

## PERANCANGAN SISTEM PERPIPAAN GAS KOTA UNTUK RUMAH TANGGA PADA APARTEMEN X DI DEPOK

**Fariza Ahmad Satriaperdana, Fariza Ahmad Satriaperdana, Asep Handaya Saputra**

<sup>1</sup>Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, Depok, 16421, Indonesia  
farizahmad@live.com

### Abstrak

Gas kota yang berasal dari gas alam dapat menjadi solusi karena Indonesia memiliki cadangan gas alam yang besar. Seiring bertumbuhnya jumlah penduduk, maka kebutuhan energi khususnya untuk rumah tangga akan terus meningkat. Bertumbuhnya penduduk juga memperbesar jumlah tempat tinggal yang harus tersedia dan apartemen atau rumah susun menjadi salah satu solusi yang populer belakangan ini. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan diketahui bagaimana rancangan perpipaan distribusi gas kota untuk apartemen yang terbaik. Penelitian ini akan mengambil studi kasus pada apartemen X yang berada di Depok. Penelitian dimulai dengan mengambil data-data seperti menghitung kebutuhan gas kota untuk tiap rumah tangga, dan kondisi operasi gas kota di Depok. Hasil simulasi menunjukkan pipa utama yang digunakan adalah pipa PE SDR 11 63 mm, lalu pipa distribusi tiap sektor menggunakan pipa carbon steel  $\frac{3}{4}$  inch. Kedua ukuran pipa tersebut dapat menghantarkan gas dengan laju alir 0,2 m<sup>3</sup>/hr yang dibutuhkan tiap unit. Investasi yang dibutuhkan untuk membangun jaringan pipa distribusi gas pada apartemen X adalah Rp. 6,88 miliar rupiah.

**Kata kunci:** Gas kota, rancangan sistem perpipaan distribusi, distribusi gas apartemen, rumah tangga, gas alam

### Abstract

City gas which is produced from natural gas can be the solution to replace LPG as Indonesia has a massive natural gas reserve. As the population grows, the energy demand especially for household purposes will always increase. The population growth also increase the number of homes needed and apartments are one of the most popular type of home that people chose. A suitable piping system for apartment is necessary therefore this paper's goal is to find the best design of piping system for Apartment X in Depok . This study will start by gathering datas such as gas demand for household in Depok. Next there will be a simulation for the piping system design which covers all apartment unit by using a software, FluidFlow Piping System. The simulation results in having PE SDR 11 63 mm pipe as mainline, and carbon steel  $\frac{3}{4}$  inch as service pipe. These 2 pipe sizes can distribute natural gas with flowrate of 0.2 m<sup>3</sup>/hr for each consumer. Total investment cost for the piping system in the apartment is Rp. 6,88 billion rupiahs

**Keywords :** City gas, distribution gas piping system design, apartment piping system, natural gas, household

### PENDAHULUAN

Seiring bertumbuhnya jumlah penduduk maka konsumsi dan kebutuhan energi masyarakat akan terus bertambah, tak terkecuali kebutuhan energi rumah tangga. Mayoritas masyarakat sekarang menggunakan gas untuk memasak

dari sumber tabung LPG (Liquefied Petroleum Gas) yang banyak dijual di pasaran, namun ada beberapa bagian di beberapa kota yang sudah terdistribusikan sumber gas dari jaringan gas kota yang merupakan gas alam. Gas kota adalah suatu istilah untuk gas bumi yang sudah

diolah untuk didistribusikan kepada konsumen. Gas kota mempunyai komposisi campuran dari berbagai macam gas seperti hydrogen, karbon monoksida, metana, dan gas hidrokarbon yang mudah menguap, serta gas yang tak punya nilai kalor seperti karbon dioksida dan nitrogen. Gas kota dapat digunakan untuk keperluan rumah tangga seperti memasak dan sistem pemanasan. Keuntungan memakai gas kota adalah sifatnya yang nontoksik jika terhirup, lebih ringan dari udara sehingga jika terjadi kebocoran gas akan menguap tidak seperti gas LPG, ketika terbakar hanya akan menghasilkan panas, karbondioksida, dan uap air serta tidak berbau (Yanwarizal, 2007).

Dengan banyaknya pertumbuhan jumlah penduduk maka banyak juga pertumbuhan hunian tinggal bagi masyarakat, salah satu jenis hunian tersebut yaitu hunian vertikal seperti apartemen. Apartemen mulai populer di kota-kota besar seperti Jabodetabek karena selain lebih murah dibandingkan rumah pada umumnya, dapat juga dijadikan media investasi. Memasuki tahun 2017, tercatat pembangunan unit apartemen baru adalah 24.045 unit (Colliers International, 2017). Pertumbuhan yang pesat ini mengakibatkan adanya peningkatan kebutuhan energi khususnya energi rumah tangga untuk unit-unit apartemen baru tersebut. Setiap unit apartemen umumnya menyediakan fasilitas seperti kompor dan pemanas air untuk kamar mandi yang menggunakan gas sebagai sumber energi. Untuk mengalirkan gas kota ke tiap unit rumah tangga atau apartemen membutuhkan jaringan perpipaan khusus gas kota.

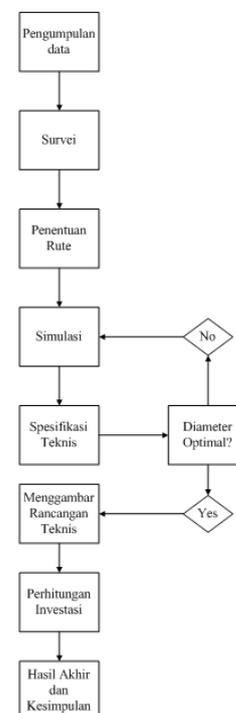
Jaringan gas kota sudah tersedia di Depok. Jaringan pipa secara umum terbagi dua yaitu jaringan pipa transmisi dan distribusi. Jaringan transmisi mengalirkan gas dengan tekanan tinggi dari stasiun pengumpul ke penerima (Off Take Station) sedangkan jaringan pipa distribusi mengalirkan gas dari off take station sampai ke metering station tiap unit rumah dengan tekanan operasi yang lebih rendah. Jaringan perpipaan merupakan media transportasi yang lebih ekonomis, ramah lingkungan, memberikan otomisasi tinggi, dan lebih efisien dalam penggunaan lahan (Novio, 2012)

Potensi kebutuhan energi yang besar pada apartemen-apartemen membuat perlunya sebuah kajian atau penelitian untuk

mempertimbangkan penggunaan gas kota sebagai sumber energi menggantikan LPG. Penggunaan gas kota di apartemen memerlukan disain teknis dari jaringan perpipaan pada apartemen.

## METODE

Skema prosedur penelitian yang akan dilakukan adalah engan tahapan sebagai berikut yaitu pengumpulan data, melakukan desain teknis, menghitung nilai investasi. Rute yang telah dirancang selanjutnya akan dimasukkan kedalam piranti lunak Fluid Flow Piping System untuk mengetahui detail teknis dari rute pipa gas saat beroperasi menyuplai gas ke tiap exit point. Diagram metode penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Skema Tahapan Perancangan Jaringan Perpipaan Gas Kota untuk Rumah Tangga pada Apartemen X di Depok

Saat melakukan simulasi dilakukan beberapa tahap dasar yang dilakukan pada Fluid Flow. Tahap-tahap tersebut adalah sebagai berikut:

a) Memasukkan data gas kota

Pada kondisi default dari piranti lunak, tidak terdapat fluida ‘Gas Kota’ sehingga dibuat fluida baru dengan komposisi gas

kota melalui menu Database > Fluids > New Mix

- b) Memasukkan suhu default komponen  
Suhu pada satu hari dapat bervariasi sehingga menyebabkan suhu dalam tanah yang bervariasi, sehingga untuk memudahkan simulasi dapat digunakan satu suhu default untuk tiap komponen perpipaan. Suhu yang dimasukkan adalah 25°C melalui menu: Calculation>Global Settings>Initial Temperature.8
- c) Merancang jaringan pipa sesuai rute  
Rute-rute yang telah didapatkan sebelumnya lalu dimasukkan kedalam simulasi dengan menggunakan komponen-komponen seperti pipa dan bend. Seluruh panjang pipa dan ketinggian pipa harus sesuai dengan ukuran aslinya pada rute.
- d) Memasukkan data titik suplai dan demand  
Pada titik awal suplai dimasukkan data yaitu tekanan masuk. Sementara pada titik demand dimasukkan flow rate keluar.
- e) Memasukkan diameter pipa dan tipe pipa yang digunakan  
Pada awal simulasi dimasukkan ukuran pipa percobaan berdasarkan prediksi flow rate yang melewati pipa. Pipa yang digunakan adalah PE SDR 11 untuk pipa utama dan pipa carbon steel untuk pipa servis.
- f) Menjalankan simulasi  
Setelah memasukan seluruh input yang diperlukan, simulasi dapat dilakukan dengan menekan tombol calculate. Jika ada data yang belum diinput, simulasi tidak akan konvergen dan error.

Setelah hasil simulasi keluar, akan didapatkan petunjuk-petunjuk dari software mengenai hasil yang optimal menurut kalkulasi. Hasil akhir yang dicari dari simulasi adalah diameter pipa terkecil yang dapat mengalirkan gas dengan optimal.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Apartemen X memiliki 8 lantai dan total 432 unit apartemen dan satu pusat perbelanjaan dengan 12 restoran. Sehingga jika dikalkulasikan total volume kebutuhan gas kota untuk apartemen X dapat dilihat dalam lampiran Tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Volume gas kota yang dibutuhkan

No	Jumlah Unit	Volume dibutuhkan	
		scf/hr	m <sup>3</sup> /hr
1	432	3.083,66	86,92
2	12	685,26	19,32
Total		3.768,92	106,23

Dari tabel diatas didapatkan bahwa total volume yang dibutuhkan per jam adalah 3768,9 scf/hr atau 106,2 m<sup>3</sup>/hr. Sementara total volume yang dibutuhkan untuk sektor apartemen adalah 3083,7 scf/hr atau 86,9 m<sup>3</sup>/hr dan untuk sektor pusat perbelanjaan yaitu adalah 685,3 scf/hr atau 19,3 m<sup>3</sup>/hr.

Lokasi tapping point diambil dari pipa distribusi gas kota depok yaitu pipa pertagas pada Jl. Ir. H. Juanda. Pada kompleks apartemen ini akan dibagi menjadi dua sektor utama yaitu sektor pusat perbelanjaan dan sektor apartemen. Dalam penentuan rute apartemen digunakan posisi persis seperti pada denah yang terdapat pada floor plan apartemen sementara untuk rute pada pusat perbelanjaan akan menggunakan denah site plan sementara dengan mengasumsikan bahwa terdapat 12 gerai restoran yang akan menggunakan gas. Tabel 2 menunjukkan rute yang dibuat pada rancangan.

Tabel 2. Detail Rute Perancangan

Rute	Keterangan
Rute 1	Pipa utama menyuplai langsung dari tapping point pipa pertagas dan mengarah ke kompleks bangunan. Pada pipa utama akan terdapat dua cabang, yang pertama cabang pipa untuk menyuplai sektor pusat perbelanjaan dan cabang kedua untuk menyuplai sektor apartemen. Pada rute 1 perpipaan untuk apartemen akan dibuat dengan sistem closed loop
Rute 2	Pipa utama menyuplai langsung dari tapping

	point pipa pertagas dan mengarah ke kompleks bangunan. Pada pipa utama akan terdapat dua cabang, yang pertama cabang pipa untuk menyuplai sektor pusat perbelanjaan dan cabang kedua untuk menyuplai sektor apartemen. Pada rute 1 perpipaan untuk apartemen akan dibuat dengan sistem open loop
--	--

Diameter pipa utama divariasikan yaitu 40 mm, 63 mm, dan 125 mm agar bisa melihat profil tekanan dan pengaruhnya terhadap tekanan yang masuk ke unit apartemen. Tekanan awal yang digunakan pada tapping point adalah 1000 mbarg, dengan pertimbangan distribusi gas harus mencapai lantai teratas apartemen sehingga digunakan tekanan 1000 mbarg. Jika tekanan awal yang digunakan kurang dari 1000 mbarg, akan terjadi negative pressure pada lantai-lantai tinggi sehingga menyebabkan backflow. Tekanan awal terbesar pada rute 1 adalah 1000 mbarg pada pipa utama 125 mm sedangkan tekanan awal terkecil 999 mbarg ada pada pipa utama 40 mm. Hasil simulasi berupa Pmaks, Pmin, dan Pi dapat dilihat pada Tabel 3.

Pada Tabel 3 dapat disimpulkan bahwa dengan menggunakan ukuran pipa yang bervariasi, maka akan terjadi perubahan tekanan. Ini disebabkan oleh faktor friksi yang dipengaruhi oleh diameter dan panjang pipa serta percabangan pipa utama. Semakin besar diameter pipa maka tekanan dalam pipa akan semakin besar dan mendekati tekanan awal masuk, dan penurunan tekanan yang terjadi akan lebih kecil.

Tabel 3. Hasil Simulasi Tekanan Pipa Utama Rute 1

Diameter Pipa (mm)	Pmaks (mbarg)	Pmin (mbarg)	Pi (mbarg)
40	999	921	136,9
63	1000	943	137,3
125	1000	998	137,5

Keterangan

Pmaks : tekanan pipa utama pada percabangan pertama  
Pmin : tekanan pipa utama pada percabangan paling jauh  
Pi : tekanan terkecil yang masuk ke gas meter perumahan

Pipa serta komponen perpipaan yang digunakan akan mempengaruhi profil tekanan dan juga biaya investasi. Hasil simulasi pipa dan komponen yang diperlukan untuk rute 1 dapat dilihat pada Tabel 4 dan 5

Tabel 4. Hasil Simulasi Panjang Pipa Rute 1

Diameter Pipa	Panjang Pipa (m)	Total (m)
40/63/125 mm	296	296
3/4 inch (carbon steel)	2610,8	2610,8

Tabel 5. Hasil Simulasi Komponen Perpipaan Rute 1

Komponen	Jumlah
Bend - Idelchik	46
Tee Junction - Idelchik	379
Pressure Control Valve	9

Pada rute ini terdapat 2 percabangan pipa utama dengan menggunakan pipa utama 63 mm yang mendistribusikan gas kota untuk 2 sektor utama yaitu sektor apartemen yang memiliki kebutuhan 3768,9 scf/hr atau 106,2 m<sup>3</sup>/hr serta sektor pusat perbelanjaan yang memiliki kebutuhan 685,3 scf/hr atau 19,3 m<sup>3</sup>/hr. Tekanan gas kota pada titik percabangan harus dijaga supaya dapat menyuplai tiap sektor. Oleh karena itu dilakukan simulasi menggunakan pipa utama dengan 3 diameter yang berbeda. Semakin kecil diameter pipa utama maka terjadi penurunan tekanan akibat faktor friksi. Penggunaan pipa dengan diameter 63 mm dipilih karena merupakan pipa dengan diameter terkecil namun sudah dapat memberikan tekanan terkecil yang masuk tiap rumah sebesar 137,3 mbarg. Tekanan ini adalah tekanan yang akan masuk pada tiap-tiap unit apartemen. Nilai ini masih berada diatas tekanan normal terkecil yang dioperasikan operator gas pada alat metering yaitu 200 mm water column g atau sekitar 19.6 mbarg dan dibawah tekanan maksimum gas meter tiap unit yaitu 500 mbarg. Dalam simulasi juga

sebenarnya dapat digunakan pipa dengan diameter lebih kecil yaitu 40mm, namun untuk alasan adanya kemungkinan perluasan jaringan pipa, digunakan pipa 63 mm agar dapat mengakomodir percabangan baru. Untuk pipa yang masuk pada tiap-tiap blok, akan digunakan pipa carbon steel dengan diameter  $\frac{3}{4}$  inch. Sedangkan pipa servis yang digunakan memiliki diameter  $\frac{3}{4}$  inch.

Pada rute ini total panjang pipa utama yang digunakan adalah 296 m, dan pipa carbon steel  $\frac{3}{4}$  inch sepanjang 2610,8 m.

Diameter pipa utama divariasikan yaitu 40 mm, 63 mm, dan 125 mm agar bisa melihat profil tekanan dan pengaruhnya terhadap tekanan yang masuk ke unit apartemen. Tekanan awal terbesar pada rute 2 adalah 1000 mbarg pada pipa utama 125 mm sedangkan tekanan awal terkecil 999 mbarg ada pada pipa utama 40 mm. Hasil simulasi berupa Pmaks, Pmin, dan Pi dapat dilihat pada Tabel 6.

Pada Tabel 6 dapat disimpulkan bahwa dengan menggunakan ukuran pipa yang bervariasi, maka akan terjadi perubahan tekanan. Ini disebabkan oleh faktor friksi yang dipengaruhi oleh diameter dan panjang pipa serta percabangan pipa utama. Semakin besar diameter pipa maka tekanan dalam pipa akan semakin besar dan mendekati tekanan awal masuk, dan penurunan tekanan yang terjadi akan lebih kecil.

Tabel 6. Hasil Simulasi Pipa Utama Rute 2

Diameter Pipa (mm)	Pmaks (mbarg)	Pmin (mbarg)	Pi (mbarg)
43	999	931	125.3
63	1000	943	126.2
125	1000	982	126.6

#### Keterangan

Pmaks : tekanan pipa utama pada percabangan pertama

Pmin : tekanan pipa utama pada percabangan paling jauh

Pi : tekanan terkecil yang masuk ke gas meter perumahan

Pipa serta komponen perpipaan yang digunakan akan mempengaruhi profil tekanan dan juga biaya investasi. Hasil simulasi pipa dan komponen yang diperlukan untuk rute 1 dapat dilihat pada Tabel 7 dan 8.

Tabel 7. Hasil Simulasi Panjang Pipa Rute 2

Diameter Pipa	Panjang Pipa (m)	Total (m)
40/63/125 mm	286	286
$\frac{3}{4}$ inch (carbon steel)	1687,5	1687,5

Tabel 8. Hasil Simulasi Komponen Perpipaan Rute 2

Komponen	Jumlah
Bend - Idelchik	6
Tee Junction - Idelchik	364
Pressure Control Valve	9
Cross Junction - Idelchik	128

Pada rute ini terdapat 2 percabangan pipa utama dengan menggunakan pipa utama 63 mm yang mendistribusikan gas kota untuk 2 sektor utama yaitu sektor apartemen yang memiliki kebutuhan 3768,9 scf/hr atau 106,2 m<sup>3</sup>/hr serta sektor pusat perbelanjaan yang memiliki kebutuhan 685,3 scf/hr atau 19,3 m<sup>3</sup>/hr. Tekanan gas kota pada titik percabangan harus dijaga supaya dapat menyuplai tiap sektor. Oleh karena itu dilakukan simulasi menggunakan pipa utama dengan 3 diameter yang berbeda. Semakin kecil diameter pipa utama maka terjadi penurunan tekanan akibat faktor friksi. Penggunaan pipa dengan diameter 63 mm dipilih karena merupakan pipa dengan diameter terkecil namun sudah dapat memberikan tekanan terkecil yang masuk tiap rumah sebesar 126.2 mbarg. Tekanan ini adalah tekanan yang akan masuk pada tiap-tiap unit apartemen. Nilai ini masih berada diatas tekanan normal terkecil yang dioperasikan operator gas pada alat metering yaitu 200 mm water column g atau sekitar 19.6 mbarg dan dibawah tekanan maksimum gas meter tiap unit yaitu 500 mbarg. Dalam simulasi juga sebenarnya dapat digunakan pipa dengan diameter lebih kecil yaitu 40mm, namun untuk alasan adanya kemungkinan perluasan jaringan pipa, digunakan pipa 63 mm agar dapat mengakomodir percabangan baru. Untuk pipa yang masuk pada tiap-tiap blok, akan digunakan pipa carbon steel dengan diameter  $\frac{3}{4}$  inch. Sedangkan pipa servis yang digunakan memiliki diameter  $\frac{3}{4}$  inch.

Pada rute ini total panjang pipa utama yang digunakan adalah 286 m, pipa 63 mm sepanjang 40 m, dan untuk pipa 20 mm sepanjang 1586,65 m. Pada rute ini didapatkan hasil simulasi yang konvergen, namun ada beberapa kendala seperti aliran gas yang tidak stabil pada beberapa titik dalam rute sehingga tidak disarankan untuk menggunakan rute 2.

### Desain Pemasangan Pipa Utama

Pada jaringan ini pipa distribusi gas apartemen ini pipa distribusi terbagi dua yaitu pipa utama dari tapping point (PE SDR 11 63 mm) dan pipa cabang ke sektor mal dan apartemen (Carbon Steel  $\frac{3}{4}$  inch). Pada tapping point terdapat metering/regulating station (M/RS) untuk menjaga tekanan masuk pipa utama sebesar 1000 mbarg.

Pipa utama menggunakan bahan pipa PE SDR 11. Pipa jenis ini memiliki sifat yang lentur. Pipa ini juga sangat umum digunakan untuk jaringan distribusi gas. Pemasangan pipa harus mengikuti peraturan yang terdapat pada ASME B31.8-2012. Pipa utama merupakan pipa yang tersambung langsung dengan jaringan pipa distribusi gas kota. Pada *tapping point* terdapat *metering/regulating station* (M/RS) untuk menjaga tekanan masuk pipa utama sebesar 1000 mbarg. Pipa ini menggunakan PE SDR 11 63mm dan akan mendistribusikan gas kepada dua percabangan utama yaitu ke sektor mal dan apartemen. Pada percabangan pipa ke arah mal digunakan *reducing tee* berukuran  $2'' \times 2'' \times \frac{3}{4}''$  sementara untuk percabangan pipa ke arah apartemen digunakan *reducing elbow* berukuran  $2'' \times \frac{3}{4}''$  karena pipa percabangan yang masuk kedalam gedung akan menggunakan pipa *carbon steel* berukuran  $\frac{3}{4}$  inch. Pada tiap percabangan juga digunakan *pressure regulator* dengan bentuk *butterfly pressure control valve* untuk menjaga tekanan yang masuk dan mengalir pada tiap cabang sebesar 150 mbarg.

### Desain Pemasangan Pipa Mal

Pada jaringan pipa mal digunakan pipa carbon steel dengan ukuran  $\frac{3}{4}$  inch dari awal percabangan dari pipa utama. Pada jaringan ini terdapat dua belas titik keluar (exit point) ke setiap restoran-restoran. Setiap percabangan menuju titik keluar akan menggunakan tee dengan ukuran  $\frac{3}{4}'' \times \frac{3}{4}'' \times \frac{3}{4}''$  serta elbow dengan ukuran  $\frac{3}{4}'' \times \frac{3}{4}''$ .

### Desain Pemasangan Pipa Apartemen

Pada jaringan pipa apartemen digunakan pipa carbon steel dengan ukuran  $\frac{3}{4}''$  dari awal percabangan pipa utama. Jaringan pipa ini mendistribusikan gas ke delapan lantai dan setiap lantai memiliki 54 unit sehingga memiliki total 432 titik keluar. Jaringan pipa distribusi setiap lantai merupakan jaringan tipikal sehingga dari lantai satu sampai lantai delapan memiliki desain jaringan dan jumlah komponen pipa yang sama. Pada tiap lantai digunakan *pressure regulator* berbentuk *butterfly pressure control valve* untuk menjaga tekanan yang masuk pada tiap lantai sebesar 150 mbarg. Setiap percabangan dari pipa distribusi apartemen menuju titik keluar akan digunakan tee dengan ukuran  $\frac{3}{4}'' \times \frac{3}{4}'' \times \frac{3}{4}''$ . Sementara untuk menyambungkan jaringan pipa digunakan juga elbow dengan ukuran  $\frac{3}{4}'' \times \frac{3}{4}''$ .

### Desain Pemasangan Pipa Servis

Setiap titik keluar akan memiliki desain yang sama atau tipikal. Pipa percabangan menuju titik keluar disebut juga pipa servis. Pipa servis menggunakan pipa carbon steel berukuran  $\frac{3}{4}''$ . Komponen penunjang pada pipa servis merupakan *gas meter*, *pressure control valve* untuk menjaga tekanan yang masuk pada tiap unit/titik keluar, *tee* berukuran  $\frac{3}{4}'' \times \frac{3}{4}'' \times \frac{3}{4}''$  dan *elbow* berukuran  $\frac{3}{4}'' \times \frac{3}{4}''$ , dan *exit valve* untuk mengatur aliran gas yang mengarah ke selang kompor untuk setiap apartemen.

### Biaya Investasi Pipa Utama

Biaya investasi pipa merupakan hal utama yang mempengaruhi biaya investasi keseluruhan. Umumnya penggunaan pipa PE sudah sering digunakan dalam jaringan pipa distribusi gas tekanan rendah dibandingkan penggunaan carbon steel. Namun dalam jaringan dalam ini, akan digunakan pipa PE hanya pada pipa distribusi utama yang mengalirkan gas dari tapping point menuju kompleks apartemen. Untuk pipa yang digunakan didalam apartemen dan pusat perbelanjaan akan menggunakan pipa carbon steel.

Pada Tabel 9 dibawah dapat dilihat hasil perhitungan biaya investasi untuk pembangunan jaringan pipa pada apartemen.

Tabel 9. Biaya Investasi Pipa

Jenis dan Diameter Pipa	Harga Pipa	Tahap 1	
		Panjang Pipa	Biaya Investasi
PE SDR 11 (63 mm)	Rp. 64.900	296 m	Rp. 19.210.400
Carbon Steel (3/4 inch)	Rp. 190.000	2610.8 m	Rp. 496.052.000
Total Biaya Investasi			Rp. 515.262.400

Selanjutnya akan dilakukan perhitungan investasi untuk komponen yang masuk kedalam tiap unit yaitu regulator, komponen perpipaan penunjang, dan biaya kontruksi yang akan menggunakan data dari harga pasar. Untuk biaya instalasi, persiapan lahan, dan biaya tak terduga akan menggunakan asumsi dari besaran cost factor. Dari perhitungan didapatkan hasil total biaya investasi pada jaringan pipa sebesar Rp. 6.888.377.628.

### Biaya Investasi Pipa Servis

Rincian biaya investasi untuk pemasangan pipa servis dapat dilihat pada Tabel 11. Biaya ini terdiri dari pipa, elbow, pressure regulator, dan gas meter. Total biaya per rumah tangga adalah Rp. 2.880.000

Tabel 11. Biaya Investasi Pipa Servis tiap unit

Komponen	Kebutuhan	Satuan	Harga Satuan	Total Harga
Pipa Carbon Steel ¾ inch	1.2	m	Rp. 190.000	Rp. 228.000
Elbow 90 degree	2	buah	Rp. 76.000	Rp. 152.000
Shut off ball valve	1	buah	Rp. 139.000	Rp. 139.000
Pressure regulator	1	buah	Rp. 231.000	Rp. 231.000
Gas meter	1	buah	Rp. 2.130.000	Rp. 2.130.000
Total				Rp. 2.880.000

### SIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil perancangan sistem perpipaan gas kota untuk rumah tangga pada apartemen X di Depok dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu tekanan pada tapping point yang digunakan adalah 1000 mbarg, tekanan terkecil yang masuk pada unit apartemen adalah 136,9 mbarg, rancangan ini menggunakan pipa PE SDR 11 63 mm untuk pipa utama dan pipa carbon steel ¾ inch untuk pipa servis.

Hasil rancangan juga mendapatkan total panjang pipa utama 296 m dan pipa carbon steel ¾ inch sepanjang 2610,8 m sehingga total pipa yang digunakan adalah 2906,8 m. Pengaturan tekanan masuk tiap sektor dan lantai menggunakan 9 pressure regulator yang di set pada 150 mbarg.

Investasi yang dibutuhkan untuk membangun jaringan pipa distribusi gas pada apartemen X adalah Rp. 6.888.377.628. Dan biaya untuk pipa servis adalah Rp. 2.880.000

### DAFTAR PUSTAKA

- A.T., McDonald, Fox, R.W, 1998, Introduction to Fluid Mechanics 5ed., New York : John Willey & Sons, Inc.
- Burhan, Vicario, 2015, "Gas Distribution Pipeline Design for Housing and Commercial Sectors in Kebayoran Baru", Depok, Program Sarjana Fakultas Teknik UI
- British Petroleum, 2016, *BP Statistical Review of World Energy June 2016*, London: British Petroleum.
- Fauzan Rahman Haq, 2006, "Perancangan Sistem Perpipaan Distribusi Gas Kota Depok", Depok : Program Sarjana Fakultas Teknik UI
- Mohitpour, M., Golshan,H., dan Murray, M. A. (2007). Pipeline Design and Construction: A Practical Approach.(Ed ke-3). New York: ASME
- Mokhatab, S., Poe, W.A., dan Mak, J.Y. (2015). Handbook of Natural Gas Transmission and Processing: Principles and Practices .(Ed ke-3). Oxford: Gulf Professional Publishing
- Piping Systems FLUID FLOW Simulation Software User Manual*, Northern Ireland : Flite Software Ltd.
- Raswari, 1986, Perencanaan dan Penggambaran Sistem Perpipaan, Jakarta : Universitas Indonesia Press

The American Society of Mechanical Engineers, 2012, Gas Transmission and Distribution Piping Systems, ASME B31.8-2012 Edition, New York

Yanwarizal, 2007, “Perancangan Sistem Perpipaan Distribusi Gas Kota Di Perumahan Dengan Studi Kasus Di Pesona Kayangan Estat Depok”, Depok : Program Sarjana Fakultas Teknik.