



SIMULATOR UNTUK MENENTUKAN DISTRIBUSI TEKANAN DAN HEATING VALUE PADA SISTEM JARINGAN PIPA GAS

Oleh

Mubassiran.^{1,2}, Riza, L. S.¹, Sidarto, K. A.^{1,3}, Mucharam, L.^{1,4}, Barato, W. U.¹

¹RC - OPPINET, Institut Teknologi Bandung

²Manajemen Informatika, Politeknik Pos Indonesia

³Department Matematika, Institut Teknologi Bandung

⁴Department Teknik Perminyakan, Institut Teknologi Bandung

ABSTRAK

Perusahaan operator gas memiliki tanggung jawab untuk menyediakan gas ke konsumen dengan laju alir, tekanan dan heating value tertentu sesuai dengan kontrak penjualan. Dalam jaringan pipa gas yang kompleks terdapat beberapa sumber gas (supply) yang memiliki komposisi yang berbeda dan multi outlet, sehingga dimungkinkan terjadi perubahan komposisi dan heating value di dalam sistem jaringan tersebut. Oleh karena itu sangat penting bagi perusahaan operator gas untuk memiliki suatu simulator yang bertujuan memprediksi tekanan di tiap titik, laju alir di tiap segmen, komposisi dan heating value di tiap node.

Dalam paper ini akan dipaparkan sebuah simulator untuk memprediksi tekanan di tiap titik, laju alir di tiap segmen, komposisi dan heating value di tiap node.

Metode yang digunakan dalam pengembangan simulator ini, yaitu metode matematika dan metode pengembangan perangkat lunak. Metode matematika yang digunakan untuk mencari solusi optimum dari permasalahan ini adalah algoritma genetika dan newton. Sedangkan metode untuk pengembangan perangkat lunak adalah metode berorientasi objek. Simulator yang dikembangkan telah diujicobakan dengan data lapangan dan hasilnya telah dibandingkan dengan software lain (TGNet) dengan hasil memuaskan.

Kata kunci : simulator, metode berorientasi objek, algoritma genetika.

PENDAHULUAN

Dewasa ini, gas alam mulai mengambil peran penting dalam sektor industri maupun sektor konsumsi publik. Hal ini

karena gas alam adalah sumber energi yang bersih dan ramah lingkungan. Maka, permintaan gas alam sebagai sumber energi semakin meningkat walaupun harganya juga semakin naik.

Perusahaan operator gas mempunyai tanggung jawab untuk menyediakan gas dengan laju alir, tekanan dan heating value tertentu kepada konsumen sesuai dengan kontrak yang telah disepakati sebelumnya. Maka dari itu, perusahaan operator harus dapat menjaga distribusi tekanan di setiap titik pengiriman (titik masukan konsumen) untuk memenuhi kontrak, sekaligus untuk memperkirakan kenaikan permintaan konsumen di masa yang akan datang.

Tulisan ini difokuskan pada pengembangan simulator untuk penentuan distribusi tekanan gas dan heating value pada sebuah jaringan pipa alir yang kompleks. Jaringan pipa alir gas dianggap sebagai sebuah sistem yang tersusun atas banyak pipa alir yang saling berhubungan, sehingga dapat dianggap bahwa aliran yang terjadi dari titik pengiriman ke titik penerimaan adalah aliran steady-state.

Pemodelan yang digunakan dalam pengembangan simulator ini meliputi pemodelan matematika dan pemodelan perangkat lunak. Pemodelan matematika yang digunakan untuk menyelesaikan masalah adalah kombinasi algoritma genetika dan metode Newton. Sedangkan pemodelan perangkat lunak menggunakan model berorientasi objek. Simulator yang dikembangkan telah diujicobakan dengan data lapangan dan hasilnya telah dibandingkan dengan software lain (TGNet) dengan hasil memuaskan.

METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi yang dikembangkan dalam penelitian ini seperti diilustrasikan pada Gambar 1.

PEMODELAN SISTEM

Pemodelan Matematika

A. Model Sistem Untuk Menghitung Distribusi Tekanan

Model sistem yang digunakan untuk merepresentasikan sistem pipa aliran gas adalah sistem keseimbangan aliran pada node. Model ini membutuhkan node dan Elemen Penghubung Node (EPN). Dalam paper ini, jaringan pipa gas dipandang sebagai node dan elemen penghubung node (Mucharam (2007))). Sistem ini di bangun berdasarkan pada asumsi sebagai berikut : kondisi sistem isothermal, aliran gas dalam pipa steady-state, compressors dan control valves tidak diikutsertakan dalam pemodelan.

Sebagaimana yang telah diungkapkan sebelumnya, EPN dipandang dalam paper ini terbatas pada pipa yang menghubungkan node : i and j , memiliki panjang L_{ij} (dalam miles) dan inside diameter D_{ij} (dalam inch). Model persamaan aliran dalam pipa horizontal yang digunakan adalah persamaan Panhandle sebagai berikut :

$$Q_{ij} = S_{ij} \frac{CED_{ij}^{2.6128} \left| P_i^2 - P_j^2 \right|^{0.5394}}{SGg^{0.4606} T^{0.5394} L_{ij}^{0.5394}} \quad (1)$$

Dengan Q_{ij} gas flow rate dalam segmen pipa antara nodes i dan j , p_i dan p_j adalah tekanan pada nodes i dan j , sedangkan C adalah sebuah konstanta. Indeks i menyatakan "dari" node dan indeks j menunjukkan "ke" node. Aliran dari i ke j positif.

Metode untuk menyelesaikan sistem model adalah dengan menggunakan kombinasi antara algoritma Genetik

dan Metode Newton. Penjelasan lebih rinci lihat pada (Mucharam (2007)).

B. Model Sistem Untuk Menghitung Komposisi Dan Heating Value

Sebelum heating value pada outlet ditentukan, komposisi di setiap node harus dihitung lebih dahulu. Pada paper ini, asumsi yang digunakan adalah aliran turbulence. Penjelasan lebih lanjut mengenai model perhitungan komposisi dan heating value dapat dilihat pada paper (Mucharam (2007)).

Model Pengembangan Perangkat Lunak (simulator)

Model yang digunakan untuk pengembangan perangkat lunak ini mengadopsi model proses pengembangan perangkat lunak dengan *Unified Process* (UP) (Roger (2001)). Model proses pengembangan perangkat lunak menggambarkan pendekatan untuk membangun, menyebarkan, dan memelihara perangkat lunak. UP muncul menjadi proses pengembangan perangkat lunak secara iteratif yang paling populer saat ini, terutama untuk membangun sistem berorientasi objek.

Ciri khas dalam UP, dan pendekatan proses pengembangan perangkat lunak modern yang lain, adalah pengembangan perangkat lunak secara iteratif (berulang) dan inkremental (bertahap). Dengan pendekatan ini, pengembangan perangkat lunak disusun ke dalam bagian-bagian proyek yang lebih kecil dalam suatu kerangka waktu yang sudah ditentukan yang disebut sebagai iterasi. Hasil dari setiap iterasi ini diuji, diintegrasikan, dan merupakan bagian dari deliverable perangkat lunak secara keseluruhan. Setiap iterasi memiliki aktivitas analisis kebutuhan, desain,

implementasi, dan pengujian sendiri. Sistem yang dibangun secara bertahap akan bertambah hingga semua kebutuhan pengembangan sistem terpenuhi.

Analisis sistem dan Perancangan Perangkat Lunak Simulasi

Pengembangan perangkat lunak simulasi ini dilakukan dengan metode berorientasi objek dan menggunakan *Unified Modeling Language* (UML) sebagai bahasa pemodelannya. Dari hasil analisis yang dilakukan diperoleh kebutuhan fungsional dari simulator sebagai berikut :

1. simulator harus mampu menghitung dan menampilkan distribusi tekanan (baik berupa tabel maupun grafis) pada masing-masing node.
2. simulator harus mampu menghitung dan menampilkan flowrate pada masing-masing segmen.
3. simulator mampu menampilkan arah alir gas secara grafis.
4. simulator mampu menghitung dan menampilkan perubahan komposisi yang terjadi pada setiap node.
5. simulator mampu menghitung dan menampilkan heating value pada setiap inlet dan outlet.

Dengan menggunakan diagram UML, kelima kebutuhan fungsional diatas dapat digambarkan secara sederhana seperti pada diagram use case pada Gambar 2.

Hasil model pada tahapan analisis digunakan pada tahapan perancangan yang salah satu tujuannya adalah untuk menentukan Class diagram yang kemudian diterjemahkan menjadi kode program. Class diagram simulator ini dapat dilihat pada Gambar 3.

Class diagram memperlihatkan aturan-aturan dan tanggung jawab entitas entitas yang menentukan perilaku dari sistem. Selama tahap perancangan, kelas diagram berperan dalam menangkap struktur dari semua kelas yang membentuk arsitektur sistem yang dibangun. Seluruh kelas yang terdapat pada tahapan ini merupakan gambaran secara garis besar mengenai himpunan objek yang memiliki *responsibility*, *relationship*, operasi/ method, atribut dan semantik yang diimplementasikan pada perangkat lunak.

ANTARMUKA PENGGUNA

Antarmuka yang diberikan kepada pengguna di rancang sedemikian rupa, sehingga mudah digunakan oleh pengguna. Tampilan utama antar muka seperti pada Gambar 4. Panel atau jenis objek yang dapat digunakan dalam perangkat lunak ini seperti diperlihatkan pada Gambar 5. Adapun jenis inputan/masukan yang diberikan oleh pengguna yaitu :

- Data masukan umum (lihat Gambar 6).
- Data masukan pada tiap inlet (lihat Gambar 7).
- Data masukan pada tiap junction dan outlet (lihat Gambar 8).
- Data masukan pada pipa/link (lihat Gambar 9).
- Data masukan sebagai representasi skematis jaringan pipa gas (lihat Gambar 10).

Pada tiap data masukan disediakan beberapa alternative satuan/unit dan pengguna juga dapat memilih persamaan aliran gas dalam pipa, yaitu Panhandle A, Panhandle B, dan Weymouth.

Setelah memasukkan semua data yang diperlukan, software akan mengeluarkan hasil dengan 2 jenis tampilan yaitu dalam grafis (untuk menampilkan arah alir gas) dan dalam tabel (untuk menampilkan distribusi tekanan, laju alir pada tiap segmen pipa dan heating value (lihat Gambar 11 dan 12).

STUDI KASUS

Pada paper sebelumnya telah diujicobakan suatu kasus pada lapangan gas X (lihat paper Mucharam(2007)). Perbandingan hasil perhitungan untuk distribusi tekanan antara software yang dikembangkan dengan software komersial (TGNet) seperti diperlihatkan pada Gambar 13.

KESIMPULAN

1. Perhitungan yang dihasilkan oleh software ini telah di bandingkan dengan software komersil (TGNet) dengan beda capaian kurang dari 6%.
2. Software atau perangkat lunak yang dikembangkan telah memiliki fitur yang cukup untuk digunakan di dunia Industri khususnya pada industri yang mengelola atau memiliki jaringan pipa gas.

RENCANA PENELITIAN SELANJUTNYA

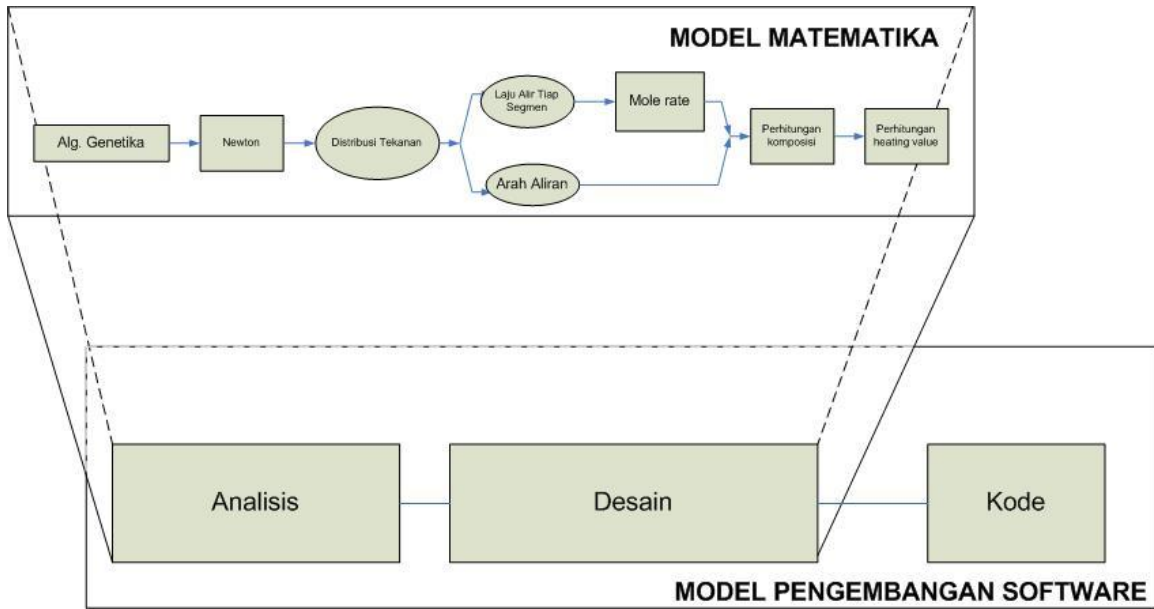
Mengembangkan software ini agar terkoneksi dengan SCADA sehingga penggunaan software ini dapat secara real time.



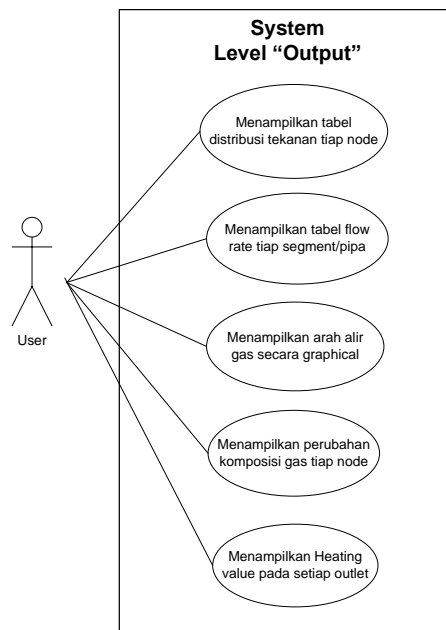
DAFTAR PUSTAKA

L. Mucharam, K.A. Sidarto, L.S. Riza, Mubassiran, S. Sophian, A
“*Compositional Gas Flow Model For Predicting Pressure And Heating Value Distribution In Complex Pipeline Network System*”, paper IPA 07-E-077 presented at 31th annual IPA convention and Exhibition, Jakarta Convention Center, Feb 20, 2007.

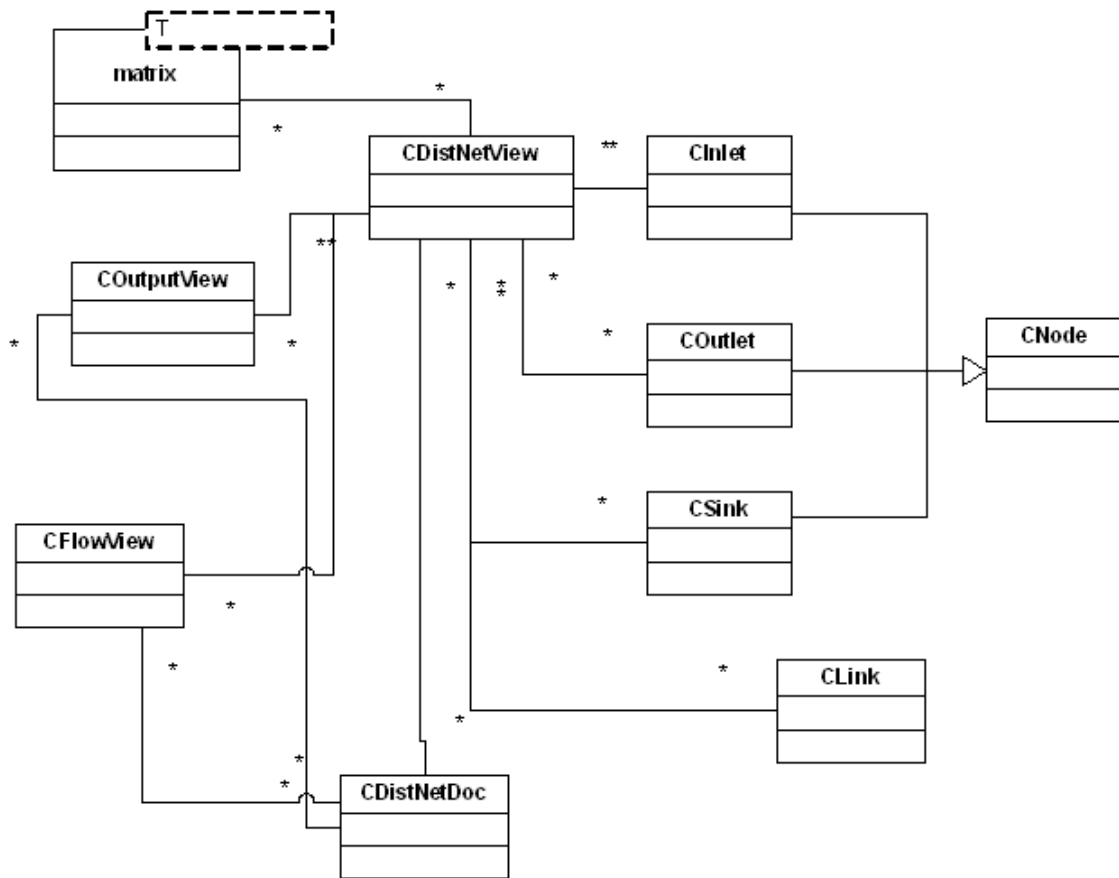
Roger S. Pressman, “*Software Engineering A Practitioner’s Approach*”, McGraw Hill, 2001.



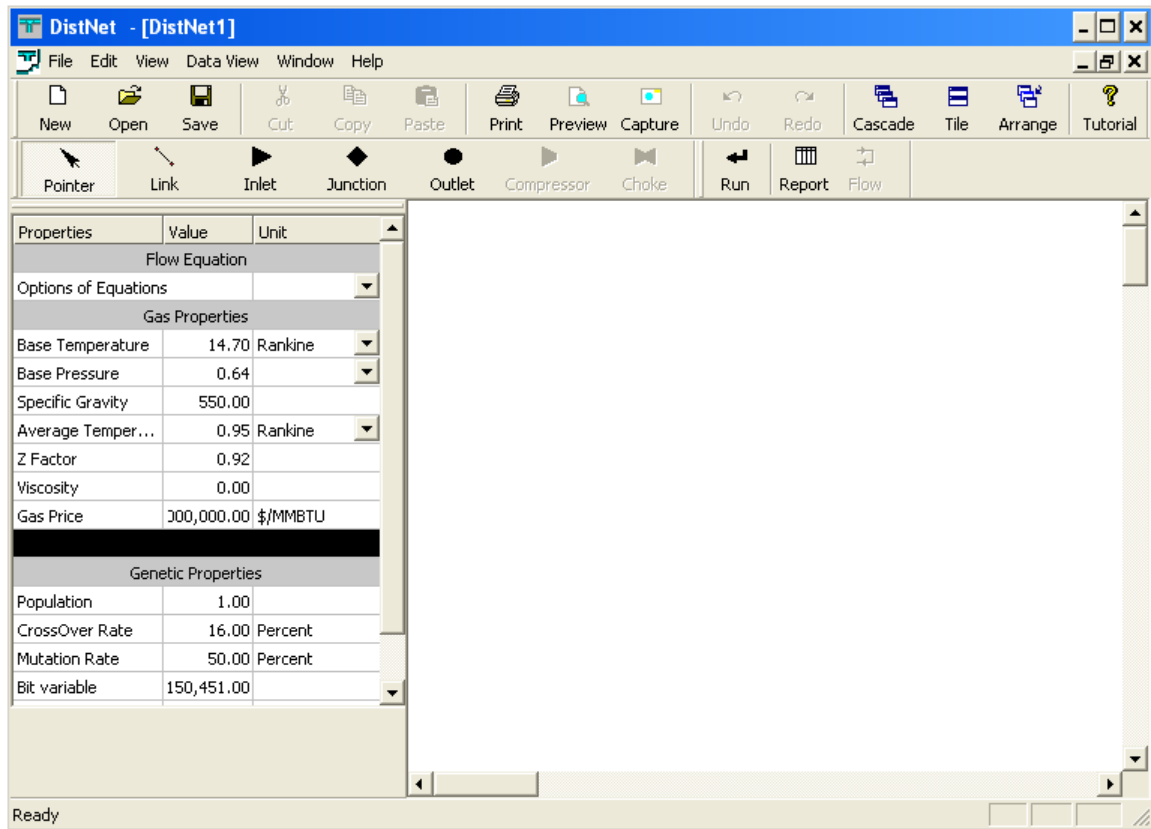
Gambar 1. Metodologi Pengembangan Software



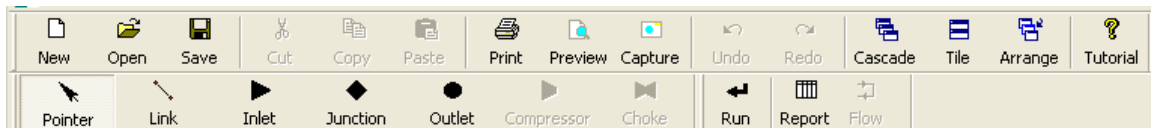
Gambar 2. Diagram Use Case Utama Untuk Software



Gambar 3. Diagram Class Utama Software



Gambar 4. Tampilan Utama Software



Gambar 5. Panel atau Objek

Properties	Value	Unit
Flow Equation		
Options of Equations		
Gas Properties		
Base Temperature	14.70	Rankine
Base Pressure	0.64	
Specific Gravity	550.00	
Average Temper...	0.95	Rankine
Z Factor	0.92	
Viscosity	0.00	
Gas Price	300,000.00	\$/MMBTU
Genetic Properties		
Population	1.00	
CrossOver Rate	16.00	Percent
Mutation Rate	50.00	Percent
Bit variable	150,451.00	

Gambar 6. Tampilan Data Masukan (properties) Umum

Properties	Value	Unit
Name	Inlet - 1	
Elevation(feet)	0.00	Inclination
Pressure Data Input		
Status Pressure		Fix
Pressure Fix	0.00	Psia
Rate Data Input		
Status Rate		Fix
Rate Fix	0.00	MMscfd
Composition Data Input		
CO2	65.17	% mole
N2	0.90	% mole
C1	31.78	% mole
C2	0.69	% mole
C3	0.44	% mole
iC4	0.06	% mole
nC4	0.10	% mole
iC5	0.04	% mole
nC5	0.04	% mole
C6	0.00	% mole
C7+	0.00	% mole

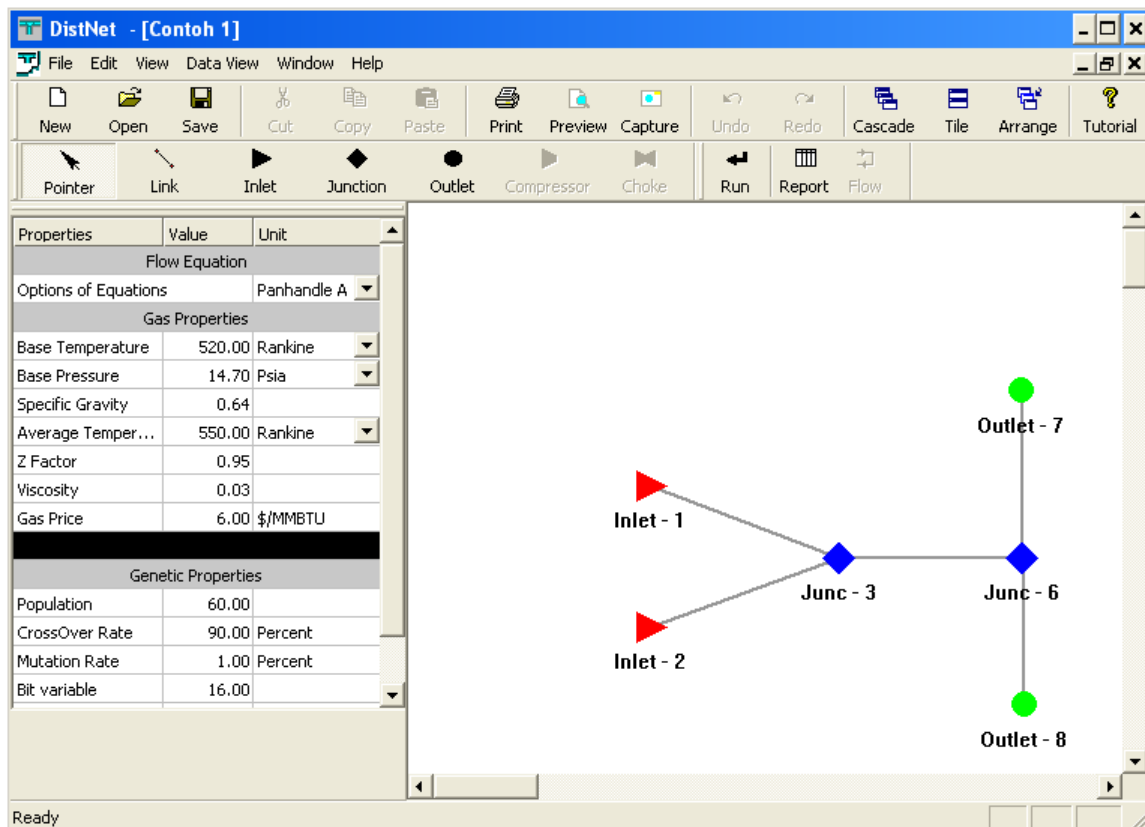
Gambar 7. Tampilan Data Masukan Untuk Inlet

Properties	Value	Unit
Name	Outlet - 2	
Elevation(feet)	0.00	Inclination
Pressure Data Input		
Status Pressure		Fix
Pressure Fix	0.00	Psia
Rate Data Input		
Status Rate		Fix
Rate Fix	0.00	MMscfd

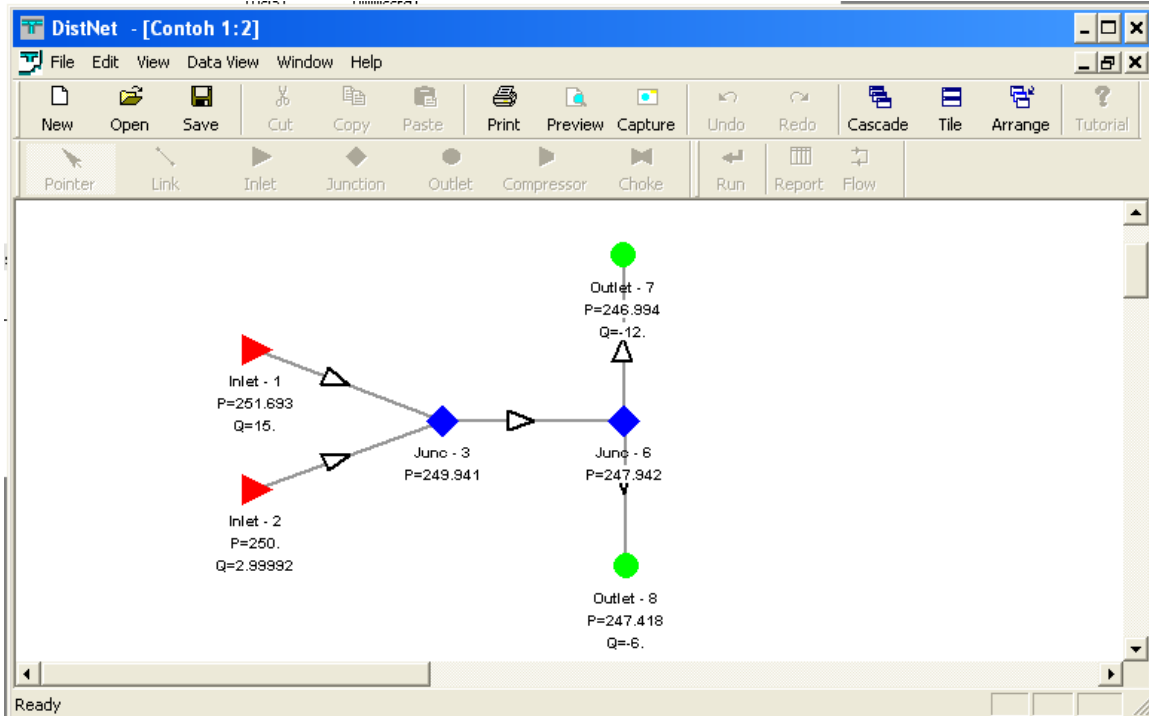
Gambar 8. Tampilan Data Masukan Untuk Junction atau Outlet

Properties	Value	Unit
Name	Link - 4	
Diameter	12.00	Inches
Pipe Length	1.00	miles
Pipe Efficiency		
D factor	1.00	
L factor	1.00	

Gambar 9. Tampilan Data Masukan Untuk Link atau Pipa



Gambar 10. Contoh Tampilan Model Skematis Jaringan Pipa Gas



Gambar 11. Contoh Tampilan Arah Alir Gas

RESULT DATA

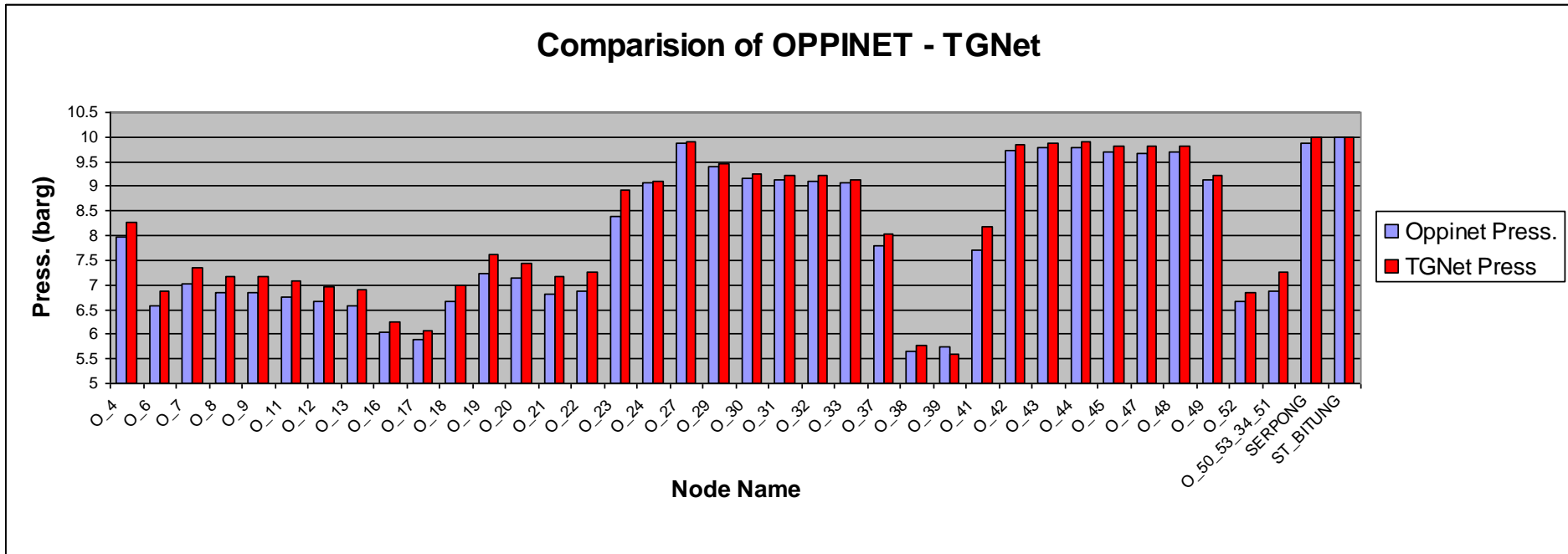
Pressure Distribution:

No	Name Node	Pressure (Psia)	Rate (MMscfd)
1.	Inlet - 1	251.693	15.
2.	Inlet - 2	250.	2.99992
3.	Junc - 3	249.941	0.
4.	Junc - 6	247.942	0.
5.	Outlet - 7	246.994	-12.
6.	Outlet - 8	247.418	-6.

Rate Distribution:

No	Link Name	Segment From Node To Node	Diameter (Inches)	Length (mile)	Flow Rate (MMscfd)
1.	Link - 9	Inlet - 1 Junc - 3	12.	3.	15.
2.	Link - 10	Inlet - 2 Junc - 3	12.	2.	2.9998
3.	Link - 11	Junc - 3 Junc - 6	10.	1.	18.
4.	Link - 12	Junc - 6 Outlet - 8	10.	2.	6.
5.	Link - 13	Junc - 6 Outlet - 7	10.	1.	12.

Gambar 12. Contoh Tampilan Hasil Dalam Bentuk Tabel



Gambar 13. Perbandingan Hasil antara Software yang Dikembangkan Dengan Software Komersial (TNet)