

PENGEMBANGAN PERANGKAT LUNAK UNTUK MENENTUKAN TEKANAN DAN LAJU ALIR PADA JARINGAN PIPA GAS YANG KOMPLEK

Lala Septem Riza^{1,3}, Kuntjoro Adji Sidarto^{2,3}, Mubassiran³

¹Program Studi Ilmu Komputer, Universitas Pendidikan Indonesia

²Departemen Matematika, Institut Teknologi Bandung

³RC - OPPINET, Institut Teknologi Bandung

Abstraksi

Jaringan pipa gas alam terbangun oleh beberapa titik pemasok dan permintaan yang terhubung dengan pipa. Perusahaan operator gas harus bertanggungjawab untuk menyediakan gas ke konsumen dengan laju alir dan tekanan yang telah disepakati dalam kontrak. Oleh karena itu perusahaan sangat memerlukan suatu perangkat lunak yang dapat mensimulasikan dan memperkirakan laju alir dan distribusi tekanan untuk setiap titik permintaan.

Dalam paper ini, akan dipaparkan suatu model dan perancangan perangkat lunak yang dapat memperkirakan atau menentukan laju alir dan distribusi tekanan dari suatu jaringan pipa gas yang kompleks. Perangkat lunak tersebut dibangun dengan memodelkan skematis jaringan dengan menggunakan hukum kirchoff sehingga diperoleh suatu sistem persamaan tak linear. Algoritma genetika dan metode Newton digunakan untuk mencari solusi dari sistem persamaan tak linear tersebut. Perangkat lunak yang telah dibangun berdasarkan pemrograman berorientasi objek dengan menggunakan Visual C++ .Net. Perangkat lunak yang dihasilkan juga telah divalidasi dengan perangkat lunak komersial.

Kata kunci: algoritma genetika, metode Newton, distribusi tekanan, pemrograman berorientasi objek

1. PENDAHULUAN

Saat ini, gas alam memiliki peranan sangan penting dalam menyediakan energi yang bersih lingkungan. Sehingga, permintaan gas sebagai sumber energi terus meningkat dan relatif lebih tinggi dibandingkan minyak. Perusahaan operator gas memiliki tanggung jawab untuk menyediakan gas ke konsumen dengan laju alir dan tekanan tertentu sesuai dengan kontrak. Oleh karena itu, perusahaan seharusnya memiliki suatu perangkat lunak yang dapat mensimulasikan dan memperkirakan laju alir dan distribusi tekanan pada jaringan pipa gas.

Makalah ini memiliki fokus pada perangkat lunak yang dapat menentukan distribusi tekanan dan laju alir pada suatu jaringan pipa gas yang kompleks. Jaringan pipa gas alam dibangun oleh pipa yang menghubungkan satu atau lebih titik pemasok (*supplier*) ke banyak titik permintaan (*delivery points*).

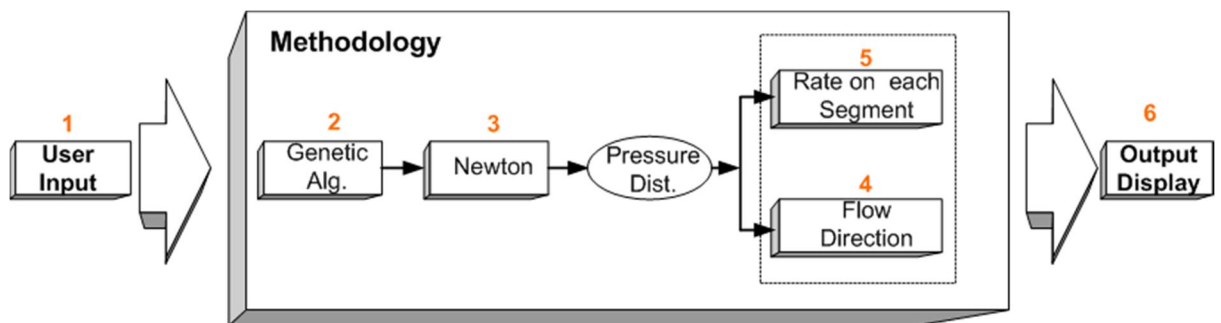
Model sistem yang digunakan untuk merepresentasikan sistem pipa gas adalah metode aliran "*balancing of node flow*". Stoner[1] yang pertama kali membuat model untuk kasus besar. Stoner menyusun untuk memodelkan dalam aliran tunak (*steady state*) dengan menuliskan *continuity equations* pada setiap titik dalam sistem. Persamaan aliran gas pada setiap pipa yang menghubungkan tiap titik kemudian di substitusi kedalam aliran pipa dalam model sehingga diperoleh

suatu sistem persamaan tak linier. Sistem ini akan diselesaikan dengan menggunakan metode gabungan antara algoritma genetika[2] dan metode Newton[3][4]. Algoritma genetika dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan inisial awal yang cukup bagus untuk metode Newton. Dengan menyelesaikan sistem persamaan ini, diperoleh distribusi tekanan dan laju alir dari jaringan pipa gas yang kompleks. Model ini yang kemudian digunakan untuk mengembangkan suatu perangkat lunak untuk menentukan distribusi tekanan gas.

Perangkat lunak dibangun dengan bantuan alat Visual C++ .Net. Penggunaan alat ini bertujuan agar hasil perangkat lunak dapat bersifat *user friendly*, sehingga user atau operator perusahaan minyak dan gas dapat dengan mudah untuk mengoperasikannya. Perangkat lunak ini juga telah dibandingkan dengan perangkat lunak komersial buatan luar negeri (seperti TNet dan Pipephase).

2. METODOLOGI PENELITIAN

Alur proses dari software ini adalah seperti diperlihatkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 1. Metodologi penelitian untuk menentukan distribusi tekanan

Seperti terlihat pada gambar tersebut, terdapat 6 tahapan/proses, yaitu:

Tahap 1. *User Input*. Data masukan terdiri dari

- Sifat gas (*base temperature, base pressure, specific gravity, average temperature, z factor, viscosity*).
- Persamaan aliran dalam pipa (Panhandle A atau B).
- Parameter algoritma Genetic (*population, cross over rate, mutation rate, bit variable, maximum iteration*).
- Model jaringan (skematik dari jaringan yang ingin disimulasikan).
- Properti titik/*node* (semua tekanan *inlet/supply* dan laju alir pada titik konsumen/permintaan).
- Properti segmen/pipa (semua data spesifikasi pipa (panjang, diameter, efisiensi pipa)).

Tahap 2. Menjalankan algoritma genetika. Metode ini bertujuan untuk mencari nilai awal dari metode Newton.

Tahap 3. Menjalankan Metode Newton. Setelah mendapatkan hasil dari algoritma genetika, nilai awal digunakan sebagai masukan ke metode Newton. Hasil dari metode Newton adalah distribusi tekanan pada tiap titik/*node* pada jaringan.

Tahap 4. Arah Alir Gas. Distribusi tekanan yang dihasil pada tahap 3, digunakan untuk menggambarkan alar alir gas.

Tahap 5. Laju Alir Gas pada pipa. Distribusi tekanan yang dihasil pada tahap 3, juga digunakan untuk menghitung laju alir pada tiap segmen/pipa dengan menggunakan persamaan aliran gas.

Tahap 6. Menampilkan Hasil. Tahap ini bertujuan untuk menampilkan keseluruhan hasil secara GUI.

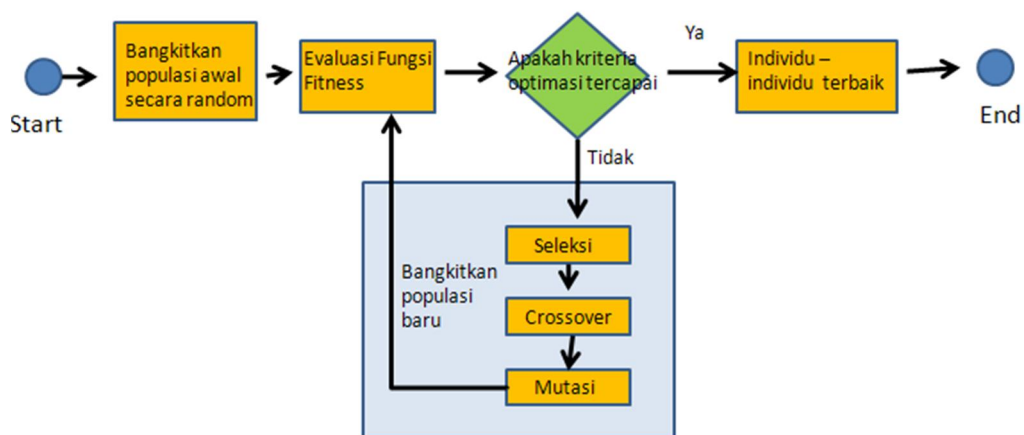
2.1. Pemodelan Matematika

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa model dari jaringan ini didasarkan pada hukum Kirchoff. Dengan melakukan substitusi persamaan aliran gas ke model jaringan, akan diperoleh suatu sistem persamaan tak linear (seperti telah dipaparkan pada makalah[3][4]). Untuk menyelesaikan sistem persamaan tak linear telah dikembangkan suatu metode gabungan yaitu algoritma genetika dan metode Newton. Algoritma Genetika digunakan untuk mendapatkan nilai awal sebagai masukan metode Newton. Alasan penerapan dua metode ini adalah untuk menyelesaikan sistem persamaan tak linear diperlukan suatu teknik yang handal, dalam paper ini diterapkan metode Newton, tetapi metode Newton memiliki sifat sensitif terhadap nilai awal. Sehingga diperlukan suatu metode lain yang tidak sensitif terhadap nilai awal walaupun hasilnya tidak presisi (tapi cukup bagus sebagai nilai awal) maka digunakanlah algoritma genetika.

Metode Genetic Algorithm

Algoritma Genetika (AG) adalah algoritma pencarian acak yang berdasarkan pada mekanisme seleksi alam dan genetika. AG dikembangkan oleh John Holland di University of Michigan pada tahun 1975.

AG bekerja dalam suatu himpunan calon solusi yang disebut populasi. Setiap calon solusi dalam populasi disebut individu. Biasanya pada AG standar, individu direpresentasikan dengan *binary string*. Setiap individu atau string ini dipetakan dalam nilai *fitness* yang merepresentasikan tingkat performa individu tersebut. Setiap individu dalam populasi akan dikenakan suatu operasi untuk memperbaiki nilai *fitness*-nya. Operasi tersebut adalah seleksi atau reproduksi, *crossover* atau perkawinan silang, dan mutasi. Secara singkat, diagram alir dari Algoritma Genetika dapat digambarkan sebagai berikut.



Gambar 2. Diagram alir sederhana dari Algoritma Genetika

Langkah-langkah dasar dalam algoritma genetika adalah[5]:

1. Membangun populasi awal dari kromosom secara random .
2. Menghitung fitness, yang telah didefinisikan. Nilai fitness berkorespondensi dengan nilai peluang suatu individu untuk di reproduksi kembali.
3. Melakukan operator genetika yaitu seleksi, crossover dan mutasi.

Penggunaan metode genetika dalam makalah ini dapat dilihat pada makalah[4]. Hasil dari menjalankan algoritma genetika akan digunakan sebagai inisial awal dari metode newton.

Metode Newton.

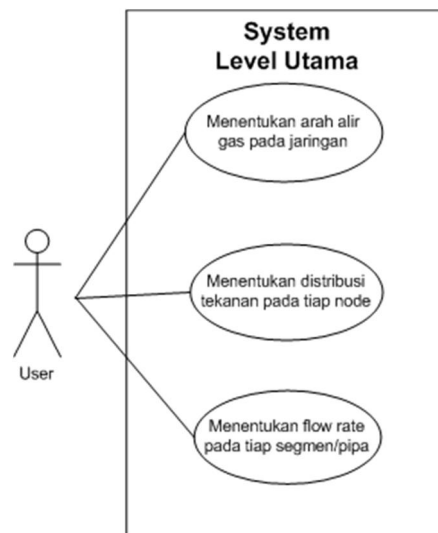
Dalam makalah ini, digunakan metode Newton untuk menyelesaikan system persamaan tak linear. Metode Newton telah diketahui secara luas dan efektif sebagai metode iteratif. Tetapi kekonvergenannya membutuhkan nilai awal yang cukup bagus. Jika nilai awal tidak cukup bagus, metode ini kemungkinan divergen. Tinjauan mengenai metode Newton dapat dilihat pada makalah[3][4].

2.2. Metodologi Perangkat Lunak

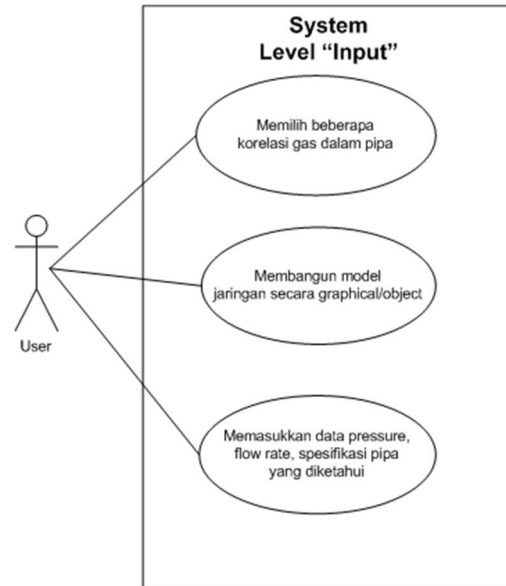
Pengembangan perangkat lunak untuk menentukan distribusi tekanan pada jaringan pipa gas menggunakan prinsip pemrograman berorientasi objek. Sebagian Tahapan pemodelan perangkat lunak akan dijelaskan pada subbab berikut ini.

Use Case Diagram

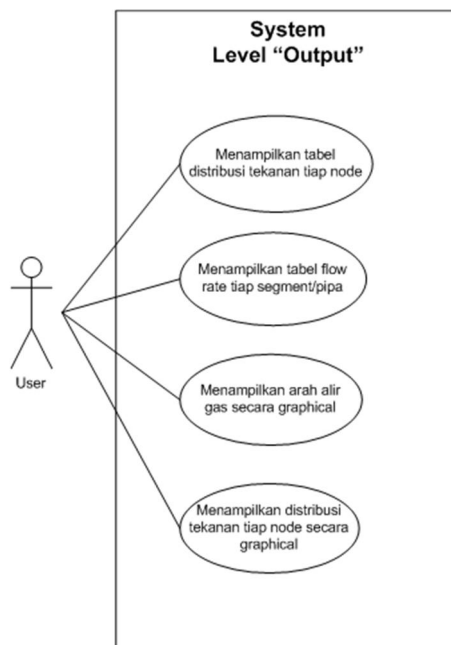
Use case utama menggambarkan gambaran besar dari sistem kerja dalam perangkat lunak. *Use case* utama dari perangkat lunak yang dikembangkan dapat dilihat pada gambar 3,4,dan 5 dibawah ini.



Gambar 3. Use Case Level Utama DistNet



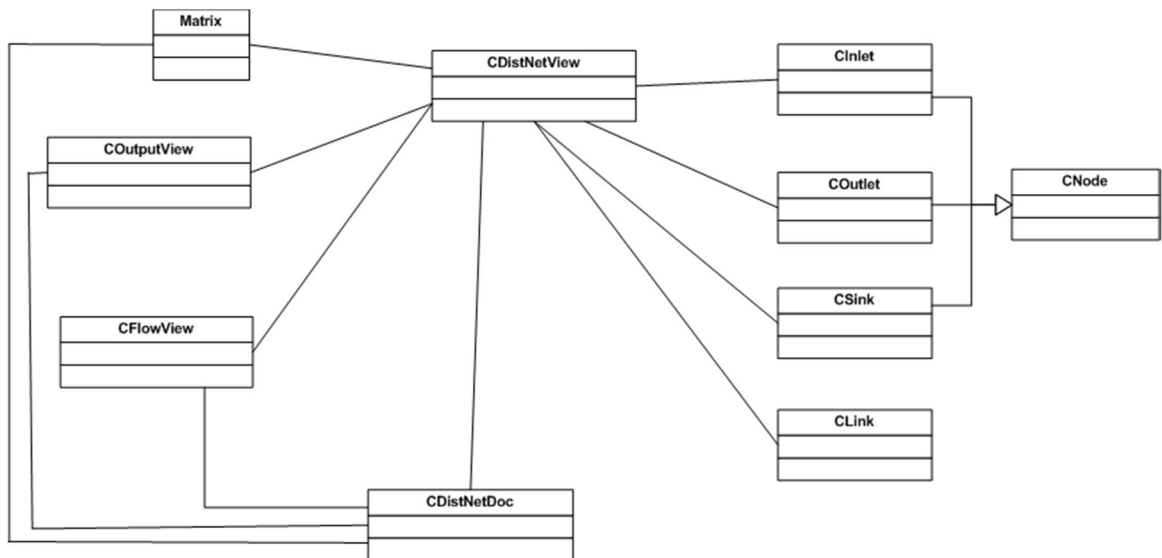
Gambar 4. Use Case Level Input



Gambar 5. Use Case Level "Output"

Concept Class Diagram

Berikut ini, diilustrasikan concept class diagram dari perangkat lunak.



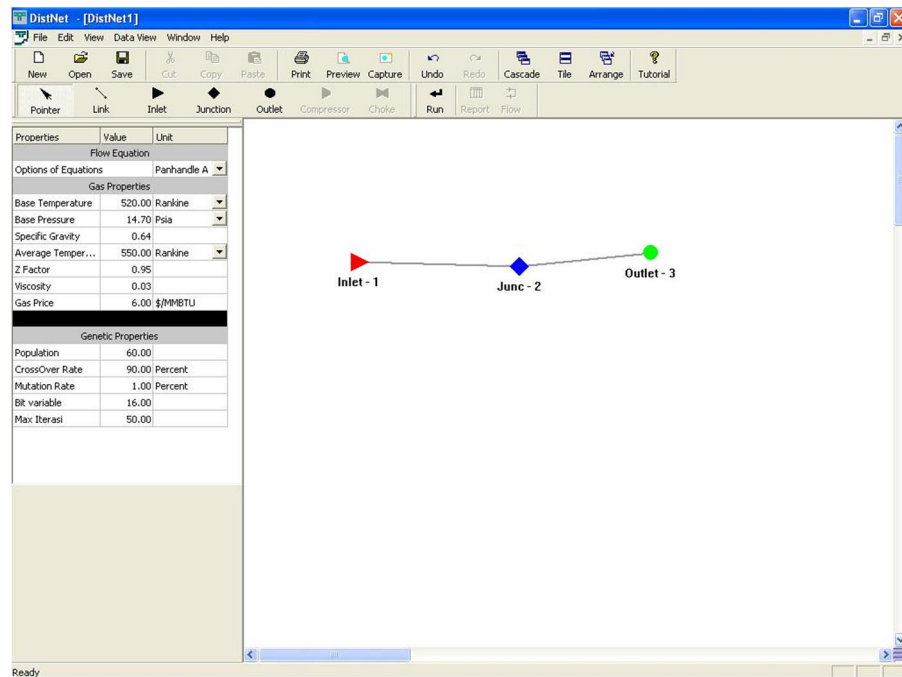
Gambar 6. Concept Class Diagram

Deskripsi Class:

- CDistNetView merupakan class utama dari aplikasi ini, class ini juga berfungsi untuk menampilkan aplikasi secara *graphical user interface* (GUI). Fungsi komputasi untuk memecahkan model matematika juga berada dalam class ini.
- COutputView merupakan class yang berfungsi untuk menampilkan hasil simulasi secara tabular antara lain distribusi tekanan dan laju alir.
- CFlowView merupakan class yang berfungsi untuk menampilkan hasil simulasi yaitu menampilkan arah aliran gas secara graphical. *User* secara langsung dapat melihat arah alir pada tiap segmen yang direpresentasikan oleh panah.
- CDistNetDoc merupakan class yang berfungsi untuk menyimpan data variable dalam *type integer, double*, ataupun matriks.
- CInlet merupakan class yang berfungsi untuk membuat objek *inlet/supply*, dalam class ini terdapat variable properties dari sebuah node *inlet/supply* seperti tekanan, laju alir, ketinggian, dll.
- CSink merupakan class yang berfungsi sebagai node junction, isi dari class ini hampir sama dengan class CInlet.
- COutlet merupakan class yang berfungsi membentuk objek outlet/demand, isi dari class ini hampir sama dengan class CInlet dan CSink.
- CLink merupakan class yang berfungsi membentuk objek suatu segmen pipa yang menghubungkan antar *node*.
- CNode merupakan class generalisasi dari class CInlet, COutlet, CSink.

User Interface

Tampilan utama dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 7. Tampilan utama perangkat lunak untuk menentukan distribusi tekanan gas

3. KESIMPULAN

Pada makalah ini dipaparkan metode gabungan antara algoritma genetika dan metode newton untuk menyelesaikan persamaan tak linear. Persamaan tak linear tersebut diperoleh dari permasalahan untuk menentukan distribusi tekanan gas pada jaringan pipa gas yang kompleks. Metodologi perancangan perangkat lunak yang dibangun juga dipaparkan dalam makalah ini.

4. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. M.A Stoner, "Steady-State Analysis of Gas Production, Transmission and Distribution System", paper SPE 2554 presented at the SPE 44th Annual Fall Meeting, Denver, Colo., Sept. 28-Oct. 1, 1969.
- [2]. D.E. Goldberg, "Genetic Algorithm", Addison-Wesley Publ. Co., Inc., 1989.
- [3]. K.A Sidarto, Saiman dan N. Rohani, "Menentukan Akar Sistem Persamaan Tak Linier dengan Memanfaatkan Algoritma Genetika yang Dilengkapi Clearing Procedure dari Petrowski", Prosiding Konferensi Nasional Matematika XII, Denpasar, Bali, 23-27 Juli, 2004.
- [4]. Sidarto, K. A., Mucharam, L., Riza, L.S., Mubassiran, Rohani, N., Soplan, S., "Implementation of Genetic Algorithm to Improve Convergente of Newton's Method in Predicting Pressure Distribution in Complex Gas Pipeline Network Sistem Case Study: Off-take Station ST-WLHR Indonesia", Seminar nasional soft computing, intelligent systems and information technology (SIIT) 2005, 28-29 July 2005.
- [5]. V. Agarwal, "Solving Transcendental Equations Using Genetic Algorithm", [http:// www.geocities.com/ mumukshu/gatrans.html](http://www.geocities.com/mumukshu/gatrans.html).