

DESAIN DAN PEMBUATAN INKUBATOR BERDASARKAN DISTRIBUSI TEMPERATUR

Budiono

Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Malang
Email : budiono_ssi_mt_umm@yahoo.com

ABSTRACT

When a new born babies (especially premature babies) have not been able to adjust to the temperature outside. One of the standard post-neonatal procedures are all newborns should be incorporated into the incubator, the time it takes depends on the level of health, durability and infant organ system itself. In this case the infant incubator is one tool that can help the newborn to adapt with the outside world, because the conditions in the womb to the outside world is very different, especially at a temperature problem. So with regular heating system so the baby can adapt to the transition period.

Therefore, newborns should be helped to adjust to the new environment by putting them into the incubator. Infant incubator temperature is slowly lowered so that it can make the baby feel comfortable. In order for your baby comfortable at room temperature, then the distribution must evenly in incubator. To determine the pattern of temperature distribution in the incubator at my research will provide solutions to design and create an incubator temperature distribution based on the simulation results based on numerical approach with Matlab program

Keywords: *incubator, distribution, matlab*

PENDAHULUAN

Ketika masih dalam kandungan, bayi hidup dalam perut ibunya dengan temperatur yang sama dengan temperatur tubuh ibunya (36oC-37oC). Ketika baru dilahirkan bayi (terutama bayi prematur) belum dapat menyesuaikan diri terhadap temperatur di luar lingkungan. Saat – saat paling rawan bagi bayi adalah sesaat setelah bayi baru lahir. Salah satu prosedur standart *pasca neonatal* adalah semua bayi baru lahir harus dimasukkan ke dalam incubator, jangka waktu yang dibutuhkan tergantung dari tingkat kesehatan, daya tahan dan sistem organ bayi itu sendiri.

Dalam hal ini incubator bayi adalah salah satu alat yang bisa membantu bayi baru lahir untuk beradaptasi dengan dunia luar, sebab kondisi dalam kandungan dengan dunia luar sangat berbeda terutama pada masalah suhu. Jadi dengan sistem penghangat yang berkala

sehingga bayi dapat beradaptasi pada masa transisi tersebut.

Oleh sebab itu bayi yang baru lahir harus dibantu untuk menyesuaikan diri terhadap lingkungannya yang baru dengan meletakkannya ke dalam incubator. Incubator bayi menurunkan suhu secara perlahan sehingga dapat membuat bayi merasa nyaman.

Agar bayi merasa nyaman maka distribusi temperatur pada ruang incubator harus diperhentikan. Untuk mengetahui pola distribusi temperatur dalam incubator maka pada penelitian ini akan memberikan solusi untuk mendesain dan membuat incubator berdasarkan hasil simulasi distribusi temperatur berdasar pendekatan Numerik dengan program Matlab. Dari hasil penelitian ini diharapkan menghasilkan incubator sesuai dengan kebutuhan bayi yang lahir normal maupun lahir prematur sehingga dapat di selamatkan.

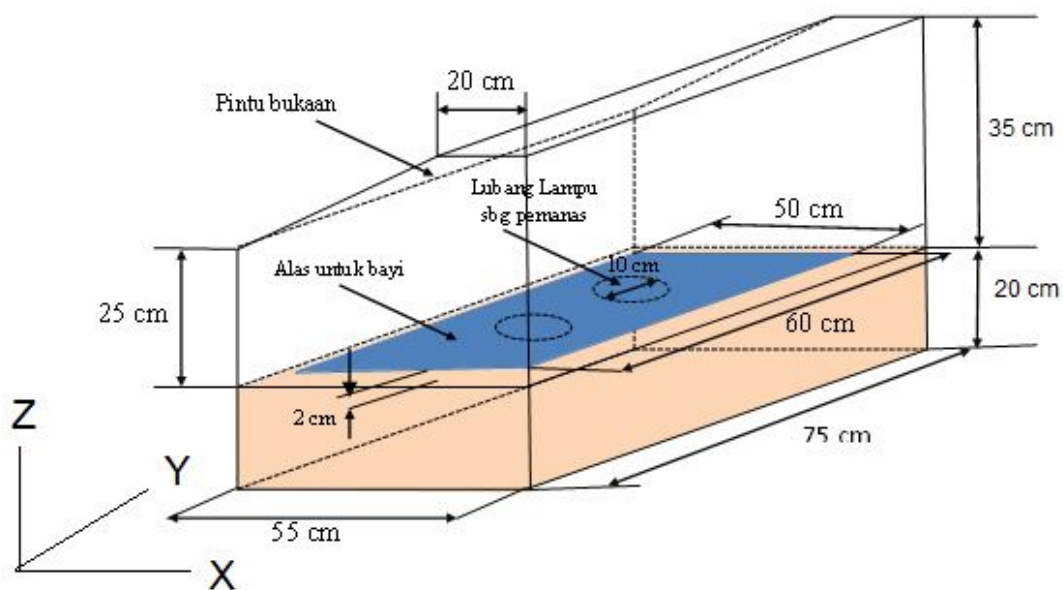
METODE PENELITIAN

Pendekatan yang dilakukan pada penelitian ini adalah pendekatan matematik. Pertama-tama didesain dimensi inkubator berdasarkan data rata-rata fisik bayi yang baru lahir. Setelah didesain dimensi inkubator maka ditentukan parameter perpindahan panas dari inkubator. Dengan Parameter-parameter perpindahan panas tersebut digunakan untuk pendekatan simulasi

numerik untuk menentukan aliran panas pada inkubator. Setelah disimulasikan maka akan dibuat prototipe dari inkubator.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bayi yang baru lahir di Indonesia mempunyai dimensi fisik rata-rata : panjang bayi 55 cm, lebar dada bayi 45 cm dan berat bayi 3 kg. Berdasarkan parameter dimensi bayi tersebut maka dimensi inkubator didesain sebagaiberikut :



Gambar 1. Desain inkubator

Bayi diletakkan dialas (kasur) membujur searah sumbu-Y, untuk mendapatkan temperatur yang merata pada bagian bawah alas bayi diberi pemanasan. Antara alas bayi dan lubang pemanas diberi jarak 2 cm. Jarak antara alas/kasur tersebut dimaksudkan agar pemanasan tidak secara langsung mengenai bayi. Pemanasan ruangan akan mengalir dari samping-samping alas/kasur.

Sumber pemanasan pada inkubator digunakan lampu pijar 100 watt sebanyak 2 buah ,pemilihan ini dimaksudkan untuk lebih murah, aman dan mudah untuk menggantinya jika ada masalah.

Sumber pemanas yang digunakan adalah lampu pijar 100w sebanyak 2 buah, maka temperatur yang dihasilkan sebuah lampu pijar adalah :

(1)

$$q = \sigma \varepsilon A (T_1^4 - T_2^4)$$

$$T_1 = \sqrt[4]{\frac{q}{\sigma \varepsilon A} + T_2^4}$$

$$T_1 = \sqrt[4]{\frac{100}{(5,67 \times 10^{-8}) \times (3,14 \times 10^{-2})} + (298^4)}$$

$$T_1 = 688 \text{ } ^\circ\text{K} = 415 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Jadi sumber panas pada dasar boks incubator temperaturnya adalah 415 C

Pemodelan perpindahan panas pada inkubator merupakan perpindahan panas 3 dimensi, sehingga persamaan perpindahan panas akan lebih kompleks.

Aliran perpindahan panas terjadi dari temperatur yang lebih tinggi menuju ke temperature yang lebih rendah, sehingga

gradien temperatur pada keadaan steady state hanya tergantung pada arah dimensi. Sehingga persamaan (5-2) menjadi :

(2)

$$\nabla(k \nabla T) = 0$$

$$\nabla^2 T = 0$$

(3)

$$\frac{d^2 T}{dx^2} + \frac{d^2 T}{dy^2} + \frac{d^2 T}{dz^2} = 0$$

Persamaan (3) dapat didekati dengan menggunakan persamaan diferensial Laplace. Jadi pendekatan dengan diferensial terpusat 3 dimensi maka diperoleh :

Diferensial pada arah - x

$$\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} = \frac{T_{i+1,j,k} - 2T_{i,j,k} + T_{i-1,j,k}}{\Delta x}$$

Diferensial pada arah - y

$$\frac{\partial^2 T}{\partial y^2} = \frac{T_{i,j+1,k} - 2T_{i,j,k} + T_{i,j-1,k}}{\Delta y}$$

Diferensial pada arah - z

$$\frac{\partial^2 T}{\partial z^2} = \frac{T_{i,j,k+1} - 2T_{i,j,k} + T_{i,j,k-1}}{\Delta z}$$

Sehingga diferensial secara keseluruhan :

$$\frac{T_{i+1,j,k} - 2T_{i,j,k} + T_{i-1,j,k}}{\Delta x} +$$

$$\frac{T_{i,j+1,k} - 2T_{i,j,k} + T_{i,j-1,k}}{\Delta y} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} =$$

$$\frac{T_{i,j,k+1} - 2T_{i,j,k} + T_{i,j,k-1}}{\Delta z} = 0$$

Untuk $\Delta x = \Delta y = \Delta z$ maka diperoleh :

$$T_{i+1,j,k} + T_{i-1,j,k} + T_{i,j-1,k}$$

$$+ T_{i,j+1,k} + T_{i,j,k-1}$$

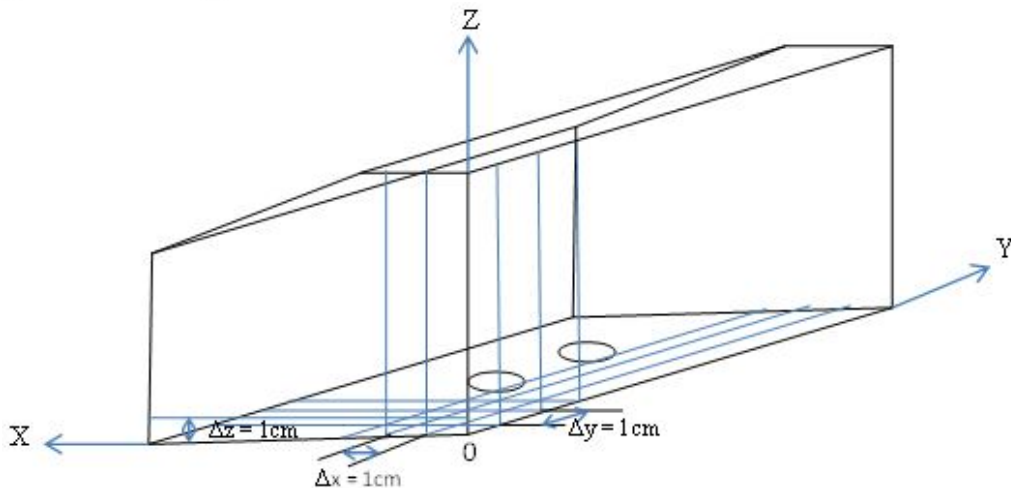
$$+ T_{i,j,k+1} - 6T_{i,j,k} = 0$$

atau :

$$T_{i,j,k} =$$

$$\frac{T_{i+1,j,k} + T_{i-1,j,k} + T_{i,j-1,k} + T_{i,j+1,k} + T_{i,j,k-1} + T_{i,j,k+1}}{6}$$

Pembagian titik (node) pada incubator dipilih $\Delta x = \Delta y = \Delta z = 1 \text{ cm}$, maka pembagian incubator untuk arah-x menjadi 55 node, arah-y menjadi 75 node dan arah-z menjadi 35 node, seperti gambar 2.

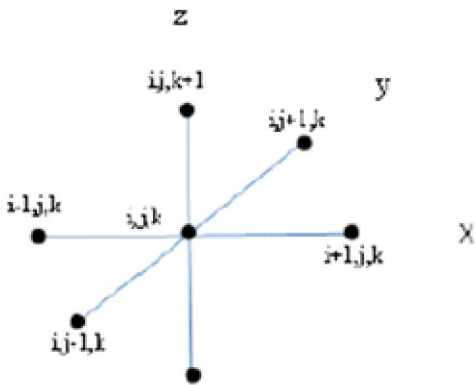


Gambar 2. Pembagian node pada inkubator

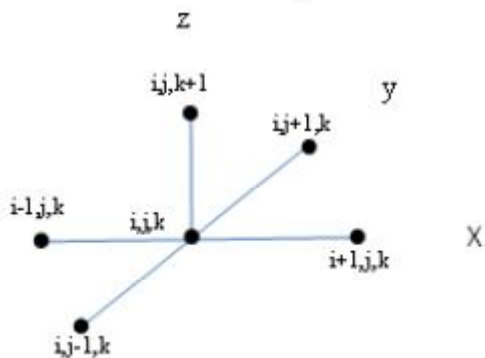
Syarat batas node dapat dilakukan dengan pendekatan:

- Temperatur dinding sama dengan temperatur udara sekitarnya yaitu 25 oC (diasumsikan konstan)

- Temperatur pemanas (lampu pijar) adalah 415 oC (konstan)
- Node ditengah :

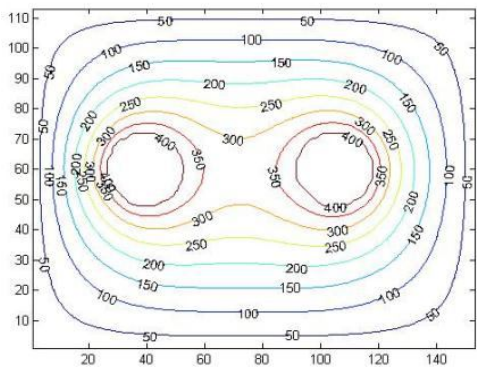


$$T_{i,j,k} = \frac{T_{i+1,j,k} + T_{i-1,j,k} + T_{i,j-1,k} + T_{i,j+1,k} + T_{i,j,k-1} + T_{i,j,k+1}}{6}$$

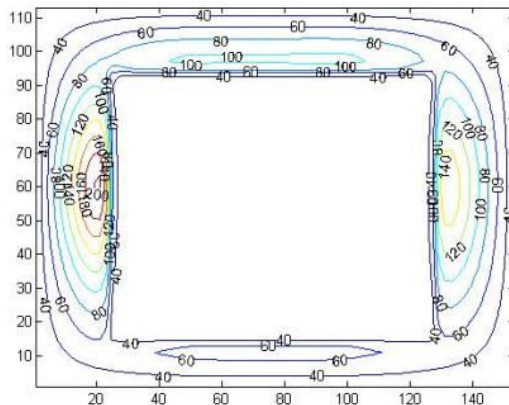


$$T_{i,j,k} = \frac{T_{i+1,j,k} + T_{i-1,j,k} + T_{i,j-1,k} + T_{i,j+1,k} + 2T_{i,j,k+1}}{6}$$

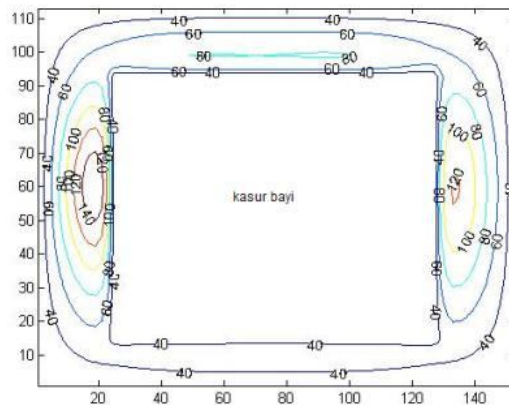
Dari pendekatan numerik diatas maka distribusi temperature pada inkubator dapat disimulasikan dengan menggunakan program matlab. Hasil simulasi sebagai berikut :
 Distribusi temperature pada arah x-y :



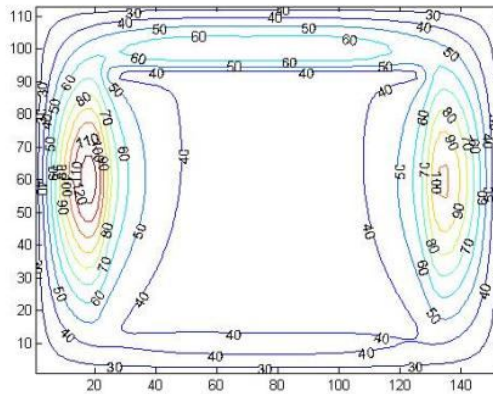
Gambar 3. Distribusi temperature pada z=1



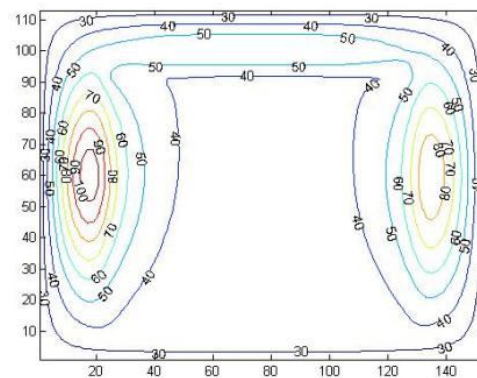
Gambar 4. Distribusi temperature pada z=2



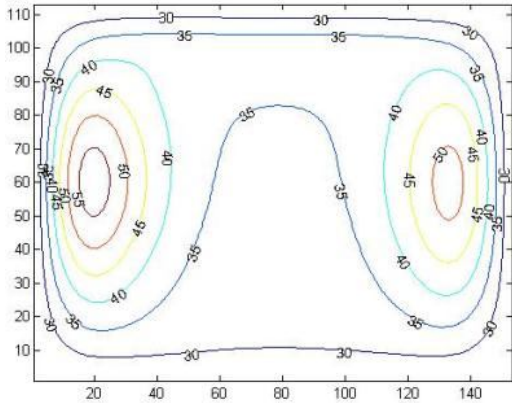
Gambar 5. Distribusi temperature pada z=3



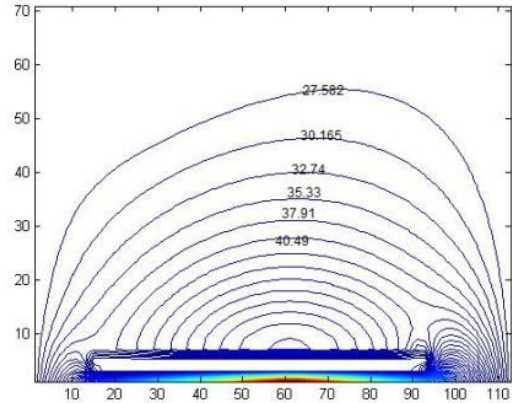
Gambar 6. Distribusi temperature pada Z=4



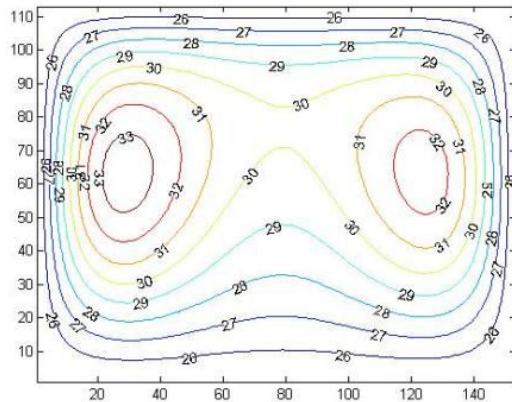
Gambar 7. Distribusi temperature pada z=5



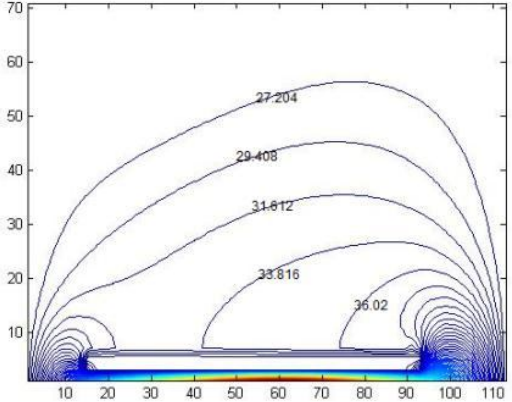
Gambar 8. Distribusi temperature pada z10



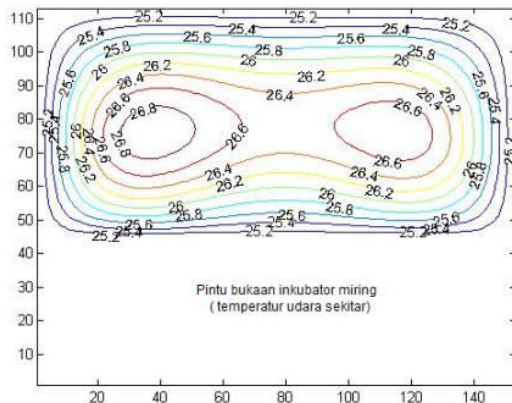
Gambar 12. Distribusi temperature pada y=30



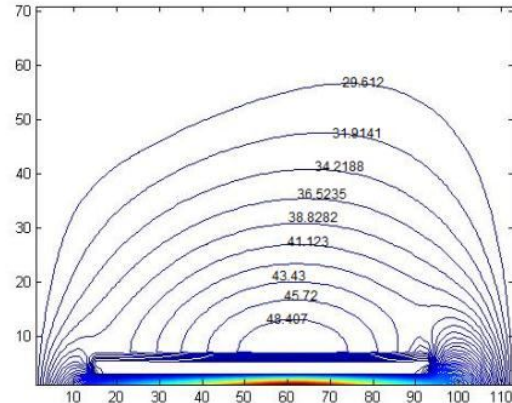
Gambar 9. Distribusi temperature pada Z=20



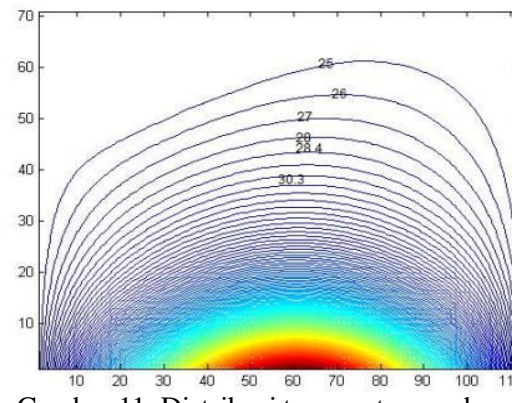
Gambar 13. Distribusi temperature pada y=45



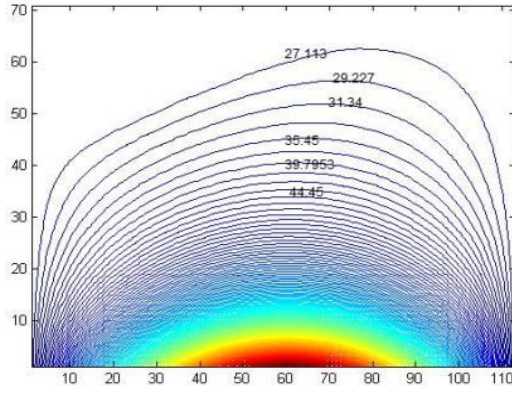
Gambar10. Distribusi temperature pada z=30
Distribusi temperatur pada arah x-z :



Gambar 14. Distribusi temperature pada y=60

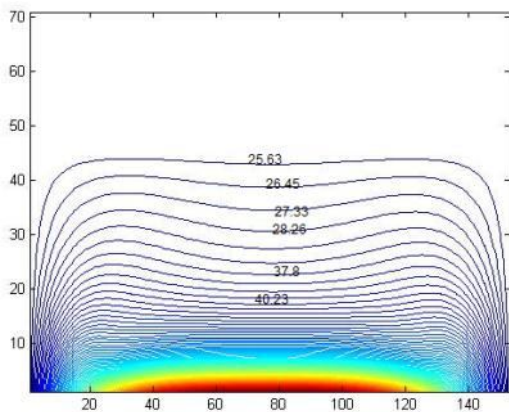


Gambar 11. Distribusi temperature pada y=5

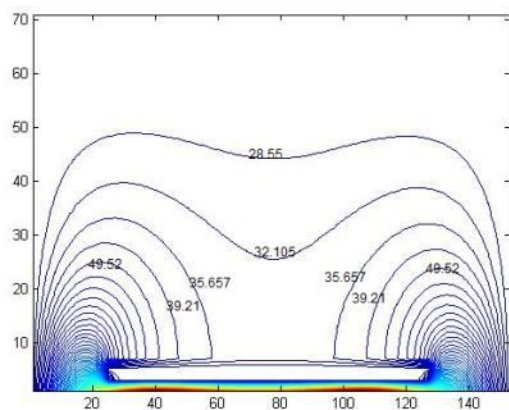


Gambar 15. Distribusi temperature pada y=70

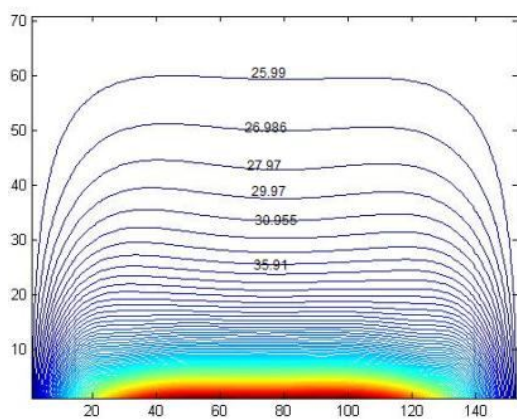
Distribusi temperature pada arah y-z :



Gambar 16. Distribusi temperature pada x=5



Gambar 17. Distribusi temperature pada x=25



Gambar 18. Distribusi temperature pada x=50

Dari gambar 1 terlihat bahwa panas akan menyebar dari pemanas ke arah sekitar pemanas. Pada gambar 4. sampai gambar 3h terlihat panas akan mengalir keruangan inkubator dari samping kasur/alas bayi menuju keatas. Udara mengalir karena densitasnya berkurang akibat pemanasan dari bawah dan temperatur pada daerah ini lebih tinggi dari daerah sekitarnya.

Dari gambar 11 sampai gambar 18 semakin ke atas tekanan semakin berkurang, tekanan ini menyerupai tekanan hidrostatis. Setelah menabrak dinding, aliran menyebar ke kiri dan ke kanan demikian juga distribusi temperatur menyebar sesuai dengan aliran, tekanan di daerah percabangan aliran berharga tinggi karena daerah ini adalah daerah stagnasi. Udara mengalir menyusuri dinding atas dan mulai mengalami peningkatan densitas akibat pendinginan oleh dinding atas. Setelah sampai pojok atas, udara membelok ke bawah dan karena densitasnya meningkat maka fluida semakin cepat mengalir ke bawah.

Dari hasil simulasi terlihat bahwa distribusi temperatur pada sebagian besar daerah dalam inkubator berkisar 31 -35 o C, dengan lamanya pemanasan maka temperature dalam inkubator akan meningkat terus sehingga temperatur dalam inkubator perlu dikendalikan. Distribusi yang terjadi pada ruang inkubator sudah sesuai dengan temperatur yang dibutuhkan oleh bayi.

Berdasarkan hasil simulasi diatas maka dibuat sebuah prototype inkubator seperti gambar berikut ini.



Gambar 19. Ruang Elektrik dan elektronik



Gambar 20. Sumber panas incubator digunakan lampu pijar



Gambar 21. Ruang incubator



Gambar 22. Uji desain mekanik coba inkubator

Ruang incubator digunakan bahan mika tujuannya agar tidak mudah pecah .

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil analisis dan pembahasan penelitian desain dan pembuatan incubator diatas adalah :

- Desain dimensi incubator didasarkan pada parameter fisik rata-rata dari bayi
- Untuk menentukan pola distribusi temperatur incubator digunakan pendekatan dengan persamaan diferensial Laplace
- Pembagian node pada incubator dengan $\Delta x = \Delta y = \Delta z = 1 \text{ cm}$, sehingga jumlah node sama denga $35 \times 55 \times 75 = 144375$ node.
- Dari hasil simulasi terlihat bahwa distribusi temperatur pada sebagian besar daerah dalam incubator berkisar $31 - 35 \text{ }^\circ \text{C}$, sehingga sudah sesuai dengan temperatur yang dibutuhkan oleh bayi.

DAFTAR PUSTAKA

Okezone. 17 Juli 2010. *Pantau Pertumbuhan Anak Secara Rutin.* (<http://lifestyle.okezone.com/read/2010/07/17/27/353845>).

Okezone. 13 Juli 2009. *Inkubator bagi Bayi Prematur, Amankah?* (<http://celebrity.okezone.com/read/2009/07/13/27/238258/inkubator-bagi-bayi-prematur-amankah>).

K. G. Maciej, J. N Andrzej., *Computational Model of Selected Transport Processes in an Infant Incubator*, XXI ICTAM, Warsaw Poland, 15-21 Agust 2004

K. G. Maciej, J. N Andrzej., *A Combined Study and Mass Transfer in a double*

Walled Infant Incubator, Uxbridge
UB8 3PH, United kingdom, 2004

Yunus A. Cengel. , *Heat Transfer A
Practical Approach*, McGraw-Hill
Companies, Inc. New York, 2002.