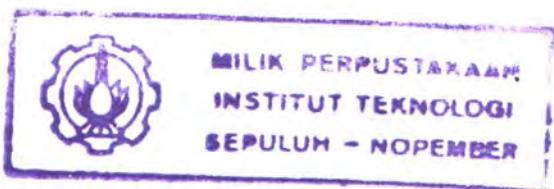


20.913/H/04

Tugas Akhir  
(KS 1701)



## ANALISA PENGATURAN UDARA PADA KAMAR MESIN KAPAL PAX 500 DENGAN PENDEKATAN COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS

RSSP  
620.106.4

Sie  
a-1  
2004



Oleh:  
Kevin Sieto  
4200.100.032

PERPUSTAKAAN ITS	
Tgl. Terima	11-8-2004
Terima Dari	H/
No. Agenda Prp.	220979

JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2004

## LEMBAR PENGESAHAN

# ANALISA PENGATURAN UDARA PADA KAMAR MESIN KAPAL PAX 500 DENGAN PENDEKATAN COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS

Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk  
Meraih Gelar Sarjana Teknik  
Jurusan Teknik Sistem Perkapalan  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I



Ir. Irfan Syarief Arief, MT.  
NIP. 132 163 129



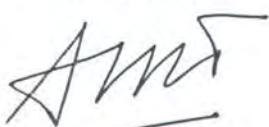
Dosen Pembimbing II



Ir. Toni Bambang, M.Sc.  
NIP. 131 652 209

Tugas Akhir ini telah diujikan pada Presentasi Akhir (P3) Tugas Akhir  
periode semester genap Tahun Ajaran 2003/2004 pada tanggal 21 Juli 2004,  
Mengetahui Dosen Penguji Presentasi Akhir (P3):

Dosen Penguji 1,



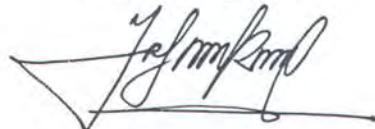
Ir. Amiadji, MSc, MM.  
NIP. 131 792 513

Dosen Penguji 2,



Ir. Bambang Supangkat  
NIP. 130 355 298

Dosen Penguji 3,



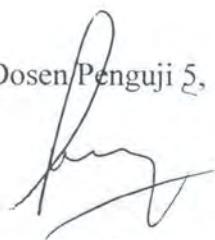
Ir. Irfan Syarief Arief, MT.  
NIP. 132 163 129

Dosen Penguji 4,



Semin, ST, MT.  
NIP. 132 163 128

Dosen Penguji 5,



RO Saut Gurning, ST, MSc.  
NIP. 132 133 980

Dosen Penguji 6,



Ir. I Wayan Lingga I, MT.  
NIP. 131 415 662



## DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL

JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN

FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

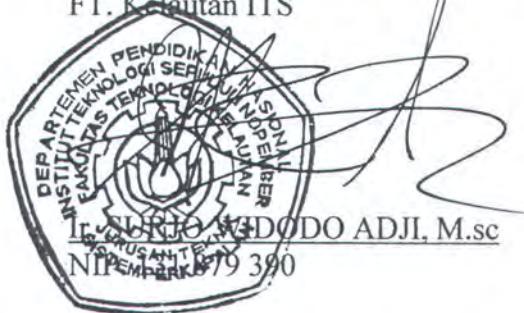
Kampus ITS Keputih Sukolilo Surabaya 60111 – INDONESIA Phone +62-31-5994251 ext. 1102  
Fax. +62-31-5994754 E-mail: mare\_its@surabaya.wasantara.net.id ; jts@its.ac.id

### SURAT KEPUTUSAN PENGERJAAN TUGAS AKHIR KS 1701

Sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sistem Perkapalan Fakultas Teknologi Kelautan ITS, maka perlu diterbitkan Surat Keputusan Penggerjaan Tugas Akhir yang memberikan tugas kepada mahasiswa tersebut dibawah untuk mengerjakan Tugas sesuai judul dan lingkup bahasan yang telah ditentukan.

Nama Mahasiswa	:	KEVIN SIETO
Nrp	:	4200 100 032
Dosen pembimbing	:	1. Ir. IRFAN SYARIF ARIEF. 2. Ir. TONI BAMBANG, M.Sc.
Tanggal Diberikan Tugas	:	
Tanggal Diselesaikan Tugas	:	
Judul Tugas Akhir	:	PERENCANAAN PENGATURAN UDARA UNTUK KAMAR MESIN DENGAN PENDEKATAN COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS.

Surabaya,  
Ketua Jurusan Teknik Sistem Perkapalan  
FT. Kelautan ITS



Surabaya,  
Yang menerima tugas:

Mahasiswa



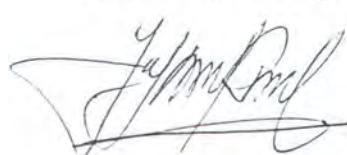
KEVIN SIETO  
NRP. 4200 100 032

Dosen Pembimbing II



Ir. TONI BAMBANG, M.Sc.  
NIP.131 652 209

Dosen Pembimbing I



Ir. IRFAN SYARIF ARIEF  
NIP. 132 163 129

"... promise me you will survive...  
that you will never give up... no  
matter what happens... no matter  
how hopeless... promise me now, and  
never let go of that promise!"



## ***ABSTRACT***

*Engine and equipments in engine room release heat when operating. Fresh air which is supplied from outside engine room by ventilation system needed to overcome the heat. This ventilation system besides supply air for the engine room, also circulate hot weather which is released by engine out engine room. Because of that reason, we need to design ventilation system which is able to supply and circulate air effectively*

*In ventilation system scheme at engine room, it is important to know air stream which is circulate in engine room, so that temperature in engine room can be controlled like wanted temperature. air Stream pattern at engine room can be simulated with approach of Computational Fluid Dynamics (CFD). Where with this approach hot weather area can be known, so that we can know that ventilation system have worked effectively.*

*Keywords:* *cfd, computational fluid dynamics, pengaturan udara, ventilasi, cfx.*

# ***ABSTRAK***

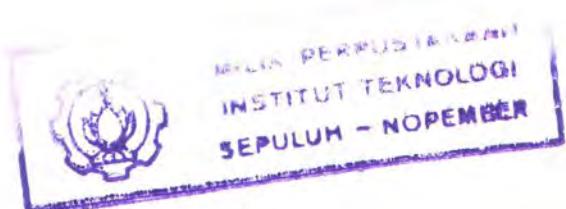


## ABSTRAK

Mesin dan peralatan yang berada di dalam kamar mesin mengeluarkan panas ketika beroperasi, untuk mengatasi panas tersebut, diperlukan udara segar yang disuplai dari luar kamar mesin oleh sistem ventilasi. Sistem ventilasi ini selain menyuplai udara untuk kamar mesin, juga mensirkulasikan udara panas yang dikeluarkan oleh mesin ke luar kamar mesin. Oleh karena itulah perlu dirancang sistem ventilasi yang dapat menyuplai dan mensirkulasikan udara dengan baik.

Dalam perancangan sistem ventilasi pada kamar mesin perlu diketahui aliran udara yang bersirkulasi di dalamnya, sehingga suhu di dalam kamar mesin dapat dijaga agar tetap seperti temperatur yang diinginkan. Pola aliran udara pada kamar mesin dapat disimulasikan dengan pendekatan Computational Fluid Dynamics (CFD). Dimana dengan pendekatan ini diharapkan daerah udara panas dapat diketahui, sehingga dapat diketahui apakah sistem ventilasi yang digunakan sudah bekerja dengan baik.

*Kata kunci: cfd, computational fluid dynamics, pengaturan udara, ventilasi, cfx.*



## ***KATA PENGANTAR***



## KATA PENGANTAR

Dengan mengucap puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena hanya dengan kasih dan kemurahannya sajalah penulis dapat menyelesaikan tugas akhir KS 1701 dengan mengambil judul "**ANALISA PENGATURAN UDARA PADA KAMAR MESIN KAPAL PAX 500 DENGAN PENDEKATAN COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS**" ini pada waktu yang telah ditentukan

Tugas akhir ini merupakan persyaratan untuk menyelesaikan studi tingkat sarjana pada jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tugas akhir ini tentunya tidak terlepas dari kekurangan dan kesalahan, untuk itu penulis dengan senang hati menerima saran dan kritik yang membangun guna perbaikan penyusunan tugas akhir dimasa yang akan datang.

Akhir kata, semoga tugas akhir ini bermanfaat bagi penyusun khususnya dan bagi para pembaca pada umumnya.

Surabaya, 21 Juli 2004

Penulis.

***UCAPAN  
TERIMA KASIH***



## UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan penuh kesungguhan dan kerendahan hati, penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

- ✓ Bapak Ir. Surjo Widodo Adji, MSc. Selaku Ketua Jurusan Teknik Sistem Perkapalan FTK ITS.
- ✓ Bapak Ir. Agoes Santoso, M.Sc, M.Phil. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sistem Perkapalan FTK ITS.
- ✓ Bapak Ir. Irfan Syarief Arief, MT. Selaku Dosen Pembimbing dalam penggeraan Tugas Akhir ini yang sangat mendukung dan membantu penulis sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik dan tepat pada waktunya.
- ✓ Bapak Ir. Toni Bambang, selaku dosen pembimbing II dalam penggeraan Tugas Akhir ini.
- ✓ Bapak Lahar Baliwangi, ST, M.Eng. selaku Dosen Wali yang telah membimbing penulis selama berada di bangku kuliah.
- ✓ Seluruh Dosen Teknik Sistem Perkapalan FTK ITS, baik yang telah mengajari penulis selama empat tahun ini, juga yang telah banyak membantu dalam penggeraan Tugas Akhir ini.
- ✓ Para karyawan PT. PAL, PT. PELNI dan crew KM. WILIS atas data-data dan kerja samanya.
- ✓ Mas Hanafi dan Mas Endro, yang telah memberikan awal yang indah pada penggeraan Tugas Akhir ini.
- ✓ Glenn Horrock, Atit, Ioana serta warga forum [www.CFD-Online.com](http://www.CFD-Online.com). *Thanks for being the answer of my questions.*



- ✓ Dadang, Dedy, Adi, Berdy, serta seluruh CFX-Mania 2004 pada Lab. Pasca Sarjana FTK ITS. *Bersama Kita Bisa!*
- ✓ My Pap, mom, brothers and sisters *who give me love and spirit.*
- ✓ Erni, yang telah banyak ‘menggangu’ dan menemani penulis selama pengerjaan Tugas Akhir ini. *jia yo!*
- ✓ Sahabatku Achen, Nancy, Eli, Benny, Tommy, Edi dan Charles yang selalu mengajak penulis untuk *refreshing*, walaupun sebenarnya penulis sudah terlalu banyak *refreshing*. Sekali lagi *jia yo!*
- ✓ Keluarga Fauzi Triyono, Bapaknya Fauzi dan Ibunya Fauzi dan juga seluruh penghuni Taman Mutiara C3-51 Laguna Indah.
- ✓ Teman chatingku Kiki dan Isti yang berada nan jauh di sana, *Ganbatte!*
- ✓ Teman-temanku di Siskal. Mr. Komting, Mas Widiyantoko, Kang Gemi, Bang Sembiring, Sdr. Nuri, Bpk. Sudarman, Mr. Setiawan, Pak Purnomo, Sdr. Wibowo, Mr. Antono, Ms. Astutie, Mr. Triyono, Pak Sukarno, Sdri. Jokutika, Mas Anto, Cah Jombang, Mas Hadi, Sdr. Susanto, Mr. Rifai, Cak Laksono, Sdr. Hariyanto, Mr. Pujakemara, Gus Dur, Pak Gustaman, Mr. Wahyudi, Abang Saputra, Mas Agung, Pak Yanutama, Bpk. Muskhaf, Mr. Meidiyanto, Mas Wicaksono, Sdr. Harmonika, Mr. Pambudi, Sdr. Pujakemara, Bpk. Yamani, Pak Agung, Cak Mahmudi, Mr. Rozi, Ning Lestari, Mr. Kusuma, Mas Baskoro, Bpk. Wijanarko, Pak Muchtar, Bpk. Handoyo, Mr. Faizin, Bpk. Wardhana, Sdr. Pramanto, Mas Kusumo, Cak Setiyanto, Cah Widhianto, Bpk. Nurbianto, Mr. Mokhamad, Pak Wijaya, Mr. Pribadi, Adik Sofyan serta seluruh Angkatan 2000 yang penulis tidak bisa sebutkan satu persatu.

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu, yang telah banyak membantu penulis pada masa kuliah dan membantu dalam pengerjaan Tugas Akhir ini. Sekali lagi terima kasih!

Penulis.

## ***DAFTAR ISI***



## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR JUDUL .....</b>	i
<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	ii
<b>ABSTRAK .....</b>	vi
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	viii
<b>UCAPAN TERIMA KASIH .....</b>	ix
<b>DAFTAR ISI .....</b>	xi
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	xiii
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	xiv
<b>DAFTAR NOTASI .....</b>	xv
 <b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
I.1. Latar Belakang .....	I-01
I.2. Pembahasan dan Batasan Masalah .....	I-02
I.3. Tujuan .....	I-02
I.4. Manfaat .....	I-03
I.5. Metodologi .....	I-03
I.6. Sistematika Penulisan .....	I-04
 <b>BAB II DASAR TEORI</b>	
II.1. Pengaturan Udara Secara Umum .....	II-01
II.2. Perpindahan Kalor .....	II-05
II.3. Analisa Computational Fluid Dynamics (CFD) .....	II-10
II.4. Tahap Validasi dalam CFX .....	II-14
II.5. Model Matematika & Algoritma Solusi pada CFX .....	II-15
 <b>BAB III METODOLOGI</b>	
III.1. Rencana Eksperimen .....	III-02
III.2. Percobaan Pemodelan Saluran Udara .....	III-02
III.3. Perhitungan Beban Panas pada Kamar mesin .....	III-12
III.4. Percobaan Pemodelan Kamar Mesin .....	III-15



---

## BAB IV HASIL DAN ANALISA

IV.1. Validasi .....	IV-01
IV.2. Analisa Data .....	IV-06

## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

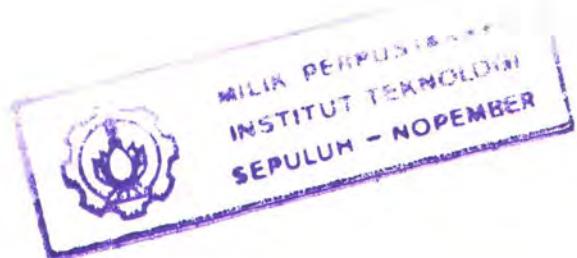
V.1. Kesimpulan .....	V-01
V.2. Saran .....	V-02

**DAFTAR PUSTAKA** .....

xix

**LAMPIRAN** .....

xx





## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Arah perhitungan tekanan & temperatur dari titik 1 ke 2 .....	II-17
Gambar 3.1	Cara menentukan boundary condition .....	III-05
Gambar 3.2	Hasil dari geometry modeling, fluid domains, dan boundary condition .....	III-08
Gambar 3.3	Mesling saluran udara starboard .....	III-09
Gambar 3.4	Mesh control pada ujung ducting .....	III-10
Gambar 3.5	Velocity dan kapasitas tiap ujung ducting starboard .....	III-11
Gambar 3.6	Geometri Kamar mesin beserta peralatannya .....	III-17
Gambar 3.7	Simbol-simbol pada boundary conditions .....	III-19
Gambar 3.8	Hasil boundary conditions .....	III-21
Gambar 3.9	Struktur Inflation volume mesh .....	III-23
Gambar 3.10	Tipe mesh control .....	III-24
Gambar 3.11	Hasil setelah tahap Meshing .....	III-25
Gambar 3.12	Mesh Control pada geometri peralatan .....	III-26
Gambar 3.13	Hasil meshing dan inflation pada geometri .....	III-28
Gambar 4.1	Inflation layer intersection .....	IV-02
Gambar 4.2	Grid pada pemodelan kamar mesin .....	IV-02
Gambar 4.3	Konvergensi normal .....	IV-03
Gambar 4.4	Konvergensi yang tidak diinginkan .....	IV-03
Gambar 4.5	Konvergensi terlalu dini .....	IV-04
Gambar 4.6	Konvergensi dari pemodelan kamar mesin .....	IV-04
Gambar 4.7	Temperatur pada sumbu Z = 1,5 meter .....	IV-05
Gambar 4.8	Temperatur pada bagian depan dan tengah kamar mesin .....	IV-07
Gambar 4.9	Iso surface temperatur .....	IV-08
Gambar 4.10	Pressure pada kamar mesin .....	IV-09
Gambar 4.11	Kecepatan udara pada sumbu Z = 1,5 meter .....	IV-10
Gambar 4.12	Isosurface kecepatan pada 0,5 m/s .....	IV-11
Gambar 4.13	Streamline aliran udara pada kamar mesin .....	IV-12
Gambar 4.14	Vektor kecepatan bagian belakang kamar mesin .....	IV-13

**DAFTAR TABEL**

Tabel 2.1	Perbandingan daya motor dan efisiensi .....	II-10
Tabel 3.1	Perbandingan daya motor dan efisiensi .....	III-14
Tabel 3.2	Panas yang dikeluarkan oleh peralatan .....	III-14
Tabel 3.3	$t_e$ pada steel deck .....	III-15
Tabel 3.4	Boundary conditions pada pemodelan kamar mesin .....	III-20



## DAFTAR NOTASI

Symbol	Description	Dimensions	Value
$C_E$	Linear energy source coefficient	$M L^{-1} T^{-3} \theta^{-1}$	
$C_{R1}$	Linear resistance coefficient	$M L^{-3} T^{-1}$	
$C_{R2}$	Quadratic resistance coefficient	$M L^{-4}$	
$C_{z1}$	$k-\epsilon$ Turbulence model constant	1	1.44
$C_{z1,RNG}$	RNG $k-\epsilon$ Turbulence model coefficient	1	1.42 $f_\eta$
$C_2$	$k-\epsilon$ Turbulence model constant	1	1.92
$C_{z2,RNG}$	RNG $k-\epsilon$ Turbulence model constant	1	1.68
$C_\mu$	$k-\epsilon$ Turbulence model constant	1	0.09
$C_{\mu RS}$	Reynolds stress model constant	1	
$C_{\mu RNG}$	RNG $k-\epsilon$ Turbulence model constant	1	0.085
$c$	Fluid speed of sound	$L T^{-1}$	
$c_A, c_B$	Concentration of components A and B i.e. mass per unit volume of components A and B (single-phase flow)	$M L^{-3}$	
$c_S$	Reynolds stress model constant	1	0.22
$c_p$	Specific heat capacity at constant pressure	$L^2 T^{-2} \theta^{-1}$	
$c_v$	Specific heat capacity at constant volume	$L^2 T^{-2} \theta^{-1}$	
$c_{z1}$	Reynolds stress model constant	1	1.45
$c_{z2}$	Reynolds stress model constant	1	1.9
$D_{AB}$	Binary diffusivity of component A in component B	$L^2 T^{-1}$	



Symbol	Description	Dimensions	Value
$D_\Phi$	Kinematic diffusivity of an Additional Variable, $\Gamma_\Phi/\rho$	$L^2 T^{-1}$	
$d$	distance or length	$L$	
$E$	Constant used for near-wall modelling	1	9.793
$f_\mu$	Zero Equation Turbulence model constant	1	0.01
$f_\eta$	RNG- $k$ - $\varepsilon$ Turbulence model coefficient	1	
$g$	Gravity vector	$L T^{-2}$	
$h, h_{stat}$	Specific Static (thermodynamic) enthalpy	$L^2 T^{-2}$	
$h_c$	Solid side heat transfer coefficient	$M T^{-3} \text{ } \theta^{-1}$	
$h_{tot}$	Specific Total enthalpy	$L^2 T^{-2}$	
$k$	Turbulence kinetic energy per unit mass	$L^2 T^{-2}$	
$M$	Local Mach number, $U/c$	1	
$m$	Mass flow rate	$M T^{-1}$	
$P$	Shear production of turbulence	$M L^{-1} T^{-3}$	
$p, p_{stat}$	Static (thermodynamic) Pressure	$M L^{-1} T^{-2}$	
$p_{ref}$	Reference pressure	$M L^{-1} T^{-2}$	
$p_{tot}$	Total pressure	$M L^{-1} T^{-2}$	
$p'$	Modified pressure	$M L^{-1} T^{-2}$	
$R_0$	Universal Gas constant	$L^2 T^{-2} \text{ } \theta^{-1}$	8314.5
$Re$	Reynolds Number, $\rho U d / \mu$	1	
$r$	Location vector	$L$	
$\gamma_\alpha$	Volume fraction of phase $\alpha$		
$S_E$	Energy source	$M L^{-1} T^{-3}$	
$S_M$	Momentum source	$M L^{-3} T^{-2}$	
$Sc_t$	Turbulent Schmidt Number, $c_p \mu_t / \lambda$	1	
$T, T_{stat}$	Static (thermodynamic) Temperature	$\theta$	
$T_{dom}$	Domain Temperature	$\theta$	



Symbol	Description	Dimensions	Value
$T_{ref}$	Buoyancy Reference Temperature used in the Boussinesq approximation	$\theta$	
$T_{tot}$	Total Temperature	$\theta$	
$U$	Vector of velocity $U_{x,y,z}$	$L T^{-1}$	
$U$	Velocity magnitude	$L T^{-1}$	
$u$	Fluctuating velocity component in turbulent flow	$L T^{-1}$	
$W_f$	Fluid viscous and body force work term	$ML^{-1} T^{-3}$	
$w$	Molecular weight (Ideal Gas fluid model)	1	
$y_A$	Mass fraction of component A in the fluid		
$\alpha$	Used as a subscript to indicate that the quantity applies to the phase $\alpha$		
$\beta$	Used as a subscript to indicate that the quantity applies to the phase $\beta$		
$\beta$	Coefficient of thermal expansion (for the Boussinesq approximation)	$\theta^{-1}$	
$\beta_{RNG}$	RNG $k-\epsilon$ Turbulence model constant	1	0.012
$\Gamma_A$	Molecular diffusion coefficient of component A	$ML^{-1} T^{-1}$	
$\Gamma_\Phi$	Dynamic diffusivity of an Additional Variable	$ML^{-1} T^{-1}$	
$\gamma$	Ratio of specific heats, $c_p/c_v$	1	
$\delta$	The identity matrix or Kronecker delta function	1	
$\epsilon$	Turbulence dissipation rate	$L^2 T^{-3}$	
$\zeta$	Bulk viscosity	$ML^{-1} T^{-1}$	
$\kappa$	Von Karman constant	1	0.41
$\lambda$	Thermal conductivity	$ML^{-3} \theta^{-1}$	
$\mu$	Molecular (dynamic) viscosity	$ML^{-1} T^{-1}$	
$\mu_t$	Turbulent viscosity	$ML^{-1} T^{-1}$	
$\mu_{eff}$	Effective viscosity, $\mu + \mu_t$	$ML^{-1} T^{-1}$	



Symbol	Description	Dimensions	Value
$\rho$	Density	$M\ L^{-3}$	
$Pr$	Laminar Prandtl number, $c_p \mu / \lambda$	1	
$Pr_t$	Turbulent Prandtl number, $c_p \mu_t / \lambda$	1	0.8692
$\sigma_k$	$k-\epsilon$ Turbulence model constant	1	1.0
$\sigma_\epsilon$	$k-\epsilon$ Turbulence model constant	1	1.3
$\sigma_{zRS}$	Reynolds Stress model constant	1	
$\sigma_{k\&NG}$	RNG $k-\epsilon$ Turbulence model constant	1	0.7179
$\sigma_{z\&NG}$	RNG $k-\epsilon$ Turbulence model constant	1	0.7179
$\tau$	Shear stress	$M\ L^{-1}\ T^{-2}$	
$v$	Specific volume	$M^{-1}\ L^3$	
$\Phi$	Additional Variable (non-reacting scalar)	$M\ L^{-3}$	
$\phi$	General scalar variable		
$\omega$	Angular velocity	$T^{-1}$	

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

*"Incipe quidquid agas: pro toto est prim operis pars"*  
Begin whatever you have to do : the beginning of a work stands for the whole  
*AUSONIUS*



## BAB I

### PENDAHULUAN

#### I.1. Latar Belakang

Pengaturan udara pada kamar mesin merupakan kebutuhan yang penting karena dapat mempengaruhi kinerja peralatan yang berada pada kamar mesin tersebut. Sistem pengaturan udara menyuplai udara yang masuk ke kamar mesin yang selanjutnya akan digunakan dalam proses pembakaran pada mesin induk yang terdapat pada kapal. Sistem pengaturan udara juga harus membuat temperatur dalam kamar mesin tetap seperti yang diinginkan. Temperatur dalam kamar mesin dapat berubah disebabkan oleh panas yang dikeluarkan oleh engine, peralatan, dan sumber panas lainnya.

Pada setiap kapal, ruang kamar mesin terasa sempit apabila dibandingkan dengan peralatan dan instalasi yang harus ditampung. Mesin-mesin, pompa, motor, lampu dan manusia yang berada di dalam kamar mesin membebaskan panas yang tentunya akan menaikkan temperatur ruangan. Selain itu temperatur kamar mesin dapat naik akibat adanya hantaran panas matahari melalui pelat lambung. Keadaan ini menyebabkan terjadinya beban panas didalam kamar mesin.

Dalam perencanaan sistem ventilasi perlu diperhatikan saluran masuk udara dan keluarnya, hal ini perlu diperhatikan karena sistem ventilasi harus dapat membuang panas yang terdapat pada kamar mesin, dimana aliran udara dalam kamar mesin dapat keluar melalui saluran



exhaust. Dalam penggambaran aliran udara ini dapat digunakan software *Computational Fluid Dynamic (CFD)*. Input dari software ini berupa geometri dari kamar mesin, besar panas dari mesin, besar dan temperature udara masuk serta letak dari saluran udara. Sedang hasil output dari software ini akan berupa arah aliran fluida (Panas, tekanan, kecepatan), besar dan panas aliran yang terdapat pada kamar mesin. Dari data output inilah dapat disimpulkan apakah sistem ventilasi yang dipasang dapat bekerja dengan optimal atau tidak.

## I.2. Pembahasan dan Batasan Masalah

Pada tugas akhir ini permasalahan yang akan dianalisa adalah bagaimana bentuk aliran fluida (temperatur, kecepatan dan pressure) yang berasal dari saluran ventilasi dan dipengaruhi oleh sumber-sumber panas yang terdapat pada kamar mesin.

Untuk membatasi masalah maka analisa mengacu pada hubungan antara panas kamar mesin dengan suplai udara yang dibutuhkan secara teoritis untuk mempertahankan temperatur ruang pada kapal PAX 500. Analisa tidak membahas perencanaan konstruksi saluran udara secara detail, juga tidak membahas cost dari peralatan-peralatan.

## I.3. Tujuan

Tujuan penulisan Tugas Akhir ini adalah :

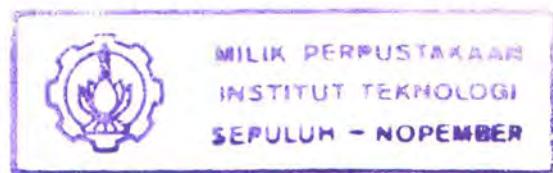
- Menentukan hubungan antara panas yang dibebaskan dengan suplai udara yang dibutuhkan.



- Mengetahui bentuk aliran dan distribusi udara yang terdapat pada kamar mesin.

#### I.4. Manfaat

Manfaat yang dapat diperoleh dari penulisan Tugas Akhir ini adalah dapat menjadi bahan pertimbangan dalam perencanaan sistem ventilasi yang baik untuk kamar mesin berdasarkan bentuk aliran yang terdapat pada kamar mesin.



#### I.5. Metodologi

Metode yang akan digunakan dalam menyelesaikan permasalahan-dalam tugas akhir ini adalah dengan langkah-langkah sebagai berikut :

- Study literature sebagai dasar utama teori untuk menganalisa data-data yang didapatkan.
- Survey lapangan untuk mengamati permasalahan yang terjadi pada kamar mesin.
- Melakukan simulasi dengan metode CFD, yaitu dengan menggunakan bantuan software CFX 5.4.1. Pertama-tama melakukan permodelan geometri dari kamar mesin dan perlatannya.kemudian memasukkan input data yang berhubungan dengan permasalahan. Selanjutnya melakukan running program melalui CFX-Solver Manager dan akhirnya hasil dari Solver Manager divisualisasikan dengan bantuan CFX-Visualise.
- Dari hasil visualise dapat ditarik kesimpulan yang mengacu pada keefektifan sistem ventilasinya.



## I.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Berisi latar belakang penulisan tugas akhir, pembahasan dan batasan masalah, tujuan, manfaat, metodologi dan sistematika tugas akhir

BAB II : DASAR TEORI

Bab ini membahas teori-teori yang berhubungan dengan ventilasi dan computational fluid dynamics yang meliputi: pre processor, solver dan post processor. Pembahasan dilanjutkan dengan model matematis dan algoritma solusi CFX 5.4.1, sebagai dasar dari CFD.

BAB III : METODOLOGI PENGERJAAN TUGAS AKHIR

Berisi penjelasan mengenai langkah kerja dari alur metodologi penyelesaian masalah pengaturan udara. Alur dimulai dari pengumpulan data, tahap simulasi dengan CFX 5.4.1

BAB IV : HASIL DAN ANALISA

Pada bab ini membahas hasil visualise dari CFX Visualise, aspek yang dianalisa antara lain: kecepatan, temperatur, densitas, dan lainnya.

BAB V : KESIMPULAN

## **BAB II**

## **DASAR TEORI**

*"possunt quia posse videntur"*  
they are able because they think they are able  
*VERGIL*



## BAB II

### DASAR TEORI

#### II.1. PENGATURAN UDARA SECARA UMUM

Pengaturan udara adalah proses perlakuan terhadap udara untuk mengatur suhu, kelembaban, kebersihan dan pendistribusianya secara serentak guna mencapai kondisi nyaman (yang diinginkan) yang dibutuhkan oleh penghuni yang berada di dalamnya (Supratman Hara, 1996). Teknik pengaturan udara mencakup usaha penyegaran, pendinginan, penghangatan, pemanasan, pengaturan kecepatam, radiasi termal, dan kualitas udara seperti penyisihan partikel-partikel dan uap-uap pengotor.

Definisi sistem ventilasi ialah proses yang digunakan untuk menyediakan udara luar yang segar menuju bermacam-macam ruangan yang melalui jaringan pipa atau bukaan ruangan dan sebaliknya (Harrington, 1992). Tipe sistem ventilasi ada dua, yaitu sistem ventilasi alam (natural ventilation system) dan sistem ventilasi mekanik (mechanical ventilation system). Sistem ventilasi alam, dimana udara yang bergerak ditimbulkan oleh perbedaan temperatur dan density udara luar dan udara dalam, serta bentuk ventilator runcing-runcing atau ventilator sendok terhadap angin. Sistem ventilasi mekanis dimana udara yang mengalir karena didorong peralatan fan atau peralatan sejenis melalui sistem.

Sistem ventilasi terdiri dari lubang masuk, lubang keluar dan saluran pipa ducting, dimana udara mengalir menuju daerah-daerah yang akan dilayani, kemudian udara keluar dari ruangan secara alami atau mekanis.



Bila tipe sistem pengisian dengan cara mekanis dan pengeluaran secara alami, maka ruangan akan mempertahankan tekanan positif yang rendah. Tetapi sistem pengisian dengan menggunakan cara alam sedangkan pengeluaran dengan cara mekanis, berarti ruangan akan mempertahankan tekanan negative yang rendah. Tipe ini cocok dipasang pada daerah ruang dapur, toilet dan pantry.

### **II.1.1. Komponen Komponen Ventilasi**

Untuk ventilasi alam terdiri dari jendela atau skylight dan ventilator sedangkan untuk sistem ventilasi mekanik adalah fan, ventilator fan dan blower, dimana blower terdiri dari sentrifugal (multibladed) dan axial.

1. Fan, ada dua tipe fan yaitu fan aliran axial dimana dipakai untuk ventilasi pada ruangan muat, ruang mesin dan tempat-tempat dimana suaranya tidak menjadi masalah, karena tipe ini berisik suaranya, kompak dan efisiensinya tinggi. Tipe yang kedua adalah fan aliran sentrifugal dimana dipakai pada ruangan dapur, ruang baterai sebagai pengeluaran, dan daerah dimana uap ekslusif harus disingkirkan, dan motor tidak diletakkan dalam aliran udara serta suara tidak berisik/tenang. Sedangkan tipe ketiga fan propeller dimana digunakan pada instalasi sekat dan kadang-kadang pada ventilator tipe capil (cowl head). Untuk sistem pengisian dan pengeluaran diruang mesin, juga dipakai tipe ini karena tekanan yang diperlukan kecil. Fan axial dan fan propeller dilengkapi dengan tahan air atau motor tertutup secara total agar kedap air. Motor-motor dilengkapi 2 kontrol kecepatan untuk mengatur pengurangan pengisian udara selama musim dingin.



2. Weather terminal opening (cuwls, goose neck, mushroom, louver, dan air lift boxes pada geladak atau dalam sekat). Komponen ini dilengkapi kawat kasa untuk penahan tikus dan dibuat kedap air atau kedap cuaca tergantung pada lokasinya dan tempat yang dilayani. Letak terminal pada tempat yang udara pengeluaran atau gas buang tidak mengotori pengisian udara, dan terminal pengisian harus diletakkan diluar daerah gas beracun. Cool heads diberi tutup yang dapat dilepas atau diputar arahnya terhadap arah angin.
3. Interior terminal
  - Terminal yang berhubungan dengan kecepatan tinggi ditempatkan pada tempat-tempat yang menghasilkan panas seperti dapur, pantry, laundry, ruang mesin, dan lainnya.
  - Terminal yang dapat menyediakan dan pelemparan udara tanpa menyebabkan gerakan udara dan suara didalam ruangan. Terminal ini ditempatkan pada plafon dan dinding diruang tamu. Tipe terminal ini adalah diffuser dimana gerakan dalam terminal keras tapi tidak berdetak.
  - Terminal yang terbuka ujung salurannya atau terpotong pada sisi saluran, dilengkapi dengan kawat kasa ditempatkan pada ruang muat dan gudang. Saluran membutuhkan pembesaran kerucut untuk menurunkan kerugian diterminal tetapi kecepatan tinggi.
4. Terminal pengeluaran, letaknya tertutup dari sumber panas dan ujung saluran terbuka harus ditutup kawat kasa atau kisi-kisi. Terminal dalam ruang muat harus diberi pelindung dengan balok-balok bulat untuk



menahan agar muatan dalam ruang muat tidak mengalami kerusakan akibat saluran terminal.

5. Filter udara, memakai lapisan tipis metallic atau rol manual ulang lubang masuk. Sedangkan filter tanpa lapisan tipis untuk lubang pembuangan pada dapur agar memudahkan pembersihan atau cuci saat pemeliharaan. Filter yang kotor atau kusut akan beresiko kebakaran cukup tinggi.
6. Damper, merupakan control volume udara yang mengalir ke terminal-terminal dan harus kuat serta tidak berdetak, Pada kapal penumpang damper bekerja secara manual dalam membuka saluran udara pada seluruh sistem ventilasi saat terjadi kebakaran. Pada ruang proyeksi dan lemari film saluran pembuangan tidak bekerja secara manual. Apabila saluran menembus sekat kebakaran utama, maka perlu dipasang damper kebakaran otomatis yang memiliki lelehan pada rantai lebur  $74^{\circ}\text{C}$ , juga diperlukan dalam saluran pembuangan dari dapur. Sistem ventilasi listrik dilengkapi dengan remote control yang digunakan untuk menyetop motor saat terjadi kebakaran atau darurat.

### **II.1.2. Pengaturan Ventilating Duct**

Kapasitas dari fan ventilasi ditentukan oleh jumlah kebutuhan udara yang dibutuhkan oleh kamar mesin dibagi dengan jumlah fan. Udara ini kemudian disalurkan ke seluruh ruangan dengan saluran udara (ducts), karena duct ini relatif memerlukan ruang yang cukup besar maka pengaturannya dirancang pada saat merancang lay out kamar mesin. Luas penampang duct harus ditentukan



sedemikian rupa sehingga kecepatan udara di dalam duct sekitar 12 – 13 m/s, dan di duct cabang sekitar 10 m/s. Ujung-ujung duct harus diatur penempatannya sehingga udara segar dapat mencapai semua bagian kamar mesin dan tidak ada udara yang tidak bersirkulasi.

### **II.1.3. Jumlah Kebutuhan Udara untuk Kamar Mesin**

Menurut design standart yang diberikan oleh Japanese Engineering Society, sirkulasi udara segar rata-rata dikamar mesin untuk mempertahankan kesehatan lingkungan adalah:

Ruangan dengan disipasi panas = 20 kali volume ruangan per jam.

Ruangan lain (workshop, store) = 15 kali volume ruangan per jam.

Ruangan di dalam bukaan geladak sekeliling mesin induk dan di dalam engine casing yang lebih dari 2,5 meter di atas platform economizer tidak dimasukkan dalam ruangan yang dimasukkan dalam perhitungan ventilasi, karena ruangan ini akan dimasukkan dalam ruangan untuk exhaust way udara yang disirkulasikan.

## **II.2. PERPINDAHAN KALOR**

### **II.2.1. Perpindahan Kalor Konduksi**

Jika pada suatu benda terdapat gradien suhu (*temperature gradient*), maka akan terjadi perpindahan energi dari yang bersuhu tinggi ke bagian yang berusuhu rendah, perpindahan panas ini disebut perpindahan panas secara konduksi. Aliran



(flux) energi perpindahan kalor secara konduksi disepanjang sebuah batangan padat, sebanding dengan beda suhu dan luas penampang, serta berbanding terbalik dengan panjangnya. Pada satu dimensi, model matematiknya adalah:

$$q = -kA \frac{\Delta t}{L} \quad (2.1)$$

Dengan      A      = luas penampang, m<sup>2</sup>

                Δt      = beda suhu, K

                L      = panjang, m

                K      = daya hantar (konduktivitas) termal, W/m.k

Daya Hantar (konduktivitas) termal dan laju perpindahan kalor konduktif ditentukan oleh struktur molekul bahan. Semakin rapat dan tersusun rapinya molekul-molekul (yang umumnya terdapat pada logam), akan memindahkan energi lebih cepat dibandingkan dengan susunan yang acak dan jarang, yang umumnya terdapat pada bahan-bahan bukan logam. Penurunan daya hantar termal pada fluida menandakan lemahnya daya ikat dan besarnya jarak antar molekul dalam bahan tersebut. Persamaan laju perpindahan kalor konduksi secara umum dinyatakan dengan bentuk persamaan differensial.

$$q = -kA \frac{dt}{dx} \quad (2.2)$$

## II.2.2. Perpindahan Kalor Konveksi

Bila sebuah fluida lewat diatas sebuah permukaan padat panas, maka tenaga dipindahkan kepada fluida dari dinding oleh proses hantaran. Energi ini kemudian diangkat, atau dikonveksikan, ke hilir oleh fluida, dan difusikan melalui



fluida oleh hantaran di dalam fluida tersebut (Reynolds, Perkins, 1983). Jenis proses perpindahan energi ini dinamakan perpindahan energi konveksi (*convection heat transfer*). Konveksi dinyatakan oleh:

$$q = h_c \cdot A(t_s - t_f) \quad (2.3)$$

Dengan  $h_c$  = koefisien konveksi,  $\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$

$t_s$  = suhu permukaan,  $^\circ\text{C}$

$t_f$  = suhu fluida,  $^\circ\text{C}$

Persamaan ini digunakan secara luas dalam keteknikan, walaupun  $h_c$  lebih cenderung sebagai definisi daripada hukum gejala konveksi. Intisari dari analisis perpindahan kalor secara konveksi adalah penentuan harga  $h_c$ . Percobaan telah menunjukkan bahwa koefisien konveksi untuk aliran pada permukaan datar, di dalam pipa dan saluran, serta arah silang pipa dapat dikorelasikan dengan kecepatan aliran, sifat-sifat fluida dan geometri permukaan benda. Korelasi ini lebih bersifat teori, tapi digunakan dalam analisis keteknisan praktis. Untuk situasi yang rumit  $h$  harus ditentukan dengan percobaan. Koefisien perpindahan kalor kadang-kadang disebut konduktans film, karena hubungannya dengan proses konduksi pada lapisan fluida diam yang tipis pada muka dinding. Dari persamaan (2.3) dapat kita lihat bahwa satuan  $h$  adalah Watt per meter persegi dikali dengan derajat celcius apabila aliran kalor dalam watt.

Dari pembahasan diatas, dapat diharapkan perpindahan kalor konveksi tergantung kepada viskositas fluida, juga sifat fluida itu (konduktivitas termal, kalor spesifik, densitas). Hal ini dapat dimengerti karena viskositas mempengaruhi



kecepatan fluida dan karena itu mempengaruhi perpindahan energi di dalam dinding.

### II.2.3. Perpindahan Kalor Radiasi

Perpindahan energi secara radiasi berlangsung jika foton-foton dipancarkan dari suatu permukaan ke permukaan lain. Pada saat mencapai permukaan tersebut, foton-foton akan diserap, dipantulkan dan diteruskan (Supratman Hara, 1992). Energi yang diradiasikan dari suatu permukaan ditentukan dalam bentuk daya puncar (emissive power), yang secara termodinamika dapat dibuktikan bahwa daya puncar tersebut sebanding dengan pangkat empat suhu absolutnya. Untuk radiator ideal, biasanya berupa benda hitam, daya puncar  $E_b$  W/m<sup>2</sup> adalah:

$$E_b = \sigma T^4 \quad (2.4)$$

Dengan  $\sigma$  = tetapan stefan boltzman =  $5,669 \times 10^{-8}$  W/m<sup>2</sup>.K<sup>4</sup>

T = suhu absolute, °K

Oleh karena itu benda-benda nyata tidak berwarna ‘hitam’, benda-benda tersebut memancarkan energi yang lebih sedikit dibandingkan dengan suatu benda hitam pada suhu yang sama.

Salah satu bentuk radiasi adalah radiasi sinar matahari, dimana jika sinar matahari mengenai suatu benda maka sebagian energi matahari akan dipantulkan dan sisanya lagi akan diserap. Energi yang diterima ini sebagian dikonveksikan dan sebagian diradiasikan kembali keluar. Sisanya yang diserap diteruskan ke dalam dengan cara konduksi atau sementara disimpan dalam benda itu.



Cara yang umum untuk perhitungan kalor yang hilang atau kalor yang diperoleh melalui transmisi termal adalah:

$$q = U \cdot A \cdot (t_c - t_i) \quad (2.5)$$

Dimana  $U$  = Koefisien perpindahan kalor total,  $\text{W/m}^2\cdot\text{K}$

$A$  = luas permukaan,  $\text{m}^2$

Suhu ekivalen  $t_c$  ialah suhu udara-matahari (sol air temperature), merupakan suhu udara yang naik oleh adanya radiasi matahari. Dengan menggunakan suhu udara-matahari, perhitungan beban panas metehari pada permukaan tak tembus cahaya lebih mudah dilakukan. Pengaruh penyimpangan termal pada dinding yang tak tembus cahaya tersebut cukup jelas sehingga penggunaan perbedaan suhu dapat ditaksirkan beban yang berlebih.

#### II.2.4. Kalor yang dibebaskan peralatan

Pada waktu beroperasi main engine membebaskan kalor. Kalor yang dibebaskan oleh main engine dapat dihitung dengan persamaan:

$$Q = 0,02 \cdot N_e \cdot g_c \cdot Q_t \quad (2.6)$$

Dimana  $Q$  = Kalor yang dibebaskan, kkal/hari

$N_e$  = Daya Main Engine, HP

$g_c$  = Specific fuel oil consumpsion, kg/HP.hr

$Q_t$  = Caloric value of fuel (DO = 10100 kkal/kg)



motor listrik yang menjadi sumber tenaga dari peralatan juga membebaskan kalor ketika bekerja, panas yang dibebaskan oleh motor listrik dapat dihitung dengan persamaan:

$$Q = 864.N \cdot \frac{1-\eta}{\eta} \quad (2.7)$$

Dimana  $N$  = Daya motor, HP

$\eta$  = efisiensi motor, dimana efisiensi motor adalah:

Daya motor	efisiensi
$\leq 0,125$	0,5
$0,167 \leq 0,25$	0,6
$0,25 < 2$	0,7
$2 \leq 10$	0,85
$10 <$	0,9

Tabel 2.1 perbandingan daya motor dan efisiensi

### II.3. ANALISA COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS (CFD)

*Computational Fluids Dynamics* (CFD) merupakan analisa sistem yang mencakup aliran fluida (zat cair, udara, atau gas lainnya), perpindahan panas, dan fenomena yang terkait seperti misalnya reaksi kimia dengan menggunakan simulasi berbasis komputer (numerical). Teknik ini sangat berguna dan dapat diaplikasikan pada bidang engineering.

Kode CFD terstruktur atas logaritma numerik, sehingga dapat digunakan untuk menyelesaikan problem pada suatu aliran fluida atau perpindahan panas. Kode CFD disini terdiri atas tiga (3) elemen utama yakni: (a) pre-processor, (b) solver, dan (c) post-processor .



### II.3.1. Pre-processor

Tahap pre-processor adalah tahap masukan input untuk program CFD dengan menggunakan *operator – friendly interface*. Input problem tadi ditransformasikan ke dalam bentuk yang sesuai dengan digunakan oleh solver.

Tahap pre-processor meliputi:

- ✓ Mendefinisikan geometri pada wilayah kajian
- ✓ Pembentukan grid – sub divisi domain, dengan syarat tidak *overlap* terhadap sub – domains : suatu *grid ( mesh ) cell ( volume kendali atau elemen )*.
- ✓ Pemilihan fenomena fisik dan kimia yang harus dimodelkan.
- ✓ Mendefinisikan properti fluida.
- ✓ Spesifikasi kondisi *boundary* pada *cell* yang sesuai dengan atau menyentuh *domain boundary*

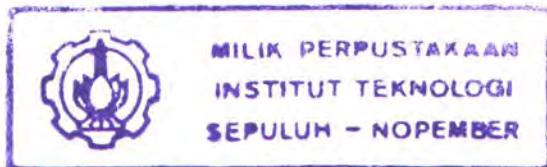
Penyelesaian masalah aliran yang berupa kecepatan, tekanan atau temperatur didefinisikan pada node setiap cell. Jumlah cell dalam grid ( mesh ) untuk menentukan akurasi penyelesaian CFD. Pada umumnya semakin banyak cell semakin baik akurasi penyelesaiannya, akan tetapi sebagai konsekuensinya, waktu perhitungan yang diperlukan menjadi lebih besar dan biaya yang berkaitan dengan investasi hardware harus ditingkatkan. Untuk hasil yang optimal, biasanya pembuatan mesh dilakukan tidak seragam atau *uniform*. Daerah yang memiliki gradien perubahan bentuk yang tajam, proses meshing dilakukan sangat halus dengan menggunakan *mesh control*, sedang pada daerah lainnya yang lebih luas permukaannya dibuat agak kasar.



### II.3.2. Solver

Ada 4 teknik solusi numerik berbeda yakni: *finite difference*, *finite element*, *spectral method* dan *finite volume method*. Secara umum uraian metode numerik bentuk basis solver meliputi tahap sebagai berikut :

- Aproksimasi variable aliran yang tidak diketahui dengan menggunakan fungsi sederhana
- Diskritisasi dengan subsitusi aproksimasi kedalam persamaan aliran *governing* dan diikuti manipulasi matematika
- Solusi persamaan aljabar.



Perbedaan utama antara empat solusi numerik tersebut berkaitan dengan cara ketika variable aliran di aproksimasikan dengan proses diskritisasi. Diskritisasi melibatkan subsitusi variasi aproksimasi type finite difference untuk syarat integrasi persamaan yang mewakili proses aliran seperti konveksi, difusi dan source, yaitu mengubah persamaan integral ke bentuk sistem persamaan aljabar.

Solusi persamaan aljabar dengan menggunakan metode iterasi.

- Pengintegralan persamaan pengendali aliran fluida terhadap seluruh control volume dari domain penyelesaian.
- Pendiskritan yang meliputi subsitusi berbagai pendekatan beda hingga dari suku-suku persamaan yang diintegalkan tersebut diatas yang menggambarkan proses aliran seperti konveksi, difusi, dan source. Pada tahap ini persamaan integral akan diubah menjadi persamaan aljabar.
- Penyelesaian persamaan aljabar dengan metode iterasi



Dalam tahap ini akan dilakukan perhitungan tentang model yang kita buat, secara iterasi. Semakin kecil tingkat kesalahan yang kita tentukan, maka semakin banyak iterasi yang akan dilakukan. Metode numerik yang biasa digunakan dalam teknik CFD adalah *finite volume method*.

### II.3.3. Post-processor

Dalam tahap pre – processor, hasil Solver diolah dengan menggunakan *operator – friendly interface*. Kini telah banyak hardware dan software yang memiliki kemampuan grafis yang mampu menampilkan visualisasi dari hasil yang diperoleh. Program CFX 5.4.1 mempunyai program untuk melakukan post-processor yang dilengkapi alat bantu visualisasi data multifungsi, diantaranya adalah:

- Kemampuan untuk menampilkan geometri domain dan grid
- Plot vektor
- Stream dan kontur berwarna
- Plot surface 2D dan 3D
- Manipulasi tampilan (translasi, rotasi, skala, dan lainnya)
- Output postscript berwarna

Perkembangan terbaru fasilitas yang ada adalah adanya animasi untuk tampilan hasil dinamis dan tambahan grafis terhadap seluruh hasil code trusty alphanumeric output dan memiliki fasilitas ekspor data manipulasi eksternal lanjut terhadap code. Seperti halnya pada cabang CAE yang lain, maka output grafis code CFD memiliki keunggulan dalam mengkomunikasikan ide terhadap non-specialist.



## II.4. TAHAP VALIDASI DALAM CFX

Dengan proses perhitungan pendekatan CFX melalui beberapa tahap validasi. Tahap validasi untuk mengetahui model itu sesuai dengan kenyataan dalam CFX adalah sebagai berikut :

1. *Convergence*

Pada tahap ini proses iterasi perhitungan akan selalu dikontrol dengan persamaan pengendali. Apabila hasil perhitungan belum sesuai dengan tingkat kesalahan yang telah ditentukan, maka komputasi akan terus berjalan.

2. *Grid Independence*

Besarnya jumlah cell yang kita gunakan dalam perhitungan akan menentukan keakuratan hasil yang didapat. Tetapi tidak selamanya dengan jumlah cell yang lebih banyak akan dapat menambah keakuratan hasil perhitungan. Dengan demikian pengguna dituntut untuk dapat menentukan jumlah cell yang optimum dari input geometri yang dibuat, agar waktu perhitungan tidak terlalu lama dan memori komputer yang terpakai tidak selalu besar.

3. Verifikasi hasil dengan teori atau data lain

Keakuratan hasil perhitungan dengan pendekatan CFX perlu dibandingkan dengan teori atau data-data lainnya yang telah ada sebelumnya. Sehingga hasil perhitungan tidak diragukan lagi



## II. 5. MODEL MATEMATIKA DAN ALGORITMA SOLUSI PADA CFX-SOLVER 5.4.1

### II.5.1. Persamaan Gorverning

Persamaan solver pada software CFX – 5 menggunakan persamaan Navier – Stokes dalam format kekekalan bentuk atau *conservation form*.

#### Persamaan Transport

Pada umumnya persamaan massa, momentum, dan kekekalan energi dapat ditulis sebagai berikut :

##### Persamaan Kontinuitas

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho U) = 0 \quad (2.8)$$

##### Persamaan Momentum

$$\frac{\partial \rho U}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho U \otimes U) = \nabla \cdot (-p \delta + \mu (\nabla U + (\nabla U)^T)) + S_M \quad (2.9)$$

##### Persamaan Energi

$$\frac{\partial \rho h_{hot}}{\partial t} - \frac{\partial p}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho U h_{hot}) = \nabla \cdot (\lambda \nabla T) + S_g \quad (2.10)$$

$h_{hot}$  didefinisikan sebagai entalpi total spesifik, pada beberapa kasus tertentu umum, properti variable dan aliran *compressible* diberikan dalam bentuk entalpi statik ( termodinamika ) spesifik  $h$ , yakni :

$$h_{hot} = h + \frac{1}{2} U^2 \quad (2.11)$$

dimana :

$$h = h(p, T) \quad (2.12)$$

Pada kelima persamaan diatas, terdapat tujuh variable yang tidak diketahui yakni :  $u, v, w, p, T, \rho, h$ . Variable tersebut dapat diselesaikan dengan menggunakan



bantuan *equation of state*, yang berhubungan dengan *densitas* terhadap tekanan dan temperatur, dan *constitutive equation* yang berhubungan dengan entalpi terhadap temperatur dan tekanan.

### II.5.2 Model fluida dan equation of state

Densitas fluida umum dapat dijelaskan sebagai fungsi temperatur, tekanan dan beberapa variable tambahan :

$$\rho = \rho(p, T, AV_1, AV_2, \dots, AV_n) \quad (2.13)$$

Kapasitas panas spesifik  $c_p$ , untuk fluida umum dapat dideskripsikan sebagai fungsi temperatur, tekanan dan beberapa variable tambahan :

$$c_p = c_p(p, T, AV_1, AV_2, \dots, AV_n) \quad (2.14)$$

Untuk fluida ideal, densitas didefinisikan melalui **hukum fluida ideal**. Sehingga pada software CFX 5.4.1, koefisien  $c_p$  merupakan fungsi temperatur.

$$c_p = c_p(T) \quad (2.15)$$

#### 1. Equation of State Untuk Densitas

*Equation of state* yang dimaksud adalah persamaan aljabar termodinamika untuk densitas fluida. Pada kondisi fluida ideal, hubungan dideskripsikan oleh hukum fluida ideal :

$$\rho = \frac{w(p + p_{ref})}{Ro.T} \quad (2.16)$$

Dimana  $w$  adalah verat melekular fluida, dan  $Ro$  adalah konstanta fluida umum.

Rasio panas spesifik ( $\gamma$ ), dihitung dari spesifikasi  $cp$ , dan berat molekular :

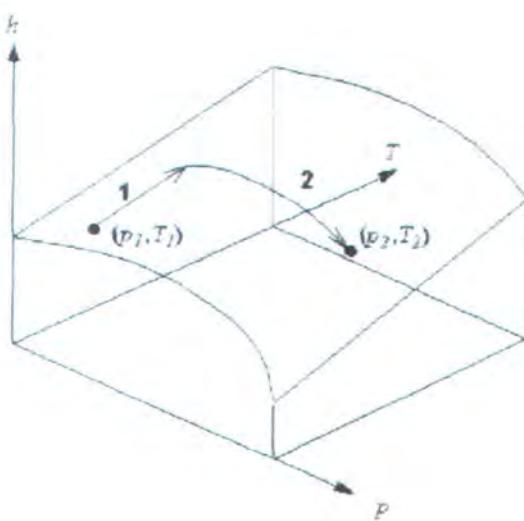
$$R = \frac{Ro}{w} \quad (2.17)$$

Dimana R adalah konstanta fluida spesifik, dan

$$\gamma = \frac{c_p}{c_p - R} \quad (2.18)$$

## 2. Equation of State Untuk Entalpi ( Persamaan Constitutive )

Persamaan *constitutive* yang dimaksud adalah persamaan aljabar termodinamika untuk entalpi fluida. Selain untuk properti fluida umum, hubungan tekanan – temperatur – entalpi dihitung tabel *property* dan integral dari turunan definisi perubahan entalpi menggunakan simbol *r* dan *cp*. Tabel *property* dibentuk menggunakan batasan *upper* dan *lower*, dan tekanan. Kemudian untuk beberapa perubahan umum, dari kondisi (  $p_1, T_1$  ) ke (  $p_2, T_2$  ) maka perubahan entalpi (  $dh$  ) dihitung dalam dua tahap yakni pertama pada tekanan konstan kemudian pada temperatur konstan.



Gambar 2.1 Arah perhitungan tekanan dan temperatur dari titik 1 ke titik 2



Perubahan entalpi total dihitung dengan menggunakan :

$$h_2 - h_1 = \int_{T_1}^{T_2} c_p dT + \int_{p_1}^{p_2} \left[ v - T_2 \left( \frac{\partial v}{\partial T} \right) \right] dp \quad (2.19)$$

Langkah pertama adalah terhadap perubahan entalpi untuk fluida ideal. Langkah kedua adalah “koreksi” yang disyaratkan pada aliran nyata. Solver pada software CFX 5.4.1 menggunakan titik interpolasi bilangan konstanta untuk membentuk tabel properti yang berisi akurasi estimasi terbaik untuk batas *upper* dan *lower*.

Jika hubungan densitas fluida didasarkan pada fluida ideal, maka perubahan entalpi statis sesuai dengan rumus :

$$h_2 - h_1 = \int_{T_1}^{T_2} c_p dT \quad (2.20)$$

Jika densitas fluida dan kapasitas panas spesifik adalah konstan maka perubahan pada entalpi statis berubah menjadi :

$$dh = c_p pT + \frac{\partial p}{\rho} \quad (2.21)$$

### 3. Konjugasi Perpindahan Panas

Software CFX 5.4.1 memiliki fasilitas untuk membuat wilayah solid, sehingga persamaan perpindahan panas dapat diselesaikan, tetapi tidak melalui aliran, dikenal sebagai perpindahan panas konjugasi dan *solid region*, secara umum sebagai *solid sub domain*. Dalam solid sub-domain, rumus kekentalan persamaan energi disederhanakan (karena tidak ada aliran didalam solid tersebut), jika konduksi hanya menggunakan bentuk perpindahan panas. Konduksi panas melalui benda solid mengikuti persamaan transport sebagai berikut :



$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho c_p T) = \nabla \cdot (\lambda \nabla T) + S_g \quad (2.22)$$

Dimana  $\rho$ ,  $c_p$  dan  $T$  adalah densitas, kapasitas panas spesifik dan konduktivitas suhu solid.

#### 4. Model Full Bouyancy

Untuk perhitungan aliran *bouyancy* dimana densitas adalah fungsi tekanan, temperatur, atau variable tambahan, maka digunakan *model full bouyancy*. *Full bouyancy* diimplementasikan dengan menambahkan source term terhadap persamaan momentum. *Source term* gaya *bouyancy* adalah fungsi variable densitas lokal.

$$S_{M.bouy} = (\rho - \rho_{ref})g \quad (2.23)$$

#### 5. Model Boussineq

Untuk aliran *bouyancy* yang bergerak akibat adanya perbedaan temperatur, maka variasi densitas dalam fluida terlalu kecil untuk mencegah pembulatan nilai *error* dalam perhitungan *source term*. Jika densitas dijaga sebagai konstanta, maka model boussineq digunakan dan *source term* diberikan oleh rumusan berikut :

$$S_{M.bouy} = (\rho - \rho_{ref})g \quad (2.24)$$

Sebagai fungsi taksiran Boussineq terhadap variasi densitas lokal didefinisikan :

$$\rho' = \rho \cdot \beta (T - T_{ref}) \quad (2.25)$$

Dimana  $\beta$  adalah *ekspansivitas thermal*,  $T_{ref}$  adalah temperatur referensi *bouyancy* dan  $\rho$  adalah konstanta densitas fluida.



### II.5.3. Boundary Condition

#### 1. Inlet ( subsonic )

- Massa dan Momentum

*Magnitude* kecepatan *inlet* ditentukan dan arah diambil normal terhadap *boundary*. Batasan arah mensyaratkan bahwa,  $D_1$ , paralel terhadap *boundary surface* normal, yang dihitung pada tiap *element face* pada *inlet boundary*.

- Komponen Kecepatan Cartesian

Komponen kecepatan *boundary* ditetapkan, dengan *non – zero resultant* kedalam domain:

$$U_{inlet} = U_{spec}j + W_{spec}k \quad (2.26)$$

- Tekanan Total

*Tekanan total* ( $p_{tot}$ ), untuk fluida *incompressible* didefinisikan sebagai

$$P_{tot} = P_{start} + \frac{1}{2} \rho U^2 \quad (2.27)$$

#### Catatan

Batas normal terhadap pilihan *boundary* adalah sama seperti pada pilihan kecepatan normal . Secara alternatif, vektor arah dapat ditentukan secara eksplisit menggunakan tiga komponen. Pada kedua kasus *boundary* aliran massa adalah suatu hasil implisit simulasi aliran.

- Laju Aliran Massa

Batas laju aliran massa, ditentukan sepanjang arah komponen. Dimana influx dihitung menggunakan rumus :



$$\rho U = \frac{m}{\int_s^* dA} \quad \text{dan} \quad \int_s^* dA \quad (2.28)$$

yang merupakan integrasi luasan *boundary surface* pada suatu mesh yang diberikan. Area tersebut berbeda dengan resolusi mesh karena resolusi mesh menentukan bagaimana *boundary surface* ditentukan.

Nilai  $\rho U$  dijaga tetap konstan diatas seluruh *boundary surface*.

#### ➤ Turbulensi

Untuk model turbulensi k- $\epsilon$  kuantitas *Inlet*, k dan  $\epsilon$  ditentukan secara langsung atau dihitung menggunakan skala distribusi pada *Inlet* dengan mengacu pada intensitas turbulensi

- Intensitas Default dan Skala panjang Autocompute

Ketika intensitas turbulensi Inlet dipilih, maka nilai diatur mendekati :

$$I = \frac{u}{U} = 0.037 \quad (2.29)$$

Dengan suatu nilai taksiran untuk aliran pipa internal. Energi turbulensi inlet dihitung menggunakan :

$$k_{inlet} = \frac{3}{2} I^2 U^2 \quad (2.30)$$

dan dissipasi turbulensi dihitung menggunakan :

$$\epsilon_{inlet} = \rho c_\mu \frac{k^2}{\mu_t} \quad (2.31)$$

dimana :

$$\mu_t = 1000 I \mu \quad (2.32)$$



- Intensitas dan Autocompute Length Scale

Intensitas turbulensi ditentukan secara langsung dan distribusi  $k$  dan  $\varepsilon$  pada perhitungan *inlet* menggunakan hubungan *Default Intensity* dan pilihan *Autocompute Length Scale*.

- Intensity dan Length Scale

Intensitas turbulensi dan length scale ditentukan pada langkah awal perhitungan. Energi kinetik turbulensi dan dissipasi dihitung menggunakan rumus

$$k_{\text{inlet}} = \frac{3}{2} I^2 U^2 \quad (2.33)$$

$$\text{dan } \varepsilon_{\text{inlet}} = \frac{k^{\frac{3}{2}}}{I_t} \quad (2.34)$$

Catatan : Baik  $k$  dan  $\varepsilon$  ditentukan secara langsung

$$k_{\text{inlet}} = k_{\text{spec}} \quad \text{dan} \quad \varepsilon_{\text{inlet}} = \varepsilon_{\text{spec}}$$

➤ Perpindahan Panas

- Temperatur Static

Temperatur *Inlet static* ditentukan dengan menggunakan rumus :

$$T_{\text{stat,inlet}} = T_{\text{spec}} \quad (2.35)$$

Aliran energi inlet mencakup *advection* dan *diffusion*,

$$Q_{\text{inlet}} = Q_{\text{advect}} + Q_{\text{diffus}} \quad (2.36)$$

Aliran energi advection merupakan fungsi entalpi total spesifik,  $h_{\text{hot}}$

$$Q_{\text{advec}} = \dot{m} h_{\text{hot}} \quad (2.37)$$



dimana  $h_{hot}$  dihitung dari entalpi statis spesifik,  $h_{hot}$ , dan kecepatan *boundary* pada *inlet*

$$h_{hot} = h_{stat} + \frac{1}{2} U^2 \quad (2.38)$$

Entalpi statis dihitung menggunakan nilai  $T_{spec}$  yang telah ditentukan, nilai boundary  $U$  dan  $p$ , dan hubungan termodinamika  $h = h(p, T)$  pada fluida. Evaluasi  $U$  tergantung pada keaslian spesifikasi momentum dan massa untuk *boundary condition*. Dan aliran energi inlet melalui *diffusi* diasumsikan dapat diabaikan untuk kondisi *advection*, dan mendekati zero

- Temperatur Total

*Boundary advection* dan *diffusion term* untuk temperatur total yang telah ditentukan, dievaluasi dengan seksama seperti pada penentuan temperatur statis kecuali temperatur statis secara dinamis dihitung dari definisi temperatur total :

$$T_{tot,inlet} = T_{spec} \quad (2.39)$$

Sedangkan untuk fluida dengan konstanta kapasitas panas :

$$T_{stat,inlet} = T_{tot,inlet} - \frac{U^2}{2c_p} \quad (2.40)$$

## 2. Outlet ( subsonic )

- Tekanan statis uniform

Tekanan statis relatif pada outlet boundary didapat sebagai berikut :

$$P_{statisoutlet} = P_{spec} \quad (2.41)$$



- Normal speed out

Magnitude kecepatan pada *outlet* ditentukan dan arah diambil normal terhadap *boundary* pada resolusi mesh

- Komponen kecepatan cartesian

Komponen kecepatan *boundary* ditetapkan, dengan *non – zero resultant* kedalam domain:

$$U_{inlet} = U_{spec} j + W_{spec} k \quad (2.42)$$

- Tekanan statis rata – rata

*Outlet relative static pressure* persamaannya adalah :

$$P_{ave} = \frac{1}{A_s} \int P dA \quad (2.43)$$

- *Mass flow rate out*

Distribusi massa didaerah *outlet* ditentukan oleh aliran total massa yang dinyatakan dalam persamaan :

$$\dot{m} = \rho A F \quad (2.44)$$

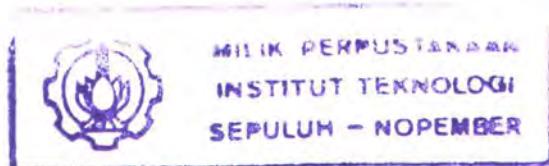
### 3. Wall

- No Slip ( Stationary )

Kecepatan fluida pada *wall boundary* diatur mendekati nol, sehingga *boundary condition* untuk kecepatan menjadi :

$$U_{wall} = 0 \quad (2.45)$$

Dalam kasus ini komponen kecepatan paralel terhadap *wall*, memiliki nilai *finite* ( yang dihitung ), tetapi normal terhadap Wall, dan *wall shear stress*, diatur mendekati nol.





- No Slip ( Moving )

Untuk kasus ini, fluida pada wall boundary bergerak pada kecepatan yang sama Wall. Sehingga, boundary condition :

$$U_{wall} = U_{spec} i + V_{spec} j + W_{spec} k \quad (2.46)$$

- Temperatur Statis

Temperatur statis ditentukan pad *wall boundary* :

$$T_{stat,wall} = T_{spec} \quad (2.47)$$

- Heat Flux

*Heat flux* pada *wall boundary* ditetap sebagai :

$$q_{wall} = q_{spec} \quad (2.48)$$

Koefisien perpindahan panas *Heat flux* pada dinding *Wall boundary* dihitung menggunakan :

$$q_w = h_c (T_s - T_p) \quad (2.49)$$

dimana  $h_c$  adalah koefisien perpindahan panas pada sisi dalam ( telah ditentukan ),  $T_s$  adalah temperatur *outside* ( yakni *outside* domain fluida ) dan  $T_p$  adalah temperatur pada *internal near – wall boundary element*.

## **BAB III**

### **METODOLOGI**

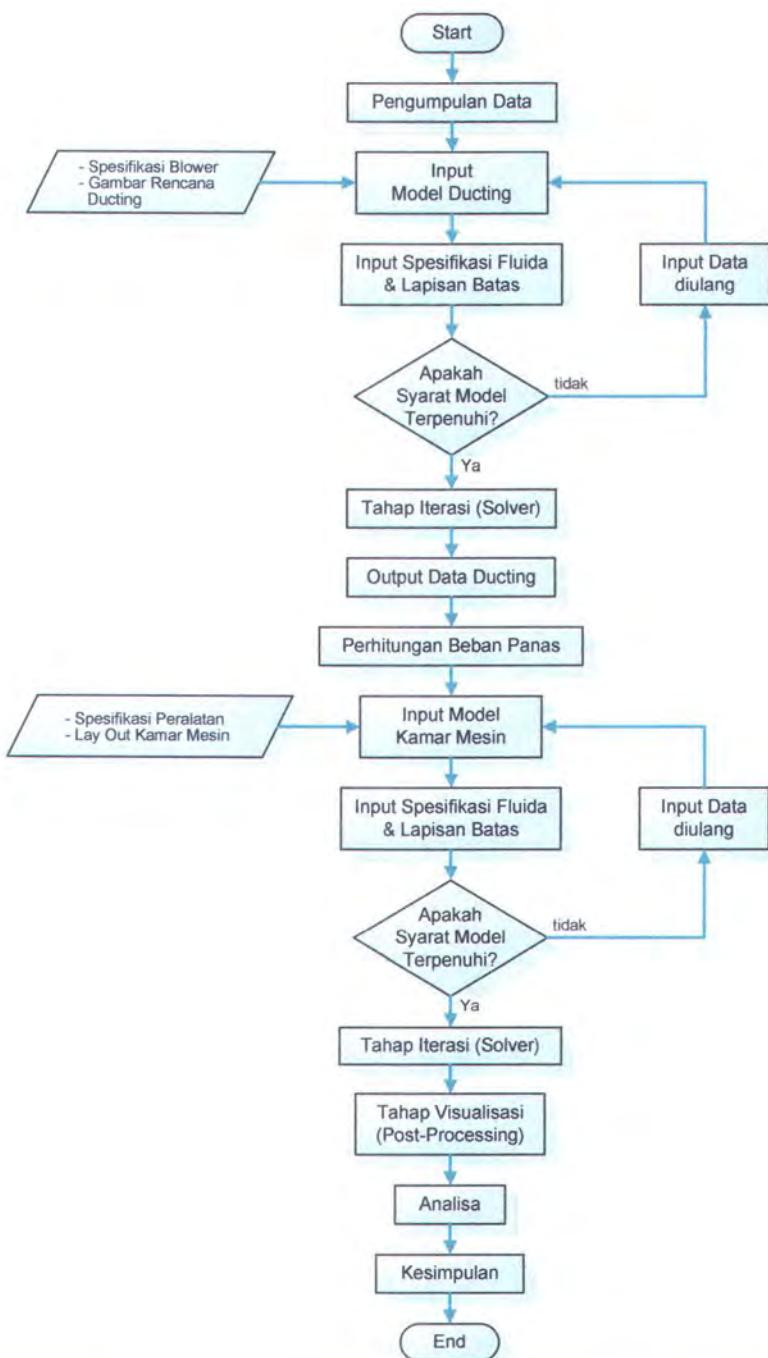
*"The things we have to learn before we can do them, we learn by doing them"*

ARISTOTLE

## BAB III

### METODOLOGI

Metode Penelitian berisi uraian rincian desain, metode dan pendekatan yang akan digunakan. Berikut adalah flowchart metode penelitian yang digunakan:





### III.1. RENCANA EKSPERIMENT

Pemodelan untuk menganalisa aliran udara pada kamar mesin perlu dilakukan perencanaan awal. Tujuannya adalah untuk efisiensi waktu dan mengoptimalkan hasil percobaan.

Percobaan untuk menganalisa aliran fluida dengan menggunakan pendekatan CFD dilakukan dengan dua tahap, hal ini dilakukan untuk efisiensi waktu. Pemodelan pertama adalah untuk menganalisa aliran dalam saluran ducting untuk mendapatkan nilai output dari ujung-ujung ducting, nilai output yang akan diambil antara lain adalah kecepatan udara pada ujung ducting, kapasitas, tekanan di ujung-ujung saluran ducting. Input dari pemodelan pertama ini adalah dari data kapasitas blower dan bentuk geometri dari sistem saluran udara.

Pemodelan kedua adalah untuk menganalisa aliran fluida pada kamar mesin, input dari pemodelan kedua adalah nilai panas dari tiap peralatan yang telah dihitung sebelumnya, bentuk geometri kamar mesin dan nilai output dari pemodelan utama. Hasil keluaran (visualisation) dari pemodelan kedua inilah yang akan menjadi pokok bahasan dari penelitian. Variabel yang akan diambil pada output percobaan kedua ini adalah temperatur, tekanan, dan kecepatan udara pada kamar mesin, Variabel ini berupa data-data numerik (angka) dan berupa tampilan gambar yang menjelaskan variabel itu.

### III.2. PERCOBAAN PEMODELAN SALURAN UDARA

Percobaan pemodelan saluran udara ini dilakukan untuk mengetahui kapasitas, kecepatan dan tekanan udara pada saat keluar dari ujung-ujung vent



duct. Percobaan menggunakan software CFX 5.4.1 dilakukan dalam 3 tahap, yaitu: pre-processor, Solver, Post-processor. Dalam tahap awal, yaitu pre-processor masukan data dalam sub-bagiannya terdiri dari beberapa langkah. Berikut adalah langkah-langkah yang harus dilakukan dalam penyelesaian tahap pre-processor:

1. Geometry Modeling
2. Fluid Domains
3. Boundary Conditions
4. Initial Conditions
5. Meshing
6. Solver Control
7. Definition File

Dibawah ini akan diberikan batasan masalah dan masukan data untuk digunakan dalam langkah penggerjaan pada pre-processor (CFX Build):

### **1. Geometry Modeling**

Dalam langkah ini yang perlu dilakukan adalah memodelkan saluran udara secara grafis yang telah disediakan di CFX-Build. Pembuatan geometri pada CFX-build dapat dibuat secara langsung maupun diimpor dari program CAD yang lainnya seperti PATRAN, UNIGRAPHICS, CATIA, PRO/ENGINEER dan lainnya. Satuan yang digunakan pada pembuatan model ini adalah kilogram untuk satuan berat, meter untuk satuan panjang, detik untuk satuan waktu dan kelvin untuk satuan temperatur. Penentuan satuan ini akan berpengaruh terhadap pembuatan meshing nantinya.



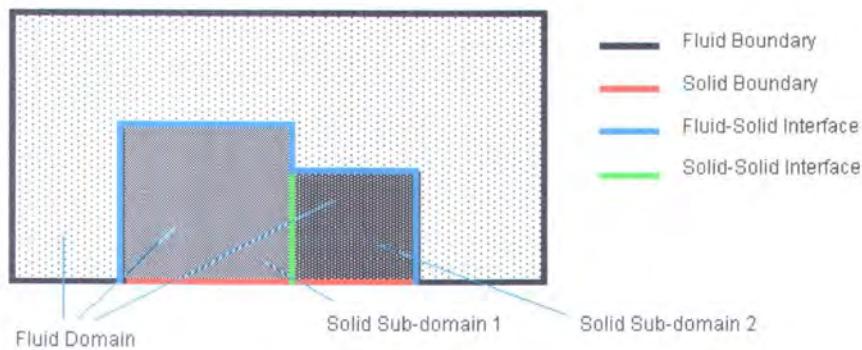
## 2. Fluid Domains

Fluid domain digunakan untuk menentukan pemodelan fisik untuk analisa dalam CFD, menentukan jenis fluida yang digunakan dalam percobaan (jika fluida lebih dari satu, menentukan bagaimana interaksinya), menentukan geometri volume pada fluida dan daerah kerjanya, juga menentukan sub-domain fluida. Berikut adalah data data yang dimasukkan dalam fluid domain:

```
LIBRARY:  
  MATERIAL: Air at STP Modified  
    Option = Pure Substance  
  PROPERTIES:  
    Density Depends On = T  
    Option = General Fluid  
    Density = 1.284 [kg m^-3]  
    Dynamic Viscosity = 1.725E-5 [kg m^-1 s^-1]  
    Specific Heat Capacity = 1.0038E3 [J kg^-1 K^-1]  
    Thermal Conductivity = 2.428E-2 [W m^-1 K^-1]  
    Thermal Expansivity = 3.67E-3 [K^-1]  
    Minimum Temperature = 2. [C]  
    Maximum Temperature = 1.E2 [C]  
  END # PROPERTIES  
END # MATERIAL Air at STP Modified  
  
END # LIBRARY  
  
SIMULATION TYPE:  
  Option = Steady State  
END # SIMULATION TYPE  
  
DOMAIN: damperselesai2  
  Coord Frame = Coord 0  
  Fluids List = Air at STP Modified  
DOMAIN MODELS:  
  DOMAIN MOTION:  
    Option = Stationary  
  END # DOMAIN MOTION  
  BUOYANCY MODEL:  
    Option = Buoyant  
    Gravity X Component = 0.00 [m s^-2]  
    Gravity Y Component = 0.00 [m s^-2]  
    Gravity Z Component = -9.8 [m s^-2]  
    Buoyancy Reference Temperature = 2. [C]  
  END # BUOYANCY MODEL  
  REFERENCE PRESSURE:  
    Reference Pressure = 1.013E5 [Pa]  
  END # REFERENCE PRESSURE  
END # DOMAIN MODELS  
  
FLUID MODELS:  
  TURBULENCE MODEL:  
    Option = k epsilon  
  END # TURBULENCE MODEL  
  HEAT TRANSFER MODEL:  
    Option = Thermal Energy  
  END # HEAT TRANSFER MODEL  
END # FLUID MODELS
```

### 3. Boundary Conditions

Boundary conditions digunakan untuk menspesifikasi properti dan kondisi fluida pada surfaces dari fluid domain juga sub-domainnya, dan diperlukan untuk mendefinisikan simulasi alirannya. Tipe tipe dari boundary condition adalah fluid boundary, solid boundary, fluid-solid interface, dan solid-solid interface. Gambar 3.1 menjelaskan bagaimana cara menentukan boundary condition:



Gambar 3.1 Cara menentukan boundary condition

Untuk percobaan saluran udara terdapat sebelas boundary condition, berikut adalah data data yang dimasukkan pada form boundary condition pada CFX-Build:

```
BOUNDARY: blower
    Boundary Type = INLET
    Coord Frame = Coord 0
    BOUNDARY CONDITIONS:
        FLOW REGIME:
            Option = Subsonic
        END # FLOW REGIME
        MASS AND MOMENTUM:
            Option = Normal Speed
            Normal Speed = 1.01E1 [m s^-1]
        END # MASS AND MOMENTUM
        TURBULENCE:
            Option = Default Intensity and Autocompute Length Scale
        END # TURBULENCE
        HEAT TRANSFER:
            Option = Static Temperature
            Static Temperature = 3.2E1 [C]
        END # HEAT TRANSFER
    END # BOUNDARY CONDITIONS
END # BOUNDARY blower
```



```
BOUNDARY: pembelok
Boundary Type = WALL
Coord Frame = Coord 0
BOUNDARY CONDITIONS:
    WALL INFLUENCE ON FLOW:
        Option = No Slip
    END # WALL INFLUENCE ON FLOW
    WALL ROUGHNESS:
        Option = Smooth Wall
    END # WALL ROUGHNESS
    HEAT TRANSFER:
        Option = Adiabatic
    END # HEAT TRANSFER
END # BOUNDARY CONDITIONS
END # BOUNDARY pembelok

BOUNDARY: kbawah
Boundary Type = OUTLET
Coord Frame = Coord 0
BOUNDARY CONDITIONS:
    FLOW REGIME:
        Option = Subsonic
    END # FLOW REGIME
    MASS AND MOMENTUM:
        Option = Static Pressure
        Relative Pressure = 0.00 [Pa]
    END # MASS AND MOMENTUM
END # BOUNDARY CONDITIONS
END # BOUNDARY kbawah

BOUNDARY: plgujung
Boundary Type = OUTLET
Coord Frame = Coord 0
BOUNDARY CONDITIONS:
    FLOW REGIME:
        Option = Subsonic
    END # FLOW REGIME
    MASS AND MOMENTUM:
        Option = Static Pressure
        Relative Pressure = 0.00 [Pa]
    END # MASS AND MOMENTUM
END # BOUNDARY CONDITIONS
END # BOUNDARY plgujung

BOUNDARY: sblujung
Boundary Type = OUTLET
Coord Frame = Coord 0
BOUNDARY CONDITIONS:
    FLOW REGIME:
        Option = Subsonic
    END # FLOW REGIME
    MASS AND MOMENTUM:
        Option = Static Pressure
        Relative Pressure = 0.00 [Pa]
    END # MASS AND MOMENTUM
END # BOUNDARY CONDITIONS
END # BOUNDARY sblujung

BOUNDARY: slblawah
Boundary Type = OUTLET
Coord Frame = Coord 0
BOUNDARY CONDITIONS:
    FLOW REGIME:
        Option = Subsonic
    END # FLOW REGIME
    MASS AND MOMENTUM:
        Option = Static Pressure
        Relative Pressure = 0.00 [Pa]
    END # MASS AND MOMENTUM
END # BOUNDARY CONDITIONS
END # BOUNDARY slblawah
```



```
BOUNDARY: bknkembar
Boundary Type = OUTLET
Coord Frame = Coord 0
BOUNDARY CONDITIONS:
FLOW REGIME:
    Option = Subsonic
END # FLOW REGIME
MASS AND MOMENTUM:
    Option = Static Pressure
    Relative Pressure = 0.00 [Pa]
END # MASS AND MOMENTUM
END # BOUNDARY CONDITIONS
END # BOUNDARY bknkembar

BOUNDARY: kmesininduk
Boundary Type = OUTLET
Coord Frame = Coord 0
BOUNDARY CONDITIONS:
FLOW REGIME:
    Option = Subsonic
END # FLOW REGIME
MASS AND MOMENTUM:
    Option = Static Pressure
    Relative Pressure = 0.00 [Pa]
END # MASS AND MOMENTUM
END # BOUNDARY CONDITIONS
END # BOUNDARY kmesininduk

BOUNDARY: atas1
Boundary Type = OUTLET
Coord Frame = Coord 0
BOUNDARY CONDITIONS:
FLOW REGIME:
    Option = Subsonic
END # FLOW REGIME
MASS AND MOMENTUM:
    Option = Static Pressure
    Relative Pressure = 0.00 [Pa]
END # MASS AND MOMENTUM
END # BOUNDARY CONDITIONS
END # BOUNDARY atas1

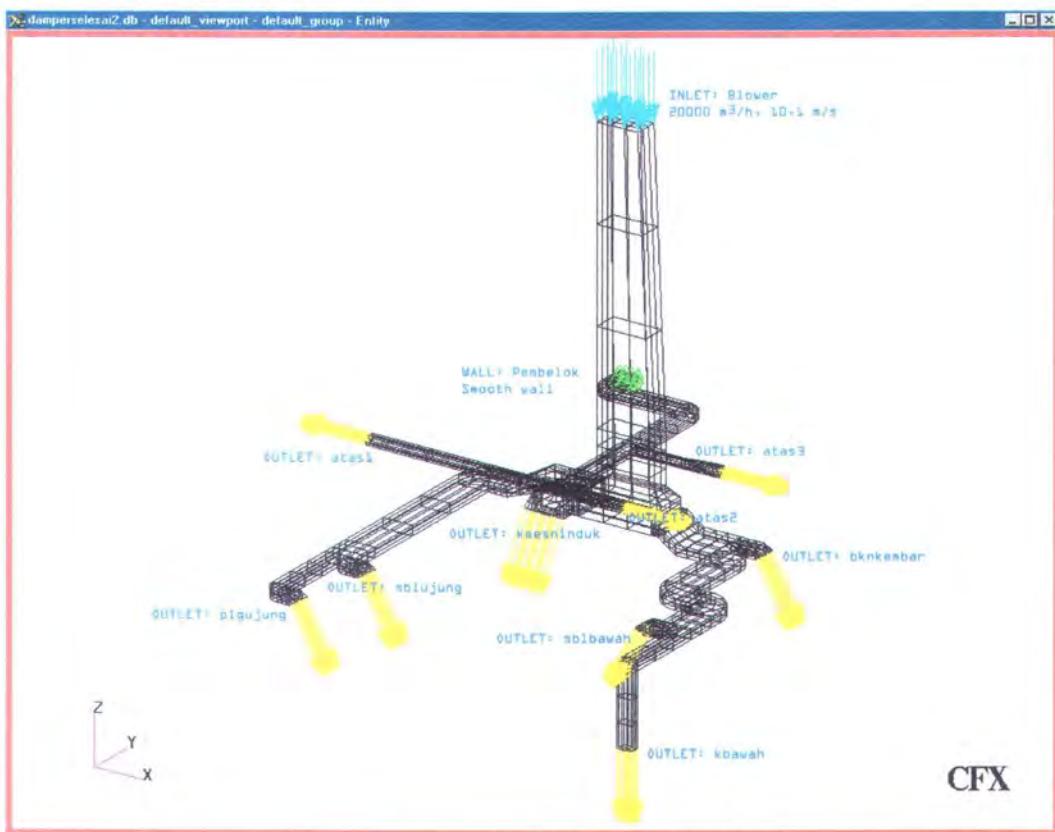
BOUNDARY: atas2
Boundary Type = OUTLET
Coord Frame = Coord 0
BOUNDARY CONDITIONS:
FLOW REGIME:
    Option = Subsonic
END # FLOW REGIME
MASS AND MOMENTUM:
    Option = Static Pressure
    Relative Pressure = 0.00 [Pa]
END # MASS AND MOMENTUM
END # BOUNDARY CONDITIONS
END # BOUNDARY atas2

BOUNDARY: atas3
Boundary Type = OUTLET
Coord Frame = Coord 0
BOUNDARY CONDITIONS:
FLOW REGIME:
    Option = Subsonic
END # FLOW REGIME
MASS AND MOMENTUM:
    Option = Static Pressure
    Relative Pressure = 0.00 [Pa]
END # MASS AND MOMENTUM
END # BOUNDARY CONDITIONS
END # BOUNDARY atas3
```



```
BOUNDARY: Default
Boundary Type = WALL
Coord Frame = Coord 0
BOUNDARY CONDITIONS:
    WALL INFLUENCE ON FLOW:
        Option = No Slip
    END # WALL INFLUENCE ON FLOW
    WALL ROUGHNESS:
        Option = Smooth Wall
    END # WALL ROUGHNESS
    HEAT TRANSFER:
        Option = Adiabatic
    END # HEAT TRANSFER
END # BOUNDARY CONDITIONS
END # BOUNDARY Default
```

Gambar 3.2 akan menampilkan hasil gambar yang telah diperoleh dari geometri modeling, fluid domain yang telah dibuat. Gambar 3.2 juga menampilkan boundary condition yang terdapat pada geometri saluran udara yang telah dibuat:



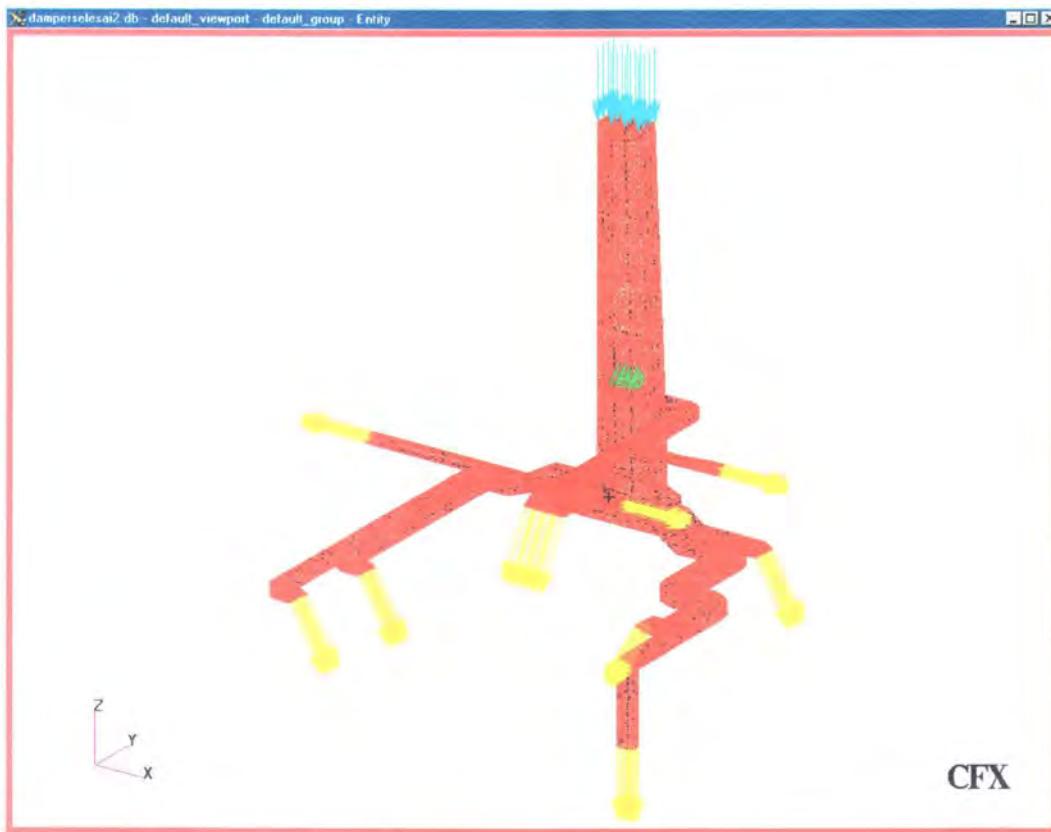
Gambar 3.2 hasil dari geometry modeling, fluid domains, dan boundary condition.

#### 4. Initial Conditions

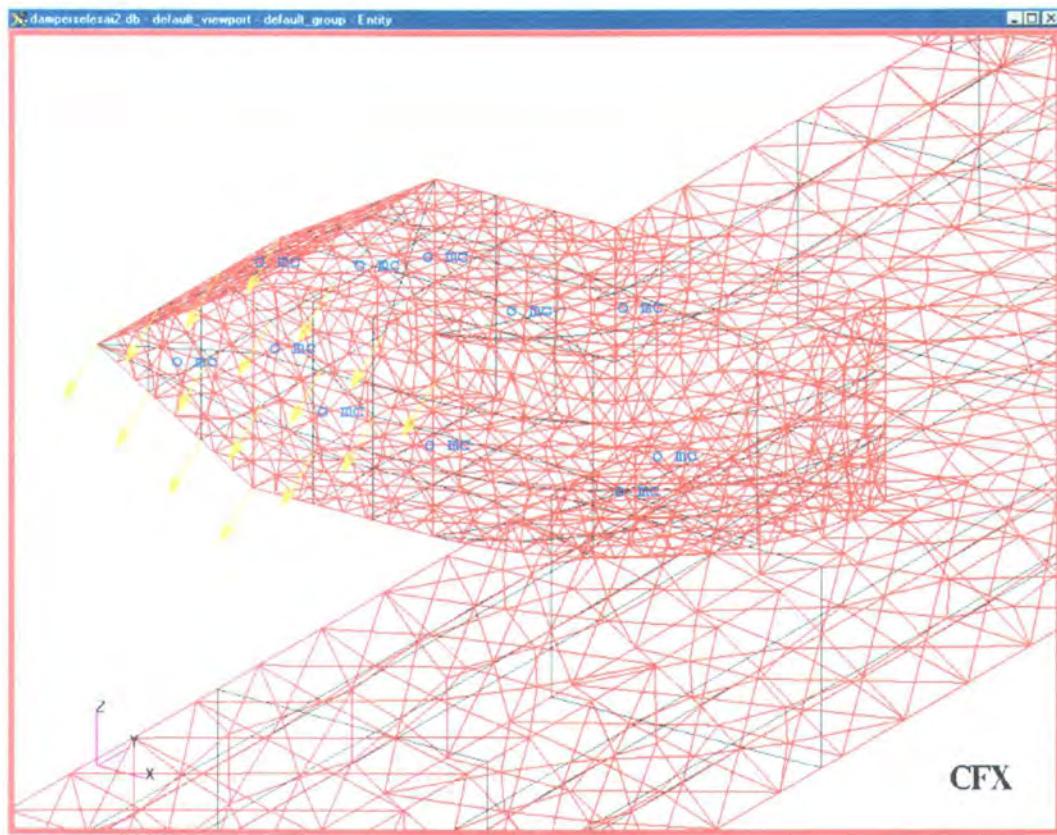
Initial condition adalah input kondisi awal yang dimasukkan pada perhitungan (steady state atau transient). Input initial condition ini akan mempengaruhi iterasi, karena jika initial condition di set manual, maka kondisi awal bukanlah nol. Pada percobaan ini initial condition di set all automatic.

#### 5. Meshing

Pembuatan mesh adalah proses discretisasi ruang dari model CFD. Meshing ini akan sangat mempengaruhi waktu iterasi pada Solver. Meshing yang optimal adalah kurang lebih satu sampai lima peren dari ukuran maksimal model, sedang untuk ukuran yang lebih kecil dapat diberikan mesh control agar tidak mengurangi akurasi perhitungan. Berikut adalah hasil meshing dari model:



Gambar 3.3 Meshing saluran udara starboard



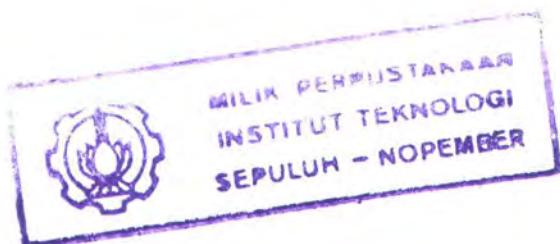
Gambar 3.4 Mesh control pada ujung ducting

## 6. Solver Control

Pada tahap Solver Control, user dapat menentukan step iterasi yang akan dilakukan pada Solver. Step ini akan mempengaruhi lama dari solver dalam melakukan perhitungan. Pada percobaan saluran udara ini step yang digunakan adalah 30 dengan timescale automatic..

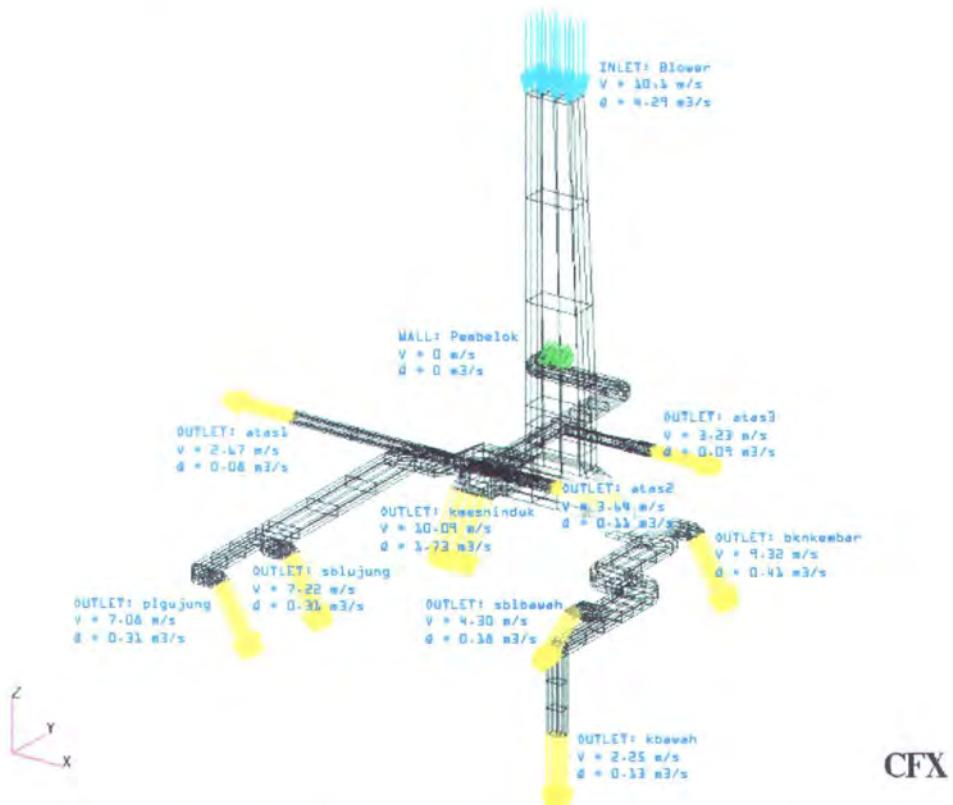
## 7. Definition File

Tahap Definition File berisi semua informasi yang diperlukan oleh Solver untuk mendefinisikan simulasi CFD. Tahap ini juga mendeteksi kesalahan input yang terdapat pada model sebelum dimasukkan ke Solver.





Setelah Definition File selesai, maka proses yang selanjutnya adalah tahap Solver, dimana proses perhitungan dilakukan oleh komputer. Hasil dari Solver ini akan berupa file result (.res) yang dapat dibuka melalui CFX-Visualise. Pada tahap inilah hasil dapat diketahui. Bentuk hasil percobaan dapat berupa gambar(visual) atau berupa data-data numerik, data-data numerik dari hasil percobaan dapat dilihat pada lampiran. Berikut adalah hasil data kecepatan tiap-tiap ujung ducting dari percobaan:



Gambar 3.5 Velocity dan kapasitas tiap ujung ducting starboard

Hasil output dari percobaan ini akan menjadi salah satu input pada Percobaan analisa udara pada kamar mesin. Input lainnya adalah data velocity dari ducting portside kamar mesin, dimana langkah-langkah yang harus dilakukan sama dengan langkah-langkah yang dikerjakan pada pemodelan ducting starboard,



yang berbeda adalah input geometri yang berbeda dari ducting portside. Pemodelan geometri dan data hasil percobaan ducting portside, meliputi kecepatan dan pressure dari tiap ujung ducting dapat dilihat pada lampiran.

### III.3. PERHITUNGAN BEBAN PANAS PADA KAMAR MESIN

Beban panas adalah banyaknya panas yang terjadi dalam suatu ruangan pada waktu tertentu. Pada dasarnya beban panas yang terjadi pada kamar mesin diakibatkan oleh sumber panas yang terdapat dalam kamar mesin dan sumber panas yang berasal dari luar kamar mesin.

#### III.3.1. Beban Panas dari Dalam Kamar Mesin

Beban panas dari dalam kamar mesin dibebaskan oleh:

- ✓ Main Engine
- ✓ Auxiliary Engine
- ✓ Peralatan yang digerakkan oleh motor listrik
- ✓ Penerangan
- ✓ Orang yang berada dalam kamar mesin

Berikut adalah perhitungan untuk masing masing beban panas:

##### 1. Beban panas yang dibebaskan Main Engine

Data mesin induk yang digunakan pada kapal KM. WILIS adalah sebagai berikut:

Type : MAK M20

Jumlah silinder : 8 Cylinders



Daya : 1200 kW (1609,2 HP)

SFOC : 197 gr/kW.h = 146 gr/HP

Panas yang dibebaskan oleh Main engine dapat dihitung dengan persamaan:

$$Q = 0,02 \cdot N_e \cdot g_c \cdot Q_t$$

Dimana  $N_e$  = Daya Main Engine, HP

$g_c$  = Specific fuel oil consumpsion, kg/HP.hr

$Q_t$  = Caloric value of fuel (DO = 10100 kkal/kg)

$$Q = 0,02 \cdot 1608,57 \cdot 0,147 \cdot 10100$$

$$= 47764,87 \text{ kkal/hari}$$

Jadi panas yang dibebaskan oleh satu buah Main Engine adalah sebesar 47764,87 kkal/hari, karena Main engine yang terdapat pada KM. Wilis adalah 2 buah dan mempunyai daya yang sama, maka Main engine yang lain juga mengeluarkan panas sebesar 47764,87 kkal/hari.

## 2. Beban panas yang dibebaskan oleh motor listrik

Motor listrik yang menjadi sumber tenaga dari peralatan akan membebaskan panas ketika bekerja, panas yang dibebaskan oleh motor listrik dapat dihitung dengan persamaan:

$$Q = 864 \cdot N \cdot \frac{1 - \eta}{\eta}$$

Dimana  $N$  = Daya motor, HP



$\eta$  = efisiensi motor, dimana efisiensi motor adalah:

Daya motor	efisiensi
$\leq 0,125$	0,5
$0,167 \leq 0,25$	0,6
$0,25 < 2$	0,7
$2 \leq 10$	0,85
$10 <$	0,9

Tabel 3.1 perbandingan daya motor dan efisiensi

- Sea water cooling pump for ME Starboard

$$Q = 864.10,06 \cdot \frac{1-0,9}{0,9}$$

$$= 965,52 \text{ kkal/hari} = 46,746 \text{ Watt}$$

Dalam tabel 3.2 dapat dilihat beban panas yang dibebaskan oleh tiap-tiap peralatan yang digerakkan oleh motor listrik (data peralatan dapat dilihat pada lampiran).

code	Peralatan	Daya		$\eta$	Beban Panas		
		kW	HP		kkal/hari	kall/sec	watt
31,3	Sea water cooling pump for ME SS	7,5	10,06	0,90	965,52	11,175	46,746
31,4	Sea water cooling pump for ME SS	7,5	10,06	0,90	965,52	11,175	46,746
15,1	Starting air compressor	5,5	7,38	0,85	1124,55	13,016	54,445
15,2	Starting air compressor	5,5	7,38	0,85	1124,55	13,016	54,445
15,3	Starting air compressor	5,5	7,38	0,85	1124,55	13,016	54,445
37,2	Fresh cooling water pump for ME	5,5	7,38	0,85	1124,55	13,016	54,445
42,1	Fuel oil transfer pump	2,2	2,95	0,85	449,82	5,206	21,778
42,2	Fuel oil transfer pump	2,2	2,95	0,85	449,82	5,206	21,778
34	Sea cooling water pump AC unit	0,7	0,94	0,70	347,59	4,023	16,829
31,2	Sea cooling water pump for ME PS	7,5	10,06	0,90	965,52	11,175	46,746
31,1	Sea cooling water pump for ME PS	7,5	10,06	0,90	965,52	11,175	46,746
37,1	Fresh cooling water pump for ME	5,5	7,38	0,85	1124,55	13,016	54,445
24,1	Bilge & ballast pump	7,5	10,06	0,90	965,52	11,175	46,746
27	Bilge water separator with pump	1,1	1,48	0,70	546,21	6,322	26,445

Tabel 3.2 Panas yang dikeluarkan oleh peralatan



### 3. Beban panas akibat radiasi matahari

Beban panas yang terjadi akibat radiasi matahari dapat dihitung dengan menggunakan persamaan

$$Q = U \cdot A \cdot t_e$$

Dimana  $U$  = koefisien perpndahan panas

(plat vertical = 0,79 Btu/hr. ft<sup>2</sup>.°F)

$A$  = Luas permukaan, ft<sup>2</sup> (4,85 m<sup>2</sup> = 52,2 ft<sup>2</sup>)

$t_e$  = efficient temperature difference across boundary

Surface	Single Boundary	Multi Boundary
Horizontal steel deck, °F	145	130
Vertical steel deck, °F	125	115

Tabel 3.3  $t_e$  pada steel deck

$$Q = 0,79 \cdot 52,2 \cdot 125$$

$$= 5154,75 \text{ Btu/hr} = 62,889 \text{ W}$$

Beban panas yang terjadi akibat radiasi matahari adalah sebesar 62,889 W atau sebesar 12,96 W/m<sup>2</sup>.

### III.4. PERCOBAAN PEMODELAN KAMAR MESIN

Percobaan pemodelan kamar mesin ini dilakukan untuk mengetahui distribusi temperatur, tekanan, dan kecepatan udara di dalam kamar mesin. Hasil percobaan ini juga dapat mengetahui arah aliran udara pada kamar mesin. Sama seperti halnya percobaan saluran udara, Percobaan pemodelan kamar mesin menggunakan software CFX 5.4.1 juga dilakukan dalam 3 tahap, yaitu: pre-processor, Solver, Post-processor.



### III.4.1.Pre-Processor

Dalam tahap pre-processor masukan data dalam sub-bagiannya terdiri dari beberapa langkah. Berikut adalah langkah-langkah yang harus dilakukan dalam penyelesaian tahap pre-processor:

- ✓ Geometry Modeling
- ✓ Fluid Domains
- ✓ Boundary Conditions
- ✓ Initial Conditions
- ✓ Meshing
- ✓ Solver Control
- ✓ Definition File

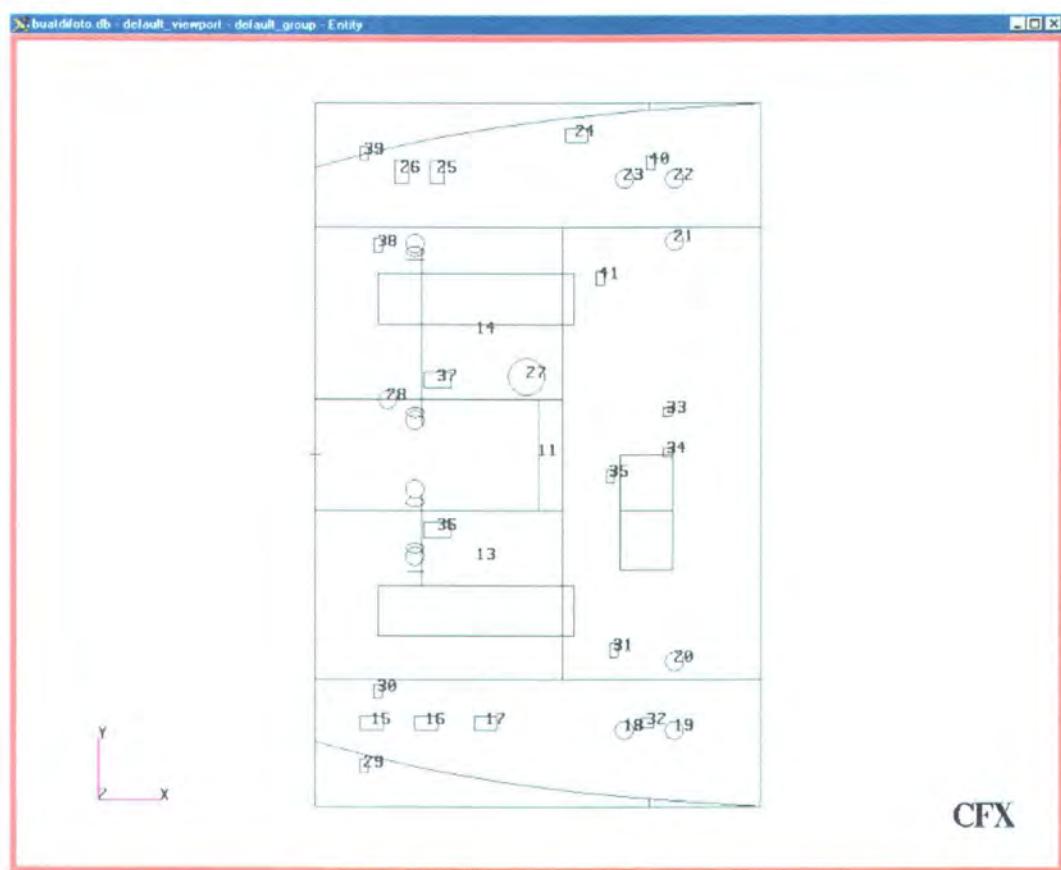
Dibawah ini akan diberikan batasan masalah dan masukan data untuk digunakan dalam langkah penggerjaan pada pre-processor (CFX Build):

#### 1. **Geometry Modeling**

Dalam langkah ini yang perlu dilakukan adalah memodelkan geometri dari kamar mesin secara grafis. Pembuatan geometri pada CFX-build dapat dibuat secara langsung maupun diimpor dari program CAD yang lainnya seperti PATRAN, UNIGRAPHICS, CATIA, PRO/ENGINEER dan lainnya. Dalam penggerjaan pemodelan ini perlu diperhatikan satuan yang dipergunakan karena penentuan satuan ini akan berpengaruh terhadap pembuatan meshing nantinya. Untuk satuan berat yang digunakan adalah kilogram (kg), satuan panjang adalah meter (m), satuan waktu adalah detik (s), dan satuan yang digunakan untuk temperatur adalah kelvin (k).



Berikut adalah hasil pemodelan geometri kamar mesin yang dapat beserta peralatan yang berada di dalamnya:



Gambar 3.6 Geometri Kamar mesin beserta peralatannya

Keterangan Gambar:

- |                                   |                                     |
|-----------------------------------|-------------------------------------|
| 11. Engine Room Geometry          | 27. Bilge water separator with pump |
| 13. Main Engine (Starboard)       | 28. Bilge & ballast pump            |
| 14. Main Engine (Portside)        | 29. Ducting outlet SS: plgujung     |
| 15. Starting air compressor       | 30. Ducting outlet SS: sblujung     |
| 16. Starting air compressor       | 31. Ducting outlet SS: sblawah      |
| 17. Starting air compressor       | 32. Ducting outlet SS: kbawah       |
| 18. Sea cooling waterpump M/E     | 33. Ducting outlet PS: kembarkiri   |
| 19. Sea cooling waterpump M/E     | 34. Ducting outlet PS: kembarkan    |
| 20. Fresh cooling waterpump M/E   | 35. Ducting outlet SS: bkn kembar   |
| 21. Fresh cooling waterpump M/E   | 36. Ducting outlet SS: kmesininduk  |
| 22. Sea cooling waterpump M/E     | 37. Ducting outlet PS: kmsninduk    |
| 23. Sea cooling waterpump M/E     | 38. Ducting outlet PS: sblujung     |
| 24. Sea cooling waterpump AC unit | 39. Ducting outlet PS: plgujung     |
| 25. FO transfer pump              | 40. Ducting outlet PS: kbawah       |
| 26. FO transfer pump              | 41. Ducting outlet PS: sblawah      |



## 2. Fluid Domains

Fluid domain digunakan untuk menentukan pemodelan fisik untuk analisa dalam CFD (steady state atau transient), menentukan jenis fluida yang digunakan dalam percobaan (jika fluida lebih dari satu, menentukan bagaimana interaksinya), pada pemodelan kamar mesin ini input yang dimasukkan adalah variabel untuk udara. Fungsi lain dari fluid domains adalah menentukan geometri volume pada fluida dan daerah kerjanya, juga menentukan sub-domain fluida. Berikut adalah data data yang dimasukkan dalam fluid domain:

```
LIBRARY:  
  MATERIAL: Air at STP Modified  
    Option = Pure Substance  
  PROPERTIES:  
    Density Depends On = T  
    Option = General Fluid  
    Density = 1.284 [kg m^-3]  
    Dynamic Viscosity = 1.725E-5 [kg m^-1 s^-1]  
    Specific Heat Capacity = 1.0038E3 [J kg^-1 K^-1]  
    Thermal Conductivity = 2.428E-2 [W m^-1 K^-1]  
    Thermal Expansivity = 3.67E-3 [K^-1]  
    Minimum Temperature = 2. [C]  
    Maximum Temperature = 4.E2 [C]  
  END # PROPERTIES  
  END # MATERIAL Air at STP Modified  
  
END # LIBRARY  
  
SIMULATION TYPE:  
  Option = Steady State  
END # SIMULATION TYPE  
  
DOMAIN: ERkerja  
  Coord Frame = Coord 0  
  Fluids List = Air at STP Modified  
DOMAIN MODELS:  
  DOMAIN MOTION:  
    Option = Stationary  
  END # DOMAIN MOTION  
  BUOYANCY MODEL:  
    Option = Buoyant  
    Gravity X Component = 0.00 [m s^-2]  
    Gravity Y Component = 0.00 [m s^-2]  
    Gravity Z Component = -9.8 [m s^-2]  
    Buoyancy Reference Temperature = 2. [C]  
  END # BUOYANCY MODEL  
  REFERENCE PRESSURE:  
    Reference Pressure = 1.013E5 [Pa]  
  END # REFERENCE PRESSURE  
END # DOMAIN MODELS
```

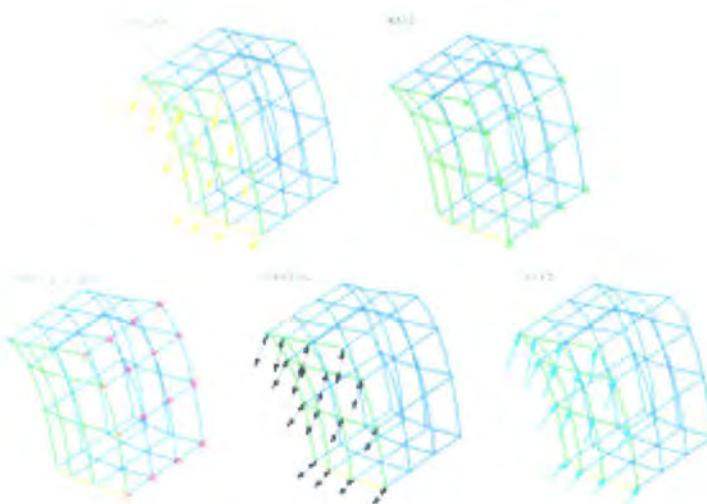


### 3. Boundary Conditions

Boundary conditions digunakan untuk menspesifikasi properti dan kondisi fluida pada surfaces dari fluid domain juga sub-domainnya. Pada fluid boundary terdapat lima tipe kondisi, yaitu:

- Inlet, fluida dibatasi untuk masuk ke daerah analisa saja.
- Outlet, fluida dibatasi untuk keluar dari daerah analisa saja.
- Opening, fluida dapat keluar atau masuk ke daerah analisa.
- Wall, batas yang tak dapat ditembus aliran fluida.
- Periodic pair, fluida dapat mengalir dari satu boundary condition ke lainnya.

Berikut adalah simbol-simbol yang digunakan untuk menggambarkan lima boundary condition diatas:



Gambar 3.7 simbol-simbol pada boundary conditions

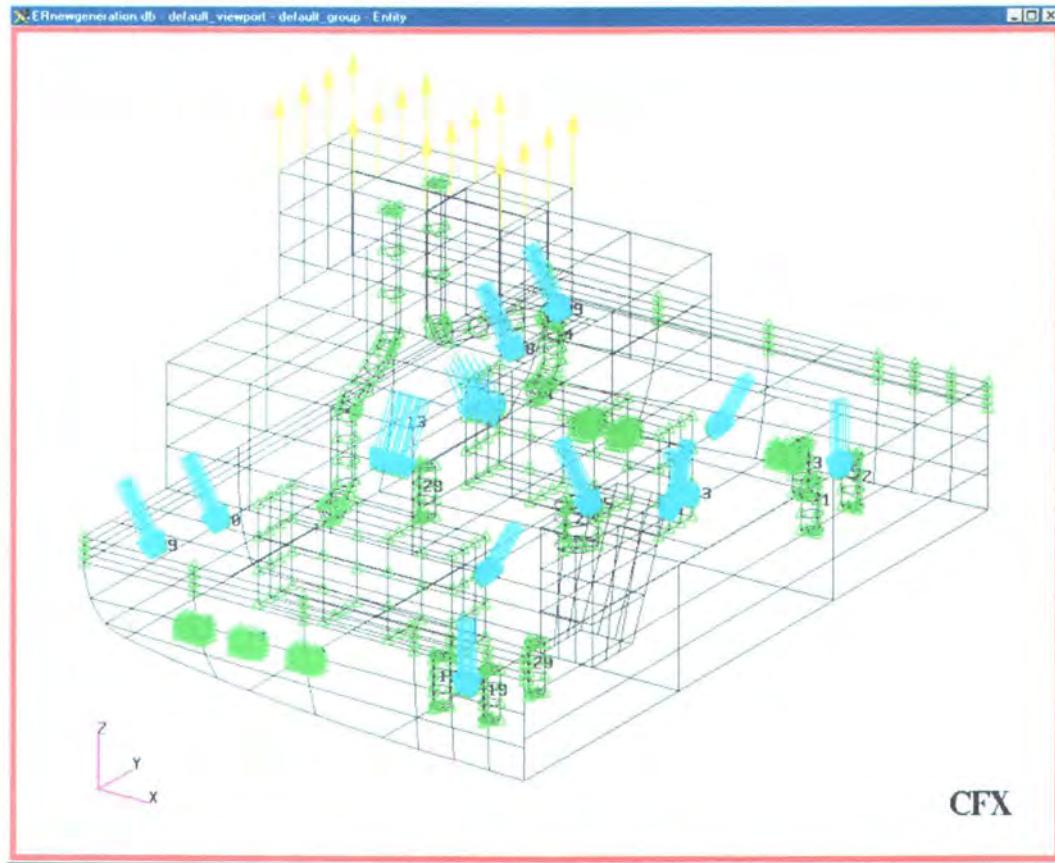


Dalam pemodelan ini boundary condition digunakan untuk menginput data kecepatan dari outlet ducting dan juga besar kalor yang dikeluarkan oleh peralatan dan tipe boundary nya. Input data pada boundary conditions dapat dilihat pada tabel 3.4.

Nomor	Nama Boundary	Type	Keterangan	Input data
11	Engine Room	WALL	Geometri kamar mesin	
13	ME SS	WALL	Mesin Induk Starboard	$Q = 75 \text{ W/m}^2$
14	ME PS	WALL	Mesin Induk Portside	$Q = 75 \text{ W/m}^2$
15	compressor 1	WALL	Starting Air Compressor	$Q = 86,5 \text{ W/m}^2$
16	compressor 2	WALL	Starting Air Compressor	$Q = 86,5 \text{ W/m}^2$
17	compressor 3	WALL	Starting Air Compressor	$Q = 86,5 \text{ W/m}^2$
18	SWcoolss3	WALL	Sea cooling waterpump M/E	$Q = 33,9 \text{ W/m}^2$
19	SWcoolss4	WALL	Sea cooling waterpump M/E	$Q = 31 \text{ W/m}^2$
20	FWcoolME	WALL	Fresh cooling waterpump M/E	$Q = 39,5 \text{ W/m}^2$
21	FWcoolMEps	WALL	Fresh cooling waterpump M/E	$Q = 39,5 \text{ W/m}^2$
22	SWcoolps1	WALL	Sea cooling waterpump M/E	$Q = 33,9 \text{ W/m}^2$
23	SWcoolps2	WALL	Sea cooling waterpump M/E	$Q = 33,9 \text{ W/m}^2$
24	SWac34	WALL	Sea cooling waterpump AC unit	$Q = 26,7 \text{ W/m}^2$
25	FOtranfer1	WALL	FO transfer pump	$Q = 34,6 \text{ W/m}^2$
26	Fotransfer2	WALL	FO transfer pump	$Q = 34,6 \text{ W/m}^2$
27	separator	WALL	Bilge water separator with pump	$Q = 10,5 \text{ W/m}^2$
28	ballastpump	WALL	Bilge & ballast pump	$Q = 33,9 \text{ W/m}^2$
29	SSplgujung	INLET	Ducting outlet SS: plgujung	$V = 7 \text{ m/s}$
30	SSsblujung	INLET	Ducting outlet SS: sblujung	$V = 7,2 \text{ m/s}$
31	SSsblawah	INLET	Ducting outlet SS: sblawah	$V = 4,3 \text{ m/s}$
32	SSbawah	INLET	Ducting outlet SS: kbawah	$V = 2,2 \text{ m/s}$
33	portkembarkiri	INLET	Ducting outlet PS: kembarkiri	$V = 6,1 \text{ m/s}$
34	portkembarknn	INLET	Ducting outlet PS: kembarkan	$V = 6,4 \text{ m/s}$
35	SSbknkembar	INLET	Ducting outlet SS: bkn kembar	$V = 9,3 \text{ m/s}$
36	SSmsninduk	INLET	Ducting outlet SS: kmesiniinduk	$V = 10 \text{ m/s}$
37	portmsninduk	INLET	Ducting outlet PS: kmsninduk	$V = 8,8 \text{ m/s}$
38	portsblujung	INLET	Ducting outlet PS: sblujung	$V = 4,7 \text{ m/s}$
39	portplgujung	INLET	Ducting outlet PS: plgujung	$V = 5,1 \text{ m/s}$
40	portkbawah	INLET	Ducting outlet PS: kbawah	$V = 2,9 \text{ m/s}$
41	portsblawah	INLET	Ducting outlet PS: sblawah	$V = 4,5 \text{ m/s}$
	sunSS	WALL	Beban panas lambung Starboard	$Q = 12,9 \text{ W/m}^2$
	sunPS	WALL	Beban panas lambung Portside	$Q = 12,9 \text{ W/m}^2$
	SSexhaust	WALL	Exhaust pipe main engine starboard	$Q = 221,3 \text{ W/m}^2$
	PSexhaust	WALL	Exhaust pipe main engine portside	$Q = 221,3 \text{ W/m}^2$
	Funnel	OUTLET	Funnel (udara keluar)	$P = 0 \text{ Pa}$

Tabel 3.4 boundary conditions pada pemodelan kamar mesin

Gambar 3.8 menunjukkan hasil yang diperoleh setelah input data pada tahap boundary conditions



Gambar 3.8 Hasil boundary conditions

#### 4. Initial Conditions

Input initial condition diperlukan untuk mengatur variabel awal yang akan dimasukkan pada proses perhitungan (solver). Pada pemodelan kamar mesin ini Initial condition di set pada automatic.

#### 5. Meshing

Proses meshing pemodelan ini mengikuti default CFX-build yang berubah secara automatis sesuai dengan geometri yang dimodelkan. Dimana default mesh spacing sekitar 1% sampai dengan 5% dari panjang terbesar dari geometri. Besar kecilnya meshing ini akan mempengaruhi waktu perhitungan yang dibutuhkan pada Solver.



CFX-build menyediakan dua cara dalam membangun mesh, yaitu *Advancing Front and Inflation (AFI)* dan *Volume Mesh Import (VMI)*. Pada VMI ini meshing dilakukan dengan mengimport pada file lain, sedang pada AFI meshing dilakukan di mesh form pada CFX-build. AFI mesher memungkinkan untuk membangun secara automatis meshing yang diinginkan dengan mekanisme yang dinamakan *inflation*, dimana mengefisiensikan mesh pada dekat dinding (wall) untuk menangkap efek aliran di dekat dinding. Yang perlu diperhatikan pada proses meshing antara lain:

- ✓ Set Mesh Parameter

Data yang akan dimasukkan pada form ini dapat secara langsung mengikuti default yang telah ada atau memodifikasi default tersebut. Dalam memodifikasi form ini yang perlu diperhatikan adalah *volume mesh spacing* dan *surface mesh spacing*.

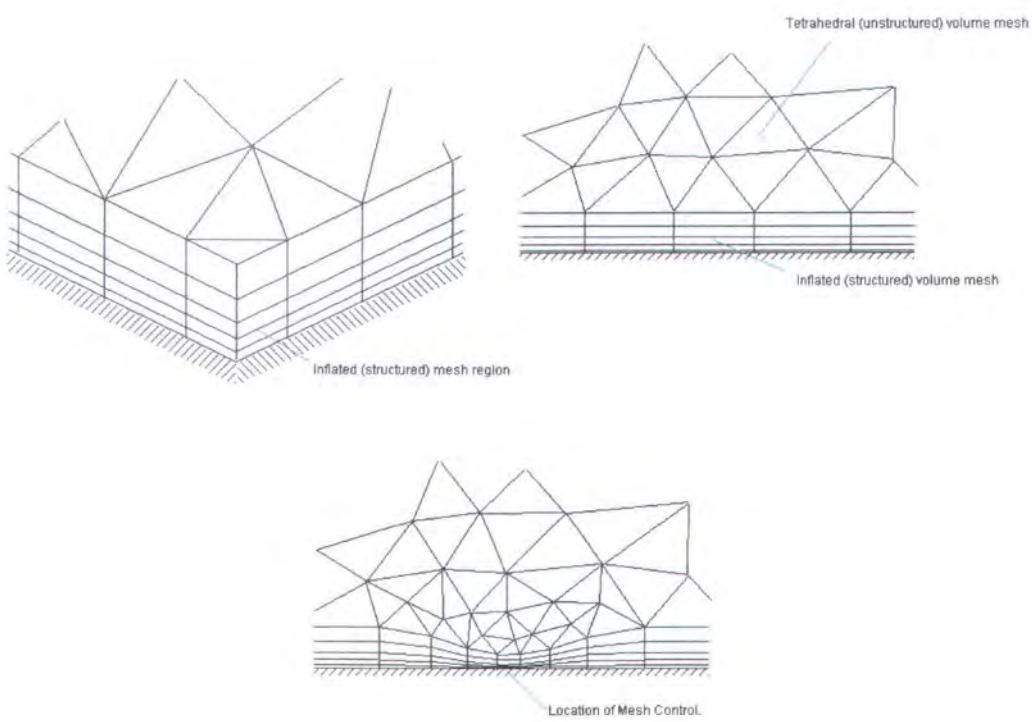
Volume mesh spacing umumnya untuk menentukan besarnya meshing untuk jarak terpanjang dari geometri. Nilai Default dari mesh ini adalah sebesar 5% dari ukuran geometri. Sedangkan pada surface volume meshing terdapat empat pilihan yaitu:

- Use volume spacing
- Angular resolution
- Relatif error
- Constant

Pada pemodelan ini surface volume spacing menggunakan maksimum besar meshing yang telah ditentukan menurut defaultnya.

✓ Set Inflation Parameter

Pada daerah didekat dinding (wall), lapisan batas akan menimbulkan gradient kecepatan, karena itu diperlukan aspek rasio yang tinggi untuk meshingnya. Untuk itu terdapat elemen prisma tiga dimensi yang terbuat dari bentuk dua dimensi yang ‘dipompa’ pada dinding atau boundary yang ditentukan. Pembuatan elemen ini dapat diatur pada Inflation parameter, sedangkan untuk surface yang membutuhkan inflation yang lebih halus dapat diatur pada mesh control. Gambar dibawah menggambarkan elemen tersebut.

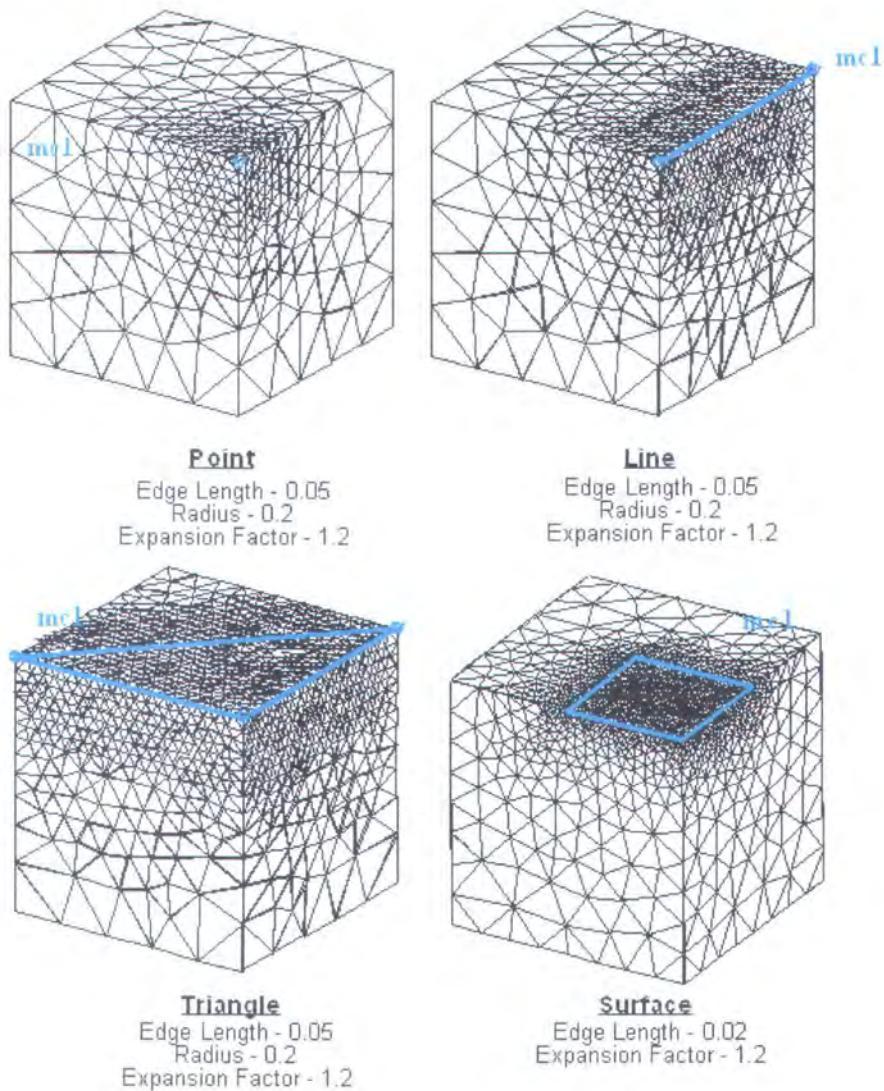


Gambar 3.9 Struktur Inflation volume mesh



✓ Mesh Control

Mesh control berfungsi untuk mengoptimalkan meshing. Dengan mesh control kita dapat menentukan daerah yang ditingkatkan meshingnya. Peralatan dan ujung ducting yang mempunyai geometri yang kecil memerlukan mesh control untuk analisa yang lebih akurat. Ada empat tipe dari mesh control yang tersedia, antara lain: tipe point, tipe line, tipe triangle, dan tipe surface. Gambar 3.10 menggambarkan bentuk meshing dari keempat tipe diatas.

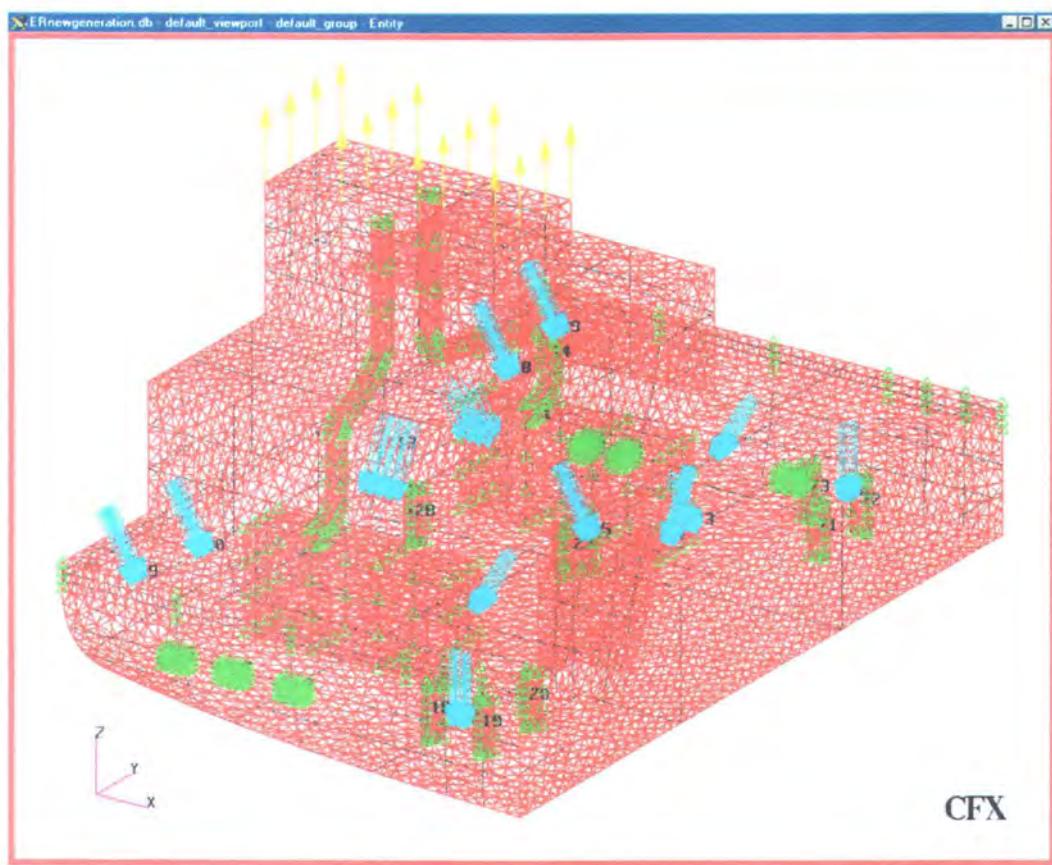


Gambar 3.10 Tipe mesh control

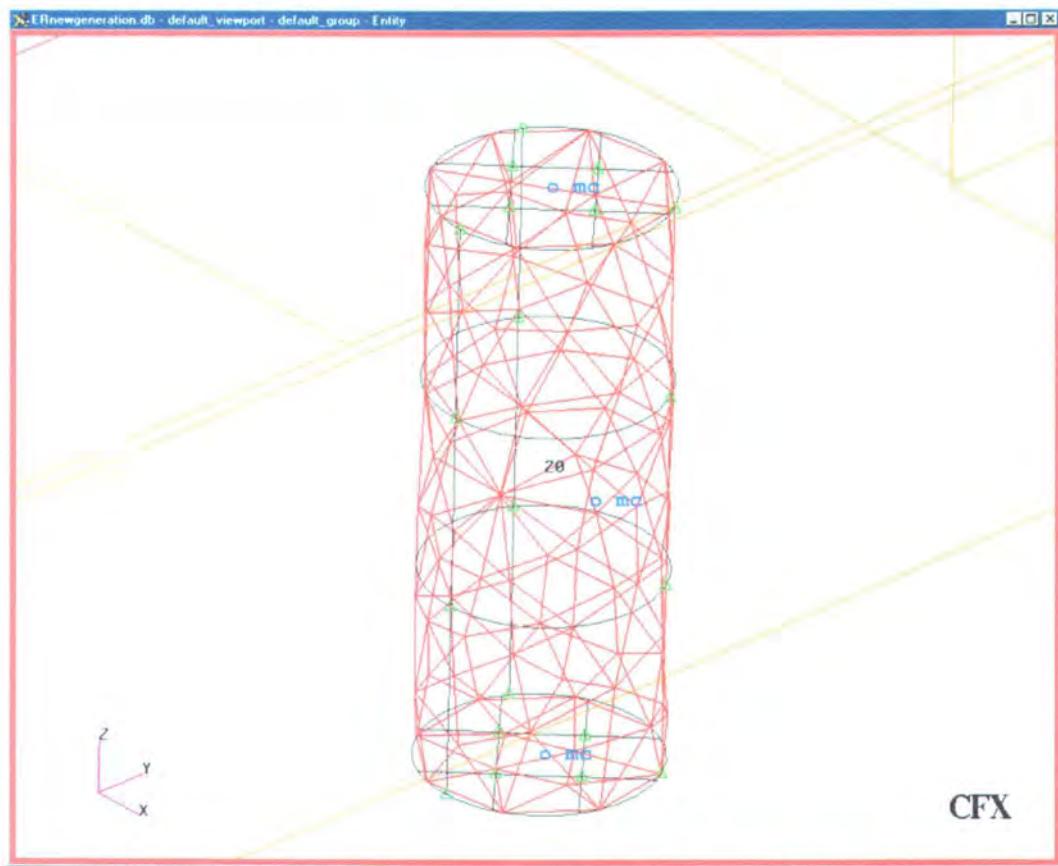
✓ Inflated boundary

Tahap Inflated boundary ini menentukan surface atau boundary yang akan ditentukan sebagai inflation. CFX-build menyediakan dua tipe untuk inflated boundary, yaitu surface dan boundary condition. Pada pemodelan kamar mesin ini menggunakan tipe boundary condition, pada tipe ini yang di inflasikan adalah fluid boundary yang mempunyai tipe wall.

Setelah semua variabel telah dimasukkan pada tahap Meshing, surface mesh dapat dibuat dengan memasukkan perintah ‘create surface mesh’ yang terdapat pada form meshing. Gambar 3.11 memperlihatkan hasil yang diperoleh setelah tahap Meshing, sedang inflationnya dapat di lihat pada tahap Post-processor (CFX-Visualise)..



Gambar 3.11 Hasil setelah tahap Meshing



Gambar 3.12 Mesh Control pada geometri peralatan

## 6. Solver Control

Tahap solver control akan menentukan step iterasi yang diinginkan. Kebanyakan simulasi pada CFX-5.4.1 membutuhkan 50 sampai 100 total timestep. CFX-solver akan menghentikan perhitungan setelah timestep terpenuhi. Pada pemodelan ini total timestep yang digunakan adalah sebesar 50 dengan setiap step bernilai 1.

## 7. Definition File

Tahap Definition file adalah tahap terakhir dari CFX-build, dimana dalam tahap ini akan membuat satu file definisi (.def file) yang akan dibutuhkan pada



tahap solver. Apabila ada data yang tidak sesuai maka semua input data tidak dapat dibuat menjadi file .def dan harus diperbaiki sesuai dengan ketentuan software.

### III.4.2. Solver

CFX-Solver adalah software untuk menghitung solusi untuk memecahkan masalah yang dimasukkan pada CFX-Build. Tahap solver ini sepenuhnya dilakukan oleh komputer, user hanya memasukkan definition file yang telah di dapat dari CFX-Build, dari file .def inilah komputer akan melakukan perhitungan. Hasil dari CFX-Solver adalah file Result (.res), file ini merupakan hasil dari simulasi dan dapat dibuka melalui software CFX-Visualise yang merupakan tahap Post-processor dari program CFX.

### III.4.3. Post-Processor



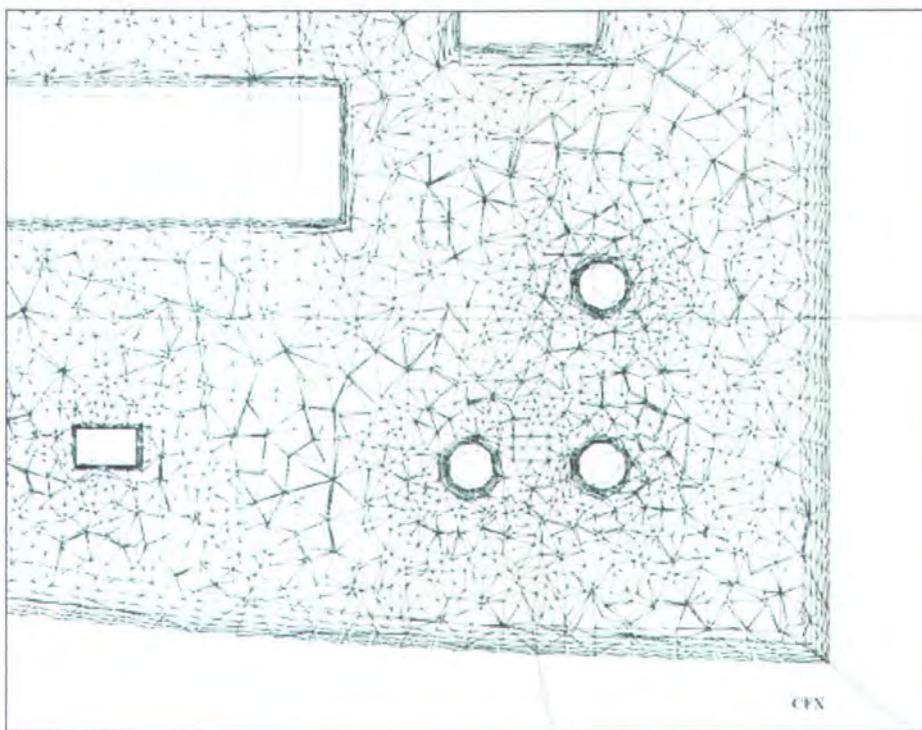
Tahap Post-processor dilakukan oleh software CFX-Visualise, pada tahap inilah hasil simulasi dapat dilihat, dapat menampilkan mesh dan juga kalkulasi kuantitatif dari hasil. CFX-Visualise terdiri dari tiga bagian, yaitu locator, plot, dan annotation.

Bagian locator adalah kumpulan titik atau surface yang akan menjadi tempat untuk memplot hasil yang diinginkan, macam-macam dari plot adalah *sampling plane, slice plane, iso surface, iso volume, plane volume, spherevolume, point, ployline, dan cylinder*. Masing-masing locator mempunyai bentuk tersendiri dan disesuaikan dengan plot yang akan digambarkan.



Bagian Plot adalah bagian untuk menampilkan variabel hasil yang diinginkan pada locator yang telah ditentukan. Pada bagian plot ini user dapat menampilkan hasil dalam tiga bentuk yaitu surface, stream, atau vektor, yang mana masing-masing plot ini mempunyai fungsi yang berbeda. Pada bagian inilah aliran fluida dapat ditampilkan, variabel yang akan ditampilkan antara lain adalah temperatur, pressure, dan kecepatan fluida dan arahnya. Variabel inilah yang akan dibahas lebih lanjut pada bab analisa data dan pembahasan.

Salah satu plot yang secara automatis terbentuk pada waktu CFX-Visualise dibuka adalah outline plot. Outline plot ini menampilkan outline dari geometri yang telah dibuat. Gambar 3.13 menampilkan outline plot pada locator surface sejajar sumbu x yang mana menunjukkan hasil meshing dan juga inflation dari wall yang telah dibuat ditahap meshing pada CFX-Build.



Gambar 3.13 Hasil meshing dan inflation pada geometri



Bagian Annotation adalah bagian yang menjelaskan plot, dimana pada bagian ini dapat ditampilkan judul (title) atau text dari gambar atau plot yang telah dibuat, juga dapat menampilkan keterangan (legend) dari plot yang dapat diatur posisi dan skalanya.

## **BAB IV**

### **HASIL DAN ANALISA**

*"When I find myself in times of trouble  
Mother Mary comes to me  
Speaking words of wisdom, let it be, let it be..."*  
*John Lennon & Paul McCartney*



## BAB IV

### HASIL DAN ANALISA

#### IV.1. VALIDASI

Untuk mendapatkan hasil yang akurat dalam simulasi ini dan memastikan prosedur penyelesaian masalah dan pengambilan data yang benar, maka perlu dilakukan validasi. Validasi pada CFX dapat dilakukan dengan tiga cara yaitu: convergence, grid independence, dan membandingkan hasil yang diperoleh dengan teori atau data lain.

##### IV.1.1. Grid Independence

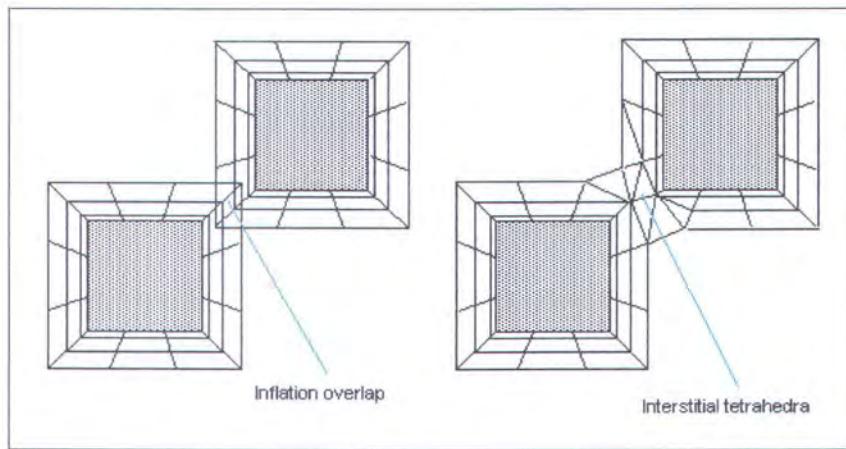
Besar jumlah cell yang digunakan pada perhitungan akan menentukan keakuratan hasil yang akan didapat. Akan tetapi jumlah cell yang terlalu banyak tidak selamanya menambah keakuratan hasil perhitungan, karena akan mempengaruhi hasil sangat kecil dan memakan waktu yang lama dalam perhitungan. Dengan demikian perlu ditentukan jumlah cell yang optimum, agar waktu dan memori komputer yang digunakan tidak terlalu besar.

Jumlah cell diatur pada form mesh parameter dan mesh control, bila jumlah cell yang diubah ubah tidak mempengaruhi hasil atau nilai akhir iterasi, maka dipilih jumlah cell yang paling rendah. Apabila cell terlalu besar maka perhitungan tidak akurat dan akan terjadi inflation overlap, dimana inflation dari



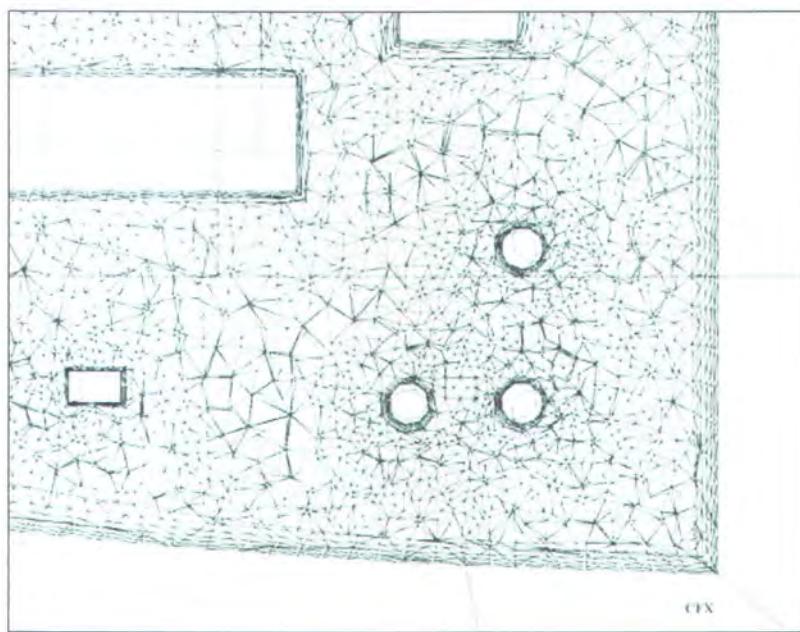
salah satu surface (wall) melewati inflation surface lainnya, seperti pada gambar

4.1.



Gambar 4.1 Inflation layer intersection

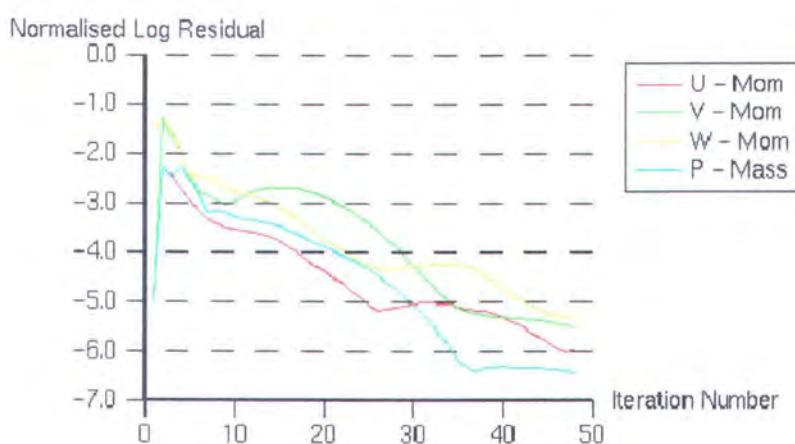
Pada pemodelan kamar mesin, inflation dari surface tidak sampai menembus inflation dari surface lainnya seperti pada gambar 4.1 yang kiri. Besar Grid yang digunakan pada pemodelan ini adalah grid seperti pada gambar 4.2, dimana dengan grid yang lebih rapat maka akan didapatkan hasil visualisasi yang lebih baik dan nilai iterasi yang lebih akurat.



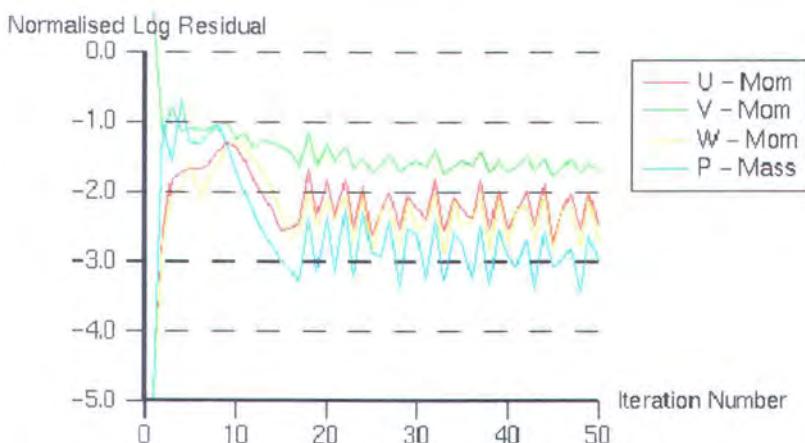
Gambar 4.2 Grid pada pemodelan kamar mesin

#### IV.1.2. Convergence

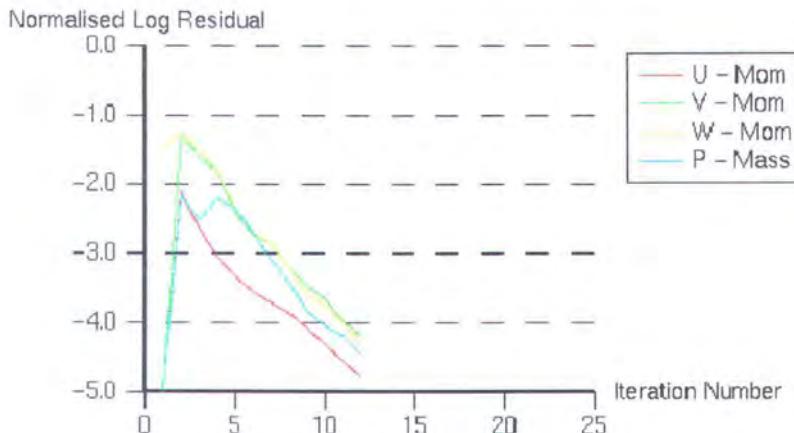
Convergence adalah sifat metode numerik untuk menghasilkan penyelesaian eksakta dengan cara grid spacing, ukuran dari control volume atau ukuran elemen hingga dikurangi mendekati nol. Pada tahap ini proses iterasi perhitungan akan selalu dikaitkan dengan persamaan pengendali. Apabila hasil perhitungan belum mencapai tingkat kesalahan yang diijinkan, maka perhitungan akan terus berjalan. Pada CFX-Solver, hasil dari persamaan pengendali ditampilkan dalam bentuk grafik. Gambar 4.3 menunjukkan konvergensi yang baik, sedangkan gambar 4.4 dan 4.5 menunjukkan konvergensi yang salah.



Gambar 4.3 Konvergensi normal

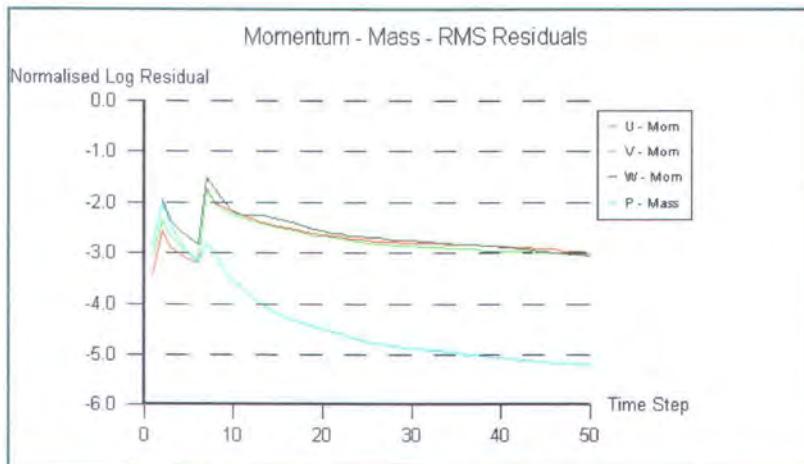


Gambar 4.4 Konvergensi yang tidak diinginkan



Gambar 4.5 Konvergensi terlalu dini

Gambar 4.6 dibawah merupakan konvergensi dari pemodelan kamar mesin yang telah dilakukan. Grafik ini sesuai dengan anjuran dari software CFX-Solver seperti pada gambar 4.3 diatas. Dimana konvergensi tidak berulang ulang seperti gambar 4.4 dan konvergensi juga tidak terlalu cepat seperti pada gambar 4.5. Berikut adalah konvergensi dari pemodelan kamar mesin:

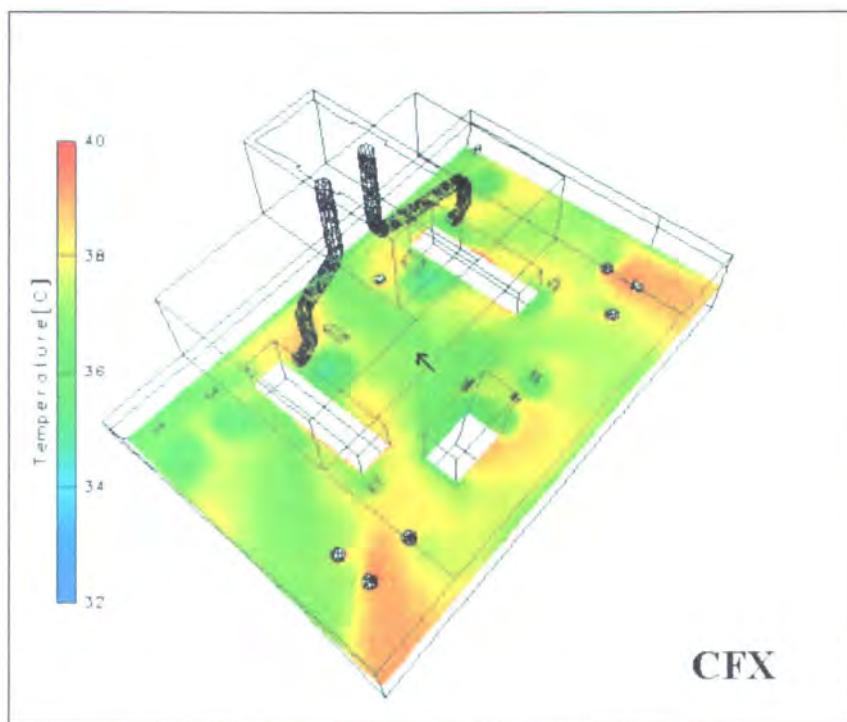


Gambar 4.6 Konvergensi dari pemodelan kamar mesin

#### IV.1.3. Perbandingan dengan data lain

Membandingkan hasil simulasi dengan data lainnya yang telah diperoleh perlu dilakukan agar hasil yang diperoleh dari pemodelan dapat diyakinkan sesuai dengan kenyataannya. Salah satu perbandingan yang dapat dilakukan adalah

membandingkan temperatur yang terdapat pada bagian tengah kamar mesin pada pemodelan dengan temperatur pada termometer yang berada pada bagian tengah kamar mesin.



Gambar 4.7 Temperatur pada sumbu Z = 1,5 meter

Tanda panah ( ↗ ) pada gambar 4.7 menunjukkan letak termometer pada kamar mesin. Dari hasil pemodelan diperoleh temperatur pada titik tersebut adalah sekitar 37 derajat celcius. Sedangkan pada data yang diperoleh dari kapal, suhu yang tercatat pada termometer pada kamar mesin adalah sebesar sekitar 39 derajat celcius. Perbedaan ini disebabkan karena data yang diambil kurang sesuai. Data yang dapat diperoleh adalah data peralatan dalam kondisi baru, sedangkan peralatan yang dimodelkan dalam kondisi tidak baru. Perhitungan panas peralatan yang kurang akurat juga menyebabkan penyimpangan hasil simulasi dengan kenyataannya. Penyimpangan ini tidak besar pengaruhnya terhadap analisa aliran udara dan arah aliran udara pada kamar mesin.



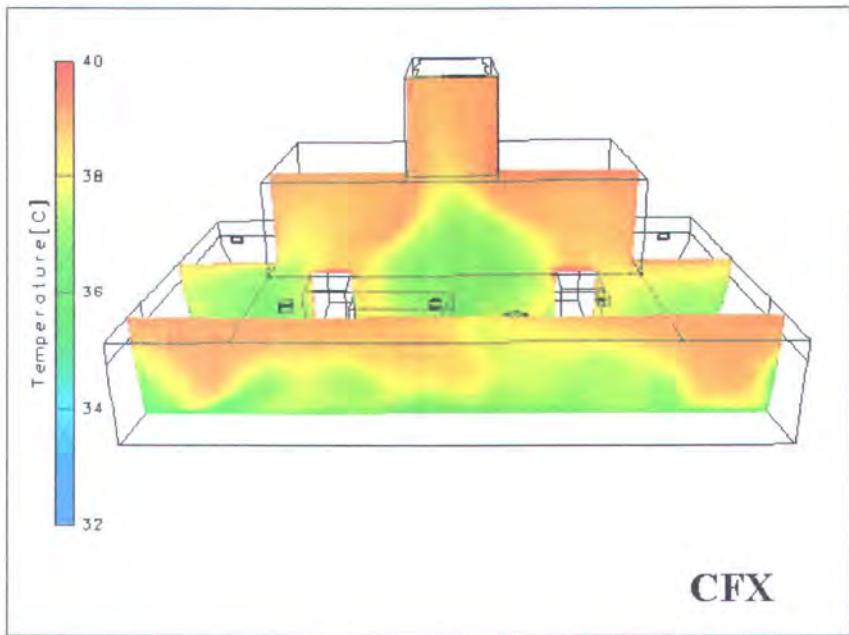
## IV.2. ANALISA DATA

### IV.2.1. Analisa temperatur kamar mesin

Dari hasil percobaan yang telah dilakukan, dapat dilihat bahwa temperatur yang tercatat pada termometer di kamar mesin bukan merupakan temperatur keseluruhan dari kamar mesin, melainkan temperatur pada lokasi dekat termometer tersebut. Fenomena ini dapat dilihat pada gambar 4.7, dimana pada lokasi termometer ( tanda panah ↗ ) terbaca temperatur 37 derajat celcius, sedangkan pada ketinggian yang sama ( $Z = 1,5$  meter) terdapat daerah yang mempunyai temperatur 39 derajat celcius.

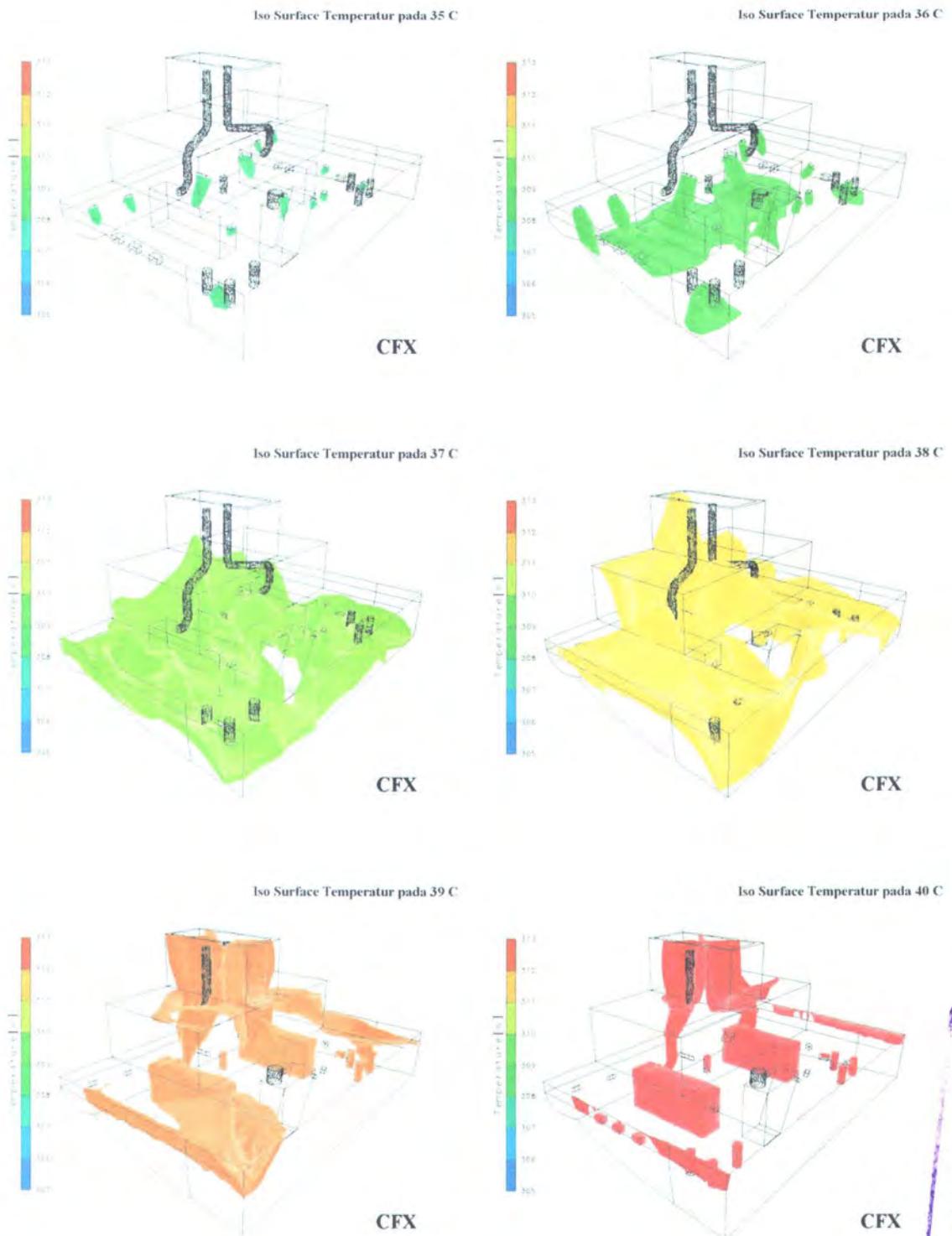
Pada gambar 4.9 dapat dilihat bahwa daerah-daerah yang mempunyai temperatur sama (37 derajat celcius) dengan temperatur pada titik dimana termometer diletakkan adalah daerah-daerah di depan ujung-ujung keluaran dari saluran udara dan bagian sekitar permukaan bawah saja (terdistribusi dibawah ketinggian 1,5 meter). Temperatur sekitar 38 derajat celcius terdistribusi pada daerah didekat saluran udara, mengelilingi daerah yang bertemperatur 37 derajat celcius. Daerah bertemperatur sekitar 38 derajat celcius ini lebih banyak terdistribusi dibagian bawah kamar mesin, hal ini disebabkan udara panas mengalir ke atas karena semakin rendah suhu udara maka semakin besar berat jenisnya.

Daerah-daerah yang mempunyai panas sekitar 39 derajat celcius antara lain terdapat bagian atas dan bagian depan kamar mesin, terutama pada daerah disekitar lambung kiri dan lambung kanan. Pada gambar 4.8 ditunjukkan daerah panas pada kamar mesin.



Gambar 4.8 Temperatur pada bagian depan dan tengah kamar mesin

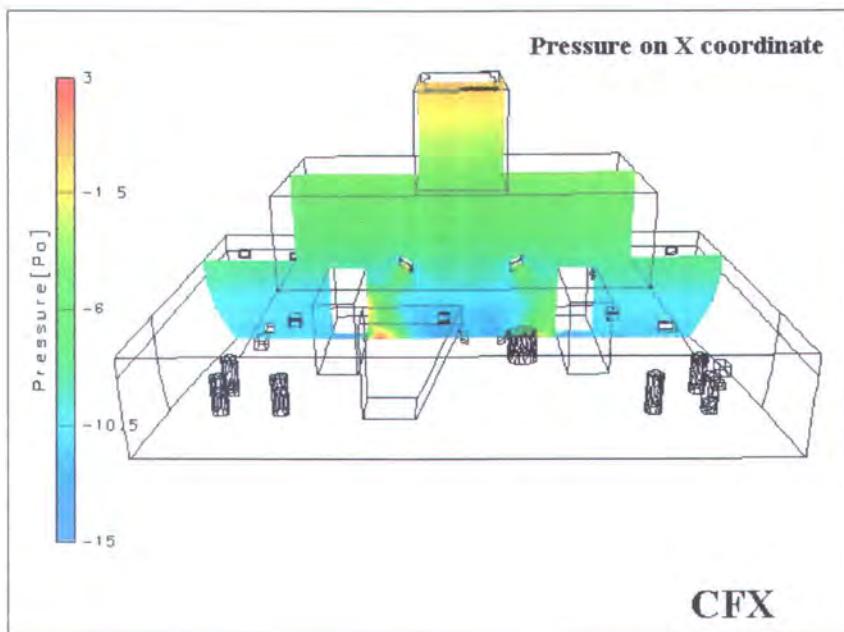
Gambar 4.8 menggambarkan secara dua dimensi distribusi panas yang terdapat pada slice plane di sumbu X pada kamar mesin. Gambar tiga dimensi dari distribusi panas dapat dilihat pada gambar 4.9. Pada bagian atas kamar mesin terlihat udara panas terkonsentrasi pada sudut atas ruangan, terutama pada sisi portside. Pada sisi starboard masih ada aliran udara sehingga mengurangi panas pada sisi starboard bagian atas. Temperatur pada daerah ini sebesar 39 derajat celcius, berbeda 2 derajat dari temperatur yang tercatat pada titik termometer. Hal ini disebabkan tak ada udara yang mengalir melewati daerah itu, seperti juga yang terjadi pada bagian depan kamar mesin. Udara yang bergerak keatas tidak dapat mengalir menuju funnel karena tidak ada aliran yang mendorong udara tersebut menuju funnel. Udara panas terkumpul pada bagian depan kamar mesin terutama pada bagian dekat lambung kiri dan lambung kanan disebabkan oleh suplai udara pada ujung saluran udara pada bagian depan kamar mesin tidak mampu mengatasi panas yang dikeluarkan oleh peralatan-peralatan yang terdapat pada bagian depan kamar mesin.



Gambar 4.9 iso surface temperatur

#### IV.2.2. Analisa pressure pada kamar mesin

Dari hasil simulasi dapat dilihat bahwa pressure tidak terlalu besar perubahannya, hanya berkisar antara kurang lebih 3 pascal lebih besar atau lebih kecil 1 atm (1 atm = 101325 Pa). Besar pressure dipengaruhi oleh kecepatan udara, dimana jika semakin besar kecepatan maka pressure akan semakin kecil. Pada gambar 4.10, Bagian bawah mesin didepan ujung saluran udara terdapat peningkatan pressure, hal ini disebabkan oleh tekanan dari udara yang dikeluarkan oleh ujung saluran udara.



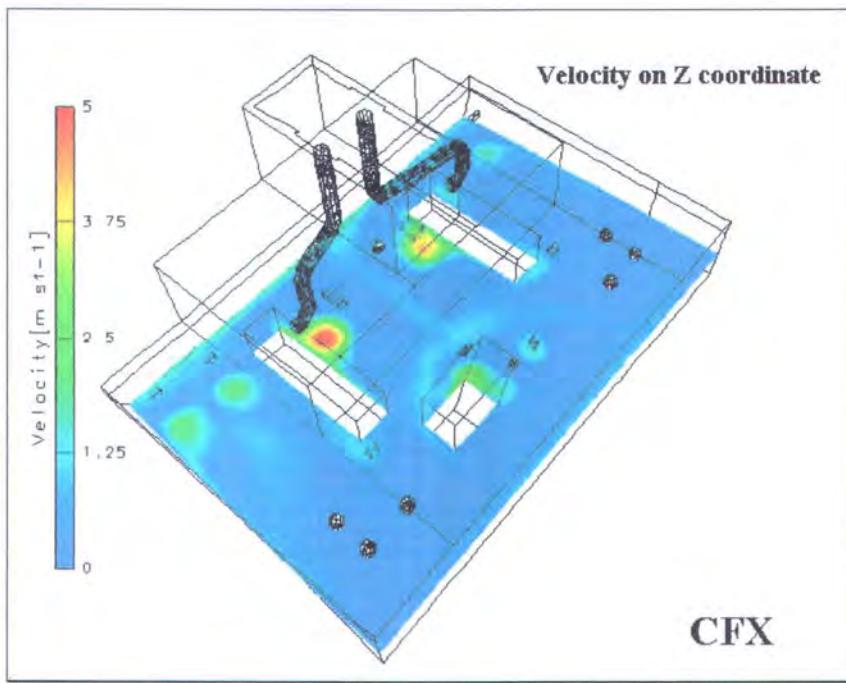
Gambar 4.10 Pressure pada kamar mesin

#### IV.2.3. Analisa aliran udara pada kamar mesin

Dari hasil simulasi dapat diketahui aliran udara berpengaruh terhadap temperatur kamar mesin. Daerah yang memiliki aliran udara kecil cenderung lebih panas daripada daerah yang mempunyai aliran udara lebih besar. Fenomena ini



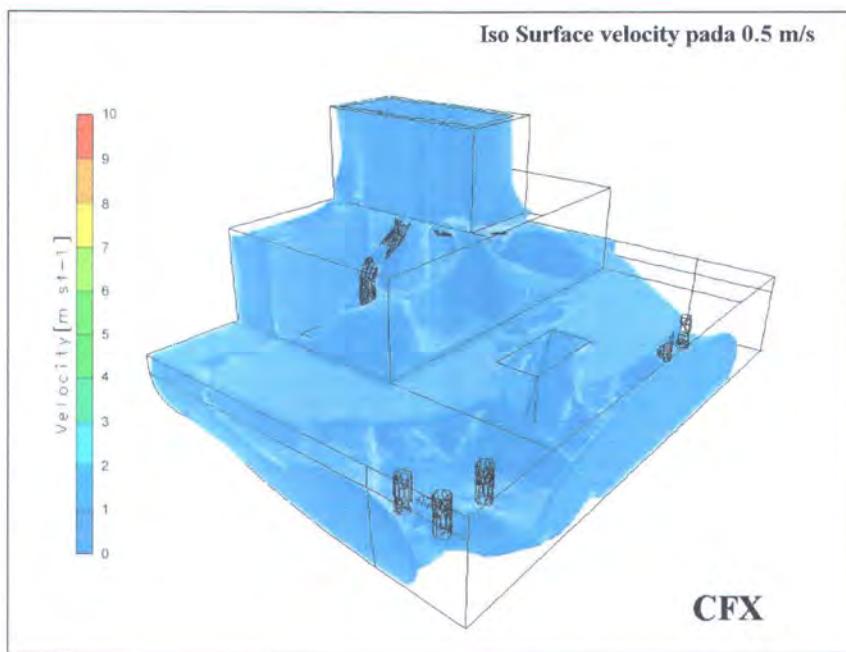
dapat dilihat jika kita membandingkan gambar 4.7 dengan gambar 4.11. Dari kedua gambar dapat dilihat bahwa daerah yang mempunyai aliran udara dibawah 0,5 m/s (bagian depan kamar mesin) mempunyai temperatur sekitar 38 sampai dengan 39 derajat celcius. Daerah ini lebih panas jika dibandingkan dengan daerah yang terkena aliran udara sekitar 1,25 m/s yang bertemperatur antara 36 sampai dengan 37 derajat celcius. Sedangkan daerah didepan ujung saluran udara mempunyai temperatur sekitar 35,5 sampai 36 derajat celcius karena disuplai langsung oleh ujung-ujung saluran udara. Hal ini disebabkan panas yang dikeluarkan oleh peralatan (sumber panas) lebih cepat disirkulasikan oleh udara yang dikeluarkan dari ujung-ujung saluran udara yang bertemperatur lebih dingin. Pada dasarnya udara yang lebih panas akan bergerak ke atas dan udara yang lebih dingin akan bergerak ke bawah, akan tetapi sistem ventilasi membantu udara lebih cepat disirkulasikan ke atas menuju funnel dan menggantinya dengan udara dari luar yang bertemperatur lebih dingin.



Gambar 4.11 Kecepatan udara pada sumbu Z = 1,5 meter.



Pada bagian depan dan bagian atas kamar mesin, terutama pada sisi portside dan starboard terdapat daerah yang mempunyai temperatur lebih tinggi dari sekitarnya (gambar 4.9), udara di daerah tersebut menjadi lebih tinggi temperaturnya dikarenakan udara tersebut tidak dapat langsung bergerak keatas menuju ke funnel karena adanya dinding atas (lantai dari ruang kontrol dan workshop), ditambah lagi karena udara yang dikeluarkan oleh ujung-ujung ducting tidak sampai bersirkulasi pada daerah tersebut. Kecepatan aliran udara pada daerah tersebut dibawah 0,5 m/s (gambar 4.12). Ujung ducting yang melayani daerah tersebut hanya mempunyai kapasitas  $0,135 \text{ m}^3/\text{s}$  (sisi starboard) dan  $0,179 \text{ m}^3/\text{s}$  (sisi portside).

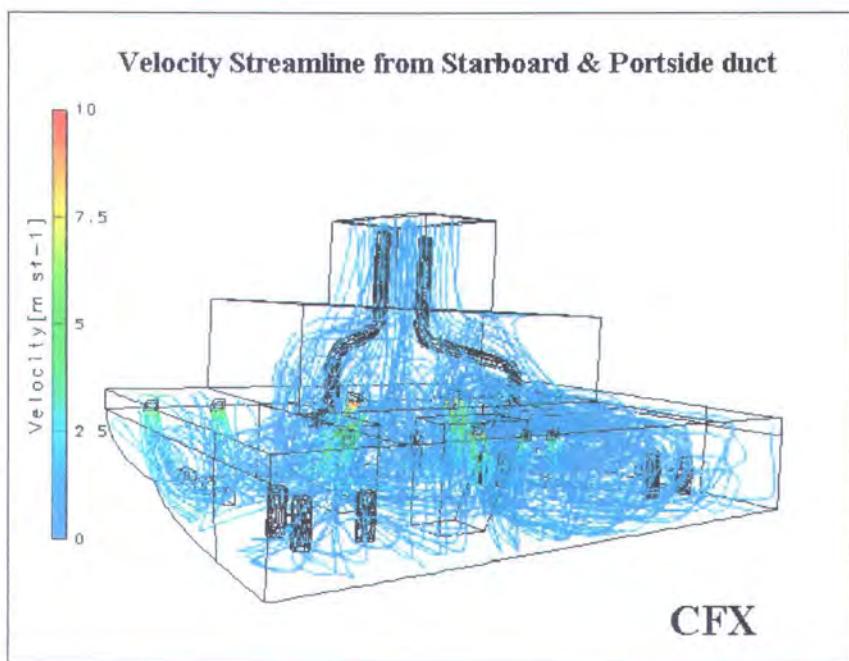


Gambar 4.12 Isosurface kecepatan pada 0,5 m/s

Kecepatan dan arah aliran dari keluaran ujung ducting juga mempengaruhi lebih tingginya temperatur di bagian depan kamar mesin. Kecepatan aliran pada ujung ducting itu adalah 2,2 m/s (sisi starboard) dan 2,99 m/s (sisi portside), sedangkan ujung ducting pada bagian depan kamar mesin itu

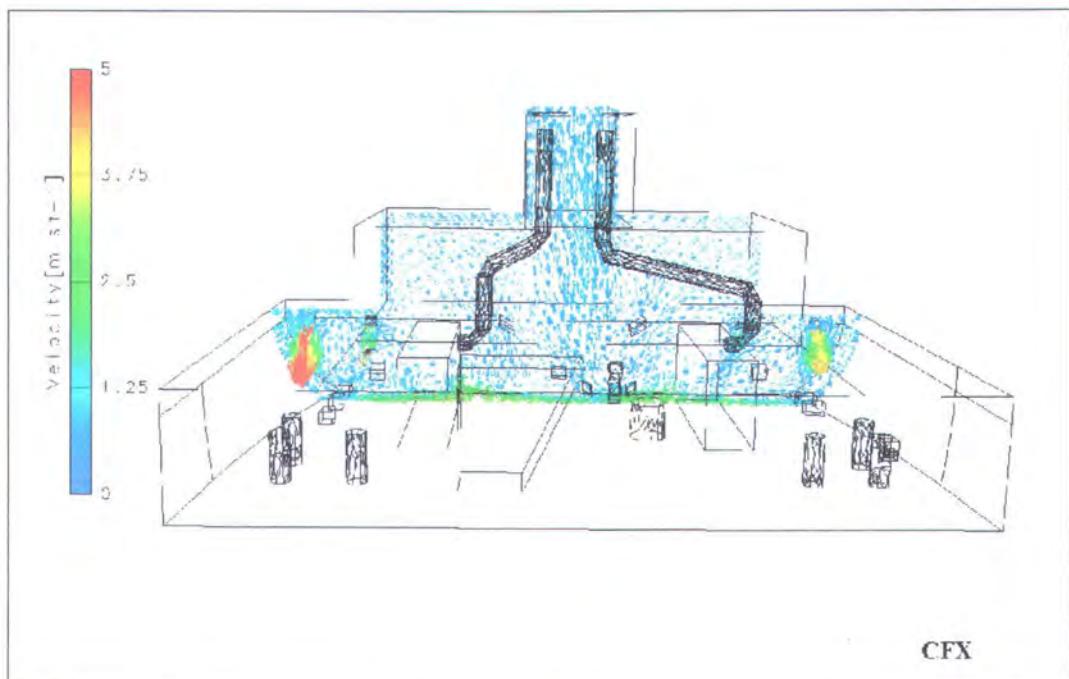


berada dibawah dan mengarah ke bawah juga (gambar 4.13). Hal ini menyebabkan udara dari ujung ducting itu tidak dapat mengalirkan udara panas yang berada di atas ujung ducting tersebut. Panas yang dihasilkan oleh peralatan terperangkap dan tidak dapat digantikan oleh udara yang lebih dingin dari ujung ducting tersebut.



Gambar 4.13 Streamline aliran udara pada kamar mesin

Aliran udara yang diharapkan adalah seperti pada gambar 4.14, dimana udara tersirkulasi ke semua penjuru ruang. Pola aliran yang terbentuk cenderung mengarah ke arah funnel, aliran yang menuju ke atas ini mempunyai kecepatan sekitar 1 m/s. Aliran udara ke arah atas ini terbentuk karena udara yang dikeluarkan ujung ducting berbelok ke atas karena terbentur udara yang dikeluarkan oleh ujung ducting pada sisi sebelahnya. Sirkulasi ini baik karena udara yang dikeluarkan dari ujung ducting dapat mengatasi panas dari sumber panas dan langsung keluar ke funnel.



Gambar 4.14 vektor kecepatan bagian belakang kamar mesin

## **BAB V**

### ***KESIMPULAN DAN SARAN***

*"Vini, Vidi, Vici"  
Napoleon Bonaparte*



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### V.1. KESIMPULAN

- ✓ Pengaturan udara pada kamar mesin KM. Willis sudah bekerja dengan baik karena di dalam kamar mesin tidak ada daerah yang bertemperatur lebih dari 45 derajat celcius, tetapi tidak begitu efektif karena kapasitas blower ( $2 \times 20000 \text{ m}^3/\text{jam}$ ) empat kali lebih besar dari sirkulasi udara segar rata-rata pada kamar mesin yaitu sebesar 20 kali volume kamar mesin ( $20 \times \pm 526 \text{ m}^3$ ).
- ✓ Udara di dalam kamar mesin KM. WILLIS tidak terdistribusi dengan baik karena masih terdapat udara yang hampir stagnan pada sisi portside dan starboard bagian depan kamar mesin. Udara yang hampir stagnan juga terdapat pada bagian atas kamar mesin di atas main engine.
- ✓ Pada kamar mesin terdapat daerah yang mempunyai temperatur lebih tinggi dari temperatur pada bagian tengah kamar mesin. Daerah yang mempunyai temperatur lebih tinggi ini terdistribusi pada sisi portside dan starboard bagian depan kamar mesin. Daerah tersebut mempunyai temperatur lebih tinggi karena udara tidak bersirkulasi dengan baik pada daerah itu.

## ***DAFTAR PUSTAKA***



## DAFTAR PUSTAKA

AEA Technology. “*Help files for CFX 5.4.1*”, 1999

Stoecker, Wilbert F. & Hara, Supratman “*Refrigerasi dan Pengkondisian Udara*”, Erlangga, 1989

Anderson, John D. “*Computational Fluid Dynamics: The Basics with Applications*”, McGraw Hill, 1992

Baheramsyah, alam & Ariyana, Made. “*Diktat Pengaturan Udara dan Sistem Pendingin*”, FTK ITS, 1999

Adidharma, Yuda. “*Kajian Teknis Dimensi Air Rudder Flairboat berbasis Metode Computational Fluid Dynamics*”, Teknik Sistem Perkapalan FTK ITS, 2002

Werft, Meyer. “*Basic Calculation for Ventilation of Engine Room*”, 1986

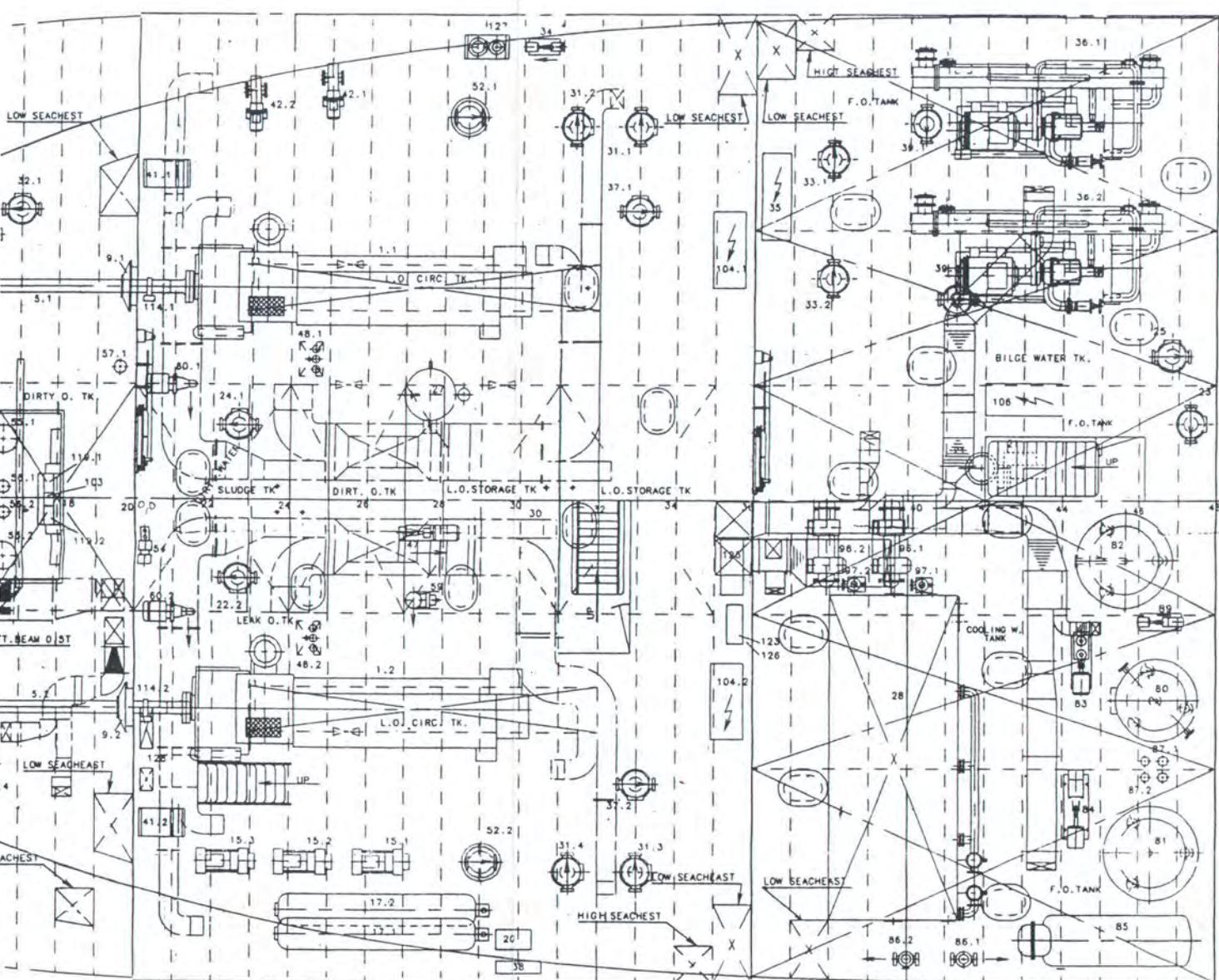
Prasetyo, Nugroho Eko. “*Analisis Life Cycle Costing Penggunaan antara AC dan Blower di Kapal Penumpang PAX 500*”, Teknik Sistem Perkapalan FTK ITS, 2002

Arismunandar, Wiranto & Saito, Haizo “*Penyebaran Udara*”, Pradnya Paramita, 1986

Harrington, Roy L. “*Marine Engineering*”, The Society of Naval and Marine Engineers, 1992

**LAMPIRAN**

PLAN VIEW ON FLOOR  
F. S 600



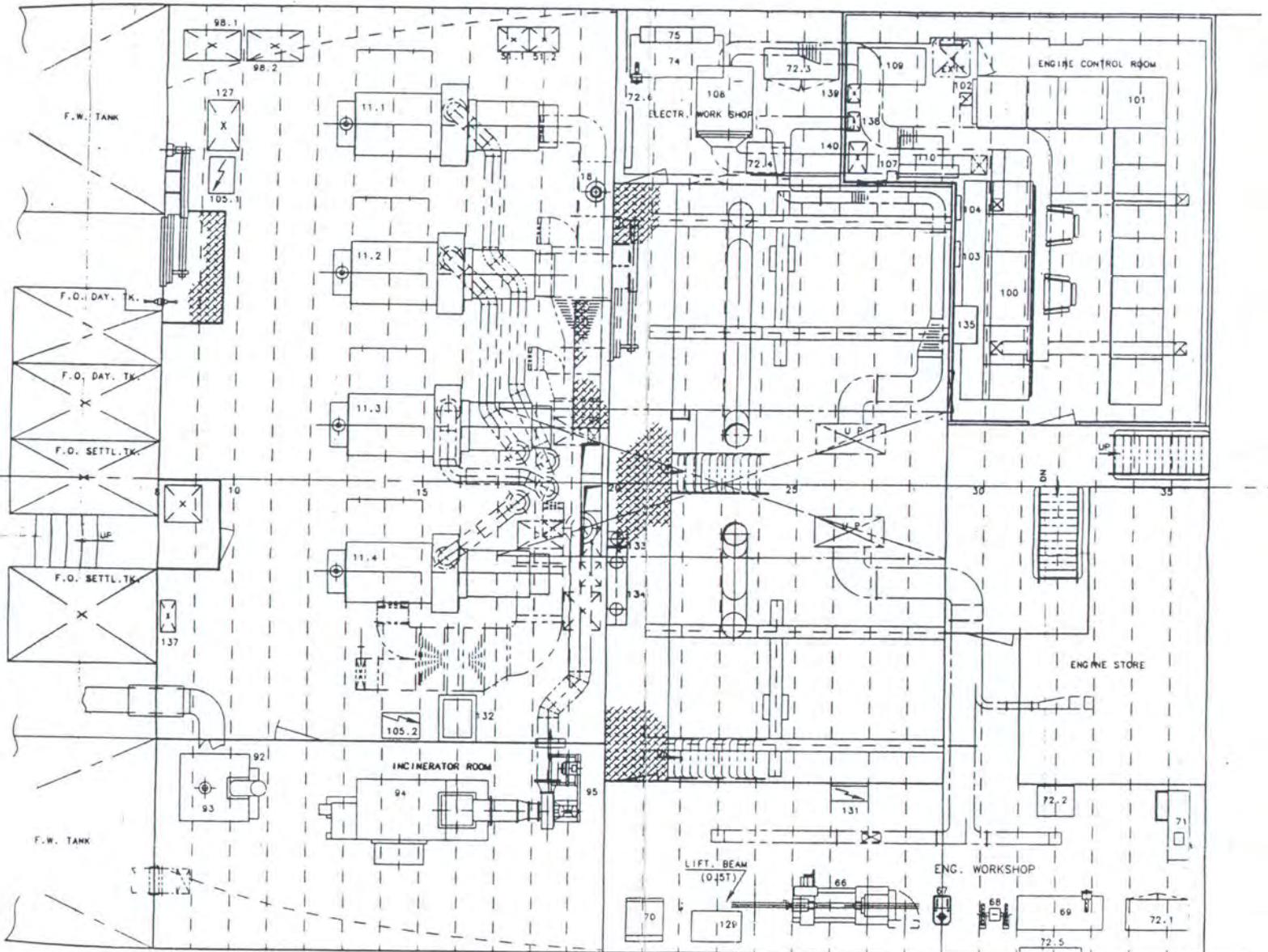
ITEM	DESIGNATION	POSITION	ITEM	DESIGNATION	POSITION
56.2	L.O. HEATER FOR SEPARATOR	Fr. 27 (SS)	128	STATER PANEL FOR COMPRESSOR	Fr. 20-21 (SS)
56.1	L.O. HEATER FOR SEPARATOR	Fr. 27 (PS)	127	F.O. OVERFLOW BOX	Fr. 28-30 (PS)
55.2	L.O. SEPARATOR	Fr. 27 (SS)	126	ELECT. CONTROL PANEL FOR BALLAST VALVES E.R.	Fr. 35-36 ( )
55.1	L.O. SEPARATOR	Fr. 27 (PS)	125	SOLENOID VALVE CABINET FOR BALLAST VALVES E.R.	Fr. 35-36 (SS)
54	SLUDGE PUMP	Fr. 20-21 (SS)	123	ELECT. CONTROL PANEL 1&II FOR BILGE VALVES	HYDRO.P ROOM
52.2	STAND-BY L.O. PUMP M/E.	Fr. 29 (SS)	123.1	ELECT. CONTROL PANEL I&II FOR BILGE VALVES	Fr. 35-36 (SS)
52.1	STAND-BY L.O. PUMP M/E.	Fr. 29 (PS)	119.1	SUPPLY PUMP FOR L.O. SEPARATOR	Fr. 14-16 (PS)
49	F.O. TRANS. PUMP FOR EMERGENCY D/G.	Fr. 9-10 (CL)	119.2	SUPPLY PUMP FOR L.O. SEPARATOR	Fr. 14-16 (SS)
48.2	F.O. LEAK TANK	Fr. 24-25 (SS)	118.1	SUPPLY PUMP FOR F.O. SEPARATOR	Fr. 14-16 (PS)
48.1	F.O. LEAK TANK	Fr. 24-25 (PS)	118.2	SUPPLY PUMP FOR F.O. SEPARATOR	Fr. 14-16 (SS)
47	DIRTY OIL PUMP	Fr. 27-28 (SS)	117.2	FWD-PROPELLER SHAFT SEAL	Fr. 11-12 (PS)
46.2	F.O. HEATER FOR SEPARATOR	Fr. 13 (PS)	117.1	FWD-PROPELLER SHAFT SEAL	Fr. 11-12 (SS)
46.1	F.O. HEATER FOR SEPARATOR	Fr. 13 (SS)	115.2	SHAFT COUPLING	Fr. 12-13 (PS)
45.2	F.O. SEPARATOR	Fr. 13 (SS)	115.1	SHAFT COUPLING	Fr. 12-13 (SS)
45.1	F.O. SEPARATOR	Fr. 13 (PS)	114.1	SHAFT SLIR-RING SYSTEM	Fr. 20-21 (SS)
43.2	F.O. BOOSTER PUMP M/E.	Fr. 9-10 (SS)	114.2	SHAFT SLIR-RING SYSTEM	Fr. 20-21 (PS)
43.1	F.O. BOOSTER PUMP M/E.	Fr. 9-10 (PS)	106	STARTER PANEL IN SEWAGE PLANT ROOM	Fr. 41-46 (PS)
42.2	F.O. TRANSFER PUMP	Fr. 24-25 (PS)	104.2	STARTER PANEL IN W.E. ROOM	Fr. 41-46 (PS)
42.1	F.O. TRANSFER PUMP	Fr. 22-23 (PS)	104.1	STARTER PANEL IN W.E. ROOM	Fr. 41-46 (SS)
41.1	SW/FW COOLER FOR M/E.	Fr. 20-21 (SS)	103	SWITCHBOARD FOR SEPARATORS	Fr. 14-16 (CL)
41.1	SW/FW COOLER FOR M/E.	Fr. 20-21 (PS)	97.2	SEA-COOL.W.PUMP FOR PROV. REFRIG. PLANT	Fr. 40-41 (SS)
39.2	CHILLER WATER PUMP	Fr. 39-40 (PS)	97.1	SEA-COOL.W.PUMP FOR PROV. REFRIG. PLANT	Fr. 41-12 (SS)
39.1	CHILLER WATER PUMP	Fr. 39-40 (PS)	96.2	COMPRESSOR UNIT FOR PROV. REFRIG.PLANT	Fr. 37-38 (SS)
38	COOL.W EXP.TK STARTING AIR COMP.	Fr. 29-30 (SS)	96.1	COMPRESSOR UNIT FOR PROV. REFRIG.PLANT	Fr. 39-40 (SS)
37.2	FRESH COOLING WATER PUMP M/E.	Fr. 32-34 (SS)	80	TOPPING-UP TANK FOR SPINKLER PLANT	Fr. 45-46 (SS)
37.1	FRESH COOLING WATER PUMP M/E.	Fr. 32-34 (PS)	89	TOPPING-UP PUMP FOR SPINKLER PLANT	Fr. 45-46 (SS)
36.2	LIQUID CHILLERS A.C. COOLING PLANT	Fr. 41-47 (PS)	87.2	UV STERILIZATION PLANT	Fr. 46-47 (SS)
36.1	LIQUID CHILLERS A.C. COOLING PLANT	Fr. 41-47 (PS)	87.1	UV STERILIZATION PLANT	Fr. 47-48 (SS)
35	SWITCHBOARD FOR AC. COOL. P. AND COMPRESSOR	Fr. 36-37 (PS)	86.2	HOT WATER CIRCULATING PUMP	Fr. 40 (SS)
34	SEA-COOLING WATER PUMP AC. UNIT FOR MCR.	Fr. 30-31 (PS)	86.1	HOT WATER CIRCULATING PUMP	Fr. 41-42 (SS)
33.2	SEA-COOLING WATER PUMP AC. COOLING P.	Fr. 37-39 (PS)	85.2	HOT WATER CALORIFIER ELECT.HEATED	Fr. 43-47 (SS)
33.1	SEA-COOLING WATER PUMP AC. COOLING P.	Fr. 37-39 (PS)	85.1	HOT WATER CALORIFIER ELECT.HEATED	Fr. 43-47 (SS)
32.4	SEA-COOLING WATER PUMP AUX. D/E.	Fr. 16 (SS)	84	FRESH WATER HYDROPHORE PUMP	Fr. 45-47 (SS)
32.3	SEA-COOLING WATER PUMP AUX. D/E.	Fr. 15-16 (SS)	83	SEA WATER HYDROPHORE PUMP	Fr. 45-47 (SS)
32.2	SEA-COOLING WATER PUMP AUX. D/E.	Fr. 16 (PS)	82	PRESSURE TANK SPINKLER PLANT	Fr. 44-48 (SS)
32.1	SEA-COOLING WATER PUMP AUX. D/E.	Fr. 17 (PS)	81	FRESH WATER HYDROPHORE TANK	Fr. 44-48 (SS)
31.4	SEA-COOLING WATER PUMP M/E	Fr. 31-32 (SS)	80	SEA WATER HYDROPHORE TANK	Fr. 44-48 (SS)
31.3	SEA-COOLING WATER PUMP M/E	Fr. 32-34 (SS)	79	CLEANING BENCH FOR SEPARATOR	Fr. x-x-x (xx)
31.2	SEA-COOLING WATER PUMP M/E	Fr. 31-32 (PS)			
31.1	SEA-COOLING WATER PUMP M/E	Fr. 32-34 (PS)			
28	SEWAGE TREATMENT PLANT	Fr. 36-42 (SS)			
27	BILGE WATER SEPARATOR WITH PUMP	Fr. 27-30 (PS)			
25	BILGE PUMP	Fr. 47-48 (PS)			
24.2	BILGE AND BALLAST PUMP	Fr. 22-23 (PS)			
24.1	BILGE AND BALLAST PUMP	Fr. 14-15 (SS)			
23	SPRINKLER PUMP	Fr. 47-48 (PS)			
22	FIRE EXT. PUMP	Fr. 22-23 (PS)			
21	OILY BILGE P. PISTON TYPE	Fr. 42-44 (PS)			
20	CONTROL AIR DRYER	Fr. 29-30 (SS)			
17.2	STARTING AIR BOTTLE FOR M/E.	Fr. 24-29 (SS)			
17.1	STARTING AIR BOTTLE FOR M/E.	Fr. 24-29 (SS)			
15.3	STARTING AIR COMPRESSOR	Fr. 22-23 (SS)			
15.2	STARTING AIR COMPRESSOR	Fr. 24-25 (SS)			
15.1	STARTING AIR COMPRESSOR	Fr. 26-27 (SS)			
8.2	SHAFT BEARING	Fr. 15-16 (SS)			
8.1	SHAFT BEARING	Fr. 15-16 (SS)			
6.2	SHAFT BREKE. MANUALLY OPERATED	Fr. 12-13 (SS)			
6.1	SHAFT BREKE. MANUALLY OPERATED	Fr. 12-13 (PS)			
5.2	INTERMEDIATE SHAFT	Fr. 13-20 (PS)			
5.1	INTERMEDIATE SHAFT	Fr. 13-20 (SS)			
4.2	PROPELLER SHAFT	Fr. 11-13 (PS)			
4.1	PROPELLER SHAFT	Fr. 11-13 (SS)			
3.2	RESERVE REDUCTION GEAR	Fr. 21-23 (PS)			
3.1	RESERVE REDUCTION GEAR	Fr. 21-23 (SS)			
1.2	MAIN ENGINE	Fr. 22-30 (PS)			
1.1	MAIN ENGINE	Fr. 22-30 (SS)			

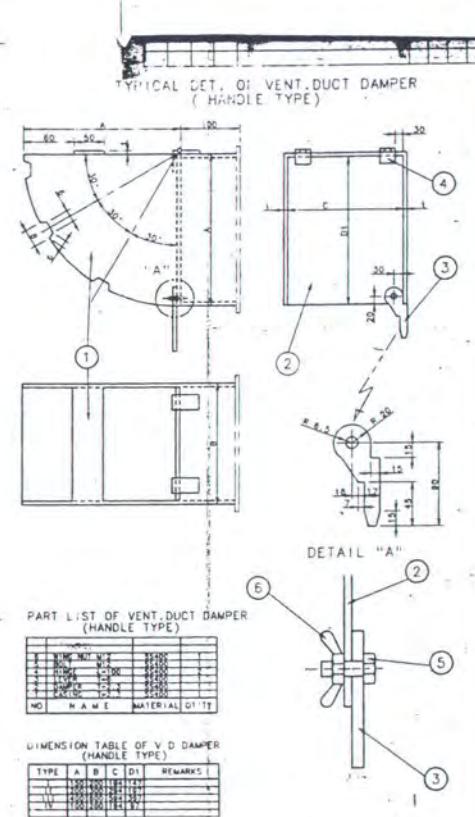
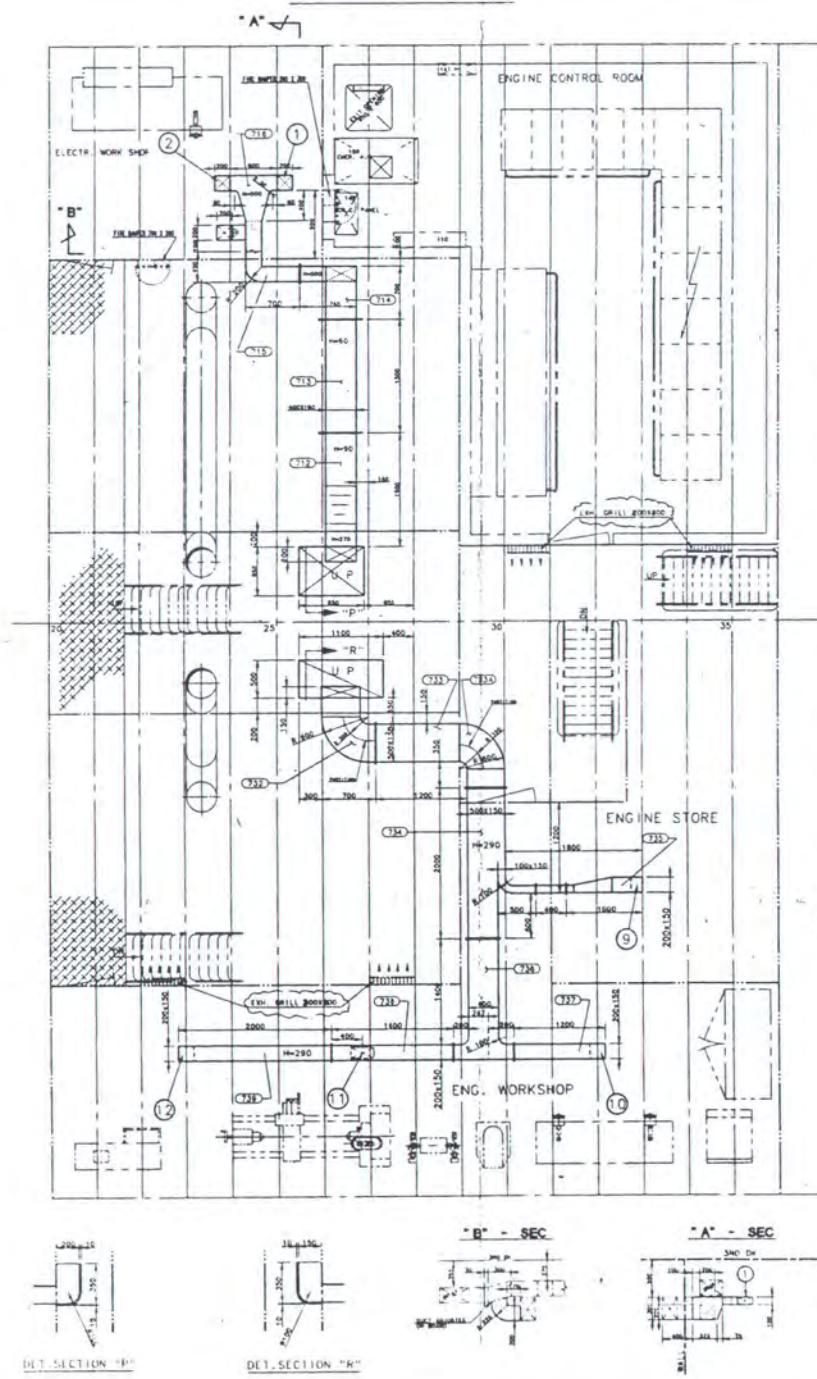
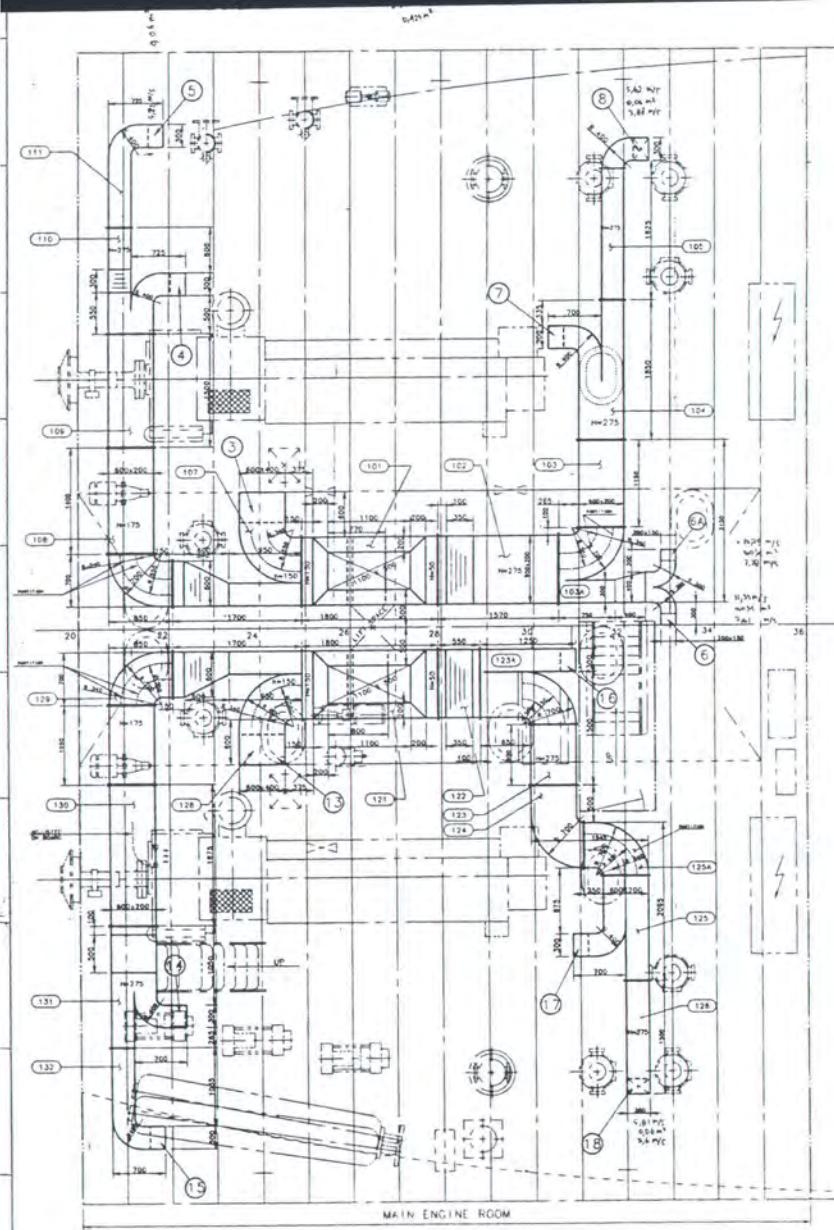


YEAR : 1999	PROJECT NAME : PASSENGER VESSEL TYPE 500 K.M. WHIS	PROJECT NO. : M0000126
DATE : / /	APPROVAL :	DRAWING NAME :
DRAWN BY : 4/10	DESIGNED BY : 7/10	OWNER : DITJEN HUBLA
DESIGNED BY : 7/10	CHECKED BY : 11/10	CLASS : BK1
CHECKED BY : 11/10	APPROVED BY : 12/10	DESIGNER : PT PAL
APPROVED BY : 12/10		GROUP : M.O./P.E.
		SCALE : 1 : 100

ARRANGEMENT OF  
ENGINE ROOM

# PLAN VIEW ON 2nd DECK

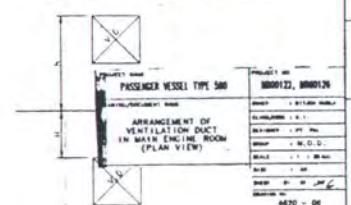




NOTE :

- TYPICAL DETAIL OF V.D. DAMPER(HANDLE TYPE) TYPE SEE PAGE 1/5
- TYPICAL DETAIL OF SLIDING SHUTTER SEE PAGE 3/5
- TYPICAL DETAIL OF VENT DUCT PRACTICE SEE PAGE 2/5
- LIST OF TERMINALS SEE PAGE 2/5
- DETAIL OF INSTALLATION FAN SEE PAGE 4/5
- DETAIL OF WALL DAMPER 5/5

DIMENSION IN THIS DRAWING ARE AS FOLLOWS

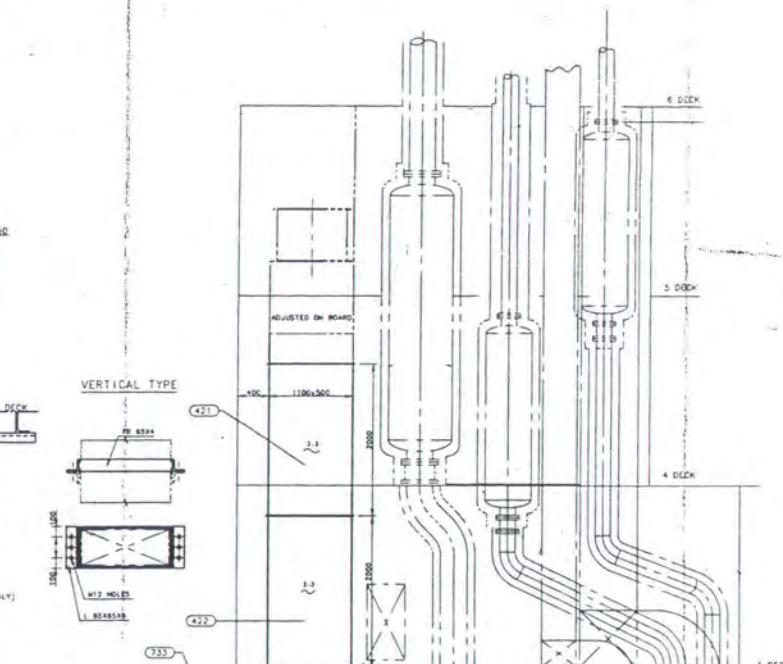
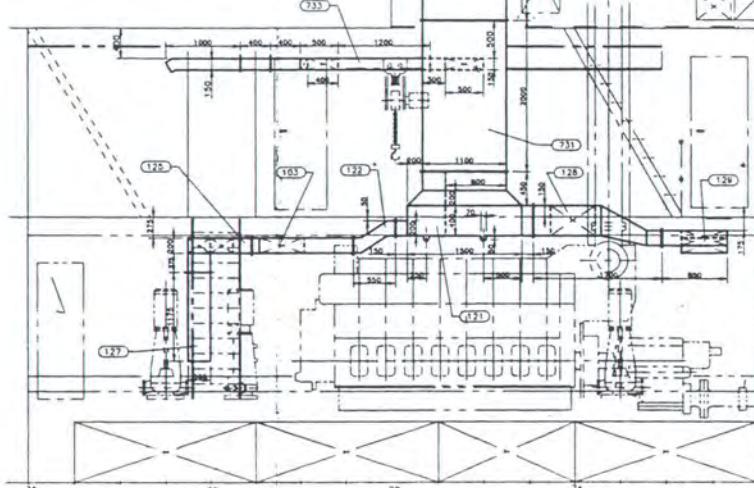
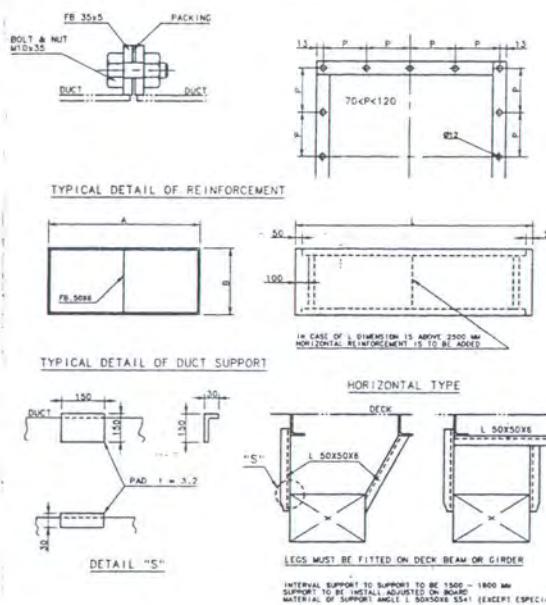
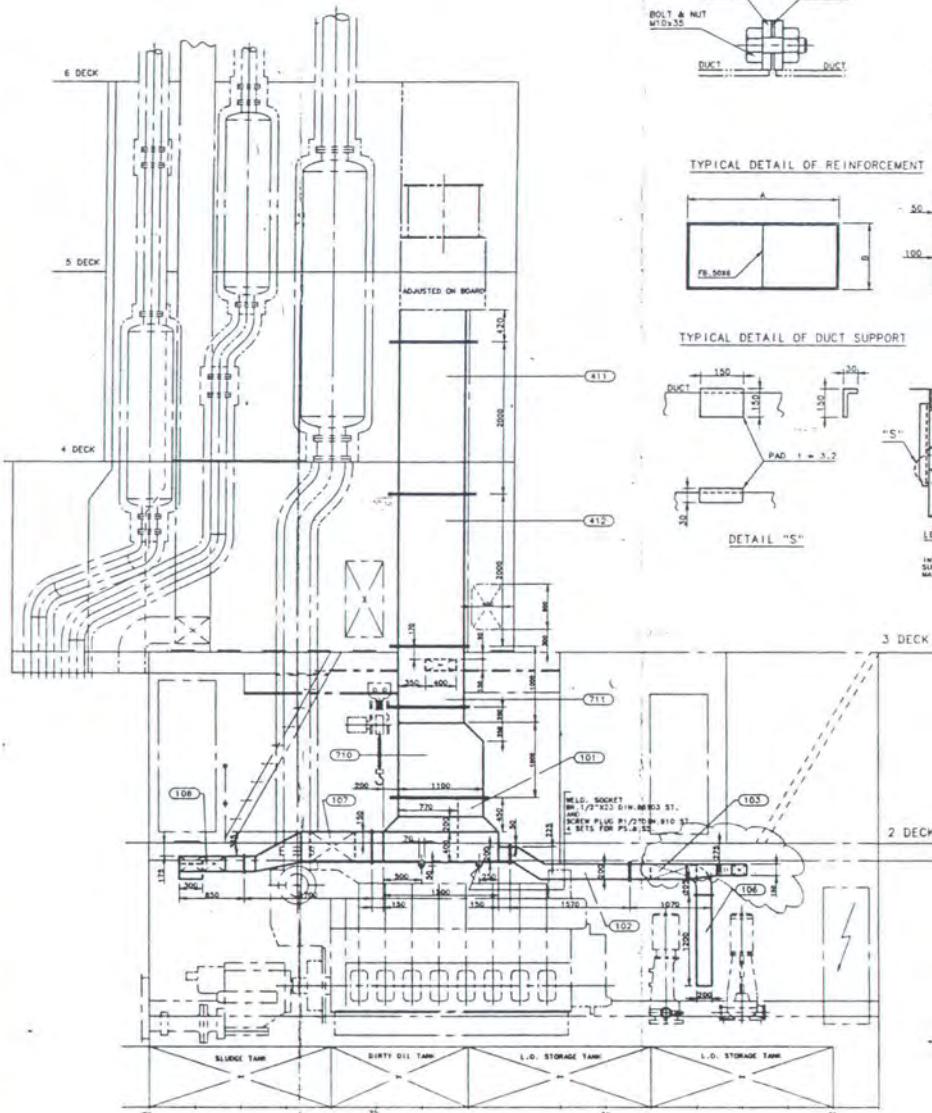


LONGITUDINAL SECTION ← LOOKING PORT SIDE

### PRACTICE OF VENT.DUCT

LONGITUDINAL SECTION & LOOKING STB. SIDE

TYPICAL DETAIL OF DUCT FLANGE



LIST OF TERMINALS

**PASSENGER VESSEL TYPE 500**

ARRANGEMENT OF  
VENTILATION DUCT  
IN MAIN ENGINE ROOM  
(EXHIBIT PS-48)

## ELECTRIC POWER CONSUMPTION TABLE

PROJECT : PASSENGER VESSEL PAX 500  
PROJECT NO. : M000122 - M000126  
DRAWING NO. : 3002 - 01

### SHIP PARTICULARS

Length Overall (LOA) : 74.00 M  
Length Between perpendiculars (LPP) : 68.00 M  
Breadth (Mid.) : 15.20 M  
Draught : 2.85 M  
V. Service : 14 Knots

### ELECTRIC POWER CONSUMPTION TABLE

> Nama Kapal : PASSENGER VESSEL TYPE 500  
> Nomor Kapal : M000122 - M000126  
> Pemesan : DITJEN HUBLA  
> Perencana : PT. PAL INDONESIA (PERSERO)  
> Klasifikasi : KI  
> Generator Engine :  
> Generator : 340 kW, AC 3Ø, 50 Hz, 400 Volt, 4 sets  
> Emergency Generator Eng :  
> Emergency Generator : 140 kW, AC 3Ø, 50 Hz, 400 Volt, 1 set

### SUMMARY OF GENERATOR LOAD

Equipment	Normal Sea Going	Manouevring	At In Port	Em'cy Service
a. INTERMITTENT LOAD				
a.1. Total Load (kW)	466.82	449.30	358.29	9.44
a.2. Diversity factor	0.50	0.50	0.50	0.50
a.3. Necessary power (kW)	[a.1 * a.2]	233.41	224.65	179.15
b. CONTINOUS LOAD (kW)	201.84	431.44	106.12	117.57
c. TOTAL LOAD (kW)	[a.3 + b]	435.25	656.09	285.27
d. GENERATOR IN SERVICE (kW)	680.00	1,020.00	340.00	140.00
e. GENERATOR DEMAND FACTOR (%)	[d/e * 100]	64.01	64.32	83.90

No	EQUIPMENT	CAPACITY			DEMAND FACTOR (%) & CONSUMPTION (kW)												
		Output (kW)	Input (kW)	To tal. set	Normal Sea Going			Manouevring			At In Port			Emergency Service			
					%	C.L.	I.L.	%	C.L.	I.L.	%	C.L.	I.L.	%	C.L.	I.L.	
	HULL PART																
1	Anchor & Mooring Winch Pump	13.80	15.68	2	40	-	12.55	60	-	18.82	60	-	18.82	-	-	-	
2	Mooring Winch Pump	8.20	9.65	2	40	-	7.72	60	-	11.58	60	-	11.58	-	-	-	
3	Boat Davit 1 PS	26.00	27.96	1	40	11.18	-	-	-	-	-	-	-	50	13.98	-	
4	Boat Davit 3 PS	10.00	11.36	1	40	4.55	-	-	-	-	-	-	-	50	5.68	-	
5	Boat Davit 2 SS	26.00	27.96	1	40	11.18	-	-	-	-	-	-	-	50	13.98	-	
6	Boat Davit 4 SS	10.00	11.36	1	40	4.55	-	-	-	-	-	-	-	50	5.68	-	
7	Bow Thruster	275.00	289.47	1	-	-	-	90	260.53	-	-	-	-	-	-	-	-
8	Deck Crane	15.00	17.05	2	-	-	-	-	-	-	80	-	27.27	-	-	-	
9	Steering Gear	3.60	4.24	2	90	-	3.81	90	-	3.81	-	-	-	-	-	-	-
10	Accomodation Ladder	2.20	2.50	2	-	-	-	-	-	-	60	1.50	-	60	1.50	-	
11	AC Compressor Plant	132.00	138.95	2	90	-	125.05	90	-	125.05	90	-	125.05	-	-	-	
12	Watertight Door System	5.50	6.47	2	50	-	3.24	50	-	3.24	50	-	3.24	50	-	3.24	
13	Supply Fan Bow Thruster Room	1.10	1.33	1	-	-	-	90	1.19	-	-	-	-	-	-	-	-
14	Cargo Hold Supply Fan	0.50	0.60	1	-	-	-	80	0.48	-	80	0.24	-	-	-	-	-
15	Cargo Hold Exhaust Fan	0.50	0.60	1	-	-	-	80	0.48	-	80	0.24	-	-	-	-	-
16	Supply Fan Steering Gear	0.37	0.45	1	80	0.36	-	80	0.36	-	80	0.18	-	-	-	-	-
17	Exh Fan Steering Gear RM	0.37	0.45	1	80	0.36	-	80	0.36	-	80	0.18	-	-	-	-	-
18	Supply Fan AC Room	1.10	1.33	1	90	1.19	-	90	1.19	-	90	1.19	-	-	-	-	-
19	Exh Fan AC Room	1.10	1.33	1	90	1.19	-	90	1.19	-	90	1.19	-	-	-	-	-
20	Exh Fan Bow Thruster	1.10	1.33	1	-	-	-	80	1.06	-	-	-	-	-	-	-	-
21	Fan CO <sub>2</sub> Room	0.30	0.36	1	80	0.29	-	80	0.29	-	80	0.29	-	-	-	-	-
22	AC Unit E.C.R	1.10	1.29	1	80	-	1.04	80	-	1.04	80	-	1.04	-	-	-	-
23	Fan E.C.R	1.50	1.76	1	80	1.41	-	80	1.41	-	80	1.41	-	-	-	-	-
24	AC1 Cabin, Front	11.00	12.79	1	80	10.23	-	80	10.23	-	80	10.23	-	-	-	-	-
25	AC2 Cabin, After	2.20	2.50	1	80	2.00	-	80	2.00	-	80	2.00	-	-	-	-	-
26	E1 Sanitary Spades	2.20	2.59	1	80	2.07	-	80	2.07	-	80	2.07	-	-	-	-	-
27	E2 Hospital	0.25	0.29	1	80	0.24	-	80	0.24	-	80	0.24	-	-	-	-	-
28	E4 Restaurant, Pantry	1.50	1.76	1	80	1.41	-	80	1.41	-	80	1.41	-	-	-	-	-
29	AC3 Galley, Pantry	3.00	3.53	1	80	2.82	-	80	2.82	-	60	2.12	-	-	-	-	-
30	AC4 Economy Class, Mosque	5.50	6.25	1	80	5.00	-	80	5.00	-	60	3.75	-	-	-	-	-
	S U B T O T A L I					60.03	153.40		292.32	163.53		28.24	186.99		40.82	3.24	

Note: > C.L. : Continuous Load  
 > I.L. : Intermittent Load

No	E Q U I P M E N T	C A P A C I T Y			DEMAND FACTOR (%) & CONSUMPTION (kW)											
		Output (kW)	Input (kW)	To tal. set	Normal Sea Going			Manouevring			At In Port			Em'cy Service		
					%	C.L.	I.L.	%	C.L.	I.L.	%	C.L.	I.L.	%	C.L.	I.L.
<u>HULL PART</u>																
31	AC5 Economy Class	5.50	6.25	1	80	5.00	-	80	5.00	-	60	3.75	-	-	-	-
32	AC6 Stair, Middle	0.55	0.66	1	80	0.53	-	80	0.53	-	60	0.40	-	-	-	-
33	AC7 Stair, Front	0.75	0.90	1	80	0.72	-	80	0.72	-	60	0.54	-	-	-	-
34	E8 Economy Class, Front	2.20	2.59	1	80	2.07	-	80	2.07	-	80	2.07	-	-	-	-
35	E7 Galley	1.10	1.29	1	80	1.04	-	80	1.04	-	80	1.04	-	-	-	-
36	RE5 Middle	0.25	0.30	1	80	0.24	-	80	0.24	-	80	0.24	-	-	-	-
37	RE6 Stair, Front	0.37	0.45	1	80	0.36	-	80	0.36	-	80	0.36	-	-	-	-
38	E9 Economy Class, After	2.20	2.59	1	80	2.07	-	80	2.07	-	80	2.07	-	-	-	-
39	E3 Sanitary Front	1.10	1.29	1	80	1.04	-	80	1.04	-	80	1.04	-	-	-	-
40	Supply Fan AC Comp. RM	2.20	2.59	1	80	2.07	-	80	2.07	-	80	2.07	-	-	-	-
41	Exh Fan AC Comp RM	2.20	2.59	1	80	2.07	-	80	2.07	-	80	2.07	-	-	-	-
42	Supply Fan Incinerator RM	1.50	1.76	1	70	1.24	-	-	-	-	80	1.41	-	-	-	-
43	Exh Fan Separator RM	1.50	1.76	1	80	1.41	-	80	1.41	-	80	1.41	-	-	-	-
44	PD Laundry	20.00	21.51	1	80	-	17.20	-	-	-	60	-	12.90	-	-	-
45	PD Provision Cooling Plant	11.10	12.61	2	90	-	11.35	90	-	11.35	90	-	11.35	-	-	-
46	PD Galley	105.00	110.53	1	60	-	66.32	60	-	66.32	50	-	55.26	-	-	-
47	Exh Fan Boatswain Store	0.55	0.66	1	50	0.33	-	50	0.33	-	-	-	-	-	-	-
48	Supply Fan Boatswain Store	0.75	0.90	1	50	0.45	-	50	0.45	-	-	-	-	-	-	-
49	Hatch Cover Motor	1.50	1.76	1	-	-	-	-	-	-	80	1.41	-	-	-	-
50	Provision Lift	1.40	1.65	1	60	-	0.99	60	-	0.99	80	-	1.32	-	-	-
51	Sea Water Pump For Prov. Refr.	0.55	0.65	2	80	-	0.52	80	-	0.52	80	-	0.52	-	-	-
52	Compressor for Prov. Refr.	7.50	8.52	2	80	-	6.82	80	-	6.82	80	-	6.82	-	-	-
53	Secondary Oil Pump AC Syst.	1.50	1.76	2	80	-	2.82	80	-	2.82	80	-	2.82	-	-	-
54	Miscellaneous	2.00	2.35	1	80	-	1.88	80	-	1.88	80	-	1.88	-	-	-
<b>S U B T O T A L II</b>					20.63	107.90	-	19.40	90.70	-	19.88	92.88	-	0.00	0.00	

Note: > C.L. : Continuous Load  
> I.L. : Intermittent Load

No	EQUIPMENT	Output (kW)	Input (kW)	To tal set	Normal Sea Going			Manouvering			In Port			Em'ey Service		
					%	C.L.	I.L.	%	C.L.	I.L.	%	C.L.	I.L.	%	C.L.	I.L.
<b>MACHINERY PART</b>																
1	Starting Air Compressor	5.50	6.25	3	50	-	9.38	60	-	11.25	80	-	15.00	-	-	-
2	Fresh Water Circ. Pump ME	5.50	6.25	2	70	8.75	-	70	8.75	-	-	-	-	-	-	-
3	Purifier Heater L.O.	9.00	10.23	2	70	-	7.16	80	-	8.18	-	-	-	-	-	-
4	Purifier Heater F.O.	9.00	10.23	2	70	-	7.16	80	-	8.18	-	-	-	-	-	-
5	L.O. BST. Pump to L.O. Sepr.	0.37	0.45	2	60	-	0.27	70	-	0.31	-	-	-	-	-	-
6	F.O. BST. Pump to F.O. Sepr.	0.37	0.45	2	60	-	0.27	70	-	0.31	-	-	-	-	-	-
7	Sea Cool Water Pump ME PS	7.50	8.52	2	90	-	7.67	90	-	7.67	-	-	-	-	-	-
8	Sea Cool Water Pump ME SS	7.50	8.52	2	90	-	7.67	90	-	7.67	-	-	-	-	-	-
9	Sea Cool Water Pump AUX Engine	6.00	6.82	4	90	-	12.27	90	-	18.41	90	-	12.27	-	-	-
10	Preheating Cool. W. Aux Engine	1.00	1.20	4	90	-	2.17	90	-	3.25	90	-	2.17	-	-	-
11	Preheating Cool. W. Emerg Gen	1.00	1.20	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	80	-	0.96
12	Sea Cool Water Pump AC PL	8.00	9.09	2	80	-	7.27	80	-	7.27	80	-	7.27	-	-	-
13	Chilled Water Pump AC	22.00	23.66	2	80	-	18.92	80	-	18.92	80	-	18.92	-	-	-
14	Preheating M/E	3.00	3.53	2	60	-	2.12	70	-	2.47	-	-	-	-	-	-
15	Sea Cooling Water Pump AC ECR.	0.70	0.84	1	80	-	0.67	80	-	0.67	80	-	0.67	-	-	-
16	Fire Pump	32.00	34.41	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	80	27.53	-
17	Fresh Water Generator	25.00	26.88	1	60	16.13	-	60	16.13	-	-	-	-	-	-	-
18	Sprinkler Pump	32.00	34.41	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	80	27.53	-
19	Topping Up Pump Sprinkler	1.20	1.41	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	80	1.13	-
20	Bilge and Ballast Pump	7.50	8.52	2	60	-	10.23	60	-	10.23	60	-	5.11	-	-	-
21	Bilge and Ballast Valve Plant	0.30	0.36	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	Bilge Pump	7.50	8.52	2	60	-	5.11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23	Ballast Pump In Bow Thruster	4.00	4.55	1	-	-	-	80	-	3.64	-	-	-	-	-	-
24	Oily Bilge Separator	1.10	1.33	1	60	-	0.80	60	-	0.80	60	-	0.80	-	-	-
25	Oily Bilge Pump	3.50	4.12	1	60	-	2.47	60	-	2.47	60	-	2.47	-	-	-
26	Hydrophore Pump Sea Water	5.00	5.68	2	60	-	6.82	60	-	6.82	50	-	2.84	-	-	-
27	Hydrophore Pump Fresh Water	10.00	11.36	2	60	-	13.64	60	-	13.64	50	-	5.68	-	-	-
28	Laundry Water Pump	3.50	4.12	2	60	-	2.47	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29	Sewage Treatment Plan	25.01	26.89	2	60	-	8.07	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	Sewage Transfer Pump	3.50	4.12	2	50	-	2.06	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>S U B T O T A L III</b>						24.88	134.66		24.88	132.17		0.00	73.22		56.18	0.96

Note: > C.L. : Continous Load  
 > I.L. : Intermittent Load

No	EQUIPMENT	CAPACITY			DEMAND FACTOR (%) & CONSUMPTION (kW)												
		Output (kW)	Input (kW)	To tal. set	Normal Sea Going			Manouvering			In Port			Em'cy Service			
					%	C.L.	I.L.	%	C.L.	I.L.	%	C.L.	I.L.	%	C.L.	I.L.	
	<u>MACHINERY PART</u>																
31	Stand By Lub Oil Pump M/E PS	15.00	17.05	2	60	-	10.23	60	-	10.23	-	-	-	-	-	-	-
32	Gear Oil Pump	7.50	8.52	4	75	-	12.78	75	-	12.78	-	-	-	-	-	-	-
33	L.O. Transfer Pump	0.25	0.29	1	60	-	0.18	60	-	0.18	-	-	-	-	-	-	-
34	Dirty Oil Pump	1.50	1.76	1	50	-	0.88	50	-	0.88	50	-	0.88	-	-	-	-
35	Sludge Pump	0.75	0.88	1	60	-	0.53	60	-	0.53	60	-	0.53	-	-	-	-
36	MDO Booster Pump M/E	0.37	0.45	2	60	0.53	-	60	0.53	-	-	-	-	-	-	-	-
37	MDO Transfer Pump	2.20	2.50	2	60	3.00	-	60	3.00	-	-	-	-	-	-	-	-
38	MDO Booster Pump Emerg. Diesel	0.55	0.65	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	80	0.52	-	-
39	L.O. Sep M/E	2.20	2.59	2	80	4.14	-	80	4.14	-	-	-	-	-	-	-	-
40	MDO Separator	2.20	2.59	2	80	-	4.14	80	-	4.14	-	-	-	-	-	-	-
41	Turning Gear M/E	2.20	2.59	2	80	-	4.14	80	-	4.14	-	-	-	-	-	-	-
42	Incinerator	14.25	16.19	1	60	-	9.72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
43	Hyd Unit Bow Thruster	1.10	1.29	1	-	-	-	60	-	0.78	-	-	-	-	-	-	-
44	Engine Room Fan	7.50	8.52	2	90	15.34	-	90	15.34	-	90	7.67	-	-	-	-	-
45	CO <sub>2</sub> Fan M/E Room	0.37	0.42	1	90	0.38	-	90	0.38	-	90	0.38	-	-	-	-	-
46	CO <sub>2</sub> Fan Aux Engine Room	0.37	0.42	1	90	0.38	-	90	0.38	-	90	0.38	-	-	-	-	-
47	Aux Engine Room Fan	5.50	6.47	2	90	11.65	-	90	11.65	-	90	5.82	-	-	-	-	-
48	Supply Fan Separator Room	0.75	0.88	1	90	0.79	-	90	0.79	-	90	0.79	-	-	-	-	-
49	Fan Emergency Engine	0.37	0.45	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	90	0.40	-	-
50	Hot Water Circulating Pump	1.10	1.33	2	80	-	2.12	80	-	2.12	-	-	-	-	-	-	-
51	Hot Water Calorifier	21.00	22.58	2	90	-	20.32	90	-	20.32	-	-	-	-	-	-	-
52	Miscellaneous	2.00	2.35	1	80	-	1.88	80	-	1.88	50	-	1.18	-	-	-	-
	S U B T O T A L IV				36.22	66.92		36.22	57.98		15.04	2.59		0.92	0.00		

Note: &gt; C.L. : Continous Load

&gt; I.L. : Intermittent Load

No	EQUIPMENT	CAPACITY			DEMAND FACTOR (%) & CONSUMPTION (kW)												
		Output (kW)	Input (kW)	To tal. set	Normal Sea Going			Manouevring			At In Port			Em'cy Service			
					%	C.L.	I.L.	%	C.L.	I.L.	%	C.L.	I.L.	%	C.L.	I.L.	
	ELECTRICAL PART																
1	Radar	3.00	3.33	2	70	2.33	-	85	2.83	-	60	2.00	-	80	2.67	-	
2	Radio System	5.00	5.56	1	60	-	3.33	75	-	4.17	40	-	2.22	80	-	4.44	
3	Internal communication	1.00	1.00	1	60	-	0.60	75	-	0.75	40	-	0.40	80	-	0.80	
4	Battery charger	2.00	2.35	3	50	2.35	-	-	-	-	50	2.35	-	50	1.18	-	
5	Lighting Transformer	56.00	56.00	2	80	44.80	-	80	44.80	-	50	28.00	-	-	-	-	
6	Emergency Lighting Transformer	24.00	24.00	1	40	9.60	-	40	9.60	-	40	9.60	-	60	14.40	-	
7	Distribution Nautic	2.00	2.00	1	50	1.00	-	70	1.40	-	50	1.00	-	70	1.40	-	
	S U B T O T A L	V			60.09	3.93		58.63	4.92		42.95	2.62		19.64	5.24		
	G R A N D T O T A L				201.84	466.82		431.44	449.30		106.12	358.29		117.57	9.44		

Note: &gt; C.L. : Continous Load

DESI 9559

&gt; I.L. : Intermittent Load

Postfach 2262 D-25412 Pinneberg, Tel.: (+49) 4101/7007-0 Fax: (+49) 4101/7007-30

CUSTOMER:  
 L. MEYER  
 FFSWERFT  
 STRIEGEBIET SÜD  
 I PAPENBURG  
 R REF.: Herr Kromminga

ORDER: from 01.04.97 3272/97 3563	Item: 2	ORDER NO.: 40057
PROJECT: 635 Nb Indonesien	Units: 1	Handled by: Schmidt/Ne
Y/DESC.: Supply, Main Eng.-R.		

**Manufacturer's Certificate M** according to DIN 55350, part 18

Description of machinery: Axial Fan  
 Machinery type: A-X8L15/Z0.2/800/G/6  
 Machinery No.: 40057 - 2

**Technical Data**

Air flow rate	V	m³/h	20000	Density	ρ	kg/m³	1.2
Air pressure	Δp <sub>stat</sub>	Pa	698	Operating temperature	t	°C	20
Total air pressure	Δp <sub>tot</sub>	Pa	771	Shaft power	P <sub>sh</sub>	kW	5.31
No. of speeds	n	min⁻¹	1450				
Protection							

**Material**  
 Hull material: Seewasserbeständiger Aluminiumguß  
 Support material: S235JRG2=RSt37-2  
 Housing material: S235JRG2=RSt37-2

**Surface Treatment**

Hull surface treatment: no paint  
 Support surface treatment: no paint  
 Housing outside treatment: no paint  
 Housing inside treatment: no paint

**Motor**  
 Type: STN  
 Model: 132M  
 Pole pairs: 4  
 Protection class: V3  
 Power rating: F/B  
 Temperature classification: GL.45°C  
 Rated voltage: U V 3x400V  
 Frequency: f Hz 50 Hz  
 Rated Power: P<sub>M</sub> kW 7.5  
 Protection class: IP55  
 Ex-protection

**Declaration of conformity as defined by the EC Council Directive on Machinery 89/392/EEC, Annex II A:**

**E** Herewith we declare that the machinery designated below, on the basis of its design and construction in the form brought onto the market by us in accordance with the relevant safety and health requirements of the EC Council Directive on Machinery.

If alterations are made to the machinery without prior consultations with us, this declaration becomes invalid.

Relevant EC Council Directives: Machinery Directive (89/392/EEC in the version 93/68 EEC)

Applied harmonised standards, in particular:  
 National standards and technical specifications, in particular:  
 VDMA 24167

Date / Signature of manufacturer:

Pinneberg, 28.01.98

Position of Signatory:

Manager Quality Assurance

TOMER:  
L MEYER  
IFFSWERFT  
USTRIEGEVIET SÜD  
1 PAPENBURG  
R REF.: Herr Kromminga

ORDER: from 01.04.97  
3272/97 3563  
PROJECT: 635  
Nb Indonesien  
Y/DESC.: Supply, Main Eng -R.

Item: ORDER NO.:  
2 40057  
Units: Handled by: Schmidt/Ne  
1 (+49) 4101/700744

Code: A-X8L15/Z0.2/800/G/6

## TECHNICAL DATA

Flow rate	V m³/h	20.000
pressure at $F = 1.2$ kg/m³ $\Delta p_{st}$ Pa	698	
pressure at $F = 1.2$ kg/m³ $\Delta p_t$ Pa	771	
pressure at $F =$ kg/m³ $\Delta p_{st}$ Pa		
pressure at $F =$ kg/m³ $\Delta p_t$ Pa		
d	n 1/min	1.450
Power at $F = 1.2$ kg/m³ $P_W$ kW	5,31	
Power at $F =$ kg/m³ $P_W$ kW		
Sound pressure, free field	L <sub>p</sub> dB(A)	48-1m
Installation type D (ISO) calculated acc. to VDI 2081		
Sound power level	L <sub>W</sub> dB(A)	99
Weight (without motor)	kg	146
Cooling temperature	°C	20
Maximum temperature	°C	45
Medium: <input checked="" type="checkbox"/> fresh air <input type="checkbox"/> dust free <input type="checkbox"/>		
Protection: <input type="checkbox"/> zone 1 <input checked="" type="checkbox"/> zone 2 <input type="checkbox"/> shipbuilding rules		
For speed control: block resonance frequencies		
-635.0100		

## INSTALLATION TYPE according to ISO

- Free inlet, free outlet
- Free inlet, ducted outlet
- Ducted inlet, free outlet
- Ducted inlet and outlet

Mount position according to EUROVENT BD

## MOTOR

	STN
Size	AM 132 MR-4 / 132M
Supply voltage U/Frequency f	V/Hz
Speed n	1/min
Power P	kW
Protections class	V3 / IP55
Weight	kg
Classification	GL.45°C
Protection class/utilised	F/B
Current I / Starting current I approx. A	15.5 / 7-times

Protection  
Multi speed  
Direct Connection  
Thermistor protection  
Phase heater  
Without motor terminal box, with cable  
Flange in flange

## OTHER REQUIREMENTS

Guarantee: 12 Monate nach Lieferung

Documentation

Tolerance basis: Tolerance according to DIN 24166 Klasse 2

General Sales Conditions of the German Electrical Industry June 97

## AXIAL FAN

Casing thickness 6 mm

- Long casing
- With 1 door/Imp. + motor, swing out type
- Above deck version, watertight
- Reversible
- Guide vane
- Adjustable pitch impeller (standstill)
- Motor mounting removable
- Inspection opening
- Cable glands

## MATERIAL

Impeller	Seewasserbeständiger Aluminiumguß
Motor support	S235JRG2=RSt37-2 - Hot dip galvanized
Casing	S235JRG2=RSI37-2 - Hot dip galvanized

## SURFACE TREATMENT

Impeller	no paint
Motor support	no paint
Casing outside	no paint
Casing inside	no paint

## Motor

- Inlet cone for free inlet
- Mounting feet for hor./vert. mounting
- 1 x Repair switch 3LC4 707
- 1 x Protection grill inlet vz
- Protection grill outlet
- Anti-spark lining (brass)

## SEPARATE PARTS

- Vibration attenuators
- Counter flange inlet
- Counter flange outlet
- Flex.connect. inlet
- Guide duct inlet
- Flex.connect. outlet
- Guide duct outlet

Postfach 2262 D-25412 Pinneberg, Tel.: (+49) 4101/7007-0 Fax: (+49) 4101/7007-30

TOMER: L MEYER FFSWERFT INDUSTRIEGBIET SÜD 1 PAPENBURG REF.: Herr Kromminga	ORDER: from 01.04.97 3272/97 3563	Item: 3	ORDER NO.: 40057
	PROJECT: 635 Nb Indonesien	Units: 1	Handled by: Schmidt/Ne
	Y/DESC.: Supply, Main Eng.-R.		

**Manufacturer's Certificate M according to DIN 55350, part 18**

Description of machinery Axial Fan Year 1998  
 Machinery type A-X8L15/Z0.2/800/G/6  
 Machinery No. 40057 - 3

**Technical Data**

Max flow rate	V	m³/h	20000	Density	ρ	kg/m³	1.2
Static pressure	Δp <sub>stat</sub>	Pa	698	Operating temperature	t	°C	20
Total pressure	Δp <sub>tot</sub>	Pa	771	Shaft power	P <sub>w</sub>	kW	5.31
Speed	n	min⁻¹	1450				
Protection							

**Material**

Outer shell Seewasserbeständiger Aluminiumguß  
 Support S235JRG2=RSt37-2  
 Housing S235JRG2=RSt37-2

**Surface Treatment**

Outer shell no paint  
 Support no paint  
 Housing outside no paint  
 Housing inside no paint

**Motor**

Model	STN	Rated voltage	U	V	3x400V
Power	132M	Frequency	f	Hz	50 Hz
Speed	4	Rated Power	P <sub>M</sub>	kW	7.5
Design	V3	Protection class			IP55
Classification class	F/B	Ex-protection			
Classification	GL-45°C				

declaration of conformity as defined by the EC Council Directive on Machinery 89/392/EEC, Annex II A:



Herewith we declare that the machinery designated below, on the basis of its design and construction in the form brought onto the market by us in accordance with the relevant safety and health requirements of the EC Council Directive on Machinery.

If alterations are made to the machinery without prior consultations with us, this declaration becomes invalid.

Relevant EC Council Directives:

Machinery Directive (89/392/EEC in the version 93/68/EEC)

Applied harmonised standards, in particular:  
 and national standards and technical specifications, in particular:

EN 292-1, EN 292-2, EN 294, EN 60204-1

VDMA 24167

Date / Signature of manufacturer:

Pinneberg, 28.01.98

Position of Signatory:

Manager Quality Assurance

OMER:  
L. MEYER  
FFSWERFT  
STRIEGEBIET SÜD  
I PAPENBURG  
REF.: Herr Kromminga

ORDER: from 01.04.97  
3272/97 3563

Item: ORDER NO.:

3 40057

PROJECT: 635  
Nb IndonesienUnits: Handled by: Schmidt/Ne  
(+49) 4101/700744

Y/DESC.: Supply, Main Eng -R.

: A-X8L15/Z0.2/800/G/6

## INICAL DATA

flow rate	V m <sup>3</sup> /h	20.000
pressure at P = 1,2 kg/m <sup>3</sup> ΔP <sub>st</sub> Pa		698
pressure at P = 1,2 kg/m <sup>3</sup> ΔP <sub>t</sub> Pa		771
pressure at P = kg/m <sup>3</sup> ΔP <sub>st</sub> Pa		
pressure at P = kg/m <sup>3</sup> ΔP <sub>t</sub> Pa		
n 1/min	1.450	
er power at P = 1,2 kg/m <sup>3</sup> P <sub>W</sub> kW		5,31
er power at P = kg/m <sup>3</sup> P <sub>W</sub> kW		
pressure, free field L <sub>p</sub> dB(A)	48-1m	
nsallation type D (ISO) calculated acc. to VDI 2081		
power level L <sub>W</sub> dB(A)	99	
eight (without motor) kg	146	
ting temperature °C	20	
um temperature °C	45	
medium <input checked="" type="checkbox"/> fresh air <input checked="" type="checkbox"/> dust free <input type="checkbox"/>		shipbuilding rules
tection <input type="checkbox"/> zone 1 <input type="checkbox"/> zone 2 <input type="checkbox"/>		
speed control : block resonance frequencies		

## ALLATION TYPE according to ISO

Free inlet, free outlet  
Free inlet, ducted outlet  
Ducted inlet, free outlet  
Ducted inlet and outlet  
st position according to EUROVENT BD

## OR

Size	STN
	AM 132 MR-4 / 132M
voltage U/Frequency f	V/Hz
speed n	1/min
power P	kW
protection class	V3 / IP55
weight	kg
cification	GL.45°C
tion class/utilised	F/B
current I / Starting current I approx. A	15.5 / 7-times

-protection  
ulti speed  
rect-Connection  
ermistor protection  
ace heater  
out motor terminal box, with cable  
ain in flange

## ER REQUIREMENTS

ntie: 12 Monate nach Lieferung

umentation

basis : Tolerance according to DIN 24166 Klasse2

al Sales Conditions of the German Electrical Industry - Seite 67

## AXIAL FAN

Casing thickness 6 mm

- Long casing
- With 1 door/lmp. + motor, swing out type
- Above deck version, watertight
- Reversible
- Guide vane
- Adjustable pitchimpeller (standstill)
- Motor mounting removable
- Inspection opening
- Cable glands

## MATERIAL

Impeller	Seewasserbeständiger Aluminiumguß
Motor support	S235JRG2=RSI37-2 - Hot dip galvanized
Casing	S235JRG2=RSI37-2 - Hot dip galvanized

## SURFACE TREATMENT

Impeller	no paint
Motor support	no paint
Casing outside	no paint
Casing inside	no paint

- Motor
- Inlet cone for free inlet
- Mounting feet for hor./vert. mounting
- 1 x Repair switch 3LC4 707 outside
- 1 x Protection grill inlet vz
- Protection grill outlet
- Anti-spark lining (brass)

## SEPARATE PARTS

- Vibration attenuators
- Counter flange inlet
- Counter flange outlet
- Flex.connect. inlet
- Guide duct inlet
- Flex.connect. outlet
- Guide duct outlet

## DATA VELOCITY DUCTING STARBOARD

The maximum value of Velocity.MAG over atas1 is:

3.8756 m s^-1

The approximate area of atas1 is:

0.03 m^2

The area weighted average of Velocity.MAG over atas1 is:

2.66687 m s^-1

The approximate volumetric flow over atas1 is:

0.0800061 m^3 s^-1

---

The maximum value of Velocity.MAG over atas2 is:

5.40989 m s^-1

The approximate area of atas2 is:

0.03 m^2

The area weighted average of Velocity.MAG over atas2 is:

3.64051 m s^-1

The approximate volumetric flow over atas2 is:

0.109215 m^3 s^-1

---

The maximum value of Velocity.MAG over atas3 is:

4.75387 m s^-1

The approximate area of atas3 is:

0.03 m^2

The area weighted average of Velocity.MAG over atas3 is:

3.23639 m s^-1

The approximate volumetric flow over atas3 is:

0.0970919 m^3 s^-1

---

The maximum value of Velocity.MAG over bknkembar is:

13.0621 m s^-1

The approximate area of bknkembar is:

0.06 m^2

The area weighted average of Velocity.MAG over bknkembar is:

9.32649 m s^-1

The approximate volumetric flow over bknkembar is:

0.41078 m^3 s^-1

---

The maximum value of Velocity.MAG over blower is:

10.1 m s^-1

The approximate area of blower is:

0.425 m^2

The area weighted average of Velocity.MAG over blower is:

10.1 m s^-1

The approximate volumetric flow over blower is:

4.2925 m^3 s^-1

---

The maximum value of Velocity.MAG over kbawah is:

5.96374 m s^-1

The approximate area of kbawah is:

0.06 m^2

The area weighted average of Velocity.MAG over kbawah is:

2.255 m s^-1

The approximate volumetric flow over kbawah is:

0.1353 m^3 s^-1

---

The maximum value of Velocity.MAG over kmesininduk is:

13.4417 m s^-1

The approximate area of kmesininduk is:

0.24 m^2

The area weighted average of Velocity.MAG over kmesininduk is:

10.0984 m s^-1

The approximate volumetric flow over kmesininduk is:

1.73497 m^3 s^-1

The maximum value of Velocity.MAG over pembelok is:  
0 m s^-1

The approximate area of pembelok is:  
0.19713 m^2

The area weighted average of Velocity.MAG over pembelok is:  
0 m s^-1

The approximate volumetric flow over pembelok is:  
0 m^3 s^-1

---

The maximum value of Velocity.MAG over plgujung is:  
11.2518 m s^-1

The approximate area of plgujung is:  
0.0599999 m^2

The area weighted average of Velocity.MAG over plgujung is:  
7.0887 m s^-1

The approximate volumetric flow over plgujung is:  
0.310607 m^3 s^-1

---

The maximum value of Velocity.MAG over sblbawah is:  
6.75551 m s^-1

The approximate area of sblbawah is:  
0.06 m^2

The area weighted average of Velocity.MAG over sblbawah is:  
4.30927 m s^-1

The approximate volumetric flow over sblbawah is:  
0.1886 m^3 s^-1

---

The maximum value of Velocity.MAG over sblujung is:  
11.3894 m s^-1

The approximate area of sblujung is:  
0.06 m^2

The area weighted average of Velocity.MAG over sblujung is:  
7.22689 m s^-1

The approximate volumetric flow over sblujung is:  
0.314327 m^3 s^-1

---

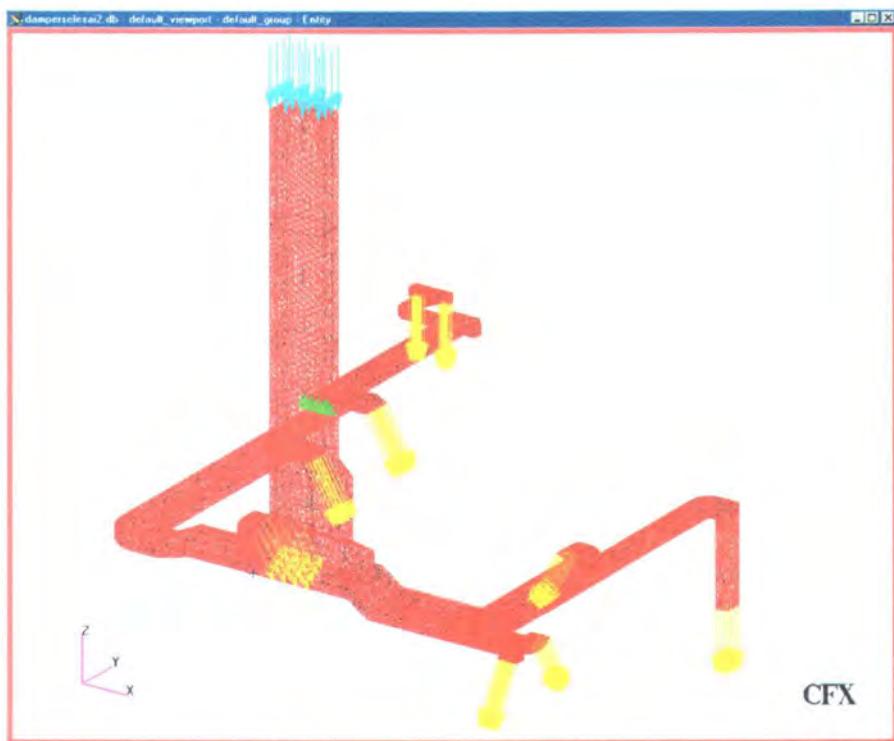
The maximum value of Velocity.MAG over Default is:  
10.1 m s^-1

The approximate area of Default is:  
63.7306 m^2

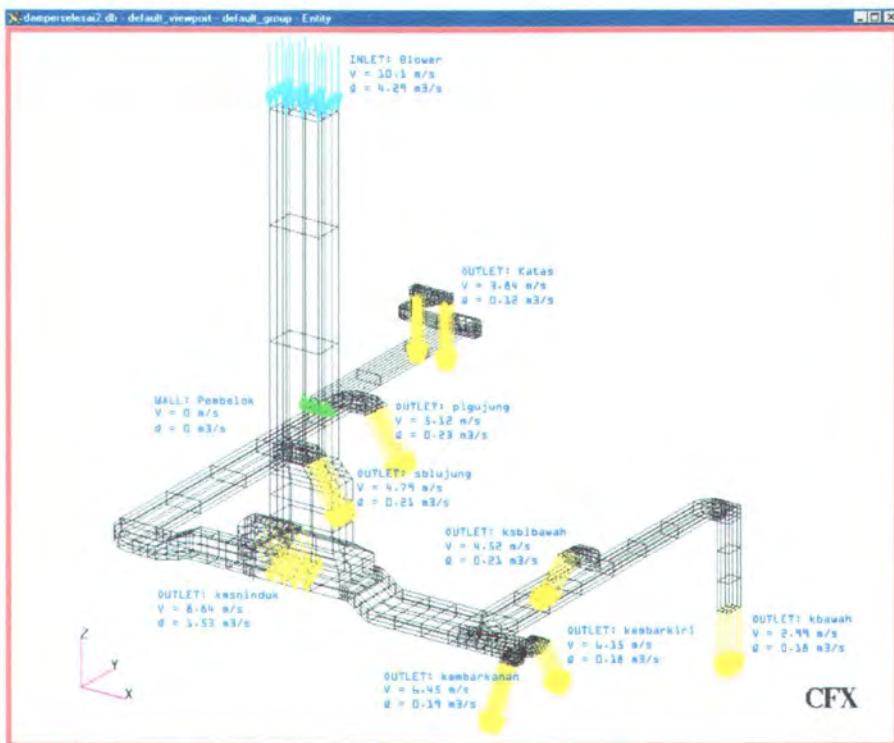
The area weighted average of Velocity.MAG over Default is:  
0.0173098 m s^-1

The approximate volumetric flow over Default is:  
0.00900811 m^3 s^-1

## GEOMETRI DUCTING PORTSIDE



Mesling pada ducting portside



Velocity dan kapasitas tiap ujung ducting portside

## DATA VELOCITY DUCTING PORTSIDE

The maximum value of Velocity.MAG over blower is:

10.1 m s^-1

The approximate area of blower is:

0.425 m^2

The area weighted average of Velocity.MAG over blower is:

10.1 m s^-1

The approximate volumetric flow over blower is:

4.2925 m^3 s^-1

---

The maximum value of Velocity.MAG over katas is:

7.1777 m s^-1

The approximate area of katas is:

0.0450002 m^2

The area weighted average of Velocity.MAG over katas is:

3.84341 m s^-1

The approximate volumetric flow over katas is:

0.123001 m^3 s^-1

---

The maximum value of Velocity.MAG over kbawah is:

5.62575 m s^-1

The approximate area of kbawah is:

0.06 m^2

The area weighted average of Velocity.MAG over kbawah is:

2.99836 m s^-1

The approximate volumetric flow over kbawah is:

0.179902 m^3 s^-1

---

The maximum value of Velocity.MAG over kembarkanan is:

11.3301 m s^-1

The approximate area of kembarkanan is:

0.0399998 m^2

The area weighted average of Velocity.MAG over kembarkanan is:

6.45603 m s^-1

The approximate volumetric flow over kembarkanan is:

0.190643 m^3 s^-1

---

The maximum value of Velocity.MAG over kembarkiri is:

10.7949 m s^-1

The approximate area of kembarkiri is:

0.0399998 m^2

The area weighted average of Velocity.MAG over kembarkiri is:

6.15163 m s^-1

The approximate volumetric flow over kembarkiri is:

0.180659 m^3 s^-1

---

The maximum value of Velocity.MAG over kmsninduk is:

13.3283 m s^-1

The approximate area of kmsninduk is:

0.24 m^2

The area weighted average of Velocity.MAG over kmsninduk is:

8.84794 m s^-1

The approximate volumetric flow over kmsninduk is:

1.5372 m^3 s^-1

---

The maximum value of Velocity.MAG over ksblbawah is:

10.1055 m s^-1

The approximate area of ksblbawah is:

0.0599999 m^2

The area weighted average of Velocity.MAG over ksblbawah is:

4.52547 m s^-1

The approximate volumetric flow over ksblbawah is:

0.207953 m^3 s^-1

The maximum value of Velocity.MAG over pembelok is:  
0 m s<sup>-1</sup>

The approximate area of pembelok is:  
0.197122 m<sup>2</sup>

The area weighted average of Velocity.MAG over pembelok is:  
0 m s<sup>-1</sup>

The approximate volumetric flow over pembelok is:  
0 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>

---

The maximum value of Velocity.MAG over plgujung is:  
10.5543 m s<sup>-1</sup>

The approximate area of plgujung is:  
0.06 m<sup>2</sup>

The area weighted average of Velocity.MAG over plgujung is:  
5.12187 m s<sup>-1</sup>

The approximate volumetric flow over plgujung is:  
0.233105 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>

---

The maximum value of Velocity.MAG over sblujung is:  
10.2884 m s<sup>-1</sup>

The approximate area of sblujung is:  
0.06 m<sup>2</sup>

The area weighted average of Velocity.MAG over sblujung is:  
4.79645 m s<sup>-1</sup>

The approximate volumetric flow over sblujung is:  
0.215481 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>

---



## **BOUNDARY CONDITIONS PEMODELAN KAMAR MESIN**

```
BOUNDARY: portkbawah
Boundary Type = INLET
Coord Frame = Coord 0
BOUNDARY CONDITIONS:
FLOW REGIME:
    Option = Subsonic
END # FLOW REGIME
MASS AND MOMENTUM:
    Option = Normal Speed
    Normal Speed = 2.9 [m s^-1]
END # MASS AND MOMENTUM
TURBULENCE:
    Option = Default Intensity and Autocompute Length Scale
END # TURBULENCE
HEAT TRANSFER:
    Option = Static Temperature
    Static Temperature = 3.2E1 [C]
END # HEAT TRANSFER
END # BOUNDARY CONDITIONS
END # BOUNDARY portkbawah

BOUNDARY: portkembarknn
Boundary Type = INLET
Coord Frame = Coord 0
BOUNDARY CONDITIONS:
FLOW REGIME:
    Option = Subsonic
END # FLOW REGIME
MASS AND MOMENTUM:
    Option = Normal Speed
    Normal Speed = 6.4 [m s^-1]
END # MASS AND MOMENTUM
TURBULENCE:
    Option = Default Intensity and Autocompute Length Scale
END # TURBULENCE
HEAT TRANSFER:
    Option = Static Temperature
    Static Temperature = 3.2E1 [C]
END # HEAT TRANSFER
END # BOUNDARY CONDITIONS
END # BOUNDARY portkembarknn

BOUNDARY: portkembarkiri
Boundary Type = INLET
Coord Frame = Coord 0
BOUNDARY CONDITIONS:
FLOW REGIME:
    Option = Subsonic
END # FLOW REGIME
MASS AND MOMENTUM:
    Option = Normal Speed
    Normal Speed = 6.1 [m s^-1]
END # MASS AND MOMENTUM
TURBULENCE:
    Option = Default Intensity and Autocompute Length Scale
END # TURBULENCE
HEAT TRANSFER:
    Option = Static Temperature
    Static Temperature = 3.2E1 [C]
END # HEAT TRANSFER
END # BOUNDARY CONDITIONS
END # BOUNDARY portkembarkiri
```

```

BOUNDARY: portmsninduk
Boundary Type = INLET
Coord Frame = Coord 0
BOUNDARY CONDITIONS:
FLOW REGIME:
    Option = Subsonic
END # FLOW REGIME
MASS AND MOMENTUM:
    Option = Normal Speed
    Normal Speed = 8.8 [m s^-1]
END # MASS AND MOMENTUM
TURBULENCE:
    Option = Default Intensity and Autocompute Length Scale
END # TURBULENCE
HEAT TRANSFER:
    Option = Static Temperature
    Static Temperature = 3.2E1 [C]
END # HEAT TRANSFER
END # BOUNDARY CONDITIONS
END # BOUNDARY portmsninduk

BOUNDARY: portsblbwh
Boundary Type = INLET
Coord Frame = Coord 0
BOUNDARY CONDITIONS:
FLOW REGIME:
    Option = Subsonic
END # FLOW REGIME
MASS AND MOMENTUM:
    Option = Normal Speed
    Normal Speed = 4.5 [m s^-1]
END # MASS AND MOMENTUM
TURBULENCE:
    Option = Default Intensity and Autocompute Length Scale
END # TURBULENCE
HEAT TRANSFER:
    Option = Static Temperature
    Static Temperature = 3.2E1 [C]
END # HEAT TRANSFER
END # BOUNDARY CONDITIONS
END # BOUNDARY portsblbwh

BOUNDARY: portplgjung
Boundary Type = INLET
Coord Frame = Coord 0
BOUNDARY CONDITIONS:
FLOW REGIME:
    Option = Subsonic
END # FLOW REGIME
MASS AND MOMENTUM:
    Option = Normal Speed
    Normal Speed = 5.1 [m s^-1]
END # MASS AND MOMENTUM
TURBULENCE:
    Option = Default Intensity and Autocompute Length Scale
END # TURBULENCE
HEAT TRANSFER:
    Option = Static Temperature
    Static Temperature = 3.2E1 [C]
END # HEAT TRANSFER
END # BOUNDARY CONDITIONS
END # BOUNDARY portplgjung

```

```

BOUNDARY: portsblujung
Boundary Type = INLET
Coord Frame = Coord 0
BOUNDARY CONDITIONS:
FLOW REGIME:
    Option = Subsonic
END # FLOW REGIME
MASS AND MOMENTUM:
    Option = Normal Speed
    Normal Speed = 4.7 [m s^-1]
END # MASS AND MOMENTUM
TURBULENCE:
    Option = Default Intensity and Autocompute Length Scale
END # TURBULENCE
HEAT TRANSFER:
    Option = Static Temperature
    Static Temperature = 3.2E1 [C]
END # HEAT TRANSFER
END # BOUNDARY CONDITIONS
END # BOUNDARY portsblujung

BOUNDARY: SSbknkembar
Boundary Type = INLET
Coord Frame = Coord 0
BOUNDARY CONDITIONS:
FLOW REGIME:
    Option = Subsonic
END # FLOW REGIME
MASS AND MOMENTUM:
    Option = Normal Speed
    Normal Speed = 9.3 [m s^-1]
END # MASS AND MOMENTUM
TURBULENCE:
    Option = Default Intensity and Autocompute Length Scale
END # TURBULENCE
HEAT TRANSFER:
    Option = Static Temperature
    Static Temperature = 3.2E1 [C]
END # HEAT TRANSFER
END # BOUNDARY CONDITIONS
END # BOUNDARY SSbknkembar

BOUNDARY: SSbawah
Boundary Type = INLET
Coord Frame = Coord 0
BOUNDARY CONDITIONS:
FLOW REGIME:
    Option = Subsonic
END # FLOW REGIME
MASS AND MOMENTUM:
    Option = Normal Speed
    Normal Speed = 2.2 [m s^-1]
END # MASS AND MOMENTUM
TURBULENCE:
    Option = Default Intensity and Autocompute Length Scale
END # TURBULENCE
HEAT TRANSFER:
    Option = Static Temperature
    Static Temperature = 3.2E1 [C]
END # HEAT TRANSFER
END # BOUNDARY CONDITIONS
END # BOUNDARY SSbawah

```

```

BOUNDARY: SSmsninduk
Boundary Type = INLET
Coord Frame = Coord 0
BOUNDARY CONDITIONS:
FLOW REGIME:
    Option = Subsonic
END # FLOW REGIME
MASS AND MOMENTUM:
    Option = Normal Speed
    Normal Speed = 1.E1 [m s^-1]
END # MASS AND MOMENTUM
TURBULENCE:
    Option = Default Intensity and Autocompute Length Scale
END # TURBULENCE
HEAT TRANSFER:
    Option = Static Temperature
    Static Temperature = 3.2E1 [C]
END # HEAT TRANSFER
END # BOUNDARY CONDITIONS
END # BOUNDARY SSmsninduk

BOUNDARY: SSplgujung
Boundary Type = INLET
Coord Frame = Coord 0
BOUNDARY CONDITIONS:
FLOW REGIME:
    Option = Subsonic
END # FLOW REGIME
MASS AND MOMENTUM:
    Option = Normal Speed
    Normal Speed = 7. [m s^-1]
END # MASS AND MOMENTUM
TURBULENCE:
    Option = Default Intensity and Autocompute Length Scale
END # TURBULENCE
HEAT TRANSFER:
    Option = Static Temperature
    Static Temperature = 3.2E1 [C]
END # HEAT TRANSFER
END # BOUNDARY CONDITIONS
END # BOUNDARY SSplgujung

BOUNDARY: SSsblbawah
Boundary Type = INLET
Coord Frame = Coord 0
BOUNDARY CONDITIONS:
FLOW REGIME:
    Option = Subsonic
END # FLOW REGIME
MASS AND MOMENTUM:
    Option = Normal Speed
    Normal Speed = 4.3 [m s^-1]
END # MASS AND MOMENTUM
TURBULENCE:
    Option = Default Intensity and Autocompute Length Scale
END # TURBULENCE
HEAT TRANSFER:
    Option = Static Temperature
    Static Temperature = 3.2E1 [C]
END # HEAT TRANSFER
END # BOUNDARY CONDITIONS
END # BOUNDARY SSsblbawah

```

```

BOUNDARY: SSsblujung
  Boundary Type = INLET
  Coord Frame = Coord 0
  BOUNDARY CONDITIONS:
    FLOW REGIME:
      Option = Subsonic
    END # FLOW REGIME
    MASS AND MOMENTUM:
      Option = Normal Speed
      Normal Speed = 7.2 [m s^-1]
    END # MASS AND MOMENTUM
    TURBULENCE:
      Option = Default Intensity and Autocompute Length Scale
    END # TURBULENCE
    HEAT TRANSFER:
      Option = Static Temperature
      Static Temperature = 3.2E1 [C]
    END # HEAT TRANSFER
  END # BOUNDARY CONDITIONS
END # BOUNDARY SSsblujung

BOUNDARY: ME SS
  Boundary Type = WALL
  Coord Frame = Coord 0
  BOUNDARY CONDITIONS:
    WALL INFLUENCE ON FLOW:
      Option = No Slip
    END # WALL INFLUENCE ON FLOW
    WALL ROUGHNESS:
      Option = Smooth Wall
    END # WALL ROUGHNESS
    HEAT TRANSFER:
      Option = Heat Flux
      Heat Flux in = 7.5E1 [W m^-2]
    END # HEAT TRANSFER
  END # BOUNDARY CONDITIONS
END # BOUNDARY ME SS

BOUNDARY: ME PS
  Boundary Type = WALL
  Coord Frame = Coord 0
  BOUNDARY CONDITIONS:
    WALL INFLUENCE ON FLOW:
      Option = No Slip
    END # WALL INFLUENCE ON FLOW
    WALL ROUGHNESS:
      Option = Smooth Wall
    END # WALL ROUGHNESS
    HEAT TRANSFER:
      Option = Heat Flux
      Heat Flux in = 7.5E1 [W m^-2]
    END # HEAT TRANSFER
  END # BOUNDARY CONDITIONS
END # BOUNDARY ME PS

```

```

BOUNDARY: compressor3
Boundary Type = WALL
Coord Frame = Coord 0
BOUNDARY CONDITIONS:
  WALL INFLUENCE ON FLOW:
    Option = No Slip
  END # WALL INFLUENCE ON FLOW
  WALL ROUGHNESS:
    Option = Smooth Wall
  END # WALL ROUGHNESS
  HEAT TRANSFER:
    Option = Heat Flux
    Heat Flux in = 8.65E1 [W m^-2]
  END # HEAT TRANSFER
END # BOUNDARY CONDITIONS
END # BOUNDARY compressor3

BOUNDARY: compressor2
Boundary Type = WALL
Coord Frame = Coord 0
BOUNDARY CONDITIONS:
  WALL INFLUENCE ON FLOW:
    Option = No Slip
  END # WALL INFLUENCE ON FLOW
  WALL ROUGHNESS:
    Option = Smooth Wall
  END # WALL ROUGHNESS
  HEAT TRANSFER:
    Option = Heat Flux
    Heat Flux in = 8.65E1 [W m^-2]
  END # HEAT TRANSFER
END # BOUNDARY CONDITIONS
END # BOUNDARY compressor2

BOUNDARY: compressor1
Boundary Type = WALL
Coord Frame = Coord 0
BOUNDARY CONDITIONS:
  WALL INFLUENCE ON FLOW:
    Option = No Slip
  END # WALL INFLUENCE ON FLOW
  WALL ROUGHNESS:
    Option = Smooth Wall
  END # WALL ROUGHNESS
  HEAT TRANSFER:
    Option = Heat Flux
    Heat Flux in = 8.65E1 [W m^-2]
  END # HEAT TRANSFER
END # BOUNDARY CONDITIONS
END # BOUNDARY compressor1

BOUNDARY: SWcoolss3
Boundary Type = WALL
Coord Frame = Coord 0
BOUNDARY CONDITIONS:
  WALL INFLUENCE ON FLOW:
    Option = No Slip
  END # WALL INFLUENCE ON FLOW
  WALL ROUGHNESS:
    Option = Smooth Wall
  END # WALL ROUGHNESS
  HEAT TRANSFER:
    Option = Heat Flux
    Heat Flux in = 3.39E1 [W m^-2]
  END # HEAT TRANSFER
END # BOUNDARY CONDITIONS
END # BOUNDARY SWcoolss3

```

```

BOUNDARY: SWcoolss4
  Boundary Type = WALL
  Coord Frame = Coord 0
  BOUNDARY CONDITIONS:
    WALL INFLUENCE ON FLOW:
      Option = No Slip
    END # WALL INFLUENCE ON FLOW
  WALL ROUGHNESS:
    Option = Smooth Wall
  END # WALL ROUGHNESS
  HEAT TRANSFER:
    Option = Heat Flux
    Heat Flux in = 3.1E1 [W m^-2]
  END # HEAT TRANSFER
END # BOUNDARY CONDITIONS
END # BOUNDARY SWcoolss4

BOUNDARY: FWcoolME
  Boundary Type = WALL
  Coord Frame = Coord 0
  BOUNDARY CONDITIONS:
    WALL INFLUENCE ON FLOW:
      Option = No Slip
    END # WALL INFLUENCE ON FLOW
  WALL ROUGHNESS:
    Option = Smooth Wall
  END # WALL ROUGHNESS
  HEAT TRANSFER:
    Option = Heat Flux
    Heat Flux in = 3.95E1 [W m^-2]
  END # HEAT TRANSFER
END # BOUNDARY CONDITIONS
END # BOUNDARY FWcoolME

BOUNDARY: FOtransfer1
  Boundary Type = WALL
  Coord Frame = Coord 0
  BOUNDARY CONDITIONS:
    WALL INFLUENCE ON FLOW:
      Option = No Slip
    END # WALL INFLUENCE ON FLOW
  WALL ROUGHNESS:
    Option = Smooth Wall
  END # WALL ROUGHNESS
  HEAT TRANSFER:
    Option = Heat Flux
    Heat Flux in = 3.46E1 [W m^-2]
  END # HEAT TRANSFER
END # BOUNDARY CONDITIONS
END # BOUNDARY FOtransfer1

BOUNDARY: Fotransfer2
  Boundary Type = WALL
  Coord Frame = Coord 0
  BOUNDARY CONDITIONS:
    WALL INFLUENCE ON FLOW:
      Option = No Slip
    END # WALL INFLUENCE ON FLOW
  WALL ROUGHNESS:
    Option = Smooth Wall
  END # WALL ROUGHNESS
  HEAT TRANSFER:
    Option = Heat Flux
    Heat Flux in = 3.46E1 [W m^-2]
  END # HEAT TRANSFER
END # BOUNDARY CONDITIONS
END # BOUNDARY Fotransfer2

```

```

BOUNDARY: SWac34
Boundary Type = WALL
Coord Frame = Coord 0
BOUNDARY CONDITIONS:
  WALL INFLUENCE ON FLOW:
    Option = No Slip
  END # WALL INFLUENCE ON FLOW
  WALL ROUGHNESS:
    Option = Smooth Wall
  END # WALL ROUGHNESS
  HEAT TRANSFER:
    Option = Heat Flux
    Heat Flux in = 2.67E1 [W m^-2]
  END # HEAT TRANSFER
END # BOUNDARY CONDITIONS
END # BOUNDARY SWac34

BOUNDARY: SWcoolps1
Boundary Type = WALL
Coord Frame = Coord 0
BOUNDARY CONDITIONS:
  WALL INFLUENCE ON FLOW:
    Option = No Slip
  END # WALL INFLUENCE ON FLOW
  WALL ROUGHNESS:
    Option = Smooth Wall
  END # WALL ROUGHNESS
  HEAT TRANSFER:
    Option = Heat Flux
    Heat Flux in = 3.39E1 [W m^-2]
  END # HEAT TRANSFER
END # BOUNDARY CONDITIONS
END # BOUNDARY SWcoolps1

BOUNDARY: SWcoolps2
Boundary Type = WALL
Coord Frame = Coord 0
BOUNDARY CONDITIONS:
  WALL INFLUENCE ON FLOW:
    Option = No Slip
  END # WALL INFLUENCE ON FLOW
  WALL ROUGHNESS:
    Option = Smooth Wall
  END # WALL ROUGHNESS
  HEAT TRANSFER:
    Option = Heat Flux
    Heat Flux in = 3.39E1 [W m^-2]
  END # HEAT TRANSFER
END # BOUNDARY CONDITIONS
END # BOUNDARY SWcoolps2

BOUNDARY: FWcoolMEps
Boundary Type = WALL
Coord Frame = Coord 0
BOUNDARY CONDITIONS:
  WALL INFLUENCE ON FLOW:
    Option = No Slip
  END # WALL INFLUENCE ON FLOW
  WALL ROUGHNESS:
    Option = Smooth Wall
  END # WALL ROUGHNESS
  HEAT TRANSFER:
    Option = Heat Flux
    Heat Flux in = 3.95E1 [W m^-2]
  END # HEAT TRANSFER
END # BOUNDARY CONDITIONS
END # BOUNDARY FWcoolMEps

```

```

BOUNDARY: ballastpump
Boundary Type = WALL
Coord Frame = Coord 0
BOUNDARY CONDITIONS:
  WALL INFLUENCE ON FLOW:
    Option = No Slip
  END # WALL INFLUENCE ON FLOW
  WALL ROUGHNESS:
    Option = Smooth Wall
  END # WALL ROUGHNESS
  HEAT TRANSFER:
    Option = Heat Flux
    Heat Flux in = 3.39E1 [W m^-2]
  END # HEAT TRANSFER
END # BOUNDARY CONDITIONS
END # BOUNDARY ballastpump

BOUNDARY: separator
Boundary Type = WALL
Coord Frame = Coord 0
BOUNDARY CONDITIONS:
  WALL INFLUENCE ON FLOW:
    Option = No Slip
  END # WALL INFLUENCE ON FLOW
  WALL ROUGHNESS:
    Option = Smooth Wall
  END # WALL ROUGHNESS
  HEAT TRANSFER:
    Option = Heat Flux
    Heat Flux in = 1.05E1 [W m^-2]
  END # HEAT TRANSFER
END # BOUNDARY CONDITIONS
END # BOUNDARY separator

BOUNDARY: sunSS
Boundary Type = WALL
Coord Frame = Coord 0
BOUNDARY CONDITIONS:
  WALL INFLUENCE ON FLOW:
    Option = No Slip
  END # WALL INFLUENCE ON FLOW
  WALL ROUGHNESS:
    Option = Smooth Wall
  END # WALL ROUGHNESS
  HEAT TRANSFER:
    Option = Heat Flux
    Heat Flux in = 1.29E1 [W m^-2]
  END # HEAT TRANSFER
END # BOUNDARY CONDITIONS
END # BOUNDARY sunSS

BOUNDARY: sunPS
Boundary Type = WALL
Coord Frame = Coord 0
BOUNDARY CONDITIONS:
  WALL INFLUENCE ON FLOW:
    Option = No Slip
  END # WALL INFLUENCE ON FLOW
  WALL ROUGHNESS:
    Option = Smooth Wall
  END # WALL ROUGHNESS
  HEAT TRANSFER:
    Option = Heat Flux
    Heat Flux in = 1.29E1 [W m^-2]
  END # HEAT TRANSFER
END # BOUNDARY CONDITIONS
END # BOUNDARY sunPS

```

```

BOUNDARY: Funnel
  Boundary Type = OUTLET
  Coord Frame = Coord 0
  BOUNDARY CONDITIONS:
    FLOW REGIME:
      Option = Subsonic
    END # FLOW REGIME
    MASS AND MOMENTUM:
      Option = Average Static Pressure
      Relative Pressure = 0.00 [Pa]
    END # MASS AND MOMENTUM
  END # BOUNDARY CONDITIONS
END # BOUNDARY Funnel

BOUNDARY: SSexhaust
  Boundary Type = WALL
  Coord Frame = Coord 0
  BOUNDARY CONDITIONS:
    WALL INFLUENCE ON FLOW:
      Option = No Slip
    END # WALL INFLUENCE ON FLOW
    WALL ROUGHNESS:
      Option = Smooth Wall
    END # WALL ROUGHNESS
    HEAT TRANSFER:
      Option = Heat Flux
      Heat Flux in = 2.21E2 [W m^-2]
    END # HEAT TRANSFER
  END # BOUNDARY CONDITIONS
END # BOUNDARY SSexhaust

BOUNDARY: PSexhaust
  Boundary Type = WALL
  Coord Frame = Coord 0
  BOUNDARY CONDITIONS:
    WALL INFLUENCE ON FLOW:
      Option = No Slip
    END # WALL INFLUENCE ON FLOW
    WALL ROUGHNESS:
      Option = Smooth Wall
    END # WALL ROUGHNESS
    HEAT TRANSFER:
      Option = Heat Flux
      Heat Flux in = 2.21E2 [W m^-2]
    END # HEAT TRANSFER
  END # BOUNDARY CONDITIONS
END # BOUNDARY PSexhaust

BOUNDARY: Default
  Boundary Type = WALL
  Coord Frame = Coord 0
  BOUNDARY CONDITIONS:
    WALL INFLUENCE ON FLOW:
      Option = No Slip
    END # WALL INFLUENCE ON FLOW
    WALL ROUGHNESS:
      Option = Smooth Wall
    END # WALL ROUGHNESS
    HEAT TRANSFER:
      Option = Adiabatic
    END # HEAT TRANSFER
  END # BOUNDARY CONDITIONS
END # BOUNDARY Default

```

## DATA TEMPERATURE ON SURFACE

minimum value of Temperature over ballastpump is:

312.222 K

The maximum value of Temperature over ballastpump is:

315.85 K

The approximate area of ballastpump is:

1.31709 m<sup>2</sup>

The area weighted average of Temperature over ballastpump is:

313.995 K

---

The minimum value of Temperature over compressor1 is:

315.711 K

The maximum value of Temperature over compressor1 is:

318.473 K

The approximate area of compressor1 is:

0.78 m<sup>2</sup>

The area weighted average of Temperature over compressor1 is:

317.095 K

---

The minimum value of Temperature over compressor2 is:

317.172 K

The maximum value of Temperature over compressor2 is:

318.73 K

The approximate area of compressor2 is:

0.78 m<sup>2</sup>

The area weighted average of Temperature over compressor2 is:

318.021 K

---

The minimum value of Temperature over compressor3 is:

317.122 K

The maximum value of Temperature over compressor3 is:

319.555 K

The approximate area of compressor3 is:

0.78 m<sup>2</sup>

The area weighted average of Temperature over compressor3 is:

318.259 K

---

The minimum value of Temperature over F0transfer1 is:

312.556 K

The maximum value of Temperature over F0transfer1 is:

313.664 K

The approximate area of F0transfer1 is:

0.779999 m<sup>2</sup>

The area weighted average of Temperature over F0transfer1 is:

313.229 K

---

The minimum value of Temperature over Fotransfer2 is:

312.669 K

The maximum value of Temperature over Fotransfer2 is:

313.832 K

The approximate area of Fotransfer2 is:

0.779999 m<sup>2</sup>

The area weighted average of Temperature over Fotransfer2 is:

313.172 K

---

The minimum value of Temperature over Funnel is:

311.029 K

The maximum value of Temperature over Funnel is:

317.487 K

The approximate area of Funnel is:

11.7573 m<sup>2</sup>

The area weighted average of Temperature over Funnel is:

312.605 K

The approximate volumetric flow over Funnel is:

7.74581 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>



The minimum value of Temperature over FWcoolME is:

314.353 K

The maximum value of Temperature over FWcoolME is:

317.665 K

The approximate area of FWcoolME is:

1.46484 m^2

The area weighted average of Temperature over FWcoolME is:

315.693 K

---

The minimum value of Temperature over FWcoolMEps is:

314.183 K

The maximum value of Temperature over FWcoolMEps is:

317.847 K

The approximate area of FWcoolMEps is:

1.46211 m^2

The area weighted average of Temperature over FWcoolMEps is:

315.879 K

---

The minimum value of Temperature over ME PS is:

314.864 K

The maximum value of Temperature over ME PS is:

354.994 K

The approximate area of ME PS is:

30.9441 m^2

The area weighted average of Temperature over ME PS is:

322.001 K

---

The minimum value of Temperature over ME SS is:

314.164 K

The maximum value of Temperature over ME SS is:

349.159 K

The approximate area of ME SS is:

30.9441 m^2

The area weighted average of Temperature over ME SS is:

321.122 K

---

The minimum value of Temperature over portkbawah is:

305.15 K

The maximum value of Temperature over portkbawah is:

305.15 K

The approximate area of portkbawah is:

0.0600001 m^2

The area weighted average of Temperature over portkbawah is:

305.15 K

---

The minimum value of Temperature over PSexhaust is:

343.632 K

The maximum value of Temperature over PSexhaust is:

404.738 K

The approximate area of PSexhaust is:

10.4881 m^2

The area weighted average of Temperature over PSexhaust is:

385.218 K

---

The minimum value of Temperature over separator is:

310.378 K

The maximum value of Temperature over separator is:

312.192 K

The approximate area of separator is:

2.98303 m^2

The area weighted average of Temperature over separator is:

311.236 K

---

The minimum value of Temperature over sunPS is:

310.854 K

The maximum value of Temperature over sunPS is:

315.765 K

The approximate area of sunPS is:

4.9 m^2

The area weighted average of Temperature over sunPS is:

313.393 K

The minimum value of Temperature over sunSS is:  
310.231 K

The maximum value of Temperature over sunSS is:  
315.573 K

The approximate area of sunSS is:  
4.9 m<sup>2</sup>

The area weighted average of Temperature over sunSS is:  
312.958 K

---

The minimum value of Temperature over SWac34 is:  
312.314 K

The maximum value of Temperature over SWac34 is:  
313.593 K

The approximate area of SWac34 is:  
0.78 m<sup>2</sup>

The area weighted average of Temperature over SWac34 is:  
312.893 K

---

The minimum value of Temperature over SWcoolps1 is:  
312.99 K

The maximum value of Temperature over SWcoolps1 is:  
316.613 K

The approximate area of SWcoolps1 is:  
1.46196 m<sup>2</sup>

The area weighted average of Temperature over SWcoolps1 is:  
314.909 K

---

The minimum value of Temperature over SWcoolps2 is:  
312.966 K

The maximum value of Temperature over SWcoolps2 is:  
318.242 K

The approximate area of SWcoolps2 is:  
1.36154 m<sup>2</sup>

The area weighted average of Temperature over SWcoolps2 is:  
315.883 K

---

The minimum value of Temperature over SWcoolss3 is:  
312.841 K

The maximum value of Temperature over SWcoolss3 is:  
318.338 K

The approximate area of SWcoolss3 is:  
1.46484 m<sup>2</sup>

The area weighted average of Temperature over SWcoolss3 is:  
316.212 K

---

The minimum value of Temperature over SWcoolss4 is:  
311.802 K

The maximum value of Temperature over SWcoolss4 is:  
315.779 K

The approximate area of SWcoolss4 is:  
1.46104 m<sup>2</sup>

The area weighted average of Temperature over SWcoolss4 is:  
314.01 K

---

The minimum value of Temperature over Default is:  
305.15 K

The maximum value of Temperature over Default is:  
316.151 K

The approximate area of Default is:  
522.554 m<sup>2</sup>

The area weighted average of Temperature over Default is:  
310.858 K



# DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL

JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

Kampus ITS Keputih Sukolilo Surabaya 60111 – INDONESIA Phone +62-31-5994251 ext. 1102  
Fax. +62-31-5994754 E-mail: mare\_its@surabaya.wasantara.net.id ; jtsp@its.ac.id

## **LEMBAR KEMAJUAN PENGERJAAN TUGAS AKHIR**

Nama / NRP : KEVIN SIETO  
Judul Tugas Akhir : PERENCANAAN PENGATURAN UDARA UNTUK KAMAR MESIN  
Dengan Pendekatan COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS.  
Dosen Pembimbing : 1. Ir. IRFAN SYARIF ARIEF  
2. Ir. TONI BAMBANG, M.Sc.

NO	TGL	KEGIATAN	RENCANA ASISTENSI BERIKUTNYA TGL	PARAF DOSEN
1	23/2 '09	Pengenalan CFX S.A.I		<i>Yayu</i>
2	8/3 '09	konsultasi program		<i>Yayu</i>
3	22/3 '09	Bab I & Bab II		<i>Yayu</i>
4	5/4 '09	Konsultasi permodelan (CFX Build)		<i>Yayu</i>
5	16/4 '09	Konsultasi running program (Solver)		<i>Yayu</i>
6	19/4 '09	Konsultasi Bab II		<i>Yayu</i>
7	30/4 '09	Pengulangan permodelan		<i>Yayu</i>
8	7/5 '09	konsultasi bab III		<i>Yayu</i>
9	18/5 '09	membahas CFX-Visualise.		<i>Yayu</i>
10	27/5 '09	Konsultasi bab IV		<i>Yayu</i>
11	8/6 '09	Pembahasan hasil CFX		<i>Yayu</i>
12	16/6 '09	Konsultasi bab V		<i>Yayu</i>
13	23/6 '09	Lanjutan bab V		<i>Yayu</i>
14	1/7 '09	Konsultasi bab VI		<i>Yayu</i>

**Catatan** (*diisi oleh dosen pembimbing*)

## LEMBAR EVALUASI PRESENTASI PROPOSAL TUGAS AKHIR

SEMESTER	Kevin S.	TAHUN AJARAN	4201 100 32
NAMA MHS		NRP	
JUDUL PROPOSAL	Pengaturan Waktu WtC untuk Mesin ..		

HASIL EVALUASI	BIDANG STUDI YANG DIREKOMENDASIKAN
A. Proposal diterima tanpa perbaikan	1. Marine Power Plant
B. Proposal diterima dengan perbaikan	2. Marine Machinery & Systems
C. Proposal ditolak	3. Marine Electrical & Automation Systems 4. Marine Reliability & Safety 5. Marine Manufacturing & Design

CATATAN PERBAIKAN : (bila diperlukan bias dilanjutkan pada halaman kosong dibalik halaman ini)

- Kpl tunda diganti dg Kpl PAX 500  
- di analisa semua faktor yg berpengaruh terhadap kerendahan Ventilasi

### DOSEN PENGUJI

NO	NAMA PENGUJI	TANDA TANGAN	NO	NAMA PENGUJI	TANDA TANGAN
1	AA		6	AS	
2	WL		7	TF	
3	SG		8	TB	
4	AP		9	IS	
5	SD		10	DN	

### REKOMENDASI KELOMPOK BIDANG STUDI

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Pendamping

CATATAN:

Nama Koordinator Bidang Studi :

Tanda Tangan :

LEMBAR EVALUASI PRESENTASI PROPOSAL TUGAS AKHIR  
PERIODE SEMESTER GENAP TAHUN AJARAN 2003/2004

NAMA MAHASISWA	REVIN SIETO
NRP	4200 100 032
JUDUL PROPOSAL	Analisa Pengaturan Udara Untuk Kamar Mesin Kapal PAX 500 Dg Pendekatan Computational

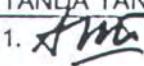
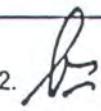
HASIL EVALUASI

- A. Tugas Akhir Dapat dilanjutkan ke P3 berikutnya  
B. Tugas Akhir diperpanjang sampai ke P2 berikutnya  
C. Tugas Akhir ditolak

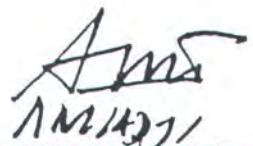
CATATAN PERBAIKAN: (Bila Diperlukan bisa dilanjutkan pada halaman kosong dibalik halaman ini)

- Dasar teori diambil rns jml . Kalor yg dilepaskan
- Dri hasilnya, cth mana dari hasil bc atau ?
- Bagaimana dengan peralatan lain selain manu-engine yg relatif menghasilkan panas
- Perlu mempertimbangkan level panas/temperatur pada sll Kamar Mesin & ke arah depan kapal

DOSEN PENGUJI

NAMA	TANDA TANGAN
1. AM	1. 
2. SG	2. 
3.	3.
4.	4.
5.	5.
6.	6.

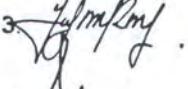
Ketua Ruar.g

  
11/14/2004

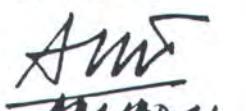
LEMBAR EVALUASI PRESENTASI AKHIR TUGAS AKHIR  
PERIODE SEMESTER GENAP TAHUN AJARAN 2003/2004

NAMA MAHASISWA	KEVIN SIETO
NRP	4200 100 032
JUDUL PROPOSAL	Analisa Pengaruh Udara Pada Kamar Mesin Kapal PAX 520 Dengan pendekatan Computational Fluid Dynamics

HASIL EVALUASI
<p>A. Tugas Akhir Ditenma Tanpa Perbaikan <input checked="" type="radio"/> B. Tugas Akhir Ditenma dengan Perbaikan C. Tugas Akhir Diperpanjang sampai P2 berikutnya D. Tugas Akhir Dibatalkan</p> <p>CATATAN PERBAIKAN: (Bila Diperlukan bisa dilanjutkan pada halaman kosong di balik halaman ini)</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. lampiran numerik <del>data pressure</del>, boundary condition permodelan kamar mesin cukup cukup saja</li><li>2. Saran perlu ditambah tentang pengembangan dengan aliran transient</li><li>3. Saran : prosedure yg perlu ditambah untuk kesempurnaan.</li></ol>

DOSEN PENGUJI	
NAMA	TANDA TANGAN
1. AM	1. 
2. BS	2. 
3. IS	3. 
4. SN	4. 
5. LG	5. 
6. WL	6. 

Ketua Ruang

  
AMADII

