

สรุปผลการศึกษา

สำหรับการศึกษาเพื่อหาสมการความเค้นเรย์โนลด์ในแบบจำลองความปั่นป่วนชนิดไม่เชิงเส้นโดยใช้วิธี *อะไพร์เออร์รี่* (*a priori*) นั้นเห็นได้ว่าสมการความเค้นเรย์โนลด์ของ Craft et al. (1996) ที่ได้รับการปรับปรุง damping function ของ Gibson and Dafa'Alla (1994) สามารถทำนายการไหลในบริเวณใกล้ผิวสำหรับการไหลผ่านระนาบคู่ขนาน และท่อตรงได้อย่างดี จึงสามารถสรุปได้ว่าสมการของ Craft et al. (1996) ที่ใช้ damping function ของ Gibson and Dafa'Alla นั้นมีความเหมาะสมที่สุดในการจำลองการไหล

จากผลการแบบจำลองความปั่นป่วนชนิดเชิงเส้นสำหรับการไหลผ่านท่อตรงที่มีการหมุน โดยใช้วิธี *อะโพสเทอร์รี่เออร์รี่* (*a posteriori*) ซึ่งได้ทำการเปรียบเทียบกับค่าของ large eddy simulation (LES) และ explicit algebraic Reynolds stress model (EARSM) พบว่าแม้ EARSM สามารถทำนายการไหลผ่านท่อตรงที่มีการหมุนได้คืออยู่แล้ว แต่แบบจำลองชนิดเชิงเส้นก็สามารถพิสูจน์ให้เห็นว่าให้ผลการศึกษที่ดีกว่าในบริเวณ suction side และ ด้านตัดครึ่งมุมของท่อ ดังนั้นแบบจำลองชนิดเชิงเส้น $k-\varepsilon$ ที่ใช้ enhanced wall function และ non-equilibrium wall function มีความเหมาะสมที่สุดที่จะนำไปพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพต่อไป

ในส่วนของการพัฒนาแบบจำลองความปั่นป่วนชนิดไม่เชิงเส้นนั้น พบว่าการใช้ damping function ในการคำนวณใกล้ผิวแบบ low Reynolds number นั้นมีความเหมาะสมกับแบบจำลองความปั่นป่วนชนิดไม่เชิงเส้นของ Craft et al. (1996) มากกว่าการใช้ wall function

จากผลการพัฒนาแบบจำลองความปั่นป่วนชนิดไม่เชิงเส้นโดยใช้วิธี *อะไพร์เออร์รี่* และวิธี *อะโพสเทอร์รี่เออร์รี่* พบว่าวิธี *อะไพร์เออร์รี่* มีความเหมาะสมที่ใช้ในการพัฒนาในส่วนของสมการความเค้นเรย์โนลด์ในแบบจำลองความปั่นป่วนชนิดไม่เชิงเส้น ต่อมาสำหรับวิธี *อะโพสเทอร์รี่เออร์รี่* มีความเหมาะสมมากกว่าสำหรับการพัฒนาแบบจำลองความปั่นป่วนชนิดไม่เชิงเส้นในภาพรวม

ข้อเสนอแนะ

เพื่อเป็นแนวทางในทางพัฒนาเพื่อปรับปรุง และแก้ไขความคลาดเคลื่อนของผลการศึกษานั้น ผู้วิจัยได้นำปัจจัยที่ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการศึกษานี้มาอธิบายในหัวข้อนี้

1. ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากตัวสมการความเค้นเรย์โนลด์เอง เนื่องจากตัวสมการที่มีอยู่ในปัจจุบันอาจยังไม่เหมาะสมกับการไหลวน ซึ่งอาจต้องทำการสร้างสมการขึ้นมาใหม่เพื่อให้มีความเหมาะสมสำหรับการไหลวน

2. ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากระเบียบวิธีเชิงตัวเลขในการแก้ปัญหา เนื่องจากการจำลองการไหลในซอฟต์แวร์สำเร็จรูปทางพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณทั่ว ไปนั้นจำเป็นต้องใช้ระเบียบวิธีเชิงตัวเลขในการแก้ปัญหของระบบสมการ สำหรับระเบียบวิธีเชิงตัวเลขนั้นผลลัพธ์ที่ได้เป็นค่าจากการประมาณ ซึ่งค่าที่ได้จากการประมาณนั้นย่อมมีความคลาดเคลื่อนเป็นจำนวนมาก ดังนั้นระเบียบวิธีเชิงตัวเลขที่มีประสิทธิภาพสูงจึงเป็นประโยชน์มากในการลดค่าความคลาดเคลื่อน นอกจากนี้การคำนวณของระเบียบวิธีเชิงตัวเลขจำเป็นต้องมีการใช้ค่าเริ่มต้นเพื่อแก้ปัญหของระบบสมการ ซึ่งการกำหนดค่าเริ่มต้นที่เหมาะสมกับปัญหาย่อมส่งผลถึงผลลัพธ์ที่ได้มีความถูกต้องมากขึ้น

3. ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากจำนวนของกริดที่ไม่เพียงพอ สำหรับการแก้ปัญหาในซอฟต์แวร์สำเร็จรูปทางพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณนั้น ได้มีการแบ่งปัญหาเป็นขอบเขตเล็กๆ หรือกริด เมื่อปัญหาที่ใช้ในการศึกษามีความซับซ้อนมากขึ้นจึงจำเป็นต้องใช้จำนวนกริดที่มากขึ้น และขนาดที่เล็กลง เพื่อที่จะทำนายสเกลการไหลขนาดเล็กได้ ถ้าใช้จำนวนกริดน้อยไปจะทำให้ผลในการทำนายนั้นคลาดเคลื่อนไปด้วย และเมื่อต้องใช้กริดจำนวนมาก ส่งผลทำให้สมรรถนะของเครื่องคอมพิวเตอร์ต้องสูงขึ้นตามไปด้วย

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- วรารัตน์ จันทสาโร, สืบสกุล คุรุรัตน์, จิรโรจน์ บุรณะโรจน์ และ เอกชัย จันทสาโร. 2547. การศึกษาเชิงเปรียบเทียบของสมการความเค้นเรย์โนลด์์ในแบบจำลองความปั่นป่วนชนิดไม่เชิงเส้นสำหรับ *CFD*, การประชุมเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทยครั้งที่ 18. มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- สืบสกุล คุรุรัตน์, เอกชัย จันทสาโร และ วรารัตน์ จันทสาโร. 2548 การประเมินแบบจำลองความปั่นป่วนชนิด $k-\omega$ SST สำหรับการไหลแบบ Wall Bounded Flows ภายในท่อสี่เหลี่ยมจัตุรัส 3 มิติ, การประชุมเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทยครั้งที่ 19. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, ภูเก็ต.
- Apsley, D.D. and M.A. Leschziner. 1998. A New Low-Reynolds-Number Nonlinear Two-Equation Turbulence Model for Complex Flows. **International Journal of Heat and Fluid Flow**. 19: 209-222.
- Abe, K., Y. J. Jang and M.A. Leschziner. 2003. An Investigation of Wall-Anisotropy Expression and Length-Scale Equations for Non-Linear Eddy-Viscosity Models. **International Journal of Heat and Fluid Flow**. 24: 181-198.
- Barth, T.J. and D. Jespersen. 1989. The Design and Application of Upwind Schemes on Unstructured Meshes. **Technical Report AIAA-89-0366 AIAA 27th Aerospace Sciences Meeting Reno Nevada**.
- Belhocine, L., M. Deville, A.R. Elazehari and M.O. Bensalah. 2004. Explicit Algebraic Reynolds Stress Model of Incompressible Turbulent Flow in Rotating Square Duct. **Computers & Fluids**. 33: 179-199
- Boussinesq, J. 1877. Theory de L'ecoulment Tourbillant. **Memoires Presentes Par Divers Savants Sciences Mathematique at Physiques**. 23: 46-50.

- Craft , T.J., B.E. Launder and K. Suga. 1996. Development and Application of a Cubic Eddy-Viscosity Model of Turbulence. **International Journal of Heat and Fluid Flow**. 17: 108-115.
- Gavrilakis, E. 1992. Numerical Simulation of Low-Reynolds number Turbulence Flow Through a Straight Square Duct. **Journal of Fluid Mechanics**. 244: 101-129.
- Gururatana, S., E. Juntasaro and V. Juntasaro. 2005. Comparative Study of Reynolds-Stress Expression in Non-Linear Turbulence Models for Secondary Flows in a Square Duct. **The 9th Annual National Symposium on Computational Science and Engineering**, Mahidol university, Bangkok ,Thailand.
- Gururatana, S., V. Juttijudata, E. Juntasaro and V. Juntasaro. 2006. Prediction 3D Turbulence Induced Secondary Flows in Rotating Square Duct. **Whither Turbulence Prediction and Control**. Seoul national university, Seoul, Korea.
- Iacovides, H. 2004. Applications in Convective Heat Transfer with Emphasis on Blade Cooling Flows Part I , Background & Methodologies. **Wall-Bounded and Free-Surface Turbulence and Its Computation**. National university of Singapore, Singapore
- Juntasaro, V., S. Gururatana, J. Buranarote and E. Juntasaro. 2005. A New Reynolds-Stress Expression Based on DNS Data in Non-Liner Eddy-Viscosity Turbulence Model For Complex Flows. **The Fourth International Symposium on Turbulence and Shear Flow Phenomena (TSFP 4)**. Virginia, U.S.A.
- Kim, S.E. and D. Choudhury. 1995. A Near-Wall Treatment Using Wall Functions Sensitized to Pressure Gradient. **In ASME FED 217 ASME**.
- Kader, B. 1993. Temperature and Concentration Profiles in Fully Turbulent Boundary Layers. **International Journal Heat Mass Transfer**. 24: 541-1544

- Kim, J., P. Moin and R. Moser. 1987. Turbulent Statistics in Fully Developed Channel Flow at Low Reynolds Number. **Journal of Fluid Mechanics**. 177:133-166.
- Launder, B.E. and B. Sharma. 1974. Application of The Energy Dissipation Model of Turbulence to The Calculation of Flow Near a Spinning Disc. **Lett. Heat and Mass Transfer**. 1:131-138.
- Launder, B.E. and D.B. Spalding. 1972. **Lecture in Mathematical Models of Turbulence**. Academic Press, London, England.
- Launder, B.E. and D.B. Spalding. 1974. The Numerical Computation of Turbulent Flows. **Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering**. 3: 269-289.
- Leonard, B.P. and S. Mokhtari. 1990. ULTRA-SHARP Nonoscillatory Convection Schemes for High-Speed Steady Multidimensional Flow. **NASA TM 1-2568 (ICOMP-90-12)**
- Lien, F. S., W.L. Lien and M.A. Leschziner. 1996. Low-Reynolds-Number Eddy-Viscosity Modeling Based on Non-linear Stress-Strain/Vorticity Relations. **Engineering Turbulence Modelling and Experiments** 3. 1: 91-100.
- Martensson, G.E., G. Brethouwer and A.V. Johansson. 2005. Direct Numerical Simulation of Rotating Turbulent Duct Flow. **The Fourth International Symposium on Turbulence and Shear Flow Phenomena (TSFP 4)**. Virginia, U.S.A.
- Menter, F.R. 1994. Two-Equation Eddy-Viscosity Turbulence Models for Engineering Applications. **AIAA Journal**. 32: 1598-1605.
- Nisizima, S. and A. Yoshizawa. 1987. Turbulent Channel and Couette Flows using an Anisotropic $k - \epsilon$ Model. **AIAA Journal**. 25: 414-420.

- Myong, H.K. and N. Kasagi. 1990. Prediction of Anisotropy of the Near-Wall Turbulence with an Anisotropic Low-Reynolds-Number $k-\varepsilon$ Turbulence Model. **Journal of Fluids Engineering**. 112: 521-524.
- Pallares, J. and L. Davidson. 2000. Large-eddy Simulations of Turbulent Flow in a Rotating Square Duct. **Phy. Fluids**. 12: 2878-2894.
- Patankar, S.V. 1980. **Numerical Heat Transfer and Fluid Flow**. Hemisphere, Washington, D.C.
- Pope, S.B. 1975. A More General Effective-Viscosity Hypothesis. **Journal of Fluid Mechanics**. 72: 331-340.
- Prandtl, L. 1952. **Essentials of Fluid Dynamics**. Blackie, Glasgow, U.K.
- Rubinstein, R. and J.M. Barton. 1990. Nonlinear Reynolds Stress Models and The Renormalization Group. **Phys. Fluids**. 2: 1472-1476.
- Speziale, C.G. 1982. On Turbulent Secondary Flows in Pipes of Noncircular Cross-Section. **International Journal of Engineering Science**. 20: 863-872.
- Speziale, C.G. 1987. On Nonlinear $k-l$ and $k-\varepsilon$ Models of Turbulence. **Journal of Fluid Mechanics**. 178: 459-475.
- Shih, T.H., J. Zhu and J.L. Lumley. 1993. A Realizable Reynolds Stress Algebraic Equation Model. **NASA Technical Memorandum 105993**.
- Wilcox, D.C. 1998. **Turbulence Modeling for CFD**. DCW Industries Inc., La Canada, California.

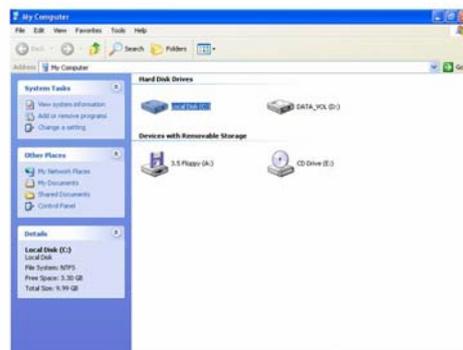
ภาคผนวก

ภาคผนวก ก คู่มือการใช้ซอฟต์แวร์ Gambit และ Fluent บนระบบปฏิบัติการ Windows

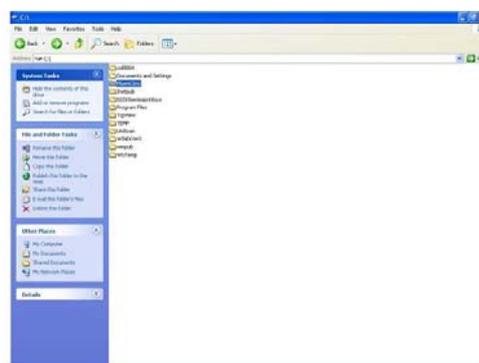
คู่มือการใช้ซอฟต์แวร์ Gambit บนระบบปฏิบัติการ Windows



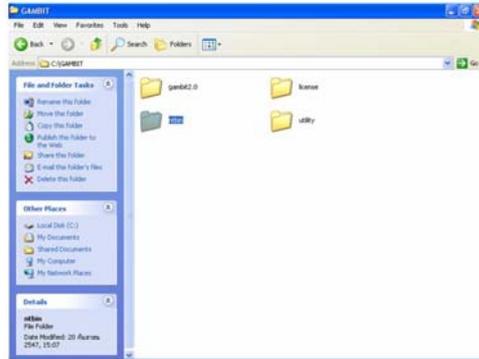
ภาพผนวกที่ ก1 แสดงขั้นตอนการใช้ซอฟต์แวร์ Gambit ขั้นที่ 1



ภาพผนวกที่ ก2 แสดงขั้นตอนการใช้ซอฟต์แวร์ Gambit ขั้นที่ 2



ภาพผนวกที่ ก3 แสดงขั้นตอนการใช้ซอฟต์แวร์ Gambit ขั้นที่ 3

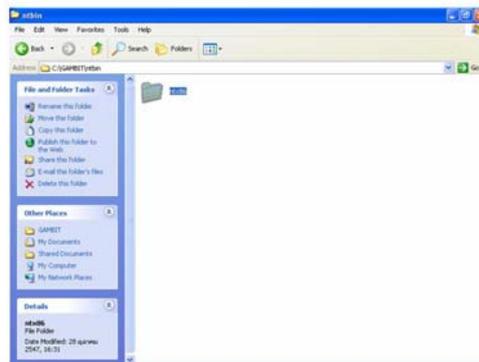


CML-ME-KU

เลือก ntbin

5

ภาพผนวกที่ 64 แสดงขั้นตอนการใช้ซอฟต์แวร์ Gambit ขั้นที่ 4

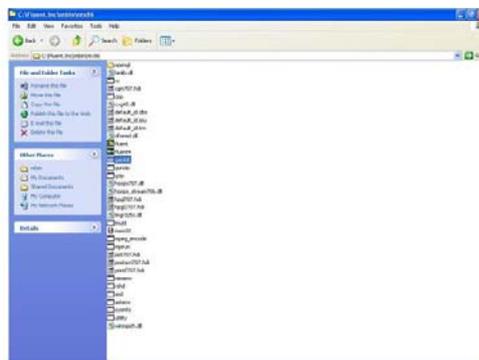


CML-ME-KU

เลือก ntx86

6

ภาพผนวกที่ 65 แสดงขั้นตอนการใช้ซอฟต์แวร์ Gambit ขั้นที่ 5

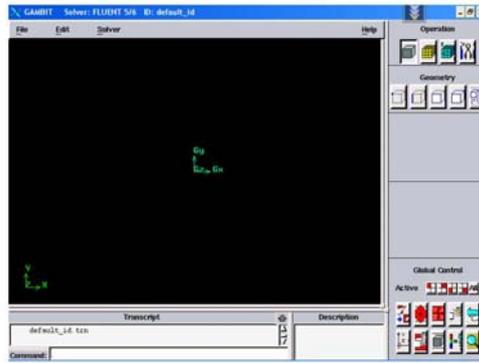


CML-ME-KU

เลือก Gambit

7

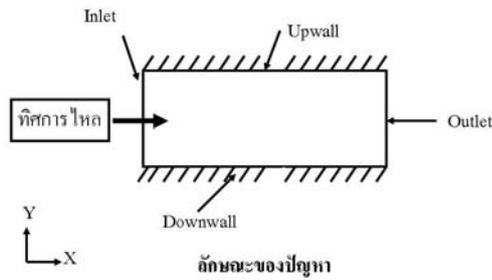
ภาพผนวกที่ 66 แสดงขั้นตอนการใช้ซอฟต์แวร์ Gambit ขั้นที่ 6



CML-ME-KU หน้าจอหลักของโปรแกรม Gambit 8

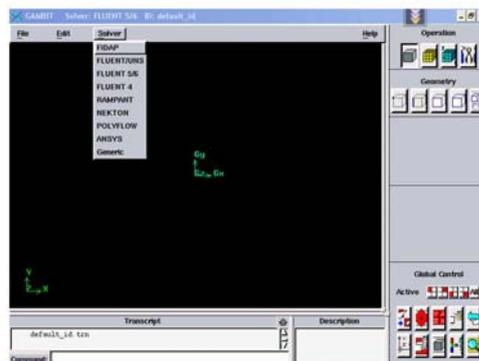
ภาพผนวกที่ ๗ แสดงขั้นตอนการใช้ซอฟต์แวร์ Gambit ขั้นที่ 7

TEST CASE 1 - Laminar Pipe Flow



CML-ME-KU 9

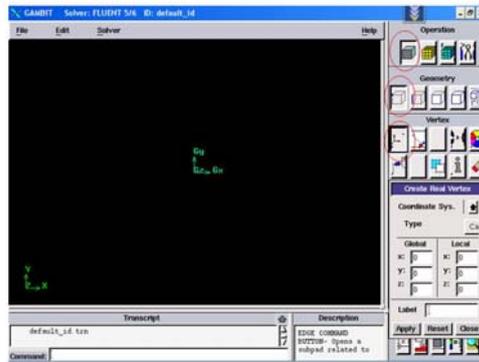
ภาพผนวกที่ ๘ แสดงขั้นตอนการใช้ซอฟต์แวร์ Gambit ขั้นที่ 8



CML-ME-KU เลือก Solver ----> Fluent5/6 10

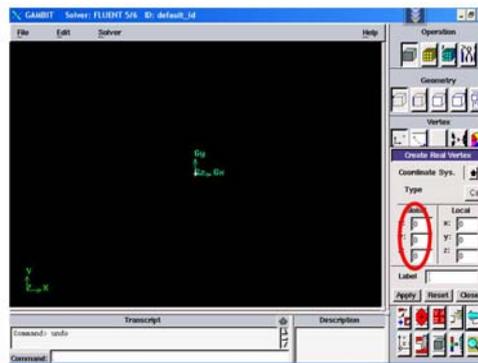
ภาพผนวกที่ ๙ แสดงขั้นตอนการใช้ซอฟต์แวร์ Gambit ขั้นที่ 9

ทำการสร้างรูปขอบเขตของปัญหา



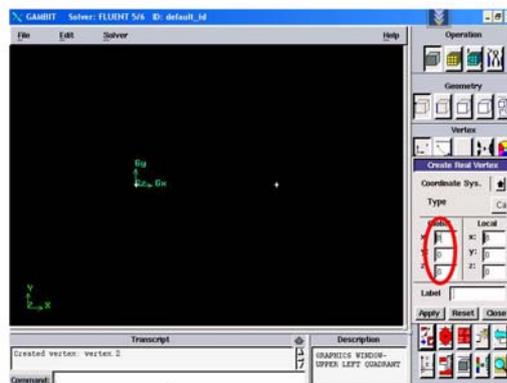
เลือก Operation ----> Geometry ---->Vertex ---->Creat Real Vertex
CML-ME-KU

ภาพผนวกที่ ก10 แสดงขั้นตอนการใช้ซอฟต์แวร์ Gambit ขั้นที่ 10



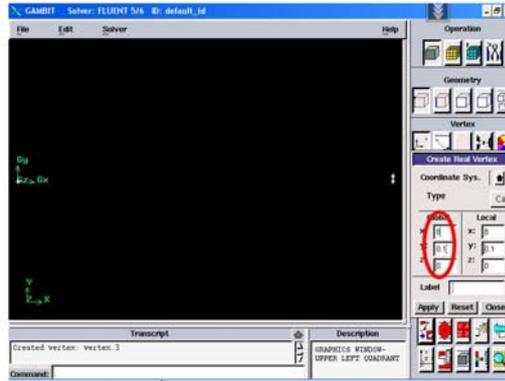
CML-ME-KU สร้างจุดที่ตำแหน่ง $x=0$ $y=0$ $z=0$ ---->Apply 12

ภาพผนวกที่ ก11 แสดงขั้นตอนการใช้ซอฟต์แวร์ Gambit ขั้นที่ 11



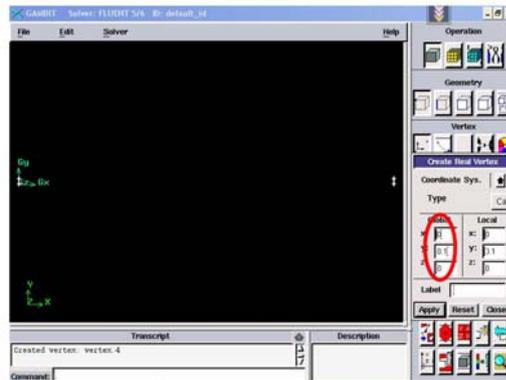
CML-ME-KU สร้างจุดที่ตำแหน่ง $x=8$ $y=0$ $z=0$ ---->Apply 13

ภาพผนวกที่ ก12 แสดงขั้นตอนการใช้ซอฟต์แวร์ Gambit ขั้นที่ 12



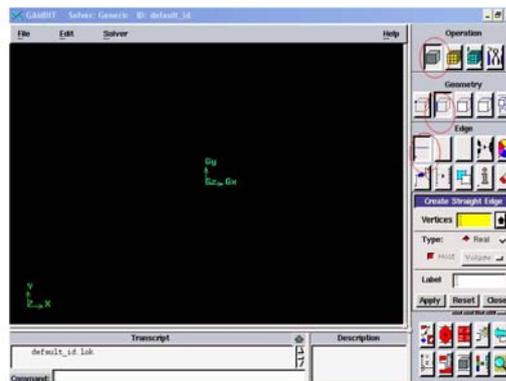
CML-ME-KU สร้างจุดที่ตำแหน่ง $x=8$ $y=0.1$ $z=0$ ---->Apply 14

ภาพผนวกที่ ก13 แสดงขั้นตอนการใช้ซอฟต์แวร์ Gambit ขั้นที่ 13



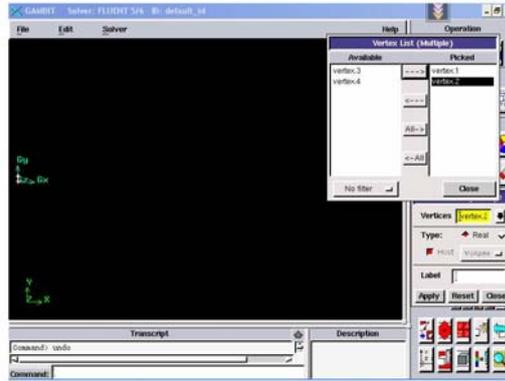
CML-ME-KU สร้างจุดที่ตำแหน่ง $x=0$ $y=0.1$ $z=0$ ---->Apply 15

ภาพผนวกที่ ก14 แสดงขั้นตอนการใช้ซอฟต์แวร์ Gambit ขั้นที่ 14



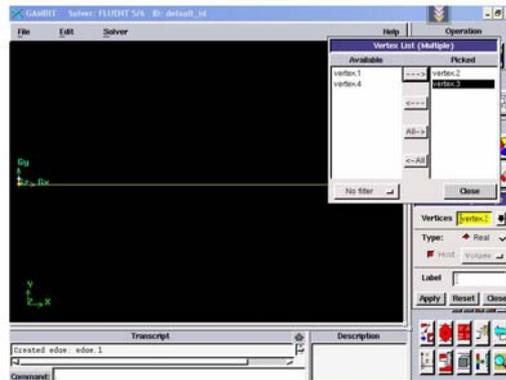
เลือก Operation---->Geometry ----> Edge ----> Creat Straight 16
CML-ME-KU

ภาพผนวกที่ ก15 แสดงขั้นตอนการใช้ซอฟต์แวร์ Gambit ขั้นที่ 15



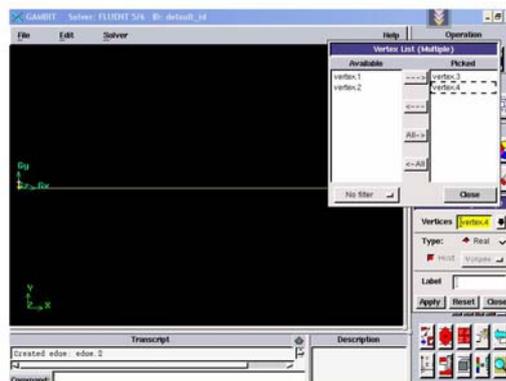
CML-ME-KU **เลือก vertex1 และ vertex2 ---->Apply** 17

ภาพผนวกที่ ก16 แสดงขั้นตอนการใช้ซอฟต์แวร์ Gambit ขั้นที่ 16



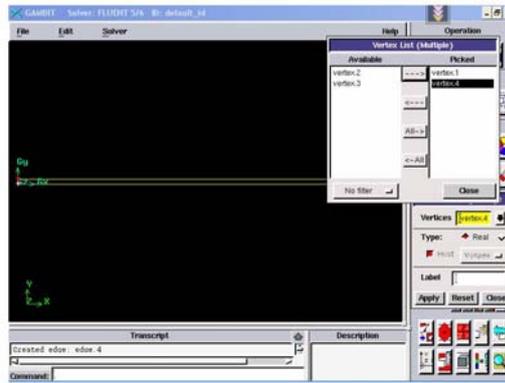
CML-ME-KU **เลือก vertex2 และ vertex3 ---->Apply** 18

ภาพผนวกที่ ก17 แสดงขั้นตอนการใช้ซอฟต์แวร์ Gambit ขั้นที่ 17



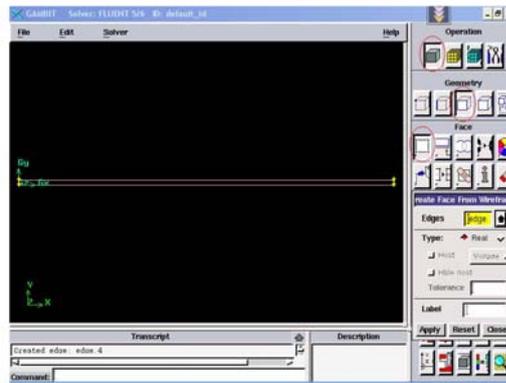
CML-ME-KU **เลือก vertex3 และ vertex4 ---->Apply** 19

ภาพผนวกที่ ก18 แสดงขั้นตอนการใช้ซอฟต์แวร์ Gambit ขั้นที่ 18



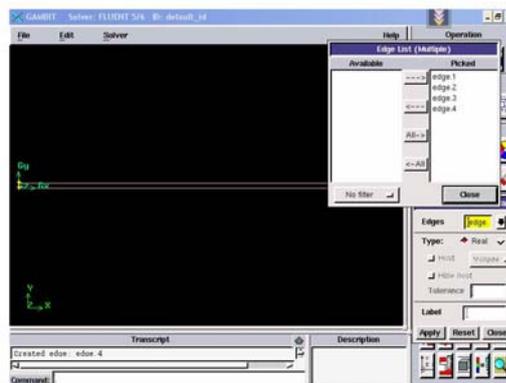
CML-ME-KU **เลือก vertex4 และ vertex1 ---->Apply** 20

ภาพผนวกที่ ก19 แสดงขั้นตอนการใช้ซอฟต์แวร์ Gambit ขั้นที่ 19



CML-ME-KU **เลือก Operation----> Geometry----> Face----> Create Face From Wireframe** 21

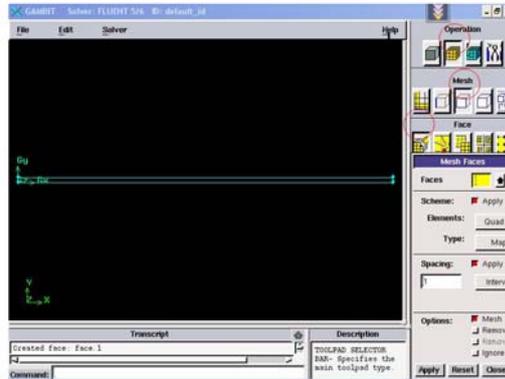
ภาพผนวกที่ ก20 แสดงขั้นตอนการใช้ซอฟต์แวร์ Gambit ขั้นที่ 20



CML-ME-KU **เลือก Edge 1,2,3,4---->Apply** 22

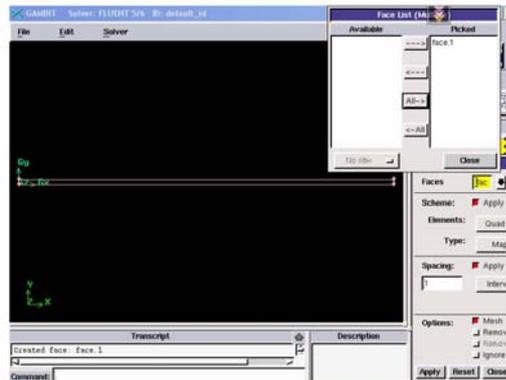
ภาพผนวกที่ ก21 แสดงขั้นตอนการใช้ซอฟต์แวร์ Gambit ขั้นที่ 21

ทำการแบ่ง Elements



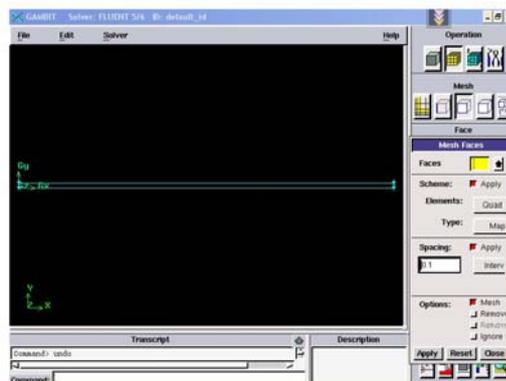
CML-ME-KU เลือก Operation ----> Mesh ---->Face ----> Mesh Face 23

ภาพผนวกที่ ก22 แสดงขั้นตอนการใช้ซอฟต์แวร์ Gambit ขั้นที่ 22



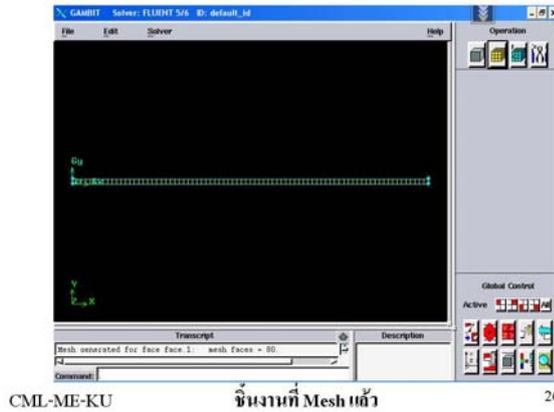
CML-ME-KU เลือก Face 1---->close 24

ภาพผนวกที่ ก23 แสดงขั้นตอนการใช้ซอฟต์แวร์ Gambit ขั้นที่ 23

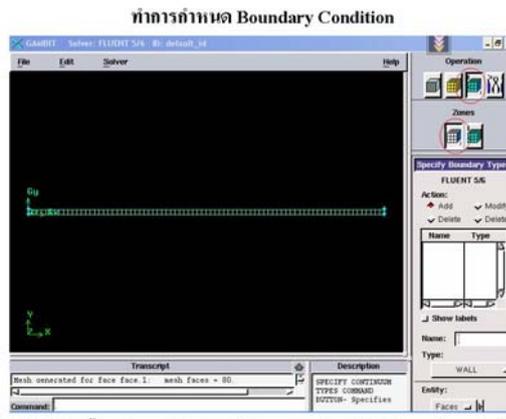


CML-ME-KU เลือก spacing = 0.1 25

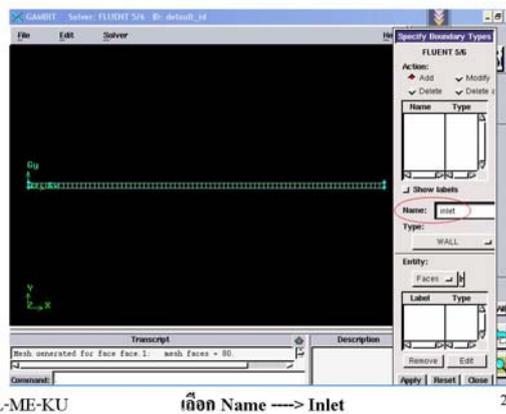
ภาพผนวกที่ ก24 แสดงขั้นตอนการใช้ซอฟต์แวร์ Gambit ขั้นที่ 24



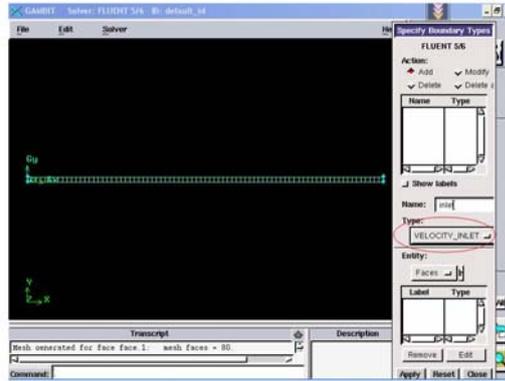
ภาพผนวกที่ ก25 แสดงขั้นตอนการใช้ซอฟต์แวร์ Gambit ขั้นที่ 25



ภาพผนวกที่ ก26 แสดงขั้นตอนการใช้ซอฟต์แวร์ Gambit ขั้นที่ 26

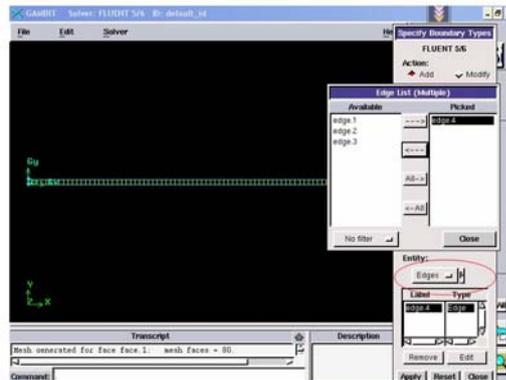


ภาพผนวกที่ ก27 แสดงขั้นตอนการใช้ซอฟต์แวร์ Gambit ขั้นที่ 27



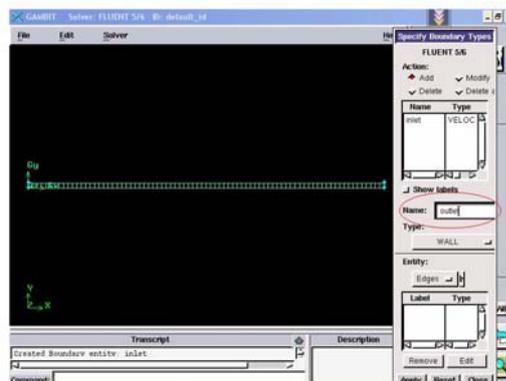
CML-ME-KU **เลือก type** ----> velocity inlet 29

ภาพผนวกที่ ก28 แสดงขั้นตอนการใช้ซอฟต์แวร์ Gambit ขั้นที่ 28



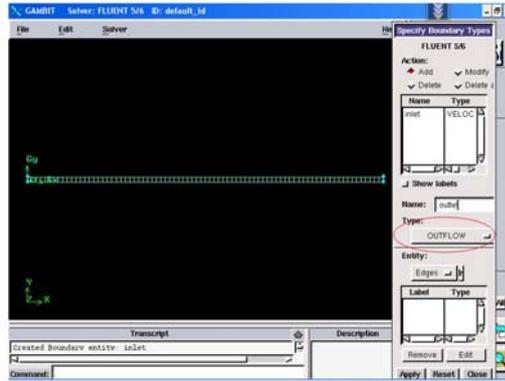
CML-ME-KU **เลือก entity** ----> Edge ----> Edge4---->close---->apply 30

ภาพผนวกที่ ก29 แสดงขั้นตอนการใช้ซอฟต์แวร์ Gambit ขั้นที่ 29



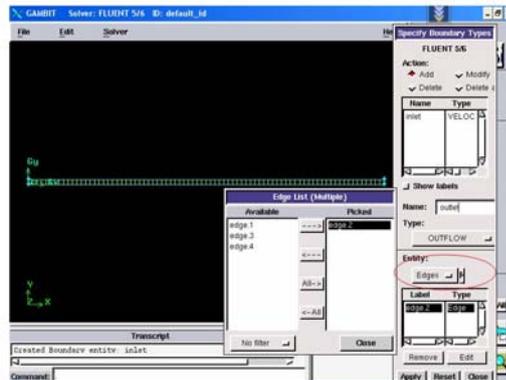
CML-ME-KU **เลือก Name** ----> Outlet 31

ภาพผนวกที่ ก30 แสดงขั้นตอนการใช้ซอฟต์แวร์ Gambit ขั้นที่ 30



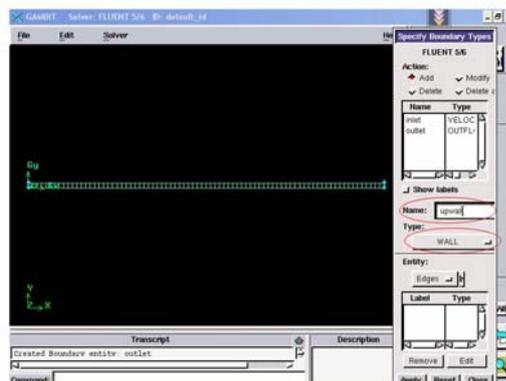
CML-ME-KU เลือก type ----> outflow 32

ภาพผนวกที่ ก31 แสดงขั้นตอนการใช้ซอฟต์แวร์ Gambit ขั้นที่ 31



CML-ME-KU เลือก entity ----> Edge 2---->close---->apply 33

ภาพผนวกที่ ก32 แสดงขั้นตอนการใช้ซอฟต์แวร์ Gambit ขั้นที่ 32



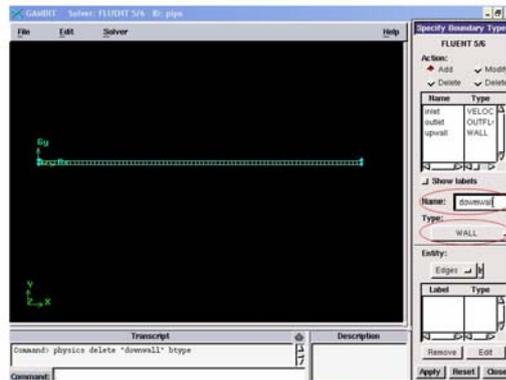
CML-ME-KU เลือก Name ----> upwall , type ----> wall 34

ภาพผนวกที่ ก33 แสดงขั้นตอนการใช้ซอฟต์แวร์ Gambit ขั้นที่ 33



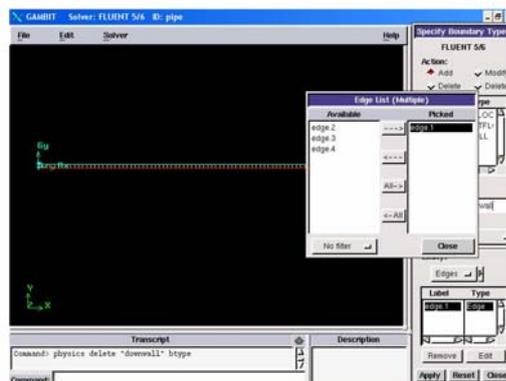
CML-ME-KU **เลือก entity ----> Edge 3---->close---->Apply** 35

ภาพผนวกที่ ก34 แสดงขั้นตอนการใช้ซอฟต์แวร์ Gambit ขั้นที่ 34



CML-ME-KU **เลือก Name ----> downwall , type ----> wall** 36

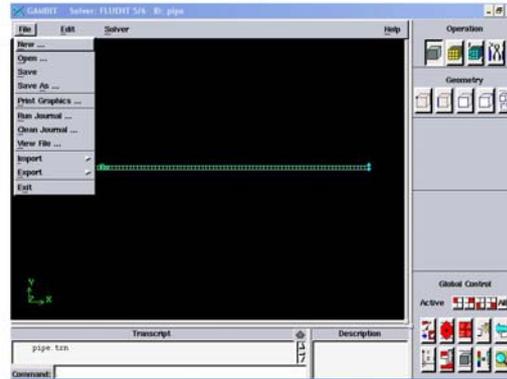
ภาพผนวกที่ ก35 แสดงขั้นตอนการใช้ซอฟต์แวร์ Gambit ขั้นที่ 35



CML-ME-KU **เลือก entity ----> edge 1---->close---->apply** 37

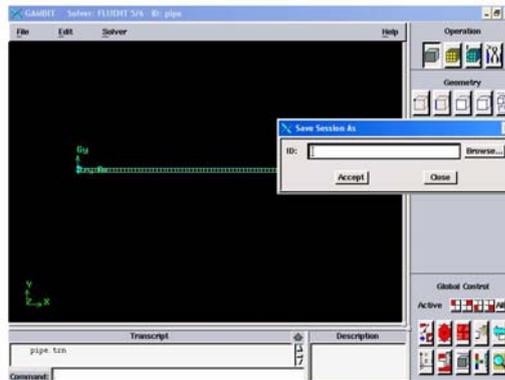
ภาพผนวกที่ ก36 แสดงขั้นตอนการใช้ซอฟต์แวร์ Gambit ขั้นที่ 36

ทำการ Save งานในรูปแบบ File ของ Gambit



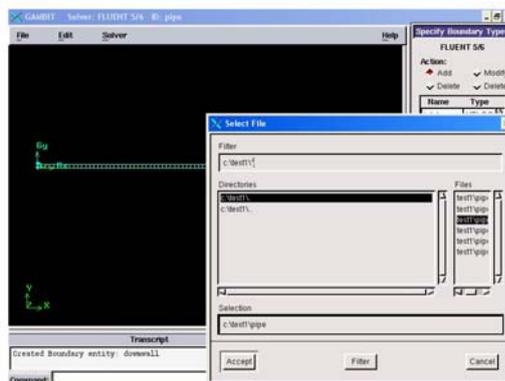
CML-ME-KU **เลือก File ----> save as** 38

ภาพผนวกที่ ก37 แสดงขั้นตอนการใช้ซอฟต์แวร์ Gambit ขั้นที่ 37



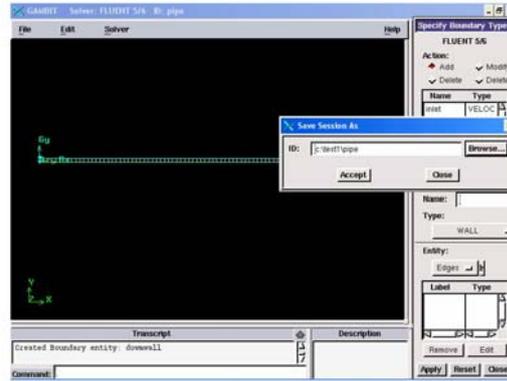
CML-ME-KU **เลือก Save Sessiion as ----> Browse** 39

ภาพผนวกที่ ก38 แสดงขั้นตอนการใช้ซอฟต์แวร์ Gambit ขั้นที่ 38



CML-ME-KU **Selection ----> c:\test1\pipe ---->accept** 40

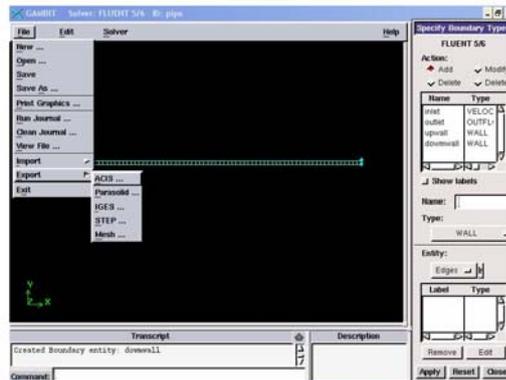
ภาพผนวกที่ ก39 แสดงขั้นตอนการใช้ซอฟต์แวร์ Gambit ขั้นที่ 39



CML-ME-KU **เลือก accept** 41

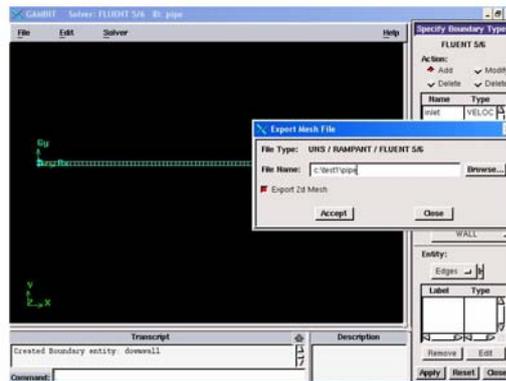
ภาพผนวกที่ ก40 แสดงขั้นตอนการใช้ซอฟต์แวร์ Gambit ขั้นที่ 40

การส่งผ่านชิ้นงานไปคำนวณใน Fluent



CML-ME-KU **เลือก File ----> Export ----> mesh** 42

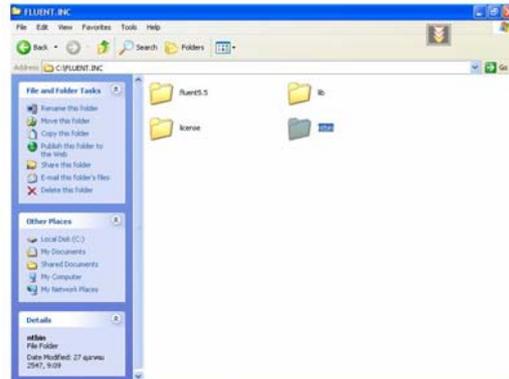
ภาพผนวกที่ ก41 แสดงขั้นตอนการใช้ซอฟต์แวร์ Gambit ขั้นที่ 41



เลือก Export mesh File ----> File name ----> c:\test\pipeเลือก export 2d
CML-ME-KU 43

ภาพผนวกที่ ก42 แสดงขั้นตอนการใช้ซอฟต์แวร์ Gambit ขั้นที่ 42

ภาพผนวกที่ 45 แสดงขั้นตอนการใช้ซอฟต์แวร์ Fluent ขั้นที่ 3

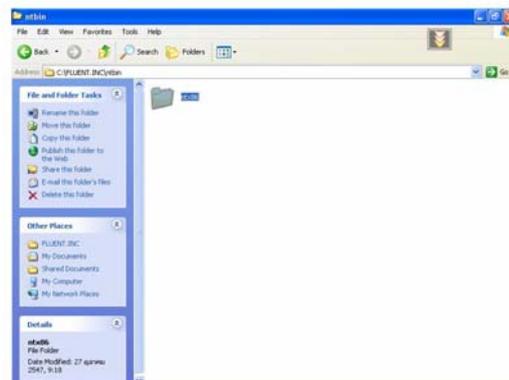


CML-ME-KU

เลือก ntbin

47

ภาพผนวกที่ 46 แสดงขั้นตอนการใช้ซอฟต์แวร์ Fluent ขั้นที่ 4

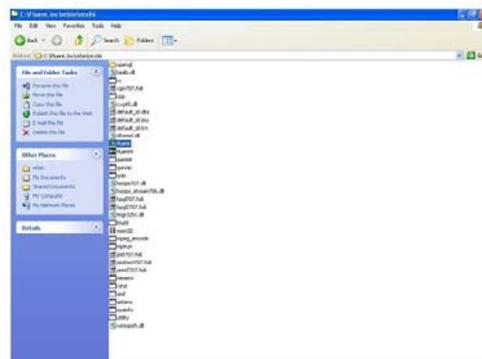


CML-ME-KU

เลือก ntx86

48

ภาพผนวกที่ 47 แสดงขั้นตอนการใช้ซอฟต์แวร์ Fluent ขั้นที่ 5

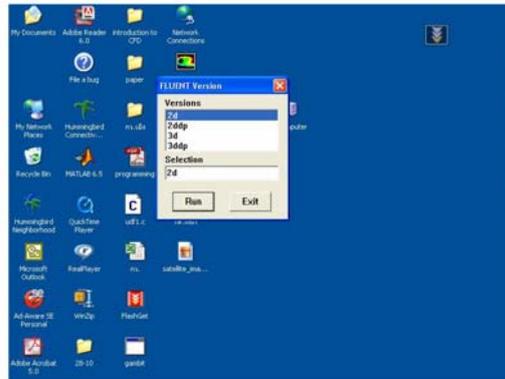


CML-ME-KU

เลือก Fluent

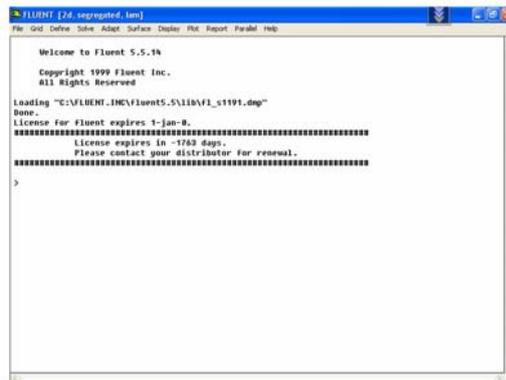
49

ภาพผนวกที่ 48 แสดงขั้นตอนการใช้ซอฟต์แวร์ Fluent ขั้นที่ 6



CML-ME-KU เลือก มิติของขอบเขตปัญหา-->2d-->Run 50

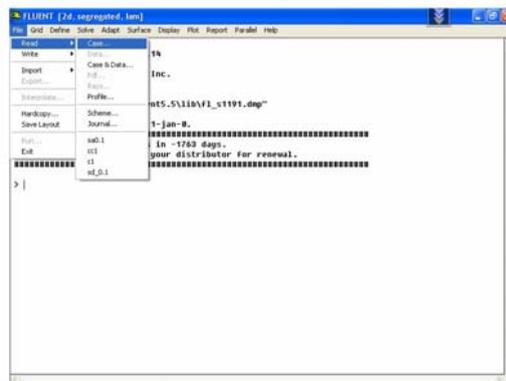
ภาพผนวกที่ ก49 แสดงขั้นตอนการใช้ซอฟต์แวร์ Fluent ขั้นที่ 7



CML-ME-KU Fluent Command window 51

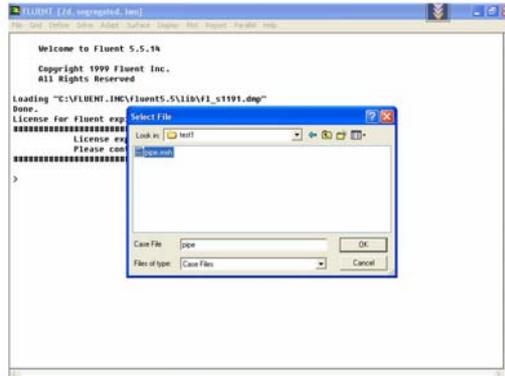
ภาพผนวกที่ ก50 แสดงขั้นตอนการใช้ซอฟต์แวร์ Fluent ขั้นที่ 8

ทำการเปิด File ที่ Mesh จาก Gambit แล้ว



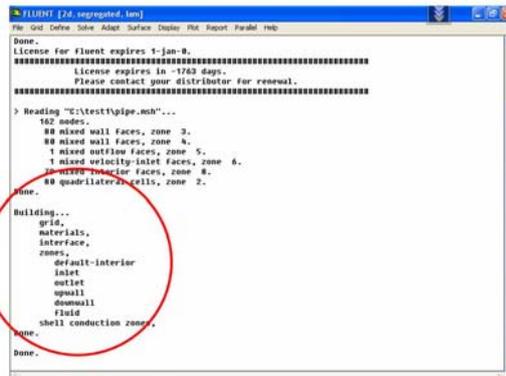
CML-ME-KU เลือก File-->read-->case 52

ภาพผนวกที่ ก51 แสดงขั้นตอนการใช้ซอฟต์แวร์ Fluent ขั้นที่ 9



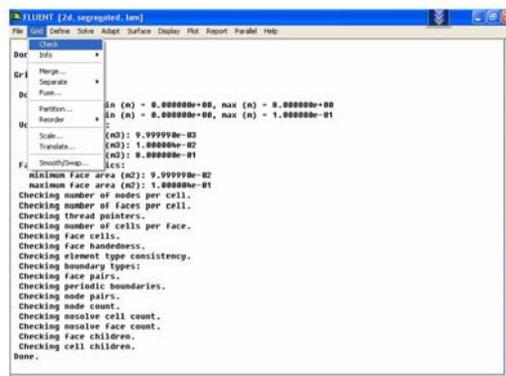
CML-ME-KU เลือก c:\Test\pipe.msh 53

ภาพผนวกที่ ก52 แสดงขั้นตอนการใช้ซอฟต์แวร์ Fluent ขั้นที่ 10



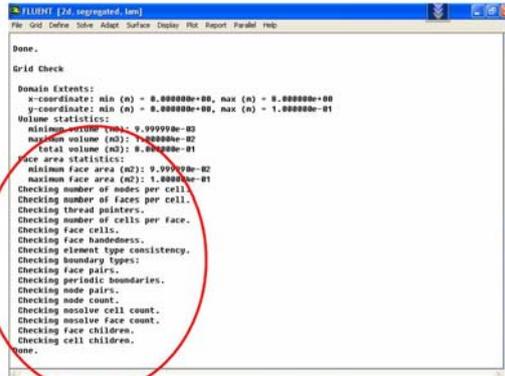
CML-ME-KU File ที่ได้ทำการส่งผ่านมายเรียบร้อยแล้ว 54

ภาพผนวกที่ ก53 แสดงขั้นตอนการใช้ซอฟต์แวร์ Fluent ขั้นที่ 11



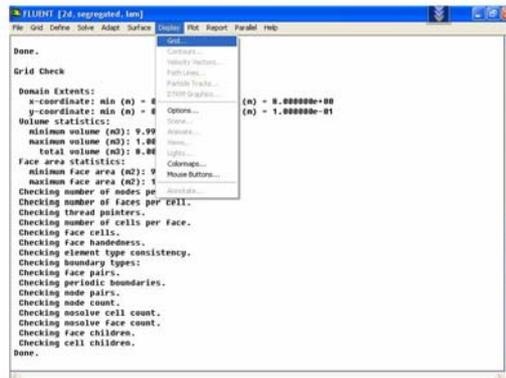
CML-ME-KU เลือก Grid-->check 55

ภาพผนวกที่ ก54 แสดงขั้นตอนการใช้ซอฟต์แวร์ Fluent ขั้นที่ 12



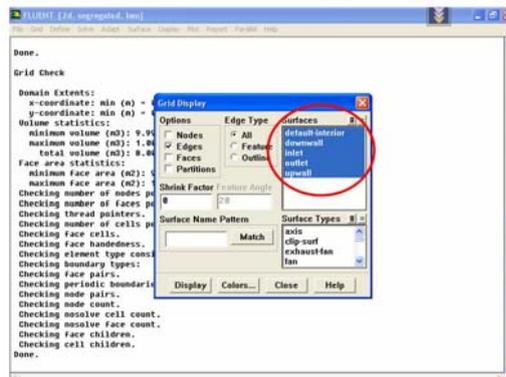
CML-ME-KU ทำการ Check เรียบร้อยแล้ว 56

ภาพผนวกที่ ก55 แสดงขั้นตอนการใช้ซอฟต์แวร์ Fluent ขั้นที่ 13



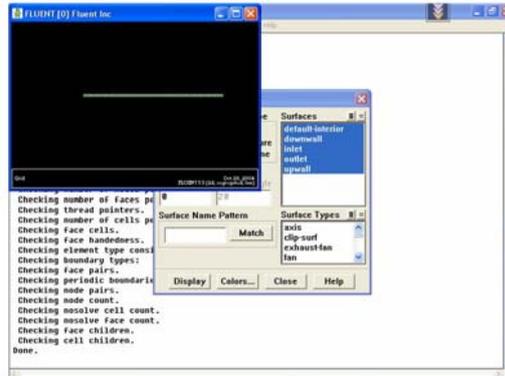
CML-ME-KU เลือก Display---->Grid 57

ภาพผนวกที่ ก56 แสดงขั้นตอนการใช้ซอฟต์แวร์ Fluent ขั้นที่ 14



CML-ME-KU เลือก Grid display----> Display 58

ภาพผนวกที่ ก57 แสดงขั้นตอนการใช้ซอฟต์แวร์ Fluent ขั้นที่ 15



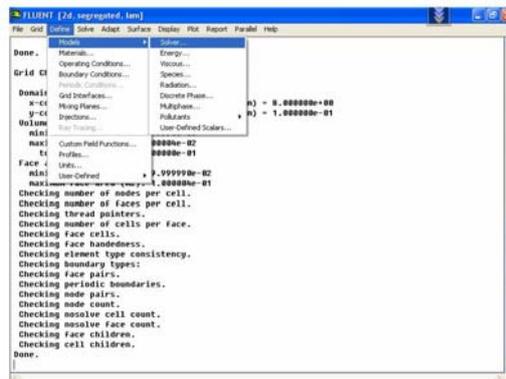
CML-ME-KU รูปขอบเขตของปัญหาที่ต้องการศึกษา 59

ภาพผนวกที่ ก58 แสดงขั้นตอนการใช้ซอฟต์แวร์ Fluent ขั้นที่ 16



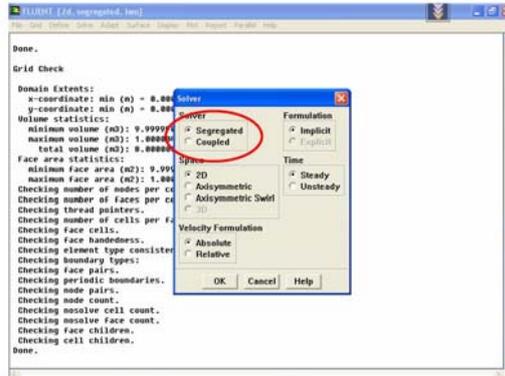
CML-ME-KU รูปขอบเขตของปัญหาที่ต้องการศึกษา 60

ภาพผนวกที่ ก59 แสดงขั้นตอนการใช้ซอฟต์แวร์ Fluent ขั้นที่ 17



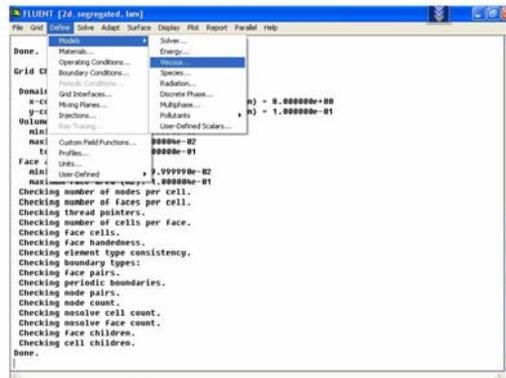
CML-ME-KU เลือก Define---->Models---->Solver 61

ภาพผนวกที่ ก60 แสดงขั้นตอนการใช้ซอฟต์แวร์ Fluent ขั้นที่ 18



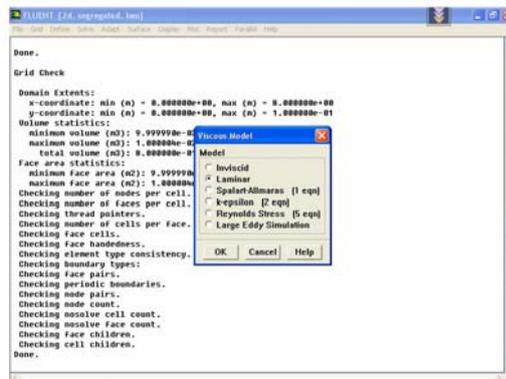
CML-ME-KU เลือก รูปแบบการคำนวณที่ต้องการ ----> OK 62

ภาพผนวกที่ ก61 แสดงขั้นตอนการใช้ซอฟต์แวร์ Fluent ขั้นที่ 19



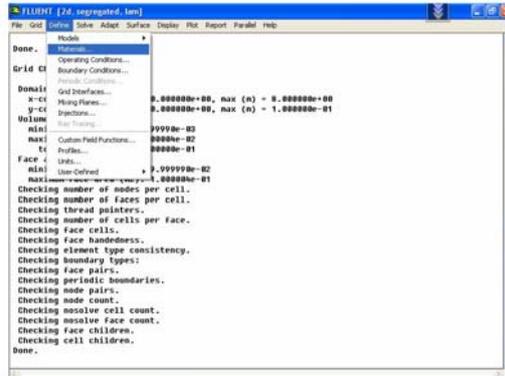
CML-ME-KU เลือก Define---->Models---->viscous 63

ภาพผนวกที่ ก62 แสดงขั้นตอนการใช้ซอฟต์แวร์ Fluent ขั้นที่ 20



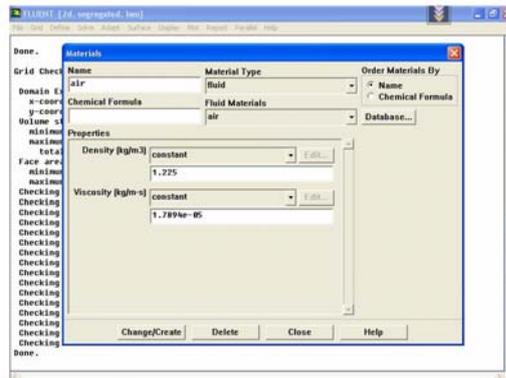
CML-ME-KU เลือก Viscous Model----> Laminar---->OK 64

ภาพผนวกที่ ก63 แสดงขั้นตอนการใช้ซอฟต์แวร์ Fluent ขั้นที่ 21



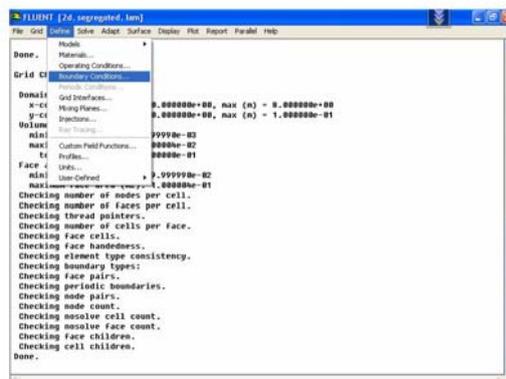
CML-ME-KU **เลือก Define---->Materials**

ภาพผนวกที่ ก64 แสดงขั้นตอนการใช้ซอฟต์แวร์ Fluent ขั้นที่ 22



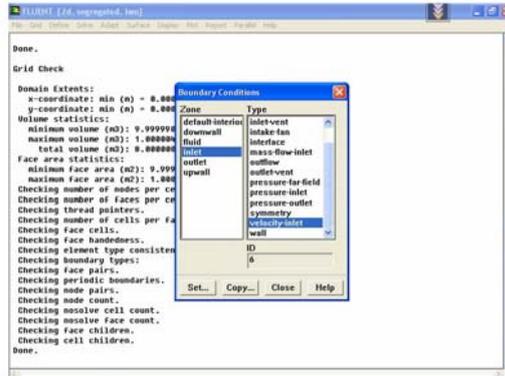
CML-ME-KU **เลือก Define---->Air---->Change/create**

ภาพผนวกที่ ก65 แสดงขั้นตอนการใช้ซอฟต์แวร์ Fluent ขั้นที่ 23



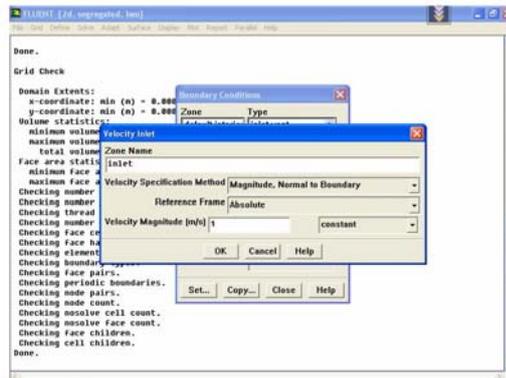
CML-ME-KU **เลือก Define---->Boundary Condition**

ภาพผนวกที่ ก66 แสดงขั้นตอนการใช้ซอฟต์แวร์ Fluent ขั้นที่ 24



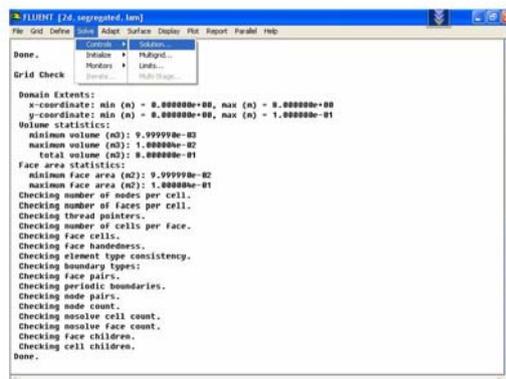
CML-ME-KU เลือก Boundary Condition ---->inlet---->set 68

ภาพผนวกที่ ก67 แสดงขั้นตอนการใช้ซอฟต์แวร์ Fluent ขั้นที่ 25



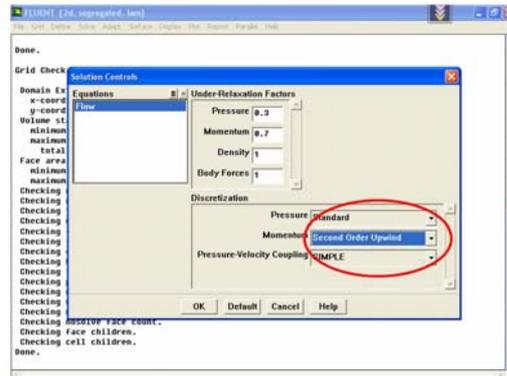
CML-ME-KUเลือก Velocity inlet-->Velocity Magnitude-->1 m/s 69

ภาพผนวกที่ ก68 แสดงขั้นตอนการใช้ซอฟต์แวร์ Fluent ขั้นที่ 26



CML-ME-KU เลือก Solve-->controls-->solution 70

ภาพผนวกที่ ก69 แสดงขั้นตอนการใช้ซอฟต์แวร์ Fluent ขั้นที่ 27



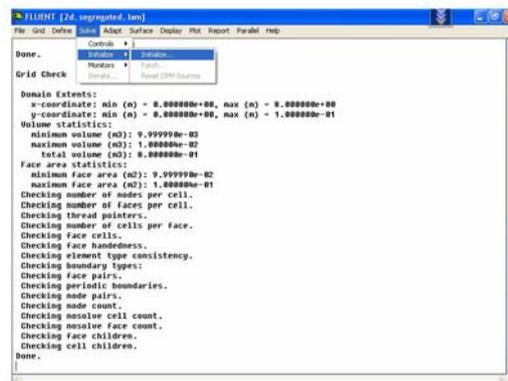
Controls solution-->Discretization-->momentum-->second order upwind

CML-ME-KU

-->OK

71

ภาพผนวกที่ ก70 แสดงขั้นตอนการใช้ซอฟต์แวร์ Fluent ขั้นที่ 28

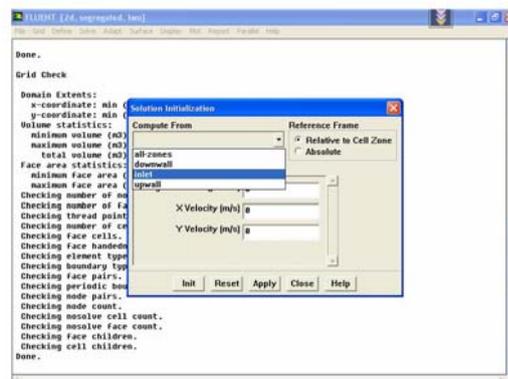


CML-ME-KU

เลือก Solver-->initialize--> initialize

72

ภาพผนวกที่ ก71 แสดงขั้นตอนการใช้ซอฟต์แวร์ Fluent ขั้นที่ 29

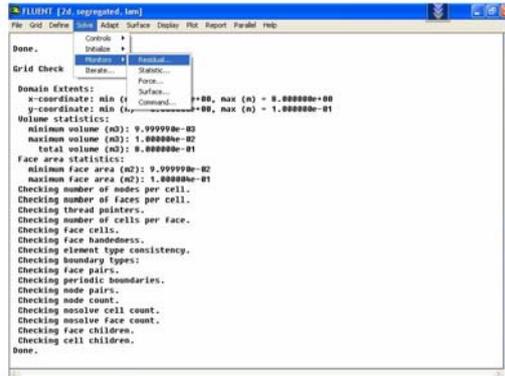


CML-ME-KU

Solution Initialization-->Compute from-->inlet-->init

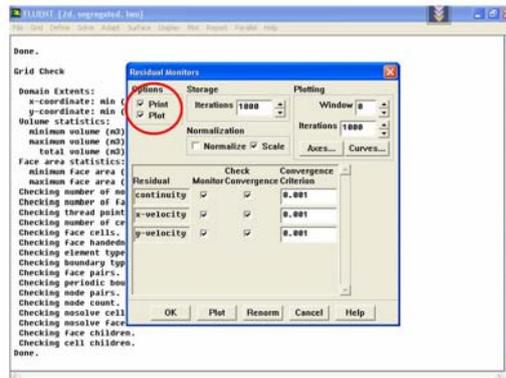
73

ภาพผนวกที่ ก72 แสดงขั้นตอนการใช้ซอฟต์แวร์ Fluent ขั้นที่ 30



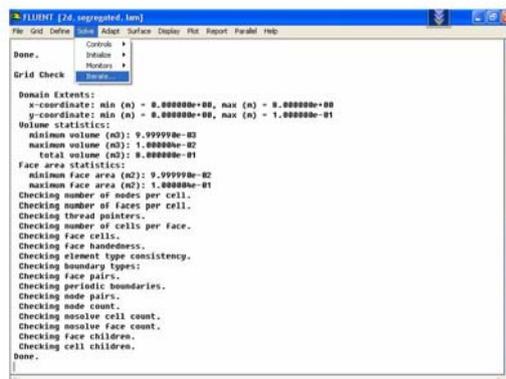
CML-ME-KU **เลือก Solver-->monitors-->Residual** 74

ภาพผนวกที่ ก73 แสดงขั้นตอนการใช้ซอฟต์แวร์ Fluent ขั้นที่ 31



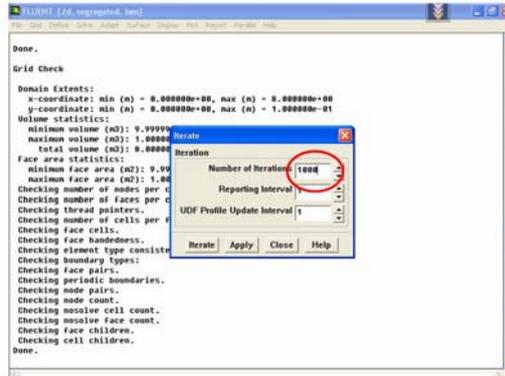
CML-ME-KU **Residual monitors-->option-->plot-->OK** 75

ภาพผนวกที่ ก74 แสดงขั้นตอนการใช้ซอฟต์แวร์ Fluent ขั้นที่ 32



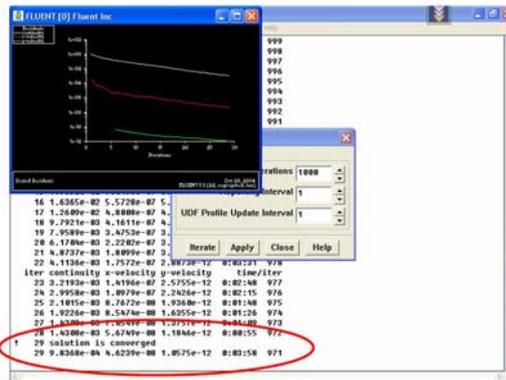
CML-ME-KU **เลือก Solver --> Iterate** 76

ภาพผนวกที่ ก75 แสดงขั้นตอนการใช้ซอฟต์แวร์ Fluent ขั้นที่ 33



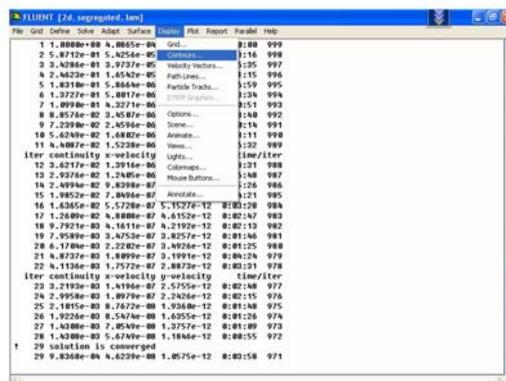
CML-ME-KU Iteration-->Number of Iteration-->1000-->Iterate 77

ภาพผนวกที่ ก76 แสดงขั้นตอนการใช้ซอฟต์แวร์ Fluent ขั้นที่ 34



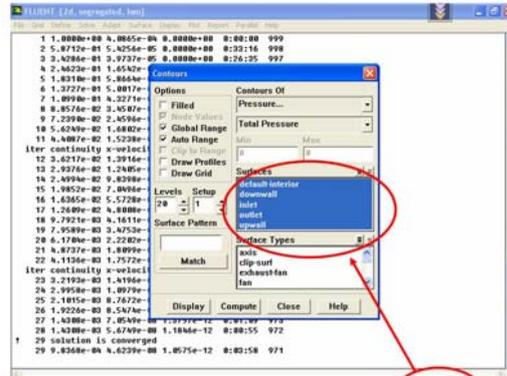
CML-ME-KU Solution Converge 78

ภาพผนวกที่ ก77 แสดงขั้นตอนการใช้ซอฟต์แวร์ Fluent ขั้นที่ 35



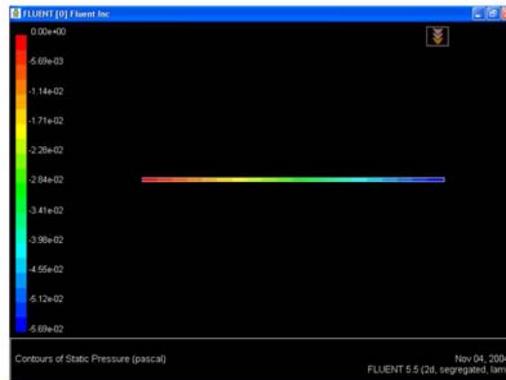
CML-ME-KU Display-->Contour 79

ภาพผนวกที่ ก78 แสดงขั้นตอนการใช้ซอฟต์แวร์ Fluent ขั้นที่ 36



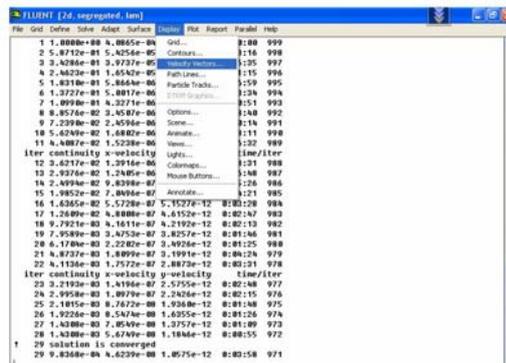
CML-ME-KU Contours-->total pressure-->surfaces--select all-->Display

ภาพผนวกที่ ก79 แสดงขั้นตอนการใช้ซอฟต์แวร์ Fluent ขั้นที่ 37



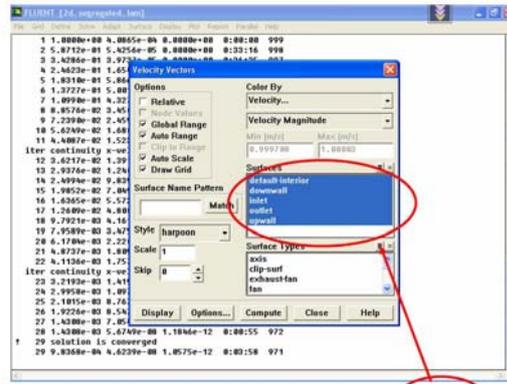
CML-ME-KU รูปแสดง Contour ของ Total pressure 81

ภาพผนวกที่ ก80 แสดงขั้นตอนการใช้ซอฟต์แวร์ Fluent ขั้นที่ 38



CML-ME-KU เลือกDisplay-->Velocity vectors 82

ภาพผนวกที่ ก81 แสดงขั้นตอนการใช้ซอฟต์แวร์ Fluent ขั้นที่ 39



เลือก Velocity vectors-->velocity Magnitude-->Surface-->select all -->Display
CML-ME-KU 83

ภาพผนวกที่ ก82 แสดงขั้นตอนการใช้ซอฟต์แวร์ Fluent ขั้นที่ 40



CML-ME-KU รูปแสดง Velocity vectors 84

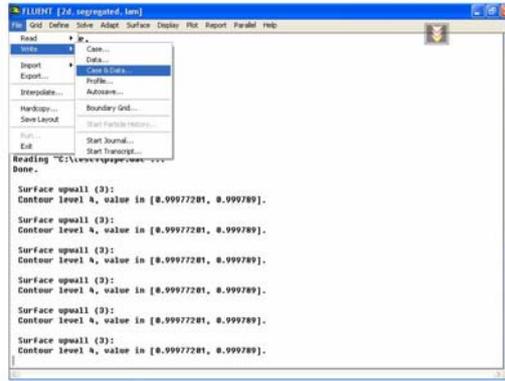
ภาพผนวกที่ ก83 แสดงขั้นตอนการใช้ซอฟต์แวร์ Fluent ขั้นที่ 41



CML-ME-KU รูปแสดง Velocity vectors 85

ภาพผนวกที่ ก84 แสดงขั้นตอนการใช้ซอฟต์แวร์ Fluent ขั้นที่ 42

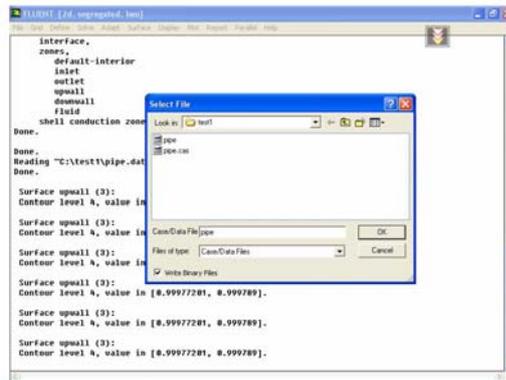
ทำ15 save ผลการคำนวณ



CML-ME-KU เลือก File -->write-->case and data

86

ภาพผนวกที่ ก85 แสดงขั้นตอนการใช้ซอฟต์แวร์ Fluent ขั้นที่ 43



CML-ME-KU เลือก C:\test\pipe-data-->OK

87

ภาพผนวกที่ ก86 แสดงขั้นตอนการใช้ซอฟต์แวร์ Fluent ขั้นที่ 44