the patient's condition and improve treatment costs. In medical sector, the Internet of Things in Healthcare system is currently being developed, one of that is monitoring system for patient's health condition wirelessly and wearable. The neural network algorithm model is needed to increase the effectiveness in diagnosing patients. From this problem, an IoT-based system was created to collect the vital signs of stroke patients which were then communicated to cloud computing to be stored and processed. Then an artificial neural network algorithm model was made to predict the recurrent strokes. The system create is able to measure the patient's vital signs. And produce an artificial neural network algorithm model with a high accuracy of prediction.

Keywords: Stroke, Internet of Things, Cloud Computing, Artificial Neural Network



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERNYATAAN KEOTENTIKAN	iii
HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
KATA PENGANTAR.....	vi
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	viii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Landasan Teori	5
2.1.1 Kejadian Stroke Berulang.....	5
2.1.2 Faktor Resiko Stroke	7
2.1.3 <i>Internet of Things</i>	8
2.1.4 <i>Cloud Computing</i>	11
2.1.5 Jaringan Saraf Tiruan.....	13
2.1.1 Kualitas Pelayanan.....	19
2.2 <i>State of the Art</i>	19
<i>IoT-Fog Based Healthcare Framework to Identify and Control tension Attack</i>	<i>19</i>
<i>Use IoT to Provide a New Model for Remote Heart Attack Prediction</i>	<i>20</i>



2.2.3	<i>Risk Score for Predicting Recurrence in Patients with Ischemic Stroke: The Fukuoka Stroke Risk Score for Japanese</i>	20
2.2.4	CI-DPF: A Cloud IoT Based Framework for Diabetes Prediction.....	20
2.2.5	Portable Monitoring Penderita Penyakit Jantung Terhadap Serangan Berulang Berbasis GPS dan Android	21
2.2.6	Internet of Health Things: Toward Intelligent Vital Signs Monitoring in Hospital Wards.....	21
2.3	Kerangka Konseptual	22
BAB III METODE PENELITIAN		24
3.1	Waktu dan Lokasi Penelitian.....	24
3.2	Teknik Pengumpulan Data	24
3.3	Sumber Data	24
3.4	Objek dan Variabel Penelitian.....	24
3.5	Rancangan Sistem	25
3.5.1.	Rancang Bangun Alat	25
3.5.2.	Rancangan Skematik Alat.....	26
3.5.3.	Rancangan Use Case Diagram.....	27
3.6.	Instrumen Penelitian.....	27
3.7.	Tahapan Penelitian	28
3.7.1	Analisis Kebutuhan Sistem.....	29
3.7.2	Pembuatan Model Jaringan Saraf Tiruan.....	29
3.7.3	Pembuatan Rangkaian IoT.....	29
3.7.4	Pembuatan Aplikasi Android.....	30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		31
4.1	Hasil Rancang Bangun Alat	31
4.2.1	Wemos D1 mini dan Pulse Sensor.....	32
4.2.2	Wemos D1 mini, MLX90614, dan Sound Sensor.....	33
4.2	Hasil Rancang Bangun Perangkat Lunak.....	34
4.2.1	Database.....	34
	Aplikasi Android.....	36
	Pembuatan Model Jaringan Saraf Tiruan.....	36
	Implementasi model pada data alat dan aplikasi	42



4.3	Kualitas Pelayanan	42
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		44
5.1	Kesimpulan.....	44
5.2	Saran	44
DAFTAR PUSTAKA		46
LAMPIRAN.....		49



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Stroke Iskemik.....	5
Gambar 2.2 Stroke Hemoragik	5
Gambar 2.3 Wemos D1 mini V2.....	9
Gambar 2.4 Pulse Sensor	10
Gambar 2.5 Sensor MLX90614	11
Gambar 2.6 Sensor Suara Digital.....	11
Gambar 2.7 Lapisan Cloud Computing	12
Gambar 2.8 Algoritma Jaringan Saraf Tiruan.....	13
Gambar 2.9 Contoh Model Komputasi Jaringan Saraf Tiruan	14
Gambar 2.10 Multi-Layer Perceptron	15
Gambar 2.11 Forward pass	16
Gambar 3.1 Rancangan Sistem	25
Gambar 3.2 Blok Diagram Alat	26
Gambar 3.3 Rancangan Skematik Alat	26
Gambar 3.4 Use Case Diagram.....	27
Gambar 3.5 Diagram alur penelitian.....	28
Gambar 4.1 Rangkaian Alat.....	31
Gambar 4.2 Penggunaan Alat	31
Gambar 4.3 Diagram Alur Cara Kerja Alat	32
Gambar 4.4 Rangkaian Wemos D1 Mini dan Pulse Sensor.....	32
Gambar 4.5 Rangkaian Wemos D1 Mini, MLX90614, dan Sound Sensor	33
Gambar 4.6 Mendefinisikan Kode Token Firebase dan WiFi pada Arduino IDE	35
Gambar 4.7 Tampilan Firebase dari Alat.....	35
Gambar 4.8 Tampilan Firebase dari Android	35
Gambar 4.9 Tampilan Menginput Riwayat Penyakit Pasien	36
Gambar 4.10 Tampilan Hasil Pengukuran Tanda-tanda Vital dari Alat.....	36
Gambar 4.11 Visualisasi Data Pada Kelas Stroke	38
4.12 Setelah dilakukan Teknik Oversampling	38
4.13 Rata-rata Nilai Akurasi Data Training	39
4.14 Rata-rata Nilai Loss Data Training	39



Gambar 4.15 Jumlah Data testing	40
Gambar 4.16 Perbandingan Nilai Akurasi pada Training dan Validasi.....	41
Gambar 4.17 Perbandingan Nilai Loss pada Training dan Validasi.....	41
Gambar 4.18 Hasil Akurasi Training dan Testing	41
Gambar 4.19 Hasil Prediksi	42



DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Rangkaian Pin Wemos D1 Mini dan Pulse Sensor	33
Tabel 4.2 Rangkaian Pin Wemos D1 Mini, MLX90614, dan Sound Sensor	34
Tabel 4.3 Variabel Data	37
Tabel 4.4 Nilai Akurasi dan Loss Pada Data Training.....	38
Tabel 4.5 Nilai Validasi Akurasi dan Loss Pada Validation set	40
Tabel 4.6 Hasil penggabungan data frame	42
Tabel 4.7 Performa Database	43



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Stroke atau *Cerebrovascular accident* (CVA) merupakan suatu kondisi dimana terjadi kurangnya persediaan darah ke otak. Menurut Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) pada tahun 2013, Stroke merupakan penyebab utama kematian dan disabilitas di Indonesia sebesar 12,1% (DIRJENP2P, 2017). Hasil riskesdas pada tahun 2018 prevalensi penyakit stroke meningkat dari 7% menjadi 10,9 (Balitbangkes, 2018). Stroke juga dapat dicegah jika mengetahui dan menghindari faktor-faktor yang meningkatkan risiko serangan stroke (Indrawati, Sari, & Dewi, 2016).

Pada penderita stroke setelah serangan yang pertama, stroke terkadang bisa terjadi lagi dengan kondisi yang lebih parah. Kejadian stroke berulang adalah ancaman utama yang akan dihadapi pada penderita stroke. Stroke berulang biasanya terjadi pada penderita yang kurang mengontrol diri dan tingkat kesadaran yang rendah (Sari, 2015). Penderita stroke mempunyai peluang yang lebih besar untuk mengalami serangan stroke berulang dan dapat memperburuk kondisi penderita dan meningkatkan biaya perawatan.

Faktor resiko kejadian berulang stroke berhubungan dengan tekanan darah tinggi, riwayat diabetes, dan penyakit jantung (NHLBI, 2019). Resiko stroke berulang berhubungan dengan faktor resiko yang dimiliki oleh penderita stroke, semakin banyak faktor resiko yang diderita semakin tinggi kemungkinan terjadi stroke berulang.

Dalam dunia kesehatan saat ini sedang dikembangkan *Internet of Things in Healthcare system*, salah satunya pemantauan kondisi kesehatan pasien secara *wireless* dan *wearable*. Begitu juga dalam perpaduan antara teknologi *Mobile* dan *Internet of Things* saat ini sangat unggul dalam mengembangkan sistem *monitoring* berbagai kesehatan (Majumder, ElSaadany, ElSaadany, Ucci, & Rahman, 2017). *Internet of Things* dapat dianggap sebagai bidang aplikasi utama dari teknologi

si jarak jauh untuk komunikasi cepat antara pasien dan tenaga medis (Park, 2017).

Internet of Things dan *Cloud computing* saling bergantung satu sama lain. Kombinasi kedua hal tersebut dapat menjadi *platform* yang kuat untuk



memantau pasien di lokasi terpencil yang menyediakan informasi kesehatan secara terus menerus baik kepada dokter maupun penjaga pasien (*caregiver*) yang dapat mempermudah untuk mengontrol pasien (Verma & Sood, 2017).

Sistem monitoring seperti ini dapat dikombinasikan dengan algoritma analisis *real-time* untuk menilai kondisi kesehatan pasien. Fitur dari Jaringan saraf tiruan yaitu akurasi dan *learning rate* yang tinggi (Yahyaie & Tarokh, 2018), yang membuat algoritma jaringan saraf tiruan dapat digunakan dalam memprediksi kejadian stroke berulang.

Dari masalah tersebut dibuatkan sistem berbasis *Internet of Things* dan *Cloud Computing* untuk mengumpulkan tanda-tanda vital pasien stroke yang kemudian data dikomunikasikan ke cloud computing untuk disimpan dan diolah. Kemudian dibuatkan model algoritma jaringan saraf tiruan untuk memprediksi kejadian stroke berulang



1.2 Rumusan masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu :

1. Bagaimana mengumpulkan data denyut nadi, suhu tubuh, dan frekuensi pernapasan secara otomatis menggunakan sistem pendeteksi alat-alat vital manusia?
2. Bagaimana data dikomunikasikan ke *Cloud Computing* untuk disimpan dan diolah?
3. Bagaimana membuat model algoritma jaringan saraf tiruan untuk memprediksi kejadian stroke berulang dari data?
4. Bagaimana mengetahui hasil prediksi stroke berulang dari alat menggunakan model jaringan saraf tiruan?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengumpulkan data denyut nadi, suhu tubuh, dan frekuensi pernapasan secara otomatis menggunakan *Internet of Things*.
2. Mengkomunikasikan data ke *Cloud Computing* untuk disimpan dan diolah.
3. Membuat model algoritma untuk memprediksi kejadian stroke berulang.
4. Untuk mengetahui hasil prediksi stroke berulang dari alat menggunakan model jaringan saraf tiruan.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut :

1. *Caregiver* (penjaga)

Sebagai bahan informasi bagi penjaga atau perawat pasien (*caregiver*) agar lebih waspada pada keadaan pasien yang mengalami penurunan kondisi karena terjadinya stroke berulang.

2. Dokter

Sebagai tambahan informasi agar dokter bisa lebih mudah menangani serta mengetahui nilai vital kondisi terkini pasien sehingga proses penanganan pasien bisa lebih cepat dan efisien.



3. Pasien

Sebagai tambahan informasi agar pasien lebih menjaga kondisi karena mengetahui lebih awal mengenai data-data terkait kesehatan tubuh.

1.5 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Data yang diambil berdasarkan tanda-tanda vital pasien dan faktor resiko (hipertensi, diabetes melitus, dislipidemia, perokok, fibrilasi atrium).
2. Alat pengukur tanda-tanda vital berbentuk *prototype*.
3. Tidak melakukan analisis lebih jauh untuk penggunaan alat.
4. Pembuatan model berdasarkan data pasien stroke dan pasien yang memiliki riwayat stroke.
5. Tidak melakukan analisis lebih jauh pada model jaringan saraf tiruan.

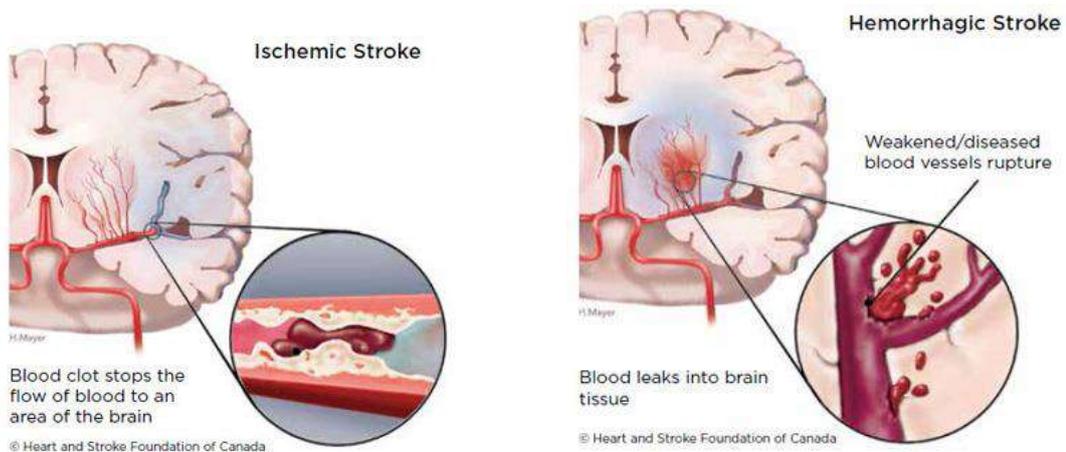


BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

2.1.1 Kejadian Stroke Berulang

Stroke merupakan suatu kondisi dimana terjadinya gangguan fungsi saraf akut di otak yang disebabkan oleh tersumbatnya pembuluh darah di otak atau pecahnya pembuluh darah yang terjadi secara cepat atau mendadak. Stroke terjadi biasanya diakibatkan oleh pembekuan darah di dalam pembuluh otak atau leher (*thrombosis*) seperti pada Gambar 2.1, pembekuan darah atau material lain yang di bawa ke otak dari bagian tubuh lain (*embolisme serebral*), penurunan aliran darah ke area otak (*iskemia*), dan pada Gambar 2.2 pecahnya pembuluh darah serebral dengan pendarahan ke dalam jaringan otak atau ruang sekitar otak (*hemoragi serebral*).



Gambar 2.1 Stroke Iskemik

Gambar 2.2 Stroke Hemoragik

Menurut kriteria WHO, definisi stroke pertama dan stroke berulang yaitu gangguan fungsional otak yang terjadi secara mendadak dengan tanda dan gejala klinik baik fokal maupun global yang berlangsung lebih dari 24 jam, atau yang dapat menimbulkan kematian disebabkan oleh gangguan peredaran darah otak yang terjadi atau muncul setelah serangan pertama kali (WHO, 2020).

Hasil data dari Riset Kesehatan dasar tahun 2013 menunjukkan stroke di telah mencapai 12,1 per 1000 penduduk. Sedangkan dari survei Dinas n Provinsi Jawa Tengah yang dilakukan pada tahun 2016 menunjukkan



angka tertinggi untuk kasus baru stroke di kota Jepara yaitu sebanyak 6.231 kasus, dan di Kabupaten Sukoharjo mencapai 1.883 kasus. Di dapatkan sekitar 750.000 insiden stroke pertahun, dan 200.000 diantaranya terjadi stroke berulang (Kiyenda & Argarachmah, 2019).

Pasien penderita kardiovaskuler salah satunya stroke disebut pasien monitor. Tujuan dari monitoring keadaan pasien yaitu untuk mengetahui kondisi fisiologis pasien secara *real-time*. Salah satu jenis pasien monitor yaitu *vital signs* (tanda-tanda vital). Parameter yang digunakan pada *vital signs* antara lain saturasi oksigen (SpO2) yaitu kadar oksigen dalam darah, detak jantung yaitu pemeriksaan kecepatan denyut nadi, yang dihitung dalam denyut per menit (BPM), tensi atau NIBP (*Non-Invasive Blood Pressure*) yaitu pemeriksaan tekanan darah, serta *temperature* atau pemeriksaan suhu tubuh.

Batasan stroke berulang yang diajukan pada beberapa peneliti, diantaranya oleh Burn dkk (1994), Hankey dkk. (1998), serta Husni dan Laksmawati (2001) yaitu sebagai berikut:

1. Adanya defisit baru atau eksaserbasi defisit terdahulu dan bukan disebabkan oleh keadaan toksik atau penyakit akut lainnya.
2. Defisit neurologi baru pada sisi yang berbeda. Keadaan ini dapat secara dini atau lanjut. Bila defisit neurologi pada sisi yang sama dari kejadian sebelumnya jangka waktu kejadian harus lebih dari 21 hari. Pada pasien usia lanjut yang menunjukkan perburukan aktivitas sehari-hari tetapi tidak terdapat defisit neurologi baru, tidak dapat dimasukkan dalam batasan ini.
3. Tidak termasuk dalam batasan ini apabila tanpa gejala atau tanpa tanda klinis neurologi baru, walaupun hasil pemeriksaan CT Scan kepala atau otopsi otak menemukan lesi baru.

Stroke berulang juga didefinisikan sebagai kejadian serebrovaskular baru yang memiliki kriteria berikut: defisit neurologik yang berbeda dengan stroke pertama, kejadian yang meliputi daerah anatomi atau daerah pembuluh darah yang berbeda dengan stroke pertama, dan kejadian mempunyai sub tipe stroke yang berbeda dengan stroke pertama.



2.1.2 Faktor Resiko Stroke

Faktor resiko adalah segala sesuatu yang mempengaruhi perubahan seseorang terhadap sebuah penyakit. Stroke mempunyai banyak penyebab yang dapat menyebabkan seseorang mengalami stroke. Berbagai faktor yang terdapat pada seseorang bisa menjadi penyebab terjadinya stroke, hal tersebut yang mengakibatkan seseorang yang sudah pernah mengalami stroke memungkinkan untuk terkena serangan kedua (stroke berulang) (Sari, 2015).

Serangan stroke pada penderita dapat dicegah atau ditanggihkan. Saat ini telah banyak dilakukan penelitian terhadap stroke. Hal ini dapat memperkaya pengertian kita mengenai terjadinya stroke serta perjalanan penyakitnya. Berbagai faktor yang berperan telah diketahui dan memberikan dasar program pencegahan yang efektif.

Faktor resiko pada stroke berlaku pada kejadian stroke berulang, pengendalian faktor resiko dapat menurunkan angka kejadian stroke berulang. Faktor resiko stroke terdiri dari faktor resiko yang tidak dapat diubah dan faktor resiko yang dapat diubah.

1. Faktor resiko yang tidak dapat diubah
 - a. Umur
 - b. Jenis Kelamin
2. Faktor resiko yang dapat diubah
 - a. Hipertensi, merupakan faktor resiko utama terjadinya stroke. Penderita yang mempunyai tekanan darah diastolik $>95\text{mmHg}$ sangat berhubungan erat dengan kejadian stroke berulang.
 - b. Diabetes melitus merupakan salah satu faktor resiko terjadinya stroke berulang. Kadar gula darah $\geq 200\text{mg/dl}$ meningkatkan resiko terjadinya stroke berulang.
 - c. Penyakit jantung seperti penyakit jantung iskemik, kardiomiopati, gagal jantung, dan fibrilasi atrium dapat menyebabkan pembekuan darah yang menyebabkan stroke.



Merokok menimbulkan kontribusi yang sangat signifikan terhadap kejadian stroke. Merokok dapat merusak pembuluh darah dan menaikkan tekanan darah.

Jika faktor resiko dapat ditanggulangi dengan baik, maka kemungkinan terkena stroke dapat berkurang. Semakin banyak faktor resiko yang diderita semakin tinggi kemungkinan terjadi stroke berulang (Utami, 2015).

2.1.3 *Internet of Things*

Internet of Things (IoT) adalah sebuah alat atau perangkat elektronik (*things*) yang terhubung dengan internet. Akses perangkat terjadi akibat hubungan manusia dengan perangkat atau perangkat dengan perangkat dengan memanfaatkan jaringan internet (Sigit Wasista, 2019).

Internet of Things menggambarkan dimana segala sesuatu di dunia dapat terhubung dan berkomunikasi dengan cara yang cerdas yang belum pernah ada sebelumnya (Madakam, Ramaswamy, & Tripathi, 2015). *International Telecommunication Union* (ITU) telah menetapkan definisi *Internet of Things* yaitu sebagai infrastruktur global untuk informasi masyarakat, memungkinkan layanan lanjutan dengan menghubungkan hal-hal maupun secara fisik atau virtual berdasarkan teknologi informasi dan komunikasi yang dapat dioperasikan dan berkembang (ITU, 2020).

Konsep yang memungkinkan perangkat yang memiliki kemampuan untuk berkomunikasi satu dengan yang lain tanpa interaksi manusia sudah digunakan dari tahun 1930 hingga 1980-an yaitu pada perang dunia kedua. Dimana negara Jepang, Amerika, dan Inggris menggunakan *Radio Frequency Identification* (RFID) untuk memperingati jika ada pesawat musuh yang mendekat (Hakim, 2018).

Pada saat ini, *Internet of Things* berkembang sangat cepat, karena dapat meringankan pekerjaan manusia. *Internet of Things* telah berkembang dari konvergensi teknologi nirkabel, *micro-electromechanical systems* (MEMS), dan internet. *Internet of Things* banyak digunakan dalam berbagai bidang, seperti bidang pembangunan, rumah tangga, industri, transportasi, perdagangan, keamanan, teknologi dan jaringan, serta dalam bidang kesehatan.

Teknologi dalam bidang kesehatan sangat berkembang pesat, karena perawatan lebih efisien dan hemat biaya, dan memberikan hasil kondisi yang lebih baik. Dalam meningkatkan kualitas perawatan saat ini telah menjadi prioritas utama, dan *Internet of Things* menunjukkan potensi besar untuk Rumah sakit lebih aman dan produktif (Baily, 2020).



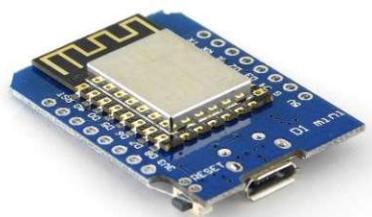
Sistem pemantauan kesehatan moderen memperkenalkan sensor tubuh *wireless* untuk memantau parameter medis secara *real-time* atau dapat diakses kapan saja dengan cara yang ekonomis dan *patient friendly*. Metode *Internet of Things* disesuaikan untuk mengakses parameter medis pasien di daerah lokal dan terpencil (Shaji, Varghese, & Varghese, 2017).

Pemantauan kesehatan jarak jauh dapat digunakan untuk memantau pasien yang tidak kritis di Rumah daripada di Rumah sakit. Pemantauan ini dapat digunakan oleh orang tua yang lanjut usia agar dapat hidup mandiri di Rumah lebih lama (Baker, Xiang, & Atkinson, 2017). Beberapa keuntungan *Internet of Things* dalam bidang kesehatan yaitu biaya yang rendah, hasil perawatan yang lebih baik, pengendalian penyakit yang lebih baik, dan lain sebagainya (Goyal, 2018).

Selama beberapa dekade, perhitungan tanda vital dianggap sangat penting karena melibatkan pemantauan secara terus-menerus kesehatan dan menemukan kondisi *abnormal* pasien (Prakash, Girish, & Ganesh, 2016). Perubahan pada tanda-tanda vital dapat menunjukkan perubahan kondisi pasien. Pemeriksaan tanda-tanda vital di Rumah sakit dilakukan setiap empat jam. Tanda-tanda vital yang diukur antara lain frekuensi pernapasan, tekanan darah, denyut nadi, dan suhu tubuh (World Health Organization Regional Office for the Western Pacific., 1998).

Untuk mendapatkan data tanda-tanda vital pasien, akan digunakan beberapa sensor yaitu *pulse sensor* untuk mendeteksi denyut nadi, *sound sensor* untuk mendeteksi frekuensi pernafasan, dan sensor MLX90614 untuk mengukur suhu tubuh. Mikrokontroler yang akan digunakan yaitu Wemos D1, yang akan dihubungkan dengan beberapa sensor diatas. Mikrokontroler wemos D1 sudah dilengkapi dengan modul Wi-Fi ESP8266 yang akan digunakan untuk mengirimkan data dari sensor-sensor yang digunakan.

Wemos D1 mini V2



Gambar 2.3 Wemos D1 mini V2



Wemos D1 *mini* merupakan board Wi-Fi berbasis chip ESP8266 yang sangat murah dan efektif. Dapat dilihat pada Gambar 2.3 bentuk dari Wemos D1 *mini* Wemos dapat *running stand-alone* tanpa dihubungkan dengan mikrokontroler karena terdapat CPU yang dapat memprogram melalui *serial port* serta transfer program secara *wireless*. Perangkat ini sangat cocok untuk membuat *prototype* kecil. Dapat dilihat pada gambar 2.3 bentuk dari wemos D1 mini berukuran panjang 34mm, lebar 24 mm, jenis *port* USB yang dimiliki yaitu Micro-USB, memiliki 16 pin GPIO, tegangan operasi sekitar 3.3 hingga 5 volt. Wemos D1 memiliki *flash memory* sebesar 4 MB (Putri, 2017).

Pulse Sensor



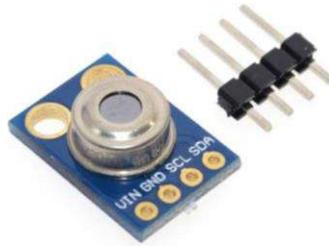
Gambar 2.4 Pulse Sensor

Pulse sensor atau bisa disebut sebagai sensor pendeteksi detak jantung atau *Biometric Pulse* sensor. Sensor ini mempunyai tegangan input 3.3V atau 5V, memiliki ketebalan 0.125", dan berdiameter 0.625". Sensor tersebut mempunyai dua sisi yang terdiri dari sisi LED (*Light-emitting Diode*) ditempatkan bersama dengan sensor cahaya sekitar seperti pada Gambar 2.4, dan sisi sirkuit. Sirkuit tersebut bertanggung jawab untuk amplifikasi dan *noise cancellation*. Prinsip kerja *pulse* sensor yaitu dengan memanfaatkan intensitas cahaya (*phototransistor*). Ketika sensor diletakkan dipermukaan kulit, sebagian besar cahaya diserap atau dipantulkan oleh organ dan jaringan, namun sebagian cahaya akan melewati jaringan tubuh yang cukup tipis. Ketika jantung memompa darah melalui tubuh, dari setiap denyut yang terjadi, timbul semacam gelombang kejut yang bergerak di

g arteri dan menjalar ke jaringan kapiler di mana sensor pulse terpasang. sinyal dari *phototransistor* kemudian dikuatkan oleh sebuah Op-Amp (*Operational Amplifier*) sehingga dapat dibaca oleh ADC mikrokontroler (Lukman, 2017).



Sensor MLX90614



Gambar 2.5 Sensor MLX90614

Sensor MLX90614 adalah sensor untuk mengukur suhu, yang menggunakan inframerah seperti pada Gambar 2.5. Sensor ini di buat untuk mendeteksi energi radiasi inframerah secara otomatis sehingga dapat mengkalibrasikan energi radiasi inframerah menjadi skala temperature (N, Pebralia, Dewi, & Hendro, 2015). Sensor MLX90614 memiliki *power supply* sebesar 5V, suhu operasionalnya sekitar 40°C- 125 °C, rentang pengukuran yang luas dari -70 °C ke +380 °C, dan memiliki berat 3 gram. Keluaran dari sensor MLX90614 telah berbentuk digital karena memiliki *Analog to Digital Converter* (ADC) (Lukman & Surasa, 2017).

Sensor Suara Digital



Gambar 2.6 Sensor Suara Digital

Pada Gambar 2.6 merupakan bentuk dari sensor suara digital memiliki *power supply* 5V, kepekaan mikrofon sekitar 52-48dB, serta frekuensi mikrofon sekitar 16-20 Khz. Komponen utama dari sensor ini yaitu kondesor *microphone* (Lukman & Surasa, 2017). Prinsip kerja sensor ini sama dengan telinga manusia yaitu menggunakan prinsip kerja diafragma, yaitu dengan mengubah getaran diubah menjadi sinyal listrik (Elprocus, 2019).

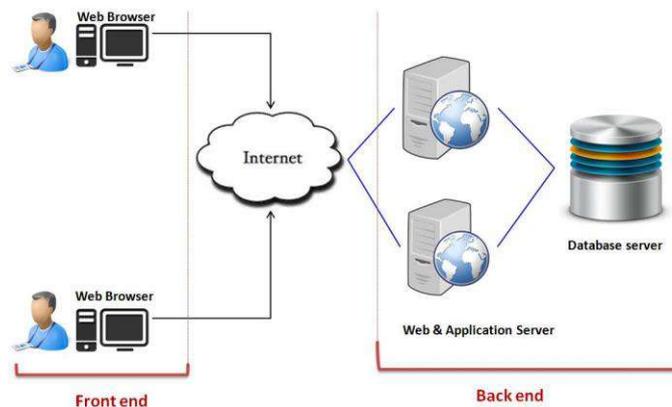


Cloud Computing

Cloud computing atau komputasi awan merupakan praktik penggunaan server jarak jauh yang dihosting di internet untuk menyimpan, dan

mengelola data, daripada menggunakan server lokal atau komputer pribadi. Dengan komputasi awan, pengguna tidak perlu membeli sebuah server fisik, karena dapat menyewanya secara virtual dari internet (M Reza Faisal, 2019).

Cara kerja *cloud computing* sama halnya ketika menggunakan *email client* misalnya pada *Yahoo!*, *Gmail*, *Hotmail*, dan lain sebagainya. Ketika ingin mengakses email, maka pengguna harus membuka *web browser*, masuk ke *email client* dan *log in*. Hal terpenting yaitu memiliki akses internet. Pengguna mengakses *email* melalui internet, karena *email* tidak tersimpan pada komputer fisiknya. Email berbeda dengan *software* yang ter-*install* pada komputer, seperti *software Microsoft word*. Ketika pengguna membuat dokumen baru menggunakan *Microsoft Word*, maka dokumennya akan tersimpan pada perangkat yang digunakan (Huth & Cebula, 2012).



Gambar 2.7 Lapisan Cloud Computing

Cloud computing terbagi atas dua lapisan, diantaranya lapisan *front-end* dan lapisan *back-end*. Dapat dilihat pada Gambar 2.7 ilustrasi dari lapisan *Cloud Computing*, lapisan *front-end* yaitu bagian dari *cloud* dimana pengguna dapat berinteraksi. Contohnya ketika pengguna *login* ke *email client*, pengguna dapat melihat *user interface* (UI) dimana semuanya berfungsi pada *event-driven* tombol dan grafik. Demikian pula dengan *software* yang berjalan pada *front-end* dari *cloud*. Sedangkan *back-end* perbandingan dari *hardware* seperti *software* yang dapat memberikan data *back-end* dari *database* kepada *front-end* (w3schools, 2019).

Cloud computing memiliki tiga layanan utama, antara lain:
Software as a Service (SaaS)



Software as a Service (SaaS) atau perangkat lunak sebagai layanan adalah model distribusi perangkat lunak di mana aplikasi di-*host* oleh penyedia layanan dan tersedia untuk pelanggan melalui jaringan (*internet*). Contoh dari *software as a service* yaitu Google Apps (Docs, Spreadsheet, dan lain-lain), Office 365, dan Adobe Creative Cloud. Pada layanan ini *user* hanya perlu menggunakan aplikasi tersebut tanpa harus mengerti bagaimana sistem dari aplikasi tersebut bekerja karena hal tersebut merupakan layanan yang telah disediakan oleh penyedia layanan.

2. *Platform as a Service (PaaS)*

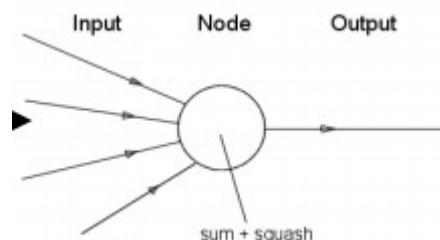
Platform as a Service (PaaS) menyediakan sebuah platform dan *environment* yang memungkinkan bagi *developer* untuk membangun aplikasi dan layanan. Contoh dari *platform as a service* ini adalah Amazon Web Service, Microsoft Azure, Facebook, dan lain sebagainya.

3. *Infrastructure as a Service (IaaS)*

Infrastructure as a Service (IaaS) adalah salah satu model layanan dasar *cloud computing* dengan PaaS. *Infrastructure as a service* menyediakan akses ke sumber daya komputasi (meliputi server, jaringan, storage, dan ruang data center) dalam lingkungan “*cloud*” di internet.

2.1.5 Jaringan Saraf Tiruan

Algoritma *Artificial Neural Network* (ANN) atau jaringan saraf tiruan adalah model komputasi yang didasarkan pada neuron yang terjadi di otak manusia. Neuron alami di otak menerima sinyal melalui sinapsis yang terletak pada dendrit neuron. Jika sinyal yang diterima mencapai tingkat tertentu, neuron diaktifkan dan memancarkan sinyal melalui akson. Kemudian sinyal tersebut dikirim ke sinapsis dan neuron lain.

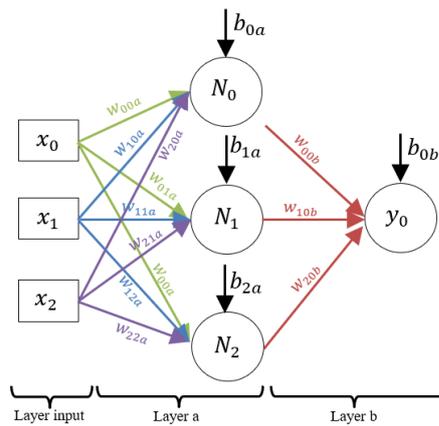


Gambar 2.8 Algoritma Jaringan Saraf Tiruan



Selanjutnya jaringan saraf tiruan ini akan dilatih menggunakan data training berlabel, sehingga setelah dilatih dapat menghasilkan model yang dapat mengenali data baru yang sama dengan data yang dilatih (Santosa & Umam, 2018).

Jaringan saraf tiruan mempunyai banyak neuron yang kemudian akan dikelompokkan ke dalam beberapa *layer*. Dapat dilihat pada Gambar 2.8 merupakan ilustrasi pada algoritma jaringan saraf tiruan, pada setiap layer terdapat neuron yang dihubungkan dengan neuron lainnya yang terletak pada neuron lain kecuali pada layer *input* dan *output*. Layer yang terletak antara layer *input* dan *output* disebut *hidden layer*. Informasi pada layer *input* dilanjutkan pada layer-layer berikutnya secara satu persatu hingga mencapai layer *output*.



Gambar 2.9 Contoh Model Komputasi Jaringan Saraf Tiruan

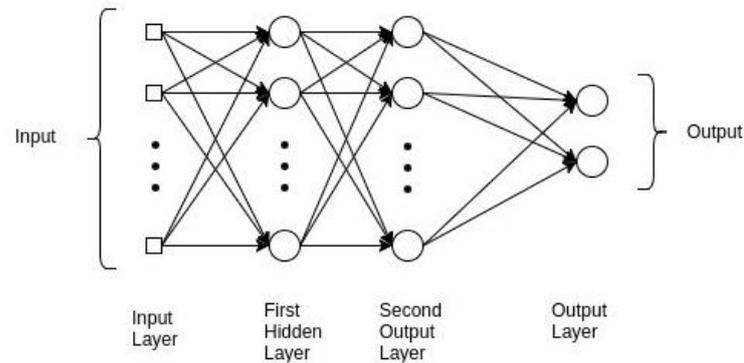
Cara kerja algoritma Jaringan Saraf Tiruan dalam model komputasinya dapat dilihat pada Gambar 2.9, dimana $x_0, x_1,$ dan x_2 merupakan *input* dari data, w (*weight*) adalah bobot *weighting value* atau bobot dari *input layer* ke *hidden layer*. N (*node/neuron*) adalah hasil komputasi dari *input* dikali dengan *weights* dan ditambah b (*bias*), proses komputasinya adalah $N_0 = (\sum_{i=0}^2 w_{i0a} x_i) + b_{0a}$. Untuk *output* yang dihasilkan, proses komputasinya $y_0 = w_{00a} N_0 + w_{10b} N_1 + b_{0b}$ atau $y_0 = (\sum_{i=0}^2 w_{i0b} N_i) + b_{1b}$.

1. Multi-Layer Perceptron (MLP)

Arsitektur *Multi-Layer Perceptron* merupakan salah satu arsitektur dari jaringan saraf tiruan, yang mempunyai tiga unit layer yaitu, *input layer*, *hidden layer*, dan *output layer*. Dapat dilihat pada Gambar 2.10 contoh dari *Multi-Layer Perceptron* dimana setiap *node* terkoneksi ke semua simpul yang ada di depan



maupun belakangnya, oleh karena itu *Multi-layer perceptron* dapat juga disebut sebagai *fully connected layer*. *Multi-layer perceptron* juga dapat disebut sebagai *feed forward network* karena aliran komputasinya ke depan. (Santosa & Umam, 2018).



Gambar 2.10 Multi-Layer Perceptron

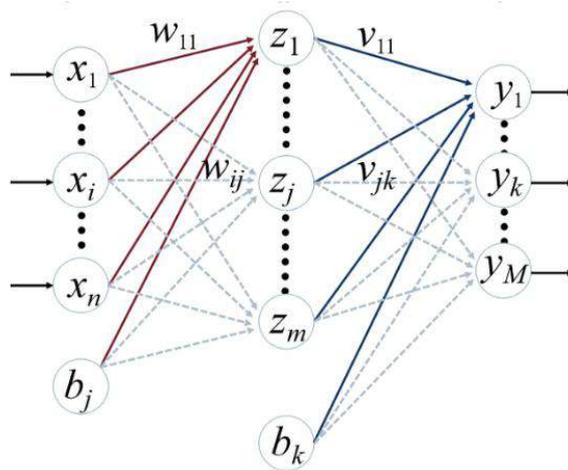
Model komputasi dari MLP hampir sama dengan model komputasi setiap *neuron* yang telah dijelaskan sebelumnya dimana nilai input dikalikan dengan bobot *weight* dan dijumlahkan dengan bobot *bias* yang kemudian di masukkan kedalam fungsi aktivasi $\varphi(\cdot)$.

Terdapat tiga tahap untuk proses *training* model *Multi-Layer Perceptron* yaitu *forward pass*, *loss calculate*, dan *backward pass*.

Forward pass

Pada tahap *forward pass* nilai input diteruskan ke dalam model dan mengalikannya dengan bobot *weight* (w) dan menambahkan *bias* (b) pada setiap *layer* sehingga dapat digunakan untuk menghasilkan *output* model.





Gambar 2.11 Forward pass

Dapat dilihat pada Gambar 2.11 arah komputasi dari *forward pass*. Untuk menghitung nilai dari *neuron* ke- j pada *hidden layer* dapat dilihat pada persamaan (1), untuk menghitung nilai pada *neuron* ke- k pada *output layer* menggunakan persamaan (2).

$$\varphi_h \left(\sum_{i=1}^n w_{ij} x_i + b_j \right) = z_j \quad (1)$$

$$\varphi_o \left(\sum_{j=1}^m v_{jk} z_j + b_k \right) = y_k \quad (2)$$

Keterangan :

- φ_h : fungsi aktivasi pada *hidden layer*
- φ_o : fungsi aktivasi pada *output layer*
- x_i : input fitur data ke- i
- z_j : *neuron* ke- j pada *hidden layer*
- w_{ij} : *weight* untuk *neuron* ke- i pada *input layer* dan *neuron* ke- j pada *hidden layer*
- v_{jk} : *weight* untuk *neuron* ke- j pada *hidden layer* dan *neuron* ke- k pada *output layer*
- b_j : *bias* untuk menghitung z_j

b_k : *bias* untuk menghitung y_k

calculate



Dalam tahap ini nilai bobot *weight* di setiap koneksi *neuron* akan di *update* sehingga *output value* mendekati target *value*. Untuk menghitung gradien dari *loss function* untuk setiap bobot *weight* menggunakan *chain rule* yang dapat menghitung gradien satu layer pada saat iterasi mundur dari layer terakhir untuk menghindari perhitungan yang *redundant*. Jaringan saraf tiruan untuk klasifikasi menggunakan *cross entropy*, didefinisikan sebagai berikut.

$$H(p, q) = - \sum_x p(x) \log[q(x)] \quad (3)$$

Keterangan:

- $p(x)$: label kelas sebenarnya (*ground truth*)
- $q(x)$: *output* prediksi dari *network*-nya.

Setelah nilai error didapatkan, selanjutnya nilai error tersebut digunakan dalam proses *backpropagation* untuk mengupdate bobot *weight* dan *bias* untuk meminimalkan nilai *cross entropy* pada iterasi berikutnya. Dengan melakukan metode tersebut maka akan memaksimalkan probabilitas dari kelas *neuron* sesuai dengan label kelas sebenarnya (*ground truth*) dari data *training* selama proses *training* berlangsung.

Backward Pass

Pada tahap ini nilai error yang didapatkan sebelumnya digunakan untuk mengoreksi *weight* menggunakan *backpropagation*. Di mana *backpropagation* akan menghitung gradien *loss function* untuk setiap *weight* yang digunakan pada *output layer* (v_{jk}) begitu pula *weight* pada *hidden layer* (w_{ij}).

Syarat fungsi aktivasi yang digunakan dalam *backpropagation* harus non-linear dan terdiferensialkan sehingga fungsi aktivasi yang digunakan yaitu fungsi sigmoid.

$$f(x) = \frac{1}{(1 + e^{-x})} \quad (4)$$

Dengan turunan pertama dari fungsi sigmoid

$$f'(x) = f(x)(1 - f(x)) \quad (5)$$

Untuk menghitung perubahan pada bobot *weight* menggunakan rumus berikut,



$$\Delta v_{jk} = -\eta \frac{\partial E}{\partial v_{jk}} \quad (6)$$

Keterangan:

- Δv_{jk} : besarnya perubahan bobot *weight*
- η : *learning rate*
- $\frac{\partial E}{\partial v_{jk}}$: turunan parsial fungsi *error* E terhadap bobot *weight* v_{jk}

Fungsi Aktivasi

Fungsi aktivasi digunakan untuk memberikan kemampuan jaringan saraf agar dapat melakukan tugas-tugas yang non-linear (Santosa & Umam, 2018). Ciri-ciri yang harus dimiliki oleh fungsi aktivasi *backpropagation* antara lain harus kontinu, terdiferensialkan, dan tidak menurun secara monotonis (*monotonically non-decreasing*). Turunan fungsi tersebut mudah didapatkan dan nilai turunannya dapat dinyatakan dengan fungsi aktivasi itu sendiri untuk mengefisienkan komputasi. Fungsi aktivasi yang di analisis adalah sigmoid biner, sigmoid bipolar, dan ReLU (*Rectified Linear Unit*) (Julpan, Nababan, & Zarlis, 2015).

Fungsi aktivasi sigmoid biner mempunyai *range* nilai dari 0 sampai 1, dengan rumus:

$$f(x) = \frac{1}{(1 + e^{-x})} \quad (7)$$

Fungsi aktivasi sigmoid bipolar hampir sama dengan fungsi sigmoid biner, hanya saja fungsi ini memiliki *range* dari -1 sampai 1, dengan rumus:

$$f(x) = \frac{1 - e^{-x}}{(1 + e^{-x})} \quad (8)$$

Fungsi ReLU (*Rectified Linear Unit*) diperkenalkan pada tahun 2010 oleh G.Hinton dan V.Nair (Nair & Hinton, 2010), fungsi ini yang saat ini paling populer digunakan. Fungsi ReLU dinyatakan dengan persamaan:

$$f(x) = \max(0, x) \quad (9)$$

$$f(x) = \begin{cases} x, & x \geq 0 \\ 0, & x < 0 \end{cases} \quad (10)$$



2.1.1 Kualitas Pelayanan

Kualitas Pelayanan atau *Quality of Service* (QoS) adalah metode pengukuran yang digunakan untuk menentukan kemampuan sebuah jaringan seperti: aplikasi jaringan, *host* atau *router* dengan tujuan memberikan *network service* yang lebih baik dan terencana sehingga dapat memenuhi kebutuhan suatu layanan. Kualitas pelayanan suatu jaringan merujuk pada tingkat kecepatan dan kehandalan penyampaian berbagai jenis data di dalam suatu komunikasi (Riadi, 2019).

Salah satu parameter kualitas pelayanan, yaitu *delay* atau *latency* adalah total waktu tunda suatu paket yang diakibatkan oleh proses transmisi dari satu titik ke titik lain yang menjadi tujuannya. *Delay* di dalam jaringan terdiri dari *delay processing*, *delay packetization*, *delay serialization*, *delay jitter buffer*, dan *delay network*. Berikut rumus untuk menghitung *delay*:

$$\text{Rata - rata delay} = \frac{\text{Total Delay}}{\text{Total paket yang diterima}} \quad (11)$$

2.2 State of the Art

Dalam penulisan penelitian ini, penulis mencari informasi dari penelitian yang terkait sebagai bahan perbandingan, baik dalam hal kekurangan atau kelebihan, dan untuk memperoleh landasan teori ilmiah. Berikut ini daftar penelitian atau skripsi terkait:

2.2.1 IoT-Fog Based Healthcare Framework to Identify and Control Hypertension Attack

Dalam jurnal ini meneliti tentang sistem monitoring kesehatan berbasis IoT-fog untuk mengidentifikasi tahapan hipertensi berdasarkan parameter kesehatan pasien yang dikumpulkan menggunakan sensor IoT pada lapisan fog. Setelah diidentifikasi stage hipertensi, kemudian di prediksi tingkat resiko serangan hipertensi pada pasien menggunakan ANN. Tujuan jurnal ini yaitu untuk terus menghasilkan peringatan darurat tekanan darah fluktuasi dari sistem fog untuk pasien hipertensi ke ponsel mereka. Hasil analisis dan informasi medis yang

dari setiap pasien disimpan pada *Cloud Storage* untuk dibagikan kepada seperti dokter, dan pengasuh pribadi (Sandeep K.Sood, 2018).



2.2.2 Use IoT to Provide a New Model for Remote Heart Attack Prediction

Jurnal ini meneliti tentang model berbasis IoT untuk memprediksi serangan jantung. Dalam model ini menggunakan informasi berdasarkan elektrokardiogram (EKG) yang memfasilitasi pembuatan keputusan. Untuk menganalisis data secara online, peneliti menggunakan *Cloud Computing*. Kesimpulan dari jurnal ini, dengan menggunakan IoT, teknik *Cloud computing* dan data mining dapat memprediksi serangan jantung dengan akurasi yang tepat. Hal ini dicapai dengan menerima tanda vital dan informasi EKG seketika (Yahyaie & Tarokh, 2018).

2.2.3 Risk Score for Predicting Recurrence in Patients with Ischemic Stroke: The Fukuoka Stroke Risk Score for Japanese

Tujuan dari jurnal ini yaitu untuk mengembangkan nilai resiko baru untuk memprediksi kejadian berulang selama satu tahun pada pasien di Jepang dengan stroke iskemik dan membandingkannya dengan yang lain. Data yang digunakan dalam analisis ini diambil dari database *Fukuoka Stroke Registry* (FSR), termasuk 3.067 pasien yang mengalami stroke iskemik. Hasil dari penelitian ini yaitu analisis univariat dan multivariat mengidentifikasi sembilan prediktor signifikan untuk kejadian berulang stroke selama satu tahun. Point-point nya sebagai berikut: umur (65-74 tahun, 1 poin; ≥ 75 , 2 poin), hipertensi (1 poin), diabetes melitus (1 poin), perokok (1 poin), fibrilasi atrium (1 poin), penyakit jantung (1 poin), penyakit ginjal kronis (1 poin), stroke *nonlacunar* (1 poin), dan stroke iskemik sebelumnya (2 poin). Hasil tersebut menunjukkan bahwa Skor risiko sederhana ini memungkinkan klinisi untuk menilai risiko kejadian berulang 1 tahun pada pasien di Jepang dengan stroke iskemik (Kamouchi, et al., 2012).

2.2.4 CI-DPF: A Cloud IoT Based Framework for Diabetes Prediction

Jurnal ini membahas tentang sistem prediksi penyakit diabetes berbasis *framework Cloud IoT*. Dengan menggabungkan sensor di perangkat cerdas yang dapat dipakai sebagai perangkat IoT yang terhubung untuk pemantauan secara terus menerus dan mengumpulkan data kandungan glukosa dalam darah yang dikirim penyimpanan pada *cloud environment* di mana model ensemble digunakan memprediksi diabetes pada pasien. Hasil dari penelitian ini yaitu *framework* sulkan memiliki potensi dalam memprediksi secara akurat dan efisien



tingkat glukosa dalam darah pasien. Model yang dilatih menghasilkan tingkat akurasi prediksi sekitar 94.5%. Sistem yang diusulkan akan memberikan keuntungan pada dokter, perusahaan klinis, dan mahasiswa kedokteran (Kaur, Sharma, Singh, & Gill, 2018).

2.2.5 *Portable Monitoring Penderita Penyakit Jantung Terhadap Serangan Berulang Berbasis GPS dan Android*

Dalam jurnal ini peneliti membuat alat pemantau serangan jantung berulang berbasis GPS dan android. Alasan paling mendasar tersedianya *portable* teknologi berbasis GPS yaitu untuk pemantauan adanya serangan jantung berulang pada penderita pada awal pemulangan (*post discharge*). Penderita dengan faktor resiko tak terkontrol usia lansia dan faktor resiko terkontrol seperti stress, pola hidup tidak sehat, kegemukan dan lain-lain beresiko tinggi mendapatkan serangan jantung berulang. Data menunjukkan bahwa menggunakan monitor pada minggu pertama adalah variabel yang penting untuk memprediksi penggunaan monitor berikutnya. Hasil dari penelitian ini diharapkan perangkat tekno biomedik ini dapat memberikan respon terhadap penanganan penyelamatan awal penderita yang tiba-tiba mengalami serangan berulang secepat mungkin, dengan mengirimkan tanda bahaya sebagai alarm. Peneliti mengharapkan perangkat ini dapat menurunkan resiko kelumpuhan, pasien koma bahkan kematian. Peringatan dini berupa alarm tanda bahaya dikirim pada keluarga melalui aplikasi *smartphone* yang terkoneksi dengan internet (Lukman & Surasa, 2017).

2.2.6 *Internet of Health Things: Toward Intelligent Vital Signs Monitoring in Hospital Wards*

Dalam jurnal ini, penulis memperkenalkan sistem pemantauan dan analisis untuk tanda-tanda vital untuk mengantisipasi risiko kesehatan pasien, sebagai titik awal untuk pengembangan *Internet of Health Things* (IoHT), dengan memfokuskan pendekatan yang berbeda yang dapat diterapkan untuk mengumpulkan dan menggabungkan data pada tanda-tanda vital di Rumah sakit. Pada saat ini sudah

kemungkinan dalam mengumpulkan tanda-tanda vital termasuk perangkat yang dapat dipakai dengan berbagai jenis koneksi seperti *Bluetooth*, *Near-field communication* (NFC), *Radio-frequency Identification* (RFID), atau *Ultra-*



wideband (UWB), dan kemungkinan menggunakan *gateway* untuk menghubungkan perangkat medis yang sudah ada di bangsal rumah sakit. Selanjutnya penulis menggunakan *machine learning* untuk memproses tanda-tanda vital yang dapat memprediksi kondisi pasien yang akan datang, yang memungkinkan para staff medis dapat mengantisipasi tindakan, seperti perawatan dan intervensi. Dengan cara ini, paradigma IoHT akan memberikan solusi yang lebih optimal untuk manajemen pasien di bangsal Rumah sakit (da Costa, Paslousta, Eskofier, da Silva, & da Righi, 2018).

2.3 Kerangka Konseptual

Pada sub bab ini dijelaskan kerangka konseptual dari penelitian.

Stroke merupakan suatu kondisi dimana aliran darah ke otak tersumbat yang menghalangi asupan oksigen di otak berkurang. Pasien yang sudah terkena stroke kemungkinan besar akan terkena serangan stroke berikutnya. Stroke berulang terkadang dapat terjadi lagi dengan kondisi yang lebih parah.



Pada saat ini *Internet of Things* sudah sangat berkembang dan sudah banyak digunakan dalam bidang kesehatan. IoT dan *Cloud Computing* adalah dua hal yang saling melengkapi satu sama lain, dimana *cloud* dapat dimanfaatkan untuk memberikan layanan seperti komputasi, komunikasi, maupun sebagai media penyimpanan kepada IoT.



Jaringan Saraf Tiruan merupakan sistem pemrosesan informasi yang menyerupai sistem kerja jaringan syaraf manusia. Jaringan Saraf Tiruan adalah salah satu alternatif pemecahan masalah dan banyak diminati oleh para peneliti pada saat ini, karena keluwesan yang dimiliki oleh jaringan saraf tiruan baik perancangan maupun dalam penggunaannya.



Dari masalah diatas dapat dibuatkan suatu sistem untuk memprediksi kejadian berulang pada stroke berdasarkan data dari alat pendetesi tanda-tanda vital, yang kemudian data tersebut diolah menggunakan algoritma jaringan saraf tiruan dan *Cloud Computing*. Berdasarkan hasil olahan dapat menghasilkan prediksi kejadian berulang pada pasien stroke.

