

ANALISIS PERBANDINGAN JALUR PIPA TRANSMISI PDAM EKSISTING DENGAN METODE *LEAST COST PATH* DI KABUPATEN SLEMAN

Delasdriana Wiharja
delasdriana@yahoo.com

Taufik Hery Purwanto
taufik@ugm.ac.id

Abstract

Planing and manufacturing the PDAM's transmission and distribution pipeline today still use manual method which have a lot of problems. This research have two purpose, they are manufacturing new route by least cost path method and comparing with the existing pipeline. The method use to create a route of fresh water transmission pipline is Least Cost Path. This research we use the same parameters which are used to made the existing pipeline. AHP is a method to change qualitative opinion to quantitative opinion, that use to knowing the weight of parameters. The Least Cost Path's route will be compared with existing pipeline route. Comparison of these route refer from the rules. Comparison presented by profil and comparison table where present the units's number of the various aspects of each pipeline route.

Keyword : least cost path, AHP, PDAM's trasmission pipe

Abstrak

Perencanaan dan pembuatan jalur pipa transmisi maupun distribusi PDAM sekarang ini masih menggunakan metode yang dapat dikatakan manual yang diasumsikan masih banyak kekurangan. Tujuan dari penelitian ini ada dua diantaranya adalah membuat jalur pipa dengan metode *least cost path* dan membandingkan jalur pipa tersebut dengan jalur pipa eksisting. Metode pembuatan jalur pipa transmisi air bersih dengan bantuan Sistem Informasi Geografis ini adalah *Least Cost Path*. Parameter yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan parameter yang sama digunakan untuk membuat jalur pipa eksisting. AHP (*Analytic Hierarchy Process*) adalah metode yang digunakan untuk meng-kuantitatif-kan pendapat yang masih bersifat kualitatif, berperan dalam penentuan bobot tiap parameter. Hasil yang telah diperoleh dari pemrosesan *least cost path* tersebut dibandingkan dengan jalur pipa transmisi eksisting sesuai dengan ketentuannya. Perbandingan tersebut disajikan dalam bentuk profil atau penampang melintang serta tabel yang menuliskan jumlah satuan kriteria dari berbagai aspek yang dilewati masing –masing pipa tersebut.

Kata kunci : : least cost path, AHP, pipa transmisi PDAM

PENDAHULUAN

PDAM (Perusahaan Daerah Air Minum) adalah suatu instansi dibawah pemerintah daerah yang bergerak pada bidang pelayanan masyarakat khususnya pada penyediaan air bersih. Berbagai sumber mata air telah dimanfaatkan semaksimal mungkin untuk memenuhi kebutuhan akan air bersih. Sarana yang digunakan sebagai alat pendistribusian air bersih adalah jaringan pipa. Dengan adanya variasi medan maka jalur pipa harus dibuat se-efektif mungkin menurut ketentuan yang berlaku. Metode yang digunakan untuk merencanakan dan menentukan jalur pipa sebelumnya masih bersifat manual dan dirasa banyak kekurangan. Dalam Sistem Informasi Geografis ini dapat dimanfaatkan untuk memecahkan masalah tentang perencanaan atau penentuan jalur jaringan pipa yang lebih bersifat otomatis dan dapat dipertanggung jawabkan.

Tujuan dari penelitian ini adalah membuat dan merencanakan jalur pipa air bersih dengan bantuan Sistem Informasi Geografis serta membandingkan jalur pipa baru dengan bantuan Sistem Informasi Geografis tersebut dengan jalur pipa eksisting di lapangan yang sudah ada dan berhasil.

Least Cost Path adalah salah satu metode dalam Sistem Informasi Geografis untuk mencari rute optimum. Dalam *least cost path* ini rute dibuat diatas *background* data raster yang sudah merupakan biaya

permukaan (*cost surface*). Dalam analisis *least cost path* ini secara garis besar memiliki dua aspek atau langkah yang harus ditempuh secara berurutan. Langkah yang pertama adalah pembuatan biaya permukaan (*cost surface*) yang merupakan akumulasi dari bobot tiap piksel yang sudah ditentukan. Langkah yang kedua adalah pembuatan garis (*tracking*) atau jalur diatas akumulasi biaya permukaan dari titik keberangkatan menuju ke suatu titik tujuan. Tahapan dan komponen yang ada didalam metode *least cost path* ini adalah pembuatan *cost surface*, *cost distance*, *cost backlink* lalu *cost path* sendiri yang merupakan eksekusi terakhir.

Analytic Hierarchy Process (AHP) dikembangkan oleh Thomas L. Saaty pada tahun 1980-an. *Analytic Hierarchy Process* (AHP) merupakan suatu metode untuk pengambilan keputusan secara cepat dan pemecahan masalah yang kompleks dengan jalan menyederhanakan ataupun mengelompokkan masalah yang kompleks tersebut menjadi bagian-bagian dan menata bagian – bagian atau variabel tersebut dalam suatu susunan hierarki yang kemudian memberi nilai numerik pada masing-masing variabel tersebut dengan pertimbangan secara subjektif yang dianggap mempunyai pengaruh sesuai dengan tingkat pengaruhnya

METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini data yang digunakan sebagian besar adalah sama

dengan data yang digunakan untuk membuat jalur pada metode sebelumnya. Pada pembuatan jalur pipa dengan *least cost path* data yang digunakan antara lain adalah peta kontur, peta RBI digital, peta kerawanan bencana, peta jalan dan peta sungai. Peta kontur dengan interval kontur 12,5 diturunkan untuk memperoleh parameter lereng dan arah hadap lereng dengan teknis pengolahan menggunakan analisis *TopoTo Raster* dalam ArcGIS. Interval kontur 12,5 meter maka resolusi spasialnya atau piksel yang dihasilkan adalah 12,5 meter. Hal tersebut diperoleh dari perhitungan rumus Wado E. Tobler yang menghitung resolusi spasial dari skala peta, yaitu Resolusi Spasial = skala peta / (1000 x 2).

Pada analisis *least cost path* ini data yang digunakan semua harus berformat raster, maka dari itu data parameter yang masih berstruktur vektor seperti peta sungai, peta jalan, peta *landuse* dan peta kerawanan bencana diubah dahulu ke dalam struktur raster dengan analisis *Polygon To Raster*. Piksel yang ada diseragamkan sesuai dengan resolusi spasial sebelumnya yaitu 12,5 meter.

Setelah semua data berstruktur raster maka langkah selanjutnya adalah mengelompokkan ulang semua parameter tersebut sesuai dengan tingkat pengaruhnya pada masing – masing kelas. Analisis yang digunakan dalam pengelompokan ulang ini adalah *reclassify*.

Sesudah semua data berformat raster dan sudah disesuaikan kelasnya menurut pengaruh dari masing – masing kelasnya kemudian akan

dilakukan *overlay* raster dengan *weighted overlay*. Pada *weighted overlay* ini memasukkan juga bobot pengaruh tiap – tiap parameter. Bobot kuantitatif ini diperoleh dari informasi yang didapat dari pendapat nara sumber yang telah dikuantitatifkan dengan metode AHP (*Analytic Hierarchy Process*). Pendapat yang dipakai adalah dari orang yang sudah berkompeten dalam pembuatan jalur pipa sebelumnya, yaitu dari pihak PDAM itu sendiri. Bobot yang diperoleh dari hasil kuisioner pengisian tabel pada metode AHP ini masing – masing parameternya adalah Jalan = 38%, *Landuse* = 28%, Kemiringan Lereng = 18%, Sungai = 12%, *Aspect* = 4%, Sungai = 4%.

Overlay raster yang dilakukan menghasilkan *cost surface*. Pada *cost surface* ini merepresentasikan total dari daerah – daerah atau area yang mempunyai karakteristik tertentu kaitannya pada pengaruh untuk keberadaan jalur pipa yang akan dibuat.

Setelah didapatkan *cost surface* maka akan digunakan juga sebagai data untuk mendapatkan *cost distance* dengan memasukkan titik awal pipa. Akumulasi biaya permukaan per unit jarak (*Cost distance*) merepresentasikan biaya permukaan dengan melibatkan titik awal keberangkatan dimana tiap piksel akan dikalkulasi baik dari permukaan biayanya maupun jarak dari tiap piksel yang diakumulasikan balik ke titik awal keberangkatannya.

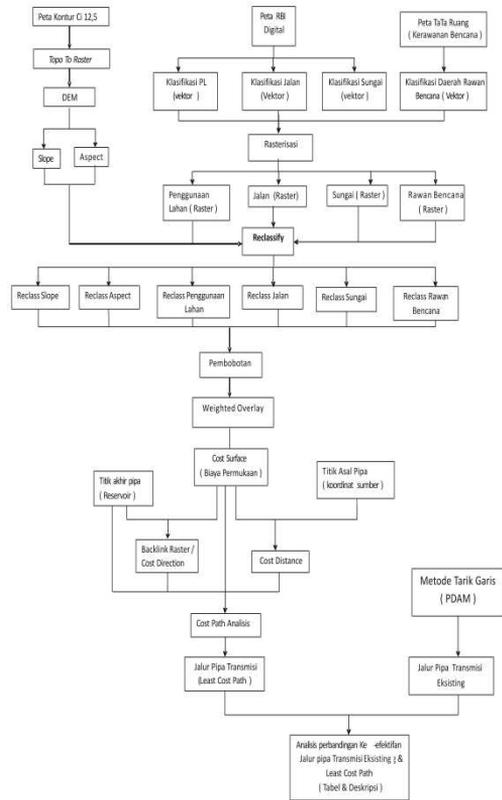
Selain itu *cost surface* juga digunakan selanjutnya untuk membuat *cost backlink* dengan memasukkan titik akhir atau destinasi jalur pipa.

Cost backlink ini berguna nantinya sebagai penentu arah dari jalur pipa yang akan dibuat, oleh karena itu pada *cost backlink* ini menggunakan titik akhir jalur pipa, walaupun teknis perhitungannya sebenarnya merupakan akumulasi *cost* terkecil untuk dapat kembali ke sumber serta arah rute pada setiap sel terhitung.

Setelah didapatkannya *cost surface*, *cost distance* dan *cost backlink* selanjutnya adalah analisis eksekusi jalur tersebut dengan *cost path*. Dari analisis inilah tercipta suatu jalur yang terdiri dari deretan piksel – piksel yang mempunyai *cost* terkecil dan arah yang terpendek. Dari keseluruhan rangkaian proses dan tahapan dari analisis *Least Cost Path* ini asumsinya jalur yang terbentuk adalah jalur yang paling efektif, karena dibalik pembuatan jalur ini telah ditentukan kriteria yang diinginkan sesuai dengan pandangan atau penilaian *stakeholder* yang terkait yang dalam kasus ini adalah dari pihak PDAM.

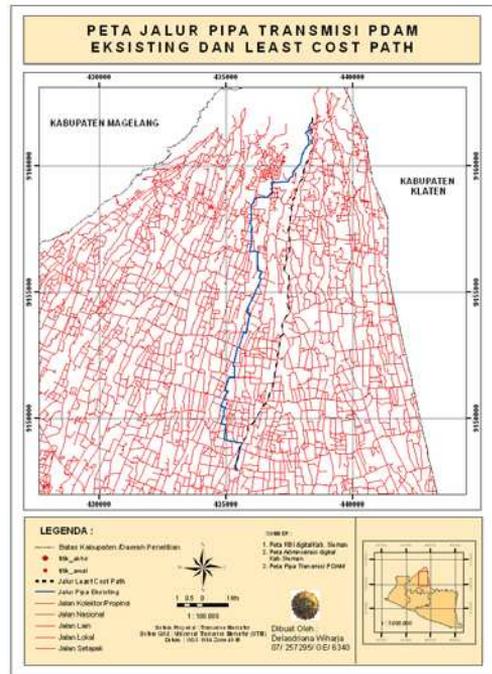
Jalur yang didapat dari pengolahan dengan metode *least cost path* tersebut selanjutnya akan dibandingkan dengan jalur pipa eksisting yang dibuat dengan menggunakan metode manual tersebut. Perbandingan akan disajikan dalam bentuk profil lahan dari masing – masing pipa serta tabel perbandingan yang berisi nilai piksel maupun jumlah dari kriteria yang sebenarnya tidak disarankan untuk dilewati seperti permukiman, sawah irigasi, sungai dan lereng dengan kemiringan yang telah ditentukan.

Diagram Alir Metode :

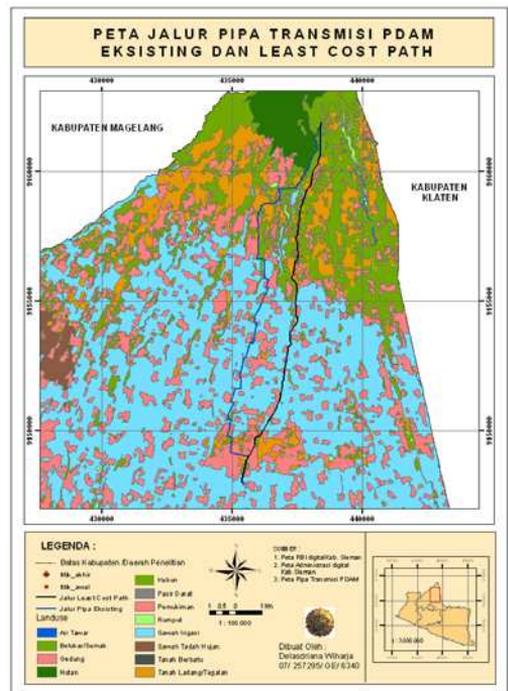
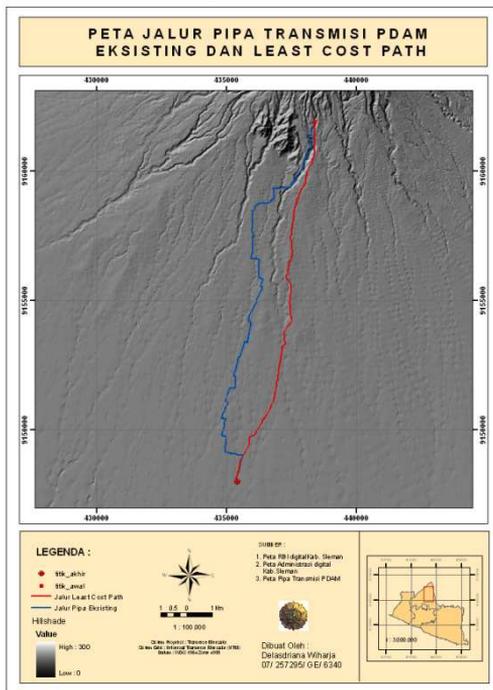


HASIL DAN PEMBAHASAN

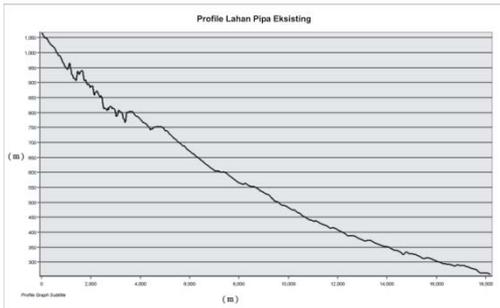
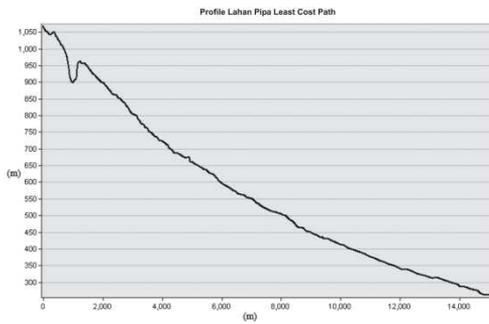
Pembuatan jalur pipa ini baik pipa transmisi maupun distribusi merupakan tahapan yang termasuk pada bagian perencanaan. Perencanaan ini tentunya merupakan pengolahan data yang dilakukan sebelum cek lapangan disertai dengan perhitungan teknis agar mendapat suatu acuan mengenai jalur yang akan dilewati. Jalur yang diperoleh dari pengolahan dengan metode *least cost path* dapat dilihat dalam peta dan profil lahan jalur pipa serta tabel perbandingan sebagai berikut :



Peta Perbandingan Jalur Pipa Least Cost Path dan Eksisting :



Profil Lahan Jalur Pipa :



Tabel Perbandingan Jalur Pipa :

Kriteria yang dilewati	Jalur pipa eksisting	Jalur pipa <i>Least Cost Path</i>
Sawah	753 piksel	778 piksel
Permukiman	631 piksel	1000 piksel
Lereng > 30 %	353 piksel	59 piksel
Sungai	Memotong 16 sungai	Memotong 9 sungai
Panjang Jalur	18,2 km	15,1 km

Pada tabel perbandingan kedua jalur pipa tersebut dapat disimpulkan bahwa jalur pipa dengan metode *least cost path* lebih efektif dan optimum daripada jalur pipa eksisting, akan tetapi metode *least cost path* ini dikatakan efektif dalam kapasitasnya sebagai metode yang digunakan untuk membuat jalur pipa dalam perencanaan awal dengan aspek spasialnya saja, belum ada perhitungan teknis di dalamnya.

Dapat dilihat dari tabel perbandingan tiap parameternya

menunjukkan ketentuan yang tidak disarankan lebih sedikit pipa *least cost path* daripada pipa eksisting.

Pada tabel, parameter permukiman dan sawah irigasi dituliskan ada beberapa piksel yang dilewati. Sebenarnya pada realita di lapangan jalur pipa baik eksisting maupun *least cost path* tidak ada yang melintasi atau memotong permukiman, gedung maupun sawah irigasi kecuali mengikuti jalan. Hal ini dikarenakan skor yang diberikan kepada jenis penggunaan lahan tersebut tinggi, yang berarti sebisa mungkin untuk tidak dilewati.

Pada parameter lereng diklasifikasikan menjadi dua yaitu melewati lereng yang kemiringannya kurang dari 30% atau yang melebihi 30%. Dari hasil yang diperoleh dapat dihitung bahwa jalur yang melewati lereng diatas 30% pada jalur eksisting ada sebanyak 353 dengan satuan piksel, sedangkan pada jalur *least cost path* hanya sejumlah 59 piksel. Hal ini dapat terjadi karena pada pembuatan jalur eksisting ketika mengkaji tentang kelerengan tidak digunakan perhitungan secara kuantitatif mengenai lereng yang akan dilewati. Berbeda pada waktu pembuatan jalur dengan metode *least cost path* yang pada saat mengkaji aspek kelerengan ini menggunakan perhitungan kuantitatif dimana lereng diklasifikasikan dengan nilai pasti lalu diberikan skor sesuai ketentuan. Maka hasil yang didapat juga dapat dipastikan lereng yang dilewati jalur

least cost path lebih terdefinisi sesuai ketentuan dibandingkan dengan jalur pipa eksisting.

Parameter selanjutnya yang digunakan sebagai pembading adalah sungai, dimana jalur pipa yang banyak melintasi atau menyeberangi sungai dianggap kurang efektif. Hal tersebut berkaitan dengan pembuatan jembatan sungai yang harus dibuat ketika jalur melintasi pipa. Tentunya secara logika jalur yang banyak melintasi sungai tersebut akan memerlukan biaya yang lebih banyak juga karena harus membangun jembatan pipa yang banyak juga. Pada tabel perbandingan dapat dilihat jalur pipa *least cost path* lebih sedikit melintasi sungai daripada pipa eksisting.

Parameter selanjutnya adalah perbandingan panjang dari masing masing pipa. Hasil yang diperoleh dapat dihitung bahwa panjang pipa yang dibuat dengan metode *least cost path* adalah 15,1 km sedangkan panjang pipa eksisting adalah 18,2 km. Pada hal ini memang diasumsikan pipa yang lebih pendek adalah pipa yang paling efektif karena membutuhkan biaya yang lebih murah untuk bahan dan pemasangannya.

KESIMPULAN

Penelitian ini dapat disimpulkan menjadi dua poin yang pertama bahwa Sistem Informasi Geografis dapat dimanfaatkan untuk membuat suatu jalur efektif dengan

metodenya yaitu *least cost path*. Pemberian bobot nilai tiap parameter pada metode *least cost path* dapat didukung dengan metode AHP (Analytic Hierarchy Process) dimana pada penelitian ini bobot yang diperoleh adalah pada jalan sebesar 38%, penggunaan lahan 24%, kemiringan lereng 18%, sungai 12%, arah hadap lereng 4% dan kerawanan bencana 4%.

Poin yang kedua dapat disimpulkan bahwa metode *least cost path* lebih efektif daripada jalur pipa eksisting dalam tahap perencanaan awal dari segi spasialnya saja dengan melihat pada tabel perbandingan. Lereng 30% keatas yang dilewati jalur pipa eksisting sebesar 353 piksel dan jalur *least cost path* 59 piksel. Jalur pipa eksisting melewati sungai sebanyak 16 dan jalur pipa *least cost path* sebanyak 9. Panjang jalur pipa eksisting 18,2 km sedangkan jalur pipa *least cost path* sepanjang 15,1 km dan tanpa menggunakan bantuan pompa.

DAFTAR PUSTAKA

Balstrom, Thomas. (2002). *On identifying the most time-saving walking route in a trackless mountainous terrain*. <http://digilib.its.ac.id/public/ITS-Undergraduate-8378-6105030045-Daftar%20Tabel.pdf>. diakses pada hari Senin tanggal 12 September 2011.

Collischonn, Walter dan Victor, Jorge. 2000. *A direction dependent least cost path algorithm for roads and canals*. <http://www.tandfonline.com/doi/abs/1>

[0.1080/13658810050024304?journalCode=tgis20#preview](http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167636911000243). diakses pada hari Selasa 20 September 2011.

Delavar, Mahmoud Reza & Naghibi Fereydoon. *Pipeline Routing Using Geospatial Information System Analysis*. <http://www.scangis.org/scangis2003/papers/12.pdf>. diakses pada hari Senin tanggal 12 September 2011.

ESRI. (2001). *ArcGIS™ Spatial Analyst: Advanced GIS Spatial Analysis Using Raster and Vector Data*. ESRI Company, New York USA.

ESRI. (2006). *ArcGIS® 9 : ArcGIS Spatial Analyst Tutorial*. ESRI Company, New York USA.

Goncalves , Alexandre B. *An extension of GIS-based least-cost path modelling to the location of wide paths*. <http://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/13658810903401016> diakses pada hari Selasa 20 September 2011.

Gunawan, Totok. 2007. *Fakta dan Konsep Geografi*. Jakarta : Inter Plus.

Pingel, Thomas J. *Modeling Slope As a Contributor To Route Selection In Mountainous Areas*. http://www.ucgis.org/summer2009/studentpapers/pingel_thomas.pdf. diakses pada hari Senin tanggal 12 September 2011.

Puntodewo, Atie. 2003. *Sistem Informasi Geografi Untuk*

Pengelolaan Sumber Daya Alam. Jakarta : CIFOR

Purwanti, Bekti. 2011 . *Pemodelan Spasial Dengan Metode Analytic Hierarchy Process (AHP) Untuk Rekomendasi Jalur Pipa Induk Air Limbah*. Yogyakarta.

Saaty, T. L. 2008. *Decision Making With Analytic Hierarchy Process*. Interfaces. J. Services Sciences, Vol.1, No.1.

Tim Penyusun Buku Pedoman PDAM. 2005. *Pedoman Penyusunan Rencana Induk Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum Lintas Kabupaten Dan / Atau Kota*. Kabupaten Sleman, Yogyakarta.

Tim Penyusun Buku Profil Perusahaan. 2003 . *Profil Perusahaan PDAM Tirta Dharma*. Kabupaten Sleman, Yogyakarta.

Tim Penyusun Buku Rancangan Rencana. 2003. *Penyusunan Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Sleman Tahun 2005-2014*. Kabupaten Sleman, Yogyakarta.

Zuidam,R.A Van 1978. *Terrain Analysis And Clasification Using Aerial Photographs*. ITC : Netherlands.

_____. 2011. http://en.wikipedia.org/wiki/Analytic_Hierarchy_Process diakses pada tanggal 3 Oktober 2011 pukul 14.05 WIB.