

# APLIKASI BENTANGAN BELOKAN PIPA DENGAN MATLAB

Isa Rachman<sup>1</sup>, Amin Dwi Kurniawan<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111  
E-mail : isarachman@yahoo.co.id, kurniawan.dwi30@rocketmail.com

## ABSTRAK

Dalam pelaksanaan pemasangan pipa sering dijumpai adanya belokan-belokan yang tidak dapat dihindari misalnya akibat adanya bangunan, elevasi dll. Oleh karena itu, perlu dilakukan pembengkokan atau pembelokan pipa. Aksesoris pipa yang berfungsi sebagai belokan pipa disebut elbow. Pada saat ini, besar sudut elbow yang tersedia dipasaran adalah  $45^0$  dan  $90^0$ . Jika belokan pipa di luar sudut tersebut, maka diperlukan pembuatan mal belokan pipa secara manual yang membutuhkan waktu cukup lama, keahlian khusus, tidak efisien dan tidak presisi. Pada penelitian ini akan dibahas mengenai aplikasi pembuatan mal bentangan belokan pipa secara komputerisasi. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi simulasi dengan Matlab 7.7. Aplikasi pembuatan mal bentangan belokan pipa dengan Matlab ini dapat dilakukan dengan mudah, cepat, efisien dan mempunyai rata-rata tingkat presisi untuk keliling pipa adalah 88.23 % dan sudut belokan pipa adalah 100 %.

**Kata kunci :** Pipa, Bentangan, Belokan, *Elbow*, Matlab.

## 1. PENDAHULUAN

Pada akhir-akhir ini, produksi minyak di Indonesia tidak mengalami penambahan yang berarti karena lapangan minyak di Indonesia kebanyakan telah berumur tua. PT. PERTAMINA E.P. mempunyai 5.244 sumur tua yang tersebar di Indonesia yaitu 2.132 sumur tua di wilayah Kalimantan dan Timur Indonesia, 797 sumur tua di wilayah Jawa dan 2.094 sumur tua di wilayah Sumatera, oleh sebab itu dibutuhkan biaya yang tidak sedikit untuk kegiatan perawatannya. Permasalahan umum yang terjadi adalah material yang digunakan masih menggunakan material yang lama dari sumur tua, sedangkan untuk pengadaan material baru akan menambah beban biaya perawatan dan tidak bersifat menguntungkan. Selain itu, jaringan pipa sumur tua telah tertanam didalam gedung atau pondasi sehingga tidak dapat dirubah arah alirannya untuk perancangan ulang. Untuk kebutuhan jaringan pipa seperti *elbow*, *tee*, *socket* dan aksesoris pipa lainnya biasanya digunakan bahan dari sumur tua yang telah mati atau membuat secara manual sehingga tidak perlu mengeluarkan biaya terlalu banyak.

Pembuatan aksesoris pipa secara manual sering mengalami kesulitan terutama pada saat pembuatan *elbow* dengan sudut-sudut yang tidak standar dan tidak tersedia dipasaran. Sudut-sudut tersebut meskipun tidak sesuai standar tetapi sangat dibutuhkan. Pembuatan *elbow* secara manual dilakukan dengan cara membuat mal belokan (sudut) pipa, hal ini dirasa tidak efektif karena membutuhkan waktu yang cukup lama dan keahlian khusus. Pembuatan mal belokan pipa secara manual juga dapat menyebabkan dimensi potongan pipa tidak presisi, sehingga akan dibutuhkan pengerjaan secara berulang-ulang agar belokan pipa tersebut lebih presisi.

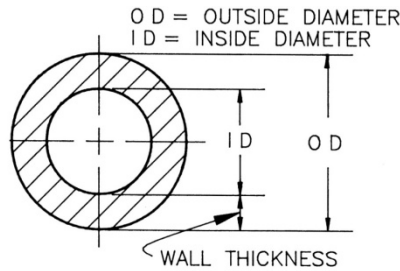
Pembuatan mal belokan pipa secara komputerisasi dibutuhkan karena akan dapat mempercepat waktu pembuatannya, memudahkan setiap orang untuk membuatnya tanpa memerlukan keahlian khusus, lebih presisi dan lebih efisien karena akan dapat menghemat proses pemotongan dan penyambungan pipa. Pada penelitian ini akan dibahas mengenai aplikasi pembuatan mal bentangan belokan pipa secara komputerisasi dengan menggunakan Matlab yang merupakan salah satu bahasa komputerisasi teknis.

## 2. DASAR TEORI

### 2.1 Pipa

Pengertian pipa secara umum adalah benda tubular yang berongga dan digunakan untuk mengalirkan fluida berupa gas, cair, padatan cair dan bubuk halus sehingga dapat berpindah dari *head* yang tinggi menuju ke *head* yang rendah. Perbedaan *head* ini dapat berasal dari keadaan alamiah (ketinggian) ataupun dipaksakan (menggunakan pompa). Pemilihan material pipa pada proses industri sangat penting karena setiap material memiliki keterbatasan yang tidak memungkinkan untuk diaplikasikan pada suatu sistem tertentu. Material pipa yang umum digunakan pada industri adalah baja karbon yang merupakan material yang mudah didapat dan mudah dibentuk. Untuk mengatasi korosi, tekanan dan suhu yang tinggi, maka pipa baja karbon dapat dinaikkan ketahanan dan ketebalannya dengan menambahkan campuran dari berbagai unsur logam lainnya sesuai dengan kebutuhan dan juga tergantung pada proses pembuatannya (*seamless pipe*, *butt-welded pipe* atau *spiral-welded pipe*) [3].

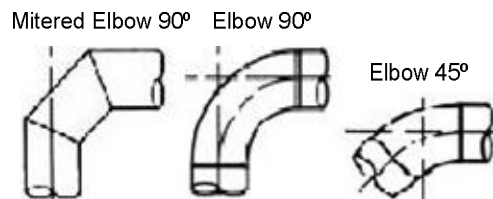
Secara umum, panjang pipa dapat dibagi atas 2 (dua) kategori yaitu *single random length* ( $\pm 6$  m atau 20 ft) dan *double random length* ( $\pm 12$  m atau 40 ft). Ukuran pipa dapat diidentifikasi atas 3 (tiga) kategori yaitu NPS (*Nominal Pipe Size*), diameter luar (OD : *Outside Diameter*) dan diameter dalam (ID : *Inside Diameter*). NPS digunakan untuk mengidentifikasi pipa dalam menentukan dimensinya sebab NPS bukan merupakan ukuran asli pipa tersebut. Diameter luar dan diameter dalam pipa adalah identifikasi dimensi dari pengukuran sebenarnya pipa pada sisi luar dan sisi dalam. Pipa dengan ukuran diameter 1/8 hingga 12 inch mempunyai ukuran diameter luar yang lebih besar dari NPS, sedangkan pipa dengan ukuran diameter lebih besar 14 inch mempunyai ukuran diameter luar sama dengan NPS. Karena ukuran diameter luar yang sama dengan NPS untuk pipa dengan ukuran diameter lebih besar 14 inch, maka NPS sering juga disebut sebagai diameter luar pipa. Secara umum, tebal pipa ditentukan dalam *schedule number*. Namun, dalam hal khusus, misalnya pipa tahan korosi, pipa tekanan dan suhu tinggi, pertimbangan ekonomis dan ketersediaan dipasaran, maka tebal pipa juga dapat ditentukan sesuai dengan hasil perhitungan *calculated thickness*. Karakteristik pipa yang meliputi ukuran diameter luar, diameter dalam, tebal, NPS dll. disesuaikan dengan standar ASME (*American Society of Mechanical Engineers*) [5].



Gambar 1 : Ukuran pipa

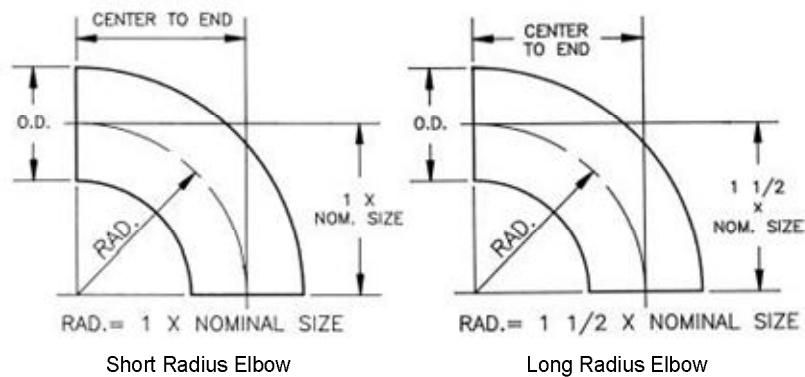
## 2.2 Elbow

*Elbow* merupakan salah satu jenis *fitting* yang digunakan untuk merubah arah aliran perpipaan (belokan pipa) dengan membentuk sudut  $45^{\circ}$  atau  $90^{\circ}$ . Apabila belokan pipa di luar sudut tersebut, maka diperlukan pembuatan mal belokan pipa secara manual.



Gambar 2 : Elbow

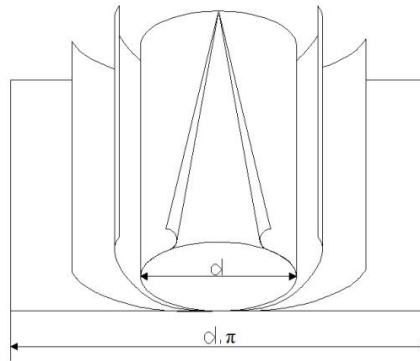
*Elbow* dibagi atas 2 (dua) jenis ditinjau dari radiusnya yaitu *long radius elbow* dan *short radius elbow* [3].



Gambar 3 : Jenis-jenis elbow

### 2.3 Bentangan Pipa

Mal bentangan atau mal bukaan merupakan gambaran secara datar atau gambaran salah satu bidang suatu permukaan benda. Bentuk mal bentangan secara geometris suatu pipa adalah lingkaran. Bentangan suatu pipa akan menjadi sebuah bidang datar apabila dibuka lipatannya (tekukannya). Semua ukuran pada mal bentangan merupakan ukuran sebenarnya sebelum dilipat (ditekuk). Bentangan digunakan dengan tujuan untuk mendapatkan hasil yang memuaskan sesuai dengan fungsinya dan untuk keperluan produksi massal, dimana setiap benda dapat ditukar pada pasangan bentangannya. Agar dapat digunakan sesuai dengan fungsinya, maka bentangan tersebut harus mempunyai toleransi ukuran pada mal sehingga hasil bentangan tersebut dapat sesuai dengan benda yang akan dikerjakan [7].



Gambar 4 : Bentangan pipa

Disamping toleransi ukuran pada mal, bentangan dilengkapi pula dengan toleransi bentuk dan posisi agar sesuai dengan bendanya. Toleransi bentuk dan posisi mal telah dibuat standarnya oleh ISO (*International Organization for Standardization*) yaitu ISO 1101 : 1983 mengenai teknik menggambar mekanik. Toleransi bentuk adalah batasan penyimpangan yang diijinkan dari suatu bentuk benda kerja terhadap bentuk benda kerja yang ideal. Sedangkan toleransi posisi adalah batasan penyimpangan posisi yang diijinkan dari suatu benda kerja terhadap posisi suatu pasangan dari dua atau beberapa benda kerja yang berpasangan sempurna [2].

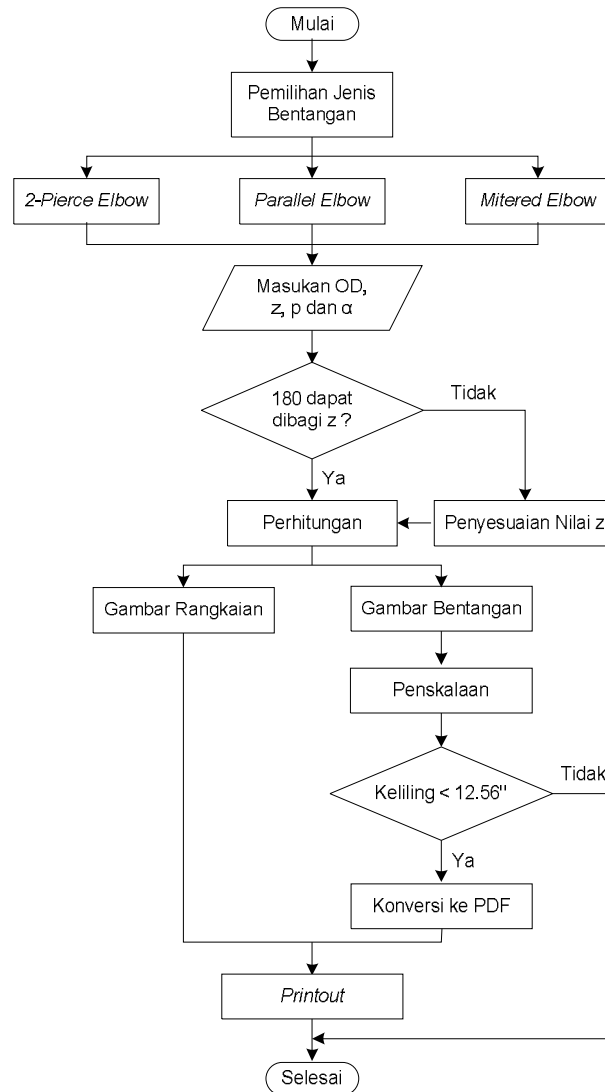
### 3. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah studi simulasi dengan menggunakan Matlab 7.7. Penggunaan Matlab pada penelitian ini utamanya adalah untuk penyelesaian perhitungan matematis yang melibatkan banyak persamaan dan parameter. Dengan demikian penyusunan program dapat lebih mudah dilakukan. Agar aplikasi bentangan belokan pipa dengan Matlab ini dapat dengan mudah dilakukan dan dioperasikan oleh pengguna, maka aplikasi dibuat dengan menggunakan GUI (*Graphical User Interface*).

Studi simulasi dilakukan untuk mendapatkan gambaran hubungan antara variabel bebas yang dipakai dengan variabel terikat. Variabel bebas tersebut antara lain yaitu diameter luar pipa, sudut pembagi lingkaran, panjang pipa *sampling*, sudut kemiringan (belokan) pipa dan jumlah *mitered*. Langkah-langkah yang dilakukan pada proses simulasi ini antara lain adalah melakukan perhitungan dengan menggunakan trigonometri dan logika matematis. Proses perhitungan dilakukan untuk mendapatkan mal bentangan pipa yang akan diaplikasikan pada pembuatan belokan pipa. Langkah-langkah yang dilakukan dalam pembuatan mal bentangan pipa adalah,

1. Pembuatan pandangan atas pipa dengan masukan diameter luar pipa, OD dan sudut pembagi lingkaran, Z.
2. Pembuatan pandangan samping pipa dengan masukan diameter luar pipa, OD yang telah ditentukan dari pandangan atas, panjang pipa, P yang dibutuhkan dan sudut kemiringan potongan pipa,  $\alpha$ .
3. Pembuatan bentangan pipa dengan masukan panjang pipa, P yang telah ditentukan dari pandangan samping dan keliling lingkaran pipa, C.
4. Penyambungan pandangan atas dengan pandangan samping sehingga terbentuk garis-garis pembagi bentangan hingga mencapai sudut kemiringan potongan pipa,  $\alpha$ .
5. Penyambungan pandangan samping dengan bentangan pipa sehingga membentuk garis lengkung pada bentangan.
6. Pembuatan skala agar mal bentangan pipa mempunyai ukuran yang presisi dengan pipa yang akan dipotong.
7. Pembuatan *printout* mal bentangan pipa dalam format PDF.

Sesuai dengan metode yang digunakan dalam penelitian ini, maka keseluruhan alur proses penelitian dapat dipetakan dalam diagram alir berikut ini :



Gambar 5 : Diagram alir pembuatan mal bentangan pipa

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan mal bentangan pipa diawali dengan pembuatan dasar pandangan dari pipa sehingga ketika diaplikasikan, mal hasil bentangan akan sesuai. Dasar pandangan dari pipa berbentuk lingkaran dengan jari-jari, R sehingga dibutuhkan diameter luar, OD dari pipa tersebut. Program yang digunakan untuk menghasilkan lingkaran adalah,

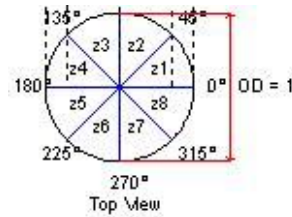
```
tetha = linspace(0,2 * pi, 200);  
R = OD/2;  
x = R * cos(tetha);  
y = R * sin(tetha);
```

Lingkaran dibagi dengan sudut-sudut tertentu, Z untuk membuat proyeksi pada mal bentangan pipa dengan program sebagai berikut :

```
N = 360/Z  
for tetha = 0:Z:(360 - Z)  
    x = R * cos(tetha * pi/180)  
    y = R * sin(tetha * pi/180)
```

end

Sudut pembagi lingkaran juga berpengaruh pada pembuatan garis lengkung pada mal bentangan pipa yaitu semakin kecil sudutnya, maka garis lengkungnya akan semakin halus bentuknya, begitu pula sebaliknya.

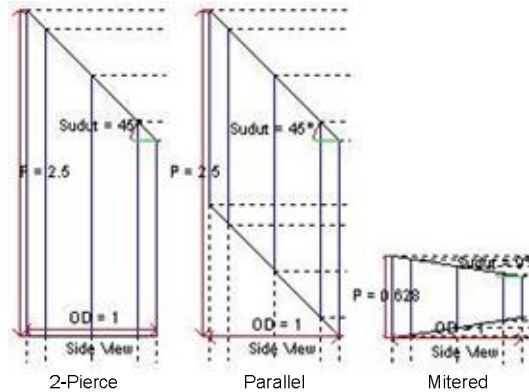


Gambar 6 : Dasar pandangan (*top view*)

Dasar pandangan dari pipa yang berbentuk lingkaran merupakan pandangan sisi sampingnya, hal ini menunjukkan sudut potong yang direncanakan pada pipa tersebut. Pandangan sisi samping pipa diusahakan dapat dilihat seluruh potongannya, hal ini bertujuan untuk mempermudah pengerjaan pada saat pembuatan mal bentangannya. Program yang digunakan untuk menggambar garis miring pandangan sisi samping adalah,

$$x1 = -R; x2 = R;$$

$$y1 = R + gap_{ts} * OD + P; y2 = R + gap_{ts} * OD + P - OD * \tan(\alpha * \pi / 180);$$



Gambar 7 : Pandangan sisi samping (*side view*)

Dimensi mal bentangan pipa didapatkan dari panjang, P dan keliling lingkaran, C pandangan sisi samping yang telah dibuat sebelumnya. Pada mal bentangan pipa tersebut terdapat penampang potong atau garis lengkung yang terdiri dari penghubung titik-titik perpotongan sudut kemiringan pipa dan sudut pembagi lingkaran pada dasar pandangan dari pipa yang telah ditentukan. Program yang digunakan untuk membuat garis lengkung bentangan pipa adalah,

$$C = \pi * OD;$$

$$N = 360 / Z;$$

$$\text{for } tetha = 0: Z: (360 - Z)$$

$$tetha1 = tetha + Z;$$

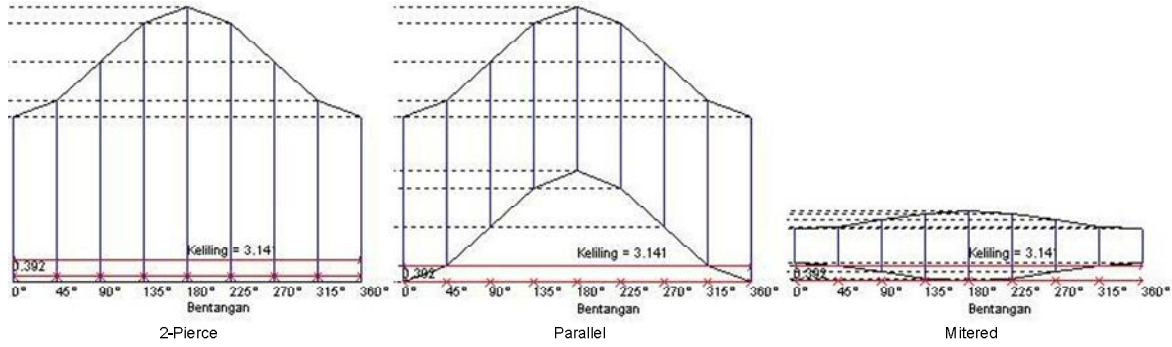
$$x1 = (R + gap_{sb} * OD) + tetha * \pi / 180 * R;$$

$$x2 = (R + gap_{sb} * OD) + tetha1 * \pi / 180 * R;$$

$$y1 = (R + gap_{ts} * OD) + P - (R * \cos(tetha * \pi / 180) + R) * \tan(\alpha * \pi / 180);$$

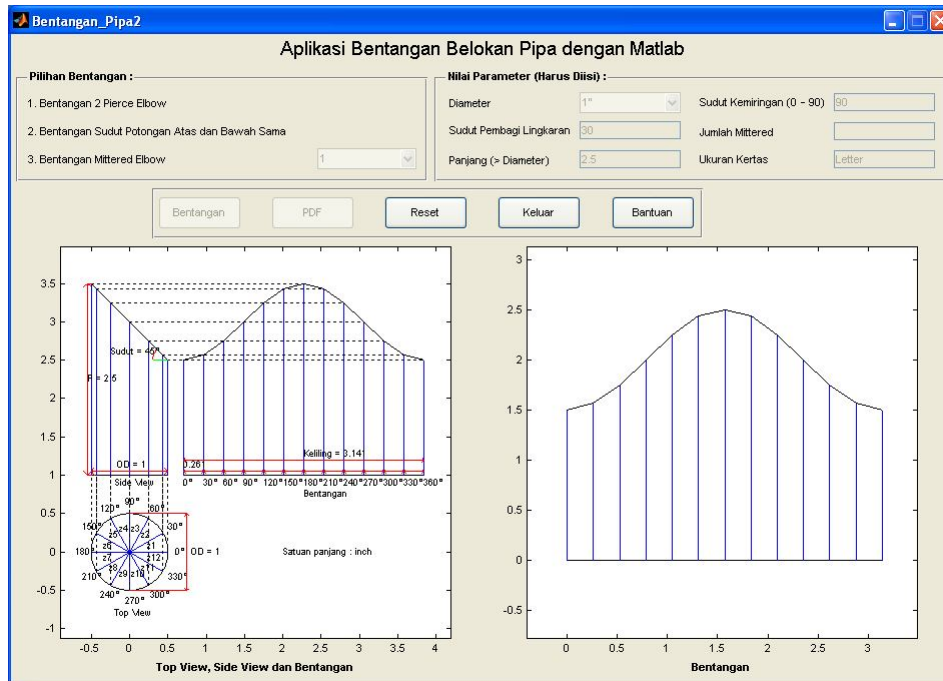
$$y2 = (R + gap_{ts} * OD) + P - (R * \cos(tetha1 * \pi / 180) + R) * \tan(\alpha * \pi / 180);$$

end

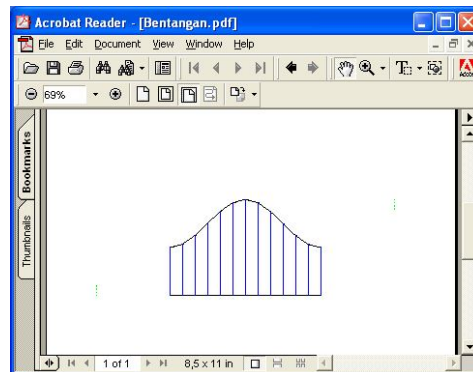


Gambar 8 : Bentangan

Contoh keluaran dari aplikasi bentangan belokan pipa pada penelitian ini adalah sebagai berikut :



Gambar 9 : Contoh keluaran



Gambar 10 : Printout PDF

Tabel berikut ini merupakan hasil percobaan yang dilakukan untuk mengetahui tingkat presisi dari mal bentangan belokan pipa yang dihasilkan terhadap pipa sebenarnya.

Tabel 1 : Hasil percobaan mal bentangan belokan pipa

Ukuran Pipa (inch)	Mal Bentangan		Pipa Sebenarnya		Tingkat Presisi	
	Keliling (inch)	Sudut ( <sup>o</sup> )	Keliling (inch)	Sudut ( <sup>o</sup> )	Keliling (%)	Sudut (%)
1/2	2.64	90	2.69	90	98.14	100
1	4.13	90	4.21	90	98.10	100
2	7.46	45	7.49	45	99.60	100
4	14.14	45	14.14	45	100.00	100
<b>Rata-Rata</b>					<b>98.96</b>	<b>100</b>

Dari tabel di atas terlihat bahwa prosentase rata-rata tingkat presisi keliling pipa adalah 98.96 % dan sudut belokan pipa adalah 100 %. Pipa sebenarnya yang digunakan pada percobaan di atas menggunakan ukuran pipa standar di Indonesia yaitu *Seamless Schedule 80 Java Steel Pipe*.

## 5. PENUTUP

Dari hasil dan pembahasan pada penelitian ini, maka didapatkan simpulan yaitu pembuatan mal bentangan belokan pipa dengan Matlab dapat dilakukan dengan mudah, cepat, efisien dan mempunyai rata-rata tingkat presisi untuk keliling pipa adalah 98.96 % dan sudut belokan pipa adalah 100 %. Perbedaan keliling pipa antara mal bentangan belokan pipa dengan pipa sebenarnya disebabkan oleh karena tebal pipa yang berbeda-beda tergantung pada pabrikasi pembuatannya. Ditinjau dari segi karakteristik pipa sesuai dengan standar ASME, maka untuk pipa dengan ukuran diameter 1/8 hingga 12 inch mempunyai ukuran diameter luar yang lebih besar dari NPS, sedangkan pipa dengan ukuran diameter lebih besar 14 inch mempunyai ukuran diameter luar sama dengan NPS. Dari penelitian ini dapat terlihat bahwa semakin besar ukuran diameter luar pipa, maka tingkat presisi untuk keliling pipa akan semakin mendekati atau sama dengan 100 % karena ukuran diameter luar pipa akan semakin mendekati atau sama dengan NPS.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Duane H., and Bruce L., "*Mastering Matlab*", Prentice-Hall, United States of America, 1996.
- [2] ISO Standards Handbook, "*Technical Drawings ISO 1101 : 1983 Part 2, Mechanical Engineering Drawings (Second Edition)*", 1991.
- [3] Roy A. Parisher, and Robert A. Rhea, "*Pipe Drafting and Design (Second Edition)*", United States of America : Butterworth-Heinemann, 2002.
- [4] Susilawati Indah, "Simulasi Pembangkitan Sinyal *8-Phase Shift Keying* Berbasis Matlab", Telkominka, 2009.
- [5] Victor Helguero M., "*Piping Stress Handbook (Second Edition)*", Gulf Pub. Co., Texas, 1986.
- [6] Widiarsono T., "Tutorial Praktis Belajar Matlab", Jakarta, 2005.
- [7] Wunderlin S., dan Soegianto D., "Menggambar Teknik 2. Swiss : Proyek Politeknik Mekanik Swiss", Institut Teknologi Bandung, 1982.