

ANALISIS STUDI EKSPERIMENTAL DISTRIBUSI KALOR PADA INKUBATOR BAYI PORTABEL

Yudhy Kurniawan*, Wardika, Karsid, Dea Agustina

Politeknik Negeri Indramayu
*Email: yudhy@polindra.ac.id

ARTICLE INFO

Article history:

Received date:

06 December 2024

Received in revised form date:

17 December 2024

Accepted date

02 January 2025

Available online date

31 January 2025

Abstract

In this study, an incandescent lamp was used as a heating medium for a Portable Baby Incubator. The reason for this research is because the incandescent lamp is placed only on one side. Therefore, the aim of this research is to find out how long the temperature is distributed evenly and to find out the amount of heat at each point T1, T2, T3, T4, and T5. In this case, each point in the Baby Incubator room is denoted T1, T2, T3, T4, and T5. This research method includes literature study, preparation of tools and materials, system testing, and data processing. The test was carried out for two hours, the temperature was monitored and recorded every five minutes. At 55 minutes the temperature in the incubator had started to even out and at points T2 and T3 the temperature was higher than at other points. At point T5 the amount of heat is greatest, namely 4.8×10^{-8} at 45 minutes compared to other points. The temperature of the lamp and the temperature of the surrounding environment can influence the distribution of heat in the Portable Baby Incubator. The greater the difference between the temperature of the lamp source and room temperature, the greater the value of the heat produced.

Keywords: Portable Infant Inkubator, Air Temperature, Heat

Kata Kunci:

Inkubator Bayi Portabel,
Suhu,
Kalor

Abstrak

Dalam penelitian ini menggunakan lampu pijar sebagai media Pemanas Inkubator Bayi Portabel. Alasan dari penelitian ini adalah karena penempatan lampu pijar hanya di satu sisi saja oleh karena itu, tujuannya untuk mengetahui berapa lama persebaran suhu secara merata dan untuk mengetahui jumlah kalor pada setiap titik T1, T2, T3, T4, dan T5. Dalam hal ini untuk masing-masing titik pada ruang Inkubator Bayi dinotasikan T1, T2, T3, T4, dan T5. Metode penelitian ini mencakup studi literatur, persiapan alat dan bahan, pengujian sistem, dan pengolahan data. Pengujian dilakukan selama dua jam, suhu dipantau dan dicatat tiap lima menit sekali. Hasilnya sebaran suhu dalam inkubator sudah mulai merata mencapai suhu optimal selama 55 menit, dan nilai kalor radiasi yang didapat dari masing titik adalah T1 = 11,27W, T2=8,97W, T3=8,32W, T4= 11,59, T5=13,21W. Suhu lampu dan suhu lingkungan sekitar dapat berpengaruh terhadap persebaran kalor dalam Inkubator Bayi Portabel, semakin besar nilai selisih suhu sumber lampu dengan suhu ruang maka nilai kalor yang dihasilkan semakin besar juga.

1. PENDAHULUAN

Bayi prematur adalah bayi yang lahir di usia kehamilan kurang dari 37 minggu, menurut WHO (*World Health Organization*) diperkirakan 13,4 juta bayi lahir terlalu dini pada tahun 2020 dan sekitar 900.000 anak meninggal pada tahun 2019 karena lahir prematur [1].

Bayi prematur dapat mengalami beberapa resiko seperti gangguan pernapasan, komplikasi jantung, atau masalah kesehatan jangka panjang seperti kerusakan otak atau gangguan penglihatan [2]. Oleh sebab itu, bayi prematur perlu adanya penanganan dengan mendapatkan perawatan dengan inkubator.

Pada penelitian ini digunakan 2 buah lampu pijar yang masing masing sebesar 25 watt sebagai media pemanasnya. Dimana pada penelitian sebelumnya kajian dilakukan pada variasi lampu pijar [3], sedangkan dalam penelitian ini dilakukan perhitungan persebaran kalor yang diharapkan dapat mengetahui seberapa lama waktu yang dibutuhkan untuk persebaran kalor secara merata pada tabung inkubator bayi.

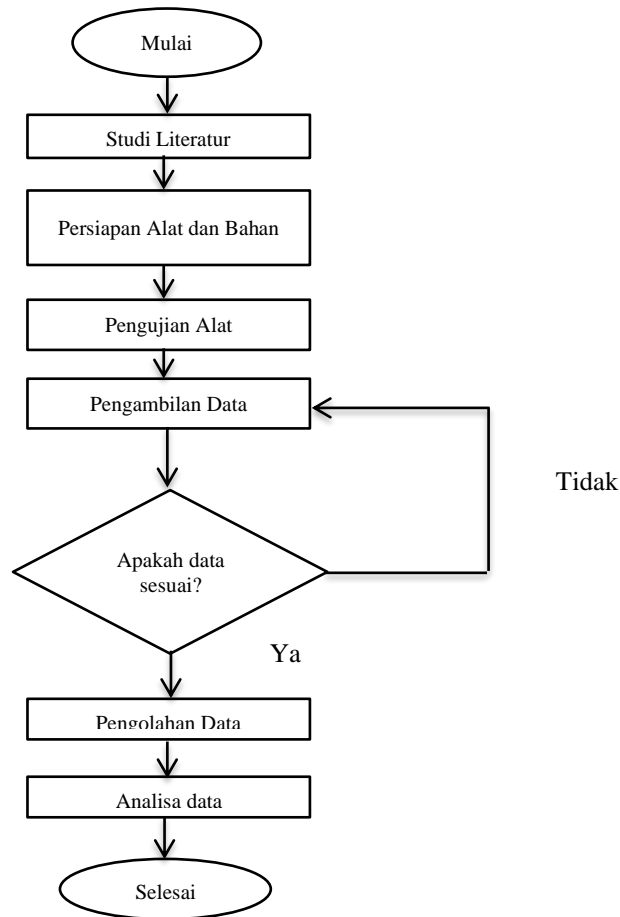
Penanganan bayi lahir prematur atau lahir dengan masalah kesehatan seringkali memerlukan perawatan intensif segera setelah kelahiran. Inkubator bayi portabel memungkinkan tenaga medis untuk memberikan perawatan yang diperlukan dengan cepat, terutama dalam situasi darurat di lokasi yang tidak memiliki fasilitas yang lengkap, sehingga keberadaan Inkubator bayi dapat memberikan pertolongan dini kepada bayi prematur yang memungkinkan belum bisa menyesuaikan diri dengan suhu disekitarnya. Suhu Inkubator bayi dijaga dalam batas normal sekitar 32 – 37 °C dengan kondisi temperatur lingkungan 27 – 30 °C, sedangkan batas normal untuk kelembaban di dalam inkubator bayi adalah sebesar 40% - 60% [4].

Penggunaan inkubator bayi portabel sudah dibuat dari tahun-tahun sebelumnya. Dimana alat ini dibuat oleh tim inkubator dari dosen Teknik Mesin Universitas Indonesia yaitu Prof. Dr. Ir. Raldi A. Koestoer, DEA sebagai perintis inkubator bayi portabel yang berbasis prinsip Grashof [5], [6], [7]. Pada penelitian ini dapat diketahui besarnya kalor yang dihasilkan oleh udara, baik di dalam dan di luar inkubator bayi, kalor ini adalah hasil dari perpindahan panas secara radiasi dari bola lampu yang kemudian tersebar dari dalam inkubator kemudian keluar melalui celah lubang ventilasi pada tutup inkubator. Hal tersebut perlu diketahui untuk memastikan Inkubator Bayi portabel berfungsi dengan baik dan menjaga suhu yang tepat untuk kebutuhan bayi. selain itu juga, pada Inkubator bayi ini lampu hanya ditempatkan pada satu sisi saja oleh karena itu, analisis distribusi kalor ini perlu dilakukan untuk mengetahui jumlah kalor pada setiap titik dan persebaran temperaturnya dan berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk persebaran temperatur secara merata di dalam ruang inkubator bayi.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian

Dalam pelaksanaan penelitian ini agar dapat tercapai tujuan dari penelitian yang sedang dilakukan, penulis membuat sebuah metodologi agar lebih terstruktur dan sistematis dalam bentuk diagram alir (*flowchart*) seperti pada Gambar 1.



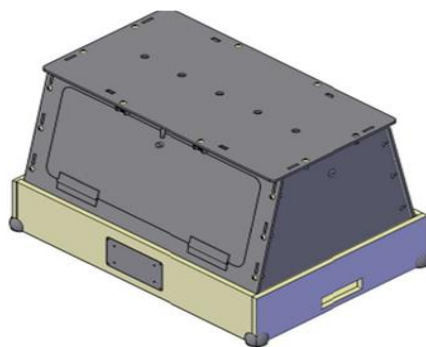
Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

2.2 Studi Literatur

Metode *literature* / pustaka dengan melakukan kajian teoritis berdasarkan literatur atau referensi yang relevan dari jurnal, atau buku untuk digunakan dalam melakukan analisa yang tepat dalam kegiatan penelitian ini.

2.3 Persiapan Alat dan bahan

Pada tahapan ini dilakukan pemilihan alat dan bahan yang sesuai untuk membuat sistem inkubator bayi sesuai desain pada gambar. Berikut alat dan bahan yang dibutuhkan berupa bor listrik, solder, gergaji, obeng, tang, akrilik, multiplex, melamin, lampu pijar 25 W.



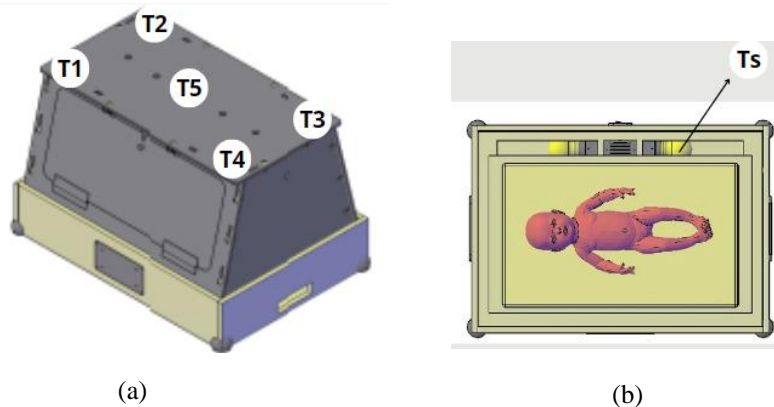
Gambar 2. Desain Inkubator Bayi Portabel

2.4 Pengujian Alat

Pada langkah ini, dilakukan pengujian alat inkubator bayi yang sudah jadi, apakah berfungsi dengan baik atau tidak. Terutama pada sistem pemanas, sensor suhu yang menjadi subjek untuk pengambilan data. Untuk pengujian ini dilakukan di laboratorium prodi Teknik Pendingin dan Tata Udara Politeknik Negeri Indramayu.

2.5 Pengambilan Data

Selanjutnya setelah dilakukan pengujian alat, kemudian data diambil dengan menggunakan alat ukur yang ada berupa alat ukur termometer, seperti data suhu yang diambil pada 5 titik pengukuran (suhu dititik T1-T5), beserta suhu dari sumber pemanas lampu pijar (Ts) untuk nantinya dilakukan analisa data. Untuk pengambilan data dilakukan selama 2 jam pada bulan Agustus 2024.



Gambar 3. (a) Penempatan sensor suhu (T1-T5) pada inkubator bayi portabel; (b) Penempatan sensor suhu pada sumber pemanas lampu (Ts)

2.6 Analisa Data

Setelah pengambilan data pengujian, kemudian data diolah untuk dianalisa. Tujuan dari analisa data adalah untuk mencari persebaran temperatur dan jumlah kalor pada inkubator bayi portabel. Analisis data dilakukan dimulai dari pengambilan data dengan melihat temperatur di tiap titik per lima menit selama dua jam. Untuk mengetahui persebaran temperatur secara merata, data disajikan dengan grafik. Sedangkan untuk mengetahui jumlah kalor yang terdapat pada inkubator digunakan rumus kalor radiasi dari Stefan-Boltzmann sebagai berikut [8] :

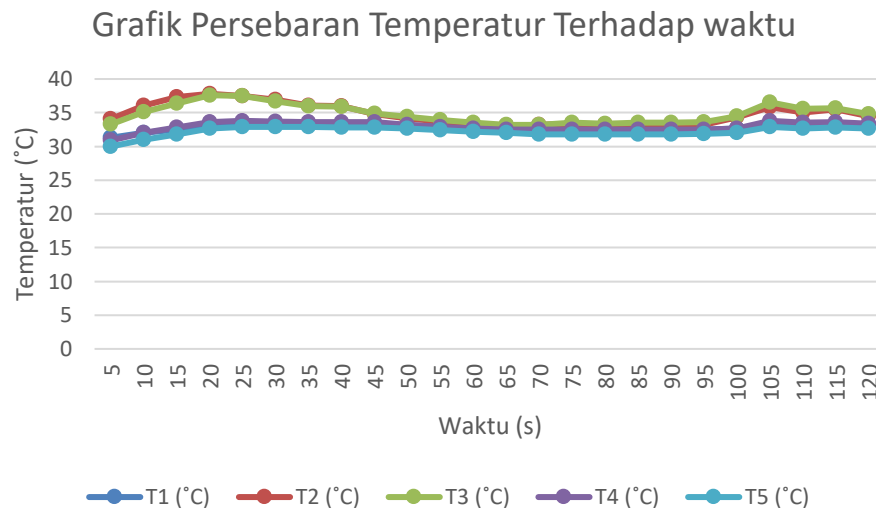
$$q_r = \varepsilon \sigma (T_s^4 - T_{sur}^4) \dots\dots\dots (1)$$

Dimana :

- q_r = Aliran kalor pada inkubator bayi (W)
- ε = Koefisien Emisivitas material (nilai ε = 0)
- σ = Konstanta Stefan-Boltzmann (5,67 x 10⁻⁸ m⁻² K⁻²)
- T_s = Suhu dari lampu pijar (K)
- T_{sur} = Suhu dalam inkubator bayi (K)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebelum data diolah untuk dianalisa, pengambilan data dilakukan pada lima titik dalam tabung inkubator dan satu titik pada sumber (lampu). Data dicatat setiap lima menit sekali dalam waktu dua jam. Pada saat suhu inkubator bayi sudah mencapai 35°C secara otomatis lampu akan mati / *off*, dan pada saat suhu turun lampu hidup / *on* kembali. Berikut grafik hasil dari pengolahan data yang telah dilakukan :



Gambar 4. Grafik persebaran temperatur terhadap waktu

Pada gambar grafik 4 diatas, menunjukkan bahwa pada menit ke 55 antara titik T1,T2,T3,T4 dan T5 temperaturnya hampir sama, namun untuk titik T2 dan T3 nilai temperaturnya lebih tinggi dibanding titik yang lain, maka dianggap pada menit tersebut distribusi kalor mulai tersebar dengan merata didalam inkubator bayi. Lamanya sebaran suhu secara merata disebabkan faktor lingkungan dimana pengujian dilakukan diruangan yang ber-AC.

Perhitungan kalor pada inkubator bayi dimana diambil pada menit ke-55 dapat menggunakan persamaan 2.1 sebagai berikut:

1) Perhitungan kalor titik T1 pada menit ke 55:

$$\begin{aligned} q_r &= \varepsilon\sigma(T_s^4 - T_{sur}^4) \\ &= 0.5 \times 5.67 \times 10^{-8} (309,55^4 - 306,15^4) \\ &= 2.84 \times 10^{-8} (3,97 \times 10^8) \\ &= 11.27 \text{ W} \end{aligned}$$

2) Perhitungan kalor titik T2 pada menit ke 55:

$$\begin{aligned} q_r &= \varepsilon\sigma(T_s^4 - T_{sur}^4) \\ &= 0.5 \times 5.67 \times 10^{-8} (309,55^4 - 306,85^4) \\ &= 2.84 \times 10^{-8} (3,16 \times 10^8) \\ &= 8.97 \text{ W} \end{aligned}$$

3) Perhitungan kalor titik T3 pada menit ke 55:

$$\begin{aligned} q_r &= \varepsilon\sigma(T_s^4 - T_{sur}^4) \\ &= 0.5 \times 5.67 \times 10^{-8} (309,55^4 - 307,05^4) \\ &= 2.84 \times 10^{-8} (2,93 \times 10^8) \\ &= 8.32 \text{ W} \end{aligned}$$

4) Perhitungan kalor titik T4 pada menit ke 55:

$$\begin{aligned} q_r &= \varepsilon\sigma(T_s^4 - T_{sur}^4) \\ &= 0.5 \times 5.67 \times 10^{-8} (309,55^4 - 306,05^4) \\ &= 2.84 \times 10^{-8} (4,08 \times 10^8) \\ &= 11.59 \text{ W} \end{aligned}$$

5) Perhitungan kalor titik T5 pada menit ke 55:

$$\begin{aligned} q_r &= \varepsilon\sigma(T_s^4 - T_{sur}^4) \\ &= 0.5 \times 5.67 \times 10^{-8} (309,55^4 - 305,55^4) \\ &= 2.84 \times 10^{-8} (4,65 \times 10^8) \\ &= 13.21 \text{ W} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan di atas dapat diketahui kalor radiasi yang paling besar berada pada titik T5 yaitu sebesar 13.21 W.

4. PENUTUP

4.1. Kesimpulan

Dari pengujian dan analisis hasil penelitian ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Distribusi / sebaran suhu dalam inkubator bayi portabel dianggap mulai merata mencapai suhu optimal selama 55 menit.
2. Nilai kalor radiasi yang didapat dari masing titik adalah $T1 = 11,27W$, $T2=8,97W$, $T3=8,32W$, $T4=11,59$, $T5=13,21W$
3. Dari hasil pengujian, suhu dari sumber pemanas dan temperatur lingkungan sekitar berpengaruh terhadap distribusi kalor di dalam inkubator bayi portabel.

4.2 Saran

Beberapa saran untuk perbaikan penelitian yang akan datang yaitu :

1. Pada saat pengambilan data penggunaan alat ukur terlebih dahulu dikalibrasi, sehingga hasilnya lebih akurat;
2. Untuk pengukuran, diupayakan kondisi lingkungan tidak berada di dalam ruang yang ber-AC sehingga akan mempercepat distribusi suhu di dalam inkubator bayi.

4.3 Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih saya sampaikan kepada Politeknik Negeri Indramayu (Polindra) yang dalam hal ini telah mambantu terlaksananya kegiatan penelitian dan pengabdian masyarakat ini terutama dari pihak P3M (Pusat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat) serta pihak dosen dan mahasiswa yang telah memberikan sumbangsih kebaikan atas tercapainya kegiatan ini.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. Supriyatna, "AstraZeneca Indonesia Tekankan Pentingnya Menjaga Kualitas Hidup Bayi Prematur," 06-Dec-2024. [Online]. Available: <https://www.suara.com/bisnis/2024/12/06/064630/astrazeneca-indonesia-tekanan-pentingnya-menjaga-kualitas-hidup-bayi-prematur>.
- [2] PKMK FK UGM, "*Faktor Penyebab Kelahiran Prematur dan Cara Mencegahnya*," 09-Dec-2024. [Online]. Available: <https://kesehatan-ibuanak.net/2023/12/18/faktor-penyebab-kelahiran-prematur-dan-cara-mencegahnya/>.
- [3] Y. Kurniawan, Y. and S. Utami, "Analisis Baterai Emergency pada Inkubator Bayi Dengan Variasi Dengan Dengan Variasi Daya Lampu Pijar 25 Watt dan 50 Watt," *Jur. Rek. Ener.*, vol. 2, no. 2, pp. 11-16, 2023.
- [4] K. M. Pratama, N. Mahmudah, and B. Praharsena, "Kontrol Temperatur dan Kelembapan pada Inkubator Bayi Menggunakan Platform Antares," *Techno Bahari*, vol. 11, no. 1, pp. 7-11, 2024.
- [5] R. A. Koestoer, I. Roihan, and A. D. Andrianto, "Product design, prototyping, and testing of twin incubator based on the concept of grashof incubator," in *10th International Meeting of Advances in Thermofluids - Smart City: Advances in Thermofluid Technology in Tropical Urban Development, IMAT*, 2019, vol. 2062, no. 1, pp. 1-7.
- [6] R. Septiana, I. Roihan, and R. A. Koestoer, "Development of portable grashof incubator type A up to H using digital thermostat W1209 to improve heat performance according to SNI IEC 60601-2-19: 2014 Criteria. in *10th International Conference on Thermofluids*, 2020, vol. 2248, no. 1.
- [7] I. Roihan, E. A. Setiawan, and R. A. Koestoer, "Installing and testing the grashof portable incubator powered using the solar box" be-care" for remote areas without electricity," *EVERGREEN Joint Journal of Novel Carbon Resource Sciences & Green Asia Strategy*, vol. 07, issue 04, pp. 621-628. 2020.
- [8] R. R. Hidayat, B. Yuniyanto, and S. H. Suryo, "Pengering Gabah Tenaga Listrik dengan Modifikasi Plat Besi dan Alumunium Foil" *Jur. Tek. Mes.*, vol. 9, no. 1, pp. 27-40, 2021.