

Sistem Monitoring Inkubator Bayi Multifungsi dengan Fototerapi dan Ayunan Mekanis Berbasis ESP32

Rafa Raihan Fadilla¹, Andi Nurul Isri Indriany Idhil², Monika Ayu Puji Anggraini³, Ajeng Kusuma Dewi⁴, Mochamad Rofi Sanjaya⁵, Muhammad Yogi Nurrohman⁶, Rahmadwati⁷

^{1,4,5,6} Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

^{2,3} Pendidikan Dokter, Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya

Email: rafarafadilla@gmail.com, a.indrianyidhil@yahoo.co.id, monikapa34@gmail.com, ajengkusuma924@gmail.com, rofisanjaya06@gmail.com, myoginm@gmail.com, rahma@ub.ac.id

Abstract—Many infant mortality rates are due to premature events. Premature babies are at high risk for hypothermia and hyperbilirubinemia. To overcome this, an incubator can be used as a warmer and light therapy as blue light therapy for yellow babies. However, both medical devices have still been found using manual control. If the health worker is tired of working and manually controlling both devices, it can put the baby at risk. Multifunctional infant incubator based on ESP32, which is an infant incubator equipped with phototherapy and a mechanical swing. This multifunctional baby incubator has the ability to warm the baby's body, the baby yellow light therapy, and can calm the baby when crying. This tool can be monitored remotely using the Internet of Things (IoT). The sensors used are the DHT22 sensor and the sound sensor. Multifunctional baby incubator can make it easier for hospital or basic health care facility level to monitor baby's health in real time without being at the device location and the resulting data can be stored neatly

Index Terms— Internet of Things, Monitoring, Incubator, Phototherapy.

Abstrak— Angka kematian bayi banyak disebabkan oleh kejadian prematur. Bayi prematur berisiko tinggi terhadap hipotermia dan hiperbilirubinemia. Untuk mengatasinya dapat digunakan inkubator sebagai penghangat dan fototerapi sebagai terapi sinar biru bayi kuning. Akan tetapi, masih ditemukan kedua alat kesehatan tersebut menggunakan pengontrolan secara manual. Apabila petugas kesehatan kelelahan bekerja dan melakukan pengontrolan kedua alat secara manual dapat menempatkan bayi dalam bahaya. Inkubator bayi multifungsi berbasis ESP32 yaitu inkubator bayi yang dilengkapi dengan fototerapi dan ayunan mekanis. Inkubator bayi multifungsi ini memiliki kemampuan untuk menghangatkan tubuh bayi, terapi sinar bayi kuning, dan dapat menenangkan bayi ketika menangis. Alat ini dapat dipantau dari jarak jauh menggunakan *internet of things* (IoT). Adapun sensor yang digunakan yaitu sensor DHT22 dan sensor suara. Inkubator bayi multifungsi dapat mempermudah pihak rumah sakit ataupun tingkat fasilitas pelayanan kesehatan dasar untuk mengontrol kesehatan bayi secara real time tanpa ada di lokasi alat dan data yang dihasilkan dapat tersimpan dengan rapi.

Kata Kunci— *Internet of Things*, Monitoring, Inkubator, Fototerapi.

I. PENDAHULUAN

USIA kehamilan merupakan salah satu hal yang dapat memengaruhi kelangsungan hidup janin dan kualitas hidupnya. Bayi prematur mempunyai risiko kematian lebih tinggi dibandingkan dengan bayi yang lahir cukup bulan. Hal ini disebabkan mereka mempunyai kesulitan untuk beradaptasi dengan kehidupan di luar rahim akibat ketidakmatangan sistem organ tubuhnya (Sulistiarini & Berliana, 2016). WHO mendefinisikan prematur sebagai persalinan yang terjadi sebelum usia kandungan mencapai 37 minggu atau kurang dari 259 hari dihitung dari haid terakhir hari pertama. Persalinan prematur dibagi lagi menjadi 3 berdasarkan usia kehamilan yaitu:

- *Extremely preterm* (< 28 minggu)
- *Very preterm* (28 - < 32 minggu)
- *Moderate or late preterm* (32 - < 37 minggu usia kehamilan)

Jumlah kelahiran prematur diperkirakan 15 juta bayi setiap tahun mengalami komplikasi jangka panjang. Hampir satu juta anak meninggal setiap tahun akibat komplikasi kelahiran prematur di mana lebih dari 60% kelahiran prematur terjadi di Afrika dan Asia Selatan. Sementara itu, negara berpenghasilan rendah dan menengah memiliki beban penyakit yang lebih tinggi dengan kelahiran bayi prematur. WHO juga menuliskan bahwa Indonesia masuk peringkat ke 9 dalam 11 besar negara dengan tingkat persalinan prematur lebih dari 15% kelahiran dan peringkat ke 5 dari 10 besar penyumbang 60% persalinan prematur di dunia dengan angka kelahiran prematur 15,5 per 100 kelahiran hidup (WHO, 2012).

Masalah kesehatan bayi semakin kompleks, apalagi bayi dengan riwayat berat lahir rendah. Bayi prematur memerlukan perawatan khusus bahkan intensif, salah satu masalah pada bayi prematur adalah hipotermia (Rustina, 2015). Bayi prematur akan cepat mengalami kehilangan panas badan dan menjadi hipotermia karena pusat pengaturan panas badannya belum berfungsi dengan baik, metabolismenya juga masih rendah, dan

permukaan badan yang relatif luas. Oleh karena itu, bayi prematur harus dirawat dalam inkubator sehingga panastubuhnya dapat sama atau mendekati dengan panas dalam rahim. (Proverawati & Sulistyorini, 2010)

Pada tahun 1997, WHO mengelompokkan hipotermia menjadi 4 kategori berdasarkan definisi normotermia dan hipotermia:

- Normal (36,5 – 37,5°C)
- Hipotermia ringan (36,0-36,5°C)
- Hipotermia sedang (32,0-36,0°C)
- Hipotermia berat (< 32,0°C)

Selain hipotermia, bayi prematur juga beresiko tinggi terkena *jaundice* atau hiperbilirubinemia sebagai infeksi dan dapat terjadi bersamaan dengan risiko kematian dan kecacatan. (Mwaniki, et al., 2012). Sekitar 50-70% kelahiran bayi cukup bulan dan 80-90% bayi prematur mengalami *hiperbilirubinemia* (IDAI, 2011). *Hiperbilirubinemia* merupakan kondisi fisiologis pada bayi dengan gejala klinis seperti perubahan warna kulit dan sklera menjadi kuning akibat kadar bilirubin yang tinggi (Maisels, et al., 2009).

Untuk mengatasi hipotermia diperlukan alat yang bernama inkubator. Inkubator bayi merupakan alat medis yang berfungsi untuk menjaga kestabilan suhu pada suatu ruangan sehingga suhu tetap stabil pada suhu yang telah ditentukan (Apriyadi, 2018). Inkubator bayi pada umumnya digunakan untuk bayi yang terlahir secara prematur, yang belum dapat menyesuaikan diri terhadap suhu disekitarnya. Inkubator bayi menurunkan suhu secara perlahan sehingga dapat membuat bayi merasa nyaman (Pratiwi, et al., 2014). Suhu inkubator bayi dijaga dalam batas normal sekitar 33°C sampai 35°C. Selain itu, kelembapan relatif sebesar 40% sampai 60% perlu dipertahankan juga untuk membantu stabilitas suhu tubuh bayi (Surasmi, et al., 2003).

Tindakan memberikan terapi sinar (*phototherapy*) merupakan salah satu cara untuk menurunkan kadar bilirubin dalam darah (Gomella, 2009). Pada awalnya terapi sinar dilakukan dengan cara alami, yaitu dengan sumber dari sinar matahari. Tetapi karena terbatasnya waktu yang efektif untuk penyinaran, yaitu hanya dapat dilakukan antara rentang waktu pukul 07.00-09.00 pagi maka terapi ini tidak dapat dilakukan sepanjang hari (Maulida, 2013). Untuk mengatasi hal tersebut maka dipergunakan alat terapi yang bersumber dari cahaya buatan, yang sering disebut dengan *blue light therapy*. Alat terapi ini menggunakan lampu yang memancarkan spektrum cahaya biru dengan panjang gelombang berkisar antara 400-520 nm. Fototerapi pada umumnya menggunakan sinar lampu biru, hijau, maupun biru-kehijauan. Akan tetapi, sinar biru yang dipakai dapat berefek pada kulit bayi. Untuk meminimalisir efek tersebut, sinar biru dapat dikombinasi dengan sinar putih (Stokowski, 2011). Adapun jarak penyinaran antara bayi dengan sumber sinar (lampu) saat dilakukan terapi adalah + 30-50 cm (Maulida, 2013). Efektivitas fototerapi yang selain dipengaruhi oleh panjang gelombang sinar lampu, juga tergantung pada intensitas cahaya (*irradiance*), jarak antara lampu dengan bayi, dan luas area tubuh bayi yang terpapar sinar lampu (Brandao, et al., 2014).

Semakin tinggi intensitas sinardan semakin dekat jarak fototerapi dengan tubuh bayi maka semakin cepat penurunan kadar bilirubin (Stokowski, 2011). Berdasarkan area penyinaran yang lebih luas dan nilai intensitas yang lebih tinggi, *blue light* lampu *fluorescent* lebih efektif dibandingkan dengan *blue light therapy* lampu LED (Santiari & Putra, 2018).

Pengembangan dan kajian tentang inkubator telah banyak dilakukan. (Nurlandi, 2010) mengembangkan inkubator bayi dengan kontrol *on-off* otomatis yang ekonomis untuk klinik persalinan.

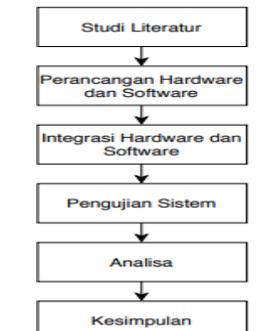
Beragam metode kontrol diterapkan dalam pengembangan inkubator. (Ramdhani, 2013) yaitu "Pengembangan Inkubator Bayi dan Sistem Monitoring Berbasis *Wireless*", yang dapat mengontrol dan memonitoring suhu inkubator bayi secara *wireless*. Akan tetapi alat tersebut masih menggunakan beberapa komponen yang terpisah seperti mikrokontroler Atmega8535, modem radio frekuensi YS-1020B, sensor LM35DZ, dan sensor kelembapan SHT11. (Theopaga, et al., 2014) mengembangkan inkubator dengan kontrol PID untuk mengatur temperatur dengan pemanas dan kipas. (Zermani, et al., 2011) mengkaji penerapan *indirect adaptive generalized predictive control* (IAGPC) pada inkubator neonatal yang lebih efektif dalam mengatur temperatur daripada menggunakan *on-off* dan PID. (I, et al., 2019) menggunakan kontrol ANFIS untuk mengontrol temperatur dalam inkubator. (Wijaya, et al., 2018) mengembangkan inkubator yang dapat memonitoring suhu dan kelembapan dari jarak jauh dengan dua sensor yaitu sensor DS18B20 dan sensor DHT11. (Barri, et al., 2017) mengembangkan inkubator dengan Raspberry Pi sebagai *single board computer* yang dipakai dalam sistem monitoring dan sensor yang digunakan yaitu sensor DHT11. (Taqwa, et al., 2020) mengembangkan inkubator berbasis arduino uno ATmega328 untuk memonitoring suhu dan kelembapan.

Beberapa kajian pengembangan inkubator lainnya menambah fungsi dalam inkubator. (Kapen, et al., 2019) mengembangkan inkubator otomatis yang dilengkapi dengan fototerapi, pembaca sidik jari biometrik, pemantauan jarak jauh, dan modul kontrol denyut jantung untuk negara-negara berkembang. (Shaib, et al., 19-21 Oktober 2017) mengembangkan inkubator portabel dan nirkabel menggunakan *wifi* dan *infrared* untuk mengukur detak jantung, level oksigen dalam darah, dan temperatur. (Setyaningsih, et al., 2019) mengembangkan inkubator yang dilengkapi dengan fototerapi, pemantauan jarak jauh, dan alat dapat memberi peringatan berupa *buzzer* apabila bayi menangis.

Dengan adanya pengembangan-pengembangan tersebut, maka penulis juga mengembangkan inkubator yang dilengkapi dengan fototerapi dan dapat dilakukan pemantauan secara jauh berbasis ESP32. Selain itu, alat dilengkapi dengan ayunan mekanis yang bertujuan dapat menenangkan bayi ketika menangis. Sensor yang akan penulis gunakan yaitu sensor DHT22 yang dapat membaca suhu dan kelembapan serta sensor suara yang dapat mendeteksi suara tangisan bayi. Kedua sensor

akan bekerja saling terintegrasi sehingga sistem alat dapat menjadi efisien.

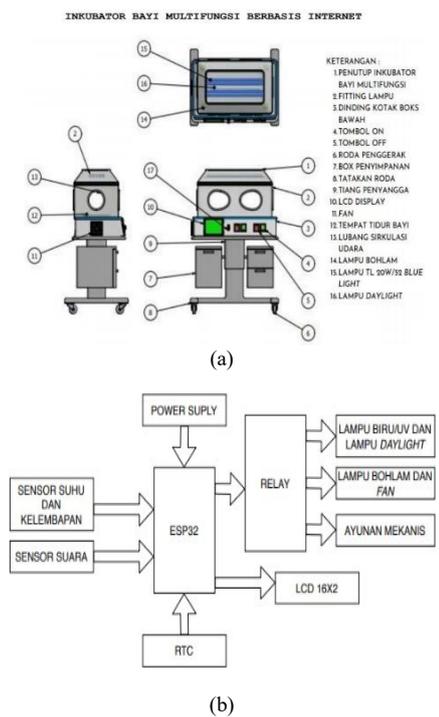
II. METODOLOGI PENELITIAN



Gambar 1. Kerangka Penelitian

Dapat dilihat pada gambar 1, metode proses penelitian diawali dengan studi literatur. Pada tahap ini penulis mempelajari serta membaca pustaka yang berkaitan dengan penelitian. Pustaka yang dijadikan rujukan dalam hal ini dapat berupa jurnal ilmiah, buku, ataupun sumber dari internet. Kemudian dibuat perancangan *hardware*, *software*, dan skematik rangkaian elektronik

Pada tahapan perancangan *hardware* penulis akan

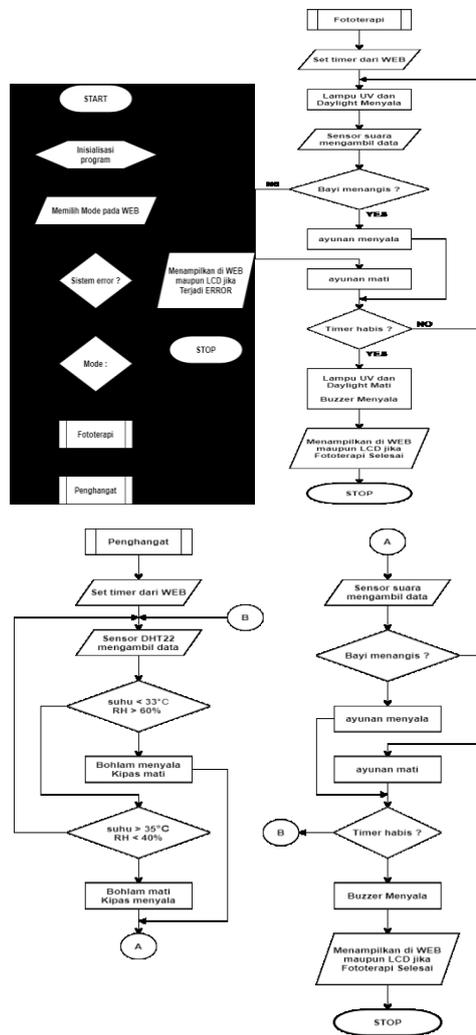


Gambar 2. (a) Gambar Perancangan (b) Blok Diagram Perangkat Keras

membuat rancangan sesuai seperti pada gambar 2 bahan yang digunakan pada dinding inkubator bayi adalah akrilik dengan ukuran sebesar 60 x 40 x 40 cm³. Kotak boks bawah berisi komponen-komponen elektronik yang berfungsi untuk menjalankan seluruh sistem pada alat yang akan digunakan. Ukuran pada kotak boks bawah sebesar 70 x 50 x 15 cm³. Akrilik tersebut dipasang pada kerangka utama dan menggunakan besi holo sehingga

dinding inkubator bayi multifungsi terpasang dengan kedudukan yang lebih kokoh. Ayunan mekanis disetting pada bagian bawah inkubator bayi multifungsi agar gerak ayunan tidak menabrak dinding inkubator bayi multifungsi.

Pada alas inkubator bayi multifungsi dipasang sensor suara dan sensor DHT22. Di dalam boks bawah terdapat

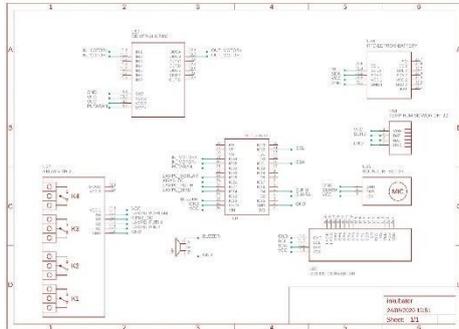


Gambar 3. Diagram Alir

buzzer, relay, rtc, ESP32, motor stepper, fan, driver motor, dan lampu bohlam. Pada penutup inkubator bayi multifungsi dipasang lampu fototerapi dan fitting lampu indikator. Lampu TL 20W/52 blue light sebanyak 4 lampu dan lampu daylight sebanyak 1 lampu. Lampu daylight dipasang untuk menetralsir cahaya biru lampu TL 20W/52 blue light yang dapat berefek pada kulit bayi. Sedangkan pada dinding kotak boks bawah dipasang tombol on, tombol off, lcd display, dan push button.

Selanjutnya pada tahap perancangan *software*, penulis akan membangun rancangan *software* yang pada tahap ini merupakan alur sistem dari keseluruhan penelitian ini.

Pada rangkaian elektronika keseluruhan, terdapat semua rangkaian elektronika yang digunakan. Diantaranya, rangkaian LCD, rangkaian ESP32, rangkaian sensor suhu DHT22, rangkaian sensor suara, rangkaian rtc, serta rangkaian relay seperti Gambar 4. Pada Gambar 4 memperlihatkan rangkaian elektronika secara keseluruhan yang digunakan pada sistem alat ini.



Gambar 4. Rangkaian Elektronika Keseluruhan



Gambar 5. Tampilan Web Monitoring

Aplikasi alat bisa diakses pada browser PC atau *handphone*. Kemudian ketik <https://imorat-ink.id> pada url browser. Pembuatan akun akan disesuaikan dengan pembuatan channel untuk memonitoring alat yang akan digunakan. Tampilan web monitoring alat terlihat pada Gambar 5. Pada tahap integrasi *hardware* dan *software*, penulis menghubungkan kedua perangkat agar menjadi sebuah sistem yang dapat bekerja secara keseluruhan dan berkesinambungan. Setelah itu, dilakukan pengujian alat secara terpisah dan menyeluruh dalam satu sistem. Pada tahap analisa dan kesimpulan, penulis merangkum dari penelitian untuk mendapatkan hasil yang diinginkan.

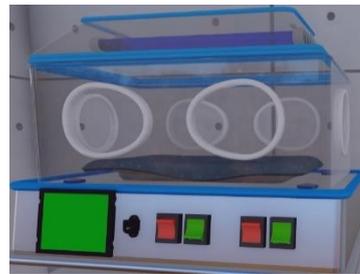
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada hasil dan pembahasan ini akan, akan dilakukan beberapa pengujian dan analisa pada seluruh bagian *input* maupun *output*. Pengujian dan analisa sensor dilakukan guna untuk mengetahui apakah sensor berfungsi dengan baik sebagai input sesuai dengan yang direncanakan. Agar sensor dapat bekerja dengan baik dilakukan kalibrasi terhadap sensor.

A. Pengujian Pengontrol Suhu dan Kelembaban pada Sistem Inkubator

Pada pengontrolan suhu pada inkubator ini *set point* suhu dan kelembapan normal yang diberikan yaitu

berkisar antara 33-35°C dan 40%-60% RH. Pada pengujian yang telah dilakukan dapat di analisis bagian pada suhu, kelembapan, keadaan lampu, dan juga keadaan pada kipas. Pada saat suhu > 35°C dan RH < 40%, maka 4 lampu bohlam akan mati dan *fan* menyala untuk meminimalisir terjadinya kenaikan suhu. Jika suhu < 33°C dan RH > 60%, maka lampu bohlam akan menyala kembali dan *fan* mati untuk menjaga keseimbangan suhu serta kelembapan pada bayi. Hal ini akan terjadi secara periodik.



Gambar 6. Bentuk Alat Keseluruhan



Gambar 7. Pengontrolan Suhu, Kelembapan, dan Ayunan Mekanis pada Sistem Inkubator

Ketika bayi menangis, *buzzer* akan berbunyi 2 kali dan ayunan mekanis otomatis akan bergerak sehingga bayi diharapkan dapat tenang kembali. Apabila *timer* yang diatur sudah habis, 4 lampu bohlam akan mati dan *buzzer* berbunyi 3 kali.

B. Pengujian Sistem Fototerapi



Gambar 8. Pengontrolan Kelembapan dan Ayunan Mekanis pada Sistem Fototerapi

Pengguna menginput nilai kadar bilirubin sebelumnya. Setelah diinput, LCD akan menampilkan nilai kadar bilirubin dan kelembapan alat beserta *timer* yang sedang berjalan. Pada saat kelembapan < 40% RH, maka *fan* akan menyala. Jika kelembapan > 60% RH, maka *fan* akan mati.

Ketika bayi menangis, *buzzer* akan berbunyi 2 kali dan

ayunan mekanis otomatis akan bergerak sehingga bayi diharapkan dapat tenang kembali. Apabila *timer* yang diatur sudah habis, maka 4 lampu TL 20W/52 *blue light* dan 1 lampu *daylight* akan mati ditandai dengan *buzzer* berbunyi 3 kali.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan serta pembahasan yang telah diuraikan, maka dapat disimpulkan jika monitoring inkubator bayi multifungsi berbasis ESP32 ini sangat cocok jika digunakan pada instansi rumah sakit ataupun pelayanan kesehatan dasar yang masih menggunakan pengawasan manual. Selain pengawasan dapat dilakukan dari jarak jauh, inkubator bayi ini dilengkapi dengan fototerapi dan ayunan mekanis yang dapat menenangkan bayi ketika menangis. Pada *range* suhu $> 35^{\circ}\text{C}$ dan $\text{RH} < 40\%$, maka 4 lampu bohlam akan mati dan *fan* menyala untuk meminimalisir terjadinya kenaikan suhu. Sedangkan pada saat *range* suhu $< 33^{\circ}\text{C}$ dan $\text{RH} > 60\%$, maka lampu bohlam akan menyala kembali dan *fan* mati untuk menjaga keseimbangan suhu serta kelembapan pada bayi. Hal ini akan terjadi secara periodik.

REFERENSI

- [1] Sulistiarini, D. & Berliana, S. M. 2016. *Faktor- Faktor yang Memengaruhi Kelahiran Prematur di Indonesia: Analisis Data Riskesdas 2013*. E- Journal Widya Kesehatan Dan Lingkungan. 1 (2): 109-115..
- [2] WHO, 1997. *Thermal Control of the Newborn: a Practical Guide*. Geneva: Maternal and Safe Motherhood Programme, Division of Family Health.
- [3] Rustina, Y. 2015. *Bayi Prematur: Perspektif Keperawatan*. Jakarta: CV Agung Seto
- [4] Proverawati, A. & Sulistyorini. 2010. *BBLR (Berat Badan Lahir Rendah)*. Yogyakarta: Nuha Medika
- [5] Mwaniki, M. K., Atieno, M., Lawn, J. E. & Newton, C. R. J. C. 2012. Long-term neurodevelopmental outcomes after intrauterine and neonatal insults: A Systematic Review. 379(9814): 445-452.
- [6] IDAI. 2011. *Pedoman Pelayanan Medis Ikatan Dokter Anak Indonesia*. Edisi ke-2, Badan Penerbit Ikatan Dokter Anak Indonesia. Jakarta.
- [7] Maisels, M. J. et al. 2009. Hyperbilirubinemia in the Newborn Infant ≥ 35 Weeks' Gestation: An Update With Clarifications. *Pediatrics*. 124(4): 1193-1198.
- [8] Apriyadi, M. R. 2018. Miniatur Pemantau Suhu Inkubator Bayi Berbasis Mikrokontroler Atmega 8535 dan Jaringan Nirkabel. Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi Universitas Gunadarma, Depok.
- [9] Pratiwi, D. P., Rizal, A. & Hadiyoso, S. 2014. Pemantau dan Pengatur Suhu Inkubator Bayi Berbasis WIFI. *Skripsi*. Fakultas Teknik Elektro Universitas Telkom, Bandung.
- [10] Surasmi, A., Handayani, S. & Kusuma, H. N., 2003. *Perawatan Bayi Risiko Tinggi. Buku Kedokteran EGC*. Jakarta.
- [11] Gomella, T. L. 2009. *Hyperbilirubinemia Indirect (Unconjugated Hyperbilirubinemia) : Management, Procedures, On-Call Problems, Disease, and Drug*. Edisi ke-7. Lange Medical Books.
- [12] Maulida, L. F. 2013. Ikterus Neonatorum. *PROFESI*. 10(1): 39-43.
- [13] Stokowski, L. A. 2011. Fundamentals of Phototherapy for Neonatal Jaundice. *Advances in Neonatal Care*. 11(5S): S10-S21.
- [14] Santiari, D. A. S. & Putra, P. A. M. 2018. Kajian Area Penyinaran dan Nilai Intensitas pada Peralatan Blue Light Therapy. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*. 17(2): 279-286.
- [15] Nurlandi, F. 2010. Desain Inkubator Bayi dengan Kontrol Otomatis yang Ekonomis untuk Klinik Persalinan (ECUBATOR). *Skripsi*. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Surabaya, Surabaya.
- [16] Ramdhani, W. 2013. Pengembangan Inkubator Bayi dan Sistem Monitoring Berbasis Wireless. *Tesis*. Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Komputer Indonesia, Bandung.
- [17] Theopaga, A. K., Rizal, A. & Susanto, E., 2014. Design and Implementation of PID Control Based Baby Incubator. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*. 7(1):. 19-24.
- [18] Zermani, M. A., Feki, E. & Mami, A. 2011. *Application of Adaptive Predictive Control to a Newborn Incubator*. American Journal of Engineering and Applied Sciences. 4(2):. 235-243.
- [19] I, I. E., E, O. O., P, C. E. & P, U. O. 2019. Improving The Control of Preterm Infant Mass Skin Temperature Using Adaptive Neuro Fuzzy Inference System. *International Journal of Research in Engineering & Science*. 3(3): 1- 10.
- [20] Wijaya, R. A., Lestari, S. W. & Mardiono. 2018. Rancang Bangun Alat Monitoring Suhu dan Kelembaban pada Alat Baby Incubator Berbasis Internet of Things. *Jurnal Teknologi*. 6(1): 52-70.
- [21] Barri, R., Atthariq & Nasir, M. 2017. Penerapan Sistem Monitoring dan Pengaturan Suhu dan Kelembaban pada Inkubator Bayi Menggunakan Single Board Computer. *Jurnal Teknologi Rekayasa Informasi dan Komputer*. 1(1): 30-33.
- [22] Taqwa, A., Sholihin & Romansyah, E. 2020. Monitoring Temperature Bayi dengan Sistem Wireless Sensor Network Berbasis Arduino Uno Atmega328. *CYCLOTRON*. 3(2): 53-57.
- [23] Kapen, P. T. et al, 2019. Development of A Neonatal Incubator with Phototherapy, Biometric Fingerprint Reader, Remote Monitoring, and Heart Rate Control Adapted for Developing Countries Hospitals. *Journal of Neonatal Nursing*. 25(6): 298-303.
- [24] Shaib, M. et al. 2017. Advanced Portable Preterm Baby Incubator. *Fourth International Conference on Advances in Biomedical Engineering (ICABME)*. 19-21 Oktober 2017, Beirut, Lebanon. pp. 1-4.
- [25] Setyaningsih, E., Tommy & Tanudjaja, H. 2019. Sistem Pemantauan Inkubator Bayi Menggunakan Jaringan Wifi dan Berbasis Databases. *TESLA*. 21(2): 59-69.