

# ANALISA PERPINDAHAN PANAS PADA CEROBONG ASAP DENGAN METODA ELEMEN HINGGA

Abdul Haris Nasution<sup>1)</sup>, Suhardi Napid<sup>2)</sup>

Fakultas Teknik, UISU email: [aharisnst@ft.uisu.ac.id](mailto:aharisnst@ft.uisu.ac.id)

Fakultas Teknik, UISU email: [suhardi.napid@uisu.ac.id](mailto:suhardi.napid@uisu.ac.id)

## Abstrak

Ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk mencari solusi terhadap permasalahan pindahan panas pada berbagai material teknik. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah metode elemen hingga (MEH). Para pakar software telah membuat beberapa software untuk memudahkan perhitungan pada metode elemen hingga, antara lain Nastran, Katia, Ansys, SAP, dll. Dalam tulisan ini akan ditunjukkan analisa rampatan panas pada Cerobong Asap menggunakan salah satu software metode elemen hingga;

**Kata-Kata Kunci** : MEH, Pindahan Panas, Cerobong Asap

## I. PENDAHULUAN

Permasalahan pindahan panas banyak dijumpai dalam bidang Teknik Mesin antara lain : Perpindahan panas pada ruang bakar mesin, blok mesin, pada ruang bakar ketel, turbin, pada elemen pemanas di dapur pengecoran logam. Ada berbagai cara yang digunakan untuk menyelesaikan persoalan tersebut, antara lain dengan pengukuran langsung, menggunakan rumus matematika, eksperimen, simulasi komputer, dll.

Penyelesaian dengan pengukuran langsung tidak selamanya efektif, apalagi sudah berhadapan dengan suhu yang sangat tinggi, begitu juga dengan eksperimen dimana membutuhkan dana dan waktu yang banyak. Pada tulisan ini akan ditunjukkan cara penyelesaian persoalan pindahan panas dengan menggunakan Software ANSYS.

Cerobong Asap adalah sebuah komponen yang sangat penting dalam berbagai penggunaan. Pada saat mendesain sebuah cerobong asap tentunya perlu dilakukan analisa perpindahan panas pada cerobong tersebut, sehingga kita dapat meyakini bahwa cerobong itu aman.

Adapun permasalahan yang diketengahkan pada tulisan ini adalah sbb:

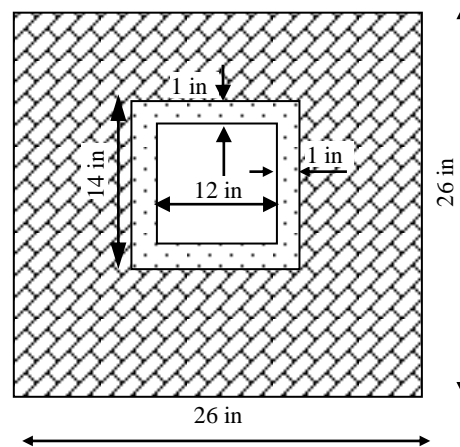
Sebuah cerobong asap yang kecil terbuat dari dua macam material yang berbeda. Lapisan bagian dalam terbuat dari beton dengan konduktifitas panas  $k = 0.07$  Btu/hr.in.<sup>o</sup>f lapisan luar cerobong terbuat dari batu bata dengan konduktifitas panas  $k = 0,04$  Btu / hr.in.<sup>o</sup>f. Temperatur gas panas di bagian permukaan dalam =  $140^{\circ}$  f, dengan konduktifitas termal  $h = 0.037$  Btu/hr.in.<sup>o</sup>f. Permukaan luar berhubungan dengan udara luar bertemperatur  $10^{\circ}$  f dengan konduktifitas

termal  $h = 0.012$  Btu/hr.in.<sup>o</sup>f. Dimensi cerobong sebagaimana tergambar.

## II. METODE PENELITIAN

Adapun penyelesaian persoalan yang dilakukan adalah:

- Membuat gambar / model untuk memudahkan pemahaman terhadap masalah yang akan diselesaikan
- Menginput material yang digunakan untuk membuat cerobong
- Membuat Mesh
- Memberikan pembebanan pada cerobong
- Melakukan analisa Perpindahan panas pada arah potongan A-A dan B-B



Gambar 1. Cerobong asap tampak atas

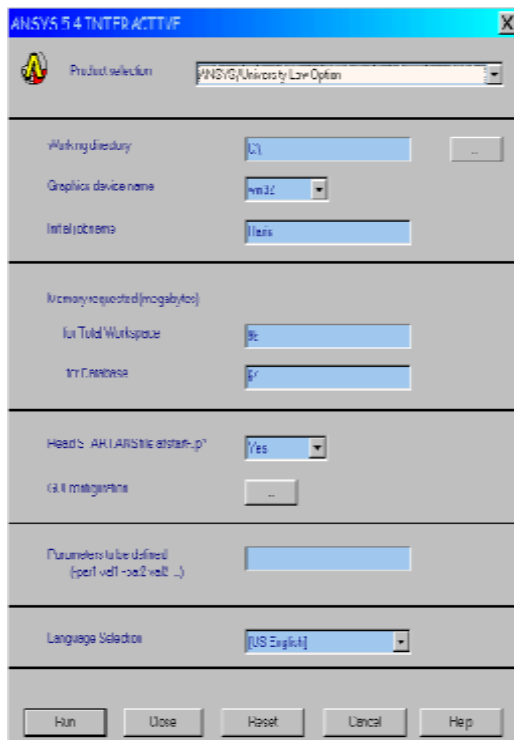
Tentukan:

- Distribusi temperatur pada beton dan pada batu bata.
- Tampilkan fluks panas pada masing-masing lapisan.

Langkah penyelesaian dengan Program ANSYS

- Jalankan program ANSYS interactive
- Ketik nama file (tugasproyekNO7) pada initial jobname.

- Pilih University low option pada ansys interactive dengan memori 96 dan 64 lalu klik ok.



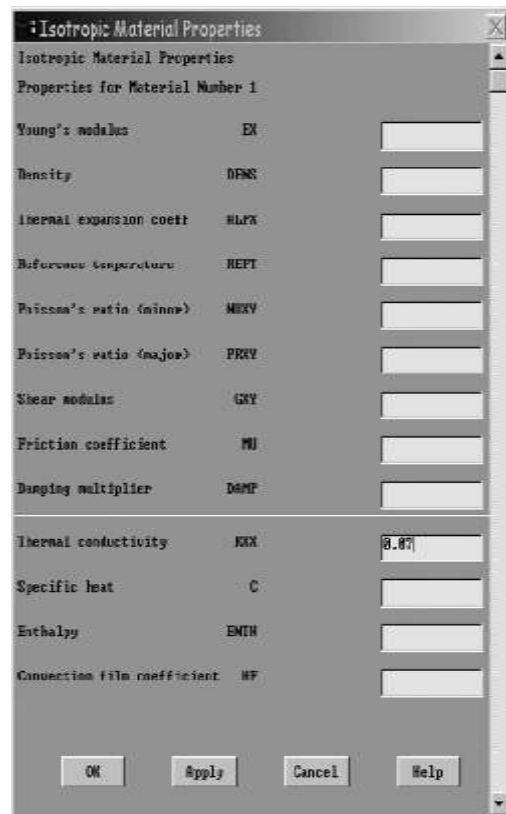
Gambar 2. Jalankan Program ANSYS

- Pilih menu file → Change title isikan nama (Haris)
- Pilih preference → klik thermal
- Tentukan elemen dengan mengklik Preprocessor → Element type → Add/edit / delete.
- Pilih Thermal Solid dengan Quad 4node 55 → Apply



Gambar 3. Pengaturan tipe elemen

- Pada dialog Element type akan muncul Type 1 , PLANES kemudian close.
- Klik Preprocessor → Material Props → Constant Isotropic → ok
- Ketikkan harga konduktifitas panas beton = 0.07, klik Apply



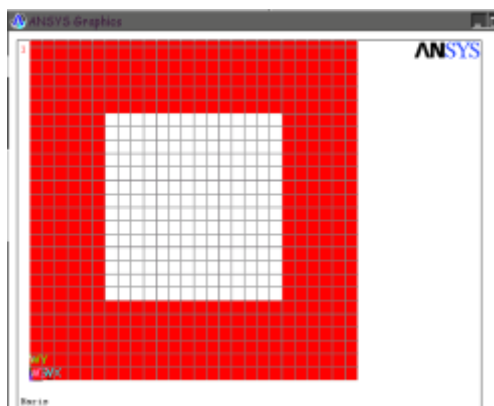
Gambar 4. Pengaturan konduktifitas panas

- ketikkan angka 2 pada kotak dialog isotropic material properties
- Ketik angka 0.04 untuk harga konduktifitas panas batu bata, klik OK
- Untuk menyimpan data tersebut klik SAVE DB
- Pada main menu Klik Workplane → WP setting, pilih grid and triad → Snap incr = 1 → spacing = 1, minimum = 0, maximum = 26, toleransi = 0.003 → OK



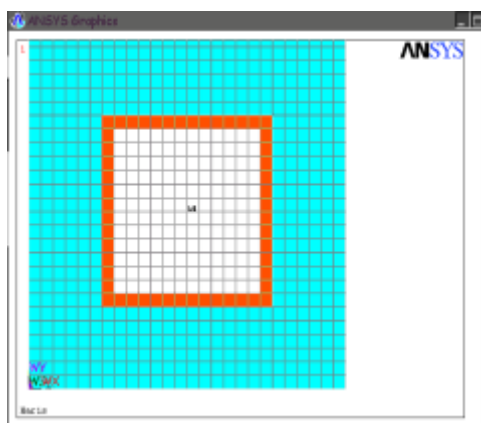
Gambar 5. Pengaturan benda kerja

15. Klik Workplane → display working plane → OK
16. Klik PlotCtrls → pilih Pan, Zoom, Rotate → OK
17. kecilkan, geser sesuai dengan kebutuhan menggunakan fasilitas tersebut.
18. Buat model dengan klik Preprocessor → Modelling create → Areas, Rectangles → By 2 Corners+.
19. pada workplane klik seluruh daerah yang tergambar pada WP x = 0, WP y = 0, dan width = 26, dan height = 26 → pilih 6,6 dan 14,14 → OK
20. Untuk membuat area batu bata pada cerobong kurangkan area besar dengan area kecil dengan perintah subtract sbb : Preprocessor → modelling → boolean → subtract, kemudian pilih area besar → OK → Apply → pilih area kecil → next → OK atas → OK bawah.



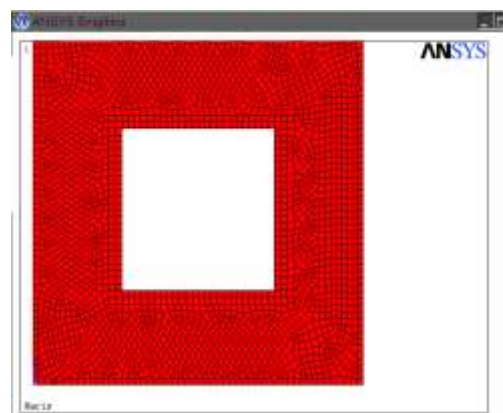
Gambar 6. Pembuatan lapisan Luar

Kemudian buat area lapisan dalam setebal 1 inci dengan cara yang sama dengan langkah di atas.



Gambar 7. Pembuatan Lapisan Dalam

21. Sekarang kita akan membuat ukuran mesh dengan perintah : main menu → Meshing-sizectrls → -Global-size...
22. Langkah berikutnya adalah menyatukan kedua lapisan tersebut dengan perintah GLUE yang diambil Preprocessor → Modelling-Operate → Boolean-Glue → Areas+ pilih Pick All.
23. Buat atribut kedua lapisan dengan perintah : Preprocessor → Attributes-Define → Picked Areas+ kemudian SAVE DB
24. Kemudian buat Mesh dengan langkah : Preprocessor → Modelling-Mesh → Areas Free+ pilih Pick All.



Gambar 8. Mesh

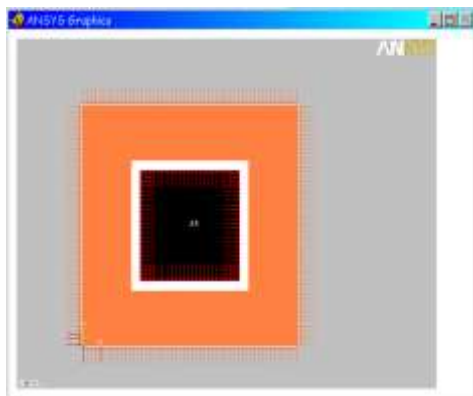
Plotctrls → Numbering...



Gambar 9. Pengaturan jumlah mesh

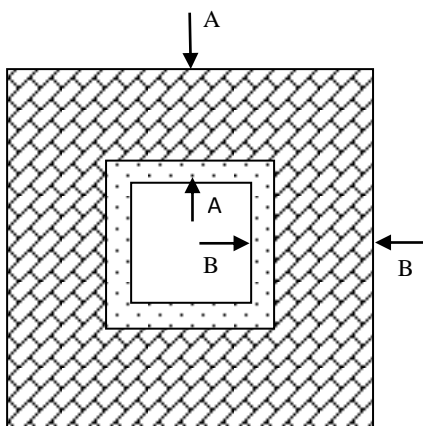
25. memberi pembebanan → Main menu → Solution → load apply → thermal convection → on line+ → arahkan panah pada empat sisi bagian dalam beton → masukkan harga  $h = 0.037$  dan temperatur = 140 → apply, kemudian arahkan panah pada keempat sisi luar → masukkan harga  $h = 0.012$  dan temperatur = 10 → ok.

- 26. Untuk melihat aplikasi konveksi pada boundary condition:  
Utility menu : PlotCtrls → symbols



Gambar 10. Pembebanan temperature

- 27. Sekarang langkah pemecahan
- 28. persoalan : Main menu → solution → solve-current LS
- 29. Setelah analisa selesai dari general postproc → plot result → contour plot → nodal solution maka contour aliran temperatur ditampilkan sebagaimana pada gambar.
- 30. Untuk melihat vector aliran panas: General postproc → plot result → vector plot-predefined, maka akan terlihat gambar vector aliran panas sebagaimana pada gambar.
- 31. Membuat gradien temperatur pada sisi AA: General postproc → path operations → define path → on working plane + → letakkan panah pada garis AA seperti pada gambar → ok

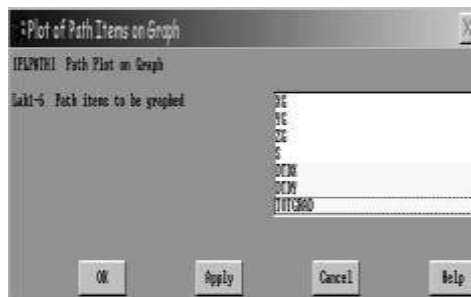


Gambar 11. Potongan A-A B-B

- 32. General postproc → path operation → map onto path → ketik dtdx dan TGX pada kotak dialog yang muncul → pilih

flux and gradien dan thermal grad TGX → apply

- 33. Membuat gradien temperatur pada sisi BB: General postproc → path operations → define path → on working plane + → letakkan panah pada garis BB seperti pada gambar → ok
- 34. General postproc → path operation → map onto path → ketik dtdy dan TGY pada kotak dialog yang muncul → pilih flux and gradien dan thermal grad TGY → apply
- 35. Kemudian kotak dialog map result ketik total grad, pilih TG SUM
- 36. kembali ke main menu General postproc → path operation plot path item → on graph pilih dtdx, dtdy, totgrad → ok



Gambar 12. Pengaturan Flux Gradien

- 37. akan muncul grafik gradien temperatur AA dan BB seperti gambar.
- 38. Save DB, Quit.

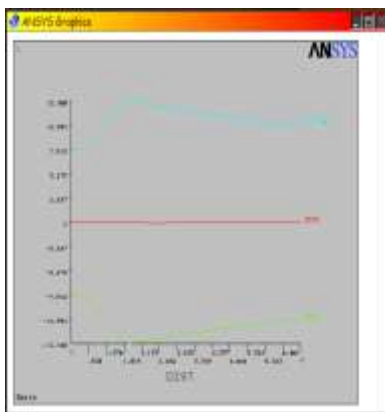
Demikianlah langkah-langkah yang dilaksanakan pada penyelesaian soal di atas dengan program ansys.

**Hasil analisa:**

- Dari bentuk contour pindahan panas pada nodal dapat disimpulkan bahwa aliran panas terjadi secara parallel dari sisi cerobong dalam ke bagian luar sisi cerobong dengan besar temperatur mulai dari: 139,296<sup>o</sup>f ; 126,223<sup>o</sup>f ; 113,151<sup>o</sup>f ; 100,079<sup>o</sup>f ; 87,006<sup>o</sup>f ; 73,934<sup>o</sup>f ; 60,862<sup>o</sup>f ; 47,789<sup>o</sup>f ; 34,717<sup>o</sup>f ; 21,644<sup>o</sup>f.
- Dari tampilan vector aliran panas dapat dilihat bahwa aliran panas yang terjadi adalah dari sisi bagian dalam ke arah sisi luar dinding cerobong secara menyebar (tidak secara tegak lurus).
- Pada gradien suhu tampak bahwa garis gradien suhu yang terjadi adalah simetris, dimana garis – garis simetri adalah garis

adiabatis, artinya tidak ada aliran panas pada arah tegak lurus pada garis garis ini.

- Pada path A-A seperti tampak pada gambar, garis yang gradien suhu adalah garis simetri yang merupakan garis adiabatik, karena pada kenyataannya besar dari  $dt/dx$  adalah sama dengan nol sepanjang path A-A. dan  $dt/dy$  sama dengan vektor penjumlahan.
- Dibandingkan dengan variasi gradien temperatur  $dt/dx$  dan  $dt/dy$  dan vektor penjumlahan sepanjang path B-B seperti pada gambar, memberikan kesimpulan bahwa besar  $dt/dy$  sekarang adalah sama dengan nol dan  $dt/dx$  sama dengan vektor penjumlahan.
- Inspeksi visual penting lainnya yang diinginkan pada hasil adalah, isothermal (garis temperatur konstan) selalu tegak lurus pada garis adiabatik.



**Gambar 13. Gradien Temperatur**

akan muncul grafik gradien temperatur AA dan BB seperti gambar.

39. Save DB, Quit.

Demikianlah langkah yang dilaksanakan pada penyelesaian soal di atas dengan program ansys.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. Bickford, William (Arizona State university), 1994, *A First course in the Finite Element Method*, (Second edition), Richard D. Irwin Inc.
- [2] L. Logan, Daryl, *A First Course in The Finite Element Method*, 2000, Rose Holman, Institute of Technical
- [3] Moaveni, Saeed, 1999, *Finite Element Analysis Theory and Application with ANSYS*, Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey 07458.
- [4] Syam, Bustami dan Nayan Ahmad, 2002, *Modul Kuliah Metoda Elemen Hingga. Aplikasi MS.Excel Pada MEH*. Edisi 1, USU Press.