

Sistem Monitoring Inkubator Bayi

Qory Hidayati

Program Studi Teknik Elektronika,
Jurusan Teknik Elektro Politeknik
Negeri Balikpapan,
Balikpapan, Indonesia
qory.hidayati@poltekba.ac.id

Nur Yanti

Program Studi Teknik Elektronika,
Jurusan Teknik Elektro Politeknik
Negeri Balikpapan,
Balikpapan, Indonesia
nur.yanti@poltekba.ac.id

Nurwahidah Jamal

Program Studi Teknik Elektronika,
Jurusan Teknik Elektro Politeknik
Negeri Balikpapan,
Balikpapan, Indonesia
nurwahidah.jamal@poltekba.ac.id

Abstract— Kelahiran prematur adalah kelahiran yang terjadi sebelum minggu ke 37 atau lebih awal dari hari perkiraan lahir. Berbagai masalah yang dapat ditimbulkan oleh kelahiran prematur. Bayi berat badan lahir rendah (BBLR) adalah bayi baru lahir yang berat badan lahirnya pada saat kelahiran kurang dari 2500 gram. Dahulu neonatus dengan berat badan lahir kurang dari 2500 gram atau sama dengan 2500 gram disebut 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 pengawasan kondisi tubuh bayi prematur setelah lahir. Pada penelitian ini, dibuat sebuah sistem yang diimplementasikan pada inkubator yaitu sistem monitoring. Sistem monitoring menggunakan *bluetooth* sebagai media komunikasi untuk monitoring. Untuk monitoring bayi, digunakan *load cell* untuk mengukur berat bayi, DS18B20 untuk mengukur suhu tubuh bayi, dan *pulse sensor* untuk mengukur detak jantung bayi.

Kata Kunci— *Monitoring, suhu, load cell, pulse sensor, bluetooth.*

I. PENDAHULUAN (HEADING I)

Menurut Widjayanegara dalam usia kehamilan merupakan salah satu hal yang dapat mempengaruhi kelangsungan hidup janin dan kualitas hidupnya [1]. Umumnya kehamilan disebut cukup bulan bila berlangsung antara 37- 41 minggu di hitung dari hari pertama siklus haid terakhir pada siklus 28 hari. Sedangkan persalinan yang terjadi sebelum usia kandungan mencapai 37 minggu disebut dengan persalinan prematur.

Estimasi yang reliabel untuk angka kelahiran prematur tidak tersedia untuk Indonesia. Meskipun demikian, WHO (2012) mencatat bahwa angka kejadian kelahiran prematur di Indonesia pada tahun 2010 adalah 15,5 per 100 kelahiran hidup dan menempatkan Indonesia di posisi ke-9 tertinggi dari 184 negara. Angka ini cukup besar jika dibandingkan dengan negara Belarus yang menempati urutan terakhir dengan jumlah kelahiran prematur sebesar 4,1 per 100 kelahiran hidup. Sementara itu, jika dibandingkan dengan negara ASEAN lainnya, Indonesia memiliki angka kejadian kelahiran prematur tertinggi, kemudian diikuti oleh Filipina (14,9 per 100 kelahiran hidup), dan Myanmar (12,4 per 100 kelahiran hidup).

Banyak faktor yang mempengaruhi kesehatan dari bayi prematur, diantaranya yaitu suhu, berat badan, detak jantung, dan kadar bilirubin darah bayi. Bayi berat badan lahir rendah (BBLR) adalah bayi baru lahir yang berat badan lahirnya pada saat kelahiran kurang dari 2500 gram. Dahulu neonatus dengan berat badan lahir kurang dari 2500

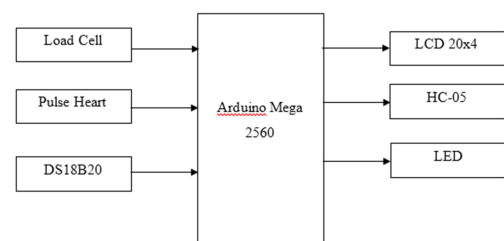
gram atau sama dengan 2500 gram disebut prematur. Pada tahun 1961 oleh WHO semua bayi yang baru lahir dengan berat lahir kurang dari 2500 gram disebut *Low Birth Weight Infants* (BBLR) [2].

Tak hanya berat badan, tapi detak jantung neonatus perlu juga diawasi untuk memastikan kesehatan bayi. Umumnya kecepatan detak jantung orang dewasa lebih rendah daripada bayi. Detak jantung bayi baru lahir umumnya berkisar antara 120 – 160 bpm, bergantung dari aktivitas bayi. Misalnya ketika menangis atau kesakitan dapat mencapai 180 bpm (www.parenting.co.id, 2019). Penelitian sebelumnya yang terkait dengan penelitian yaitu dengan melakukan pengembangan inkubator bayi dengan sistem pemantauan remote [3] dan komunikasi wireless [4]. Maka dilakukan penelitian Sistem Monitoring Inkubator Bayi

II. BAHAN DAN METODE

Metode proses penelitian diawali dengan perancangan alat dan aplikasi yaitu membuat desain casing alat dan skematik rangkaian sensor. Kemudian dari rancangan tersebut selanjutnya dilakukan pembuatan secara nyata untuk perakitan alat dan program-program, serta rangkaian yang digunakan. Setelah itu, dilakukan pengujian alat secara terpisah dan menyeluruh dalam satu sistem. analisis kesalahan yang ada sangat diperlukan agar rancangan alat dapat bekerja secara maksimal, sehingga perlu dilakukannya uji coba hingga mencapai hasil yang diinginkan.

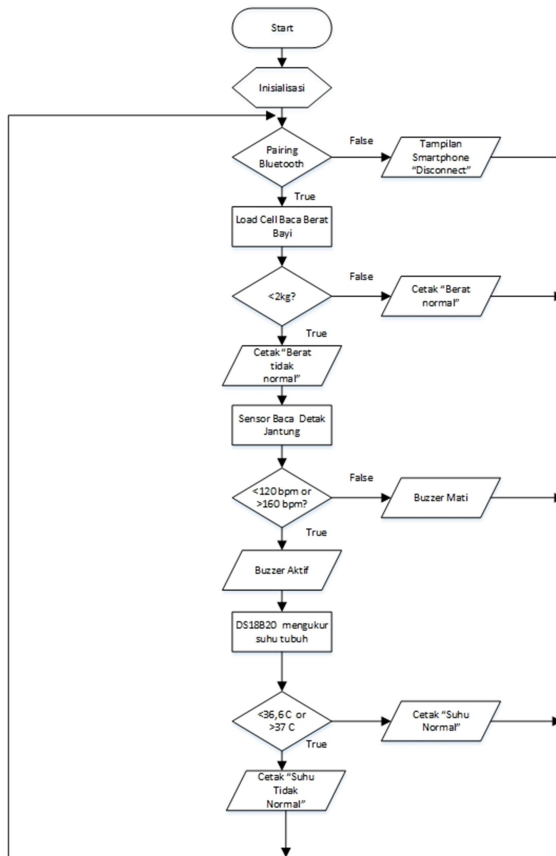
Monitoring inkubator bayi ini bekerja berdasarkan pendeteksian berat badan, detak jantung, dan suhu bayi dimana tiga indikator tersebut akan dikirimkan nominal data yang diukur menggunakan sebuah *bluetooth* module. Gambar 1 merupakan diagram blok inkubator bayi untuk proses perancangan alat.



Gambar 1. Blok diagram inkubator bayi

Inkubator akan bekerja menggunakan Arduino Mega 2560 sebagai pengolah data. Inkubator akan menerima masukan dari sensor *load cell*, *pulse heart sensor*, dan hasil pengukuran akan dikirimkan oleh *Bluetooth* module ke

smartphone dan LCD 20x4. LED dan *buzzer* digunakan sebagai indikator apabila detak jantung berada di bawah nilai yang ditentukan. Gambar 2 merupakan diagram alir inkubator bayi untuk proses perancangan alat.



Gambar 2. Diagram Alir inkubator bayi

Dari gambar 2 sensor load cell diberikan nilai acuan sebesar 2 – 2,5 kg, dimana ketika berat bayi tidak sama dengan nilai tersebut maka tampilan pada *smartphone* akan menunjukkan “Berat belum normal”. Namun ketika berat bayi sama dengan nilai acuan maka tampilan pada *smartphone* akan menunjukkan “Berat sudah normal”.

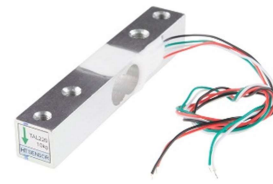
Pulse heart rate sensor diberikan nilai acuan sebesar 120 – 160 bpm, dimana ketika kecepatan detak jantung tidak sama dengan nilai tersebut maka sensor akan mengaktifkan buzzer dan LED indikator. Namun ketika kecepatan detak jantung sama dengan nilai acuan maka buzzer dan LED indikator akan tetap mati. Adapun sensor suhu diberikan batas nilai acuan sebesar 36,6pC – 37oC, dimana ketika suhu bayi tidak sama dengan nilai tersebut maka tampilan pada aplikasi akan menampilkan “Suhu Tidak Normal”. Namun ketika nilai suhu bayi sama dengan nilai acuan maka tampilan pada aplikasi akan menunjukkan “Suhu Normal”.

Selanjutnya perlu dilakukan penambahan monitoring pendeteksi bilirubin [5] dan kendali dengan *Intelligent Control System* [6] menggunakan IOT [7].

A. Sensor Load Cell

Load Cell adalah sebuah jenis alat uji beban / transducer yang memiliki kemampuan dalam mengubah suatu gaya menjadi suatu sinyal listrik. Alat ini memiliki

prinsip deformasi sebuah material akibat adanya suatu tegangan mekanis yang bekerja.



Gambar 3. Load Cell

Dalam menentukan tegangan mekanis harus dilandaskan pada hubungan antara tegangan mekanis dan deformasi yang disebut regangan. *Load cell* yang paling sederhana adalah terdiri dari sensor *strain gauge* dengan lapisan *bending beam* dan dilengkapi dengan elemen tambahan (*housing, sealing, dll*) untuk melindungi elemen dari *strain gauge*.

Load cell dapat bekerja apabila diberi beban pada sebuah inti besi yang terdapat sebuah sensor untuk mengubah suatu gaya ke sinyal listrik dengan mengubah nilai resistansi akibat tekanan yang disebut dengan *Strain Gauge*. Umumnya *Load cell* memiliki empat kabel yang terdiri dari dua kabel eksitasi dan dua kabel keluaran.

Load cell sering diaplikasikan pada suatu timbangan digital. Saat proses penimbangan, beban yang diukur akan mengakibatkan reaksi perubahan bentuk secara elastik pada *Load cell*. Selain digunakan oleh ibu rumah tangga dan toko kelontong, timbangan digital juga digunakan oleh beberapa pemeran industri dan diaplikasikan pada jembatan timbang.

B. Easy Pulse Plugin

Prinsip kerja dari *Easy pulse plugin* sangat sederhana. Sensor memiliki dua sisi, di sisi satu LED dipasang dengan sebuah *sensor ambient light* dan di sisi lainnya terdapat semacam rangkaian. Rangkaian ini bertugas untuk menguatkan dan meminimalisir noise. LED yang ada di depan sensor di taruh di atas nadi tubuh manusia seperti ujung jari atau telinga.

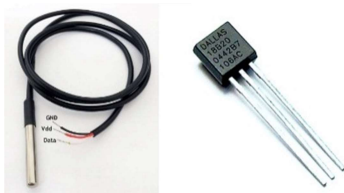


Gambar 4. Easy Pulse Plugin

LED akan memancarkan cahaya yang mengarah ke nadi secara langsung. Di dalam nadi terdapat aliran darah yang mengalir ketika jantung berdetak, jadi ketika kita memonitor aliran darah kita juga memonitor detak jantung manusia. Jika aliran darah terdeteksi maka sensor *ambient light* akan menangkap lebih banyak cahaya karena cahaya yang dipancarkan terpantul oleh darah, perubahan kecil yang diterima oleh cahaya akan dianalisa untuk menentukan cepatnya jantung berdetak.

C. Sensor Suhu DS18B20

DS18B20 adalah sensor suhu digital seri terbaru dari Maxim IC (dulu yang buat adalah *Dallas Semiconductor*, lalu dicaplok oleh *Maxim Integrated Products*). Sensor ini mampu membaca suhu dengan ketelitian 9 hingga 12-bit, rentang -55°C hingga 125°C dengan ketelitian $(\pm 0.5^{\circ}\text{C})$. Setiap sensor yang diproduksi memiliki kode unik sebesar 64-Bit yang disematkan pada masing-masing chip, sehingga memungkinkan penggunaan sensor dalam jumlah besar hanya melalui satu kabel saja (*single wire data bus/1-wire protocol*). Ini merupakan komponen yang luar biasa, dan merupakan batu patokan dari banyak proyek-proyek data *logging* dan kontrol berbasis temperatur di luar sana.



Gambar 5. Sensor Suhu DS18B20.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Sensor DS18B20

Sensor DS18B20 ini berperan sebagai pengukur suhu tubuh bayi. Sensor ini dapat mengubah suhu menjadi sinyal 12 bit dalam waktu 750ms. Selain itu, sensor ini juga mampu mengukur suhu dari -55°C sampai $+125^{\circ}\text{C}$.

Pengujian sensor DS18B20 ini dilakukan untuk mengetahui selisih antara modul sensor suhu dengan *thermometer* tubuh sehingga dapat diketahui seberapa besar tingkat akurasi yang dihasilkan sensor suhu DS18B20. Suhu pada modul sensor ditampilkan pada serial monitor Arduino.

TABEL 1. HASIL PENGUJIAN SENSOR DS18B20

No	Nama	Nilai Suhu Sensor	Nilai Suhu Tubuh	Selisih	Error
1	Restu	32,25 °C	33,8 °C	1,55	4,8 %
2	Adit	32,50 °C	33,4 °C	0,9	2,76 %
3	Arif	34,00 °C	35,5 °C	0,04	4,41 %
4	Intan	27,30 °C	28,6 °C	1,3	4,76 %
5	Aqmal	32,20 °C	33,7 °C	1,5	4,65 %
6	Bowo	33,60 °C	34,8 °C	1,2	3,57 %
7	Tegar	36,30 °C	34,69 °C	0,04	4,40 %
8	Wahyudi	34,88 °C	36,0 °C	0,03	3,21 %
9	Maulana	33,50 °C	34,8 °C	1,3	3,88 %
10	Lana	34,50 °C	36,0 °C	1,5	4,34 %
RATA – RATA ERROR				0,93	4,07 %

Penggunaan resistor sebesar 4,7k ohm pada sensor dibutuhkan, untuk memfilter *noise* yang dibaca oleh suhu.

Jika sensor tidak diberi resistor 4,7k ohm maka sensor akan hanya membaca nilai suhu sebesar -127°C . Merujuk dari tabel 1 hasil pengujian sensor DS18B20 dengan *thermometer* tubuh memiliki nilai *error* sebesar 4,07%.

B. Load Cell 5 kg

Modul *load cell* 5 kg ini berperan sebagai pengukur berat badan bayi. Penggunaan *load cell* 5 kg digunakan, karena target pengguna dari inkubator ini adalah bayi yang memiliki berat badan di bawah rata – rata.

Pengujian modul *load cell* 5 kg ini dilakukan untuk mengetahui selisih antara modul dengan timbangan berat badan sehingga dapat diketahui seberapa besar tingkat akurasi yang dihasilkan modul *load cell* 5 kg. Berat pada modul *load cell* ditampilkan pada serial monitor Arduino.

TABEL 2. HASIL PENGUJIAN LOAD CELL 5 KG

No	Nilai Berat pada Load Cell 5 kg	Nilai Berat pada Timbangan Digital	Selisih	Error
1	0,4 kg	0,40 kg	0	0
2	0,5 kg	0,50 kg	0	0
3	0,9 kg	0,90 kg	0	0
4	1,3 kg	1,25 kg	0,05	3,84 %
5	1,2 kg	1,25 kg	0,05	4,16 %
6	1,4 kg	1,45 kg	0,05	3,57 %
7	1,7 kg	1,85 kg	0,15	8,8 %
8	1,5 kg	1,55 kg	0,05	3,33 %
9	3,1 kg	3,00 kg	0,1	3,22 %
10	4,4 kg	4,50 kg	0,1	2,27 %
RATA – RATA ERROR			0,055	2,91 %

Penggunaan modul HX711 pada *load cell* dibutuhkan, untuk menguatkan sinyal yang diberi oleh *load cell* agar dapat dibaca dan diproses oleh Arduino. Dari hasil percobaan *load cell* dengan timbangan digital pada tabel 2 memiliki nilai rata – rata *error* sebesar 2,91 %

C. Easy Pulse Plugin

Sensor detak jantung ini berperan sebagai pengukur detak jantung tubuh bayi. Pengujian sensor detak jantung ini dilakukan untuk mengetahui selisih antara modul sensor detak jantung dengan oximeter sesungguhnya sehingga dapat diketahui seberapa besar tingkat akurasi yang dihasilkan sensor suhu detak jantung ini. Detak jantung pada modul sensor ditampilkan pada serial monitor Arduino.

TABEL 3. HASIL PENGUJIAN EASY PULSE PLUGIN

No	Nama	Nilai Pulse Sensor	Nilai Oximeter	Selisih	Error
1	A	78 bpm	77 bpm	1	1,28 %
2	B	78 bpm	77 bpm	1	1,28 %
3	C	93 bpm	91 bpm	2	2,15 %
4	D	72 bpm	75 bpm	3	4,16 %
5	E	90 bpm	93 bpm	3	3,33 %
6	F	93 bpm	94 bpm	1	1,07 %

7	G	117 bpm	118 bpm	1	0,85 %
8	H	87 bpm	87 bpm	0	0 %
9	I	75 bpm	79 bpm	4	5,33%
10	J	96 bpm	97 bpm	1	1,04 %
RATA – RATA ERROR				1,6	2,04 %

Untuk melakukan pengukuran detak jantung, *Pulse sensor* dan *oximeter* diletakkan di ujung jari telunjuk. Hal ini dilakukan, karena ujung jari memiliki kulit yang tipis, sehingga sinar *infra red* dari *easy pulse plugin* dan *oximeter* dapat mendeteksi denyut pada jari. Untuk mendapatkan nilai yang stabil baik dari pulse sensor dan oximeter membutuhkan waktu 20 detik. Berdasarkan tabel 3, dari hasil percobaan antara *easy pulse plugin* dengan *oximeter* memiliki nilai rata – rata error 2,04%.

D. Aplikasi MIT APP

Aplikasi MIT APP pada penelitian ini digunakan sebagai *interface*/antarmuka untuk menampilkan parameter yang terukur dari setiap sensor. MIT APP *Inventor* digunakan sebagai *Bluetooth Client* untuk menerima data.

Pengujian MIT APP dilakukan untuk mengetahui apakah data yang dikirimkan dapat diterima atau tidak oleh aplikasi. Pengujian dilakukan dengan cara menginstal aplikasi yang telah dibuat ke *smartphone* Android. Untuk menjalankan aplikasi, pertama pasangkan terlebih dahulu perangkat *smartphone* dengan mengklik tombol *bluetooth* dari aplikasi MIT APP seperti yang ditunjukkan Gambar 6.



Gambar 6. Pemasangan Perangkat *Bluetooth*

Setelah perangkat berhasil dipasangkan, maka tampilan aplikasi akan berubah menjadi seperti Gambar 7.



Gambar 7. Tampilan *Interface* Aplikasi MIT APP

Dapat terlihat bahwa data dari setiap sensor dapat terkirim ke perangkat *smartphone* pengguna.

Pengujian keseluruhan dilakukan untuk mengetahui apakah sistem yang telah dibuat bekerja sesuai dengan yang direncanakan atau tidak. Pengujian ini meliputi *Sensor Easy Pulse Plugin*, *Load Cell*, *Sensor DS18B20*, dan *Bluetooth Module HC-05*. Pengujian dilakukan dengan cara melihat tampilan dari LCD dan *interface* dari aplikasi yang telah dibuat di MIT APP. Hasil pengujian keseluruhan dapat dilihat pada tabel 4.

TABEL 4. HASIL PENGUJIAN SISTEM MONITORING INKUBATOR

Data Pembacaan	Berat Badan			Suhu Tubuh			Detak Jantung			Bluetooth
	Load Cell (LCD)	Timbangan digital	Level (MIT APP)	DS18B20 (LCD)	Thermometer digital	Level (MIT APP)	Pulse Sensor (LCD)	Oximeter	Level (MIT APP)	
A	1,2 kg	1,25 kg	1	33,3 °C	36,7 °C	1	73 bpm	73 bpm	1	terhubung
B	1,3 kg	1,40 kg	1	33,6 °C	34,8 °C	1	72 bpm	75 bpm	1	terhubung
C	1,7 kg	1,55 kg	1	32,5 °C	33,4 °C	1	78 bpm	77 bpm	1	terhubung
D	2,6 kg	2,75 kg	2	32,2 °C	33,7 °C	1	93 bpm	91 bpm	1	terhubung
E	4,0 kg	4,30 kg	2	33,5 °C	34,8 °C	1	90 bpm	93 bpm	1	terhubung

Berdasarkan tabel 4 dapat dilihat bahwa terdapat dua level yang menjelaskan tentang kondisi dari masing – masing pembacaan sensor. Level 1 menandakan bahwa kondisi dari objek yang dibaca tidak normal, sedangkan level 2 menandakan kondisi dari objek yang dibaca normal. Kondisi dari setiap pembacaan data sensor akan dikirimkan ke aplikasi MIT APP yang dihubungkan melalui *bluetooth*. Adapun pembacaan kondisi normal adalah ketika berat badan lebih dari 2.5 kg, suhu tubuh lebih dari 36,5°C, dan detak jantung lebih dari 120 bpm.

IV. KESIMPULAN

Penulis dapat mengirimkan paper mereka kapan saja menggunakan sistem online Triacs: <http://journal.trunojoyo.ac.id/triacs>. Tolong tuliskan nomor telepon anda di bagian bawah artikel anda.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Berliana, Sarni Maniar. Faktor-Faktor Yang Memengaruhi Kelahiran Prematur Di Indonesia: Analisis Data Riskesdas 2013. E-journal widya kesehatan dan lingkungan. (2014)
- [2] Sitohang, Nur Asnah. *Asuhan Keperawatan Pada Bayi Berat Badan Lahir Rendah*. Medan: Program Studi Ilmu Keperawatan. Universitas Sumatera Utara. (2004)
- [3] Syahrul. “Pengembangan Inkubator Bayi Dan Sistem Pemantauan Remote”. Jurnal Tekno Insentif Kopwil4, Vol. 6, No. 2, oktober. Unikom Bandung. (2012): 9-17.
- [4] Sulistyo Ary, U. “Monitoring Baby Incubator Sentral dengan Komunikasi Wireless”, Jurnal Simetris, Vol. 9 No. 1 April (2018): 225 - 230
- [5] Dr. Marianti. “Kenali Tingkat Bilirubin Normal pada Bayi Baru Lahir”. www.alodokter.com/kenali-tingkat-bilirubin-normal-pada-bayi-baru-lahir (diakses tanggal 18 Februari 2019 pukul 12.50)
- [6] Hidayati, Qory. “Intelligent Control System of Fire-Extinguishing and Obstacle-Avoiding Hexapod Robot”, Kinetik, 3, No.1 (2018), Pp. 1- 10
- [7] Andi Romi, W. (2018), “Rancang Bangun Alat Monitoring Suhu dan Kelembaban Pada Alat Baby Incubator Berbasis Internet Of Things”, Jurnal Teknologi, 6, (2018): 52 - 70