

DESAIN PROTOTIPE SMART INCUBATOR BERBASIS *INTERNET OF THING*

**Sukanto*, Slamet Handoko, Liliek Triyono,
Idhawati Hestingsih, Tutuk Wijayanntiningrum**

Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Semarang
Jln. Prof. Soedarto Semarang
*Email: sukanto@polines.ac.id

Abstract

Indonesia is ranked fifth as a country that has the highest number of premature babies in the world. As many as 15 million babies are born prematurely every year in the world, it is reported from this number, as many as 1.1 million babies die from various complications. Premature conditions occur because babies born under the age of less than 37 weeks, with a weight below 1,500 grams. Various problems can be caused by premature birth. Premature babies have a higher risk of death than babies born at term. Many factors influence the increase in premature infant mortality. One of them is the lack or difficulty of monitoring the condition of the premature baby's body after birth. In this study, a baby smart incubator system was created which was implemented for baby monitoring, which included temperature, baby's weight, baby's heart rate. This system is made using a mobile application using android programming based on the Internet of Things (IoT). So that it can be accessed by the baby's mother and medical officers to carry out supervision.

Keywords: *Premature, Monitoring System, Baby Smart Incubator, Oxygen, Heart Rate, Baby Weight, Mobile Application, Iot.*

Abstrak

Indonesia menduduki peringkat kelima sebagai negara yang memiliki jumlah bayi prematur tertinggi di dunia. Sebanyak 15 juta bayi lahir prematur setiap tahunnya di dunia, dilaporkan dari jumlah tersebut, sebanyak 1,1 juta bayi meninggal karena berbagai komplikasi. Kondisi prematur terjadi karena bayi yang lahir di bawah usia kurang dari 37 minggu, dengan berat badan di bawah 1.500 gram. Berbagai masalah yang dapat ditimbulkan oleh kelahiran prematur. Bayi prematur mempunyai resiko kematian yang lebih tinggi dibandingkan dengan bayi yang lahir cukup bulan. Banyak faktor yang mempengaruhi meningkatnya angka kematian bayi prematur. Salah satunya yaitu minimnya atau susahnyanya pengawasan kondisi tubuh bayi prematur setelah lahir. Pada penelitian ini, dibuat sebuah sistem baby smart incubator yang diimplementasikan untuk monitoring bayi, yang meliputi temperatur, berat badan bayi, detak jantung bayi. Sistem ini dibuat menggunakan aplikasi mobile menggunakan android programming yang *berbasis Internet of Thing (IoT)*. Sehingga dapat diakses oleh Ibu bayi dan para petugas medis untuk melakukan pengawasan.

Kata Kunci: *Prematur, Sistem Monitoring, Baby Smart Incubator, Oksigen, Detak Jantung, Berat Badan Bayi, Aplikasi Mobile, Iot*

PENDAHULUAN

Berdasarkan Hasil Survei Demografi Kesehatan Indonesia (SDKI) 2017 menunjukkan tingginya angka kematian bayi di Indonesia^[3]. Salah satu tujuan Millenium Development Goal (MDGs) 2015 di bidang kesehatan adalah menurunkan angka kematian anak. Dalam 20 tahun terakhir, angka kematian balita di dunia menurun cukup tajam dari 12 juta pada 1990 menjadi berkisar 7,6 juta pada 2010 (dari 88 per 1.000 kelahiran hidup menjadi 57 per 1.000 kelahiran hidup). Namun, di lain pihak, angka kematian bayi menurun sangat lambat. Di Indonesia, angka kematian bayi sangat tinggi yaitu yaitu angka kematian bayi 32 per 1.000 kelahiran hidup dan angka kematian neonatal sebesar 19 per 1.000 kelahiran hidup. Setiap 1 jam terdapat 10 kematian bayi di Indonesia. Salah satu penyebab kematian bayi terbanyak adalah prematuritas. Berdasarkan Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) Kementerian Kesehatan (Kemenkes) tahun 2007, penyebab kematian neonatus 0 – 6 hari di Indonesia adalah afiksia (37 persen), prematuritas 78,5 persen), dan sepsis (12 persen)^[4]. Beberapa permasalahan yang dihadapi bayi prematur adalah adanya suhu tubuh yang belum stabil dan organ yang belum sempurna, seperti jantung, berat badan rendah, dan paru-paru belum matang.

Bayi prematur mudah mengalami penurunan suhu di bawah normal (kurang dari 36,5 derajat celsius). Penurunan suhu ini dapat mengakibatkan bayi mengalami sesak nafas, lemah, pucat, ataupun berwarna biru karena kekurangan oksigen. Apabila tidak dapat diatasi dengan segera, penurunan suhu ini dapat mengakibatkan kematian. Pengaturan suhu adalah masalah utama dalam bayi prematur untuk menjaga suhu tubuh mereka^[1]. fluktuasi suhu yang parah di dalam inkubator dapat menyebabkan kehilangan panas bayi, hipotermia dan gangguan pernafasan, yang terkait erat dengan suhu dan aliran udara^[2]. Jantung adalah organ vital dan merupakan pertahanan terakhir untuk hidup selain otak. Denyut yang ada di jantung ini tidak bisa dikendalikan oleh manusia. Denyut jantung biasanya mengacu pada jumlah waktu yang dibutuhkan oleh detak jantung per satuan waktu. Secara umum hal tersebut direpresentasikan sebagai beats per minute (BPM) karena waktu standar yang dapat digunakan untuk mengukur berapa denyut jantung manusia, yaitu berdasarkan menit, tepatnya 1 menit^[5].

Selain jantung, hal yang paling ditakuti dari bayi prematur adalah paru-paru yang belum matang. Kondisi tersebut akan membuat si bayi mengalami kesulitan bernapas. Bayi membutuhkan bantuan oksigen dan tekanan udara kedalam paru-paru, Masalah

lain pada bayi prematur adalah berat badan yang sulit naik. Pada bayi prematur, terutama pada bayi dengan berat badan rendah, kadang jumlah ASI yang diperlukan tubuh bayi untuk bertumbuh melebihi kemampuan lambung bayi. Pada keadaan ini, bayi membutuhkan suplemen kalori ASI (*human milk fortifier* (HMF)) untuk ditambahkan kedalam ASInya. Dokter anak akan memutuskan apakah bayi Anda membutuhkan HMF ini atau tidak. Penambahan berat badan bayi akan dipantau secara ketat oleh dokter anak dan bila berat badan bayi sudah cukup maka ASI tidak perlu ditambahkan HMF lagi ^[6]. Bayi prematur mempunyai resiko kematian yang lebih tinggi dibandingkan dengan bayi yang lahir cukup bulan. Banyak faktor yang mempengaruhi meningkatnya angka kematian bayi prematur. Salah satunya yaitu minimnya pengawasan kondisi tubuh bayi prematur setelah lahir^[1]

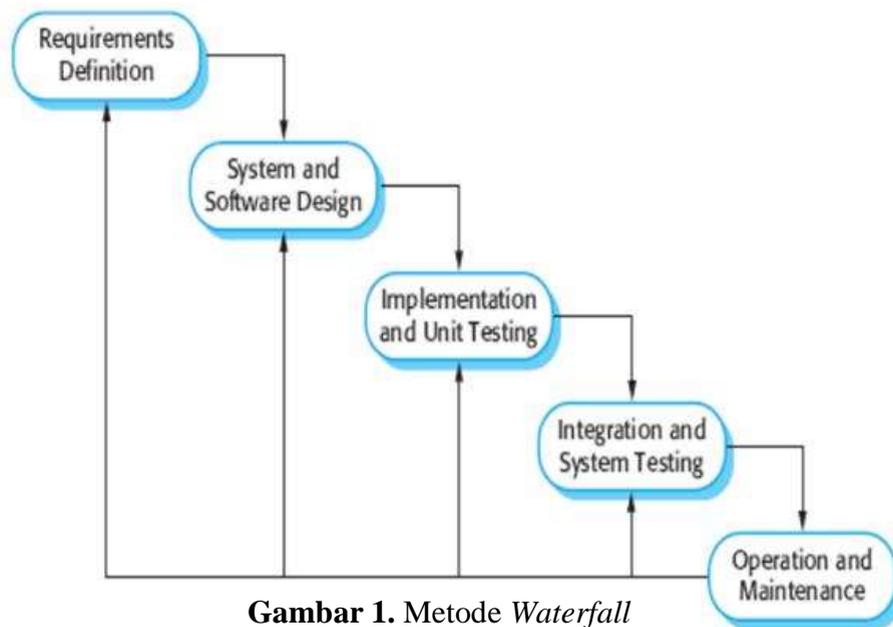
Beberapa penelitian sudah dilakukan sebagai upaya untuk mengatasi permasalahan diatas. Beberapa peneliti juga membuat alat Inkubator yang digunakan untuk memantau dan menjaga lingkungan yang cocok untuk bayi yang baru lahir prematur^[6]. Penelitian tentang pembuatan sistem monitoring suhu dan kelembaban pada ruang inkubator bayi berbasis mikrokontroler. Sistem yang dibangun terdiri dari tiga bagian, yaitu input, proses dan output. Pada sistem ini mampu mempertahankan suhu yang dibutuhkan oleh bayi yaitu berkisar antara 32 °C sampai 37 °C. Suhu dan kelembaban di dalam ruang inkubator dapat distabilkan menggunakan unsur pemanas dan pendingin yang dikendalikan lewat program komputer ^[7]. Di inkubator pintar data medis dapat diperiksa melalui ponsel atau komputer oleh dokter atau perawat dari tempat mereka mengakses penyimpanan cloud melalui internet. Inkubator pintar adalah salah satu yang memantau bayi yang baru lahir terus menerus dan yang mengirimkan data medis langsung ke penyimpanan cloud dan data disimpan. Data medis dapat dilihat dari ponsel dan sistem komputer dari tempat mereka berada dan dari mereka dapat mengambil tindakan.

Namun demikian, sampai saat ini belum bisa mengatasi permasalahan diatas, meskipun beberapa riset sudah dibuat dan beberapa alat sudah dijual komersial, namun harganya sangat mahal. Oleh karena itu perlu dibuat sistem yang dapat menjadi solusi dari masalah tersebut yang dapat mengukur parameter penting yang harus dikontrol pada bayi prematur dan dapat diawasi oleh Ibu bayi dan tenaga kesehatan Dokter dan Perawat yang juga dilengkapi dengan tampilan kondisi bayi secara visual, oleh karena itu pada riset ini kami mengusulkan smart incubator berbasis IoT dan dilengkapi sensor untuk

mengukur detak jantung, tingkat oksigen dalam darah, suhu dan berat badan bayi secara real time^[8].

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang dilakukan menggunakan metode Model *Waterfall* juga disebut siklus hidup klasik (*Classic Life Cycle*). Metode ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Metode *Waterfall*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Requirements Analysis and Definition

Langkah ini merupakan analisa kebutuhan sistem. Berisi layanan-layanan sistem, kendala, dan tujuan yang ditetapkan melalui konsultasi dengan pengguna sistem, kemudian didefinisikan secara rinci yang berfungsi sebagai spesifikasi sistem.

System and Software Design

Proses *design* mengalokasikan kebutuhan *hardware* dan *software* untuk membangun arsitektur sistem secara keseluruhan (struktur data, arsitektur perangkat lunak, *interface*, dan detail/algoritma prosedural). Proses *design* akan menerjemahkan syarat kebutuhan perancangan PL yang dapat diperkirakan sebelum dibuat *coding*. desain database menggunakan ERD dan LRS, desain struktur program menggunakan Struktur Navigasi, dan desain sistem menggunakan UML

Implementation and Unit Testing

Perancangan perangkat lunak direalisasikan sebagai satu set program atau unit program (*coding*). *Coding* merupakan penerjemahan *design* dalam bahasa yang bisa dikenali oleh komputer yang dilakukan oleh *programmer*.

Kemudian dilanjutkan dengan testing terhadap pengujian unit dengan melibatkan verifikasi setiap unit agar memenuhi spesifikasinya.

Integration and System Testing

Program-program diintegrasikan dan diuji sebagai sistem yang lengkap untuk memastikan bahwa kebutuhan/persyaratan PL telah dipenuhi. Setelah pengujian, PL sistem dikirim ke pelanggan.

Operation and Maintenance

Operasi dan pemeliharaan adalah siklus hidup terlama. Sistem ini dipasang dan digunakan oleh *user*. Perawatan melibatkan koreksi kesalahan yang tidak ditemukan sebelumnya, meningkatkan implementasi sistem dan meningkatkan layanan sistem saat persyaratan baru ditemukan.

Komponen Hardware

Berikut ini adalah beberapa hardware yang dipergunakan dalam desain prototype incubator adalah :

1. MAX30102

Modul sensor MAX30102 merupakan salah satu jenis sensor yang dapat mendeteksi laju detak jantung sekaligus suhu tubuh manusia yang diproduksi oleh Maxim Integrated. Sensor ini memiliki sumber LED merah dan inframerah dengan dilengkapi photodetector yang letaknya bersebelahan serta memiliki noise yang rendah dengan penolakan cahaya di sekitar sensor. Pada umumnya, sensor MAX30102 digunakan sebagai perangkat asisten kebugaran untuk memonitoring secara berkala kondisi tubuh selama proses olahraga yang melalui interface smartphone, tablet, maupun perangkat-perangkat yang dapat menunjang sensor tersebut. MAX30102 beroperasi pada catu daya tunggal sebesar 1,8V dan catu daya 3,3V yang terpisah untuk LED internal. Modul sensor ini dilengkapi dengan I2C sebagai antarmuka standar yang kompatibel antara perangkat seluler dengan mikrokontroler.



Gambar 2. MAX30102

Sensor ini dibuat menggunakan LED infrared dan photodiode menggunakan metode reflektifitas. Pada gambar di atas, LED akan memancarkan sinyal cahaya yang dapat menembus pembuluh kapiler pada kulit yang digunakan sebagai permukaan reflektif. Proses pemompaan darah oleh jantung akan mengalirkan darah menuju pembuluh arteri besar hingga kecil, seperti pada ujung jari. Jika terdapat perubahan intensitas cahaya karena terjadinya pemompaan darah ke seluruh tubuh oleh jantung, disitulah photodiode akan menangkap perubahan volume darah atau dengan kata lain kepadatan darah meningkat melalui pantulan sinar infrared yang di lewatinya. Photodiode akan mengirimkan sinyal analog dari perubahan intensitas cahaya tersebut menuju arduino yang akan diproses lebih lanjut agar didapatkan nilai laju detak jantung secara real time. Berbeda dengan pengukuran suhu tubuh, LED merah pada sensor tidak berfungsi bila sensor di program untuk mengukur suhu tubuh. Hal tersebut terjadi karena pengukuran temperatur hanya membutuhkan pendeteksian suhu sekitar sensor ataupun suhu saat terdapat benda yang mendekat ataupun menempel padanya. Hasil keluaran dari sensor MAX30102 ini adalah berupa data digital laju detak jantung dengan satuan bpm dan suhu tubuh dengan satuan celcius atau Kelvin.

2. ESP32CAM

Modul ESP32-Cam adalah modul kamera yang dilengkapi dengan wifi dan bluetooth. Harganya yang sangat murah sehingga peminatnya sangat banyak, modul ini sangat cocok untuk projek IoT sehingga banyak aplikasi IoT menggunakan modul kamera ini, misalkan untuk perangkat rumah pintar, kontrol nirkabel Industri, sistem keamanan, identifikasi kode QR, dan aplikasi IoT lainnya.



Gambar 3. ESP32CAM

3. LOAD CELL 5kg

Sensor LoadCell adalah transduser (transducer, komponen elektronika yang dapat mengukur besaran fisik menjadi sinyal listrik) yang dapat mengubah tekanan oleh beban menjadi signal elektrik. Konversi terjadi secara tidak langsung dalam dua tahap. Lewat pengaturan mekanis, gaya tekan dideteksi berdasarkan deformasi dari matriks pengukur regangan (strain gauges) dalam bentuk resistor planar. Lewat pengaturan Regangan ini mengubah hambatan efektif (effective resistance) empat pengukur regangan yang disusun dalam konfigurasi jembatan Wheatstone (Wheatstone bridge) yang kemudian dibaca berupa perbedaan potensial (tegangan). Karena perbedaan yang terukur sangat kecil dalam orde μV (mikro Volt, sepersepuluh juta Volt), dibutuhkan rangkaian pengubah sinyal analog menjadi digital yang sangat presisi, untuk itulah pada kit ini kami menyertakan modul HX711 yang beresolusi 24 bit (16,7+ juta undakan pada tangga ADC). Dengan tingkat presisi setinggi ini, Anda dapat mengukur berat beban dalam resolusi 5 Kg / 224 atau setara dengan ketepatan 298 μg (0,298 mg, atau 0,000298 gr). Ketepatan ini tiga kali lipat lebih tinggi dibanding tingkat ketepatan yang ditawarkan pada timbangan emas/permata (jewelry weight scale) komersial kelas 2 premium yang umum digunakan di toko emas/perhiasan yang presisinya hanya mencapai 0,001 gr (1 mg), sehingga tantangan pembuatan timbangan elektronik yang presisi bukan lagi terletak pada sisi elektronisnya namun lebih pada akurasi rancang bangun mekanis dari timbangan tersebut ESP32.



Gambar 4. Loal Cell

4. MAX9814 MIC SENSOR

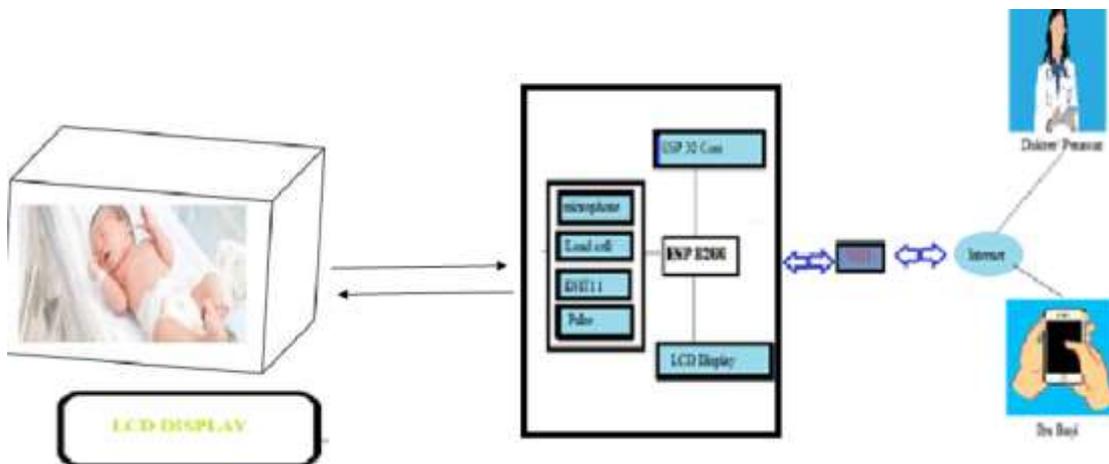


Gambar 5. MAX9814

Sensor suara adalah sensor yang cara kerjanya merubah besaran suara menjadi besaran listrik, dan dipasaran sudah begitu luas penggunaannya. Komponen yang termasuk dalam Sensor suara yaitu electric condenser microphone atau mic kondenser. Sensor MIC Mic dinamis masih memiliki tuntutan besar terutama di dunia musik, sementara mikrofon piezoelektrik secara luas digunakan terutama untuk mikrofon untuk meter rendah tingkat frekuensi suara. Mic dinamis masih memiliki tuntutan besar terutama di dunia music. Untuk pengukuran, tipe elektrostatis (kondensator) mic yang paling populer karena mereka dapat dirampingkan, memiliki respon frekuensi rata selama rentang frekuensi yang luas, dan menyediakan nyata stabilitas yang tinggi dibandingkan dengan jenis lain mic. ECM atau Electric Condenser Microphone atau biasa juga disebut mic kondenser adalah microphone yang terbuat dari lempeng konduktor tipis membentuk sebuah kapasitor yang dapat berubah-ubah nilai kapasitasnya sesuai dengan getaran suara yang diterima.

Desain Sistem

Sistem Monitoring Incubator Bayi berbasis IoT dan Aplikasi Android menggunakan database Firebase



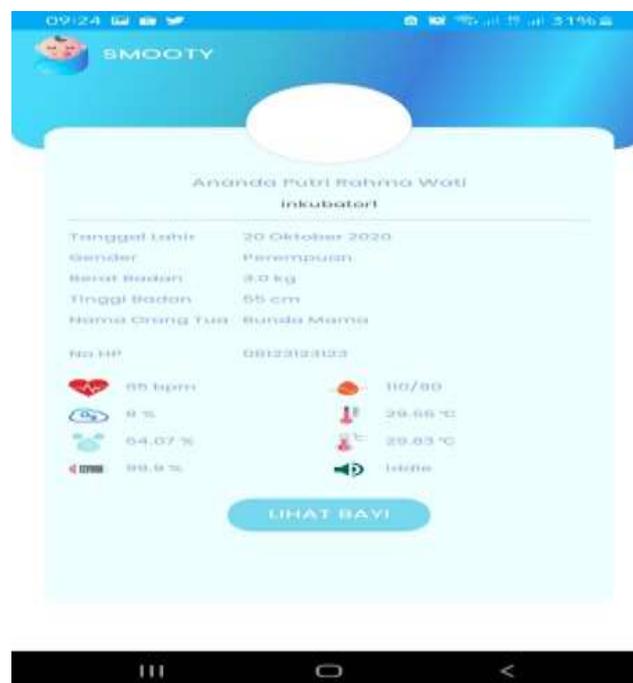
Gambar 6. Sistem smart incubator berbasis IoT

Pada sistem ini menggunakan beberapa microcontroller yaitu Wemos D1 Mini ESP8266, ESP32, dan ESP32-CAM. Pada sistem ini terdiri dari beberapa bagian:

1. Pertama merupakan pendeteksi saturasi oksigen dan juga detak jantung pada bayi. Sensor MAX30102 dapat mendeteksi detak jantung dan saturasi oksigen melalui LED dan Photo detector yang dipancarkan ke pergelangan atau ujung jari manusia. Data yang diperoleh kemudian diolah dalam microcontroller Wemos D1 Mini ESP8266, lalu dikirim ke database Firebase. Data detak jantung disimpan dalam variable detak dan saturasi oksigen disimpan dalam variable spo2.
2. Kedua berisi sensor Load Cell 5 kg untuk mendeteksi massa badan bayi dan sensor MAX9814 untuk mendeteksi suara tangis bayi. Data massa badan dibaca oleh microcontroller ESP32 kemudian dikirim ke database firebase. Sensor MAX9814 akan mendeteksi suara tangis bayi, jika terdeteksi tangis bayi maka ESP32 akan mengirimkan variable string ke database firebase sebagai tanda jika bayi menangis. Nilai massa bayi disimpan dalam variable bb dan tanda suara bayi disimpan dalam variable suara.
3. Ketiga, sistem ini menggunakan Camera ESP32 AI-Thinker untuk mengambil gambar atau foto bayi secara realtime, foto yang diambil akan dikonversi ke dalam bentuk string base64 agar dapat dikirim ke database firebase. Sehingga database firebase menyimpan foto dalam bentuk string base64 seperti berikut.
4. Keempat merupakan sistem monitoring kondisi incubator bayi yaitu Suhu dan Kelembaban Udara, Kualitas oksigen dan juga suhu bayi. Suhu dan kelembaban udara dibaca oleh sensor DHT11, kemudian diolah oleh microcontroller Wemos D1 Mini. VOC gas Sensor merupakan sensor pendeteksi kualitas udara, sensor tersebut mendeteksi kadar oksigen dalam ruang, kemudian diolah oleh microcontroller Wemos D1 Mini. Sensor MLX90164 mendeteksi suhu tubuh dengan infrared yang terdapat pada sensor tersebut. Nilai pembacaan sensor yang diterima oleh Wemos D1 Mini kemudian dikirim ke database firebase. Sistem ini juga memiliki heater untuk menaikkan suhu ruang incubator, jika suhu ruang terdeteksi dibawah batas yang telah ditentukan maka microcontroller akan menyalakan heater. Selain heater sistem ini juga memiliki pendingin ruang, yang akan dinyalakan ketika suhu pada ruang incubator terlalu panas. Variable cooler merupakan variable yang menyimpan perintah untuk menyalakan dan mematikan pendingin, jika bernilai 1 maka pendingin akan

dinyalakan, ketika bernilai 0 maka cooler akan dimatikan. Perintah untuk menyalakan heater yaitu dengan merubah nilai pada variable heater menjadi 1 dan 0 untuk mematikan heater. Nilai kelembaban ruang incubator disimpan dalam variable kelembapan, nilai kadar oksigen disimpan dalam variable oksigen, nilai suhu ruang disimpan dalam variable suhu, dan nilai suhu tubuh bayi disimpan dalam variable suhu_bayi.

Data-data sensor yang telah disimpan dalam database firebase kemudian ditampilkan pada aplikasi android. Selain menampilkan data kondisi bayi dan ruang incubator, aplikasi android juga digunakan untuk menyalakan heater dan cooler.



Gambar 7. Sistem Aplikasi Smart Incobator

Pada tampilan aplikasi android tersebut, menampilkan data bayi dalam incubator yang meliputi data diri bayi dan juga data hasil pembacaan sensor. Untuk melihat kondisi bayi user dapat menekan tombol lihat bayi, maka aplikasi akan menampilkan foto dari bayi.

SIMPULAN

Sistem ini dibuat menggunakan aplikasi mobile dengan menggunakan pemrograman android berbasis *Internet of Things* (IoT). Sehingga dapat diakses oleh ibu bayi dan petugas medis untuk melakukan pengawasan, dan secara fungsional sistem sudah bisa berjalan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Eliza,dkk, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Malahayati, Email: elizaeko888bd1@gmail.com, Determinan Persalinan Prematur di RSUD Dr. Abdul Moeloek
- [2]<https://www.bappenas.go.id/files/2113/6082/9893/indonesiamdgbigoal48.pdf> (29 MARET 2020, PUKUL 17.00 WIB) 20081122001221 51
- [3]<https://www.era.id/read/0KU8bO-tingginya-angka-kematian-bayi-di-indonesia> (29-3-2020, 17.00WIB)
- [4]<https://www.unicef.org/indonesia/id/kesehatan> (29 Maret 2020, pukul 17,00 wib)
- [5]https://www.researchgate.net/publication/318710770_Advanced_Portable_Preterm_Baby_Incubator
- [6]<https://inforial.tempo.co/info/593607/mengapa-bayi-prematur-perlu-perhatian-khusus>
- [7]Heri Mulyono 1, Yuan Novandhya Yudistira 2, Sistem monitoring suhu dan kelembaban pada inkubator bayi berbasis mikrokontroller. *Jurnal Edik Informatika*
- [8]M. Shaib 1 , M. Rashid 1 , L. Hamawy 1 , M. Arnout 1 , I. El Majzoub 2 and A. J. Zaylaa 1,3. 2017. Advanced Portable Preterm Baby Incubator. *2017 Fourth International Conference on Advances in Biomedical Engineering (ICABME)*
- <http://www.vcc2gnd.com/sku/WSKIT5KG>
- <http://eprints.polsri.ac.id/6913/3/File%20III.pdf>