BAB 2
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Penelitian yang dilakukan oleh Muhammad Lazim dalam jurnalnya yang berjudul, **Analisa Tegangan Sistem Perpipaan Dengan Menggunakan Metode Grinnell** dipaparkan bahwa Metode Grinnell digunakan untuk menghitung tegangan ekspansi termal yang terjadi pada suatu konstruksi sistem pipa agar tetap masuk dalam harga tegangan yang diperbolehkan berdasarkan kode standar desain pipa yang dipakai, menghitung gaya-gaya yang bekerja pada suatu konstruksi sistem pipa, agar tetap berada dalam batas beban yang diinginkan, serta menghitung besar momen lentur dan torsi yang terjadi pada suatu konstruksi sistem pipa dan mengetahui posisi momen maksimum dan torsi maksimum tersebut.

Metodologi penelitian yang dilakukan yaitu dimulai dengan data-data utama dalam perhitungan konstruksi sistem perpipaan yang dapat dilihat pada gambar isometrik. Pada perhitungan dengan menggunakan Metode Grinnell, gambar isometrik yang merupakan gambar dengan 3 bidang (x.y.z) diproyeksikan menjadi 2 bidang untuk menentukan titik berat dan momen inersia.

Setelah itu dilakukan juga perhitungan gaya-gaya dan momen yang bekerja pada sistem perpipaan tersebut, besar momen yang didapat akan menentukan besar tegangan ekspansi yang terjadi. Tegangan ekspansi yang terjadi akan dibandingkan dengan tegangan izin bahan, jika tegangan ekspansi yang terjadi lebih kecil dari tegangan izin bahan maka konstruksi sistem pipa tersebut aman. (Lazim, 2015)

Penelitian yang dilakukan oleh Ardiansyah dalam skripsi yang berjudul, **Perancangan Sistem Perpipaan Transmisi Gas dari Muara Bekasi ke Muara Tawar Melalui Jalur Lepas Pantai** dipaparkan bahwa perancangan pipa transmisi yang dapat dilakukan untuk mengalirkan gas alam dari *tapping point* Muara Bekasi menuju PLN (Perusahaan Listrik Negara) pembangkit Muara Tawar yaitu dengan membangun jalur pipa lepas pantai (*off-shore transmission pipeline*), pertimbangan yang diambil dalam pengerjaan rancangan pipa lepas pantai ini yaitu

faktor jarak dimana jarak terdekat diperoleh jika pipa melintasi jalur laut (Ardiansyah, 2008).

2.2 *Flow Line*

2.2.1 Pengertian *Flow Line*

Flow line merupakan pipa datar yang digunakan untuk mengalirkan produksi dari sumur menuju ke *manifold*. Ukuran *flow line* umumnya dengan nominal diameter 2 s/d 6 inch tergantung dari besarnya produksi yang akan dialirkan dari sumur hingga *manifold*.

Kekuatan *flow line* dinyatakan dalam besarnya nilai *schedule* pipa yang menyatakan ketebalan dinding pipa. Pipa dengan angka *schedule* yang tinggi menunjukkan ketebalan yang besar sehingga kemampuan menahan tekanan semakin besar.

Material dari *flow line* terbuat dari baja yang disambung dengan cara pengelasan, drat, dan *flange*. Pada pemakaian yang sifatnya khusus seperti kemampuan menahan korosi maka *flow line* dengan material non baja dapat digunakan. Penggabungan dari beberapa *flow line* menuju satu pipa alir disebut dengan istilah *trunkline*.

2.2.2 Ketebalan Pipa (*Schedule*)

Pipa diproduksi dalam berbagai macam ketebalan yang sudah distandarkan. Setiap ketebalan tertentu pada pipa diberi penamaan dalam bentuk *schedule number*, bukan dalam bentuk ketebalan pipa sebenarnya. Awalnya, ketebalan pipa hanya terbagi dalam tiga kelompok, yaitu:

1. *Standard*
2. *Extra Strong* (XS)
3. *Double Extra Strong* (XXS)

Saat ini penamaan sudah diganti dengan memberikan *schedule number* tertentu yang dimulai dari 5 dan 5S, kemudian diikuti dengan 10 dan 10S, sampai seterusnya dalam kelipatan 10 sampai *schedule* 40 (20, 30, 40), dan selanjutnya mempunyai kelipatan 20, yaitu 60, 80, 100, 120, 140, 160.

2.3 Tes Sumur Produksi

2.3.1 Tujuan Pengetesan Sumur Produksi

Tujuan melakukan pengetesan sumur produksi yaitu:

1. Menentukan kemampuan suatu lapisan atau formasi untuk berproduksi
2. Memonitor kinerja sumur produksi secara periodik

Pengetesan sumur diprogram secara berkala dengan lama waktu pengetesan sekurang-kurangnya 4 jam dengan periode tes tergantung dari jumlah sumur dalam satu *gathering*. Pada sumur-sumur yang perlu dipantau secara khusus (sumur baru, sumur *ex* kerja ulang, sumur *ex* perawatan, sumur produksi besar) dapat dilakukan periode pengetesan yang lebih sering.

Hasil pengetesan sumur selama waktu tes, dikonversi dengan hitungan ke produksi selama 24 jam dan direkap menggunakan format yang tersedia.

Pengetesan sumur merupakan kegiatan operasi produksi yang penting untuk mengevaluasi kemampuan produksi sumur, tes dilakukan dengan akurat.

2.3.2 *Low & Off*

Dari hasil tes produksi sumur maka dapat diketahui adanya penurunan produksi atau sumur tidak berproduksi. Istilah yang digunakan untuk menggambarkan penurunan produksi sumur yang merupakan selisih antara potensi sumur dengan hasil tes dinyatakan *low* sedangkan sumur yang memiliki potensi namun tidak berproduksi dinyatakan dengan istilah *off*. Sehingga *low* & *off* menyatakan besarnya potensi kehilangan produksi dikarenakan penurunan produksi dan sumur mati.

Low & *off* sumur perlu didata berdasarkan akar penyebab masalah agar mempermudah upaya untuk melakukan perbaikan. Secara garis besar, *low* & *off* sumur dibagi menjadi dua penyebab utama, yaitu permasalahan di atas permukaan tanah dan permasalahan di bawah tanah.

2.4 Viskositas Fluida

Viskositas minyak mentah adalah Keengganan suatu minyak mentah untuk mengalir. Secara garis besar pengertian viskositas adalah sifat fluida yang diberikan tahanan tegangan geser oleh fluida tersebut dan viskositas biasa diterima sebagai sifat kekentalan fluida. Viskositas menggambarkan penolakan dalam fluida kepada aliran dan dapat dipikir sebagai sebuah cara untuk mengukur gesekan fluida. Gaya tarik menarik antar molekul yang besar dalam cairan menghasilkan viskositas yang tinggi. Koefisien viskositas didefinisikan sebagai hambatan pada aliran cairan. Gas juga memiliki viskositas, tetapi nilainya sangat kecil.

Dalam kasus tertentu viskositas gas memiliki peran penting, misalnya viskositas kondensat, *Aviation* Gas, dan lain-lain. Perbedaan viskositas gas dan viskositas fluida (minyak) yaitu viskositas gas meningkat dengan naiknya suhu, sedangkan viskositas fluida (minyak) berkurang dengan naiknya suhu. Karena fluida dengan molekul yang jauh lebih rapat dari pada gas, mempunyai gaya kohesi yang jauh lebih besar dari pada gas.

Faktor yang mempengaruhi Viskositas minyak yaitu temperatur, konsentrasi, *pressure*, dan berat molekul. Viskositas terbagi menjadi viskositas kinematik yang merupakan viskositas yang diperngaruhi oleh gaya gravitasi dan viskositas dinamik merupakan viskositas yang tidak dipengaruhi oleh gaya gravitasi.

Viskositas fluida yang mengalir melalui pipa diukur berdasarkan persamaan:

$$\mu = \frac{\pi \times r^2 \times t \times P}{8 \times v \times L} \tag{2.1}$$

Keterangan : r = Jari-jari dalam pipa (m)

t = Waktu (s)

P = Tekanan (kg/m^2)

v = Volume fluida (m^3)

L = Panjang pipa (m)

2.5 Bilangan Reynolds

Bilangan Reynolds adalah parameter tak berdimensi yang dipergunakan untuk menentukan aliran fluida viskos, apakah laminer atau turbulen. Bilangan ini pertama kali dikemukakan oleh Osborne Reynolds pada tahun 1880 berdasarkan hasil penelitiannya mengenai aliran turbulen dan laminer pada pipa. Bilangan Reynolds adalah perbandingan antara gaya inersia dengan gaya yang disebabkan oleh viskositas.

$$\text{Re} = \frac{\text{gaya inersia}}{\text{gaya viskos}} = \frac{\rho \,.\, v^2 \,.\, A}{\mu \,.\, \frac{V}{D} \,.\, A} \tag{2.2}$$

sehingga

$$\text{Re} = \frac{\rho \,.\, V \,.\, D}{\mu} = \frac{V \,.\, D}{v} \tag{2.3}$$

ρ = Massa jenis (kg/m^3)

μ = Viskositas (kg/ms)

v = Viskositas kinematik (m^2/s)

V = Laju aliran fluida (m/s)

D = Diameter pipa (m)

Daerah jangkauan bilangan Reynolds tergantung pada berbagai faktor, antara lain geometri aliran dan kekasaran permukaan. Klasifikasi aliran dalam pipa berdasarkan bilangan Reynolds, yaitu:

Re < 2000 = Aliran laminer

2000 < Re < 4000 = Aliran transisi

Re > 4000 = Aliran turbulen

Hampir semua analisis aliran berkaitan dengan aliran laminer atau turbulen, tidak disarankan untuk merancang aliran yang beroperasi pada daerah transisi.

2.6 Laju Aliran Fluida

Laju aliran fluida adalah jarak yang ditempuh oleh fluida dalam waktu tertentu. Laju aliran fluida secara sistematis dapat dinyatakan dengan persamaan berikut.

$$V = \frac{Q}{2{,}448\ D} \tag{2.4}$$

Keterangan:

V = Laju aliran fluida

Q = Debit aliran fluida

2.7 *Pressure Drop*

Pressure drop adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan penurunan tekanan dari satu titik dalam pipa atau tabung ke hilir titik. *Pressure drop* merupakan hasil dari gaya gesek pada fluida ketika mengalir melalui tabung yang disebabkan oleh resistensi terhadap aliran. Penentu utama resistensi terhadap aliran fluida adalah laju aliran fluida dan viskositas fluida.

Pressure drop dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$\Delta P = \frac{2\, f\, L\, V^2}{g \times D} \tag{2.5}$$

Keterangan : f = Faktor gesekan

L = Panjang pipa (m)

V = Laju aliran fluida (m/s)

g = Gravitasi (m/s^2)

D = Diameter dalam pipa (m)

2.8 Besaran dalam Fluida Dinamis

Besaran dalam fluida dinamis dirumuskan dalam persamaan berikut:

$$Q = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{AV.\ \Delta t}{\Delta t} = AV \tag{2.6}$$

Dimana:

Q = Debit aliran fluida (m^3/s)

A = Luas penampang (m^2)

V = Laju aliran fluida (m/s)

Aliran fluida sering dinyatakan dalam debit aliran seperti pada persamaan berikut:

$$Q = \frac{v}{t} \tag{2.7}$$

Dimana:

Q = Debit aliran (m^3/s)

v = Volume (m^3)

t = Selang waktu (s)

2.9 *Computer Aided Engineering*

Computer Aided Engineering (CAE) merupakan proses desain, analisa, simulasi, dan perbaikan dengan menggunakan media komputer. Sesuai dengan nama dan fungsinya, *Computer Aided Engineering* selalu berkaitan dengan masalah teknik.

Program *Computer Aided Engineering* merupakan kumpulan kode-kode permodelan matematika yang dibentuk oleh algoritma dengan menggunakan bahasa program. Pada awalnya, bahasa pemrograman yang dipakai adalah bahasa program Fotran. Dalam perkembangannya, bahasa program yang dipakai beragam, seperti bahasa C, C++, dan bahasa program *Java* yang dapat dikoneksikan dengan UNIX dan *Operating System Window*.

Permodelan dalam CAE pun beragam, dapat berupa bentuk *part* ataupun *assembly*. Dengan adanya program CAE, beberapa analisis teknik dapat dihasilkan, antara lain:

1. Analisis tegangan-regangan
2. Analisis perpindahan panas dan aliran fluida dalam suatu media
3. Kinematik
4. Proses optimasi, faktor keamanan, dan *lifetime*
5. Simulasi mekanikal, elektrikal, sipil, kedokteran, dan lain sebagainya

Secara umum, metode yang dipakai dalam analisa CAE dapat dibagi menjadi 2, yaitu:

1. Metode elemen hingga, yang merupakan gabungan bidang ilmu fisika dan matematika (matriks, turunan, dan lain sebagainya)
2. Metode ilmu fisika yang telah mengalami perkembangan (kinematika, perpindahan panas, dan lain sebagainya)

Proses dalam program CAE dapat dibagi menjadi 3 tahap, yaitu:

1. *Pre-Processing*, permodelan elemen dan *nodes* berdasarkan bentuk geometri yang telah ada.
2. Analisis, perhitungan secara metode elemen hingga yang dilakukan oleh program CAE itu sendiri.
3. *Post-Processing*, melihat hasil analisa baik dalam bentuk plot diagram X-Y dan struktur Deformasi-Kontur.

Sebagai pengguna program CAE, pemahaman ilmu teknik dan *software* CAE yang dipakai dapat dikatakan cukup. Namun, pemahaman ilmu teknik, matematika, fisika, dan program CAE serta bahasa program CAE yang dipakai merupakan sesuatu yang lebih baik. Penguasaan secara keseluruhan tidaklah mudah, karena kaitannya dengan bidang pekerjaan ataupun ilmu yang dimiliki oleh si pengguna itu sendiri.

Penggunaan program CAE banyak dijumpai pada industri-industri, salah satunya industri penerbangan seperti NASA (*National Aeronautics and Space Administration*). Program CAE pada saat ini dapat dikategorikan mulai dari yang bebas sampai termahal, seperti *Salome* CAE, *Allegro*, FEMAP, ANSYS, Cosmos, LS-Dyna, TMG, CATIA, SAP, dan lain sebagainya. Dalam pemakaiannya, program CAE ini dapat dipadukan dengan program CAD, CAM, MS-*Office* ataupun perpaduan antar program CAE.