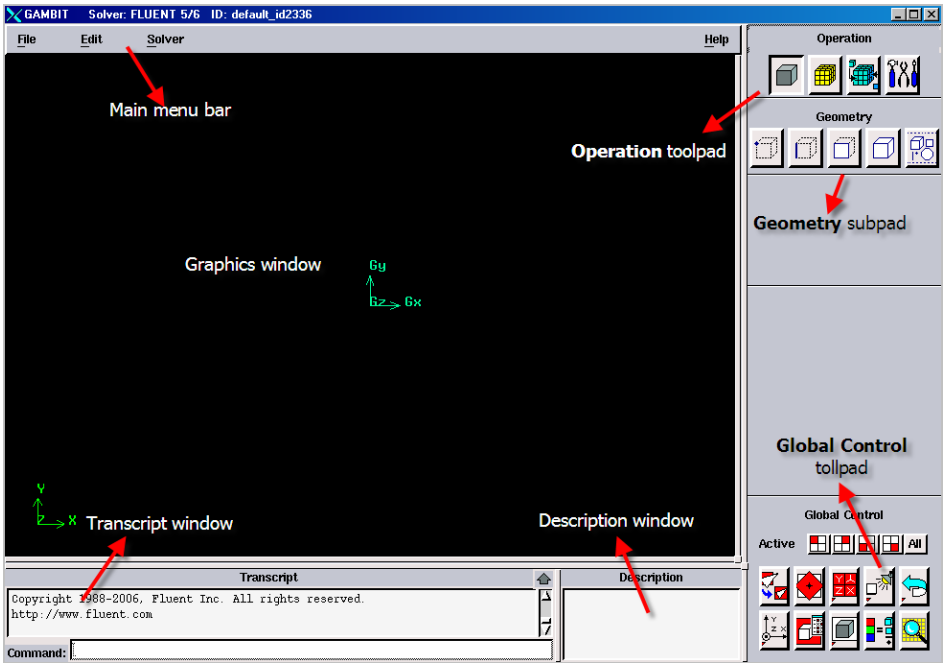
ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
คู่มือการสร้างแบบจำลองไซโคลนโดยใช้โปรแกรม GAMBIT

คู่มือการสร้างแบบจำลองไซโคลนโดยใช้โปรแกรม GAMBIT

ในการใช้ GAMBIT นั้นจำเป็นที่จะต้องรู้แถบเครื่องมือของ GAMBIT ก่อนซึ่งเมื่อเข้ามาในโปรแกรมแล้วรูปร่างหน้าตาของโปรแกรมนี้มีจะมีลักษณะดังรูป



รูปที่ ก.1 แสดง GAMBIT Graphical User Interface (GUI)

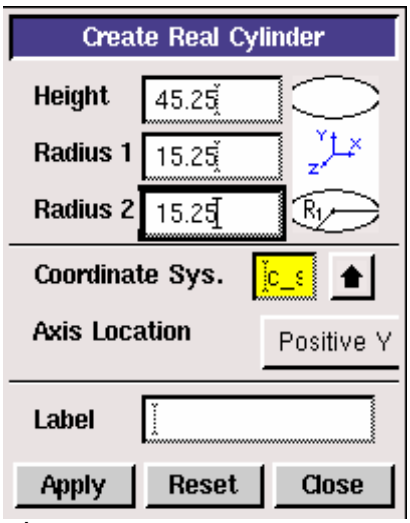
Step 1: Create Grid

1. Create a Cylinder โดยทำตามขั้นตอนด้านล่าง

   a) ใน Operation tool pad เลือก GEOMETRY โดย คลิกซ้ายที่ button

   b) คลิกซ้ายเลือก VOLUME ใน Geometry sub pad

คลิกซ้ายเลือก CREATE VOLUME ใน Geometry/Volume



ในกระบวนการทั้งหมดที่เลือกสามารถเขียนเป็นกระบวนการสั้น ๆ ดังนี้

โดยที่ R คือให้คลิกขวาที่ tool pad

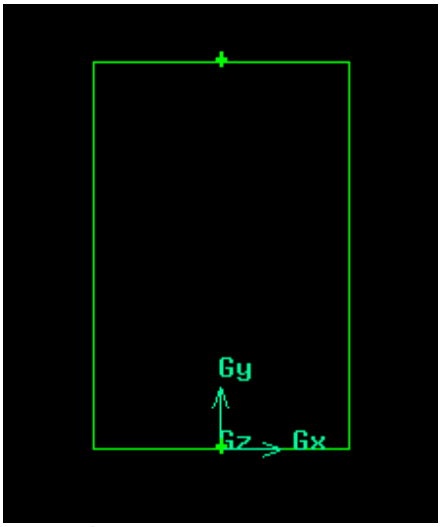
c) ให้ Height = 45.75

d) ให้ Radius 1. = 15.25

e) ให้ Radius 2. = 15.25

f) เลือกแกน Positive Y.

g) คลิก Apply ซึ่งจะได้รูปที่มีลักษณะตามข้างล่าง

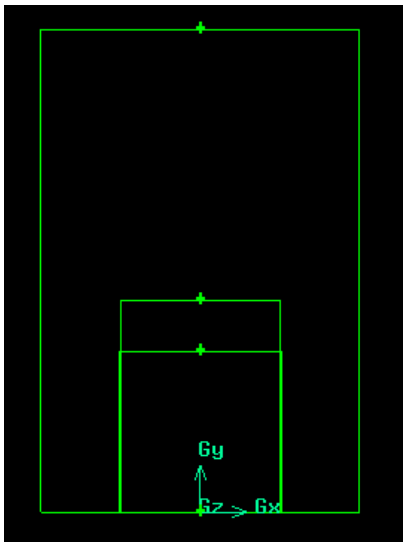


รูปที่ ก.2 แสดงรูปทรงกระบอก

h) จากนั้นก็สร้างรูปทรงกระบอกอีก 2 รูปโดยให้มีขนาดตามข้างล่าง

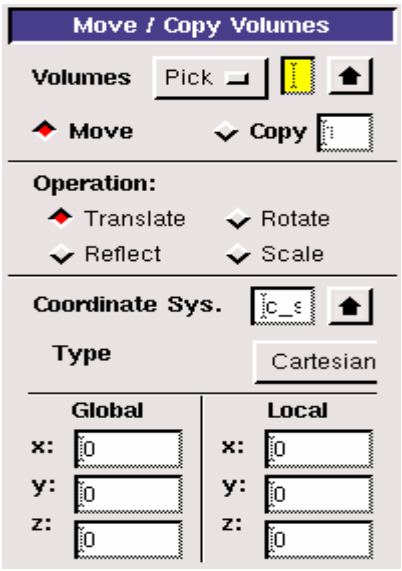
	A Cylinder 1.	A Cylinder 2.
Height	15.25	20.00
Radius 1.	7.825	7.625
Radius 2.	7.825	7.625

ซึ่งจะให้ภาพดังรูป



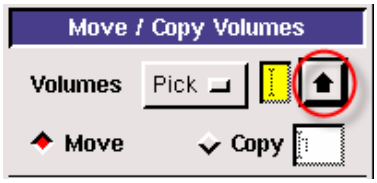
รูปที่ ก.3 แสดงภาพทรงกระบอกจาก GAMBIT

i) คลิกซ้ายที่ MOVE/COPPY/ALIGN VOLUMES-Moves เพื่อย้ายรูปทรงกระบอกซึ่งเมื่อคลิกที่หน้าจอคำสั่งแล้วจะเกิดหน้าจอคำสั่งดังรูป

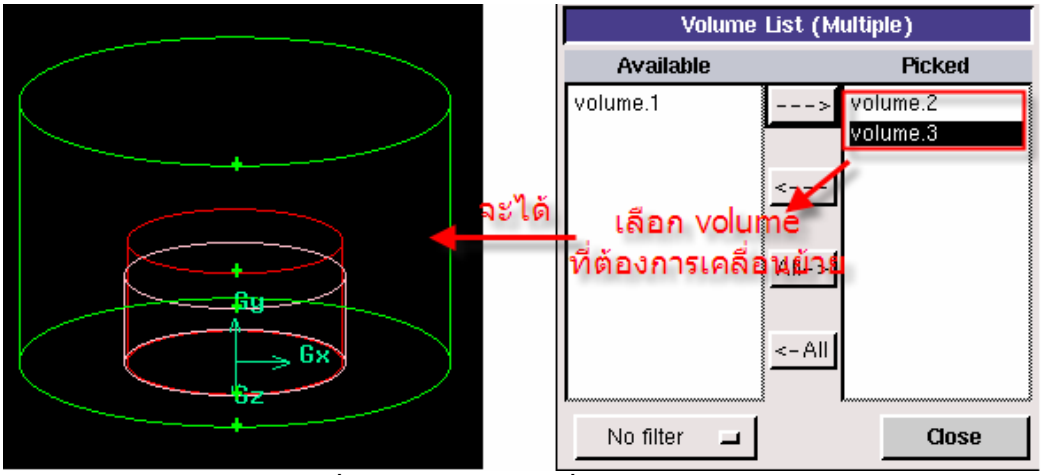


รูปที่ ก.4 แสดง Command sequence ที่เปิดจาก MOVE/COPPY

j) คลิกลูกศรสีดำ ที่ Volume Pick



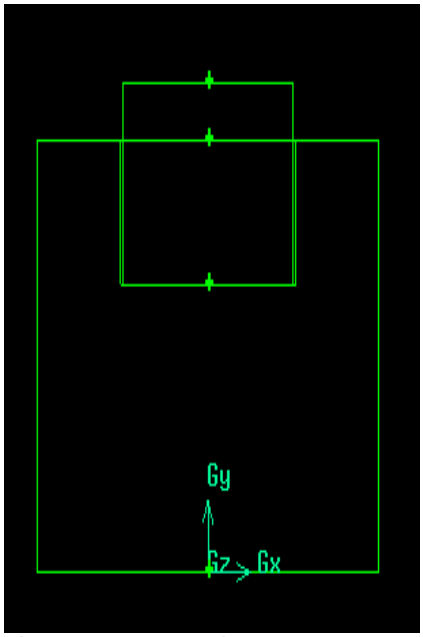
k) จะมีหน้าจอคำสั่งเพื่อให้เลือก Volume ที่ต้องการเคลื่อนดังรูป



รูปที่ ก.5 แสดงวิธีการเคลื่อนย้าย Volume

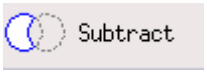
l) คลิก Close

m) คลิก Apply แล้วจะได้รูปที่ต้องการเคลื่อนย้ายดังรูป

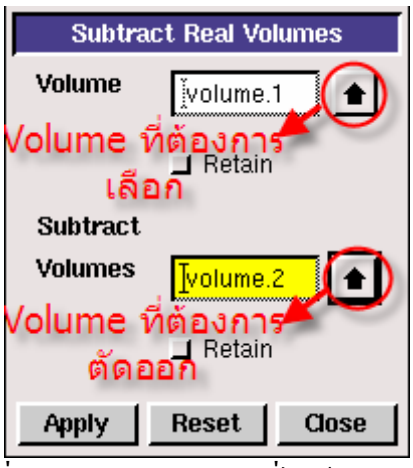


รูปที่ ก.6 แสดงการเคลื่อนย้ายของ Volume

ในการสร้าง Volume นั้นต้องทำความเข้าใจว่าเนื้อ Volume คือ ส่วนที่ของไหลไหลผ่าน ดังนั้น จึงต้องสร้างเฉพาะส่วนที่มีของไหลไหลผ่านเท่านั้น ดังนั้นจึงต้องตัดส่วนที่เป็นผนังซึ่งสามารถทำได้โดย

n) คลิกปุ่ม BOOLERN OPERATION R 

เพื่อเลือก Volume ใน Volume 1. แต่ไม่อยู่ใน Volume 2. ซึ่งจะมีหน้าจอคำสั่งดังนี้

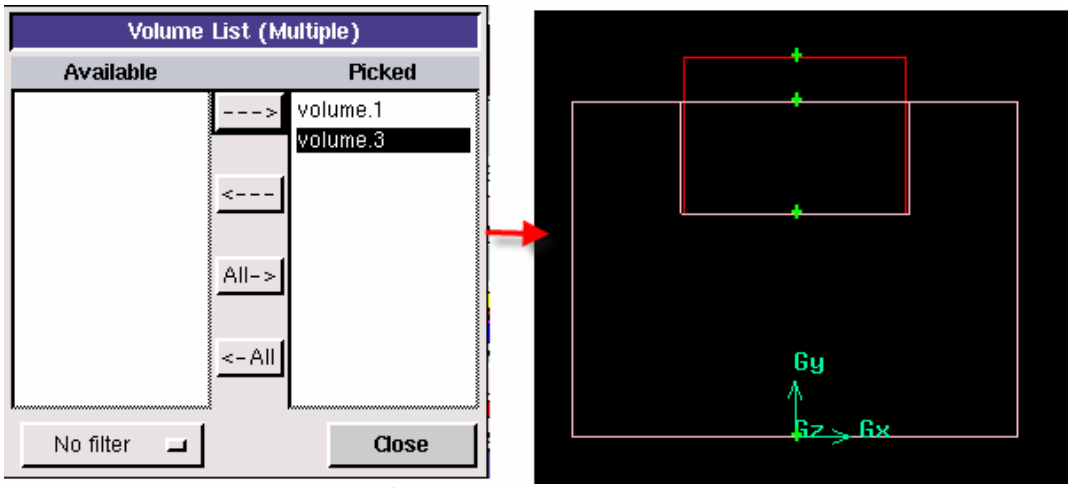


รูปที่ ก.7 แสดงการตัดส่วนที่ไม่ต้องการออก

o) คลิก Apply

p) ทำการรวม Volume ที่เหลือเป็นเนื้อเดียวกัน โดยคลิกปุ่ม BOOLERN OPERATION R

q) เลือก Volume ทั้งหมดที่ต้องการรวมเข้าด้วยกันซึ่งแสดงไว้ดังรูป



รูปที่ ก.8 แสดงการ Unite Volume

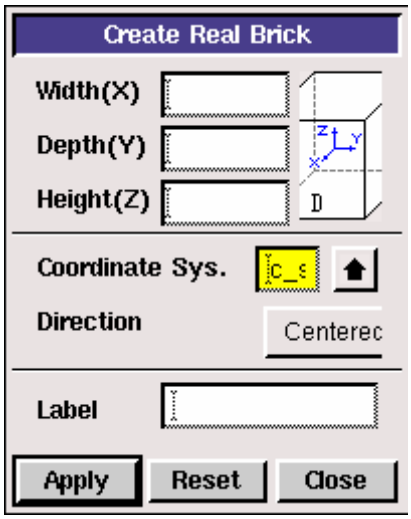
r) คลิก Apply ซึ่งจะทำให้ Volume ทั้งหมดรวมเป็นเนื้อเดียวกัน

2. Create a Brick

a) ใน Operation tool pad เลือก GEOMETRY

b) คลิกซ้ายเลือก VOLUME ใน Geometry sub pad

c) คลิกว้ายเลือก CREATE VOLUME ซึ่งจะเกิดหน้าจอคำสั่งดังรูป



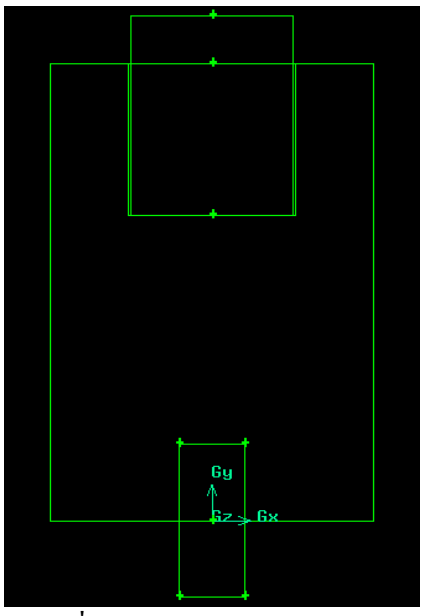
รูปที่ ก.9 แสดง Command sequence the Create Real Brick

GEOMETRY → VOLUME → CREATE VOLUME

d) ให้ Width = 6.1

e) ให้ Depth = 15.25

f) ให้ Height = 25.25



รูปที่ ก.10 แสดงการสร้าง Brick

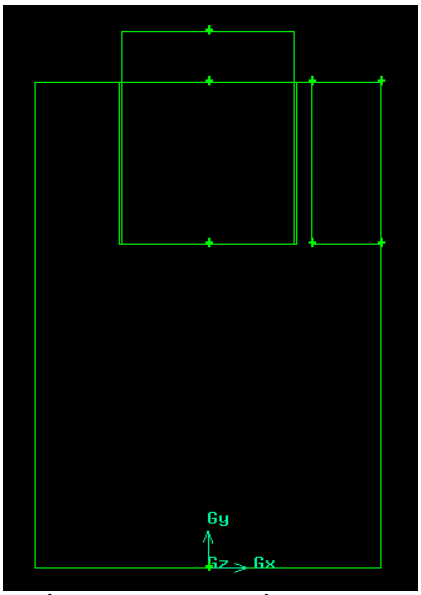
g) คลิกซ้ายที่ MOVE/COPPY/ALIGN VOLUMES-Moves เพื่อย้าย Brick โดยมีขั้นตอนเหมือนกับการเคลื่อนย้าย Cylinder

h) ให้ x = 12.2

i) ให้ y = 38.125

j) ให้ z = 12.625

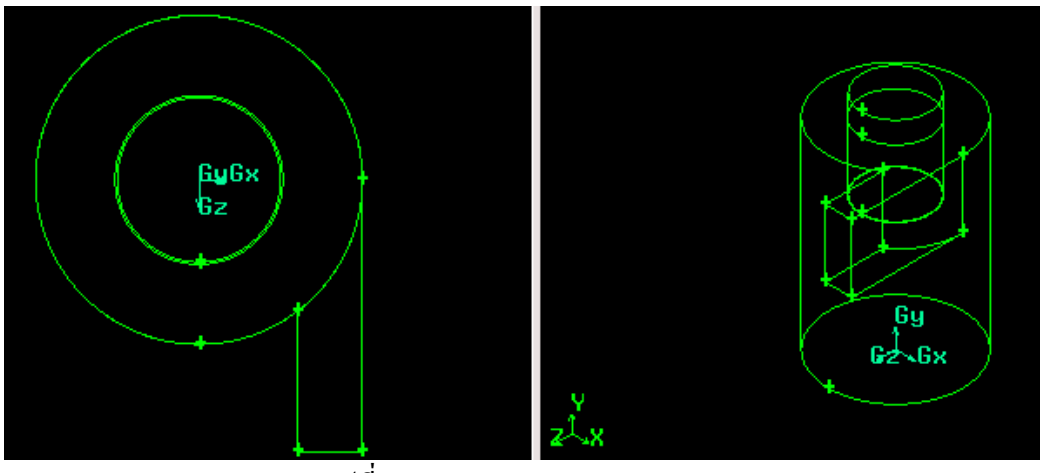
ซึ่งจะได้ Volume ดังรูป



รูปที่ ก.11 แสดงการเคลื่อนย้าย Brick

k) ทำการรวม Volume ที่เหลือเป็นเนื้อเดียวกัน โดยคลิกคลิกปุ่ม BOOLERN OPERATION R

ซึ่งจะได้ดังรูป



รูปที่ ก.12 แสดงการ Unite Volume

3. Create Frustum

ขั้นตอนการสร้างเหมือนกับขั้นตอนที่ผ่านมา โดยมีวิธีการคร่าว ๆ ดังนี้

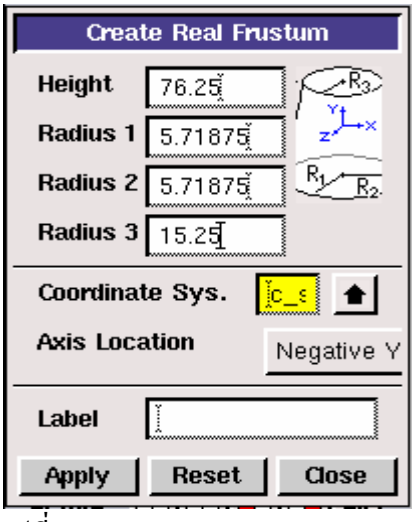
a) กำหนดให้ Height = 76.25

b) กำหนดให้ Radius 1.= 5.71875

c) กำหนดให้ Radius 2.= 5.71875

d) กำหนดให้ Radius 3.= 15.25

e) เลือกแกน Negative Y ซึ่งมีหน้าจอคำสั่งดังรูป

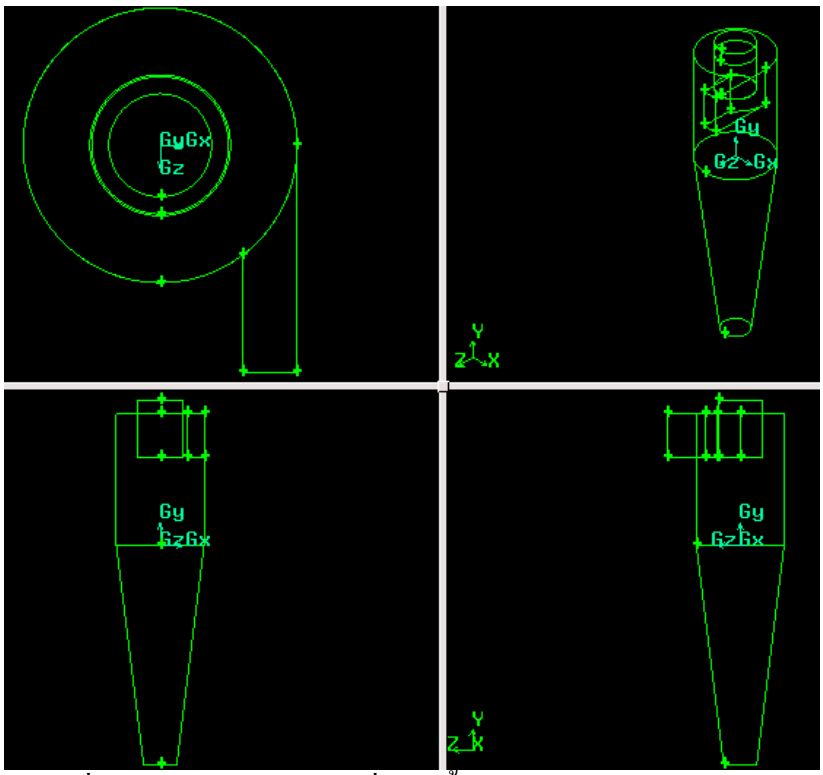


รูปที่ ก.13 แสดง Command sequence

f) คลิก Apply

g) รวม Volume ทั้ง 2 เข้าด้วยกัน โดยคลิกปุ่ม BOOLERN OPERATION R

ซึ่งเป็นการเสร็จสิ้นในขั้นตอนการ Create Grid โดยได้แสดงไว้ดังรูป

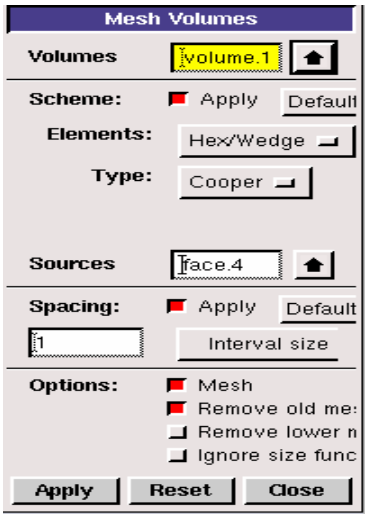


รูปที่ ก.14 แสดงรูปไซโคลนที่สร้างขึ้นโดยใช้โปรแกรม GAMBIT

STEP 2: Meshing Volume

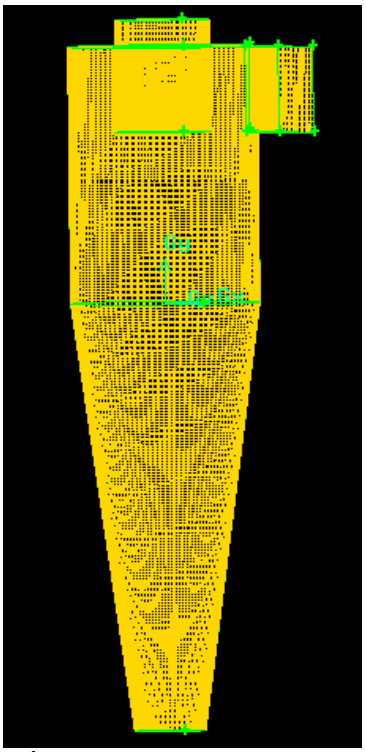
1) Create a mesh

ซึ่งมีหน้าตาของหน้าจอคำสั่งดังนี้



รูปที่ ก.15 แสดง Command sequence of Meshing

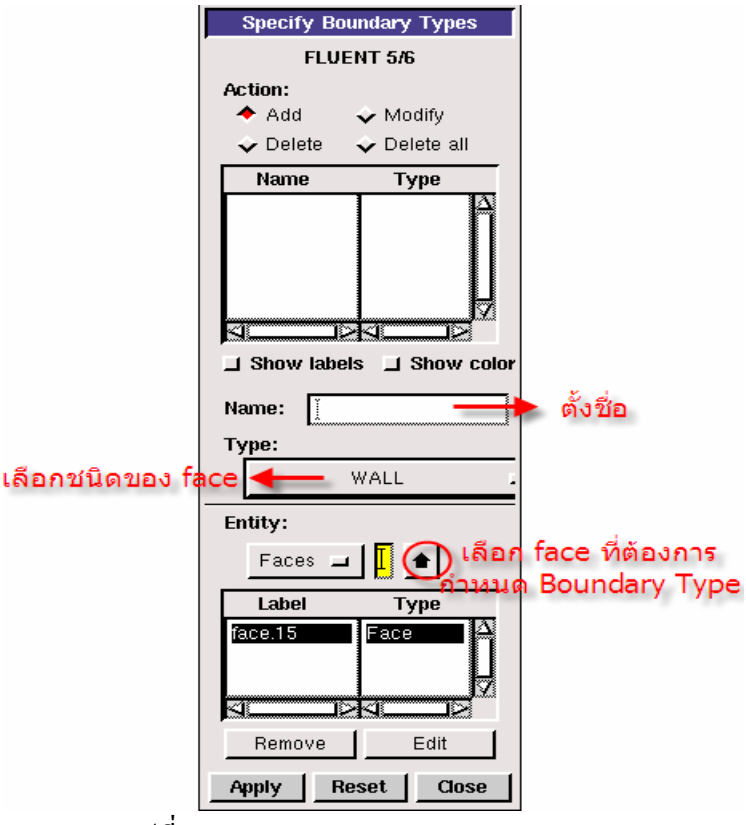
โดยเลือก Volume1 และ กำหนดให้ Interval size เท่ากับ 1 ซึ่งสามารถแสดงได้ดังรูป



รูปที่ ก.16 แสดง Mesh the Volume

STEP 3: Set Boundary Type

1) ที่ปุ่ม Operation sub pad คลิก Zone Command Button จากนั้นคลิก Specify Boundary Types Command Button ซึ่งมีวิธีการใช้ดังรูป



รูปที่ ก.17 แสดงการกำหนด Boundary Type

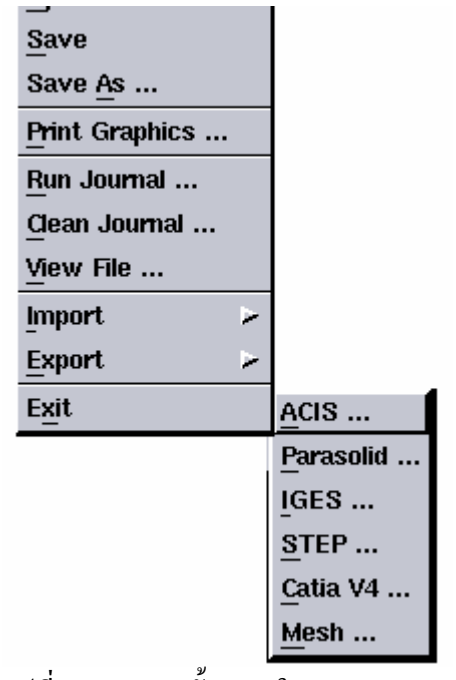
โดยกำหนดให้

Face 15. เป็น INLET_VENT โดยกำหนดชื่อเป็น Inlet

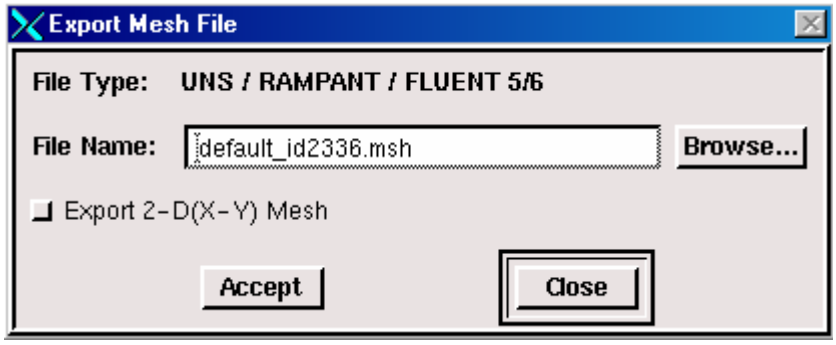
Face 19. เป็น OUTLET_VENT โดยกำหนดชื่อเป็น Outlet 2

Face 9. เป็น OUTLET_VENT โดยกำหนดชื่อเป็น Outlet 1

คลิก Apply ก็เป็นการเสร็จขั้นตอนการ จากนั้นก็ต้อง Export file ไปที่ Mesh ก็จะมีหน้าต่างเพื่อที่จะ save และตั้งชื่อ file ของเราตามต้องการ ซึ่งเป็นการเสร็จขั้นตอนจริง โดยแสดงดังรูป



รูปที่ ก.18 แสดงขั้นตอนในการ Export Mesh



ภาคผนวก ข
คู่มือการใช้งาน Fluent

คู่มือการใช้งาน Fluent

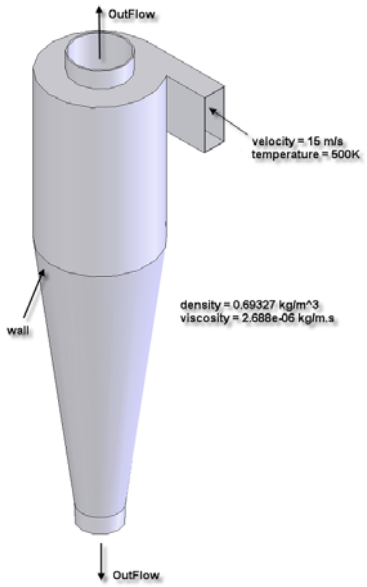
บทนำ

ในคู่มือนี้จะศึกษาเกี่ยวกับ :

- การนำไฟล์ที่มีอยู่เข้าสู่โปรแกรม FLUENT
- การใช้หน่วยที่มีอยู่เพื่อกำหนด geometry และคุณสมบัติของ fluid
- การตั้งค่าคุณสมบัติของ material และ boundary conditions สำหรับปัญหาที่มีการไหลวนแบบปั่นป่วน(turbulent)
- การกำหนดค่าเริ่มต้นที่ใช้ในการคำนวณและการ Plot Residual
- การคำนวณเพื่อหาคำตอบโดยใช้ segregated solver
- การตรวจสอบการไหลและ Static Pressure fields ที่ใช้ในการแสดงผลทาง graphics
- การ Plot ค่า Static Pressure และการบันทึกไฟล์ของผลที่ได้แบบต่างๆ

วิเคราะห์ปัญหา

ปัญหานี้ได้แสดงดังรูปที่ ข.1 Cyclone



รูปที่ ข.1 Cyclone

ที่ทางเข้าของไซโคลนมี Boundary ดังนี้ temperature 500 K, velocity 15 m/s, ภายในตัวไซโคลนมี density 0.69327 kg / m^3, viscosity 2.688e-06 kg / m.s, ที่ทางออกด้านบนและด้านล่างเป็นสิ่งที่ต้องหาว่ามีสภาวะเป็นเช่นไร ซึ่งสภาพการไหลภายในไซโคลนนี้เป็นการไหลวนแบบปั่นป่วนโดยมีการใช้ Reynolds Stress Model (RSM) มาพิจารณา

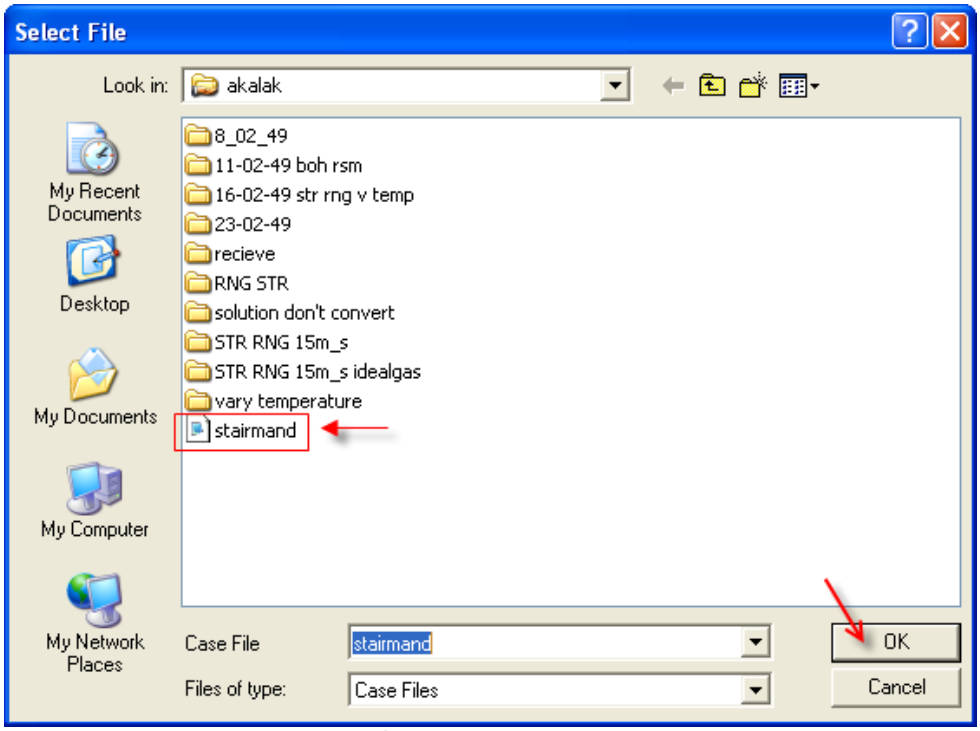
สิ่งที่ต้องการในการศึกษาตามคู่มือ

1. ไฟล์ strairmand.msh (ภายใน cd)
2. เริ่มที่ 3D version ของ Fluent

ขั้นตอนที่1 : Grid

1. นำไฟล์ stairmand.msh เข้าสู่โปรแกรม Fluent

File → Read → Case...

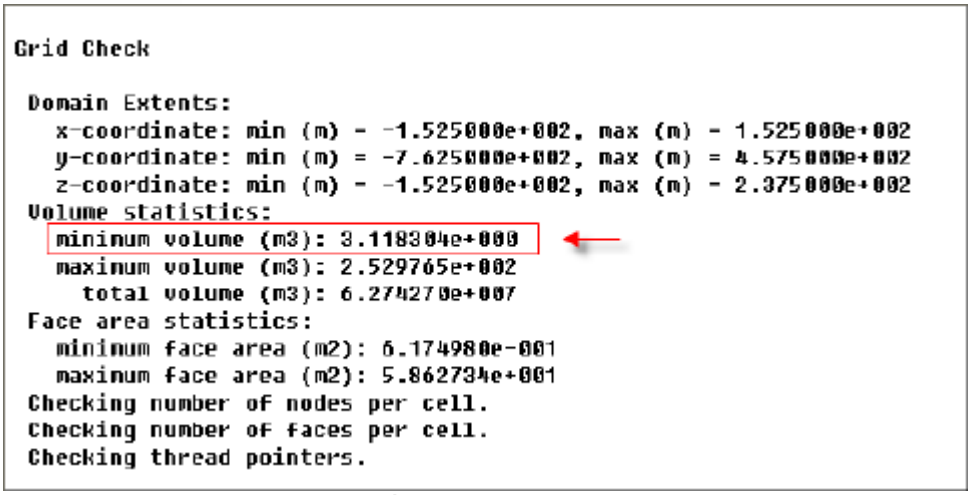


รูปที่ ข.2 การเลือกไฟล์

เลือกไฟล์ stairmand.msh แล้วคลิก OK

2. ตรวจสอบ Grid

Grid → Check



รูปที่ ข.3 Grid check

เพื่อให้มั่นใจว่า Minimum volume ที่มีขนาดเล็กที่สุดนั้น ต้องไม่น้อยกว่า 0 ถ้าน้อยกว่า 0 ต้องทำการปรับแก้ (อาจจะต้องทำการ Generate Mesh ใหม่จากขั้นตอนของ Gambit)

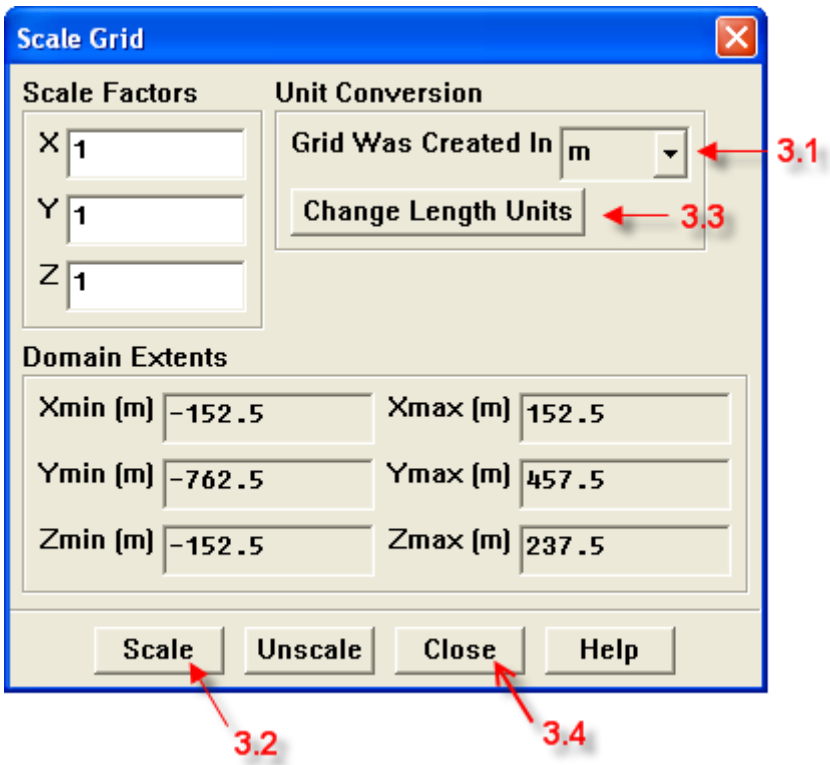
3. ปรับขนาด Grid

Grid → Scale...

3.1 ภายใต้ Units Conversion เลือก m จาก drop-down list

3.2 คลิก Scale เพื่อปรับขนาดของ Grid จนได้ขนาดตามต้องการ (อาจจะต้องเลือกหน่วยเป็น mm แล้วคลิก Scale แล้วค่อยปรับกลับมาเป็น m)

3.3 คลิก Change Length Units เพื่อตั้งค่า m เป็นหน่วยที่ใช้ในการคำนวณ



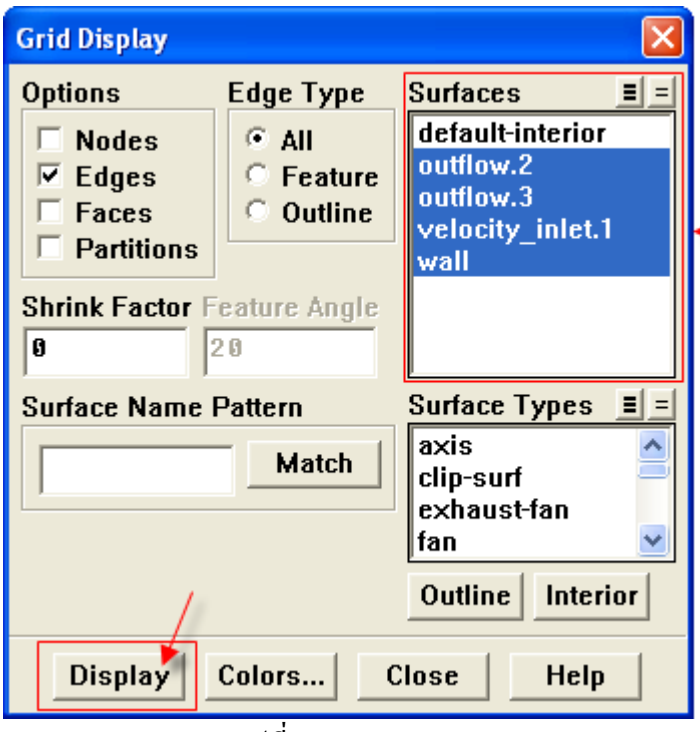
รูปที่ ข.4 Grid Scale

3.4 ได้ขนาดของ Grid ที่ต้องการ แล้วคลิก Close

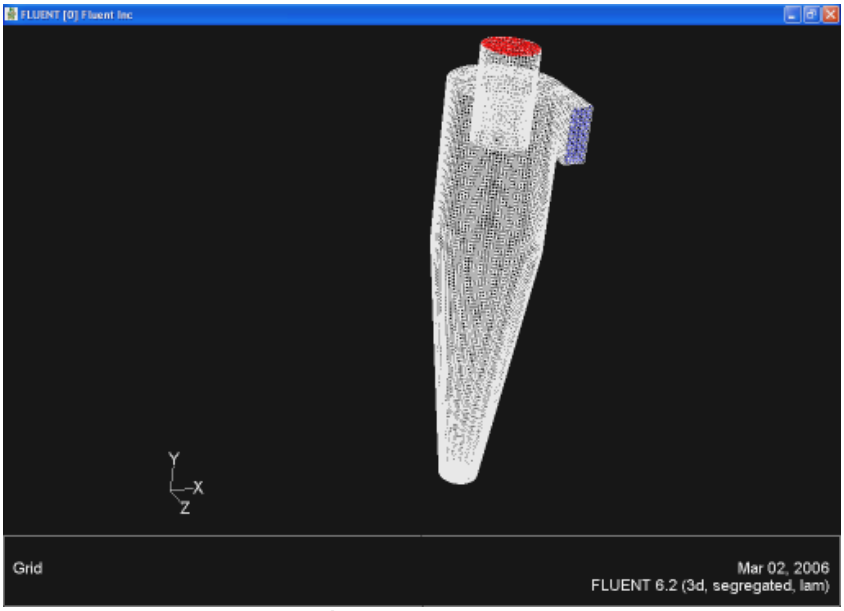
4. แสดง Grid

Display → Grid...

เลือกพื้นผิวทุกพื้นผิวภายใต้ Surfaces แล้วคลิก Display



รูปที่ ข.5 Grid Display

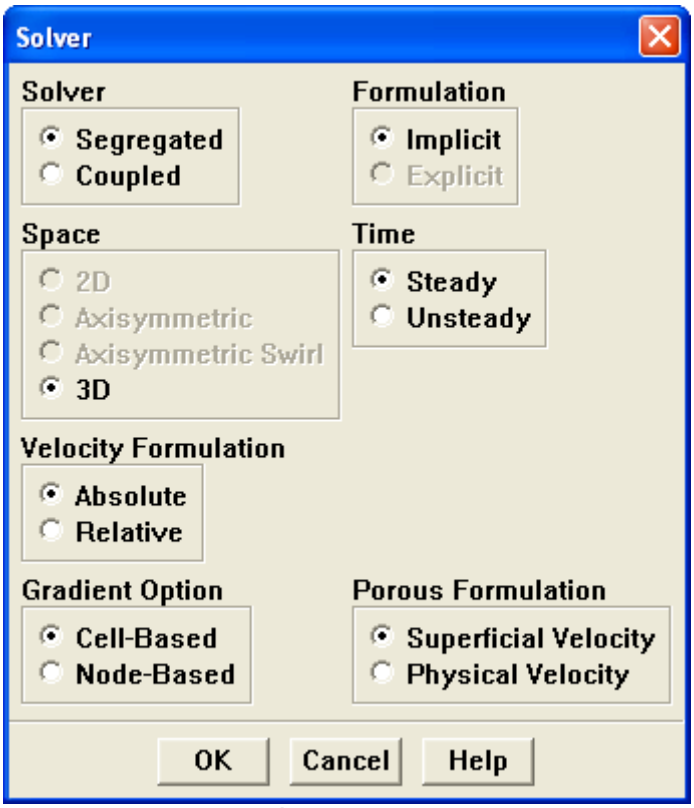


รูปที่ ข.6 Grid Show

ขั้นตอนที่2 : Models

1. ตั้งค่า solver ที่ใช้ในการคำนวณโดยใช้ค่าที่โปรแกรมตั้งไว้

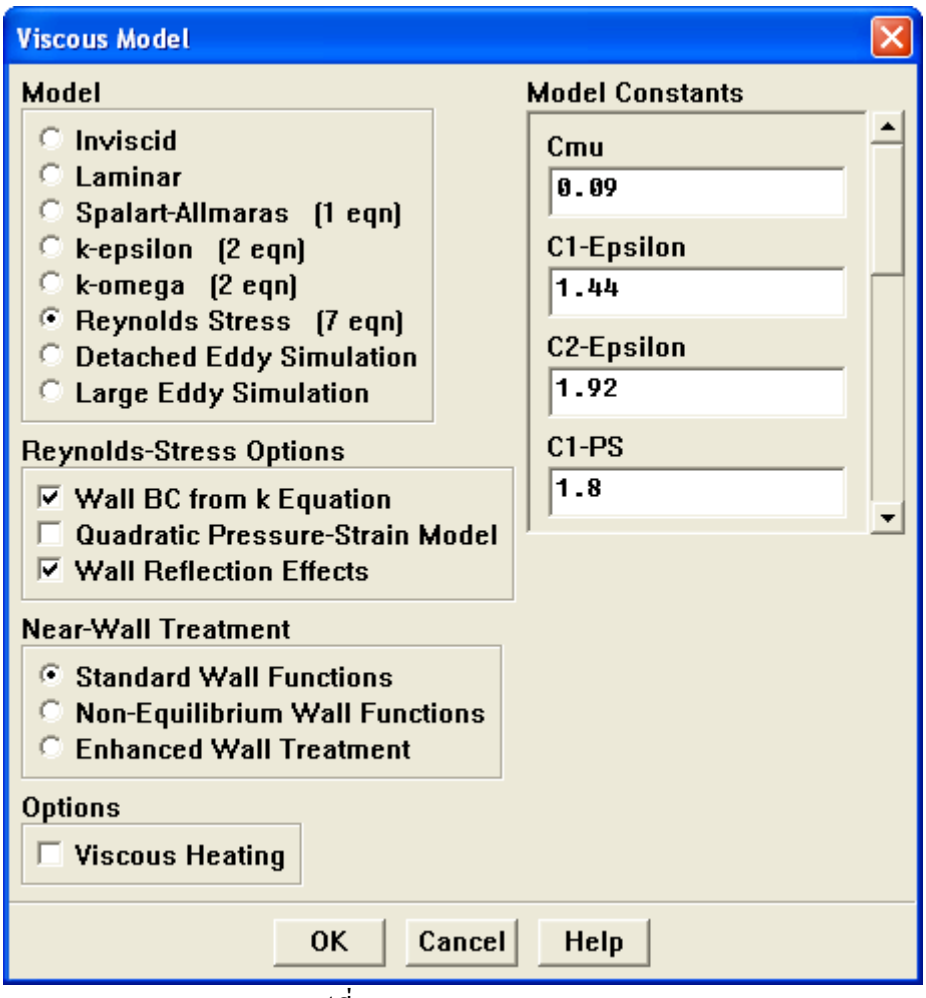
Define → Models → Solver...



รูปที่ ข.7 Solver

2. เปิด Reynolds Stress model

Define → Models → Viscous...

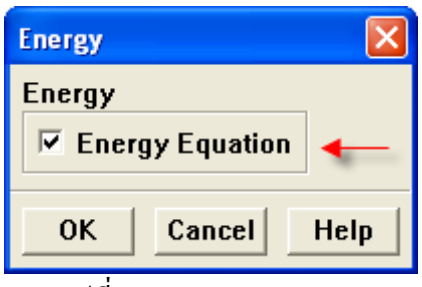


รูปที่ ข.8 Viscous Model

2.1 ตั้งเป็นค่าเริ่มต้นที่โปรแกรมให้มา คลิก OK

3. เปิดใช้ Energy Equation

Define → Models → Energy...



รูปที่ ข.9 Energy panel

ขั้นตอนที่3 : Materials

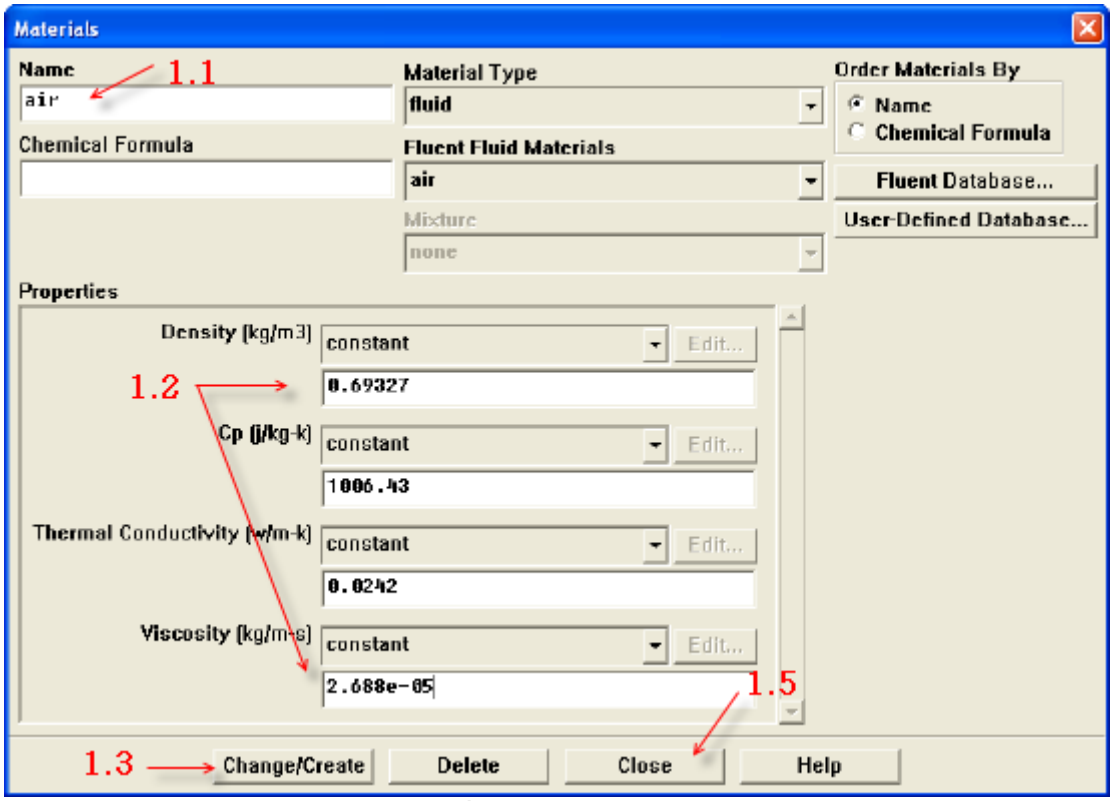
1. สร้าง Materials ใหม่โดยใช้ชื่อว่า air

Define → Materials...

1.1 พิมพ์ชื่อ air ในช่อง Name

1.2 ใส่ค่าตามตารางข้างล่าง

density kg/m^3	viscosity kg/m.s
0.69327	2.688e-05



รูปที่ ข.10 Materials panel

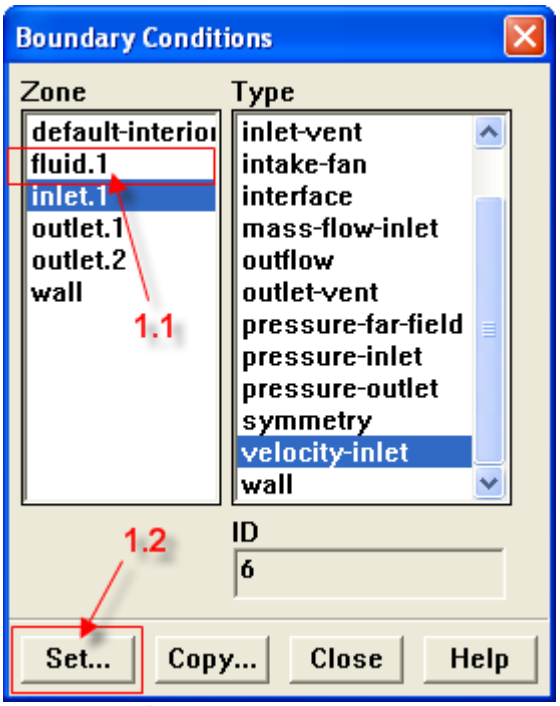
1.3 คลิก Change/Create

1.4 คลิก NO ถ้าโปรแกรมถามว่าต้องการเขียนทับ air หรือไม่

1.5 คลิก Close

ขั้นตอนที่4 : Boundary Conditions

Define → Boundary Conditions...



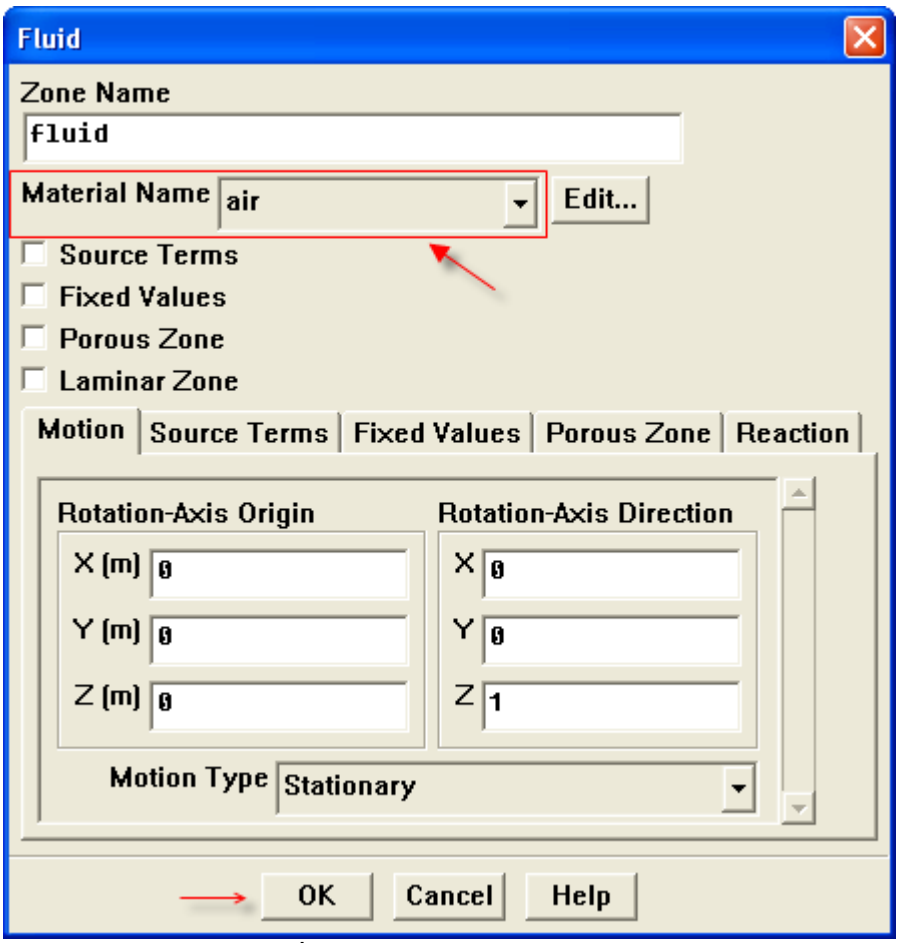
รูปที่ ข.11 Boundary conditions

1. ตั้ง condition ของ Fluid

    1.1 เลือก fluid.1

    1.2 คลิก Set เพื่อเปิดหน้าต่าง Fluid

กำหนดให้ air เป็น fluid materials โดยการเลือก air จาก Material Name drop-down list. คลิก OK

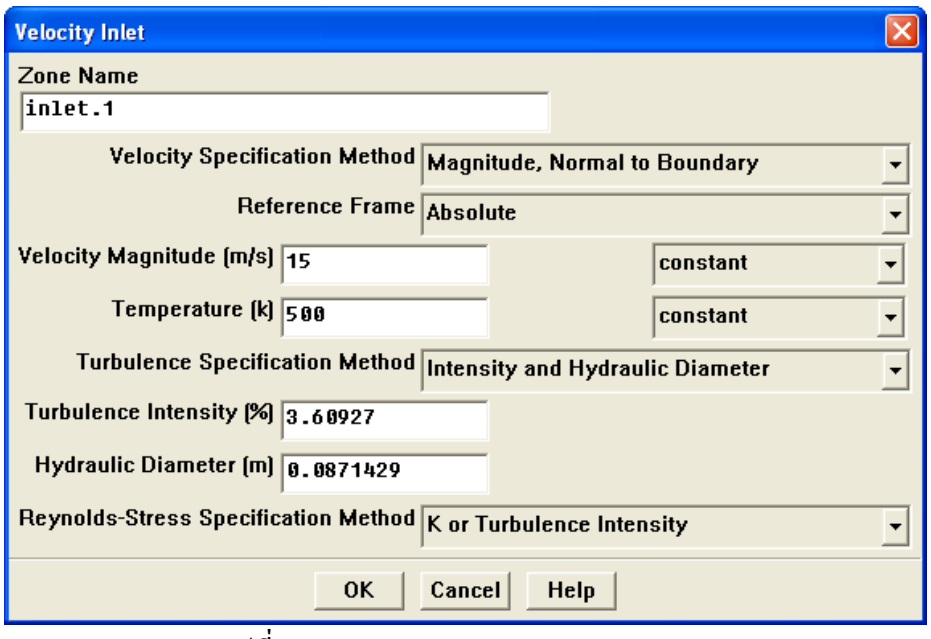


รูปที่ ข.12 Fluid panel

2. ตั้ง boundary condition

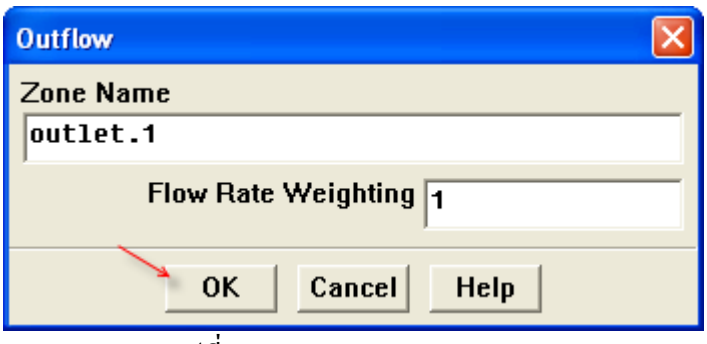
2.1 เลือก Inlet.1 จาก รูป Boundary conditions ภายใต้ Zone และคลิก Set....

2.2 ตั้งค่าต่างๆตามรูปข้างล่าง

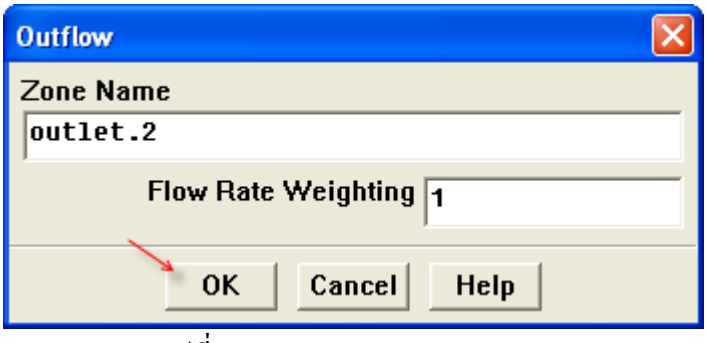


รูปที่ ข.13 Velocity Inlet Panel

3. ทำตามข้อที่ 2. แต่เปลี่ยนเป็นตั้งค่ากับ outlet.1 และ outlet.2 ตามรูปข้างล่าง คลิก OK

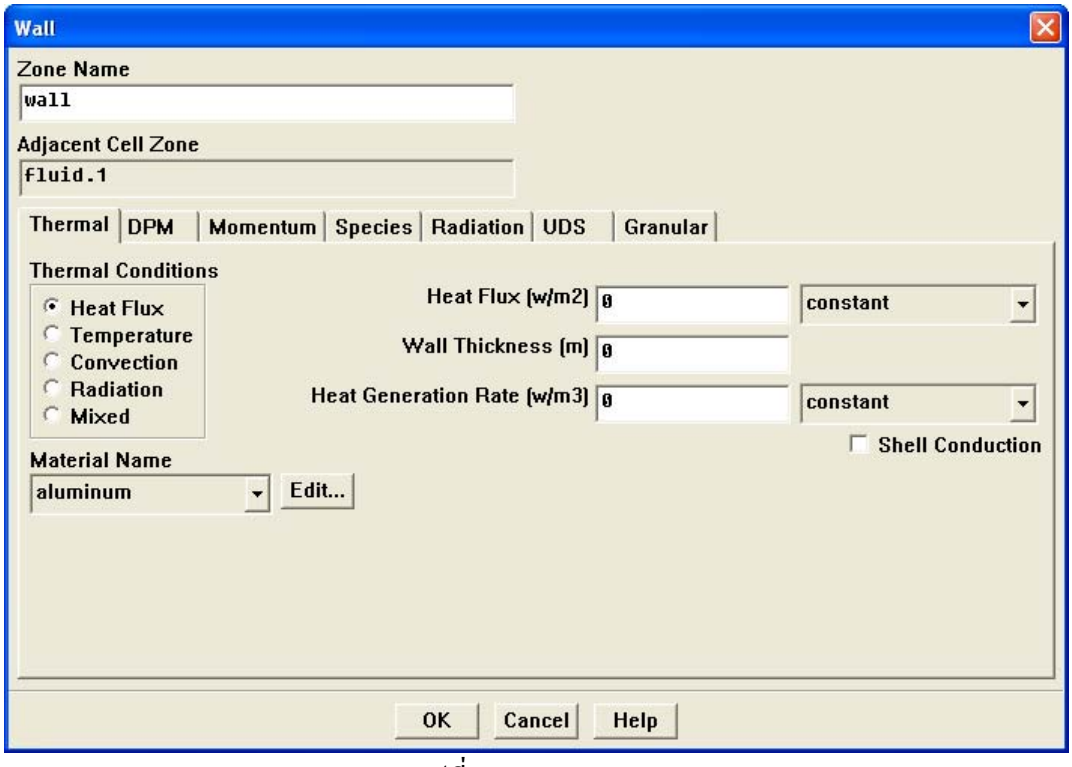


รูปที่ ข.14 Outflow panel outlet1



รูปที่ ข.14.1 Outflow panel outlet2

4. สำหรับ Wall ตั้งเป็นค่าที่โปรแกรมตั้งให้



รูปที่ ข.15 Wall panel

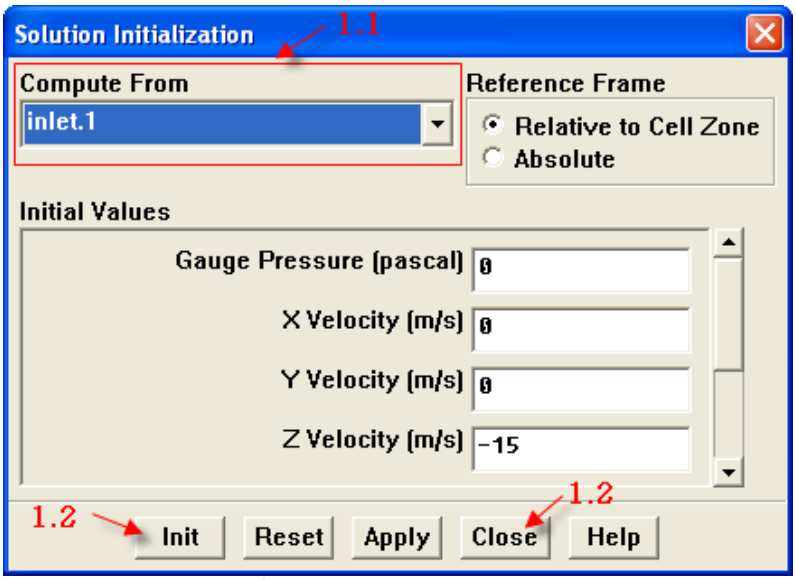
ขั้นตอนที่5 : Solution

1. ใส่ค่าเริ่มต้นโดยใช้ boundary condition inlet.1

Solve → Initialize → Initialize...

1.1 เลือก inlet.1 จาก Compute From list

1.2 คลิก Init และ Close

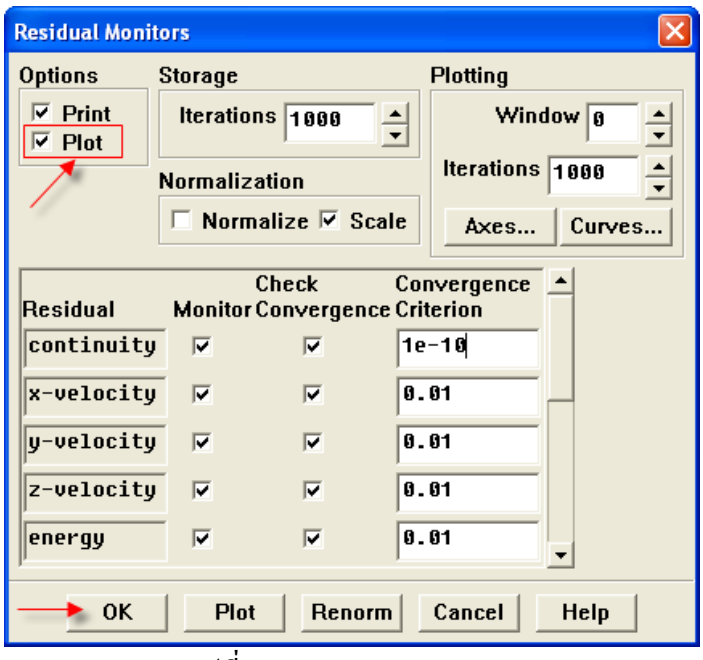


รูปที่ ข.16 Solution Initialization

2. เปิดใช้งานให้มีการเขียนกราฟของ Residuals ระหว่างการคำนวณ

Solve → Monitors → Residual...

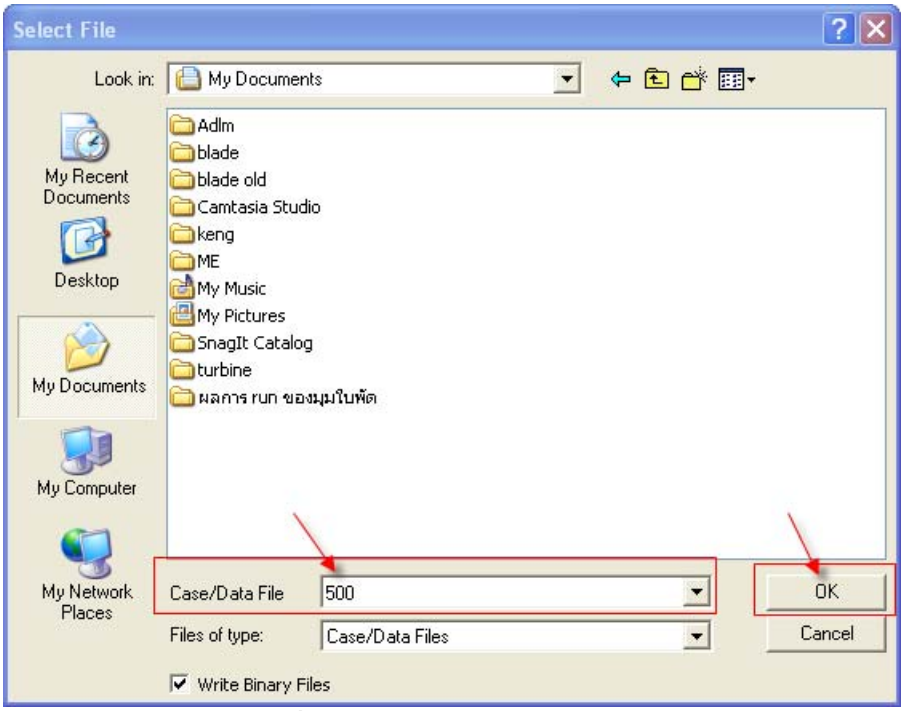
2.1 เลือก Plot ภายใต้ Options, และคลิก OK



รูปที่ ข.17 Residual Monitors

3. บันทึกเป็น case ไฟล์ (500.cas)

File → Write → Case...



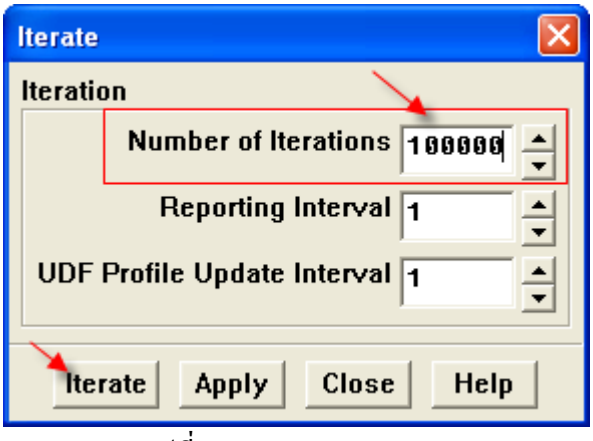
รูปที่ ข.18 การบันทึก case ไฟล์

3.1 พิมพ์ 500 ในช่อง Case File คลิก OK

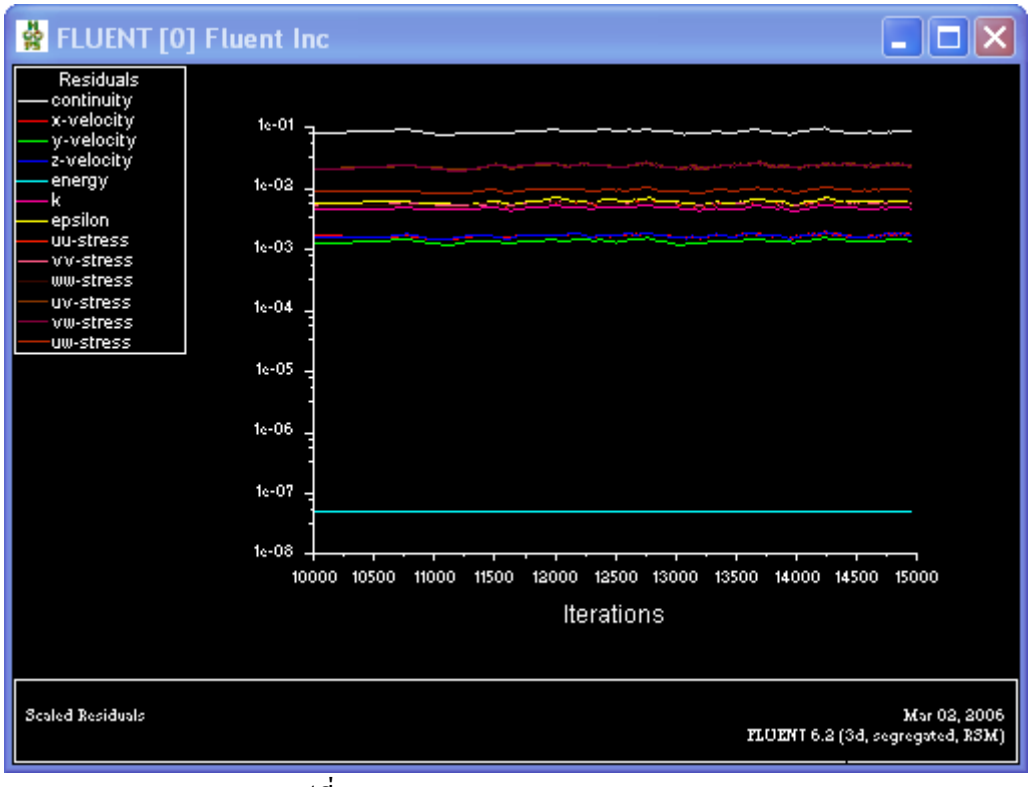
4. เริ่มการคำนวณโดยต้องการที่100000 iterations

Solve → Iterate...

4.1 ใส่ค่า 100000 สำหรับ Number of Iterations และคลิก Iterate



รูปที่ ข.19 Iterate panel



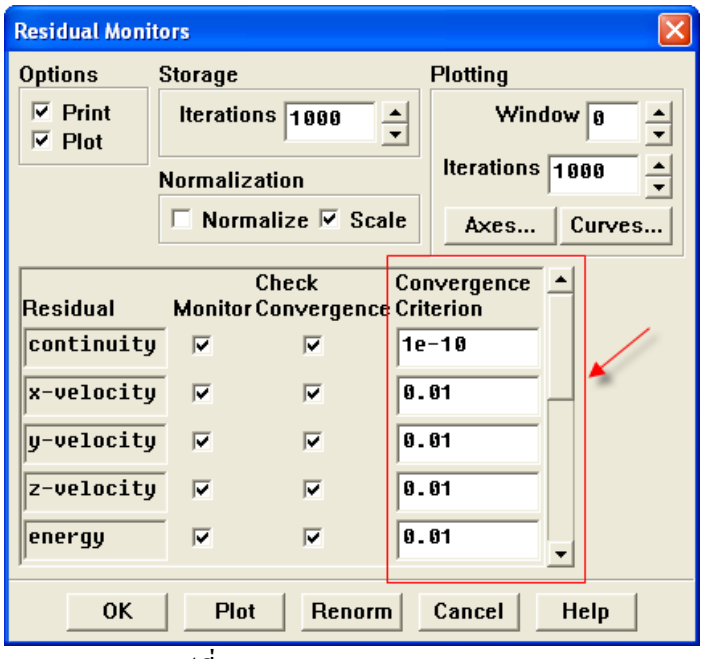
รูปที่ ข.20 Residuals ของ 15000Iterations

5. ตรวจสอบการลู่เข้า

มี 3 วิธีที่ใช้ในการตรวจสอบ

- Monitoring the residuals

จะเกิดการลู่เข้าเมื่อ Convergence Criterion สำหรับแต่ละ variable นั้นมีการลู่เข้า



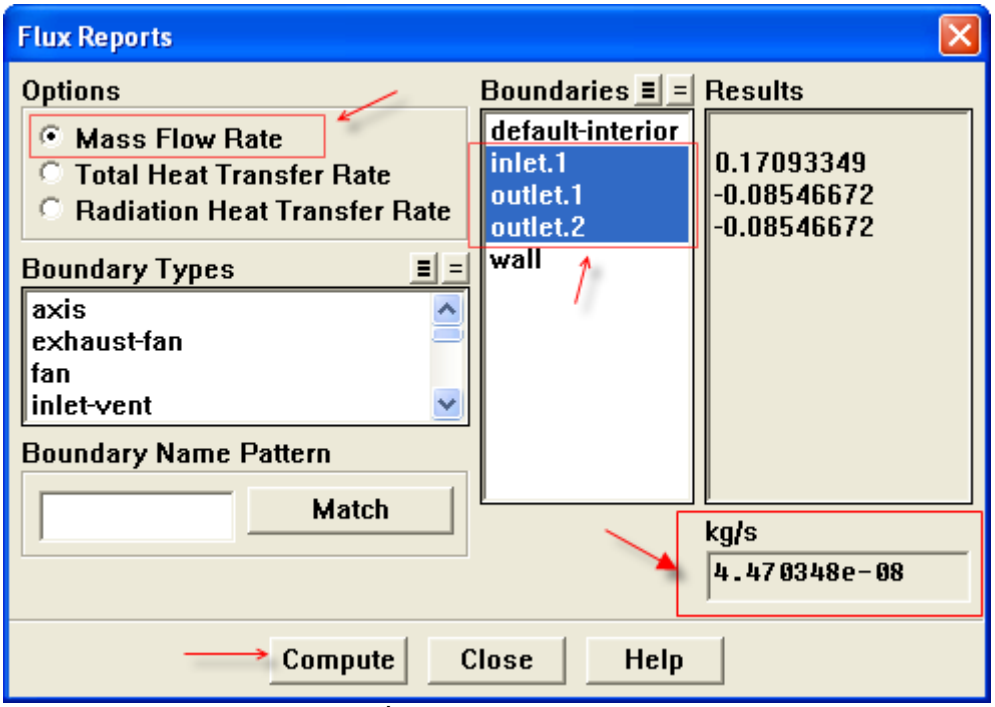
รูปที่ ข.21 Residual Monitors

- Solution ไม่มีการเปลี่ยนแปลงเมื่อจำนวนของ iterations เพิ่มขึ้น

ดังใน รูป Residuals ของ 15000Iterations ข้างบน

- มีการสมดุลโดยรวมที่ยอมรับได้ของ mass, momentum, energy และ scalar

Report → Fluxes



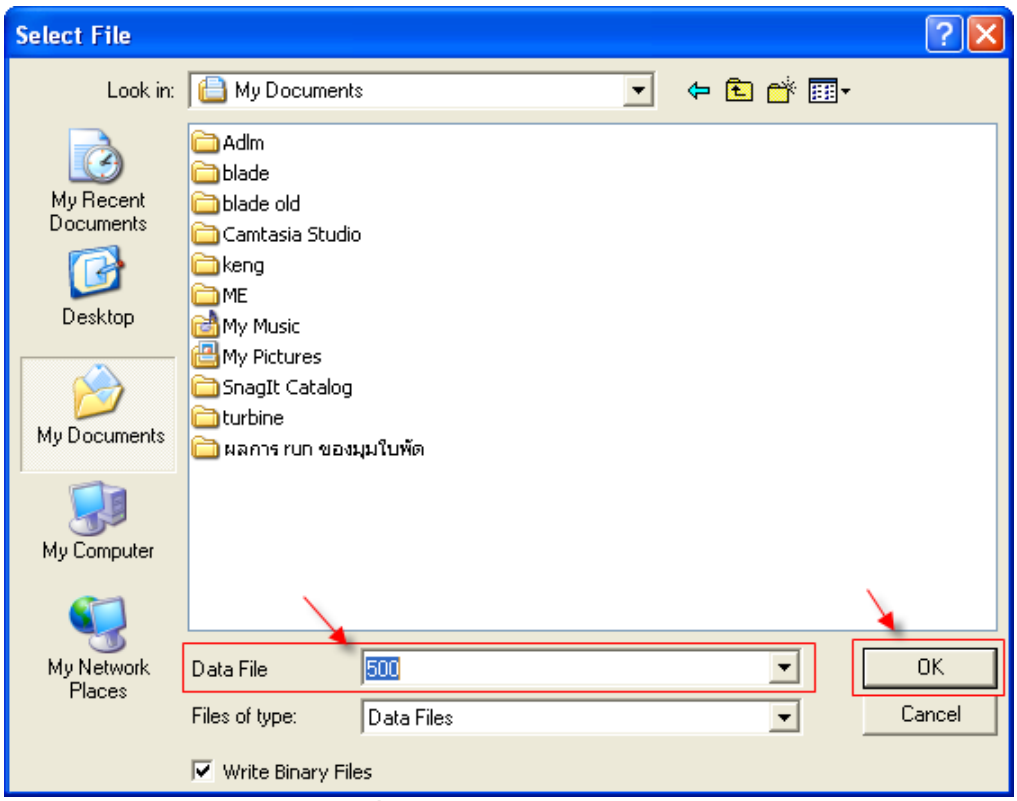
รูปที่ ข.22 Flux Reports

-ใน Boundaries list, เลือก inlet.1, outlet.1, และ outlet.2

-คลิก Compulte

6. บันทึกข้อมูล data file (500.dat)

File → Write → Data...

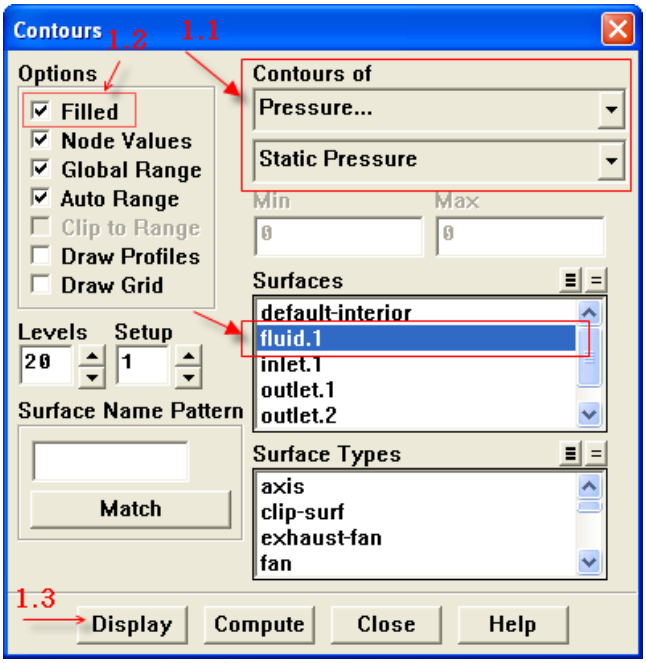


รูปที่ ข.23 การบันทึก Data ไฟล์

ขั้นตอนที่6 : Displaying

1. แสดง filled contours ของ Static Pressure

Display → Contours...

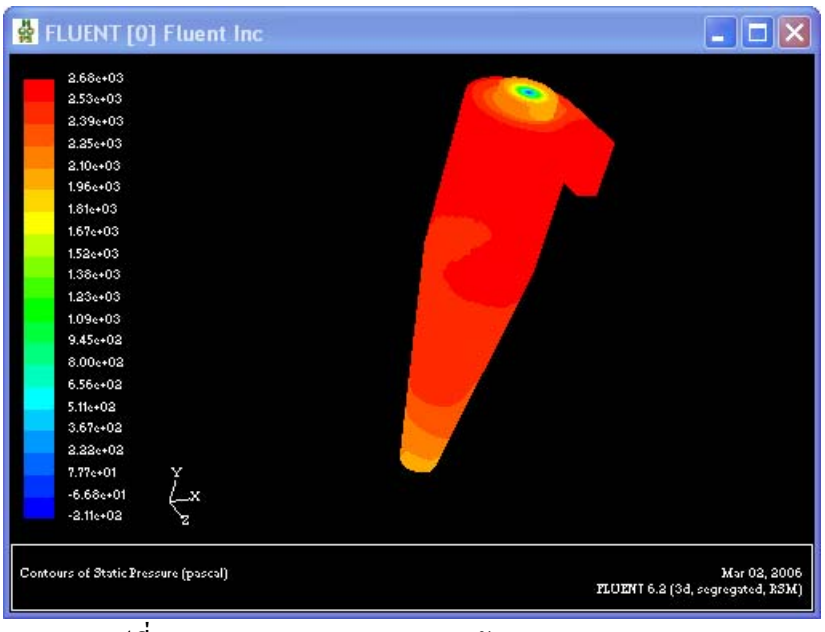


รูปที่ ข.24 Contours Panel

1.1 เลือก Pressure และเลือก Static Pressure จาก drop-down lists ภายใต้ Contours of

1.2 เลือก Filled ภายใต้ Options

คลิก Display



รูปที่ ข.25 การทำนายการกระจายตัวของ Static Pressure

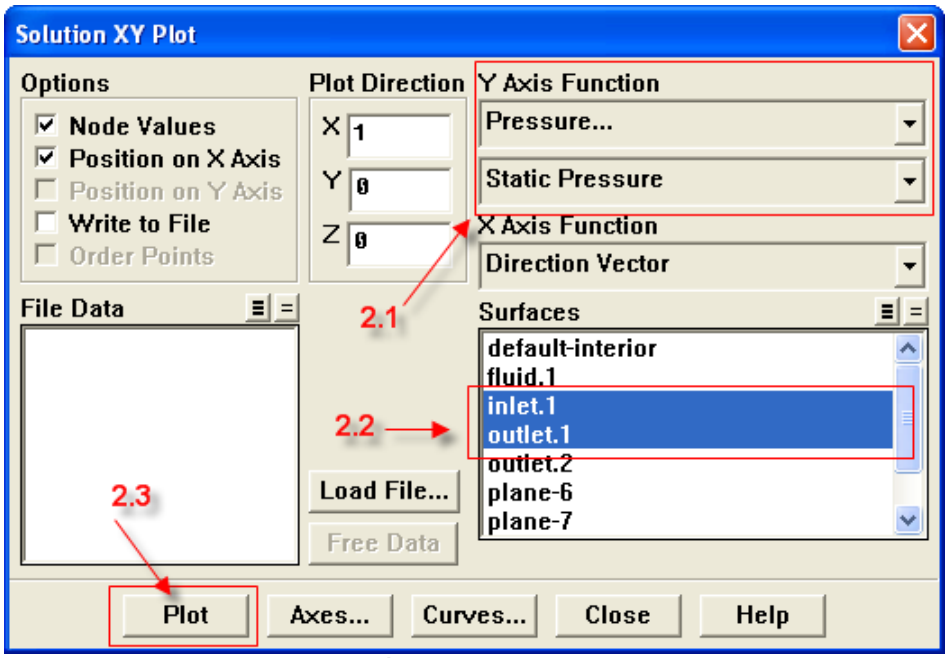
2. สร้าง XY Plot ของ Static Pressure

Plot → XY Plot...

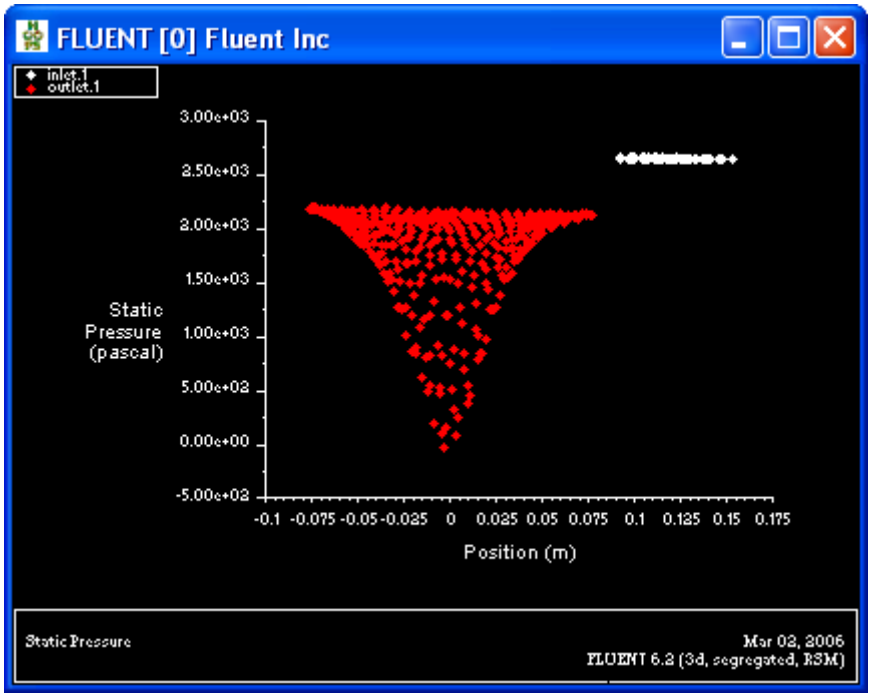
2.1 เลือก Pressure... และ Static Pressure ใน drop-down lists ภายใต้ Y Axis Function

2.2 เลือก inlet.1 และ outlet.1 จาก Surfaces list

2.3 คลิก Plot



รูปที่ ข.26 Solution XY Plot



รูปที่ ข.27 Data plot Static Pressure ที่หน้าตัดทางเข้าและหน้าตัดทางออกด้านบนของไซโคลน

3. การเขียนไฟล์ XY Plot ของ Static Pressure ลงแฟ้ม

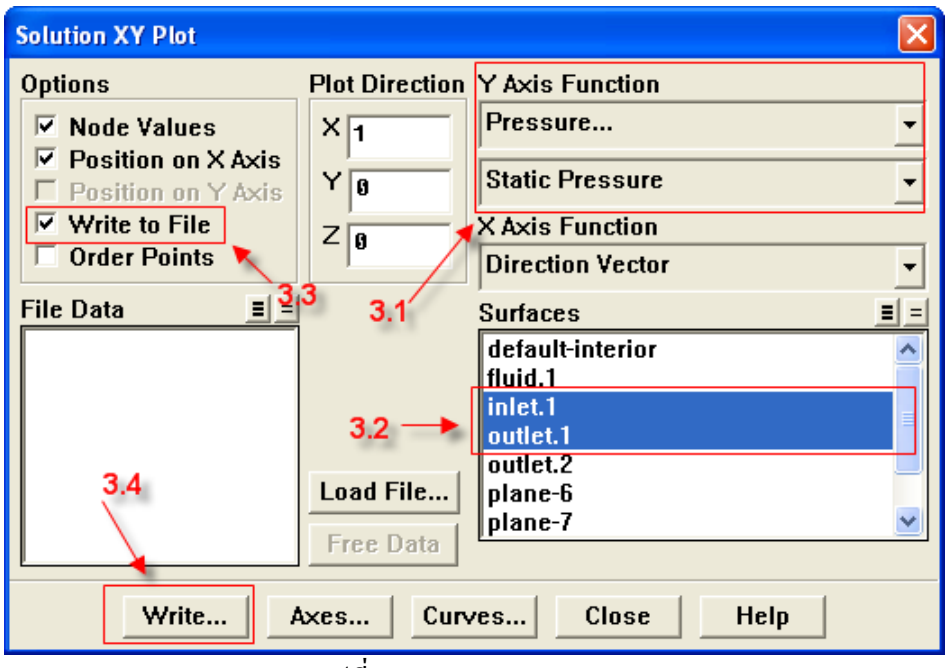
Plot → XY Plot...

3.1 เลือก Pressure... และ Static Pressure ใน drop-down lists ภายใต้ Y Axis Function

3.2 เลือก inlet.1 และ outlet.1 จาก Surfaces list

3.3 คลิกเลือก Write to File

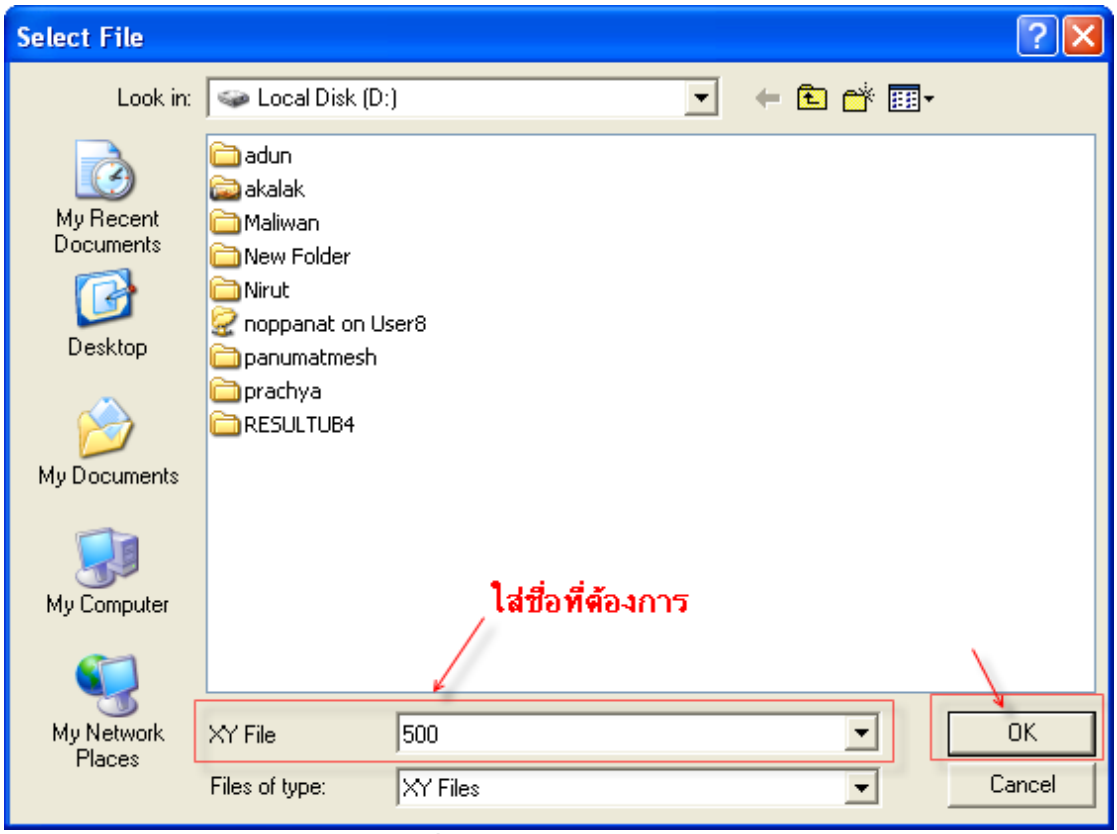
3.4 คลิก Write



รูปที่ ข.28 Solution XY Plot

3.5 ใส่ชื่อ file ที่ต้องการในช่อง XY File

3.6 คลิก OK



รูปที่ ข.29 การบันทึก XY File