

HARMONY SEARCH UNTUK OPTIMASI JARINGAN DISTRIBUSI AIR

Andika Sundawijaya¹, Suyanto², Suwanda³

¹Teknik Informatika, Fakultas Teknik Informatika, Universitas Telkom

Abstrak

Jaringan distribusi air merupakan hal yang sangat krusial yang sangat dibutuhkan oleh masyarakat. Jaringan distribusi air ini digunakan untuk saluran air bersih yang merupakan kebutuhan pokok manusia. Membangun suatu jaringan distribusi air dapat mendatangkan keuntungan maupun kerugian yang sangat besar baik dari sisi pelanggan maupun sisi penyedia air bersih tergantung benar, baik, atau optimal tidaknya desain jaringan distribusi air yang dirancang dengan memperhatikan aturan-aturan yang ada. Karena itulah dibutuhkan suatu analisis yang baik mengenai perancangan dan desain jaringan distribusi air untuk menyalurkan air secara optimal.

Banyak metode yang telah dikembangkan oleh ilmuwan untuk mendapatkan hasil desain jaringan distribusi air secara optimal. Pada tahun 2001, muncul sebuah algoritma Harmony Search (HS) yang telah mampu menyelesaikan beberapa desain optimal jaringan distribusi air di beberapa tempat. Begitu juga pada Tugas Akhir ini digunakan Harmony Search untuk menyelesaikan proses optimasi jaringan distribusi air. Pada Tugas akhir ini akan dibahas mengenai faktor-faktor yang ada di dalam HS yang berperan dalam menghasilkan jaringan distribusi air yang optimal.

Kata Kunci :

Abstract

Water distribution network is very crucial that is really needed by the community. Water distribution network is used to supply clean water for the basic human needs. Building a water distribution network can be profitable or inflict enormous losses both from the customer and the provider of water depends on rightness or optimal design of water distribution networks that are designed carefully by following the rules. Because of the reason above, it needs a good analysis of the water distribution networks design to channel water optimally.

Many methods have been developed by scientists to obtain the optimal of water distribution network design result. In 2001, Harmony Search algorithm emerged as algorithm that has been able to solve some optimal design of water distribution networks in several places. In this Final Project, Harmony Search also used to complete the process of water distribution network optimization. This Final Project will research the factors in the Harmony Search that is responsible for water distribution network to produce optimally.

Keywords : Keyword : optimal, Harmony Search, water network distribution

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Kebutuhan akan penyediaan dan pelayanan air bersih dari waktu ke waktu semakin meningkat yang terkadang tidak diimbangi oleh kemampuan pelayanan. Kebutuhan air yang terus meningkat, jika tidak diimbangi dengan peningkatan kapasitas produksi air bersih akan menimbulkan masalah dimana air bersih yang tersedia tidak akan cukup untuk memenuhi kebutuhan masyarakat pada wilayah tersebut.

Persediaan air bersih yang cukup juga tidak menjamin terpenuhinya semua kebutuhan masyarakat akan air bersih. Hal ini dikarenakan oleh adanya faktor-faktor desain sebuah jaringan distribusi air yang tidak begitu optimal dalam menyalurkan air. Misalkan saja tidak optimalnya faktor-faktor seperti tekanan air, lebar diameter pipa yang digunakan, dan lain-lain. Tanpa adanya perencanaan yang matang mengenai desain jaringan distribusi air ini, dapat menimbulkan beberapa masalah yang sangat mengganggu pelayanan kebutuhan air bersih.

Kondisi ideal untuk semua *node* kebutuhan air pada pelanggan pada jaringan distribusi air adalah tidak adanya ketimpangan mengenai aliran air, yang dapat ditunjukkan melalui tekanan pada *node*. Tekanan di semua *node* harus memenuhi persyaratan tekanan minimum dan konstan di setiap jamnya. Tekanan yang terlalu tinggi dapat merugikan keadaan jaringan tersebut, yaitu dapat mempercepat waktu pakai pipa. Namun kondisi ideal tersebut sangat sulit dicapai. Para *engineer* yang membangun jaringan pipa lebih mengandalkan pada feeling *engineernya* untuk mencapai kondisi yang dapat diterima. Pada tahapan tersebut sangatlah mungkin para *engineer* tersebut kurang memperhatikan faktor *cost* yang dibutuhkan dalam membangun jaringan distribusi air.

Oleh karena itu dengan mendesain sebuah jaringan distribusi air yang optimal diharapkan akan memberikan pelayanan distribusi air yang maksimal dengan *cost* dan faktor lain yang dioptimalkan. Pada tugas akhir ini, difokuskan dalam membuat desain ulang suatu jaringan distribusi air dengan tujuan membangun sebuah jaringan distribusi air yang efektif.

Sistem pendistribusian air yang efektif dalam memenuhi kebutuhan pelanggan adalah hal yang terpenting dalam mendesain suatu jaringan distribusi air. Rumitnya penyelesaian dalam melakukan optimasi jaringan distribusi air ini, dikarenakan hubungan *nonlinear* antara arus dan kehilangan tekanan dan kehadiran dari variabel-variabel yang *discrete*, seperti ukuran pipa dan fungsi objektif, yang mewakili *cost* dari jaringan, menyebabkan masalah besar di dalam optimisasi desain jaringan^[8]. Hubungan *nonlinear* yang dimaksud adalah hubungan antara penggunaan ukuran pipa yang besar tidak selalu menghasilkan *cost* besar. Hal ini dikarenakan adanya faktor lain seperti panjang pipa yang digunakan, tekanan minimum yang harus dipenuhi, dan lain-lain. Para peneliti di tahun-tahun terakhir ini sudah memfokuskan di pendekatan *probabilistic* untuk mengalahkannya berbagai kesulitan ini mempertimbangkan suatu kombinasi acak dan langkah-langkah deterministic.

Pada TA ini akan dilakukan penelitian mengenai optimasi distribusi jaringan air dengan menggunakan algoritma *Harmony Search* (HS). HS

merupakan jenis algoritma yang baru dan termasuk ke dalam *Evolutionary Algorithm*, yang pada saat ini sangat banyak digunakan karena kemampuannya dalam menyelesaikan masalah. HS terinspirasi dari proses musik untuk mencari kombinasi nada yang paling tepat atau harmonis^[1]. HS sendiri dipilih karena kecepatannya dalam proses untuk melakukan optimasi pada suatu permasalahan jika dibandingkan dengan cara konvensional yang mencari sebuah solusi dengan mendapatkan seluruh kemungkinan hasil yang dapat diterima. Kecepatan HS dalam menyelesaikan masalah jaringan distribusi air sudah dibuktikan dengan penelitian yang dilakukan oleh Geem sebagai penemu dan pengembang algoritma HS ini. Kelebihan HS dibandingkan dengan *Evolutionary Algorithm* yang lain adalah kemudahan dalam mengimplementasikannya dalam masalah jaringan distribusi air dan memiliki jumlah parameter yang sedikit.

1.2 Perumusan masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan sebelumnya, permasalahan yang akan diangkat pada TA ini antara lain :

1. Bagaimana mendesain ulang suatu sistem jaringan distribusi air dengan menggunakan HS untuk melakukan optimasi ukuran diameter pipa pada jaringan distribusi air tersebut
2. Bagaimana mendapatkan hasil optimasi ukuran diameter pipa jaringan distribusi air. Dengan didaptkannya ukuran diameter pipa yang sudah dioptimasi, didapatkan juga nilai cost, tekanan, dan *demand* yang secara langsung terpengaruh oleh perubahan ukuran pipa yang dilakukan.
3. Bagaimana performansi karakteristik parameter HS pada saat melakukan optimasi pada jaringan distribusi jaringan air

Pada sistem yang dibuat dalam TA ini, batasan permasalahan yang ada adalah sebagai berikut :

1. Data yang dipakai sebagai data inputan adalah data jaringan distribusi air yaitu diameter pipa, panjang pipa, *junction/node* (persimpangan/ sambungan pipa), tekanan minimum dan data kebutuhan air bersih di setiap *junction* yang didapat dari studi kasus jaringan distribusi air pada zone 3 pelayanan kebutuhan air di kota Bogor dengan data terakhir pada bulan Juni 2008. Dalam penelitian ini akan digunakan data zona 3 yang meliputi Cipaku, Kelurahan Sukasari, Kelurahan Babakan Pasar, Paledang, Kelurahan Gudang, dan Kelurahan Margajaya Kota Bogor.
2. Proses penelitian hanya menghasilkan ukuran diameter yang paling optimal untuk suatu jaringan distribusi air saja, tidak sampai kepada pemberian solusi atau rekomendasi perencanaan.
3. Menggunakan algoritma harmony search yang diimplementasikan untuk melakukan optimasi dalam men-desain jaringan distribusi air
4. Menggunakan file input (*.inp) yang merupakan file input yang berasal dari EPANET2.
5. Perangkat lunak yang dibangun menggunakan aplikasi Visual Basic 6

6. Menggunakan aplikasi EPANET2 yang berfungsi sebagai *network simulator* dengan hasil ukuran diameter pipa yang dihasilkan oleh sistem optimasi jaringan distribusi air dengan HS.

1.3 Tujuan

Tujuan yang diharapkan pada penelitian ini antara lain :

1. Menerapkan algoritma *Harmony Search* pada suatu perangkat lunak untuk melakukan optimasi ukuran diameter pipa pada jaringan distribusi air.
2. Menganalisa hasil optimasi sistem berupa *cost* jaringan distribusi air yang direpresentasikan melalui fungsi objektif, serta tekanan dan demand yang dihasilkan *network simulator* selama periode waktu 24 jam terhadap kondisi jaringan distribusi air yang sudah diterapkan saat ini.
3. Menganalisa karakteristik parameter HS dalam hal optimasi pada data jaringan distribusi air.

1.4 Metodologi penyelesaian masalah

Berikut ini metode penyelesaian masalah yang akan dilakukan :

1. Studi Literatur

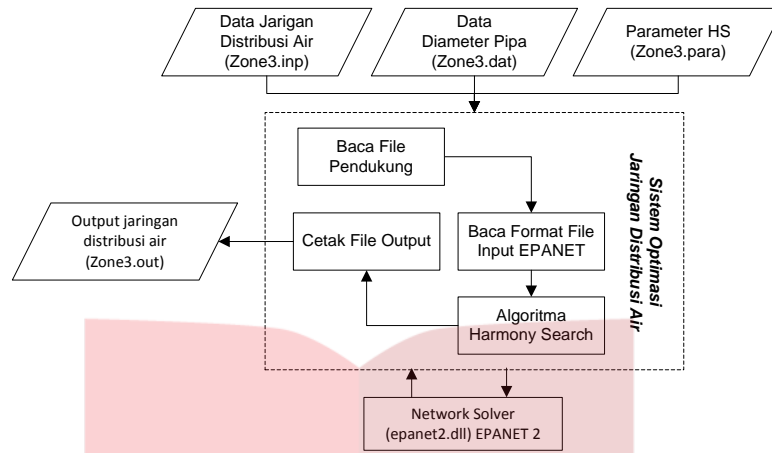
Melakukan studi literatur terhadap berbagai referensi yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan. Topik-topik yang dikaji antara lain meliputi: dasar-dasar dari algoritma *harmony search*, implementasi algoritma *harmony search* pada dunia nyata dari berbagai sumber yang ada di Internet.

2. Pengumpulan Data

Meliputi pengumpulan data berupa jaringan distribusi air yang digunakan oleh PDAM Bogor saat ini. Data jaringan distribusi air yang dipakai adalah data diameter pipa, panjang pipa, *junction/node* (persimpangan/sambungan pipa), tekanan air dan data kebutuhan air bersih di setiap *junction*.

3. Analisa Perancangan Perangkat Lunak

Pada tahap ini dilaksanakan perancangan sistem perangkat lunak yang dibuat dan membahas tentang analisis dan kebutuhan perangkat lunak serta perancangan awal perangkat lunak.



Gambar 1-1 : Gambar Skema Umum Perancangan Sistem Optimasi Jaringan Distribusi Air dengan Algoritma Harmony Search

4. Implementasi Perangkat Lunak

Pada tahap ini dilakukan implementasi perangkat lunak berdasarkan perancangan yang sudah dilakukan sebelumnya. Sistem akan direalisasikan dengan menggunakan program aplikasi Visual Basic 6.

5. Uji Coba dan Evaluasi

Dalam tahap ini dilakukan uji coba sistem dengan menggunakan data jaringan distribusi air yang didapat dari PDAM kota Bogor dan dilakukan evaluasi terhadap sistem jika masih terdapat kekurangan.

6. Analisis Hasil Uji Coba

Hasil dari tahap selanjutnya dianalisa dan diimplementasikan kembali untuk pengembangan sistem lebih lanjut sampai mendapatkan hasil yang diinginkan.

7. Kesimpulan

Pengambilan kesimpulan terhadap analisis hasil uji coba yang telah dilakukan

8. Pembuatan Laporan Tugas Akhir

Pada tahap ini dilakukan penulisan buku yang digunakan sebagai dokumentasi dari pelaksanaan tugas akhir. Dokumentasi dilakukan agar tugas akhir ini mudah dipahami dan dikembangkan kembali.

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari semua proses optimasi jaringan distribusi air dengan Harmony Search adalah sebagai berikut :

1. Hasil yang diperoleh sistem optimasi jaringan distribusi air dengan Harmony Search menunjukkan bahwa metode ini baik untuk digunakan untuk optimasi jaringan distribusi air. Hal ini dapat dilihat dari :
 - **Cost.** *Cost* dihitung berdasarkan fungsi objektif yang mempunyai variabel peubah diameter pipa. Diameter pipa ini dihasilkan dari sistem optimasi jaringan distribusi air dengan menerapkan Harmony Search. Perbedaan yang dihasilkan sebelum jaringan distribusi air dioptimasi dan setelahnya mempunyai nilai sebesar **31,6428196 %**. Nilai ini menunjukkan bahwa cost (dengan diameter pipa yang telah dioptimasi) yang dihasilkan lebih baik 31,6428196 % dari cost yang asli (dengan diameter pipa yang sedang diterapkan saat ini), atau dengan kata lain minimasi cost telah tercapai oleh sistem yang telah dibuat.

Hasil diameter pipa yang diperoleh sistem optimasi mempengaruhi tekanan dan demand yang terdapat pada jaringan distribusi air. Tekanan dan *demand* selama periode waktu 24 jam didapatkan dari simulasi pada *Network Simulator* (EPANET2) secara manual.

 - **Tekanan.** Dari hasil optimasi pipa yang didapatkan, node yang mempunyai tekanan yang cukup tinggi (≤ 40 m) dapat ditekan sebesar **46,23%** dari seluruh jumlah total node yang terdapat pada jaringan distribusi air Zone3. Artinya node yang dihasilkan oleh sistem optimasi mempunyai 46,23% node yang tidak melebihi 40m dan semua node memenuhi nilai tekanan minimum (≥ 5 m).
 - **Demand.** Dari hasil optimasi pipa yang didapatkan, kebutuhan air yang ada pada setiap node dapat terpenuhi seluruhnya **100%** dalam periode waktu 24 jam.
2. Parameter HS yang paling tepat diaplikasikan pada kasus jaringan distribusi air Zone 3 kota Bogor adalah sebagai berikut.

Tabel 5-1 : Tabel Kombinasi Parameter Terbaik HS

HMS = 30	HMCR = 0.95	PAR = 0.41	NI = 100000 ~ 150000
----------	-------------	------------	----------------------

5.2 Saran

Tugas Akhir ini masih dapat dikembangkan lebih dengan bentuk sebagai berikut :

1. Jumlah data yang diujicobakan lebih dari satu, sehingga dapat dilakukan perbandingan dan mengetahui sejauh mana algoritma HS dapat melakukan optimasi pada jaringan distribusi air.
2. Mencoba metode lain yang cocok diterapkan untuk optimasi jaringan distribusi air. Dengan demikian hasil yang diperoleh dapat dibandingkan dengan hasil dari algoritma HS. Sebagai contoh, algoritma genetika, tabu search, SCO (Shuffled Complex Evolution), dll.



DAFTAR PUSTAKA

- [1] Geem, Zong Woo. “*Optimal cost design of water distribution networks using harmony search*”. Environmental Planning and Management Program, Johns Hopkins University. Diunduh pada tanggal 10 Januari 2009.
http://www.genetic-programming.org/hc2005/EO_Geem.pdf
- [2] Geem, Zong Woo and Han Hwangbo. “*Application of Harmony Search to Multi-Objective Optimization for Satellite Heat Pipe Design*”. Diunduh pada tanggal 15 Januari 2009.
http://www.hydroteq.com/c_2006_ukc_ast.pdf
- [3] Geem, Zong Woo. Kang Seok Lee and Yongjin Park. “*Application of Harmony Search to Vehicle Routing*”. American Journal of Applied Sciences 2 (12):1552-1557, 2005. Diunduh pada tanggal 15 Januari 2009.
<http://www.scipub.org/fulltext/ajas/ajas2121552-1557.pdf>
- [4] Geem, Zong Woo. “*Music-Inspired Harmony Search Algorithm*”. Studies in Computational Intelligence, Volume 191. Diunduh tanggal 16 mei 2009.
http://rapidshare.com/files/201988855/Music_Inspired_Harmony_Search_Algorithm.rar
- [5] Geem, Zong Woo. “*Improved Harmony Search from Ensemble of Music Players*”. Johns Hopkins University, Environmental Planning and Management Program, Rockville, Maryland 20850, USA.
<http://s20.ifile.it/vnlb12t/7sk1/16242482/fulltext.pdf>
- [6] Geem, Zong Woo. “*Music-Inspired Optimization Algorithm, Harmony Search*”. Diunduh pada tanggal 15 Januari 2009.
http://www.hydroteq.com/HS_Intro.pdf
- [7] Geem, Zong Woo. “*Optimal Layout of Pipe Networks using Harmony Search*”. Diunduh pada tanggal 5 Mei 2009.
http://kfki.baw.de/conferences/ICHE/2000-Seoul/pdf/101/PAP_102.PDF
- [8] Mahdavi, M. et all. “*An improved harmony search algorithm for solving optimization problems*”. Applied Mathematics and Computation 188 (2007) 1567–1579. Diunduh tanggal 5 Mei 2009.
<http://ce.sharif.edu/~mahdavi/publications/J2.pdf>
- [9] Mohammed Azmi Al-Betar, Ahamad Tajudin Khader and Taufiq Abdul Gani. “*A harmony search algorithm for university course timetabling*”. Diunduh pada tanggal 15 Januari 2009.
http://w1.cirrelt.ca/~patat2008/PATAT_7_PROCEEDINGS/Papers/Abdul%20Gani-HD1a.pdf
- [10] Sam Ryu, Caspar N. Heyl, Arun S. Duggal and Zong Woo Geem. “*Mooring Cost Optimization via Harmony Search*”. June 10-15, 2007. Proceedings of OMAE07 26th International Conference on Offshore Mechanics and Arctic Engineering, San Diego, California, USA. Diunduh pada tanggal 15 Januari 2009.
http://www.hydroteq.com/c_2007_OMAE.pdf
- [11] Shie-Yui Liong and Md. Atiquzzaman. “*Optimal Design of Water Distribution Network Using Shuffled Complex Evolution*”. Journal of The

- Institution of Engineers, Singapore. Vol. 44 Issue 1. 2004. Diunduh pada tanggal 21 Januari 2009.
- [12] Walski, M. Thomas, et all. “*Advanced Water Distribution Modelling and Management*”. Bentley Institute Press. Diunduh tanggal 1 Februari 2009.
http://www.epanet.com/files/AWDM-23Model_Optimization_Techniques.pdf
- [13] Rossman, Lewis A. “*Epanet 2 User Manual*”. Water Supply and Water Resources Division. National Risk Management Research Laboratory. Cincinnati, OH 45268. Diunduh tanggal 1 Februari 2009.
<http://www.epanet.com/files/epanet2manual.pdf>

