

MODEL PENENTUAN SISTEM JARINGAN AIR BERSIH UNTUK MITIGASI BENCANA KEBAKARAN PERKOTAAN DENGAN SISTEM PAKAR BERBASIS SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS

Sabrillah Taridala¹, Ananto Yudono¹, M. Isran Ramli², Arifuddin Akil¹

¹Departemen Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin, Makassar

²Departemen Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin, Makassar

¹Email : abhytaridala@yahoo.co.id

Abstract

Kendari City is an urban area with the smallest area and the densest population in Southeast Sulawesi Province. Fire disaster in the city of Kendari often occurs and has caused considerable losses, to claim casualties. This study aims to build a model of determining clean water network system for fire disaster mitigation in Kendari City, using Expert System approach based on Geographic Information System (GIS). The results showed that the clean water network for firefighting in Kendari City is classified into four categories, namely Very Suitable for the development of the network as much as 267 grids, Suitable for the development of 5,819 grids, Sufficient Suitable for network development of 38,493 grids, and Not Recommended for network development clean water for urban firefighting, as many as 63,257 grids. Suitable clean water network for fire disaster mitigation in Kendari City is an area close to potential water sources for outages, located in urban areas with high and very high fire risk levels and is in medium to densely populated areas, whereas urban areas is not recommended for the development of clean water network is the area prone to flood and landslide disaster, with hilly and mountainous morphology and this area is not a residential area.

Keywords: Expert System, GIS, Model, urban fire, water supply

Abstrak

Kota Kendari merupakan suatu kawasan perkotaan dengan luas wilayah terkecil dan jumlah penduduk terpadat di Provinsi Sulawesi Tenggara. Bencana kebakaran di Kota Kendari sering terjadi dan telah menimbulkan kerugian yang cukup banyak, hingga menelan korban jiwa. Penelitian ini bertujuan untuk membangun model penentuan sistem jaringan air bersih untuk mitigasi bencana kebakaran di Kota Kendari, dengan menggunakan pendekatan Sistem Pakar (Expert System) berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG). Hasil penelitian menunjukkan bahwa jaringan air bersih untuk pemadaman kebakaran di Kota Kendari terklasifikasi dalam empat kategori, yaitu Sangat Sesuai untuk pengembangan jaringan sebanyak 267 grid, Sesuai untuk pengembangan sebanyak 5.819 grid, Cukup Sesuai untuk pengembangan jaringan sebanyak 38.493 grid, dan Tidak Dianjurkan bagi pengembangan jaringan air bersih untuk pemadaman kebakaran perkotaan, sebanyak 63.257 grid. Jaringan air bersih yang Sangat Sesuai untuk mitigasi bencana kebakaran di Kota Kendari merupakan kawasan yang dekat dengan sumber air potensial untuk pemadaman, berada pada kawasan

perkotaan dengan tingkat risiko kebakaran tinggi dan sangat tinggi serta berada pada daerah hunian yang sedang hingga padat, sedangkan kawasan perkotaan yang tidak dianjurkan bagi pengembangan jaringan air bersih merupakan daerah kawasan rawan bencana banjir dan longsor, dengan morfologi berbukit dan bergunung dan kawasan ini bukan merupakan daerah hunian.

Kata kunci : *Sistem Pakar, SIG, model, kebakaran perkotaan, air bersih*

1. PENDAHULUAN

Kawasan perkotaan di Indonesia mengalami pertumbuhan dalam setiap tahunnya, hal ini terindikasi oleh semakin meluasnya wilayah perkotaan, munculnya pusat-pusat pertumbuhan baru dan semakin bertambahnya jumlah penduduk yang tinggal dan beraktivitas di kawasan perkotaan. Saat ini sebanyak 53 persen penduduk Indonesia telah menjadi masyarakat perkotaan dan menetap di daerah perkotaan [6]. Realitas perkembangan kota di Indonesia saat ini adalah pertumbuhan fisik ruang perkotaan yang tidak ditunjang oleh daya dukung lingkungan, perangkat dan regulasi yang ketat, akibatnya adalah kota tumbuh dan berkembang secara tidak terkontrol dan terkendali. Pertumbuhan penduduk perkotaan memberikan dampak terhadap perubahan dan perkembangan aspek fisik dan non-fisik kota, antara lain perubahan penggunaan lahan, kepadatan penduduk, kebutuhan transportasi, hiburan, peningkatan keamanan dan aspek lainnya [1].

Penataan ruang kota yang dilakukan secara baik, akan mewujudkan keharmonisan antara lingkungan alam dan lingkungan buatan serta mewujudkan perlindungan fungsi ruang dan pencegahan dampak negatif terhadap lingkungan akibat pemanfaatan ruang kota [9]. Penataan ruang kota tersebut juga akan meningkatkan kemampuan atau mengurangi kerentanan wilayah terhadap berbagai risiko negatif yang mungkin terjadi, baik yang timbul secara alami maupun non-alami. Indonesia merupakan negara dengan potensi bencana yang cukup tinggi karena geografis wilayahnya yang terletak pada daerah khatulistiwa dengan morfologi yang beragam, adanya aktivitas pergerakan lempeng tektonik aktif di sekitar perairan Indonesia, rangkaian gunung api aktif serta sesar geologi yang merupakan zona rawan bencana gempa bumi dan tanah longsor. Potensi bencana tersebut meliputi potensi bahaya utama, seperti gempa bumi, tanah longsor, letusan gunung api, tsunami, banjir, dan potensi bahaya ikutan, seperti kebakaran, wabah penyakit dan konflik sosial. Potensi tertinggi bahaya ikutan berada pada wilayah perkotaan, yang memiliki kepadatan penduduk tinggi, kompleksitas penggunaan lahan, pemusatan aktivitas penduduk perkotaan, material bangunan, dan adanya daerah-daerah permukiman kumuh perkotaan.

Bencana terjadi ketika bahaya atau ancaman (*hazard*) bertemu dengan suatu kondisi wilayah atau masyarakat yang rentan (*vulnerability*), yang memiliki kemampuan rendah atau tidak memiliki kemampuan (*capacity*) untuk menanggapi atau menghadapi bahaya tersebut. Gabungan antara kedua hal tersebut menyebabkan terganggunya kehidupan masyarakat, seperti kehancuran rumah, kerusakan harta benda, pengungsian bahkan timbulnya korban jiwa [5]. Besarnya

tingkat risiko wilayah perkotaan di Indonesia terhadap bencana dapat terlihat dari kerentanan yang dimiliki wilayah tersebut, yang meliputi kerentanan fisik wilayah, sosial kependudukan dan ekonomi. Kerentanan fisik menggambarkan perkiraan tingkat kerusakan terhadap prasarana dan sarana lingkungan jika ada faktor berbahaya tertentu, pada aspek sosial kependudukan dan ekonomi berkaitan terhadap kapasitas dan kondisi masyarakat dalam menghadapi bencana [8]. Kebakaran merupakan salah satu jenis bencana yang sering terjadi pada kawasan perkotaan dan non-perkotaan. Pada kawasan perkotaan, kejadian kebakaran utamanya terjadi pada daerah berpenduduk padat atau pada daerah yang memiliki aktivitas tinggi, seperti kawasan komersial. Pada daerah non-perkotaan, kebakaran terjadi pada wilayah hutan, baik yang memiliki vegetasi yang rapat ataupun bervegetasi jarang. [2] menuliskan bahwa wilayah perkotaan yang berpenduduk padat, berkontribusi terhadap peningkatan kerentanan kebakaran perkotaan.

Kota Kendari merupakan salah satu kawasan perkotaan di Provinsi Sulawesi Tenggara, dimana kebakaran sering terjadi dan telah menjadi sebuah bencana yang telah menimbulkan kerugian material yang tidak sedikit. Tingkat kebakaran tersebut pada tahun 2015 mengalami peningkatan hingga 30 persen dari tahun sebelumnya, tercatat telah terjadi 149 peristiwa kebakaran pada tahun 2015 dan 113 kejadian kebakaran pada tahun 2014. Penyebab dominan kebakaran tersebut didominasi oleh hubungan arus pendek listrik, pembakaran sampah dan pembakaran lahan. Beberapa hal utama yang mempengaruhi yaitu material bangunan yang mudah terbakar, jaringan jalan yang sempit, kerusakan jalan, tidak tersedianya sumber air potensial alternatif untuk pemadaman dan jumlah stasiun pemadam kebakaran yang minim. Peristiwa kebakaran terbesar pada tahun 2015 telah mengakibatkan kerugian hingga ratusan milyar rupiah. Kebakaran tersebut terjadi pada kawasan bangunan perusahaan PT. Daka Samudera, yang berjarak 15 kilometer dari stasiun pemadam kebakaran Kota Kendari. Armada pemadam kebakaran tiba di lokasi kejadian >15 menit setelah bencana kebakaran terjadi [3].

Penelitian mengenai model sistem jaringan air bersih untuk tindakan pemadaman kebakaran perkotaan ini adalah langkah penting dan mendesak yang harus dilakukan karena intensitas kejadian kebakaran beserta dampaknya yang terjadi di Kota Kendari hingga saat ini semakin tinggi dan telah menimbulkan banyak kerugian. Penelitian ini akan menghasilkan suatu model jaringan prasarana air bersih untuk mitigasi bencana kebakaran perkotaan sebagai suatu inovasi pengetahuan dan teknologi. Pemodelan yang dilakukan tersebut merupakan upaya pencegahan, mitigasi dan peningkatan kesiapsiagaan dalam manajemen bencana kebakaran di Kota Kendari untuk menghadapi kejadian bencana atau memperkecil risiko dan dampak bencana yang mungkin ditimbulkan sehingga kejadian kebakaran dapat diantisipasi, tidak berakibat fatal dan berulang.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian mengenai model sistem jaringan air bersih untuk mitigasi bencana kebakaran perkotaan ini diterapkan di Kota Kendari, Provinsi Sulawesi Tenggara, menggunakan metode pendekatan Sistem Pakar (*Expert System*) berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG) yang ditampilkan dalam bentuk grid-grid yang bereferensi geografis. Sistem Pakar ini merupakan sistem yang berbasis pengetahuan, yaitu sistem yang menggunakan pengetahuan atau kecerdasan manusia yang dimasukkan ke dalam komputer untuk menyelesaikan permasalahan yang umumnya membutuhkan keahlian dari seorang pakar atau ahli.

Kebakaran perkotaan dianalisis dengan terlebih dahulu menentukan faktor-faktor atau parameter yang berpengaruh terhadap kebakaran pada kawasan perkotaan, antara lain material bangunan yang mudah terbakar atau tidak mudah terbakar, kepadatan bangunan, apakah daerah tersebut dilintasi oleh jalan arteri atau jalan kolektor, dan jarak terhadap sumber air yang potensial untuk pemadaman. Penentuan parameter tersebut bersumber dari basis pengetahuan. Setiap faktor yang mempengaruhi diberi bobot berdasarkan besaran pengaruhnya terhadap kebakaran. Selain faktor yang berpengaruh, diidentifikasi pula faktor-faktor yang merupakan pembatas dan faktor-faktor yang tidak mendukung. Faktor-faktor tersebut kemudian dibuat menjadi sebuah metode dalam bentuk matriks yang merepresentasikan pengetahuan yaitu aturan (*rule*) dalam bentuk pasangan kondisi-aksi atau jika-maka (*if-then*). Secara umum, aturan (*rule*) tersebut direpresentasikan dalam bentuk persamaan [4].

$$\begin{array}{l} \text{If } E1 \text{ [And / Or] } E2 \text{ [And / Or] } \dots E_n \\ \text{Then } H \text{ (CF = CF}_i\text{)} \end{array} \quad (1)$$

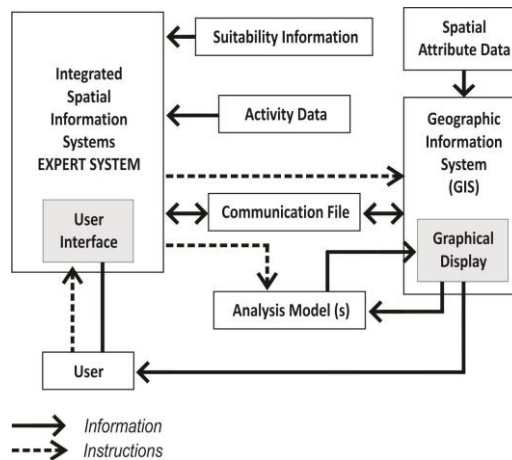
Dimana:

$E1 \dots E_n$: Fakta-fakta (*evidence*) yang ada

H : Hipotesis atau konklusi yang dihasilkan

CF : Tingkat keyakinan (*Certainty Factor*) terjadinya hipotesis H akibat adanya fakta-fakta $E1$ hingga E_n

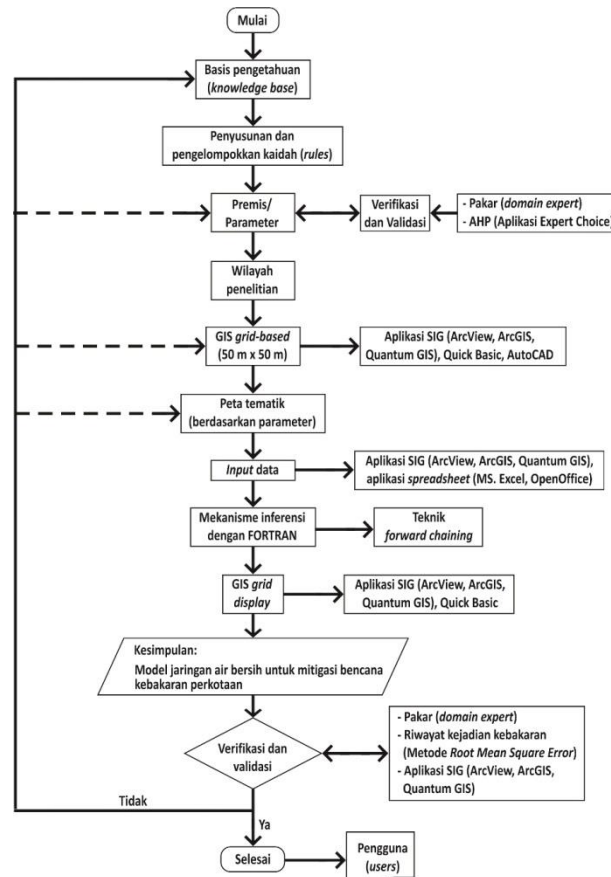
Prosedur Sistem Pakar ini bekerja dengan cara menyerupai pengetahuan dan proses berpikir seorang pakar dalam menyelesaikan masalah yang rumit. Sistem ini dirancang menggunakan perangkat keras yaitu komputer personal atau komputer jinjing (laptop) dan perangkat lunak, yaitu aplikasi SIG (ArcGIS, ArcView GIS, Quantum GIS), AutoCAD, FORTRAN dan Quick Basic serta aplikasi pendukung lainnya. Sistem ini dijalankan pada sistem operasi Microsoft Windows. [7] memberikan gambaran hubungan keterkaitan antara Sistem Pakar dengan SIG dalam suatu model pengambilan keputusan.



Gambar 1. Model pengambilan keputusan Sistem Pakar dan Sistem Informasi Geografis

Sistem Pakar yang dirancang merupakan Sistem Pakar yang menggunakan pendekatan aturan (*rule-based reasoning*) yang berbasis pada Sistem Informasi Geografis dengan menempatkan grid-grid geografi sebagai unit analisis (*GIS grid-based*) yang berjumlah 107.836 grid, dengan ukuran grid masing-masing 50 meter x 50 meter atau seluas 0,25 hektar. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari beberapa sumber, yang meliputi data primer dan sekunder. Data primer diperoleh dari kegiatan survei lapangan, meliputi data penggunaan lahan, kawasan terbangun, jenis material bangunan dan lokasi sumber air yang potensial. Data sekunder diperoleh dari instansi terkait, termasuk citra satelit, peta batas administrasi, peta status kawasan hutan, peta fungsi jalan, dan lainnya.

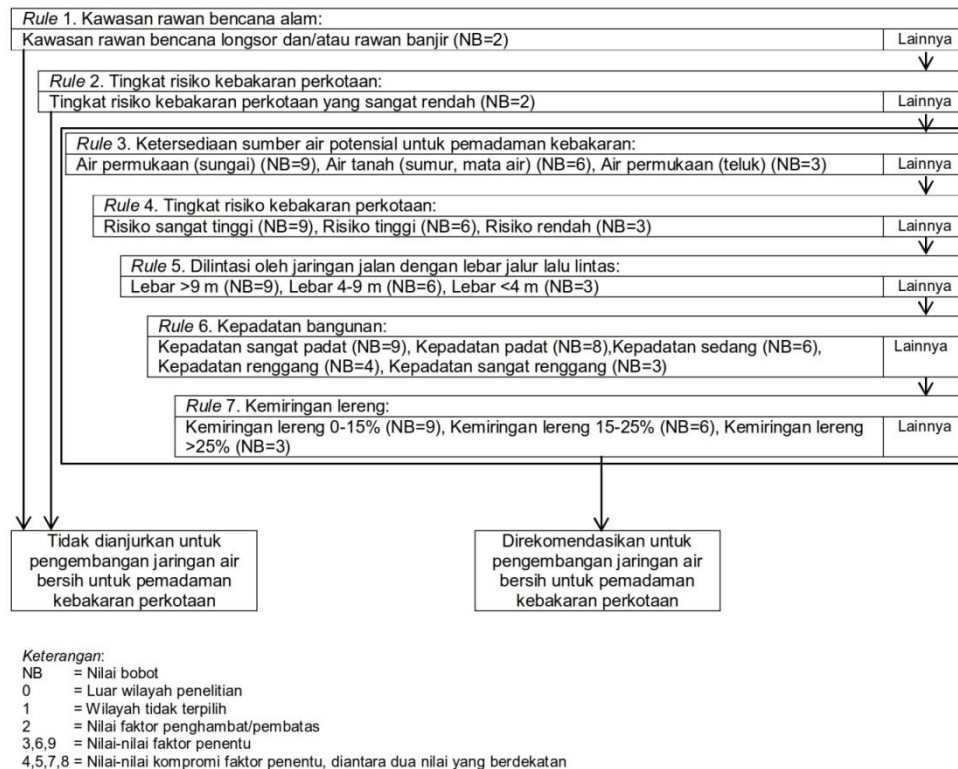
Sistem Pakar ini berfungsi untuk melakukan pemodelan sistem jaringan air bersih untuk mitigasi bencana kebakaran perkotaan. Keluaran dari sistem tersebut merupakan hasil proses aturan yang ada pada basis pengetahuan. Aturan ini merupakan representasi dari pengetahuan yang dimiliki oleh pakar. Kerangka umum sistem ini digambarkan dalam bentuk diagram alir deskriptif formulasi pembuatan Sistem Pakar, seperti yang pada Gambar 2.



Gambar 2. Kerangka umum perancangan Sistem Pakar berbasis SIG untuk model jaringan air bersih untuk mitigasi bencana kebakaran perkotaan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem Pakar model jaringan air bersih untuk mitigasi bencana kebakaran perkotaan di Kota Kendari terdiri dari 19 parameter atau *rules* yang merupakan faktor penentu pembentukan sistem jaringan air bersih untuk pemadaman kebakaran di Kota Kendari. meliputi dua kelompok yaitu: (1) faktor penghambat/pembatas, yaitu faktor kebencanaan, meliputi kawasan rawan longsor dan/atau kawasan rawan banjir serta kawasan perkotaan dengan tingkat risiko kebakaran sangat rendah, dan (2) faktor penentu, yaitu parameter-parameter yang mendukung pembentukan sistem jaringan air bersih perkotaan untuk pemadaman kebakaran, meliputi: kawasan perkotaan dengan tingkat risiko kebakaran tinggi dan sangat tinggi, ketersediaan air potensial untuk pemadaman, kepadatan bangunan, jaringan jalan, kemiringan lereng, dan jarak terhadap stasiun pemadam kebakaran.



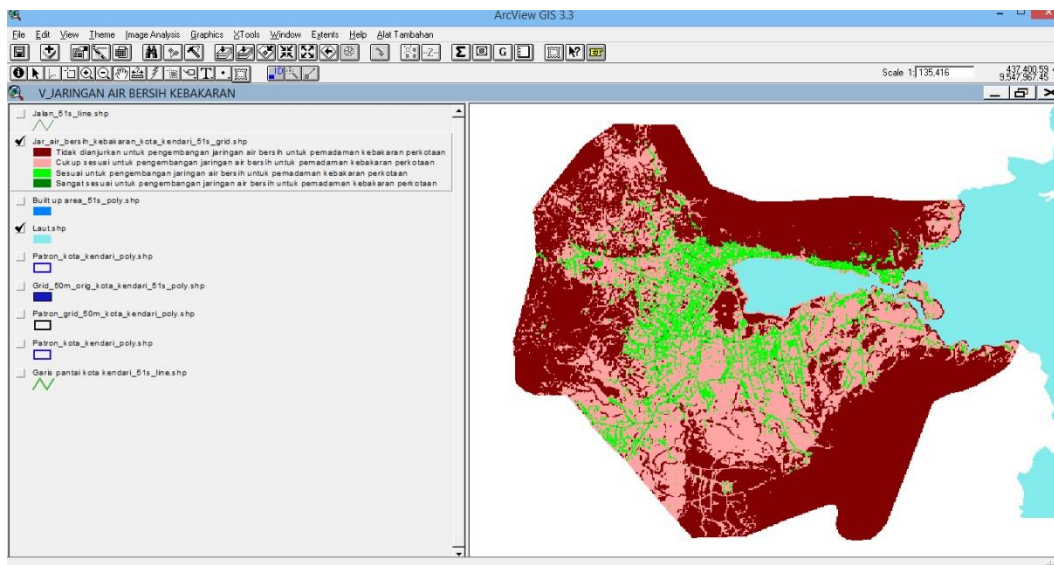
Gambar 3. Matriks representasi penentuan sistem jaringan air bersih untuk pemadaman kebakaran di Kota Kendari

Aturan-aturan tersebut akan membentuk suatu sistem jaringan air bersih yang berdasarkan pada kriteria-kriteria pendukung sistem tersebut. Selain *rules* yang diperoleh dari basis pengetahuan, terdapat satu bagian *rule* yang merupakan perolehan hasil dari penilaian tingkat risiko kebakaran di Kota Kendari yang telah dilakukan pada tahap sebelumnya, dan merupakan rangkaian dari kegiatan penelitian ini. Aturan penentuan sistem jaringan air bersih ini selanjutnya juga disimpan dalam basis pengetahuan seperti halnya pada kegiatan penilaian tingkat risiko kebakaran. *Rules* penentuan sistem jaringan air bersih untuk pemadaman kebakaran perkotaan digambarkan dalam bentuk tabulasi aturan-aturan dan matriks representasi. Proses *input* data ke dalam tabel-tabel basis data SIG menggunakan aplikasi SIG, dengan beberapa pilihan aplikasi yang dapat digunakan, yaitu: ArcGIS, ArcView GIS atau Quantum GIS dan aplikasi *spreadsheet*.

Proses inferensi penentuan sistem jaringan air bersih untuk pemadaman kebakaran di Kota Kendari menggunakan GIS *grid-based*, berjumlah sebanyak 107.836 grid, dengan ukuran grid masing-masing 50 meter x 50 meter atau seluas 0,25 hektar. Proses inferensi ini digambarkan dalam bentuk diagram alir yang menggambarkan alur logika dalam menghitung nilai implikasi. Alur logika yang ditunjukkan oleh diagram alir akan memeriksa nilai parameter-parameter penentuan sistem jaringan air bersih yang proses pemasukannya dilakukan oleh perekayasa pengetahuan (*knowledge engineer*), hingga menghasilkan kesimpulan

Tabel 1. *Output* model sistem jaringan air bersih untuk kebakaran di Kota Kendari dengan GIS *grid-based*

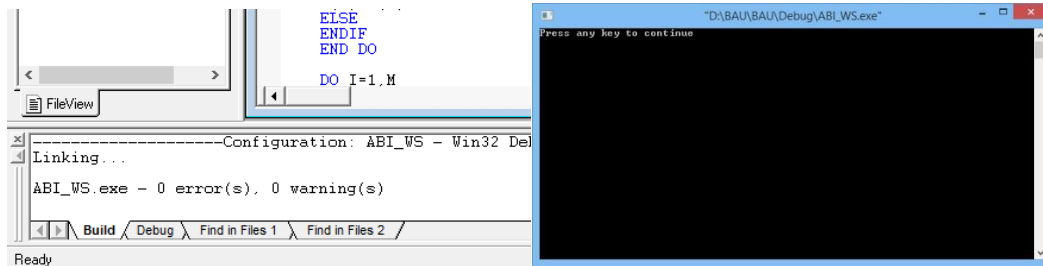
No.	Grid terseleksi	Nilai	Kategori
1.	267	>30	Sangat sesuai untuk pengembangan jaringan air bersih untuk pemadaman kebakaran perkotaan
2.	5.819	>20≤30	Sesuai untuk pengembangan jaringan air bersih untuk pemadaman kebakaran perkotaan
3.	38.493	>10≤20	Cukup sesuai untuk pengembangan jaringan air bersih untuk pemadaman kebakaran perkotaan
4.	63.257	>0≤10	Tidak dianjurkan untuk pengembangan jaringan air bersih untuk pemadaman kebakaran perkotaan
Jumlah: 107.836			



Gambar 5. Implementasi Sistem Pakar berbasis SIG pada jaringan air bersih untuk pemadaman kebakaran perkotaan dalam Aplikasi SIG

3.1. Verifikasi

Verifikasi hasil penentuan sistem jaringan air bersih untuk pemadaman kebakaran menunjukkan bahwa *coding* program telah berjalan secara benar dan bekerja sebagaimana mestinya. Tidak terdapat kesalahan pada proses *compile*, *build* dan *execute*, dan menghasilkan nilai *error* yaitu 0 (nol), seperti yang disajikan pada Gambar 6.



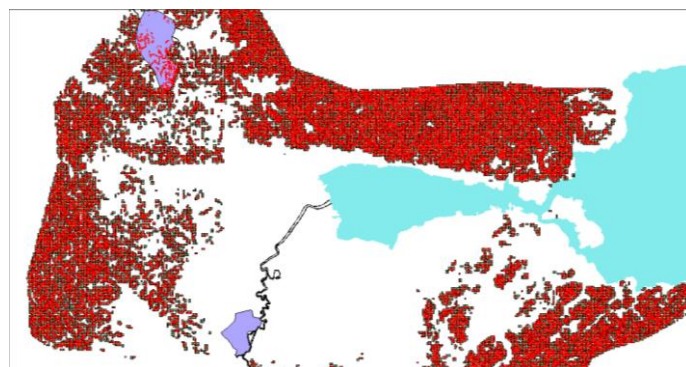
Gambar 6. Verifikasi *bug* terhadap *coding* jaringan air bersih untuk pemadaman kebakaran perkotaan dengan FORTRAN

3.2. Validasi

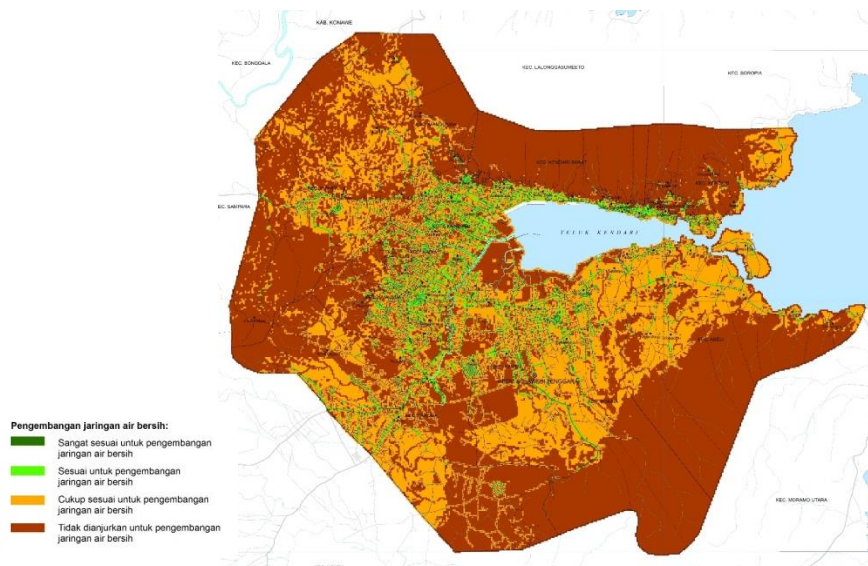
Validasi penentuan sistem jaringan air bersih untuk pemadaman kebakaran di Kota Kendari selain dilakukan dengan wawancara terhadap pakar dan membandingkan *output* sistem dengan faktor penghambat, dan diperoleh hasil *overlay* seperti pada Tabel 2 dan Gambar 7.

Tabel 2. Kesesuaian *output* model terhadap faktor penghambat penentuan sistem jaringan air bersih untuk pemadaman kebakaran di Kota Kendari

No.	Faktor penghambat	Output sistem	Kesesuaian <i>overlay</i>
1.	Kawasan rawan bencana longsor dan/atau rawan banjir	45.749 grid	• 45.749 grid yang bertampalan • 503 grid yang beririsan, yaitu kawasan rawan banjir pada bagian utara Kota Kendari • Kawasan rawan banjir pada bagian selatan Kota Kendari tidak terjadi pertampalan



Gambar 7. Tumpang susun *output* model terhadap faktor penghambat penentuan sistem jaringan air bersih pemadaman kebakaran di Kota Kendari



Gambar 8. Model sistem jaringan air bersih untuk mitigasi kebakaran di Kota Kendari berdasarkan Sistem Pakar berbasis SIG

4. SIMPULAN

Hasil penelitian yang diperoleh memberikan beberapa simpulan mengenai jaringan air bersih untuk pemadaman kebakaran di Kota Kendari, yaitu: (a) Kawasan yang sangat sesuai bagi pengembangan jaringan air bersih untuk pemadaman kebakaran perkotaan merupakan kawasan perkotaan yang dekat dengan sumber air potensial untuk pemadaman, berada pada kawasan perkotaan dengan tingkat risiko kebakaran tinggi dan sangat tinggi serta berada pada daerah hunian yang sedang hingga padat, dan (b) kawasan perkotaan yang tidak dianjurkan bagi pengembangan jaringan air bersih untuk pemadaman kebakaran perkotaan merupakan daerah kawasan rawan bencana banjir dan longsor, dengan morfologi berbukit dan bergunung dan kawasan ini bukan merupakan daerah hunian.

DAFTAR PUSTAKA

- [1].Budihardjo, E., dan Sujarto, D. 1999. *Kota Berkelanjutan*. Penerbit Alumni. Bandung.
- [2].Chainey, S., and Ratcliffe, J. 2005. *GIS and crime mapping*. West Sussex. John Wiley and Sons. England.
- [3].Dinas Pemadam Kebakaran Kota Kendari. 2016. *Histori Kejadian Kebakaran Tahun 2012-2016 Kota Kendari*. Kendari.
- [4].Durkin, J. 1994. *Expert Systems Design and Development*. Prentice Hall International Inc.
- [5].ISDR. 2004. *Learning from today's disasters for tomorrow's hazards. International Strategy for Disaster Reduction*. The World Conference on Disaster Reduction. Kobe. Japan.
- [6].Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. 2015. The Sixth Asia-Pacific Urban Forum Conference. Jakarta.

- [7].Kim, T. J *et al.* 1990. ***Expert Systems: Applications to Urban Planning***. Springer-Verlag. Department of Urban and Regional Planning, University of Illinois, Champaign. USA.
- [8].Puteri, S. M. dan Zulkaidi, D. 2014. ***Integrasi Kajian Risiko Perubahan Iklim ke dalam Proses Penyusunan Rencana Tata Ruang Wilayah Kota***. Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota B SAPPK Volume 2 Nomor 3. Sekolah Arsitektur, Perencanaan dan Pengembangan Kebijakan ITB. Bandung.
- [9].Yunus, H. S. 2000. ***Struktur Tata Ruang Kota***. Pustaka Pelajar. Yogyakarta.