

**KAJIAN KE ATAS KESAN ALIRAN AIR KOTOR MEMPENGARUHI
KEHILANGAN GESERAN DALAM PAIP BULAT**

HALIMATUN BINTI HAJI MOHD SHARAFFUDIN

Laporan ini diserahkan kepada Fakulti Kejuruteraan Mekanikal
sebagai memenuhi sebahagian daripada syarat penganugerahan
Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Mekanikal (Termal-Bendalir)

**Fakulti Kejuruteraan Mekanikal
Universiti Teknikal Malaysia Melaka**

May 2007

ABSTRACT

In this study, Soil Pipe is use to transfer water from the ground to homes and factories. Water that is being transferred through this pipe may be contaminated from the pollution above the ground. Contaminations that are commonly can caused by human factors are polluting the water with chemical properties such as acetone, nitrate and methane. This polluted water can affects the flow of water in pipes like the velocity, friction and Reynolds number. Polluted water has higher velocity value than plain water because of the density in the fluid. Roughness of pipes can also affects the flow of fluid in the pipes. If the pipe roughness is high, than the velocity is low. Velocity of flow in aluminum pipes has the highest value when the acetone is 80% and steel has the lowest value of velocity at acetone 80%.

ABSTRAK

Dalam kajian ini, paip air dijadikan sebagai model untuk mencari kesan aliran air kotor terhadap halaju aliran air kotor, geseran aliran air kotor dan juga jenis paip yang sesuai untuk paip bawah tanah. Ini adalah kerana, berlaku pencemaran air di bawah tanah yang disebabkan oleh perbuatan manusia. Antaranya teknik perlupusan bahan buangan rumah yang biasa diamalkan oleh penduduk di kawasan perumahan samada di bandar atau di kampung biasanya adalah melalui tong sampah, sistem aliran air paip, pembakaran terbuka ataupun ditanam. Antara bahan kimia yang disumbangkan manusian tanpa kesedaran ialah seperti racun serangga, cat dan pelarut, produk aotomobil, pengilat kuku, bateri, jangkasuhu raksa dan sebagainya. Sifat bahan kimia ada empat iaitu menghakis, beracun, mudah menyala dan reaktif. Bahan kimia berbahaya boleh menyerap dan seterusnya menyebabkan pencemaran sumber air bawah tanah. Kesan aliran air kotor ini menyebabkan halaju aliran dalam paip lebih tinggi daripada biasa. Manakala ia turut memberi kesan terhadap jangka hayat penggunaan paip tersebut. Kandungan bahan kimia yang masuk ke dalam paip akan mempengaruhi nilai halaju aliran. Di mana ia bergantung kepada ketumpatan dan kelikatan bahan kimia tersebut. Semakin tinggi nilai kandungan bahan kimia yang masuk semakin tinggi halaju yang terbentuk pada aliran berndalir tersebut. Nilai nombor Reynolds untuk halaju yang berbeza juga memberi nilai yang berbeza. Semakin tinggi nilai halaju itu, maka semakin tinggi nilai nombor Reynolds. Seperti yang sedia maklum, ketumpatan air memang lebih tinggi daripada acetone dan ini juga adalah salah satu faktor kenapa halaju acetone lebih tinggi daripada aliran air.

BAB 1

PENGENALAN

1.1 Pengenalan

Kajian ini dilakukan adalah untuk mencari kesan aliran air kotor yang mempengaruhi kehilangan geseran dalam tiga jenis paip bulat. Kesan air tercemar boleh dilakukan melalui kaedah simulasi yang bakal dijalankan. Tujuan utama simulasi ini dijalankan adalah untuk menentukan faktor geseran, kehilangan geseran dan nombor Reynolds bagi bahan kimia acetone dalam tiga jenis paip.

Terdapat dua jenis alat untuk mengalirkan bendalir iaitu paip dan tiub. Kebiasaannya paip menjadi pilihan kerana ia mempunyai bentuk bulat dengan garispusat dan dinding yang tebal berbanding dengan tiub. Kebaikan paip ialah ia mampu menjalani proses membenang. Pemilihan untuk membuat paip adalah bergantung kepada keserasian bendalir dengan bahan pempaipan seperti kesan hakisan dan sistem kawalan operasi tekanan. Kebiasaannya paip yang biasa digunakan adalah daripada tembaga, konkrit, aluminum dan logam boleh digunakan.

Aliran air kotor dikategorikan sebagai bendalir. Bendalir akan mengalami perubahan bentuk secara berterusan apabila dikenakan daya rincih. Perubahan bentuk ini mengakibatkan terjadinya gerakan relatif diantara lapisan bendalir. Sekiranya zarah-zarah bendalir tidak bergerak atau kesemua zarah bergerak dengan halaju yang sama, maka di dalam bendalir tersebut tidak terdapat regangan rincih. Keadaan yang bebas dari regangan rincih ini dinamakan keadaan regangan hidrostatik.

Bendalir dibahagikan kepada cecair dan gas. Cecair terdiri daripada zarah-zarah yang mempunyai daya jeleket yang kuat dan molekulnya, secara relatif, tersusun rapat. Ini menyebabkan jisim bendalir menepati suatu isipadu yang tertentu dan berubah bentuk sesuai dengan bekas di mana ia diisikan.

Kelikatan mutlak ialah sifat bendalir yang menyebabkan ia melawan aliran. Apabila kelikatan sesuatu bendalir adalah tinggi, maka, lebih tinggi rintangan bendalir itu terhasil. Air mempunyai kelikatan bendalir yang rendah dengan aliran yang licin. Kelikatan bendalir akan menyebabkan kehilangan tekanan dalam aliran, oleh itu kenaikan dalam kelikatan memerlukan tenaga yang banyak untuk mengalirkannya pada kadar yang sama. Aliran daripada tekanan malar akan meningkat apabila kelikatan aliran bendalir bertambah. Kelikatan bendalir bergantung kepada suhu. Apabila suhu meningkat kelikatan akan berkurangan. Kelikatan mutlak bagi bendalir ialah ianya adalah rintangan kepada tegasan ricih.

Tegasan ricih terhasil apabila bendalir mengalami perubahan sudut semasa mengalir. Disebabkan kelikatan maka bendalir yang bersentuhan dengan permukaan akan melekat dan mempunyai halaju sifar. Bendalir yang berjauhan daripada permukaan akan terpesong ke arah kanan. Halaju bendalir akan meningkat apabila menjauhi daripada permukaan bekas.

Oleh kerana gerakan bendalir adalah sesuatu yang agak kompleks disebabkan ianya bergelora dan daya geseran diantara molekul, maka andaian perlu dibuat. Geseran dalaman antara lapisan-lapisan bendalir adalah sifar. Ketumpatan bendalir adalah tetap pada semua bahagian aliran bendalir. Halaju cecair dan tekanan pada aliran bendalir adalah tetap dan tidak berubah mengikut masa.

Geseran ialah daya yang menentang gerakan nisbi atau kecenderungan gerakan antara dua permukaan yang bersentuhan. Geseran diantara objek pepejal dan bendalir dipanggil geseran bendalir.

1.2 Objektif

Objektif kajian ini adalah untuk menganalisa beberapa parameter yang mempengaruhi pengaliran air di dalam paip bulat. Parameter tersebut adalah faktor geseran, kehilangan geseran, tekanan dan Nombor Reynold untuk air yang dicampur bahan kimia.

1.3 Skop

Tajuk projek sarjana muda (PSM) yang telah dipilih adalah kesan aliran air kotor mempengaruhi kehilangan geseran bendalir dalam paip bulat. Paip bulat merupakan komponen penting bagi sistem penyaluran air dari satu kawasan ke kawasan yang lain. Kesan aliran bendalir yang mengalir melaluinya adalah penting untuk mengukur kehilangan geseran bendalir, faktor geseran, nombor Reynold dan kesan air kotor terhadap paip dan penggunaan jenis paip bawah tanah yang sesuai.

Projek ini melibatkan kajian ke atas air yang dicampur dengan bahan kimia. Kajian ini akan dilakukan melalui kaedah simulasi CFD.

1.4 Penyataan Masalah

- Adakah air yang mengandungi bahan kimia memberi kesan terhadap permukaan paip?
- Adakah kelajuan aliran air biasa sama dengan aliran air yang mengandungi bahan kimia?
- Apakah kesan air kotor terhadap geseran, nombor Reynolds dan kehilangan geseran?

BAB 2

KAJIAN ILMIAH

2.1 Hidrodinamik

Hidrodinamik (gerakan air) adalah dinamik bendalir yang diaplikasikan ke atas cecair seperti air, alkohol, minyak dan darah. Air (dalam bentuk yang asal) ialah sesuatu yang tiada rasa, bau dan dikenali sebagai larutan universal. Ia juga tidak mempunyai warna jika dilihat melalui mata kasar manusia namun ia menghasilkan warna biru apabila terkena patulan cahaya matahari seperti tasik, laut, pantai dan sebagainya.

Teori ini telah diperkenalkan oleh Blaise Pascal pada 1600s berdasarkan kajian yang dilakukan oleh Daniel Bernoulli dan Leonhard Euler melalui buku mereka iaitu Hydrodynamica (1738). Ini turut disokong oleh Joseph Louis Lagrange (1736-1813) dengan sistem Euler Langrange.

2.1.1 Dinamik bendalir

Dinamik bendalir ialah kajian tentang bendalir (cecair dan gas) yang bergerak. Terdapat dua kajian iaitu aerodynamics (kajian gas) dan hydrodynamics (kajian tentang cecair). Aplikasi dinamik juga digunakan dalam pengiraan daya,

penerangan, kadar aliran jisim petroleum melalui aliran paip dan meramalkan cuaca.

Dinamik bendalir merangkumi hukum empirik dan semi empirik yang diterbitkan daripada pengukuran aliran secara pemasalahaan praktikal. Permasalahaan dinamik bendalir ialah pengiraan yang melibatkan sifat bendalir seperti halaju, tekanan, ketumpatan, dan suhu (Batchelor, G.K., 1967).

Aliran bendalir dipanggil boleh mampat jika tekanan dalam aliran adalah tinggi yang mampu menyebabkan perubahan ke atas ketumpatan bendalir. Bagi aliran bendalir yang mempunyai tekanan yang lebih rendah dipanggil ketidakmampatan (Acheson, D.J., 1990).

2.1.2 Sifat Bendalir

Bendalir boleh dikategorikan kepada dua iaitu cecair dan gas. Bendalir ialah unsur morphous dimana molekul bergerak secara bebas sesama sendiri dan mempunyai kecenderungan mengikut bentuk bekas. Secara teknikal, bendalir adalah sesuatu yang tidak mampu menyokong tegasan ricih.

Tegasan ricih ialah apabila kita tolak sesuatu objek dalam dua arah yang bertentangan tanpa memulasnya. Apabila bendalir mengalir melalui sebuah paip ia menghasilkan geseran yang bertentangan dengan aliran bendalir itu (S K Som, 1994). Bendalir juga boleh dikategorikan kepada bendalir Newtonian atau bendalir Non-Newtonian.

2.1.3 Kelikatan (μ)

Klikatan adalah rintangan bendalir yang terbentuk oleh tegasan ricih. Seperti antara geseran pepejal yang mengalir menghasilkan tenaga kinetik menyebabkan

perubahan kelikatan. Kelikatan air adalah rendah berbanding minyak sayuran. Bendalir yang unggul tidak mempunyai rintangan terhadap tegasan ricih menurut Symon, 1971.

2.1.4 Kehilangan geseran dalam paip

Melalui pemerhatian, kehilangan turus adalah berkadar sama dengan kadar aliran bendalir. Ini boleh dibuktikan melalui rumus Darcy-Weisbach:

$$\Delta h_f = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g} \quad (2.1)$$

F mewakili kehilangan geseran dimana ia tidak sensitif kepada perubahan dalam aliran dan ia adalah tetap bagi aliran yang bergelora.

$$f = f(\text{Re}, \frac{\epsilon}{D},) \quad (2.2)$$

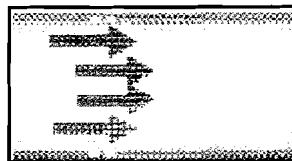
2.2 Jenis Aliran dalam bendalir

Aliran bendalir dikategorikan kepada dua jenis iaitu aliran lamina dan aliran gelora. Aliran ini ditentukan oleh nombor reynolds.

2.2.1 Aliran Lamina

Dalam aliran lamina bendalir mengalir dalam gerakan lapisan dengan saling memesong perlahan sesama sendiri. Tiada campuran bendalir daripada satu lapisan kepada lapisan yang lain disebabkan kelikatan tegasan ricih redam relatif dengan

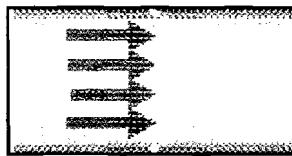
pergerakan diantara lapisan. Halaju bendalir bertambah apabila aliran menjauhi dinding paip, (Ludwig Prandtl, 1904).



Rajah 2.1 contoh aliran lamina dalam paip

2.2.2 Aliran Bergelora

Dalam aliran gelora tiada aliran yang diskret (tersendiri) dalam bendalir. Halaju dan tekanan pada satu titik turun-naik mengikut masa secara rawak. Kesan kelikatan pada aliran gelora ialah untuk memastikan alirannya lebih homogenous.



Rajah 2.2 contoh aliran bergelora dalam paip

2.3 Nombor Reynold

Nombor reynold digunakan dalam menentukan jenis aliran bendalir yang mengalir di dalam sesuatu sistem paip. Jika nombor reynold adalah kurang daripada 2000, maka ia dipanggil aliran lamina. Tetapi jika nombor reynold melebihi 4000 maka ia dipanggil aliran gelora. Manakala nombor reynold diantara 2000 dan 4000 dipanggil kawasan genting.

Terma yang melibatkan ketumpatan bendalir, halaju, kelikatan bendalir dan garispusat paip juga dipanggil nombor reynold, yang diambil sempena nama Osborne

Reynolds sepanjang kajianya pada tahun 1842 hingga 1912. Beliau yang telah memperkenalkan kehilangan tenaga dalam aliran bendalir. Kajian turut dilakukan oleh Metzner dan Reed (1955) dimana faktor geseran lamina sama dengan $16/Re'$.

$$Re = \frac{\rho v D}{\mu} \quad (2.3)$$

2.4 Kadar aliran luahan dalam paip

Pembebasan proses bahan semasa kehilangan pengurungan mempunyai karektor yang berbeza bergantung kepada keadaan wujudnya hulu yang pecah. Untuk menilai luahan aliran daripada takungan yang besar, kedudukan salur masuk dan salur keluaran diperlukan (J.C Leung, 1995).

2.5 Susutan tekanan dalam lengkung 90°

Penurunan tekanan dalam paip lengkung pada satu fasa dapat dianggarkan (P.L Spedding, *et al*, 2004).

Sebelum ini anggaran hanya dibuat dalam aliran lamina oleh Crawford et. Al (N. M Crawford *et. al*, 2003).

Kajian awal ialah aliran dua fasa dalam paip lengkung dan bengkok (W.Striiver, Two phase fluid flow).

Kajian dua fasa yang dilakukan oleh Chenoweth dan Martin (1955) menunjukkan kejatuhan tekanan dalam paip bengkok pada fasa 2 lebih tinggi daripada fasa 1.

2.6 Faktor geseran dalam bekas rod dengan permukaan licin dan kasar

Rehme (1972) membuat kajian susutan tekanan jarak dalam rod per garispusat nisbah P/D= 1.025-2.324 dan nombor reynold dalam lingkungan 600 - 200 000. Dia turut membuat kesimpulan bahawa pekali susutan tekanan dalam rod bekas yang tertutup kemas adalah lengcongan (sisihan) daripada paip bulat. Pada tahun 1073 Rehme telah memperkenalkan kaedah baru dalam menganggarkan faktor geseran dalam saluran bukan bulat.

$$\frac{8}{\lambda} = A \left[2.5 \ln \text{Re} \frac{\lambda}{8} + 5.5 \right] - G^* \quad (2.4)$$

Trupp dan Azad (1975) membuat kajian tentang aliran gelora sepenuhnya untuk 3 jenis rod yang mempunyai jarak (P/D=1.2, 1.35, 1.5) dengan nilai nombor reynold diantara 12000-84000 di dalam terowong angin. Antara ukuran yang diambil ialah nilai min halaju, tegasan Reynolds dan struktur aliran gelora dengan corak aliran sekunder.

Secara teori, Carajileskov dan Todreas (1976) kenakan satu rumus bagi model aliran gelora untuk mengira halaju paksi dengan aliran sekunder dalam sub saluran rod bekas yang terdedah.

Lee (1995) memperkenalkan persamaan yang hampir sama dengan persamaan faktor geseran untuk aliran gelora dalam paip bulat yang diterbitkan oleh White (1974). Persamaan untuk aliran gelora yang mempunyi dinding ketidakmampatan dengan permukaan yang licin ialah

$$\frac{u}{u} = \frac{1}{x} \ln \frac{y_r u}{v} + B \quad (2.5)$$

Melalui kajian Lee, maka terbitlah faktor geseran Fanning yang berkaitan dengan halaju geseran

$$\left(\frac{f}{2}\right)^{1/2} = \frac{\bar{u}_2}{u} \quad (2.6)$$

Persamaan faktor geseran di dalam paip bulat boleh dikurangkan dengan menggunakan hukum jejari dinding paip

$$\left(\frac{2}{f}\right)^{1/2} = \frac{1}{x} \ln \left[\text{Re} \left(\frac{f}{2} \right)^{1/2} \right] + B - \frac{3}{2x} \quad (2.7)$$

2.7 Faktor geseran aliran gelora untuk hukum kuasa bendalir

Metzner (1955) memperkenalkan konsep nombor reynold secara umum untuk hukum kuasa bendalir bagi faktor geseran bagi aliran lamina $16/\text{Re}'$.

Dodge dan Metzner (1959) menerbitkan persamaan geseran faktor bagi kelikatan bendalir dalam aliran paip gelora

$$\text{Re}' = \frac{\rho V^{2-n} D^n}{K \left[\frac{1+3n}{4n} \right]^n 8^{n-1}} = \left[\frac{4n}{3n+1} \right] \left[\frac{\rho V D}{\eta_w} \right] \quad (2.8)$$

Kozicki et al (1966) memperluaskan konsep umum nombor reynold dalam penggunaan keratan rentas untuk semua jenis geometri bagi sebarang hukum bendalir.

2.8 Aplikasi kelikatan Aliran Melalui Paip

Aliran dalam paip selalunya ialah aliran gelora secara praktikal. Kuasa diperlukan untuk memaksa bendalir masuk melalui sistem paip.

2.9 Pelbagai jenis faktor geseran

Dalam kes aliran lamina melalui paip air, faktor geseran adalah (Introduction to Fluid Mechanics and Fluid Machines, Second Edition 2004; S.K Som. G Biswas)

$$h_f = \frac{4fLV^2}{D2g} \quad (2.9)$$

Dalam kes aliran gelora, faktor geseran bergantung kepada nombor reynold dan permukaan kasar paip. (Introduction to Fluid Mechanics and Fluid Machines, Second Edition 2004; S.K Som. G Biswas)

$$h_f = \frac{32L\mu V}{\rho g D^2} \quad (2.10)$$

Sir Thomas E.Stanton (1865-1931) menjalankan kajian menggunakan pelbagai jenis paip, dengan diameter dan bendalir yang berbeza-beza.

L.F. Moody telah memperkenalkan Moody Diagram yang mengandungi faktor geseran, nombor Reynold dan pekali permukaan paip.

BAB 3

PAIP BAWAH TANAH

3.1 Pengenalan

Air bawah tanah menyumbangkan bekalan air minum kepada dunia. Sebanyak 39% air bawah tanah digunakan untuk bekalan saluran air kepada bandar-bandar juga kampung-kampung manakala 61% digunakan untuk penggunaan secara komersil. Pelbagai jenis bahan kimia boleh meresap masuk ke dalam tanah dan mencemarkan air bawah tanah. Contoh seperti nitrat, acetone, merkuri, methanol dan sebagainya.

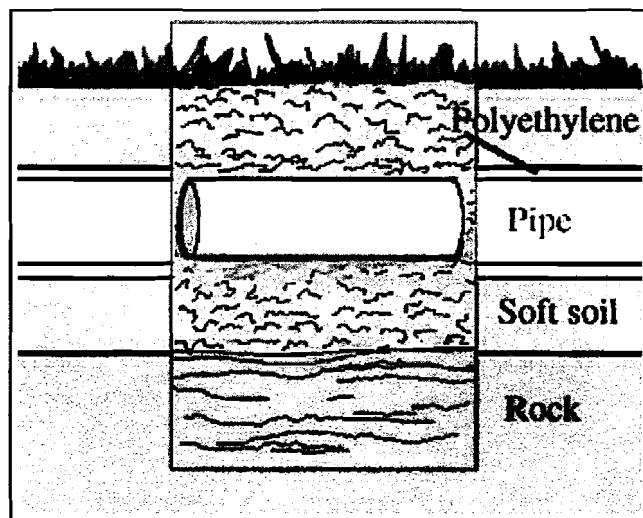
Air bawah tanah disalurkan sebagai bekalan sumber air kepada rumah-rumah melalui paip. Paip bawah tanah selalu diperbuat daripada Sheet atau asphalted cast iron. Air yang mengalir di dalam paip bawah tanah tidak dijamin kebersihannya kerana terdapat banyak unsur-unsur lain yang boleh meresap masuk ke dalam tanah seperti bahan-bahan kimia hasil daripada pengeluaran kilang-kilang yang beroperasi di sekitar kawasan itu.

Antara bahan kimia yang mudah bebas ke udara ialah acetone dimana ia dihasilkan untuk pembuatan plastik dan pengilat kuku. Ia juga digunakan untuk para saintis sebagai bahan utama dalam industri kimia. Acetone adalah bahan kimia yang boleh larut dalam air. Pendedahan yang berlebihan kepada acetone boleh menyebabkan sakit mata, tekak, pening dan pengsan.

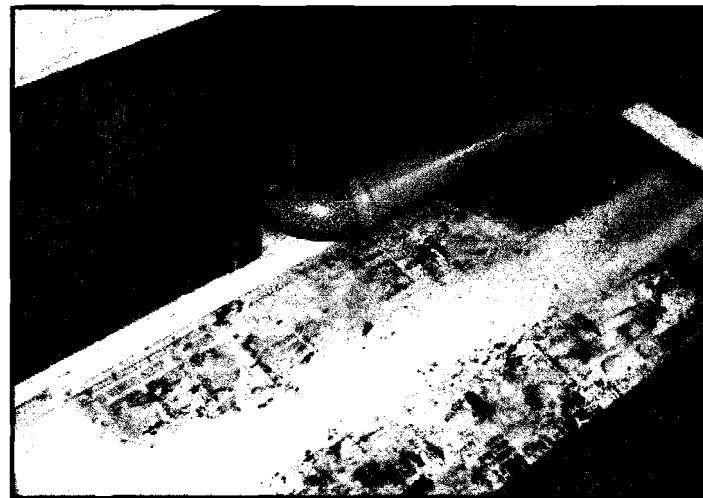
Acetone ini akan meresap ke dalam air yang berada di bawah tanah dan kemudian mengalir bersama sebagai satu unsur dalam paip yang dijadikan sebagai penghantaran sumber air kepada rumah-rumah dan kilang-kilang. Maka air yang disalurkan ini adalah air yang tercemar. Air yang tercemar akan memberi kesan terhadap aliran paip dan juga pada permukaan paip.

Paip yang digunakan sebagai sistem penghantaran air diperbuat daripada pelbagai jenis bahan dan saiz. Ia bergantung kepada organisasi yang mengendalikan proses pempaipan di kawasan tersebut. Antaranya ialah paip yang diperbuat daripada keluli, tembaga dan aluminium.

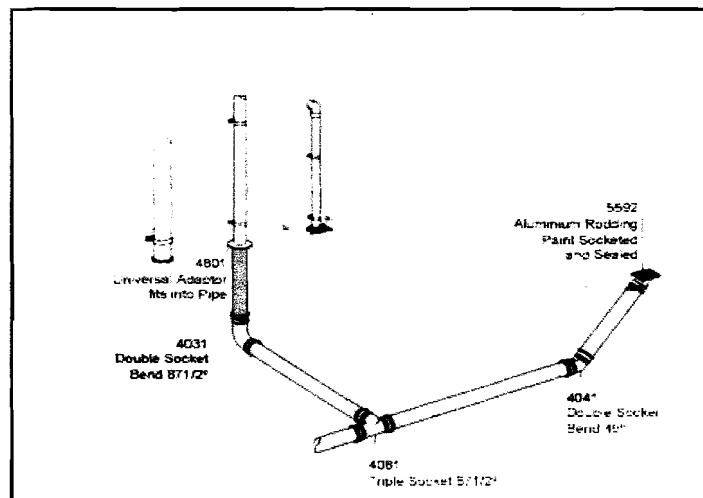
Pemodelan paip bergantung kepada penggunaannya dalam sistem perpaipan. Jenis-jenis bahan paip turut memberi kesan kepada halaju aliran. Dimana kekasaran permukaan paip memainkan peranan penting. Jenis bendalir yang mengalir dalam paip turut memberi kesan terhadap halaju aliran dalam paip. Rajah 3.1 menunjukkan contoh bahagian aliran dalam paip yang akan dikaji. Rajah 3.2 ialah paip sambungan daripada paip bawah tanah kepada paip rumah. Rajah 3.3 menunjukkan kedudukan paip bawah tanah yang menyalurkan sumber air daripada bawah tanah. Rajah 3.4 menunjukkan gambar lengkap bagaimana paip bawah tanah mengalirkan air ke rumah.



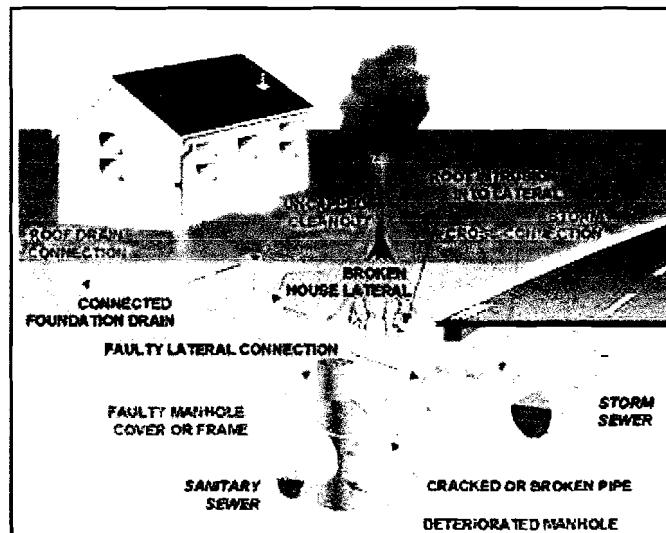
Rajah 3.1: Contoh bahagian aliran bendalir dalam paip yang dikaji



Rajah 3.2: Paip yang mengalirkan sumber air kepada rumah



Rajah 3.3: Contoh gambarajah kedudukan paip bawah tanah



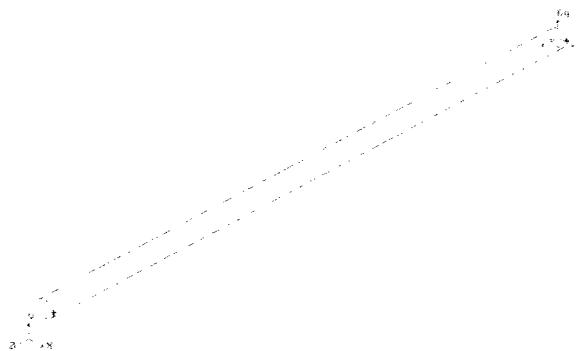
Rajah 3.4: Contoh sambungan paip bawah tanah ke rumah

BAB 4

METODOLOGI

4.1 Pemodelan Paip dalam Fluent

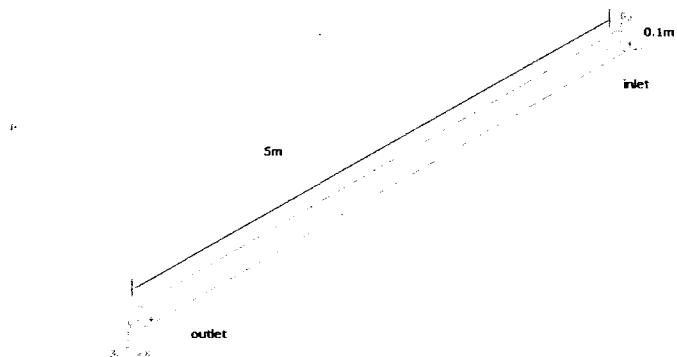
Dalam kajian ini, paip bawah tanah yang mengalirkan campuran air dengan bahan yang tercemar seperti bahan kimia acetone dikaji. Perisian CFD, FLUENT digunakan untuk mengkaji kesan aliran campuran bahan kimia ini terhadap paip bulat. Kod FLUENT versi 6.1.18 turut diaplikasikan dalam menjayakan kajian ini. Geometri model paip dilukis dalam perisian Gambit versi 2 sebelum di pindahkan ke dalam Fluent versi 6. Rajah 4.1 menunjukkan lukisan paip dalam bentuk bingkai.



Rajah 4.1: Bingkai Model Paip

4.2 Spesifikasi Model

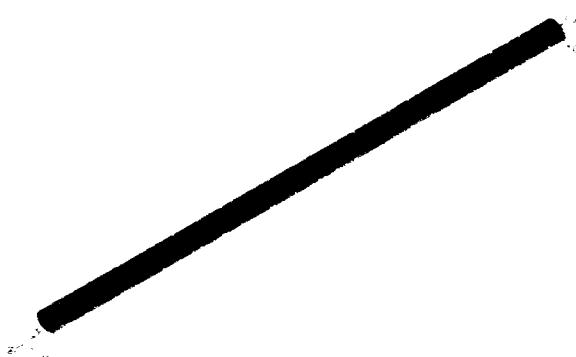
Paip ini mempunyai satu bahagian masukan dan satu keluaran. Garispusat untuk paip ini adalah sama pada bahagian masukan dan keluaran dengan 0.1m. Panjang paip ialah 5m.



Rajah 4.2 Ukuran Model

4.3 Model Jejaring Paip

Terdapat 2 jenis jejaring yang biasa digunakan iaitu segi tiga dan segi empat. Tujuannya ialah untuk proses pendiskretan melibatkan kesalahan yang boleh dikurangkan melalui penghalusan grid yang juga dikenali dengan Ujian grid tidak bersandar (Grid independence test).

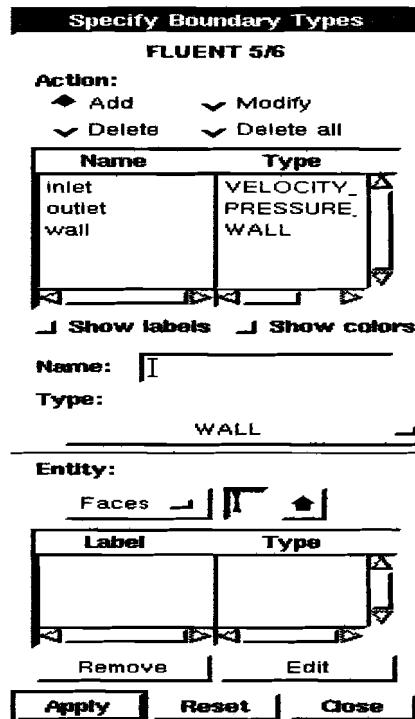


Rajah 4.3 Model paip yang telah dijejaring

4.4 Menentukan jenis sempadan

Setiap model CFD mestilah memerlukan keadaan sempadan untuk menentukan domain yang dikehendaki. Data-data yang diperlukan untuk keadaan sempadan masukan dan keluaran adalah seperti:

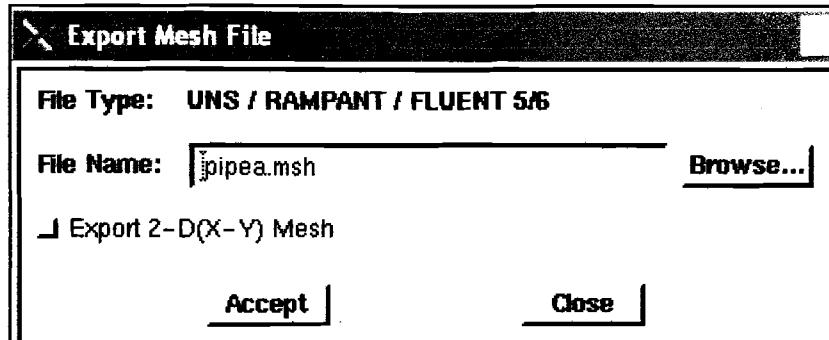
- Menentukan data sempadan pada bahagian masukan iaitu halaju.
- Menentukan spesifikasi aliran seperti kelajuan normal dan parameter tambahan yang lain.
- Menentukan tekanan pada bahagian keluaran.



Jadual 4.1: Jadual Jenis sempadan

4.5 Eksport Jejaring

Eksport jejaring digunakan untuk memindahkan lukisan yang telah siap dijejaringkan ke dalam perisian FLUENT untuk disimulasi.

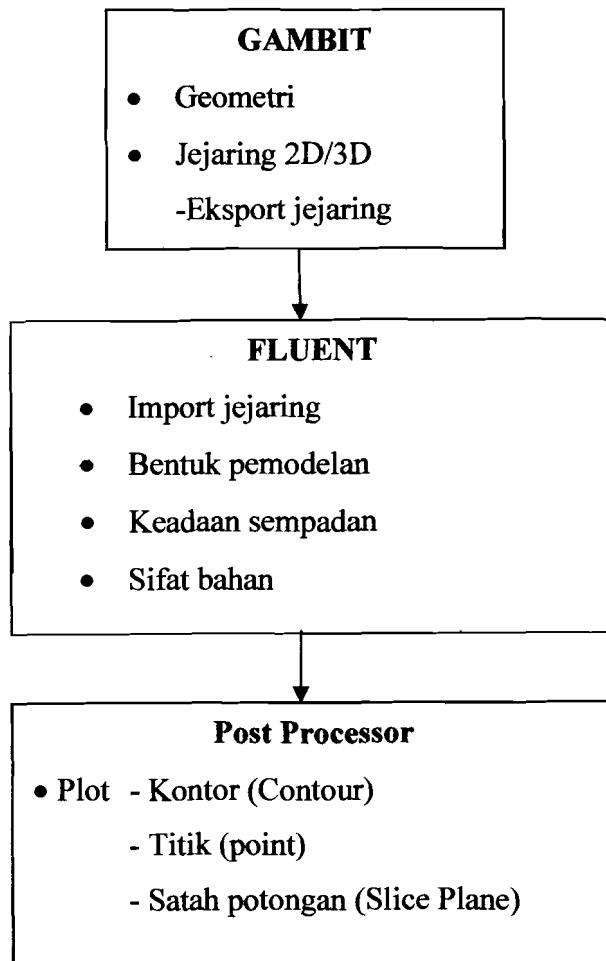


4.6 Pengenalan kepada Fluent

Perisian CFD terbahagi kepada banyak jenis seperti FLUENT, PHOENICS, STAR CD, CFX dan banyak lagi. Dalam kes menghasilkan simulasi paip ini, perisian FLUENT digunakan. Mutu persembahan FLUENT yang lebih baik tidak bergantung kepada satu produk sahaja. Ia adalah kombinasi yang terbukti, dan mengetuai teknologi dalam semua elemen perisian yang melengkapi ketepatan, kelajuan dan fleksibel, di mana semua syarikat percaya sepenuhnya kepada perisian ini.

- Kemajuan teknologi dalam gandingan penyelesaian multigrid linear
- Jejaring fleksibel tidak sepadanan
- Kecekapan selari yang bagus

Julat yang besar pada fizikal model di mana ianya beroperasi di antara satu sama lain membuktikan jawapan kepada permasalahan dalam industri. FLUENT membuktikan keupayaan untuk menggunakan teknologi CFD yang lebih baik dan tepat untuk menyelesaikan setiap masalah dalam kejuruteraan bendalir.



Rajah 4.4 Program Asas Struktur

4.7 Ringkasan tujuan permodelan Paip

Konsep percampuran bahan telah lama diaplikasikan di dalam perisian FLUENT untuk memudahkan proses pemasangan bagi spesimen pemindahan dan tindakbalas aliran. Tujuan permodelan paip ini ialah untuk mengkaji hasil campuran bahan kimia dengan air terhadap paip. Hasil daripada percampuran ini beberapa maklumat dapat dikenalpasti:

- Senarai juzik spesis bendalir dapat dikenalpasti.
- Senarai hukum campuran seperti ketumpatan dan kelikatan diperolehi
- Tindakbalas yang wujud.

Bahan kimia dan jenis bendalir boleh diperolehi daripada jadual bahan FLUENT. Pelbagai jenis bahan kimia seperti ethane, methane dan lain-lain lagi juga boleh diperolehi daripada jadual ini.

4.8 Prinsip Kerja CFD

CFD bermula dengan ketepatan model CAD dan menjana sendiri sempadan pada titik yang mewakili geometri dan bendalir. Oleh kerana gerakan bendalir adalah sesuatu yang agak kompleks disebabkan ianya bergelora dan daya geseran diantara molekul, maka andaian perlu dibuat. Geseran dalaman antara lapisan-lapisan bendalir adalah sifar. Ketumpatan bendalir adalah tetap pada semua bahagian aliran bendalir. Halaju cecair dan tekanan pada aliran bendalir adalah tetap dan tidak berubah mengikut masa.

BAB 5

SIMULASI PROSES ALIRAN DALAM PAIP

5.1 Model Paip

Objektif utama simulasi aliran air dalam paip ini adalah untuk membantu industri perpaipan dalam mempertingkatkan pembuatan paip, mengelakkan hakisan pada permukaan paip yang terjadi akibat daripada aliran air kotor yang mengalir melaluiinya, mengkaji kesan aliran air kotor terhadap kehilangan geseran dalam paip dan mengkaji jenis paip yang sesuai untuk paip bawah tanah.

Kajian ini boleh dilakukan dengan menggunakan perisian Computational Fluid Dynamics (CFD) di mana gambaran aliran bendalir dalam paip boleh dilihat dengan lebih jelas. Analisis CFD memaparkan halaju bendalir, tekanan dan suhu sepanjang operasi domain. Semasa analisis dijalankan, geometri dan juga keadaan sempadan seperti nilai halaju, tekanan dan jenis aliran boleh diubah dengan mudah. CFD juga boleh menjimatkan masa, tenaga dan juga jumlah ujikaji yang perlu dijalankan untuk memperolehi data yang tepat. Namun, untuk memperolehi data yang tepat dalam simulasi, rekabentuk dan saiz mestilah tepat serta cara simulasi yang betul.

Untuk kajian ini, kod fluent dalam CFD digunakan untuk menentukan kekasaran permukaan paip. Jejaring yang dibuat dalam Gambit terdiri daripada tetrahedral, hexahedral, pyramidal, dan elemen wedge. Pemilihan jejaring bergantung kepada individu.

5.1.1 Keputusan Simulasi

Kontor halaju digunakan untuk mencari nilai halaju aliran bendalir dalam paip. Daripada analisis yang telah dikendalikan, terdapat 3 simulasi yang dijalankan pada halaju masukan dan peratusan yang sama dalam 3 jenis paip yang berbeza. Pemilihan 3 jenis paip yang digunakan adalah berbeza dari segi kekasaran permukaan dan bahan buatannya. Ia bertujuan untuk menentukan kesan geseran aliran air kotor terhadap halaju aliran dan juga kesan aliran tersebut pada permukaan paip.

Halaju maksimum yang diperolehi daripada ketiga-tiga paip adalah berbeza di antara satu sama lain kerana paip-paip ini diperbuat daripada bahan yang berbeza dan mempunyai kekasaran permukaan yang berlainan. Halaju minimum juga berbeza di antara satu sama lain kerana faktor yang sama.

Tekanan yang diperolehi juga berbeza pada masukan dan keluaran bagi ketiga-tiga jenis paip ini, di mana ianya bergantung kepada halaju aliran bendalir tersebut. Manakala halaju aliran pula dipengaruhi oleh geseran yang merupakan rintangan yang terpaksa dilalui oleh bendalir apabila bersentuhan dengan permukaan paip.

Jadual dibawah ialah maklumat berhubung sifat paip yang digunakan dalam simulasi ini.

Jadual 5.1 Data bagi beberapa jenis paip

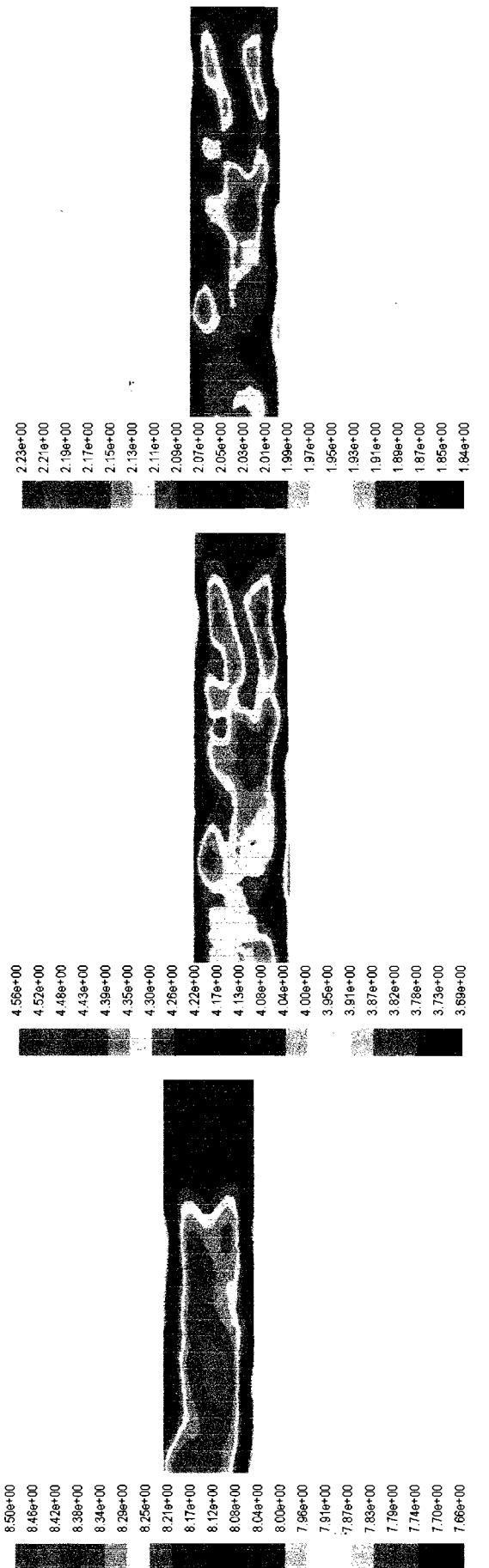
Jenis paip	Kekasaran permukaan, ϵ (mm)	Panjang paip, L (m)	Diameter paip, d (m)
Aluminum	0.001	5	0.1
Tembaga	0.002	5	0.1
Keluli	0.015	5	0.1

5.1.2 Kandungan campuran air dan acetone dalam paip aluminum

a) Halaju

Rajah 5.1 menunjukkan peratusan campuran air dengan acetone dalam paip aluminum. Aliran untuk ketiga-tiga campuran bendalir adalah tidak seragam. Terdapat pelbagai nilai halaju yang terhasil dalam paip ini. Halaju maksimum yang boleh dicapai semasa simulasi FLUENT pada paip aluminum ini untuk kandungan acetone 80%, air 20% ialah 8.7543 m/s manakala nilai yang paling minima ialah 7.70 m/s. Halaju maksimum yang boleh dicapai semasa simulasi FLUENT pada paip aluminum ini untuk kandungan acetone 40%, air 60% ialah 4.6836 m/s manakala nilai yang paling minima ialah 3.69 m/s. Halaju maksimum yang boleh dicapai semasa simulasi FLUENT pada paip aluminum ini untuk kandungan acetone 20%, air 80% ialah 2.2596 m/s manakala nilai yang paling minima ialah 1.84 m/s. Halaju aliran pada masukan adalah malar tapi menjadi tidak malar pada bahagian tengah paip apabila menghampiri keluaran paip.

Nilai nombor Reynolds yang didapati daripada halaju maksimum pada acetone 80% dan air 20% ialah 1.0934×10^6 . Nilai nombor Reynolds yang didapati daripada halaju maksimum pada acetone 40% dan air 60% ialah 6.4349×10^5 . Nilai nombor Reynolds yang didapati daripada halaju maksimum pada acetone 20% dan air 80% ialah 3.2461×10^5 . Aliran bagi ketiga-tiga keadaan dalam paip adalah gelora kerana nombor Reynoldsnya melebihi 10^5 . Apabila kandungan acetone kurang daripada kandungan air, nilai halaju menjadi kurang.



Acetone 20% water 80%

Acetone 40% water 60%

Acetone 80% water 20%

Rajah 5.1: Kontur aliran halaju (m/s) bagi aliran campuran bendalir air dan acetone