



Tele-Elektrokardiografi Berbasis IoT Medis Menggunakan Jaringan LoraWAN

Tugas Akhir

Oleh:

Junaedi Satrio Panjaitan (3232101074)

Febrian Harlim Timanta (3232101077)

Program Studi Teknik Instrumentasi

Jurusan Teknik Elektro

Politeknik Negeri Batam

2024

Pernyataan Keaslian Tugas Akhir

Saya yang bertandatangan dibawah ini menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir saya yang berjudul : "Tele-Elektrokardiografi Berbasis IoT Menggunakan Jaringan LoRaWAN (Aplikasi Android)" adalah hasil karya sendiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diizinkan, dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri. Semua referensi yang dikutip atau dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka. Apabila ternyata pernyataan saya ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Batam, 3 juli 2023



Junaedi Satrio Panjaitan
NIM: 3232101074

Lembar Pengesahan

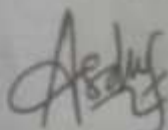
Tugas Akhir disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Ahli Madya Teknik (AMd.T)
di
Politeknik Negeri Batam

Oleh:
Junaedi Satrio Panjaitan (3232101074)

Tanggal Sidang: 08 08 2023

Disetujui oleh:

1. Nama Penguji I



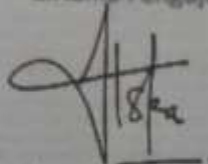
Asrizal Deri Futra, S.Si, Msi
NIK: 115133

1. Nama Pembimbing



Dessy Oktani, S.T., M.T
NIK: 110075

2. Nama Penguji II



Hasnira, S.ST., M.Tr.T.
NIK: 113112

Tele-Elektrokardiografi Berbasis IoT Medis Menggunakan Jaringan LoRaWAN

Abstrak

Kesehatan jantung merupakan hal yang utama dan juga harus di jaga kesehatannya Hal yang perlu diingat ialah jantung merupakan organ vital pada tubuh yang juga akan mempengaruhi organ tubuh lainnya Namun untuk melakukan pemeriksaan jantung menggunakan sensor elektrokardiograf pada sebuah rumah sakit sangatlah memerlukan biaya yang cukup mahal dan juga akan membutuhkan waktu yang lama Pemeriksaan ini perlu dilakukan secara signifikan, karena banyak hal yang bisa mempengaruhi kinerja jantung Sensor AD8232 merupakan sensor monitoring detak jantung manusia dengan membaca sinyal biolistrik pada tubuh Dengan menggunakan sensor AD8232 dapat menghemat biaya dalam pemeriksaan karena sensor tersebut sudah diperjual belikan secara komersial dengan harga yang terbilang masih terjangkau Modul ini akan mendeteksi aktivitas listrik pada jantung dengan menempelkan lead pada bagian yang telah ditentukan berdasarkan pada teori segitiga Einthoven Dengan kemajuan pada bidang teknologi masa kini, maka dari itu penerapan Internet of Things sangat diperlukan yaitu dengan penggunaan LoraWAN. Maka dengan itu maka dibuatlah sebuah sistem yang dapat mengukur detak jantung dari jarak jauh, baik itu dimana pun dan kapan pun. Sistem ini akan mendeteksi detak jantung setelah detak jantung tersebut akan dikirimkan menggunakan LoRaWAN, peran LoRaWAN tidak hanya sebagai pengirim saja namun juga sebagai penerima, sehingga peran LoRaWAN disini sangatlah penting. LoRaWAN akan menerima data tersebut dan akan memasukkannya kedalam database *Firebase*, melalui *Firebase* inilah kita dapat melihat atau memonitoring detak jantung tersebut melalui aplikasi android yang digunakan.

Kata kunci: *Internet of Things, LoRaWAN, AD8232, Firebase*

Medical IoT Based Tele-Electrocardiography Using LoRaWAN Network

Abstract

Heart health is the main thing and it must also be maintained. The thing that needs to be remembered is that the heart is a vital organ in the body which will also affect other body organs. However, to carry out a heart examination using an electrocardiograph sensor in a hospital is very expensive and also expensive. This examination needs to be carried out significantly, because there are many things that can affect heart performance. The AD8232 sensor is a human heart rate monitoring sensor by reading bioelectrical signals in the body. Using the AD8232 sensor can save costs in examinations because the sensor is already commercially available. commercially at a relatively affordable price. This module will detect electrical activity in the heart by attaching a lead to a predetermined part based on Einthoven's triangle theory. With advances in today's technology, the application of the Internet of Things is very necessary, namely the use of LoRaWAN. Therefore, a system was created that can measure heart rate remotely, anywhere and at any time. This system will detect a heartbeat after the heartbeat is sent using LoRaWAN, LoRaWAN's role is not only as a sender but also as a receiver, so the role of LoRaWAN here is very important. LoRaWAN will receive this data and will enter it into the Firebase database, through Firebase we can see or monitor the heart rate through the Android application used.

Keywords: Internet of Things, LoRaWAN, AD8232, Firebase

Kata Pengantar

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas anugerah dan rahmat yang telah diberikan-Nya, salah satu dari sekian banyaknya karunia yang telah Ia berikan berupa terselesainya Tugas Akhir ini yang dimana memiliki judul "Tele-Elektrokardiografi Berbasis IoT Medis Menggunakan Jaringan LoRaWAN". Semoga nikmat ini dapat mendorong untuk menuntut ilmu yang lebih tinggi serta semangat pengabdian yang tulus.

Terselesainya tugas akhir ini bukan semata-mata untuk memenuhi salah satu persyaratan akademik dalam menyelesaikan pendidikan jenjang D3, tetapi juga sebagai bentuk apresiasi dalam ilmu pengetahuan. Banyak tantangan yang ditemui dalam penyusunan Tugas Akhir ini oleh karena itu penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu penulis berharap dapat belajar lebih banyak lagi dalam mengimplementasikan ilmu yang telah didapatkan. Tugas Akhir ini tentunya tidak lepas dari bimbingan, masukan, dan arahan dari pihak baik itu secara lisan maupun tulisan. Oleh karena itu, pada kesempatan ini saya ingin penulis ingin mengucapkan terimakasih sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Uuf Brajawidagda, S.T., M.T., Ph.D sebagai Direktur Politeknik Negeri Batam
2. Ibu Dessy Oktani, S.T., M.T sebagai dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu, memberi masukan, saran, dukungan, bimbingan dan motivasi untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Kamarudin, S.T., M.T., IPM yang dimana sebagai Kepala Program Studi Teknik Instrumentasi yang telah memberikan dukungan selama masa perkuliahan di Teknik Instrumentasi Politeknik Negeri Batam.
4. Bapak Aditya Gautama Darmoyono, S.T., M. T. selaku wali dosen yang dimana selalu memberi nasihat dan juga motivasi agar terselesainya Tugas Akhir ini
5. Tak lupa juga untuk kedua orang tua beserta keluarga besar yang selalu senantiasa memberikan doa, dukungan dan motivasi untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini
6. Teman-teman angkatan 2021 Teknik Instrumentasi Politeknik Negeri Batam yang selalu memberikan masukan, saran dan juga proses diskusi yang membangun agar terselesainya Tugas Akhir ini, serta semua pihak yang telah membantu yang tidak dapat disebutkan satu persatu

Saya berharap semoga Tuhan Yang Maha Esa akan selalu senantiasa mengkaruniakan rahmat dan hidayah-Nya kepada mereka semua. Juga semoga Tugas Akhir ini dapat berguna bagi penulis ataupun pihak-pihak yang membacanya, Aamiin.

Batam, 27 Juli 2023

Penulis

Daftar Isi

Bab 1. Pendahuluan.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan	2
1.4. Manfaat	3
1.5. Batasan	3
1.6. <i>Work Breakdown Structure</i>	3
Bab 2. Tinjauan Pustaka	4
2.1. Penelitian Serupa.....	4
Bab 3. Metode Pelaksanaan	6
3.1. Perancangan	6
3.1.1. Perancangan Desain Elektrikal.....	8
3.1.2. Perancangan Desain Mekanikal.....	8
3.1.3. Pembuatan Aplikasi Android	9
3.2. Alat dan Bahan	10
3.2.1. LoRa	10
3.2.2. AD8232	10
3.3. Pengujian	11
Bab 4. Hasil dan Pembahasan	12
4.1. Data Hasil Penelitian.....	12
4.2. Pembahasan	16
Bab 5. Kesimpulan dan Saran	19

5.1. Kesimpulan	19
5.2. Saran.....	19
Daftar Pustaka	21
Biodata	23

Daftar Gambar

Gambar 3. 1 Flowchart pelaksanaan penelitian	6
Gambar 3. 2 Blok diagram sistem.....	7
Gambar 3. 3 Flowchart sistem.....	7
Gambar 3. 4 Desain Elektrikal	8
Gambar 3. 5 Desain Mekanikal.....	9
Gambar 3. 6 Aplikasi Android.....	9
Gambar 3. 7 Penempatan Elektroda	10

Daftar Tabel

Tabel 1.1 Work Breakdown Structure	3
Tabel 4. 1 Perbandingan MAX30102 dengan Pulse Oximeter	12
Tabel 4. 2 Politeknik Negeri Batam ke Bukit Senyum	13
Tabel 4. 3 Politeknik Negeri Batam ke Cabuci.....	14
Tabel 4. 4 Politeknik Negeri Batam Ke ITEBA.....	15
Tabel 4. 1 Gedung Utama ke Gedung RTF.....	15
Tabel 4. 4 Gedung Utama ke Gedung TA	15

Bab 1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Jantung merupakan salah satu dari organ tubuh manusia seukuran kepalan tangan yang terletak di dalam rongga dada yang berguna untuk memompa darah ke seluruh tubuh. Organ ini adalah bagian utama dari sistem peredaran darah didalam tubuh manusia. Utamanya, fungsi jantung adalah sebagai pompa untuk mengedarkan darah yang mengandung oksigen ke seluruh tubuh dan memastikan suplai oksigen dan nutrisi yang cukup untuk sel-sel dan seluruh tubuh. Selain itu, darah juga mengangkut karbondioksida dan limbah hasil metabolisme tubuh, untuk diangkut ke paru-paru dan dikeluarkan dari tubuh. Jantung memompa darah melewati dua sistem sirkulasi. Darah yang berasal dari sistem peredaran darah besar mengandung sedikit oksigen dan memasuki atrium kanan melalui *vena kava superior* dan *inferior* menuju *ventrikel* kanan. Selain dari kegunaan dan fungsi jantung, penyakit jantung selalu membayang-bayangi manusia. Penyakit jantung merupakan sebuah kondisi gangguan jantung yang menyebabkan jantung tidak dapat melaksanakan tugasnya dengan baik. Ada beberapa jenis penyakit jantung yaitu, *Kardiomiopati*, *Aritmia*, Penyakit Jantung Koroner, dan Infeksi Jantung.

Penyakit jantung merupakan salah satu penyakit dengan penyebab kematian nomor satu di dunia termasuk di Indonesia (RS Soewandhi Surabaya,2021). Badan Kesehatan dunia (WHO) mencatat, 70% kematian di dunia pada 2015 disebabkan oleh penyakit tidak menular. Dari keseluruhan kematian akibat penyakit tidak menular tersebut, 45% disebabkan penyakit jantung dan pembuluh darah. Hal-hal tersebut bisa terjadi karena faktor umur, riwayat keturunan, dan juga kebiasaan yang tidak sehat. Pada tahun 2018 di Indonesia rata-rata prevalensi penyakit jantung sebesar 1,5%. Tercatat, ada 11 provinsi yang memiliki prevalensi penyakit jantung diatas rata-rata nasional tersebut. Kalimantan Utara memiliki prevalensi penyakit jantung tertinggi di Indonesia sebesar 2,2%. Di Yogyakarta dan Gorontalo menyusul dengan prevalensi penyakit jantung sebesar 2% (databoks,2022).

Dengan banyaknya kasus penyakit jantung yang ada di Indonesia, maka dari itu sangat disarankan untuk melakukan skrining pemeriksaan jantung berkala sejak usia dini untuk memantau kesehatan jantung. Karena yang diketahui penyakit jantung tidak memandang usia, baik itu usia muda maupun lanjut usia (lansia). Ada beberapa pemeriksaan kesehatan jantung yang dapat dilakukan, salah satunya Elektrokardiografi. Elektrokardiografi merupakan pemeriksaan aktivitas listrik pada jantung untuk mengetahui adanya gangguan irama jantung, penebalan otot jantung, hingga penyempitan pembuluh darah koroner maupun potensi serangan jantung. Tes ini berjalan dengan singkat dengan cara merekam aktivitas listrik

jantung menggunakan elektroda yang tersambung dengan mesin EKG. Kita dapat melakukan pemeriksaan dengan mesin EKG di rumah sakit atau instansinya lainnya dibidang kesehatan dan medis.

Dengan cepatnya perkembangan teknologi pada masa kini, semua yang ingin dilakukan atau didapatkan bisa tercapai dengan mudah. Seperti penelitian yang pernah dilakukan oleh Muhammad Eka dan Winarno Sugeng, penelitian tersebut mendeteksi detak jantung menggunakan *pulse* sensor dan *Raspberry Pi* sebagai system yang mendeteksi detak jantung (Muhammad Eka & Winarno Sugeng, 2016). Selain itu pendeteksian detak jantung juga pernah dilakukan dengan menggunakan sensor MAX30102 menggunakan ESP8266 dan Blynk (Muthmainnah & Deni Bako, 2022).

Penelitian terdahulu masih bisa dikatakan belum sempurna dan terbatas dikarenakan alat hasil dari penelitian tersebut hanya bisa digunakan pada jarak yang dekat dan belum bisa mengirimkan data dengan jarak yang jauh. Maka dari itu pada penelitian ini akan dikembangkan alat pengukur detak jantung berbasis IoT dengan menggunakan sensor AD8232 dan jaringan LoRaWAN dan akan ditampilkan pada *interface* yang akan digunakan.

1.2. Rumusan Masalah

1. Alternatif modul apa yang digunakan untuk menggantikan mesin EKG sebagai pendeteksi detak jantung?
2. Bagaimana data detak jantung dapat diterima dari jarak yang jauh?
3. Bagaimana data detak jantung yang diterima dapat ditampilkan pada *interface* yang akan digunakan?

1.3. Tujuan

Pada penelitian kali ini akan dilakukan pendeteksian detak jantung dengan sebuah modul sensor AD8232 yang dimana modul tersebut akan mendeteksi aktivitas listrik yang ada pada jantung. Data detak jantung dari sensor AD8232 tersebut akan dikirimkan menggunakan *LoRa*, *LoRa* merupakan teknologi telekomunikasi *wireless* yang menggunakan frekuensi radio. Semua data-data dikirimkan langsung oleh *LoRa* akan ditampilkan didalam *interface*. *Interface* yang akan digunakan yaitu Aplikasi Android dan *Website*, untuk menampilkan data-data tersebut maka diperlukan *database*. *Database* yang digunakan yaitu *Firebase* untuk Aplikasi Android dan *SQL Server* untuk *Website*. Pembuatan alat ini akan memudahkan penggunaanya, baik itu dari pihak medis dan juga pasien.

1.4. Manfaat

1. Pasien dapat melakukan pemeriksaan secara mandiri
2. Ahli medis dapat memantau kondisi pasien dari jarak jauh
3. Melakukan pemeriksaan jantung secara *realtime*

1.5. Batasan

1. Pengujicobaan alat tersebut hanya menggunakan lima orang partisipan
2. Partisipan yang diperlukan tidak membutuhkan kriteria batasan umur
3. Pengujian alat masih hanya terbatas di daerah Batam, belum di daerah terpencil

1.6. Work Breakdown Structure

Tabel 1. 1 Work Breakdown Structure

NO	Nama	Tugas dan Tanggung Jawab
1.	Febrian Harlim Timanta	1. Menghubungkan <i>LoRa</i> dengan <i>gateway</i> untuk memunculkan data sensor di <i>server</i> 2. Mengirimkan data sensor dari <i>LoRa transmitter</i> ke <i>LoRa Receiver</i>
2.	Junaedi Satrio Panjaitan	1. Pembuatan Aplikasi Android 2. Menghubungkan Aplikasi Android ke <i>database</i>

Bab 2. Tinjauan Pustaka

2.1. Penelitian Serupa

Pada saat ini kemajuan peradaban manusia semakin pesat dirasakan yang dimana dapat membantu dan mempermudah manusia, salah satunya di bidang teknologi. Pada saat ini semakin banyak alat-alat yang bisa dibawa kemana saja atau *portable*. Dengan kemajuan ini maka akan lebih banyak lagi alat-alat yang akan bisa dibawa kemana saja. Seperti misalnya pada penelitian ini akan dibuat alat pengukuran detak jantung yang bisa dibawa kemana saja. Seperti penelitian yang pernah dilakukan oleh Muthmainnah dan Deni dengan judul “Prototipe Alat Ukur Detak Jantung Menggunakan Sensor MAX30102 Berbasis *Internet of Things (IoT)* ESP8266 dan Blynk”, yang dimana pada penelitian tersebut menggunakan sensor MAX30102 yang mendeteksi detak jantung dengan menekan sensor tersebut, juga menggunakan ESP8266 sebagai mikrokontrolernya yang akan terhubung ke *wifi* dan akan ditampilkan di *Blynk* sehingga penelitian ini mencapai tingkat akurasi sebesar 98,804%. Namun penelitian tersebut memiliki kekurangan yang dimana pemeriksaan hanya dapat dilakukan didalam cakupan *wifi* saja, apabila tidak terhubung ke *wifi* data yang keluar dari sensor tidak dapat tampil pada aplikasi *Blynk* (Muthmainnah & Deni Bako, 2022). Penelitian tentang pendeteksian detak jantung juga pernah dilakukan oleh Muhammad Eka dan Winarno Sugeng dengan judul “Implementasi Alat Pendeteksi Detak Jantung Berbasis *Raspberry Pi*” menggunakan sensor *Pulse* dan *Raspberry Pi* sebagai perangkat mikro. Penelitian ini hanya sebatas monitoring detak jantung saja dan tidak melakukan pengiriman data jarak jauh.

Hendrick, dkk (2020) pernah juga melakukan penelitian dengan judul “Pemantauan Detak Jantung Sinyal EKG Melalui Jaringan *LoRa*” yang dimana penelitian tersebut menggunakan sensor AD8232, Nodemcu ESP8266, dan ATK *LoRa*. Pengujian ini bertujuan untuk menguji pengiriman sinyal EKG terhadap server yang digunakan dan akan di *monitoring* menggunakan Visual Studio serta *database* dalam bentuk Ms. Excel. Serupa dengan penelitian diatas Fadila, dkk dengan judulnya “Penerapan Mekanisme Transmisi Data ECG Berbasis Teknologi *LoRa (Long Range)*” menggunakan *Node* sensor yang berperan untuk merekam data. Sistem yang dibuat dimulai dari pengiriman data ECG oleh *node* sensor menuju *LoRa gateway* menggunakan *LoRa* lalu diteruskan oleh *LoRa gateway* dengan menyertakan token terautentikasi ke aplikasi pada *cloud* dengan menggunakan protokol HTTP.

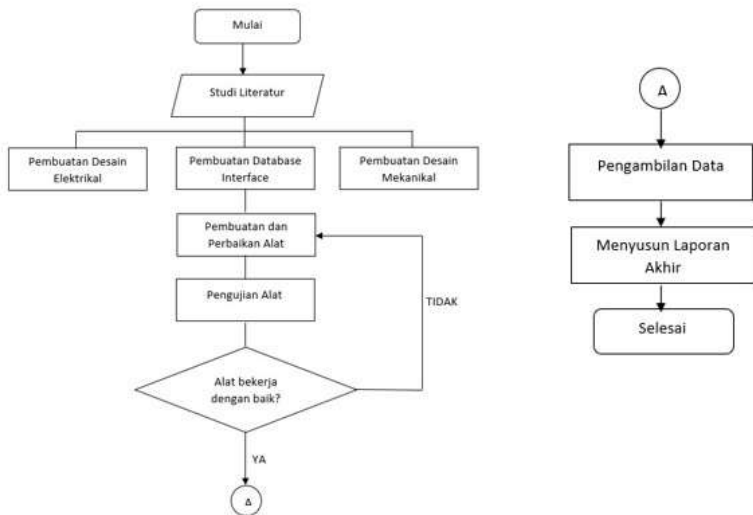
Penelitian serupa juga pernah dilakukan oleh Defyan, dkk (2021) dengan judul “Sistem Pemantauan Kondisi Detak Jantung Berbasis *Internet of Things*

Menggunakan Sensor EKG Dengan Aplikasi Android” yang dimana menggunakan sensor AD8232 dan ESP32 sebagai mikrokontroler juga sistem pengiriman datanya terbatas pada cakupan *wifi* saja sehingga alat tersebut belum bisa melakukan pengiriman data dengan jarak yang terbilang cukup jauh.

Bab 3. Metode Pelaksanaan

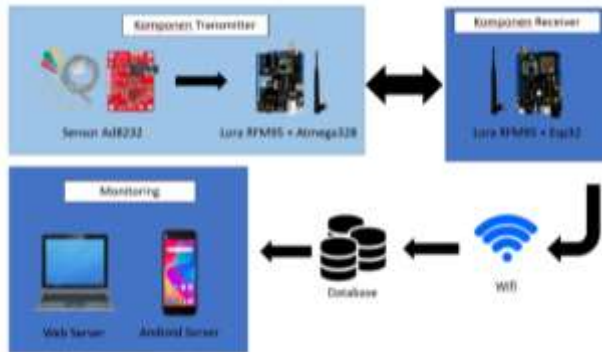
3.1. Perancangan

Untuk melakukan penelitian tersebut perlu dirancang beberapa langkah atau tahapan agar penelitian tersebut berjalan dengan lancar dan tertata yang akan disajikan ditampilkan didalam *flowchart*.



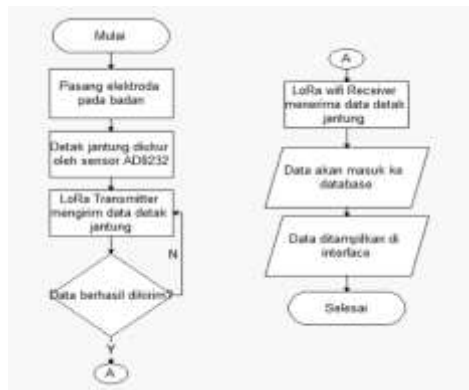
Gambar 3. 1 *Flowchart pelaksanaan penelitian*

Setelah melakukan perancangan langkah dan tahapan penelitian, maka perlu disajikan blok diagram agar lebih dipahami bagaimana sistem alat dapat bekerja.



Gambar 3. 2 Blok diagram sistem

Pada gambar diatas disajikan blok diagram sistem perangkat, yang dimana data dari sensor AD8232 akan dikirim menggunakan *LoRa Transmitter* lalu data tersebut akan diterima oleh *LoRa gateway (Receiver)* yang dimana *LoRa gateway* tersebut telah terhubung ke *wifi*, setelah itu data yang diterima tadi akan dikirim ke *server* atau *database*. Ketika data sudah di *database* maka data tersebut akan ditampilkan pada Aplikasi Andoid dan *Website* yang sudah dihubungkan dengan *database* yang digunakan sehingga bisa dipantau dan dilihat oleh pasien dan juga pihak medis.



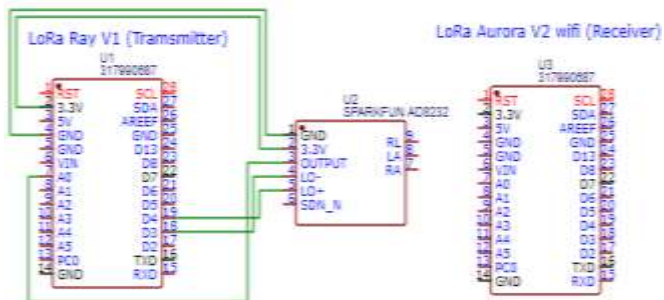
Gambar 3. 3 Flowchart sistem

Pada tahap ini diperlukan pemahaman serta beberapa referensi dari sumber-sumber yang berhubungan dengan sistem yang akan dibuat. Mencari informasi

sebanyak-banyaknya sangat diperlukan dari berbagai sumber baik dari *website*, artikel, jurnal ilmiah, ataupun sumber lainnya. Setelah itu maka akan dilanjutkan dengan pembuatan desain elektrikal dan juga desain mekanikal. Selain itu akan dibuat juga desain *interface* yang akan digunakan, yaitu aplikasi android dengan menggunakan *software* Android Studio dan *website* menggunakan *software* MySQL.

3.1.1. Perancangan Desain Elektrikal

Pada tahap perancangan elektrikal diperlukan referensi untuk dapat melakukan *wiring* pada komponen-komponen yang akan dipakai. Pin yang akan dipakai harus sesuai agar komponen yang digunakan dapat berjalan maksimal. Pembuatan desain elektrikal akan dibuat melalui *software* EasyEDA, yang dimana komponen-komponen yang digunakan yaitu LoRa Ray V1, LoRa Aurora V2, dan sensor AD8232.



Gambar 3. 4 Desain Elektrikal

3.1.2. Perancangan Desain Mekanikal

Setelah perancangan desain elektrikal diperlukan sebuah perangkat keras atau sebuah kotak yang digunakan untuk meletakkan komponen yang telah di *wiring* agar tidak berantakan dan lebih terlihat rapi. Bentuk dari desain mekanikal ukurannya juga harus sesuai dengan total ukuran komponen yang akan dipakai. Untuk membuat perancangan desain mekanikal diperlukan sebuah *software* maka dari itu akan digunakan *software* SOLIDWORKS.



Gambar 3. 5 Desain Mekanikal

3.1.3. Pembuatan Aplikasi Android

Saat melakukan pengukuran akan ada data yang akan ditampilkan maka dari itu diperlukan *interface* yang dimana berguna untuk menampilkan data tersebut. *Interface* yang akan digunakan yaitu aplikasi android yang dimana aplikasi tersebut akan lebih memudahkan penggunaanya karena pemakaiann aplikasi yang mudah dan tidak membingungkan penggunaanya. Aplikasi android tersebut akan dibuat di *software* Android Studio dan aplikasi tersebut akan terhubung dengan database yang digunakan. Aplikasi android tersebut akan dibuat halaman untuk *login*, halaman *register*, dan halaman utama yang dimana untuk menampilkan nilai sensor yang terbaca.



Gambar 3. 6 Aplikasi Android

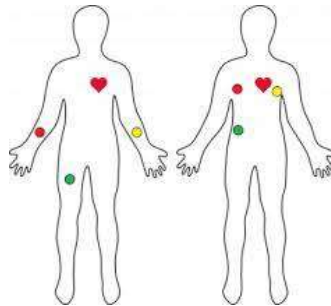
3.2. Alat dan Bahan

3.2.1. LoRa

LoRa adalah singkatan dari *Long Range* dan merupakan teknologi jaringan nirkabel berdaya rendah, mencakup jarak yang jauh, dua arah, dan transmisi data volume rendah. LoRa akan digunakan sebagai komunikasi sensor dengan jarak *line of sight*, dimana LoRa akan sebagai mikrokontroler dan juga akan mengirim data sensor. *Line of sight* merupakan kondisi dimana LoRa yang dipakai dan yang saling berhubungan benar-benar tidak ada *obstacle* atau halangan yang menghalanginya sehingga sinyal dari LoRa *transmitter* dapat langsung mengarah dan diterima oleh LoRa *receiver*.

3.2.2. AD8232

Sensor AD8232 merupakan modul yang digunakan untuk membaca atau mengukur aktivitas listrik jantung dengan menggunakan elektroda. AD8232 dirancang untuk mengekstrak, menyaring, dan memperkuat sinyal biopotensial kecil pada kondisi bising seperti gerakan atau akibat dari penempatan elektroda terpercil. Sensor ini dilengkapi dengan sembilan koneksi dari IC, kabel, atau konektor lainnya. Sensor AD8232 memiliki tiga elektroda, elektroda kuning dengan kutub positif, elektroda berwarna merah dengan kutub negatif dan elektroda berwarna hijau sebagai *ground*.



Gambar 3. 7 Penempatan Elektroda

Seperti yang terlihat pada gambar, elektroda berwarna kuning diletakkan di pergelangan tangan kanan, elektroda berwarna merah diletakkan di pergelangan tangan kakan, dan elektroda berwarna hijau diletakkan di paha kanan. Begitu juga apabila ingin digunakan dibagian dada, elektroda berwarna kuning diletakkan di

dada bagian kiri, elektroda berwarna merah diletakkan di dada bagian kanan dan elektroda berwarna hijau diletakkan dibagian perut bawah sebelah kanan.

3.3. Pengujian

Dalam sub bab ini penulis akan melakukan pengujian dalam pengiriman data dan penerimaan data dengan sempurna sehingga data yang diterima tersebut dapat termonitoring dengan maksimal. Hasil dari pengujian akan dimanfaatkan untuk menyempurnakan dan kinerja dari sistem dan sekaligus digunakan dalam pengembangan sistem lebih lanjut. Metode pengujian dipilih berdasarkan fungsionalitas dan beberapa parameter yang ingin diketahui dari sistem tersebut. Data yang diperoleh dari metode pengujian yang dipilih tersebut dapat memberikan informasi yang cukup dan dapat digunakan untuk penyempurnaan pengembangan sistem.

Sebelum melakukan pengujian dari keseluruhan sistem diperlukan menguji setiap bagian dari komponen yang akan digunakan pada proyek akhir ini berdasarkan karakteristik dan fungsi masing-masing sesuai rangkaian dan *software* dari proyek akhir ini. Komponen yang diuji antara lain pengujian sensor AD8232, sensor MAX30102 dengan alat pengukur detak jantung yang sudah terstandarisasi dan pengujian komunikasi pada LoRa *transmitter* dengan LoRa *receiver*. Setelah menguji setiap bagian dari komponen akan digunakan maka akan dilakukan pengujian sistem secara keseluruhan. Pengujian yang pertama akan dilakukan dengan perbandingan antara sensor max30102, metode dilakukan untuk menguji apakah sensor MAX30102 dalam mengukur detak jantung menunjukkan nilai detak jantung yang sama dengan yang terbaca pada alat ukur detak jantung yang terstandarisasi yaitu *Pulse Oximeter*. Menguji sensor AD8232 dengan *Pulse Oximeter* memiliki cara pengujian yang berbeda yaitu sensor AD8232 menggunakan 3 elektroda yang dimana elektroda berwarna kuning diletakkan dibagian pergelangan tangan kiri dan elektroda berwarna merah diletakkan di pergelangan tangan kanan serta elektroda berwarna hijau diletakkan di paha kaki kanan atau elektroda berwarna merah diletakkan di bagian dada kanan dan elektroda berwarna kuning diletakkan di bagian dada kiri serta elektroda berwarna hijau diletakkan di perut bawah bagian kanan berbanding dengan cara pengukuran detak jantung menggunakan *Pulse Oximeter* yang dimana hanya dengan cara menekan bagian sensor saja. Dari kedua cara pengukuran kedua alat tentu saja akan menghasilkan nilai yang berbeda juga. Sensor AD8232 akan diuji dengan menggunakan LoRa, yang dimana diuji dengan seberapa jauh LoRa masih bisa mengirimkan data detak jantung dan besar RSSI yang dihasilkan

Bab 4. Hasil dan Pembahasan

Perancangan dan pembuatan sistem proyek akhir Tele-elektrokardiografi Berbasis IoT Medis Menggunakan Jaringan LoRaWAN, menguji sensor MAX30102 dan membandingkan nilainya dengan *Pulse Oximeter* lalu menguji sensor AD8232 serta mengirim data menggunakan LoRa dalam pengirimannya. Dalam pengujiannya dilakukan dengan variasi jarak yang berbeda guna melihat seberapa jauh LoRa masih bisa mengirimkan data dengan melihat seberapa RSSI yang ditampilkan dan hasil pengujian akan dimasukkan kedalam tabel.

4.1. Data Hasil Penelitian

Pengujian yang pertama dari sensor MAX30102 dengan alat pembanding terstandarisasi, yaitu *Pulse Oximeter*

Tabel 4. 2 Perbandingan MAX30102 dengan Pulse Oximeter

MAX30102 (BPM)	Pulse Oximeter (BPM)	Persen error (%)
75	74	1,35
75	74	1,35
75	74	1,35
75	74	1,35
75	74	1,35
75	74	1,35
75	75	0,00
75	75	0,00
75	75	0,00
75	75	0,00
75	75	0,00
75	75	0,00
75	75	0,00
75	75	0,00
75	75	0,00

75	75	0,00
75	75	0,00
75	75	0,00
73	72	1,39
73	72	1,39

Pada tabel data pengujian diatas sensor MAX30102 masih menunjukkan persen error yang terbilang tidak terlalu besar. Untuk persen error yang terbesar berada pada angka 1,39% dan paling rendah 0%.

Pada pengujian sistem antara LoRa dan sensor AD8232, yang pertama kami melakukan pengujian dengan jarak sejauh 5,45 km yaitu dari Politeknik negeri Batam yang berada pada *latitude* 1.1186383460764884 dan *longtitude* 104.04846635530055 yang dimana terdapat LoRa *Receiver* dan di Bukit Senyum yang berada di titik *latitude* 1.155126359341657 dan *longtitude* 104.01470654178685 terdapat LoRa *Transmitter* dan akan menguji seberapa besar RSSI yang didapat dan menguji pengiriman data detak jantung dapat terkirim.

Tabel 4. 3 Politeknik Negeri Batam ke Bukit Senyum

Jarak	RSSI	BPM
5,45 km	-157	77
	-157	-
	-157	-
	-157	76
	-157	77
	-157	-
	-157	75
	-157	71
	-157	76
	-157	75
	-157	-
	-157	89
	-157	-

	-157	-
--	------	---

Pada pengujian yang kedua LoRa *Receiver* tetap berada di Politeknik Negeri Batam namun LoRa *Transmitter* berada di Cabuci yang berada pada *latitude* 1.1449051841902074 dan *longtitude* 104.021578074273 dengan jarak dengan jarak dari Politeknik Negeri Batam ke Cabuci sejauh 4,14 km.

Tabel 4. 4 Politeknik Negeri Batam ke Cabuci

Jarak	RSSI	BPM
4,14 km	-157	-
	-157	-
	-157	-
	-157	-
	-157	-
	-157	-
	-157	-
	-157	-
	-157	-
	-157	-
	-157	-
	-157	-
	-157	-
	-157	-
-157	-	

Pada pengujian yang ketiga ini LoRa *Receiver* masih berada di Politeknik Negeri Batam dan LoRa *Transmitter* berada di daerah bukit yang ada di ITEBA yang dimana berada pada *latitude* 1.1099073356559666 dan *longtitude*103.98067782607438 dengan jarak dari Politeknik Negeri Batam ke ITEBA sejauh 7,60 km.

Tabel 4. 5 Politeknik Negeri Batam Ke ITEBA

Jarak	RSSI	BPM
7,60 km	-157	-
	-157	-
	-157	-
	-157	-
	-157	-
	-157	-
	-157	-
	-157	-
	-157	-
	-157	-
	-157	-
	-157	-
	-157	-

Pada pengujian yang selanjutnya, dilakukan pengujian pada wilayah kampus Politeknik Negeri Batam, yang dimana pada pengujian kali ini Gedung Utama sebagai pusat atau tempat LoRa Receiver diletakkan. Pada pengujian kali dilakukan di lingkungan kampus Politeknik Negeri Batam, yang dimana Gedung Utama diletakkan LoRa *Receiver* dan LoRa *Transmitter* di letakkan di Gedung RTF yang dimana jarak dari kedua gedung tersebut adalah 171 m. Bpm juga dapat tertampil atau dikirimkan, juga RSSI yang didapatkan juga tidak lebih dari -89.

Tabel 4. 6 Gedung Utama ke Gedung RTF

Jarak	RSSI	BPM
	-84	68
	-81	68
	-83	68
	-83	68
	-88	68
	-86	68

171 m	-81	68
	-80	68
	-81	68
	-80	68
	-80	68
	-81	68
	-81	68
	-79	68

Pada pengujian selanjutnya masih dilakukan di lingkungan kampus Politeknik Negeri Batam, yang dimana Gedung Utama diletakkan LoRa *Receiver* dan LoRa *Transmitter* di letakkan di Gedung TA yang dimana jarak dari kedua gedung tersebut adalah 139 m. Bpm juga dapat tertampil atau dikirimkan, juga RSSI yang didapatkan juga tidak lebih dari -90.

Tabel 4. 7 Gedung Utama ke gedung TA

Jarak	RSSI	BPM
139,4 m	-89	63
	-90	66
	-89	66
	-90	65
	-89	65
	-89	66
	-87	66
	-88	66
	-89	66
	-88	66
	-90	66
	-88	62
	-90	66
	-88	66

4.2. Pembahasan

Dengan beberapa sampel data yang telah diambil dari beberapa lokasi yang berbeda dan juga jarak yang berbeda. Saat melakukan pengukuran pada lokasi dengan LoRa *receiver* berada di Politeknik Negeri Batam dan LoRa *transmitter* berada di Bukit Senyum, RSSI yang didapatkan senilai -157 yang dimana nilai

tersebut menunjukkan sinyal yang sangat lemah dan akibat dari sinyal RSSI yang lemah, pengiriman data detak jantung antara LoRa *transmitter* dan LoRa *receiver* berlangsung dengan lama. Namun, antara LoRa *transmitter* dengan LoRa *receiver* dapat melakukan komunikasi hanya saja berlangsung dengan rentang waktu yang bisa dikatakan cukup lama. Pada pengujian yang kedua LoRa *transmitter* berada di Cabuci dan LoRa *receiver* berada di Politeknik Negeri Batam nilai RSSI menunjukkan nilai sebesar -157 dan juga pada percobaan yang kedua ini antara LoRa *transmitter* dengan LoRa *receiver* tidak dapat melakukan komunikasi sehingga, data detak jantung yang terbaca dan yang dikirimkan pada LoRa *transmitter* tidak dapat diterima oleh LoRa *receiver* yang berada Politeknik Negeri Batam. Pada percobaan yang ketiga LoRa *transmitter* berada di ITEBA, Tiban dan LoRa *receiver* masih berada di Politeknik Negeri Batam. Pada percobaan ini RSSI yang didapatkan masih saja berada diangka -157 dan juga antara LoRa *transmitter* dengan LoRa *receiver* tidak dapat melakukan komunikasi sehingga data detak jantung yang terbaca pada LoRa *transmitter* tidak dapat dikirimkan dan juga data dari detak jantung tidak dapat diterima oleh LoRa *receiver*.

Saat melakukan ketiga pengujian diatas dari tiga letak dari lokasi LoRa *transmitter* memiliki letak geografis dan juga kondisi pada lingkungan sekitar. Pada saat melakukan pengujian di Bukit Senyum , kondisi dari lokasi dimana kami melakukan pengujian tersebut yaitu berada di ketinggian yang cukup tinggi dan keadaan sekitar tidak terlalu banyak pohon atau bisa dikatan tidak ada pohon yang dimana pohon tersebut bisa jadi sebagai penghalang dan akan mengakibatkan komunikasi antara LoRa *transmitter* dan LoRa *receiver* terganggu. Sehingga pada saat melakukan percobaan tersebut data detak jantung dapat terkirim namun pengiriman data detak jantung tersebut membutuhkan waktu yang lama ini bisa jadi disebabkan oleh jarak yang terbilang melebihi batas maksimal untuk melakukan pengiriman data.

Saat melakukan pengujian di Cabuci, kondisi dari lingkungan sekitar yaitu berada di tempat yang tinggi dan juga pada lokasi tersebut banyak sekali pohon yang dimana bisa saja mengganggu proses pengiriman data dan saat dilakukan pengujian data detak jantung data tersebut dapat terbaca pada LoRa *transmitter* hanya saja pada LoRa *receiver* tidak dapat menerima data tersebut. Berbanding dengan lokasi sebelumnya, yang dimana tidak terdapat pohon maka pada lokasi yang kedua tersebut dapat diasumsikan pohon yang ada pada lokasi tersebut menjadi penghalang pada proses pengiriman data tersebut.

Pada pengujian lokasi yang ketiga merupakan lokasi yang paling jauh dengan LoRa *receiver* berbeda dengan kedua lokasi sebelumnya. Bukit di ITEBA merupakan titik

tertinggi yang ada pada lokasi tersebut dan juga pada lokasi tersebut tidak terdapat pohon disekitarnya. Dan saat melakukan pengujian data detak jantung pada LoRa *transmitter* dapat terbaca namun pada LoRa *receiver* data detak jantung yang dikirimkan melalui LoRa *transmitter* tidak dapat diterima oleh LoRa *receiver* karena mungkin saja lokasi yang terbilang sudah cukup jauh.

Bab 5. Kesimpulan dan Saran

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan data yang telah didapat setelah melakukan uji coba sistem di beberapa lokasi yang berbeda, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Uji coba perbandingan antara sensor AD8232 dengan sensor MAX 32102 menunjukkan nilai yang berbeda, namun nilai yang ditampilkan tidak menunjukkan selisih nilai yang begitu besar, yaitu selisih nilai paling rendah berselisih 1 dan yang tertinggi berselisih 3. Nilai detak jantung yang berbeda sangat berpengaruh dengan peletakan sensor, yang dimana sensor AD8232 ditempatkan pada bagian dada sedangkan sensor MAX 30102 diletakkan pada jari tangan, sehingga dengan lokasi pengecekan tersebut dapat mempengaruhi perbedaan nilai yang keluar
2. Pengujian sensor AD8232 dengan Pulse Oxymeter menunjukkan nilai yang berbeda namun nilai tersebut tidak menunjukkan selisih nilai yang begitu jauh, yaitu selisih paling rendah selisih 1 dan yang tertinggi berselisih 5. Cara kerja dari *Pulse Oxymeter* dengan sensor MAX 30102 yang sama, sehingga lokasi dari peletakan sensor akan berbeda dan juga nilai yang keluar akan berbeda
3. Saat akan melakukan uji coba sistem ketinggian lokasi uji coba yang kurang tinggi dan juga berbeda, sehingga proses pengiriman data dapat terganggu
4. Saat melakukan uji coba sistem dengan jarak yang jauh antara LoRa *transmitter* dan *receiver*, komunikasi antara keduanya tidak berjalan dengan baik yang dimana RSSI yang didapat diangka -157 sehingga proses pengiriman data terkadang terganggu yang membuat beberapa data tidak terkirim.

5.2. Saran

Berdasarkan data dari hasil penelitian ketika melakukan uji coba alat pada dasarnya memiliki beberapa masalah yang dihadapi sehingga peneliti akan mengajukan beberapa saran, antara lain sebagai berikut:

1. Agar dapat mendaptkan hasil pengiriman yang lebih maksimal, penggunaan antena pada LoRa akan sangat baik untuk melakukan komunikasi jarak jauh
2. Saat akan melakukan pengujian dengan mengirimkan dan menerima

data menggunakan LoRa dengan jarak jauh tunggu beberapa saat untuk LoRa dapat terhubung dengan LoRa lainnya

3. Saat akan menggunakan sensor ad8232 harus dipastikan kondisi pada laptop tidak boleh dalam pengisian daya karena ini akan dapat mengganggu proses pengukuran
4. Semua elektroda harus dipasang pada lokasi yang benar dan elektroda tersebut tidak boleh lepas karena akan membuat data tidak akan keluar pada tampilan
5. Untuk memaksimalkan pengujian, lokasi pengujian haruslah LoS atau biasa disebut *Line of Sight*, yang berarti lokasi pengujian tersebut tidak boleh ada penghalang yang dimana akan dapat mengganggu proses pengiriman data

Daftar Pustaka

- [1] Aditya & Wahyuni 2020 “Rancang Bangun Alat Pengukur Kadar Oksigen Non Invasive Menggunakan Sensor Max30100”, *Jurnal Ilmiah Elektrokrisna*, vol.8,no.3,pp.62-69, Juni.
- [2] A.Widodo, N.Kholis & Nurhayati, “Sistem Monitoring Pasien Isolasi Mandiri Covid-19 Berbasis *Internet Of Things*”. Universitas Negeri Surabaya
- [3] Bagus,D, Maulana, R & Fitriyah, H 2019, “Sistem Deteksi Gejala Hipoksia Berdasarkan Saturasi Oksigen dan Detak Jantung Menggunakan Metode Fuzzy Berbasis Arduino” . Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya. Vol. 3, No. 2,
- [4] D.P.Nugroho, R.Munadi dan I.H.Santoso. “Sistem Pemantauan Kondisi Detak Jantung Berbasis *Internet of Things* Menggunakan Sensor EKG dengan Media Aplikasi Android”, vol.8,
- [5] Hariri, R, Hakim, L & Lestari, R 2019. “Sistem Monitoring Detak Jantung Menggunakan Sensor AD8232 Berbasis Internet of Things” . *Jurnal Telekomunikasi Dan Komputer*,9(3), 164. <https://doi.org/10.22441/incomtech.v9i3.7075> , [Nov. 27, 2022].
- [6] Hendrick, A.Okvironi, R.Y.Setyawan. “Pemantauan Detak Jantung Sinyal EKG Melalui Jaringan LoRa” Seminar Nasional Terapan Riset Inovatif (SENTRINOV) Ke-6, 2020
- [7] I.R.Sofiani, R.Kharisma & L.Syafa’ah 2021. “Sistem Monitoring Heart Rate dan Oksigen dalam Darah Berbasis LoRa” . vol.2, no.2.
- [8] M.Muthmainnah dan D.B.Tabriawan, “Prototipe Alat Ukur Detak Jantung Menggunakan Sensor MAX30102 Berbasis *Internet of Things* (IoT) ESP8266 dan Blynk”, *JISKA (Jurnal Informatika Sunan Kalijaga)*, vol. 7,pp. 163-176, September. 2022.
- [9] Priyo, D, Munadi, R & Hedi, I 2021. “Sistem Pemantauan Kondisi Detak Jantung Berbasis *Internet of Things* Menggunakan Sensor EKG dengan Media Aplikasi Android” . vol.8, no.5.
- [10] Rafi, F, Sakti, E & Primananda, R 2020. “Penerapan Mekanisme Transimi ECG Berbasis Teknologi LoRa (*Long Range*)” *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol.4, no.1, hh.90-99.
- [11] Sri Widya Nengsi. “Monitoring Kendaraan Menggunakan Long Range (LoRa) Radio Frekuensi Berbasis Web.” Universitas Islam Negeri Alauddin, Makassar, 2019.

- [12] S.Sufri & S.Aswardi 2020. "Alat Pendeteksi Detak Jantung dan Kesehatan Berbasis Arduino". *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, 1(2), 69–75. <http://jtein.ppi.unp.ac.id/index.php/JTEIN/article/view/31>, [Nov. 1, 2022].
- [13] T.Hariyanto, U.L.Fajriah, dan M.Rahayu, "Perancangan dan Realisasi Sistem Telemonitoring Aktivitas Bioelektrik Jantung dan Kadar Saturasi Oksigen dalam Darah Pada Pasien Berbasis IoT", *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, vol.17,no.2, Juli 2020
- [14] Yulidarti & Hendri. "Rancang Bangun Alat Pengukur Detak Jantung Menggunakan Komunikasi WiFi dengan Android", *Jurnal Teknik Elektro dan Vokasional*, vol.6,no.1 Februari.2020.

Biodata

<p>Pas Foto 2 x 3</p>	<p>Nama TTL Agama Alamat Email Riwayat Pendidikan</p>	<p>: Junaedi Satrio Panjaitan : Tj.Balai Karimun, 2 Juni 2003 : Kristen Protestan : Kampung Marlegot no.3 Sagulung Kota : junaedistro456@gmail.com SMA/SMK : SMA Negeri 2 Karimun SMP : SMP Negeri 1 Tebing</p>
<p>Pas Foto 2 x 3</p>	<p>Nama TTL Agama Alamat Email Riwayat Pendidikan</p>	<p>: Febrian Harlim Timanta : Batam, 12 Februari 2002 : Kristen Protestan : Putri Tujuh Blok B1 no 1 : Brianginting02@gmail.com SMA/SMK : SMAN 15 Batam SMP : SMPN 34 Batam</p>