PERANCANGAN KONTROL OTOMATIS DAN SISTEM MONITORING MULTI INKUBATOR BAYI VIA SMARTPHONE DAN WEB

Gilang Nuraulia Maruf [1], Syahrul [2]
[1,2] Teknik Komputer Unikom, Bandung
[1] gilang.maruf@gmail.com, [2] syahrul_syl@yahoo.com

ABSTRAK

Pada tugas akhir ini telah dirancang inkubator bayi dengan kontrol otomatis suhu dan monitoring kelembaban. Tujuannya untuk menjaga stabilitas suhu pada bayi yang lahir prematur dengan rentang kontrol suhu antara 33°C sampai 35°C. Inkubator yang dirancang berjumlah dua buah untuk kebutuhan monitoring multi inkubator. Selain itu alat ini juga diberi tambahan fungsi untuk monitoring status suara bayi apabila menangis dan apabila buang air kecil. Monitoring dilakukan melalui web dengan menggunakan koneksi internet. Untuk membangun sistem ini diperlukan perangkat keras berupa mikrokontroler sebagai pemroses dan sekaligus sebagai antarmuka ke sensor suhu, kelembaban, sensor suara dan sensor basah. Ethernet shield digunakan untuk komunikasi mikrokontroler dengan web. Web yang dibangun menggunakan Framework Cibonfire yang diaplikasikan pada web hosting dan domain. Dari hasil pengujian telah berhasil mengirimkan data dari inkubator ke web menggunakan koneksi internet berupa suhu, kelembaban, suara, dan keadaan basah dengan kontrol suhu otomatis antara 33°C sampai 35°C.

Kata Kunci : Inkubator, Prematur, Monitoring, Web.

1. PENDAHULUAN

Perawatan bayi prematur setelah proses persalinan merupakan hal yang penting untuk dilakukan. Bayi yang lahir secara prematur mempunyai sensitivitas tinggi terhadap lingkungan di sekitarnya terutama terhadap suhu udara di sekitarnya. Menjaga kehangatan tubuh bayi prematur sangat dianjurkan untuk dilakukan. Namun ruangan tempatnya bersalin tidak akan mampu memberikan suhu yang cukup hangat untuk bayi prematur. Berdasarkan fenomena tersebut maka diciptakanlah inkubator bayi.

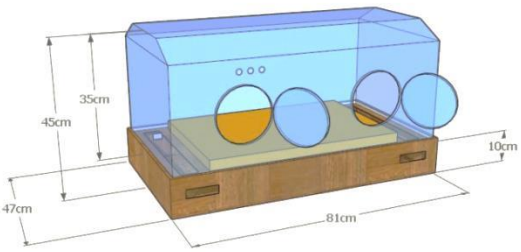
Sebuah inkubator bayi umumnya hanya memiliki pengontrolan suhu dan *monitoring* kelembaban saja. Dengan harga yang cukup mahal tanpa disediakan fitur lain yang dapat menunjang kegunaan dari inkubator bayi tersebut. Salah satu fungsi dari inkubator bayi yang belum ada saat ini adalah Sistem *Monitoring*. Sistem *Monitoring* inkubator bayi saat ini masih dilakukan secara manual dengan cara dilihat langsung pada indikator yang terdapat pada inkubator bayi tersebut dan dengan jumlah inkubator yang banyak menggunakan sistem *monitoring* saat ini menjadi kurang efektif dan efisien untuk dilakukan. Kemudian belum terdapat fitur pendeteksi apakah bayi menangis dan buang air kecil. Pada perancangan ini akan digunakan media internet menggunakan web untuk melakukan proses *monitoring* pada dua inkubator bayi.

Perancangan ini juga akan melakukan kontrol otomatis terhadap suhu dan me*monitoring* kelembaban di dalam inkubator. Kisaran suhu yang diperlukan pada sebuah inkubator bayi adalah 33°C - 35°C. Kemudian pada perancangan ini diterapkan pula sensor suara dan sensor basah dimana berfungsi apabila bayi menangis atau buang air kecil maka perawat akan segera mengetahui karena sistem peringatan pada inkubator akan berbunyi.

2. PERANCANGAN

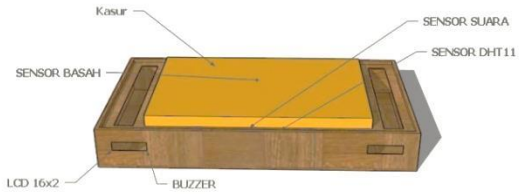
Perancangan Inkubator Bayi

Pada tugas akhir ini akan dibuat dua buah inkubator bayi untuk memenuhi persyaratan *monitoring* multi inkubator bayi. Bentuk dari inkubator bayi didesain sedemikian rupa sehingga mirip seperti aslinya. Gambar 1 menunjukan perancangan bentuk inkubator bayi yang akan dibuat beserta ukuran dimensinya:



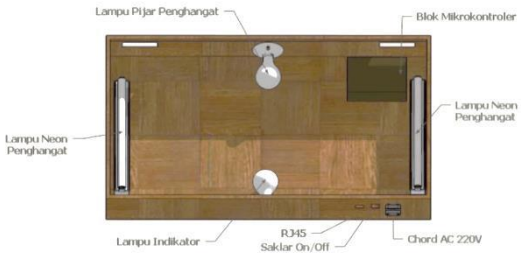
Gambar 1. Rancang Bentuk Inkubator Bayi Beserta Ukurannya

Inkubator bayi yang dirancang memiliki dimensi panjang 81 cm, lebar 47 cm dan tinggi keseluruhan 45 cm. 3 lubang kecil di belakang merupakan lubang udara tempat keluar masuk udara, dibuat tidak terlalu besar dengan tujuan agar suhu hangat di dalam inkubator tidak mudah keluar. 2 lubang di depan merupakan tempat masuk tangan perawat untuk merubah posisi bayi. Akrilik dengan ukuran tinggi 35cm dapat dilepas dengan fungsi mempermudah untuk memasukkan atau mengeluarkan bayi dari inkubator. Kemudian pada Gambar 2 menunjukan penempatan sensor-sensor dan komponen lain yang akan digunakan pada inkubator bayi ini.



Gambar 2. Rancangan Inkubator Bayi Beserta Sensor dan Komponen Lainnya

Gambar 2 menunjukan penempatan sensor-sensor dan komponen lain pada perancangan alat ini. Sensor basah diletakan di dalam kasur sehingga apabila bayi buang air kecil sensor akan langsung mendeteksi kondisi tersebut. Sensor suara dan sensor DHT11 diletakan di samping depan agar suhu ruangan inkubator dan suara bayi dapat terbaca dengan baik. LCD ditempatkan di depan untuk menampilkan besaran suhu dan kelembaban di dalam inkubator. Kemudian *buzzer* diletakan bersampingan dengan LCD untuk memberikan peringatan apabila bayi di dalam inkubator menangis atau buang air kecil. Pada Gambar 3 menunjukan komponen dalam inkubator yaitu berupa blok mikrokontroler, lampu, chord, saklar dan RJ45 yang akan digunakan untuk menghubungkan kedua inkubator bayi.

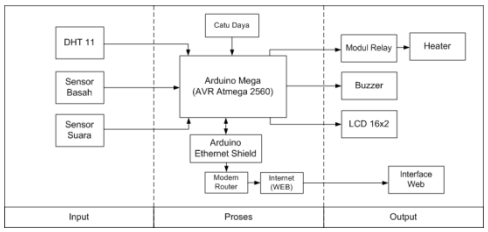


Gambar 3. Komponen Dalam Inkubator Bayi

Gambar 3 menunjukan komponen di dalam inkubator bayi. Chord AC merupakan colokan sambungan untuk listrik AC 220 Volt, kemudian terdapat lampu indikator apabila saklar dinyalakan maka otomatis lampu indikator ini akan menyala. 3 lampu penghangat yaitu 2 lampu neon dan 1 lampu pijar dengan daya 75 watt digunakan untuk menghangatkan suhu di dalam inkubator. Konektor RJ45 digunakan untuk menghubungkan dengan inkubator kedua. Pada blok mikrokontroler terdapat mikrokontroler dan relay untuk menghubungkan dengan lampu penghangat.

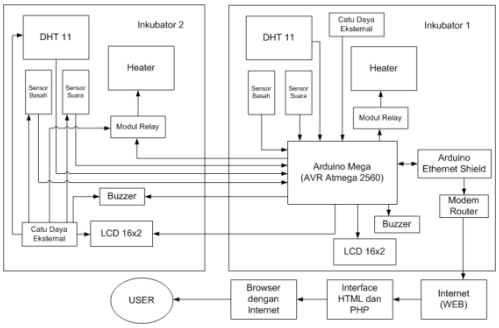
Perancangan Perangkat Keras

Perancangan Perangkat Keras yang akan dibangun pada tugas akhir ini berupa mikrokontroler yang dikoneksikan dengan sensor-sensor dan dimasukan ke dalam inkubator bayi. Berikut ini akan dijelaskan diagram blok perancangan perangkat keras secara umum yang akan dibangun digambarkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram Blok Secara Umum Perancangan Yang Akan Dibangun

Gambar 4 menggambarkan diagram blok perancangan perangkat keras secara umum dengan menampilkan input, proses dan ouput. Pada gambar 5 akan dijelaskan blok diagram secara terperinci pada masing-masing inkubator yang akan dibangun.

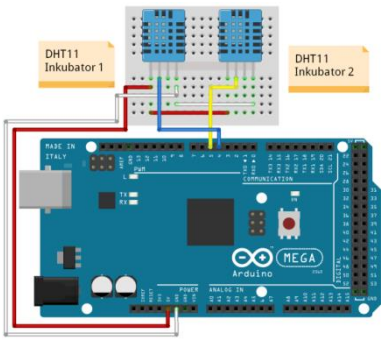


Gambar 5. Diagram Blok Perancangan Hardware Pada Setiap Inkubator

Penjelasan Setiap Komponen Perancangan Perangkat Keras

Arduino Mega 2560, digunakan sebagai mikrokontroler pengendali sensor-sensor pada inkubator. Mulai dari memproses data yang dihasilkan oleh sensor dan melakukan pengontrolan untuk mengaktifkan *heater* melalui modul relay.

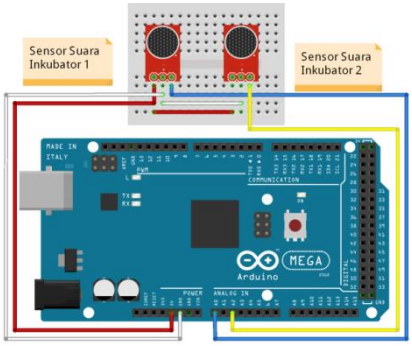
Sensor DHT11, digunakan untuk mengetahui suhu dan kelembaban di dalam inkubator. Sensor ini akan mengirimkan data berupa data serial kepada arduino dan diterima sebagai data digital. Karena sensor ini sudah berupa modul sehingga konfigurasi pin yang dipakai hanya 3 yakni VCC, Data dan Ground. Gambar 6 menjelaskan konfigurasi pin sensor DHT11 pada board arduino.



Gambar 6. Konfigurasi Pin DHT11 Pada Board Arduino

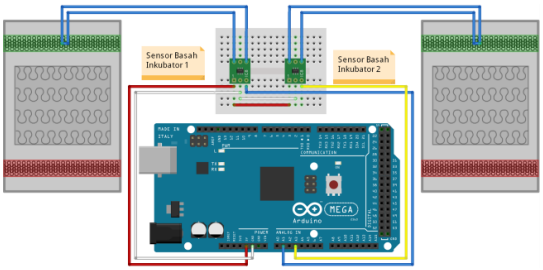
Dari Gambar 6 dapat dilihat alokasi Sensor DHT11 terhadap board arduino. Sensor DHT11 Inkubator 1 dialokasikan ke pin 4 digital board arduino dan Sensor DHT11 inkubator 2 dialokasikan ke pin 5 digital board arduino.

Sensor Suara, digunakan untuk menerima suara. Pada perancangan alat ini sensor suara hanya akan mendeteksi apakah ada suara atau tidak dengan sensitifitas sensor yang dapat diatur. Sensor suara yang digunakan akan menghasilkan output analog sehingga pada arduino pin yang digunakan adalah pin Analog. Dari Gambar 7 dapat dilihat konfigurasi Sensor Suara terhadap board arduino.



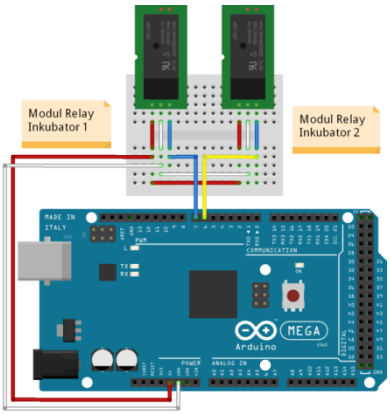
Gambar 7. Konfigurasi Sensor Suara Pada Board Arduino

Sensor Basah, digunakan untuk menerima inputan dari intensitas air. Pada perancangan ini akan digunakan untuk mengetahui keadaan kasur bayi apakah basah atau tidak. Seperti sensor suara, sensor basah ini juga memiliki output analog sehingga pada board arduino port yang digunakan adalah port analog. Gambar 8 menunjukan konfigurasi port arduino terhadap masing-masing sensor basah pada kedua inkubator.



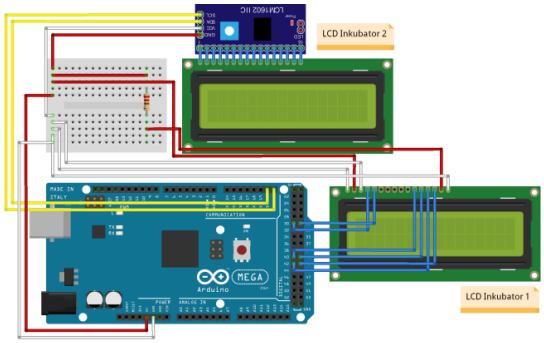
Gambar 8. Konfigurasi Sensor Basah Pada Board Arduino

Modul Relay, Modul Relay digunakan untuk menyalakan *heater* ketika suhu di dalam inkubator kurang dari setpoint yang telah ditentukan, yaitu antara 33°C sampai 35°C. *Heater* yang digunakan memiliki tegangan AC sehingga membutuhkan penghubung antara Board arduino yang menggunakan arus DC dengan *heater* yang menggunakan arus AC. Gambar 9 merupakan konfigurasi pin pada board arduino terhadap modul relay.



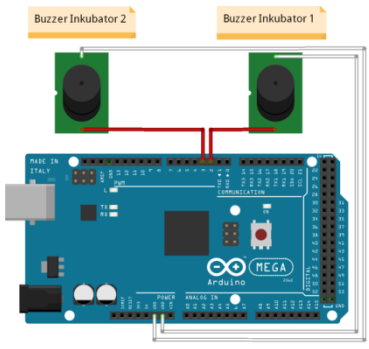
Gambar 9. Konfigurasi Pin Modul Relay Pada Board Arduino

LCD 16x2, untuk menampilkan besarnya suhu dan kelembaban pada inkubator. Suhu yang ditampilkan dalam satuan derajat celcius, sementara kelembaban yang ditampilkan dalam satuan %. LCD akan ditempatkan di 2 inkubator dengan satu arduino yang digunakan. Gambar 10 merupakan konfigurasi 2 LCD 16x2 pada board Arduino di masing-masing inkubator.



Gambar 10. Konfigurasi Pin LCD Display 16x2 pada board arduino

***Buzzer*,** digunakan untuk sistem peringatan pada inkubator. *Buzzer* akan menyala ketika sensor basah mendeteksi air dan ketika sensor suara mendeteksi suara. Gambar 11 menggambarkan konfigurasi *buzzer* pada pin arduino.



Gambar 11. Konfigurasi Penempatan Pin Buzzer

Heater, merupakan perangkat yang dapat menghasilkan panas. Pada tugas akhir ini sebagai sumber panas yang akan digunakan adalah 3 buah bola lampu masing-masing dengan daya 75 Watt dan 2 buah dengan daya 8 Watt untuk 1 inkubator bayi.
Keuntungan menggunakan bola lampu sebagai *heater*:

1. Hemat karena harganya yang relatif murah.
2. Panas yang dihasilkan relatif tidak berlebihan.

Kelemahan menggunakan bola lampu sebagai *heater*:

1. Harus sering diganti karena bola lampu relatif memiliki umur yang tidak panjang.

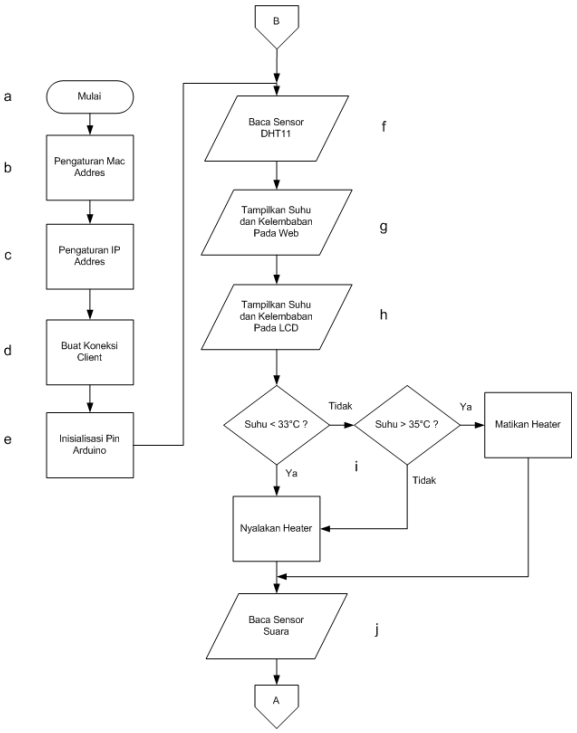
Ethernet shield, digunakan sebagai penghubung antara arduino mega dengan jaringan Internet. Arduino *ethernet shield* ini masih satu pabrikan dengan arduino mega, maka dalam penggunaanya dapat langsung dihubungkan dengan arduino mega dengan cara memasangkan Arduino *Ethernet shield* menumpuk di atas arduino mega dengan menyesuaikan pin dari arduino mega tersebut.
Power supply yang digunakan pada perancangan ini berupa adaptor USB 5 volt 1 ampere yang dihubungkan langsung dengan arduino mega pada port USB. *Power supply* ini digunakan karena sudah memenuhi spesifikasi dari arduino mega tersebut. Pada masing-masing inkubator digunakan 1 *power supply* termasuk untuk modem router sehingga total *power supply* yang digunakan adalah 3 buah. Sensor dan relay pada inkubator 1 mengambil tegangan langsung dari arduino sementara pada inkubator 2 tegangan untuk sensor dan relay berasal dari *power supply* eksternal 5 volt DC.
Modem Router digunakan sebagai penyedia internet untuk mikrokontroler. Modem router yang digunakan adalah TP-Link MR3020. Type ini digunakan karena secara fungsi sudah memenuhi kebutuhan dan dengan bentuk serta penggunaan yang sangat mudah hanya dengan menambahkan modem gsm internet sudah dapat dipancarkan baik melalui wifi maupun konektor RJ45 yang disediakan. Pada perancangan ini konektor RJ45 akan digunakan dengan dihubungkan langsung pada Arduino *Ethernet shield*.

Perancangan Perangkat Lunak

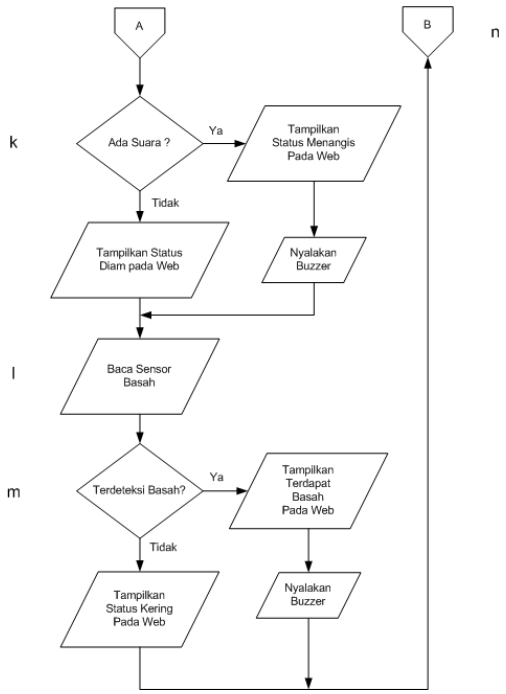
Pada sisi perangkat lunak perancangan terbagi menjadi dua bagian yaitu perancangan perangkat lunak pada bagian mikrokontroler dan perancangan desain pada bagian Web.

Perancangan Perangkat Lunak Pada Mikrokontroler

Perancangan perangkat lunak pada mikrokontroler akan digambarkan dengan bentuk *flowchart*. Gambar 12 dan Gambar 13 merupakan *Flowchart* perancangan perangkat lunak pada mikrokontroler.



Gambar 12. Flowchart Perancangan Perangkat Lunak Mikrokontroler Bag.1



Gambar 13. Flowchart Perancangan Perangkat Lunak Mikrokontroler Bag.2

Tabel 1 merupakan penjelasan dari *flowchart* perancangan perangkat lunak pada bagian mikrokontroler.

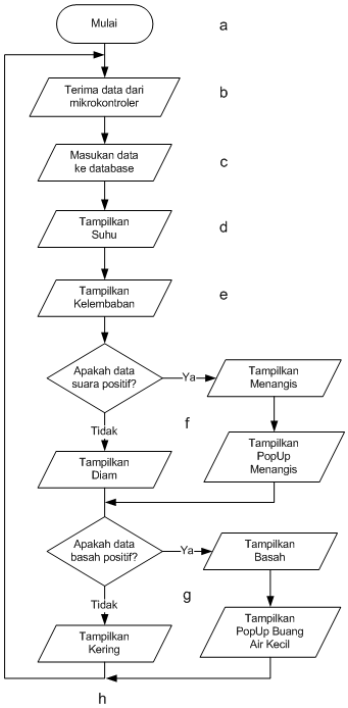
Tabel 1. Penjelasan Flowchart Perangkat Lunak Pada Mikrokontroler

Indeks	Keterangan	Penjelasan
a	Memulai program	Program dijalankan.
b	Pengaturan mac address Ethernet Shield	difungsikan untuk memudahkan router dan perangkat jaringan lainnya untuk secara unik mengidentifikasi setiap jenis perangkat yang terhubung pada jaringan. Dalam hal ini mac address dari *ethernet shiled* yang diatur.
c	Pengaturan IP address Ethernet Shield	difungsikan untuk memberikan alamat IP pada *ethernet shield* agar dapat diidentifikasi dalam jaringan internet.
d	Buat koneksi client	Pada bagian buat koneksi client bertujuan agar *ethernet shield* terkoneksi dalam internet sebagai client.
e	Inisialisasi pin	Pada bagaian inisialisasi pin, setiap pin yang terhubung dengan arduino akan diinisialisasikan, apakah *input* atau *output*.
f	Baca sensor DHT11	Baca suhu dan kelembaban dari sensor DHT11.
g	Tampilkan ke web	Tampilkan suhu dan kelembaban ke web.
h	Tampilkan ke LCD	Tampilkan suhu dan kelembaban pada LCD.
i	Cek suhu Inkubator	Cek suhu apakah dibawah 33°C? Jika Ya nyalakan *heater* jika tidak cek suhu apakah diatas 35°C? Jika Tidak nyalakan *heater* jika Ya matikan heater.
j	Baca sensor suara	Baca Sensor Suara pada inkubator bayi.
k	Cek apakah ada suara	Cek apakah ada suara? Jika Ya tampilkan status menangis pada web dan nyalakan *buzzer*, jika Tidak tampilkan status diam pada web.
l	Baca sensor basah	Baca sensor basah pada inkubator bayi.
m	Cek apakah ada basah	Cek apakah ada basah? Jika Ya tampilkan status basah pada web dan nyalakan *buzzer*, jika Tidak tampilkan status kering pada web.
n	Kembali ke B	Kembali ke baca sensor DHT11.

Perancangan web

Flowchart Perancangan Web

Perancangan web yang dibangun akan digambarkan dengan bentuk *flowchart*. Gambar 14 merupakan *Flowchart* perancangan web yang akan dibangun.



Gambar 14. Flowchart Perancangan Web

Tabel 2. Penjelasan Flowchart Perancangan Web

Indeks	Keterangan	Penjelasan
a	Memulai program	Program dijalankan.
b	Terima data dari mikrokontroler	Menerima data dari mikrokontroler berupa data suhu, kelembaban, status suara dan status basah.
c	Masukan data ke *database*	Masukan data ke *database* sesuai dengan *variable* masing-masing.
d	Tampilkan Suhu	Tampilkan suhu yang diterima pada tampilan web.
e	Tampilkan Kelembaban	Tampilkan kelembaban yang diterima pada tampilan web.
f	Cek data suara	Cek apakah data suara positif? Jika Ya tampilkan menangis pada web dan tampilkan popup menangis. Jika Tidak tampilkan diam pada tampilan web.
g	Cek data basah	Cek apakah data basah positif? Jika Ya tampilkan menangis pada web dan tampilkan popup bayi buang air kecil. Jika Tidak tampilkan kering pada tampilan web.
h	Kembali Ke terima data dari mikrokontroler	Kembali Ke terima data dari mikrokontroler

Perancangan tampilan web *monitoring* inkubator pada PC.

Selanjutnya akan dirancang tampilan *monitoring* pada web. Gambar 15 merupakan perancangan tampilan *monitoring* inkubator pada PC:



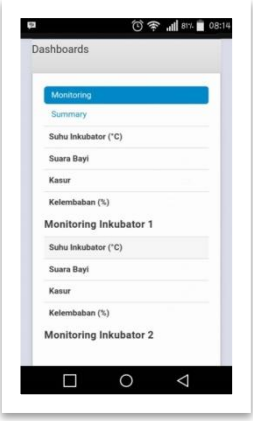
Gambar 15. Perancangan tampilan monitoring inkubator pada PC

Pada tampilan *monitoring* web parameter-parameter yang akan ditampilkan adalah suhu, kelembaban, status kasur apakah basah atau tidak dan status suara pada inkubator bayi. Parameter-parameter tersebut kemudian disajikan kembali dalam bentuk grafik dengan nama 10 aktifitas terakhir. Pada grafik akan menampilkan 10 perubahan terakhir parameter-parameter pada inkubator bayi baik pada inkubator 1 maupun pada inkubator 2 berdasarkan waktu perubahannya. Kemudian ketika pada inkubator terdeteksi suara atau basah maka akan memunculkan popup peringatan pada web. Popup yang dirancang akan terus tampil sehingga memberikan peringatan secara langsung kepada pengguna untuk melihat keadaan inkubator.

Perancangan tampilan web *monitoring* inkubator pada Smartphone.

Selain perancangan tampilan *monitoring* web pada pc, dirancang pula tampilan *monitoring* web pada smartphone. Gambar 16 merupakan perancangan tampilan *monitoring* inkubator pada Smartphone dengan parameter-parameter suhu, kelembaban,

status kasur apakah basah atau tidak dan status suara pada masing-masing inkubator.



Gambar 16. Perancangan tampilan monitoring inkubator pada Smartphone

3. HASIL PENGUJIAN

Pada bagian ini akan dijelaskan hasil dan analisa pada setiap blok komponen perangkat keras. Perangkat keras yang akan diuji terdiri dari sensor suhu dan kelembaban DHT11, sensor suara dan sensor basah. Selain dilakukan pengujian terhadap perangkat keras, juga dilakukan pengujian dan analisa pada sisi website apakah data yang dikirmkan dari arduino sudah diterima oleh website atau belum.

Pengujian dan Analisa Sensor DHT11

Pada sensor suhu dan kelembaban akan dilakukan pengujian untuk membandingkan pembacaan suhu dan kelembaban di dalam inkubator yang terbaca oleh sensor DHT11 dengan yang terbaca oleh *Thermo-higrometer* Digital. Pengujian akan dilakukan masing-masing sebanyak 2 kali pada suhu ruangan yang berbeda untuk melihat konsistensi perubahan suhu yang terjadi. *Thermo-higrometer* yang digunakan untuk membandingkan suhu yang didapat menggunakan *Thermo-higrometer* Digital seperti pada Gambar 17.



Gambar 17. Thermo-higrometer yang digunakan sebagai pembanding suhu dan kelembaban

Tabel 3 dan tabel 4 merupakan hasil perbandingan suhu dan kelembaban yang terbaca oleh DHT11 dengan yang terbaca oleh *Thermo-higrometer* di dalam inkubator dengan suhu di luar inkubator rata-rata 29°C.

Tabel 3. Perbandingan Hasil Pengujian Kenaikan Suhu Thermo-higrometer dengan Suhu pada DHT11 Di dalam Inkubator Pada Suhu Luar 29°C

No	Waktu (detik)	Thermo-Higrometer (°C)	Suhu pada LCD (°C)	Kelembaban pada LCD (%)	Kelembaban Thermo-Higrometer (%)	Selisih Suhu (°C)	Selisih Kelembaban (%)
1	1	25	27	45	48	2	3
2	30	27	28	47	50	1	3
3	70	28	28	56	59	0	3
4	120	29	29	56	63	0	7
5	180	30	32	58	64	2	6
6	250	31	32	58	65	1	7
7	320	32	33	60	65	1	5
8	410	34	34	65	67	0	2
9	510	34	35	65	68	1	3
10	620	35	36	70	68	1	2

Dapat dilihat pada Tabel 3 bahwa hasil pengujian menggunakan sensor DHT11 hasil perbandingan suhu tidak terlalu banyak perbedaan dan mendekati dengan hasil pengujian termo-higrometer. Selisih suhu tidak melebihi ± 3° C dan selisih kelembaban tidak lebih dari 10%. Pada tabel 4 menunjukan perbandingan penurunan suhu di dalam inkubator dengan suhu luar inkubator rata-rata 29°C.

Tabel 4 Perbandingan Hasil Pengujian Penurunan Suhu dan Kelembaban Thermo-higrometer dengan DHT11 Di dalam Inkubator Pada Suhu Luar 29°C

No	Waktu (detik)	Thermo-Higrometer (°C)	Suhu pada LCD (°C)	Kelembaban pada LCD (%)	Kelembaban Thermo-Higrometer (%)	Selisih Suhu (°C)	Selisih Kelembaban (%)
1	1	35	35	70	79	0	9
2	30	35	35	69	79	0	10
3	60	35	34	69	78	1	9
4	90	34	34	67	76	0	9
5	120	34	34	67	66	0	1
6	150	33	34	65	66	1	1
7	180	33	34	64	58	1	6
8	210	33	34	59	58	1	1
9	240	33	34	58	57	1	1
10	270	32	33	58	57	1	1

Dari Tabel 4 didapat data penurunan suhu tidak terpaut jauh dengan hasil pengukuran oleh *thermo-higrometer* . Kemudian akan dilakukan pengujian kembali untuk melihat konsistensi perubahan suhu. Tabel 5 menunjukan perbandingan kenaikan dan penurunan suhu pada DHT11 dan pada *Thermo-higrometer* pada suhu luar inkubator rata-rata 32°C.

Tabel 5. Perbandingan Hasil Pengujian Kenaikan Suhu dan Kelembaban Thermo-higrometer dengan DHT11 Di dalam Inkubator Pada Suhu Luar 32°C

No	Waktu (detik)	Thermo-Higrometer (°C)	Suhu pada LCD (°C)	Kelembaban pada LCD (%)	Kelembaban Thermo-Higrometer (%)	Selisih Suhu (°C)	Selisih Kelembaban (%)
1	1	30	31	50	54	1	4
2	30	30	31	54	56	1	2
3	70	31	32	56	59	1	3
4	120	32	32	56	63	0	7
5	180	32	32	58	64	0	6
6	220	32	33	59	65	1	6
7	260	33	34	60	66	1	6
8	270	34	34	65	67	0	2
9	280	35	34	65	68	1	3
10	300	36	35	70	68	1	2

Dapat dilihat pada Tabel 5 bahwa hasil pengujian menggunakan sensor DHT11 perbandingan suhu tidak terlalu banyak perbedaan dan mendekati dengan hasil pengujian *thermo-higrometer* . Ini dapat dikatan berhasil karena pada percobaan kedua ini dengan suhu luar inkubator rata-rata selisih suhu 32°C tidak melebihi ± 2° C.
Selanjutnya akan dilakukan pengujian penurunan suhu dengan suhu luar 32°C. Data yang didapat ditampilkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Perbandingan Hasil Pengujian Penurunan Suhu dan Kelembaban Thermo-higrometer dengan DHT11 Di dalam Inkubator Pada Suhu Luar 32°C

No	Waktu (detik)	Thermo-Higrometer (°C)	Suhu pada LCD (°C)	Kelembaban pada LCD (%)	Kelembaban Thermo-Higrometer (%)	Selisih Suhu (°C)	Selisih Kelembaban (%)
1	1	35	35	72	79	0	7
2	40	35	35	70	79	0	9
3	80	35	34	70	78	1	8
4	120	34	34	66	76	0	10
5	140	34	34	65	60	0	5
6	180	33	34	64	60	1	4
7	220	33	34	62	59	1	3
8	260	33	34	59	59	1	0
9	300	33	34	54	55	1	1
10	360	32	33	53	55	1	2

Dari Tabel 6 dapat dilihat penurunan suhu yang diterima oleh DHT11 pada suhu luar inkubator rata-rata 32°C tidak berbeda terlalu jauh dengan yang diterima oleh *thermo-higrometer* .
Setelah dilakukan 2 kali percobaan pada suhu luar inkubator yang berbeda terlihat konsistensi dari sensor DHT11 dapat dibuktikan. Suhu di dalam ruang inkubator dapat dikontrol dengan baik menggunakan sensor ini dan untuk kelembaban sudah ter*monitoring* dengan cukup baik tidak terjadi selisih yang cukup jauh. Rentang suhu yang diinginkan untuk pengontrolan telah tercapai adalah 33°C sampai 35°C.

Pengujian dan Analisa Sensor Suara

Pada pengujian ini akan dilakukan ujicoba tingkat sensitivitas dari sensor suara dalam mendeteksi suara. Pengujian dilakukan masing-masing sebanyak 2 kali untuk mengetahui sensitifitas sensor suara yang diuji pada masing-masing jarak yang berbeda. Pengujian menggunakan rekaman suara bayi yang diputar melalui ponsel dengan diarahkan pada sensor suara. Apabila sensor mendeteksi ada suara maka *buzzer* akan berbunyi dan pada web akan menampilkan kata menangis.
Disajikan pada Tabel 7 hasil pengujian intensitas suara yang terdeteksi oleh sensor pada pengujian pertama.

Tabel 7. Hasil Pembacaan Sensor Suara Pengujian Pertama

No	Jarak Sumber Suara ke Sensor (cm)	Status Buzzer
1	0	Berbunyi
2	1	Berbunyi
3	5	Berbunyi
4	10	Berbunyi
5	15	Berbunyi
6	20	Berbunyi
7	25	Berbunyi
8	35	Berbunyi
9	45	Diam
10	50	Diam

Pada Tabel 7 intensitas suara yang dihasilkan dapat terbaca pada jarak 0-35 cm. Pada jarak 35 cm *buzzer* masih menyala, itu menandakan sensor masih dapat menerima inputan suara. Sedangkan pada jarak 45 cm – 50 cm *buzzer* tidak mengeluarkan suara karena sensor sudah tidak mendapat inputan suara. Untuk pengujian kedua ditampilkan pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Pembacaan Sensor Suara Pengujian Kedua

No	Jarak Sumber Suara ke Sensor (cm)	Status Buzzer
1	0	Berbunyi
2	1	Berbunyi
3	5	Berbunyi
4	10	Berbunyi
5	15	Berbunyi
6	20	Berbunyi
7	25	Berbunyi
8	35	Berbunyi
9	45	Diam
10	50	Diam

Sama halnya dengan pengujian pertama, pengujian kedua juga menghasilkan data yang sama sebagaimana pengujian pertama. Pada jarak 35 cm sensor suara masih dapat membaca inputan suara dan pada jarak lebih dari 45 cm sensor tidak dapat membaca suara. Hal ini dapat dikatakan berhasil karena maximal tinggi inkubator bayi adalah 35 cm sehingga suara tangisan bayi akan terdeteksi oleh sistem ini.

Pengujian dan Analisa Sensor Basah

Pada pengujian ini akan dilakukan pengujian pada sensor basah untuk mendeteksi terdapat basah atau tidak. Karena sensor basah ini memiliki penampang jalur induksi maka pengujian akan dilakukan dengan meneteskan air dan menempelkan tisu basah pada penampang sensor. Apabila sensor mendeteksi basah *buzzer* akan berbunyi. Untuk membedakan dengan pendeteksian pada sensor suara, irama suara pada *buzzer* dibedakan. Pengujian dilakukan untuk masing-masing inkubator. Didapat data yang sama untuk pengujian masing-masing inkubator seperti pada Tabel 9.

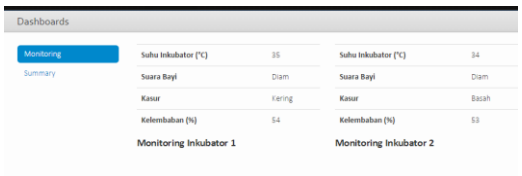
Tabel 9. Hasil Pengujian Sensor Basah

No	Penampang Sensor	Status Buzzer
1	Kering	Diam
2	Kering	Diam
3	Basah	Berbunyi
4	Basah	Berbunyi
5	Kering	Diam
6	Basah	Berbunyi
7	Basah	Berbunyi
8	Basah	Berbunyi
9	Kering	Diam
10	Kering	Diam

Dapat dilihat pada Tabel 9 ketika penampang sensor kering maka *buzzer* akan diam. Sedangkan ketika Penampang sensor Basah maka status *buzzer* menjadi berbunyi.

Pengujian dan Analisa Web

Pada pengujian ini dimaksudkan untuk menguji apakah data dari mikrokontroler sudah berhasil diterima oleh web atau belum. Pengujian dilakukan dengan menggunakan jaringan internet modem dengan provider three. Setelah beberapa kali dilakukan percobaan dengan memperhatikan 4 parameter pada sensor yaitu suhu, kelembaban, suara dan basah didapat data bahwa parameter-parameter tersebut sudah dapat ditampilkan pada web dengan interval waktu pembaruan sekitar 5 detik. Status yang ditampilkan sudah sesuai dengan pada tampilan LCD, namun lamanya status pada web berubah tergantung pada kualitas layanan dari jaringan itu sendiri. Gambar 18 merupakan tampilan status pada web dengan masing-masing status parameternya.



Gambar 18. Parameter-parameter status inkubator pada web

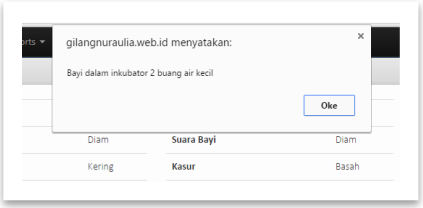
Dapat dilihat pada Gambar 18 bahwa suhu dan kelembaban pada masing-masing inkubator sudah dapat terbaca dengan baik. Kemudian suara bayi dalam artian suara pada inkubator juga sudah terbaca dengan nilai parameter menangis atau diam. Apabila terdapat suara maka akan menampilkan menangis dan apabila tidak ada suara akan menampilkan kata diam. Begitupun dengan status kasur sudah dapat terbaca dengan baik, apabila terdapat kondisi basah pada inkubator maka akan menampilkan kata basah, apabila tidak terdapat basah maka akan menampilkan kata kering.

Parameter-parameter pada tampilan web yaitu suhu, kelembaban, status basah dan status suara disajikan kembali dalam bentuk grafik. Pada Gambar 19 menunjukan grafik 10 perubahan suhu terakhir pada inkubator 1 dan inkubator 2.



Gambar 19. Grafik 10 Suhu Terakhir Berdasarkan Waktu

Selanjutnya dilakukan pengujian terhadap popup peringatan yang telah dirancang. Popup telah muncul ketika status kasur basah dan ketika status suara bayi menangis. Gambar 20 menunjukan popup peringatan ketika pada inkubator terdeteksi basah pada kasur bayi.



Gambar 20. Pop Up peringatan Pada Web

Kualitas sinyal dari jaringan gsm sangat menentukan proses transmisi dari arduino ke web. Pada jaringan koneksi internet yang dapat dikatakan baik proses memperbaharui data dari arduino ke web hanya membutuhkan waktu sekitar 5 detik. Berikut Tabel 10 perbandingan perubahan status sensor basah pada web dan pada *buzzer* berdasarkan waktu.

Tabel 10. Perbandingan perubahan status sensor basah pada web dan pada buzzer berdasarkan waktu

No	Waktu (s)	Perubahan Pada Buzzer	Perubahan Pada Web
1	1	Berbunyi	Kering
2	2	Berbunyi	Kering
3	5	Berbunyi	Basah
4	6	Diam	Basah
5	10	Diam	Kering
6	11	Berbunyi	Kering
7	15	Berbunyi	Basah
8	16	Diam	Basah
9	19	Diam	Basah
10	20	Diam	Kering

Dapat dilihat pada Tabel 10 pada detik pertama *buzzer* telah berbunyi namun pada web belum ada

perubahan. Ketika detik kelima pada web baru menampilkan perubahan status menjadi basah. Kemudian pada detik ke 6 *buzzer* sudah mati namun di web masih menampilkan status basah. Ketika sampai pada detik ke 10 baru tampilan pada web berubah menjadi kering. Dapat disimpulkan proses perubahan tampilan pada web dengan koneksi jaringan yang bagus minimal membutuhkan waktu 5 detik.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil analisa dan percobaan yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Sensor DHT 11 yang digunakan sudah cukup akurat dan handal untuk diaplikasikan pada sistem kontrol suhu inkubator bayi. Suhu yang dikontrol secara otomatis sudah sesuai dengan perancangan yaitu antara 33°C sampai 35°C.
2. Sensor basah sudah dapat mendeteksi air/basah sehingga ketika air menyentuh penampang sensor secara langsung dapat mengirimkan notifikasi basah pada web dan menyalakan *buzzer*.
3. Sensor suara dapat mendeteksi suara secara sensitif, namun kadang sensor membaca suara dari luar yang bukan suara bayi menangis.
4. Data yang ditransmisikan dari arduino ke web sudah dapat dilakukan dengan baik. Parameter-parameter seperti suhu, kelembaban, suara dan status basah dapat di*monitoring* dengan baik pada tampilan web.

Saran yang dapat penulis sampaikan diantaranya:

1. Dapat ditambahkan sensor-sensor lainnya guna me*monitoring* keadaan bayi secara lengkap, misalnya sensor suhu tubuh dan sensor detak jantung.
2. Untuk pengembangan selanjutnya agar membuat sistem *monitoring* terpusat berbasis cloud guna untuk me*monitoring* jumlah inkubator yang lebih banyak.
3. Pengembangan perancangan inkubator bayi agar mejadi lebih baik sehingga dapat digunakan langsung oleh instansi terkait yang membutuhkan.

5. DAFTAR PUSTAKA

[1] Kadir, A., 2013, *Panduan Praktis Mempelajari Aplikasi Mikrokontroler dan Pemogramannya Menggunakan Arduino*, Yogyakarta, Andi.

[2] McRoberts, M., 2009. *Beginning Arduino*, New York, Apress

[3] *DS18B20 Progammable Resolution 1-Wire Digital Thermometer*, diakses pada tanggal 8 September 2015, dari word wide web: http://datasheets.maximintegrated .com /en/ds/DS18B20.pdf

[4] *DHT11 Humidity & Temperature Sensor* diakses pada tanggal 29 Agustus 2015, dari word wide web: http://www.micropik.com/ PDF/dht11.pdf

[5] *Sound Sensor Module*, diakses pada tanggal 30 Agustus 2015, dari word wide web: http://tinkbox.ph/sites/mytinkbox.com/files/do wnloads/SOUND _SENSOR _MODULE.pdf

[6] *Rain Sensor Module*, diakses 30 Agustus 2015, dari word wide web: https://www.openhacks. com/uploadsproductos/rain_sensor_module.pdf

[7] *2 Channel 5V 10A Relay Module*, diakses 1 September 2015, dari word wide web: http://tinkbox.ph/sites/mytinkbox.com/files/do wnloads/2_ CHANNEL_5V_10A_RELAY_MODULE.pdf

[8] *1602 LCD with I2C interface Datasheet*, diakses pada tanggal 26 Nopember 2015, dari word wide web: http://circuitattic.com

[9] *Arduino Ethernet shield*, diakses pada tanggal 6 September 2015, dari word wide web: http://arduino.cc/en/Main/ArduinoEthernetShie ld

[10] Raharjo, B., Heryanto, I., Enjang R. K., 2010. *Pemrograman Web (HTML, PHP, MySQL)*, Bandung, Modula.

[11] Nugroho, B., 2004. *PHP dan MySQL dengan Editor Dreamweaver*, Yogyakarta, Andi.

[12] *Cibonfire*, diakses 30 September 2015, dari word wide web: http:// cibonfire.com/

[13] Kassim, M., Yahaya, C. K., Ismail, M. N., 2010, *A Prototype Of Web Based Temperature Monitoring System*, International Conference on Education Technology and Computer (ICETC).

[14] Donny K., Sutantyo, Utomo D., 2007, *Implementasi Embedded Web Server Via Modem Berbasiskan Mikrokontroler*. Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro, Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga.

[15] Subagja, I., 2006, *Inkubator Bayi Berbasiskan Mikrokontroler AT89C51*, Tugas Akhir, Bandung.

[16] Dharmayanti, S,. 2014, *Perancangan Dan Implementasi Inkubator Bayi Berbasis Smartphone Android*, Tugas Akhir, Bandung.

[17] Maulana, A. I., 2014, *Perancangan Pengaman Rumah dengan Monitoring dan Pengontrol berbasis Online*, Tugas Akhir, Bandung.