

**PERANCANGAN SISTEM TELEMETRI PADA INKUBATOR UNTUK
MONITORING DETAK JANTUNG, BERAT BADAN, DAN PANJANG
BAYI BERBASIS *NODE RED***

(Skripsi)

Oleh

Chintia Leni Novaressa



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2019**

ABSTRAK

PERANCANGAN SISTEM TELEMETRI PADA INKUBATOR UNTUK MONITORING DETAK JANTUNG, BERAT BADAN, DAN PANJANG BAYI BERBASIS *NODE RED*

Oleh

CHINTIA LENI NOVARESSA

Proses pemantauan bayi prematur di rumah sakit bersifat konvensional atau manual. Staf medis mendatangi ke kamar pasien setiap kali untuk memeriksa keadaan bayi prematur. Proses pemantauan membutuhkan perangkat sistem yang bekerja secara otomatis sehingga dapat dimonitor dari jarak jauh dengan menampilkan sebuah data. Dalam penelitian ini, pemantauan dilakukan pada detak jantung, berat badan, dan panjang bayi berbasis Node-RED yang dilengkapi dengan sistem peringatan yang dikendalikan NodeMCU. Setelah data sensor dibaca oleh Arduino, data tersebut diproses untuk dikirim oleh Raspberry Pi 3 menggunakan protokol MQTT, yang kemudian ditampilkan di web berbasis Node-RED. *Buzzer* akan menyala ketika data yang dikirim 10 kali berturut-turut di bawah atau di atas nilai normal. Pengiriman data ini menggunakan 2 jaringan. Terjadi penundaan waktu saat mengirim data, data logger yang disimpan menunjukkan waktu dari 15.02.37, sedangkan di web tertampil pada waktu 15.02.38. Dalam menggunakan penyedia koneksi internet provider didapat lebih banyak waktu tunda daripada menggunakan koneksi LAN. Ini di karenakan kecepatan internet memengaruhi proses pengiriman data.

Kata Kunci: Detak Jantung, Node-RED, NodeMCU, Raspberry Pi 3, *Buzzer*.

ABSTRACT

DESIGN OF TELEMETRY SYSTEM ON INCUBATOR FOR MONITORING ON HEART RATE,WEIGHT, AND LENGTH OF BABIES BASED ON NODE-RED

By

CHINTIA LENI NOVARESSA

The health monitoring of premature babies in hospitals conventionally. Medics must go to the patient's room at any times to check the condition of the premature baby. In the monitoring, a device that can work automatically are needed so it can be monitored remotely by displaying real-time data. In this research, the monitoring on heart rate, weight, and length of baby were equipped warning system which controlled by NodeMCU. After data from the sensor is read by Arduino, the data is processed to be sent by the Raspberry Pi 3 using the MQTT protocol then displayed on a web based on Node-RED. Warning system is a buzzer which turn on if the data is below or above the standard for 10 times continuously. The transmission of data using 2 networks. There is a delay on sending the data, the data logger shows the time of 15.02.37 while the web was displayed at 15.02.38. The delay more happenly obtain when using the provider's internet connection than using a LAN connection. This is because the speed of the internet affects the process of sending data.

Keywords: *Heart Rate, Node-RED, NodeMCU, Raspberry Pi 3, Buzzer.*

**PERANCANGAN SISTEM TELEMETRI PADA INKUBATOR UNTUK
MONITORING DETAK JANTUNG, BERAT BADAN, DAN PANJANG
BAYI BERBASIS *NODE RED***

Oleh

Chintia Leni Novaressa

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK**

Pada

**Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2019**

Judul Skripsi

**: PERANCANGAN SISTEM TELEMETRI PADA
INKUBATOR UNTUK MONITORING DETAK
JANTUNG, BERAT BADAN, DAN PANJANG
BAYI BERBASIS NODE-RED**

Nama Mahasiswa

: Chintia Leni Novaresa

Nomor Pokok Mahasiswa : 1415031037

Jurusan

: Teknik Elektro

Fakultas

: Teknik



1. Komisi Pembimbing

Dr. Sri Purwiyanti, S.T., M.T
NIP. 19731004 199803 2 001

Dr. Ir. Sri Ratna S., M.T
NIP. 19651021 199512 2 001

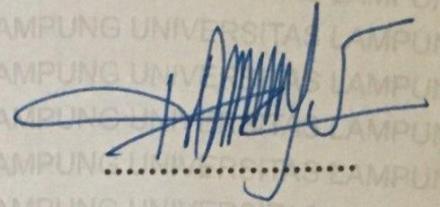
2. Ketua Jurusan Teknik Elektro

Dr. Herman H. Sinaga, S.T., M.T.
NIP. 19711130 199903 1 003

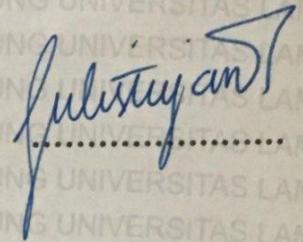
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

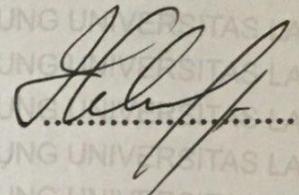
Ketua : Dr. Sri Purwiyanti, S.T., M.T



Sekretaris : Dr. Ir. Sri Ratna S., M.T



Penguji : Dr. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc.



2. Dekan Fakultas Teknik



Prof. Suharno, M.Sc., Ph.D.
NIP. 19620717 198703 1 002 *sh*



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 25 Juni 2019

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini dibuat oleh saya sendiri, tidak terdapat karya orang lain dan sepanjang sepengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain. Adapun karya orang lain yang terdapat dalam skripsi ini telah dicantumkan sumbernya dalam daftar pustaka.

Apabila pernyataan saya tidak benar maka, saya bersedia terkena sanksi sesuai dengan hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, 5 Juli 2019



Chintia Leni NOVALESSA
1415031037

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Tanjung Karang, Provinsi Lampung pada tanggal 21 November 1996. Penulis merupakan anak pertama dari empat bersaudara dari pasangan Bapak Supakat dan Ibu Nurjanah yang diberi nama Chintia Leni Novaressa.

Mengenai riwayat pendidikan, penulis memulai pendidikan di TK Masjid Agung Kalianda dan lulus pada tahun 2002. Kemudian penulis meneruskan pendidikan di SD Negeri 5 Sidorejo dan lulus pada tahun 2008. Kemudian dilanjutkan ke SMP Negeri 1 Sidomulyo dan lulus pada tahun 2011. Selanjutnya penulis meneruskan ke SMA Negeri 1 Kalianda dan lulus pada tahun 2014. Kemudian penulis diterima di Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung pada tahun 2014 melalui jalur Ujian Mandiri Perguruan Tinggi Negeri (UMPTN).

Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif di organisasi Himpunan Mahasiswa Teknik Elektro (HIMATRO) sebagai anggota Departemen Sosial dan Kewirausahaan periode 2015-2017. Selain itu penulis juga menjadi Asisten Laboratorium Teknik Elektronika pada praktikum Dasar Elektronika dan Elektronika. Penulis juga pernah melakukan Kerja Praktik (KP) di Balai Pengembangan Instrumentasi Lembaga Ilmu Penelitian Indonesia (LIPI) Bandung, Jawa Barat dan melaksanakan Kuliah Kerja Nyata di Desa Sidomakmur, Kecamatan Melinting, Kabupaten Lampung Timur.

Persembahan



Dengan Ridho Allah SWT, teriring shalawat kepada Nabi Muhammad SAW, dan dengan penuh kerendahan hati kupersembahkan karya tulis ini:

Kedua Orang Tuaku,

Bapak Supakat

Mama Nurjanah

Adik-Adikku,

Septicia

Alica Alya Aqela

Ataya Nizawa

Almameterku,

Universitas Lampung

Terimakasih untuk semua yang telah diberikan kepadaku. Jazakallah Khairan

MOTO

“Jika Kamu berbuat baik (berarti) kamu berbuat baik bagi dirimu sendiri dan jika kamu berbuat jahat maka (kejahatan) itu bagi dirimu sendiri”
(QS. Al-Isra’:7)

“Bersabarlah kamu dan kuatkanlah kesabaranmu dan tetaplah bersiap siaga dan bertaqwalah kepada Allah supaya kamu menang”
(QS. Al-Imran:200)

“Boleh jadi kamu membenci sesuatu padahal ia amat baik bagimu, dan boleh jadi pula kamu menyukai sesuatu padahal ia amat buruk bagimu, Allah mengetetahu sedang kamu tidak mengetahui”
(QS. Al-Baqarah:216)

“Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan”
(QS. Asy-Syarah:5-6)

SANWACANA

Alhamdulillahirobbil'alamin, segala puji bagi Allah SWT atas limpahan berkat rahmat dan karunia-Nya telah memberikan kesehatan, kesempatan, kekuatan dan kemampuan berpikir kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini. Shalawat serta salam tak lupa penulis sampaikan kepada Rasulullah SAW karena dengan perantarnya kita semua dapat merasakan nikmatnya kehidupan.

Skripsi ini berjudul **“Perancangan Sistem Telemetri Pada Inkubator Untuk Monitoring Detak Jantung, Berat Badan, Dan Panjang Bayi Berbasis Node-RED”**, ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung. Selama melaksanakan penelitian ini, penulis mendapatkan bantuan pemikiran baik moril, materi, maupun petunjuk, bimbingan dan saran dari berbagai pihak yang didapat secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Hasriadi Mat Akin, M.S. selaku Rektor Universitas Lampung.
2. Bapak Prof. Suharno, M.Sc., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung

3. Bapak Dr. Herman Halomoan S, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung.
4. Bapak Ir. Abdul Haris, M.T. selaku dosen Pembimbing Akademik penulis atas saran yang membangun dan arahan yang telah diberikan kepada penulis.
5. Ibu Dr. Sri Purwiyanti S.T., M.T., selaku Pembimbing Utama tugas akhir saya atas kesediannya untuk memberikan masukan, bimbingan, saran, dan kritik dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.
6. Ibu Dr. Ir. Sri Ratna S, M.T. selaku Dosen Pembimbing Pendamping atas kesediaan waktunya untuk membimbing dan memberikan ilmu.
7. Bapak Dr. Eng., Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc. selaku Penguji yang telah memberikan masukan dan sara-saran dalam skripsi ini.
8. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung atas pengajaran dan bimbingan yang diberikan selama ini kepada penulis.
9. Mba Ning dan seluruh jajaran Staf Jurusan Teknik Elektro Univeristas Lampung atas bantuannya dalam menyelesaikan urusan administrasi.
10. Bapak, Mama, Septi, Aqela, Ataya, dan semua keluarga yang telah memberikan doa yang tidak pernah berhenti, dukungan, hiburan, dan kasih sayang tiada batas akhir. Semoga kalian semua selalu dalam lindungan Allah SWT.
11. Keluarga Hampir Wisuda yaitu, Anita Effendi, Ardhi Istiadi, Efrinaldi Al Zuhri, Aryo Rusyandi, Rifky Wiguna, Nadia Muthiati, Nugi Nugraha, Rizka Widya, Ratu Hillia atas bantuannya, dukungannya, kebersamaannya dan kekeluargaannya.

12. Teman-teman seperjuanganku Qonita, Dita, Bombom, Clara, Gusti, Atika, Dewi Irawan, Delvi Ayu, Syifa, Dewita, Dea, Tara Nindya atas saran, masukan, hiburan, dan waktunya untuk mendengarkan keluh kesah penulis.
13. Teman-teman asisten Lab Elektronika dan penghuni Lab Elektro, Alam, Dickson, Dapin, Anggi, Wilson, Arya, Riko, Mbah, Faris, Arif Fauzi, Andre, Bolang, Haedar, Aim, Agung, Dian, Dinda, Mutia, Tiya, Oslin, dan lainnya yang tidak bisa dituliskan satu persatu namanya atas segala bantuan, dukungan, semangatnya.
14. Seluruh teman-teman ELITE 2014 atas kebersamaan dan kekeluargaan yang kalian berikan kepada penulis selama masa perkuliahan ini.
15. Semua pihak yang tidak dapat disebut satu persatu yang telah membantu serta mendukung penulis dari awal kuliah sampai dengan terselesaikannya Skripsi ini.

Semoga kebersamaan ini membawa kebaikan, keberkahan, kemurahan hati, serta bantuan doa yang telah diberikan seluruh pihak akan mendapatkan balasan yang setimpal dari Allah SWT. Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak terlepas dari kesalahan dan ketidaksempurnaan, oleh karena itu masukan dan saran sangat penulis harapkan demi kebaikan dan kemajuan di masa mendatang.

Bandar Lampung, Juni 2019
Penulis,

Chintia Leni Novaressa

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK.....	i
HALAMAN JUDUL.....	iii
LEMBAR PERSETUJUAN.....	iv
LEMBAR PENGESAHAN.....	v
RIWAYAT HIDUP.....	vii
PERSEMBAHAN.....	viii
SANWACANA.....	x
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR TABEL.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	3
1.3 Manfaat Penelitian.....	4
1.4 Rumusan Masalah.....	4
1.5 Batasan Masalah.....	4
1.6 Hipotesis.....	5
1.7 Sistematika Laporan.....	5

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1	Telemetry.....	7
2.2	Arduino Uno.....	9
2.3	NodeMCU ESP 8266.....	11
2.4	Raspberry Pi 3.....	12
2.5	Node-RED.....	13
2.6	Bayi Prematur.....	14
2.7	Web.....	16
2.8	LCD.....	17
2.9	Buzzer.....	17

BAB III METODE PENELITIAN

3.1	Waktu dan Tempat Penelitian.....	19
3.2	Alat dan Bahan.....	19
3.3	Spesifikasi Sistem.....	20
3.4	Metode atau Prosedur Kerja.....	21
3.5	Perancangan Sistem.....	22

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Prinsip Kerja.....	26
4.2	Pengujian Perangkat Keras dan Lunak.....	29
4.2.1	Raspberry Pi 3.....	30
4.2.2	MQTT.....	32
4.2.3	Node-RED.....	33
4.2.4	Buzzer.....	34
4.2.5	LCD.....	36

4.3 Hasil Penelitian.....	36
4.3.1 Hasil Monitoring Transmisi Data Detak Jantung Pada Inkubator Bayi Tanpa diberi Penghalang Menggunakan LAN..	37
4.3.2 Hasil Monitoring Transmisi Data Detak Jantung Pada Inkubator Bayi dengan diberi Penghalang Menggunakan LAN.	40
4.3.3 Hasil Monitoring Transmisi Data Detak Jantung Pada InkubatorBayi Tanpa diberi Penghalang dengan Internet Provider.....	43
4.3.4 Hasil Monitoring Transmisi Data Detak Jantung Pada Inkubator Bayi diberi Penghalang dengan Internet Proviser.....	46

BAB V KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan.....	51
5.2 Saran.....	51

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Arduino Uno.....	10
Gambar 2.2 NodeMCU ESP8266.....	11
Gambar 2.3 Raspberry Pi 3.....	13
Gambar 2.4 LCD.....	17
Gambar 2.5 Buzzer.....	18
Gambar 3.1 Diagram Alir Metode Kerja.....	21
Gambar 3.2 Blok Diagram Sistem.....	22
Gambar 3.3 Diagram Alir Pengiriman dan Penerimaan Data.....	24
Gambar 4.1 Alat Pengukur Bayi.....	27
Gambar 4.2 Tampilan LCD Pada Inkubator.....	27
Gambar 4.3 Rangkaian Pembaca Sensor.....	28
Gambar 4.4 Tampilan LCD Pada Ruang Monitoring.....	29
Gambar 4.5 Tampilan Raspberry Pi 3 Pada Inkubator.....	29
Gambar 4.6 Tampilan Dekstop Raspberry Pi 3 dengan Node-RED.....	31
Gambar 4.7 Tampilan Node-RED di Raspberry Pi 3.....	31
Gambar 4.8 Tampilan Program Untuk Kondisi Detak Jantung.....	33
Gambar 4.9 Tampilan Pada Web Saat Kondisi Detak Jantung Tidak Normal.....	34

Gambar 4.10 Tampilan Serial Monitor Pada Arduino IDE.....	35
Gambar 4.11 Tampilan LCD Pada Ruang Monitoring.....	36
Gambar 4.12 Tampilan Detak Jantung Pada Raspberry Pi 3.....	37
Gambar 4.13 Tampilan Grafik Pada Web.....	39
Gambar 4.14 Tampilan Hasil Penelitian Pada Web.....	39
Gambar 4.15 Tampilan Pengiriman Data Detak Jantung Pada Raspberry Pi 3 dengan diberi Penghalang.....	40
Gambar 4.16 Contoh Tampilan Hasil Penelitian Pada Web dengan diberi Penghalang.....	43
Gambar 4.17 Tampilan data Detak Jantung Pada Raspberry Pi 3 Menggunakan Internet Provider.....	44
Gambar 4.18 Tampilan Pada Web.....	46
Gambar 4.19 Tampilan Pengiriman Data Detak Jantung Pada Raspberry Pi 3 dengan diberi Penghalang.....	47
Gambar 4.20 Contoh Tampilan detak Jantung Pada Web Menggunakan Beda Provider dengan Penghalang.....	50

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Spesifikasi Arduino Uno R3.....	10
Tabel 2.2 Spesifikasi Raspberry Pi 3.....	13
Tabel 2.3 Frekuensi Detak Jantung.....	16
Tabel 4.1 Hasil Pengiriman Data Tanpa diberi Penghalang.....	38
Tabel 4.2 Hasil Pengiriman Data diberi Penghalang dengan Jarak Berbeda.	41
Tabel 4.3 Hasil Pengiriman Data Tanpa diberi Penghalang Provider Menggunakan Internet.....	45
Tabel 4.4 Hasil Pengiriman Data diberi Penghalang dengan Jarak Berbeda Menggunakan Beda Provider.....	48

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jumlah kematian pada bayi merupakan parameter yang digunakan untuk menentukan level keadaan kesehatan di suatu negara. Jumlah kematian pada bayi disebabkan oleh terjadinya persalinan prematur. Persalinan prematur adalah persalinan yang terjadi pada usia kehamilan kurang dari 37 minggu. Biasanya bayi lahir saat berusia 37 –41 minggu kehamilan. Bayi dengan kelahiran prematur atau yang abnormal mempunyai berbagai masalah seperti risiko kematian yang sangat tinggi, gangguan penglihatan, kesulitan bernapas dan tuli. Ini di karenakan bayi prematur kurang mampu beradaptasi dengan kondisi di luar kandungan akibat ketidakdewasaan sistem organ, seperti suhu lingkungan eksternal, yang lebih tidak stabil (Novi, Dhina A dkk. 2013).

Monitoring adalah proses pemantauan yang bertujuan untuk memberikan informasi dari suatu sistem secara terus menerus selama rentang waktu tertentu. Secara umum, pemantauan kesehatan kelahiran bayi prematur di rumah sakit bersifat konvensional atau manual. Staf medis datang ke kamar pasien setiap kali untuk memeriksa keadaan bayi prematur. Terbatasnya jumlah staf medis akan menjadi kendala dalam memantau kesehatan bayi prematur. Oleh karena itu, dibutuhkan sistem yang membantu staf medis untuk melakukan pemantauan

keadaan bayi berupa detak jantung, berat dan panjang bayi serta memberi peringatan ketika kondisi bayi di luar kondisi normal. Dalam melakukan pemantauan dibutuhkan suatu sistem yang dapat bekerja secara otomatis sehingga dapat dimonitor dari jarak jauh dengan menampilkan data. Sistem telemetri bisa digunakan untuk pemantauan kondisi bayi di inkubator yang dapat dimonitor dari jarak jauh. Proses pemantauan jarak jauh ini diharapkan dapat membantu para staf medis dalam memantau bayi prematur di sebuah inkubator.

Sebelumnya, sudah ada penelitian yang dilakukan untuk memantau suhu inkubator bayi. Penelitian sebelumnya dilakukan oleh Alvien Yuliant, dkk (2016), di mana penelitiannya membahas aplikasi pemantauan kelembapan dan suhu dalam inkubator untuk bayi dengan server berbasis XAMPP menggunakan protokol standar TCP, sehingga masih terjadi penundaan 5 detik, karena sumber daya Arduino masih terbatas. Kemudian dilakukan penelitian sebelumnya oleh Muhammad Ridhan Firdaus (2017) dimana penelitiannya membahas pemantauan denyut nadi, suhu, dan infus pada pasien berdasarkan Arduino Mega 2560. Hasil pengukurannya disimpan dalam modul kartu SPI-SD. Terdapat layar sentuh LCD (*Liquid Crystal Display*) sebagai media tampilan informasi yang menampilkan data yang direkam, dan buzzer sebagai sistem peringatan ketika masalah terjadi. Namun, proses pengiriman data dalam penelitian yang dilakukan masih menggunakan kabel, sehingga proses pengiriman data tidak efisien.

Berdasarkan penelitian sebelumnya, penulis merancang sistem komunikasi dari perangkat monitor detak jantung, berat dan panjang bayi, yang dilengkapi

dengan sistem telemetri menggunakan Node-RED yang diprogram pada Raspberry untuk mengirim data yang diproses oleh Arduino ke web menggunakan protokol *Message Queuing Telemetry Transport* (MQTT). MQTT adalah protokol komunikasi *Internet of Things* (IoT) yang ringan sehingga tidak membebani Arduino Uno. Raspberry ini tidak hanya mentransmisikan data melalui program Node-RED, tetapi juga terhubung ke NodeMcu, yang berfungsi menampilkan kondisi bayi pada layar LCD di ruang pemantau dan sebagai kontrol aktuator dalam bentuk *buzzer*. Sistem komunikasi ini dilengkapi dengan web dan LCD untuk menampilkan data pengukuran. *Buzzer* berfungsi mengingatkan kepada staf medis ketika detak jantung bayi berada di luar kondisi normal.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Merancang sistem komunikasi berbentuk detak jantung, berat dan panjang bayi dari perangkat pemantauan pada inkubator menggunakan Arduino berbasis Node-RED yang ditampilkan di server web dan LCD.
2. Menampilkan hasil dari pengukuran Arduino secara *real time* pada LCD dan web berupa data detak jantung, berat dan panjang bayi.
3. Memberi peringatan bunyi *buzzer* saat detak jantung bayi berada di luar kondisi normal.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memperoleh informasi tentang keadaan bayi prematur di inkubator melalui LCD dan *web*.
2. Pemantauan jarak jauh dapat membantu dokter atau perawat dalam memantau detak jantung, berat, dan panjang bayi prematur di inkubator.

1.4 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Bagaimana sistem transmisi data monitor detak jantung, berat dan panjang bayi prematur di inkubator menuju LCD dan web?
2. Bagaimana cara web dibuat melalui Node-RED?
3. Bagaimana sistem peringatan dirancang untuk staf medis ketika detak jantung bayi berada di luar kondisi normal?

1.5 Batasan Masalah

Beberapa batasan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Menjelaskan tampilan detak jantung, berat dan panjang bayi prematur dalam inkubator pada LCD dan web.
2. Sistem telemetri menggunakan standar protokol MQTT.
3. Hanya menggunakan *buzzer* sebagai pemberi peringatan.
4. Tidak menjelaskan kinerja jaringan komunikasi pada sistem ini.

1.6 Hipotesis

Sistem komunikasi ini mempermudah pemantauan detak jantung, berat, dan panjang bayi prematur dalam inkubator menggunakan protokol MQTT, di mana data yang dikirim dapat ditampilkan pada LCD dan web secara *real time* dan kemudian disimpan serta dapat memberi peringatan ketika detak jantung pada bayi tidak normal.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistem penulisan terdiri dari lima bab:

Bab I. Pendahuluan

Bab ini menjelaskan penelitian secara umum yang mencakup informasi latar belakang, penelitian sebelumnya, tujuan, manfaat, perumusan masalah, batasan masalah, dan penulisan sistematis.

Bab II. Tinjauan Pustaka

Bab ini memberikan landasan teoretis yang mendukung pembahasan penelitian ke dalam sistem pemantauan untuk detak jantung, berat, dan panjang bayi prematur di inkubator.

Bab III. Metode Penelitian

Bab ini berisi langkah-langkah yang diperlukan untuk melakukan penelitian, yaitu waktu dan tempat penelitian, alat dan bahan, spesifikasi sistem, prosedur kerja, dan desain sistem.

Bab IV. Hasil dan Pembahasan

Bab ini berisi prosedur pengujian, hasil pengujian, dan penjelasan tentang kinerja peralatan yang dirancang.

Bab V. Penutup

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil uji yang dilakukan dan saran yang diperlukan untuk melanjutkan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA**LAMPIRAN**

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Telemetry

Telemetry adalah kata dari bahasa Yunani. Kata telemetry dibagi menjadi dua kata, tele dan metron. Kata tele memiliki konotasi jarak jauh, sedangkan metron memiliki makna pengukuran. Telemetry adalah proses mengukur indikator suatu objek (ruang, benda, kondisi alam), mengirimkan proses pengiriman hasil pengukuran ke lokasi lain menggunakan kabel atau tanpa menggunakan kabel (secara nirkabel). Telemetry juga dapat diartikan sebagai bidang teknis yang menggunakan instrumen untuk mengukur radiasi, panas dan kecepatan. Data yang diukur kemudian dikirim ke penerima di luar jangkauan untuk penggunaan langsung atau analisis. Kelemahan telemetry adalah sangat rentan terhadap gangguan kebisingan (*noise*) seperti getaran, suhu, tekanan udara, dan benda-benda yang menjadi penghambat (Nurbaitty, Bella S. 2016).

Dalam penelitian ini, protokol MQTT digunakan sebagai telemetry. MQTT adalah singkatan untuk *Message Queuing Telemetry Transport*. MQTT adalah protokol komunikasi data *machine to machine* (protokol komunikasi data M2M) yang termasuk dalam lapisan aplikasi dan merupakan pesan sederhana (*lightweight message*). Arti pesan sederhana (*lightweight message*) adalah

bahwa protokol MQTT mengirim pesan berukuran kecil sebesar 2 byte perjenis data sehingga mereka dapat beroperasi dalam rentang terbatas, seperti bandwidth kecil dan sumber daya listrik kecil yang mengakibatkan terputusnya koneksi sementara. Dengan cara ini, pengiriman data pesan yang dikirim tetap terjamin karena MQTT menggunakan metode terbitkan (*publisher*) atau berlangganan (*subscriber*) dalam proses komunikasi. *Publisher* atau *subscriber* adalah proses pertukaran pesan dalam komunikasi di mana *publisher* adalah pengirim data sementara *subscriber* adalah penerima data. Dalam komunikasi yang menggunakan *publisher* dan *subscriber* terjadi secara asinkron, artinya komunikasi ini terjadi ketika perantara yaitu broker hadir sehingga pengirim dan penerima tidak perlu saling mengenal dan terhubung langsung satu sama lain. Sistem *publisher* mengeluarkan sinyal atau event, maka *subscriber* menerima sinyal atau ketertarikan pada event tersebut melalui *subscription* (berlangganan) yang dapat diakses secara bebas setiap saat. Jadi *publisher* adalah pengirim pesan sementara *subscriber* adalah penerima pesan berdasarkan langganan. Untuk mengirim pesan dari *publisher*, broker masih diperlukan sehingga *subscriber* dapat menerima pesan dan mengelola *subscription* dari *subscriber*. Protokol MQTT ini berfungsi sebagai berikut:

1. Menyiapkan koneksi (*connection setup*) adalah bagian pertama dari bagian awal yang dilakukan *publisher*, *broker*, dan *subscriber* yang menjalin komunikasi dengan membuat nama pengguna dan kata sandi sehingga *publisher* dan *subscriber* terhubung.
2. Disconnecting adalah proses berhenti berlangganan pelanggan ke topik yang dipublikasikan oleh server.

3. Heart Beat adalah proses tahap antara *publisher*, broker, dan *subscriber* sebelum memutuskan sambungan.
4. *Subscriber* adalah kata lain untuk langganan yang terjadi ketika Anda berlangganan satu atau lebih topik dari server.
5. *Publishing Message* yaitu server mengirim pesan sesuai dengan klien yang berlangganan

2.2 Arduino Uno

Arduino Uno adalah kartu elektronik yang berfungsi seperti komputer yang berisi mikrokontroler ATmega328. Jadi dapat dikatakan bahwa Arduino Uno adalah papan pengembangan mikrokontroler berbasis chip ATmega328. Arduino Uno terdiri dari 14 input dan output digital (I / O) dan 6 input analog dan analog (I / O). Konektor 14-pin digital dapat digunakan sebagai output PWM termasuk konektor 0 hingga 13, sedangkan konektor analog 6-pin dapat digunakan dari konektor A0 hingga A5 dengan kristal 16 MHz, konektor USB, konektor daya, header ICSP, dan tombol reset. Ini adalah dukungan yang dibutuhkan dalam pembuatan sejumlah mikrokontroler. Spesifikasi dan Arduino Uno R3 dapat dilihat pada Tabel 2.1 dan Gambar 2.1.

Tabel 2.1 Spesifikasi Arduino Uno R3

Mikrokontroler	Atmega 328
Tegangan Pengoperasian	5 V
Tegangan Input yang disarankan	7-12 V
Batas Tegangan Input	6-20 V
Jumlah Pin I/O Digital	14
Jumlah Pin I/O Analog	6
Flash Memory	32 Kb
SRAM	2 Kb
EEPROM	1 Kb
Clock Speed	16 MHz

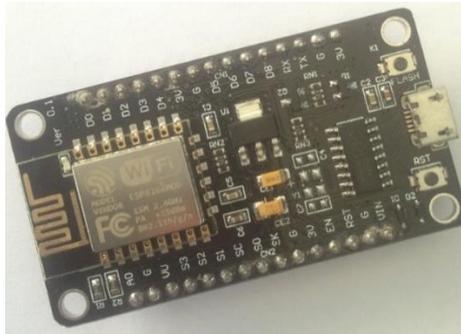
**Gambar 2.1** Arduino Uno

Papan Arduino Uno dapat diaktifkan dari pengisi daya USB melalui port USB pada komputer atau catu daya 9 volt. Ketika daya terputus, papan Arduino ditenagai oleh port USB. Namun, jika adaptor daya diaktifkan dari port USB, kartu Arduino secara otomatis didukung oleh catu daya. (Hurisantri, Widya. 2016).

2.3 NodeMCU ESP8266

ESP8266 adalah chip yang terdiri dari prosesor, memori, dan akses ke GPIO. NodeMCU juga dapat disebut mikrokontroler berbasis *Internet of Things* (IoT).

Internet of Things sedang berkembang dengan pengembangan modul Ethernet dan WLAN seperti Wiznet, Ethernet Shield dan, baru-baru ini modul WLAN ESP8266.



Gambar 2.2 NodeMCU ESP8266

Modul ESP8266 adalah pembaruan protokol TCP / IP yang dikendalikan oleh mikrokontroler untuk mengakses WLAN. ESP8266 beroperasi pada frekuensi 2,4 GHz, yang berarti dapat beroperasi pada 11 saluran (masing-masing 5 MHz). Tegangan yang diperlukan untuk mengoperasikan ESP8266 adalah 3.3V. Saat menggunakan ESP8266 untuk komunikasi dan sebagai sumber daya untuk modul WLAN diperlukan mikrokontroler Arduino tambahan dengan sumber daya 3.3V. Pada saat penggunaan ESP8266 untuk berkomunikasi, sebaiknya dilakukan secara terpisah karena modul WLAN dilengkapi dengan mikrokontroler dan GPIO sehingga banyak pengguna dapat mengembangkan firmware untuk menggunakan modul tanpa perangkat mikrokontroler tambahan (Arafat. 2016).

2.4 Raspberry Pi 3

Raspberry Pi adalah modul mikrokomputer yang berbentuk seperti papan mikrokontroler, memiliki output input digital. Raspberry Pi sering disebut sebagai Raspi. Raspi merupakan sirkuit papan tunggal (*single board circuit* SBC) berukuran seperti kartu kredit yang dapat digunakan untuk menjalankan program perkantor, permainan komputer, perangkat komunikasi, dan video beresolusi tinggi. Kelebihan Raspberry Pi dibandingkan dengan papan mikrokontroler lainnya yaitu mempunyai port atau koneksi ke layar dalam bentuk TV atau monitor PC dan port USB untuk keyboard dan mouse. Raspberry Pi 3 adalah generasi ketiga dari Raspberry Pi yang menggantikan Raspberry Pi 2, model B. Raspberry Pi3 memiliki bentuk yang identik dengan Raspberry Pi 2 sebelumnya (dan Pi 1, model B +) dan sepenuhnya kompatibel dengan Raspberry Pi 1 dan 2. Pada perangkat terbaru Raspberry ini memiliki kemampuan fitur nirkabel yang terintegrasi dan prosesor yang lebih kuat dari versi yang pernah rilis sebelumnya (Djasa, Tauriq P. 2015). Lihat spesifikasi Raspberry Pi 3 pada Tabel 2.2 dan Raspberry Pi 3 pada Gambar 2.3.

Tabel 2.2 Spesifikasi Raspberry Pi 3

Spesifikasi	Keterangan
<i>Soc</i>	BCM2837
<i>Processor</i>	1.2 GHz 64 bit quad core ARMv8 CPU
<i>Memory/RAM</i>	1 GB SDRAM 400 MHz
<i>GPU</i>	Video Core IV 3D Graphics Core
<i>Wireless Adapter/LAN</i>	802.1 In Wireless LAN
<i>Bluetooth</i>	Bluetooth 4.1 (built in), Bluetooth Low Energy (BLE)
<i>GPIO</i>	40 Pin
<i>Port USB</i>	4 USB Ports
<i>Card storage</i>	Micro SD Card slot (now push-pull rather than push-push)
<i>Jaringan</i>	Ethernet Port
<i>External Audio and Video</i>	Full HDMI port, Camera Interface (CSI), Display Interface (DSI), Combined 3.5 mm audio jack and composite video
<i>Sistem operasi</i>	Debian GNU/Linux, fedora, Arch Linux ARM, RISC OS

**Gambar 2.3** Raspberry Pi 3

2.5 Node-RED

Node-RED adalah alat pengembangan aplikasi *Internet of Things* (IoT) berbasis browser yang memungkinkan pengguna dengan mudah membuat aplikasi atau sistem berbasis aliran (*flow*) menggunakan lingkungan pemrograman visual untuk membuatnya lebih berguna dan efektif dalam

pembuatannya. *Flow* merupakan pemrograman diagram alir yang terdiri dari berbagai jenis node, dari input node ke output node. Terdiri dari berbagai jenis node yang saling berhubungan, setiap node melakukan tugas atau fungsi tertentu. Meskipun Node-RED dikembangkan untuk *Internet of Things* (IoT), Node-RED dapat digunakan untuk tujuan umum dan untuk berbagai jenis aplikasi. Node-RED menyediakan beberapa jenis node yang dapat digunakan pengembang untuk menjadi lebih produktif, seperti:

1. Kirim data input dari simpul input node dan data output dari *broker* ke simpul output melalui *Message Queuing Telemetry Transport* (MQTT) sehingga mereka dapat dilihat oleh *subscriber*.
2. Pengembangan layanan web melalui HTTP dan layanan protokol datagram pengguna, yang dapat digunakan untuk membuat server, menerima input, dan mendapatkan hasil output (M. Tim J. 2016).

2.6 Bayi Prematur

Bayi prematur adalah bayi dengan usia kehamilan kurang dari 37 minggu dan lahir dengan berat badan kecil (Whaley dan Wong, 2004). Pemahaman lebih lanjut tentang bayi prematur melibatkan bayi yang lahir hidup pada hari pertama periode menstruasi terakhir dan lahir sebelum minggu ke-37 kehamilan. Sebagian besar organ tubuh belum berfungsi dengan baik, karena kelahirannya masih sangat dini. Bayi prematur memiliki masalah kompleks, semua organ tubuhnya belum matang dan membutuhkan perawatan yang berkepanjangan selama berminggu-minggu. Bayi prematur memiliki tubuh

yang sangat kecil, lemak subkutan kecil, kepala lebih besar dari tubuh, hipoventilasi, dan sering mengalami periode apnea (Whaley dan Wong, 2004). Fungsi vital memberikan informasi tentang fungsi organ tertentu, termasuk jantung, paru-paru dan semua sistem tubuh. Perubahan tanda-tanda vital juga dapat mengidentifikasi kebutuhan untuk intervensi keperawatan dan medis. Selain itu, pengukuran rutin tanda-tanda vital adalah cara cepat dan efektif untuk memantau perkembangan kesehatan fisik dan untuk mengevaluasi respon terhadap intervensi keperawatan dan medis. Tanda-tanda vital bayi harus diuraikan dalam garis besar rencana perawatan. Biasanya, jantung bayi berdetak lebih cepat daripada jantung orang dewasa. Peningkatan frekuensi detak jantung dan pernapasan dapat disebabkan oleh stres (menangis, demam, dan infeksi). Denyut jantung dan laju pernapasan harus diukur ketika bayi tenang, baik ketika bangun dan tidur.

Denyut jantung adalah indikator yang digunakan untuk mengevaluasi sistem kardiovaskular. Denyut nadi dapat dengan mudah diperiksa dengan jari (sweeping) atau dapat juga dilakukan dengan perangkat elektronik yang sederhana dan canggih. Ukuran jantung meningkat seiring bertambahnya usia anak, yang mengakibatkan penurunan denyut jantung. Fluktuasi denyut jantung lebih dramatis pada anak-anak daripada pada orang dewasa (Susan Agrawal, 2008).

Tabel 2.3. Frekuensi Detak Jantung Saat Istirahat menurut Susan Agrawal (2008).

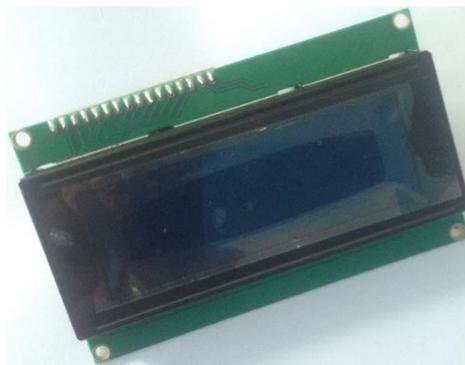
Usia	Detak Jantung Normal/menit
Prematur	120 – 170
0 – 3 bulan	100 – 150
3 – 6 bulan	90 – 120
6 – 12 bulan	80 – 120
1 – 3 tahun	70 – 110
3 – 6 tahun	65 – 110
6 – 12 tahun	60 – 95
Di atas 12 tahun	55 – 85

2.7 Web

Sebuah situs web atau situs dapat diartikan sebagai kumpulan halaman di mana informasi, teks, gambar foto atau gambar bergerak, animasi, suara atau kombinasi elemen-elemen statis dan dinamis ini ditampilkan membentuk serangkaian yang saling terkait di mana masing-masing terhubung melalui jaringan halaman (Hyperlink). Bersifat statis jika konten informasi situs web diperbaiki, jarang berubah, dan konten informasi searah hanya dari pemilik situs web. Bersifat dinamis jika konten informasi di situs terus berubah dan konten informasi bersifat interaktif di kedua arah dari pemilik dan pengguna situs. Sistem informasi berbasis situs web adalah media yang menampilkan informasi tentang media interaksi seperti gambar, video, audio, atau kombinasi dari semua media tersebut (Novi, Dhina A et al 2013).

2.8 LCD

Modul LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah salah satu alat yang digunakan sebagai indikator. Pada dasarnya, sistem penyesuaian LCD memiliki standar yang sama, tetapi banyak jenisnya, baik dari segi perusahaan pembuat maupun ukurannya. Modul LCD ini dilengkapi dengan mikrokontroler yang dirancang khusus untuk mengontrol layar LCD, berfungsi memainkan peran sebagai pengontrol (pengontrol sistem) dan menghasilkan karakter.



Gambar 2.4 LCD

2.9 Buzzer

Alarm digunakan sebagai sistem peringatan tanda bahaya dalam bentuk bunyi atau suara. Komponen alarm yang digunakan adalah *buzzer*. *Buzzer* atau bel listrik adalah perangkat yang memberinya sinyal dengan ciri khas. Secara umum, bel listrik sering digunakan untuk rangkaian sensor dengan pengontrol dan digunakan sebagai penanda dalam bentuk suara. Adapun bentuk fisik dari *buzzer* ditunjukkan pada Gambar 2.5 (Tri Rahajoeningroem, Wahyudin. 2013).



Gambar 2.5 Buzzer

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian tugas akhir ini dilakukan dari September 2018 hingga April 2019, dan proses desain sistem dan perangkat keras dilakukan di Laboratorium Teknik Elektro Fakultas Teknik Listrik, Universitas Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. 1 unit Arduino Uno
2. 1 unit raspberry Pi 3
3. 1 unit LCD (*Liquid Crystal Digital*)
4. 1 unit *Buzzer*
5. NodeMCU
6. 1 unit Laptop
7. *Software* Arduino IDE
8. *Software* Node-RED
9. *Power Supply*

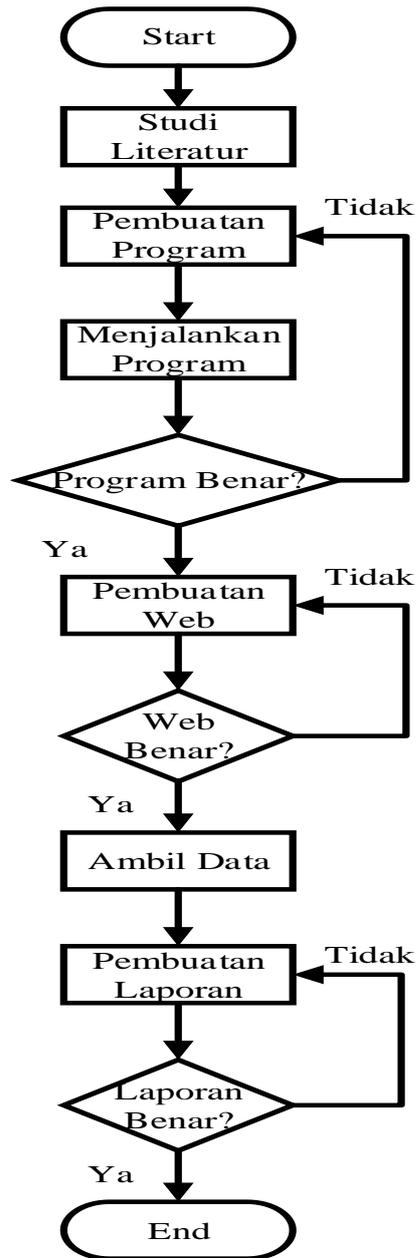
3.3 Spesifikasi Sistem

Adapun spesifikasi sistem ini adalah sebagai berikut:

1. Sistem ini menggunakan protokol MQTT berbasis Node-RED untuk mengirim informasi secara nirkabel seperti data detak jantung, berat bayi, dan panjang untuk ditampilkan di server web sedangkan LCD ditampilkan melalui NodeMcu yang terhubung ke Raspberry Pi 3.
2. Data yang dikirim dengan Node-RED ditampilkan di web yang dapat diakses melalui browser yang terhubung ke internet, sementara data yang dikirim melalui NodeMCU ditampilkan pada layar LCD ruang pemantauan.
3. Sistem dapat menyimpan data yang dikirim oleh sensor di Raspberry Pi 3.
4. Dalam melakukan pemantauan kondisi bayi ini, protokol MQTT dapat berkomunikasi secara *publisher* dan *subscriber*.
5. Sistem dapat mengeluarkan peringatan dengan mengaktifkan *buzzer* jika detak jantung bayi tidak normal.

3.4 Metode atau Prosedur Kerja

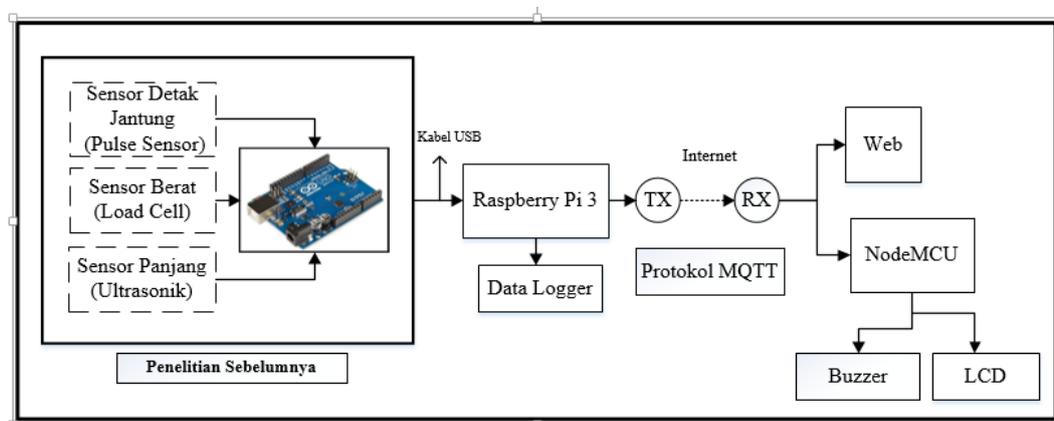
Dengan mengembangkan sistem telemetri untuk memantau kondisi detak jantung, berat dan panjang bayi ini, beberapa proses yang dilaksanakan ditunjukkan pada Gambar 3.1 Diagram alir aliran penelitian.



Gambar 3.1 Diagram Alir Metode Kerja

3.5 Perancangan Sistem

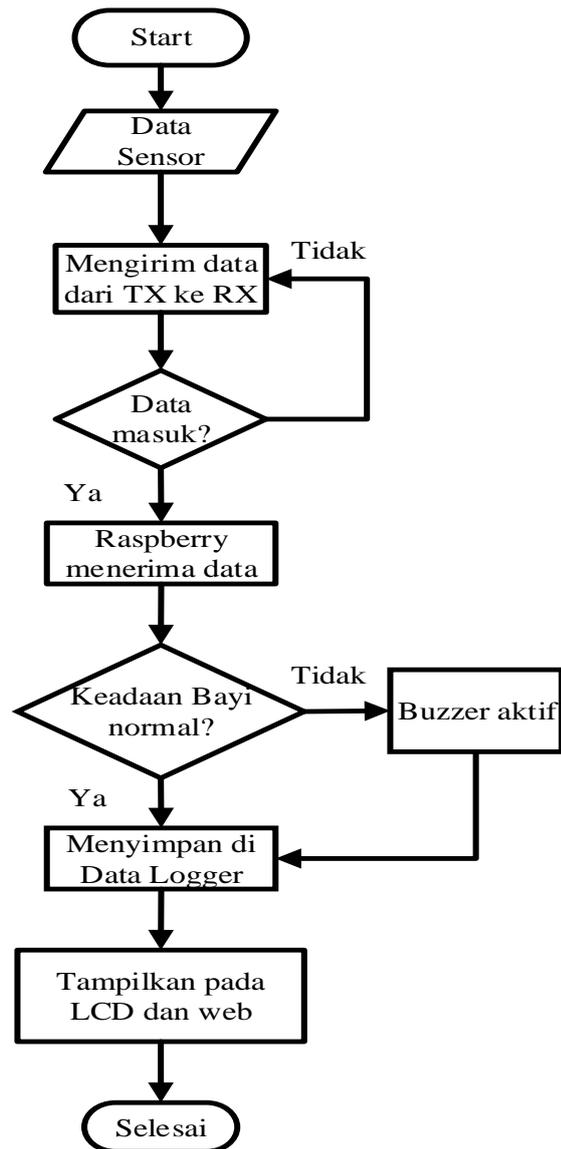
Blok diagram secara keseluruhan sistem pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Blok Diagram Sistem

Gambar 3.2 menunjukkan diagram blok seluruh rancangan sistem telemetri untuk memantau keadaan bayi di inkubator. Dalam penelitian ini, detak jantung dideteksi dengan sensor *pulse*, panjang bayi diukur dengan sensor ultrasonik, dan berat badan diukur dengan sensor *load cell*. Dari Gambar 3.2 dapat dijelaskan bahwa sensor yang digunakan terhubung ke Arduino Uno, dimana perangkat ini merupakan hasil penelitian sebelum penelitian ini. Penelitian ini kemudian dilanjutkan sehingga bayi prematur dapat ditindaklanjuti dalam inkubator yang dapat diakses di mana saja. Arduino Uno terhubung ke Raspberry Pi 3 melalui kabel USB. Raspberry Pi 3 menerima data dari Arduino uno, yang kemudian dilakukan dalam dua tahap pengiriman data, yaitu Web dan NodeMCU. Data yang dikirim disimpan dalam memori Raspberry Pi 3. Untuk mengirim data ke Web, menggunakan Raspberry Pi 3 yang terprogram Node-RED. Data yang ditampilkan di web dalam bentuk angka dan grafik

menunjukkan hasil pengukuran sensor yang digunakan. Saat mengirim data ke NodeMCU, Raspberry Pi 3 dan NodeMCU harus terhubung ke jaringan Internet (WiFi), setelah Raspberry Pi 3 dan NodeMCU terhubung ke WiFi, diinputkan alamat IP Raspberry Pi 3 ke NodeMCU untuk menghubungkan Raspberry Pi 3 dan NodeMCU melalui protokol MQTT. Setelah semuanya terhubung, Raspberry Pi 3 mengirimkan data yang diterima dari Arduino Uno ke NodeMCU. Data yang dikirim oleh Raspberry Pi 3 dikendalikan oleh NodeMCU untuk menampilkan kondisi bayi pada LCD dalam kondisi normal atau abnormal. Untuk mendeteksi kondisi bayi dalam kondisi normal atau abnormal, digunakan *buzzer* untuk memberi peringatan. Diharapkan perawat, dokter dan staf medis lainnya akan mengetahui kondisi bayinya tanpa harus berada di dekatnya. Saat merancang sistem telemetri pemantauan detak jantung, berat dan panjang bayi memiliki beberapa transmisi, seperti dijelaskan dalam diagram alur untuk mengirim dan menerima data pada Gambar 3.3 di bawah ini.



Gambar 3.3 Diagram Alir Pengiriman dan Penerimaan Data

BAB V KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

1. Dengan bantuan Node-RED dan Raspberry Pi 3, sistem pemantauan jarak jauh untuk monitoring detak jantung bayi dalam inkubator dapat ditampilkan melalui Node MCU di Web dan di LCD telah terealisasi.
2. Saat mengirim data melalui internet provider, didapatkan waktu tunda yang lebih lama daripada saat mengirim data melalui koneksi LAN. Ini disebabkan oleh perbedaan kecepatan koneksi di jaringan individu.
3. Telah terealisasi sistem peringatan detak jantung bayi dalam dua kondisi, dima jika kondisi bayi tidak normal dalam 10 kali berturut-turut, *buzzer* berbunyi untuk memberikan informasi peringatan kepada petugas.

5.2 Saran

1. Pada penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan wireless sensor khususnya sensor detak jantung agar kabel tidak melilit bayi.
2. Dianjurkan untuk menggunakan web hosting yang stabil dan cepat agar website dapat selalu diakses dan *respond time* kecil.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdur, Hudan R dkk. 2017. *Sistem Kendali Berbasis Mikrokontroler Menggunakan Protokol MQTT Pada Smarthome*. Universitas Brawijaya.
- Agrawal, Susan. 2008. *Normal Vital Signs in Children: Heart Rate, Respirations, Temperature, and Blood Pressure*. Chicago: Complex Child E-Magazine.
- Arafat. 2016. *Sistem Pengamanan Pintu Rumah Berbasis Internet Of Things (Iot) Dengan Esp8266*. Universitas Islam Kalimantan.
- Djasa, Tauriq P. 2015. *Sistem Monitoring Menggunakan Mini PC Raspberry Pi*. Universitas Komputer Indonesia.
- Hurisantri, Widya. 2016. *Sistem Pendeteksi Warna Dan Nominal Uang Untuk Penyandang Tuna Netra Berbasis Arduino Uno*. Politeknik Negeri Sriwijaya
- Indrasanto, E., dkk. 2008. *Pelayanan Obsetri dan Neonatal Emergensi Komprehensif (PONEK)*. Jakarta
- M. Tim J. 2016. *Develop with Node-RED*. <https://software.intel.com/en-us/articles/developing-with-node-red>. Diakses pada 4 September 2018.
- Novi, Dhina A dkk. 2013. *Faktor Risiko Kejadian Persalinan Prematur (Studi Di Bidan Praktek Mandiri Wilayah Kerja Puskesmas Geyer Dan Puskesmas Toroh Tahun 2011)*. Universitas Muhammadiyah Semarang.
- Nurbaitty, Bella S. 2016. *Perancangan Sistem Telemetry Pada Mini Vessel Untuk Pengukuran Kualitas Perairan Meliputi Suhu, Kadar Oksigen Terlarut, Kadar Keasaman, Dan Kedalaman*. Universitas Lampung.
- Rahajoeningroem, Tri, Wahyudin. 2013. *Sistem Keamanan Rumah Dengan Monitoring Menggunakan Jaringan Telepon Selular*. Universitas Komputer Indonesia. Bandung.
- Whaley dan Wong D.L. 2004. *Nursing Care Of Infant's and Children*. (5th Edition, Missouri: Mosby Inc

Yuliant, Alvien dkk. 2015. *Rancang Aplikasi Pemantau Suhu Dan Kelembapan Pada Inkubator Bayi Berbasis Internet*. Universitas Gunadarma.