

Pembangkitan Pola Data Cuaca Untuk Sistem Peringatan Dini Banjir

Wiwin Suwarningsih
Pusat Penelitian Informatika - LIPI
wiwin@informatika.lipi.go.id

Endang Suryawati
Pusat Penelitian Informatika - LIPI
endang@informatika.lipi.go.id

Abstract

The condition of an anomaly of the weather as this will cause a prediction the rain hard to do. Thus a way of observation and how to generate a pattern of anomalous weather conditions that can be used to determine and predict flooding. In this paper we conducted observations of the data pattern of rain and the flood of data to create a flood early warning system so as to generate the information needed by the community and local government. The method to be used for pattern generation algorithm is the observation SPADE (Sequential Pattern Discovery Using Equivalence Classes) is a new algorithm for rapid discovery of patterns of sequence data. The final results is a rule that will be used as input to application early warning systems software to provide flood alert information.

Keywords: Weather Anomalies, Sequential Pattern Discovery, Rules, Early Warning System

Abstrak

Kondisi anomali cuaca saat ini menyebabkan prediksi bencana banjir semakin sulit untuk dilakukan. Sehingga diperlukan suatu cara observasi dan bagaimana membangkitkan pola dari anomali kondisi cuaca agar dapat digunakan untuk menentukan dan memprediksi banjir. Dalam makalah ini akan dilakukan observasi terhadap pola data hujan dan data banjir untuk membuat suatu sistem peringatan dini banjir sehingga dapat menghasilkan informasi yang dibutuhkan oleh masyarakat dan pemerintah daerah. Metoda yang akan digunakan untuk observasi pembangkitan pola adalah algoritma SPADE (Sequential Pattern Discovery Using Equivalence classes) yaitu sebuah algoritma baru untuk penemuan secara cepat pola urutan data. Hasil akhir dari penelitian ini adalah sebuah aturan (rule) yang akan digunakan sebagai data masukan pada aplikasi perangkat lunak sistem peringatan dini untuk memberikan informasi waspada bencana banjir

Kata kunci: Anomali Cuaca, Penemuan Pola Urutan Data, Aturan, Sistem Peringatan Dini

1. Pendahuluan

Luapan Sungai Citarum sudah menjadi fenomena yang biasa dialami oleh penduduk Bandung Selatan setiap musim penghujan [1,2]. Meski hampir setiap bulan terkena banjir, namun mereka tetap bertahan di kawasan terendah di Cekungan Bandung itu karena tidak punya pilihan lain untuk meninggalkan lokasi itu. Sungai Citarum yang sulit surut karena hujan terus turun setiap sore dan malam hari di hulu Sungai Citarum mengakibatkan `banjir cileuncang` di sejumlah ruas jalan di Kota Bandung seperti di Jalan Sukajadi, Jalan Peta, Jalan Mohamad Toha, Buahbatu serta beberapa jalan raya lainnya di Kota Kembang [1]. Adapun luas wilayah yang tergenang mencapai 540 hektar dengan ketinggian rendaman mencapai 1-2 meter. Jumlah rumah penduduk yang terendam air kurang lebih sekitar 30.125 rumah. Kerugian ekonomi yang dialami sangat besar sekali karena kerusakan bangunan fisik baik rumah, sekolah dan sarana umum lainnya [1,2].

Melihat fenomena banjir di kota Bandung tersebut khususnya bila terjadi hujan terus menerus di hulu sungau citarum perlu kiranya dipasang sebuah sistem peringatan dini (Early Warning System = EWS) banjir guna mengantisipasi terjadinya bencana banjir yang

meluas. Serta diharapkan dengan adanya sistem peringatan dini tindakan preventif dapat dilakukan sehingga tidak akan terjadi bencana banjir yang meluas. Di kota-kota rawan banjir seperti Yogyakarta, Madiun dan Semarang sudah banyak dipasang sistem peringatan dini. Akan tetapi fungsi sistim berupa alat sensor yang dipasang di pinggir sungai tidak bekerja dengan baik karena tidak adanya petugas yang paham bagaimana caranya agar alat sistem peringatan dini bekerja dengan baik sehingga alat itu menjadi rusak [3,4]. Ditambah dengan anomali cuaca yang terjadi saat ini menyebabkan prediksi hujan semakin sulit untuk dilakukan dan hal ini mengakibatkan pula analisa serta memprediksi bencana banjir yang diakibatkan curah hujan yang tinggi kurang cepat untuk diprediksi [5]. Berdasarkan data klimatologi dari BMKG tahun 2005-2008 dapat dilihat bahwa jumlah hari hujan rata-rata mencapai 20-25 hari dengan curah hujan rata-rata diatas 45mm. Berdasarkan hal tersebut maka diperlukan suatu cara melihat pola data dari anomali kondisi cuaca yang dapat digunakan untuk menentukan dan memprediksi banjir, sehingga hasil dari pembangkitan pola data cuaca dan pola data banjir tersebut dapat menghasilkan suatu informasi yang bisa dijadikan sebagai masukan untuk aplikasi perangkat lunak sistem peringatan dini banjir.

2. Dasar Teori

2.1 Algoritma SPADE

Algoritma SPADE (*Sequential Pattern Discovery using Equivalence classes*) = Penemuan pola urutan data menggunakan kelas yang sama) adalah sebuah algoritma baru untuk penemuan secara cepat dari pola data yang berurutan [6]. Yang dimaksud kelas adalah kumpulan objek yang memiliki atribut atau parameter yang sama, sedangkan frekuensi adalah jumlah kemunculan data yang memiliki nilai yang sama. Masalah pertambangan pola urutan data dapat dinyatakan sebagai berikut : $I = \{i_1, i_2, \dots, i_m\}$ merupakan himpunan objek yang terdiri dari alfabet. Sedangkan sebuah kejadian (*event*) adalah kumpulan dari aksi yang memiliki perintah untuk dilakukan. Urutan (*sequence*) adalah daftar dari kejadian. Sebuah kejadian dinotasikan sebagai $(i_1, i_2, \dots, i_k)$, dimana i_j adalah objek. Jika ada sebuah α yang merupakan urutan dari objek maka dapat dinotasikan sebagai berikut $(\alpha_1 \rightarrow \alpha_2 \rightarrow \dots \rightarrow \alpha_q)$, dimana α_n adalah sebuah kejadian. Sebuah urutan dengan k objek dinotasikan dengan $k = \sum_j |\alpha_j|$ maka ini berarti k adalah k-urutan (*k-sequence*).

Untuk urutan α , Jika kejadian α_i terjadi sebelum α_j , maka dinotasikan $\alpha_i < \alpha_j$. Kita sebut α adalah sub-urutan dari urutan β , dinotasikan $\alpha \leq \beta$. Jika ada fungsi satu ke satu, f dipetakan terhadap kejadian yang terdapat pada α dan β , maka :

- 1) $\alpha_i \subseteq f(\alpha_i)$
- 2) Jika $\alpha_i < \alpha_j$ maka $f(\alpha_i) < f(\alpha_j)$.

Ilustrasi sebuah urutan dengan nilai $k=1$ atau disebut 1-urutan (*1-sequence*) adalah sebagai berikut misalnya seseorang belanja ke swalayan hanya membeli gula. Karena hanya satu objek yang dibeli maka bentuk 1-urutannya adalah {gula}. Sedangkan untuk nilai $k=2$ atau disebut 2-urutan (*2-sequence*) bila objek yang dibeli lebih dari satu misalnya belanja gula dan kecap, maka bentuk 2-urutannya adalah {gula, kecap}.

Menentukan komputasi jumlah 1-urutan, 2-urutan sampai dengan k-urutan dapat menggunakan algoritma SPADE (lihat Gambar 1), dengan dekomposisi ke dalam bentuk prefiks dari kelas induk yang sama dan enumerasi semua jumlah urutan menggunakan metoda BFS (*Breadth-First Search*) atau DFS (*Depth-First Search*) di kelas masing-masing.

```
SPADE (min_sup, D) :
    F1 = {Frekuensi objek 1-urutan};
    F2 = {Frekuensi objek 2-urutan};
    ε = {kelas yang sama [X]ε1};
    untuk semua [X] ∈ ε lakukan
        Pencacahan-Frekuensi-Urutan([X]);
```

Gambar 1. Algoritma SPADE[6]

Dalam proses penambangan data, ada objek yang terpilih dalam suatu urutan dipengaruhi oleh objek lainnya, sehingga objek ini disebut objek yang memiliki pengaruh sedikit (*minimum supply=min_sup*). Dari Gambar 1 diatas, tahapan detail algoritma SPADE untuk menentukan kerurutan data adalah sebagai berikut :

1. Menentukan dan menghitung frekuensi 1-urutan dan 2-urutan.
2. Pencacahan Frekuensi kelas sekuens dengan menggunakan algoritma BFS dan DFS, yang dipanggil menggunakan prosedur program algoritmanya dapat dilihat pada Gambar 2.
3. Menggabungkan daftar-id sementara
4. Menggabungkan kombinasi dari daftar-id untuk dua sekuens. Pertimbangkan kelas yang sama misalkan objek A dipengaruhi oleh objek B maka notasinya adalah $[B \rightarrow A]$, kelas $[B \rightarrow A]$ bisa saya berasal dari himpunan atom sebagai berikut $\{B \rightarrow AB, B \rightarrow AD, B \rightarrow A \rightarrow D, B \rightarrow A \rightarrow D, B \rightarrow F \rightarrow\}$. Jika P untuk awalan $B \rightarrow A$, maka kita dapat menulis ulang kelas untuk mendapatkan $[P] = \{PB, PD, P \rightarrow A, P \rightarrow D, P \rightarrow F\}$. Dari sini dapat dilihat kelas memiliki dua jenis atom: atom event $\{PB, PD\}$ dan urutan atom $\{P \rightarrow A, P \rightarrow D, P \rightarrow F\}$.

```
Pencacahan-Frekuensi-Urutan(S) :
For all atoms Ai ∈ S do
    Ti = ∅;
    For all atoms Aj ∈ S, with j ≥ i do
        R = Ai ∨ Aj;
        If (Prune(R) == FALSE) then
            L(R) = L(Ai) ∩ L(Aj);
            If θ(R) > min_sup then
                Ti = Ti ∪ {R}; F|R| = F|R| ∪ {R};
    End
    If (Depth-First-Search) then
        End Pencacahan-Frekuensi-Urutan(Ti);
    If (Breadth-First-Search) then
        For all Ti ≠ ∅ do
            Pencacahan-Frekuensi-Urutan(Ti);
```

Gambar 2. Algoritma Pencacahan-Frekuensi-Urutan[6]

5. Pemangkasan Urutan (*Pruning Sequence*)

Algoritma pemangkasan ini diilustrasikan pada Gambar 3. α_1 adalah elemen pertama dari sekuens α . Sebelum menghasilkan daftar-id untuk sekuens-k β , kita periksa apakah semua sub-urutan k-1 sering muncul. Jika semua sering muncul maka kita melakukan penggabungan daftar-id. Jika tidak β akan dihapus. Perhatikan bahwa semua sub-sekuens terakhir berada di kelas saat ini.

```
Prune(β) :
For all (k-1)-sunsequences, α<β do
    If ([α1] telah diproses, dan α ∈ Fk-1) then
        Return TRUE;
    Return FALSE;
```

Gambar 3. Algoritma Pemangkasan Sekuens[7]

2.2 Strategi Pemilihan Pemangkasan Pola Urutan Data

Tiga langkah strategi pemangkasan untuk memilih pola yang sangat prediktif dari himpunan urutan data [8], yaitu:

- a. Pemangkasan Normatif :
Menghilangkan semua aturan normatif yang konsisten dengan latar belakang pengetahuan sesuai dengan operasi normal yaitu menghilangkan pola-

pola yang tidak hanya terjadi dalam hal buruk, tetapi juga terjadi dalam rencana yang baik cukup sering, karena model ini tidak mungkin memprediksi peristiwa buruk.

- b. Pemangkasan untuk data yang berulang :
Menghilangkan semua pola data yang berulang dan memiliki frekuensi yang sama setidaknya satu dari sub-urutan yang tepat, artinya menghilangkan q pola yang diperoleh dengan meningkatkan suatu p model yang ada, q frekuensi yang sama sesuai intuisi adalah bahwa p juga prediksi q.
- c. Pemangkasan dominan :
Menghilangkan semua urutan yang didominasi kurang prediktif daripada sub-urutan yang tepat, artinya menghilangkan pola yang diperoleh dengan meningkatkan q yang ada.

3. Metodologi

Metoda yang akan digunakan untuk observasi pembangkitan pola data adalah algoritma SPADE yaitu sebuah algoritma baru untuk penemuan secara cepat pola urutan data. Data yang akan digunakan untuk analisa masalah ini adalah data hasil pemantauan BMKG (Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika) [9], dimana data dibagi menjadi dua bagian yaitu training set (data dari bulan Januari sampai dengan Desember 2008), dan test set yang akan digunakan untuk menguji rule terhadap training set (data dari bulan Januari 2009 sampai dengan Desember 2009).

4. Hasil dan Pembahasan

Proses observasi pembangkitan pola data menggunakan basisdata urutan data yang memiliki nilai SID (*Sequences-ID*), EID (*Event-ID*), itemset pendukungnya dan frekuensi urutan dari masing-masing item (lihat Tabel 1). Data urutan diperoleh dari data klimatologi BMKG periode tahun 2005 sampai dengan 2008 [9].

Tabel 1. Basisdata Urutan Data Curah Hujan

SID	EID	Items
1	80	{Suhu=23; curah-hujan=40; kelembaban=98; kec.angin=3; arah angin=W}
1	39	{Suhu=22; curah-hujan=36; kelembaban=96; kec.angin=4; arah angin=W}
1	41	{Suhu=22; curah-hujan=35; kelembaban=92; kec.angin=8; arah angin=W}
1	37	{Suhu=22; curah-hujan=45; ;kelembaban=94; kec.angin=7; arah angin=W}
1	44	{Suhu=23; curah-hujan=41; kelembaban=96; kec.angin=7; arah angin=W}
1	46	{Suhu=23; curah-hujan=39; kelembaban=94; kec.angin=5; arah angin=W}
1	81	{Suhu=22; curah-hujan=45; kelembaban=94; kec.angin=8; arah angin=W}
1	59	{Suhu=24; curah-hujan=38; kelembaban=91; kec.angin=5; arah angin=W}
2	53	{Suhu=24; curah-hujan=38; kelembaban=95;

		{kec.angin=3; arah angin=E} {Suhu=24; curah-hujan=38; kelembaban=91; kec.angin=4; arah angin=E}
2	44	{Suhu=23; curah-hujan=40; kelembaban=96; kec.angin=7; arah angin=W} {Suhu=24; curah-hujan=40; kelembaban=93; kec.angin=4; arah angin=NE}
2	48	{Suhu=23; curah-hujan=38; kelembaban=94; kec.angin=5; arah angin=W} {Suhu=22; curah-hujan=38; kelembaban=91; kec.angin=3; arah angin=W}
2	53	{Suhu=24; curah-hujan=45; kelembaban=95; kec.angin=3; arah angin=E} {Suhu=21; curah-hujan=45; kelembaban=96; kec.angin=5; arah angin=W}
2	59	{Suhu=24; curah-hujan=40; kelembaban=91; kec.angin=5; arah angin=W} {Suhu=22; curah-hujan=40; kelembaban=95; kec.angin=5; arah angin=W}
3	53	{Suhu=24; curah-hujan=45; kelembaban=95; kec.angin=3; arah angin=E} {Suhu=21; curah-hujan=45; kelembaban=96; kec.angin=5; arah angin=W} {Suhu=23; curah-hujan=45; kelembaban=96; kec.angin=5; arah angin=W}
3	37	{Suhu=22; curah-hujan=38; kelembaban=94; kec.angin=7; arah angin=W} {Suhu=23; curah-hujan=38; kelembaban=95; kec.angin=6; arah angin=W} {Suhu=23; curah-hujan=38; kelembaban=94; kec.angin=8; arah angin=W}
3	59	{Suhu=24; curah-hujan=40; kelembaban=91; kec.angin=5; arah angin=W} {Suhu=22; curah-hujan=40; kelembaban=95; kec.angin=5; arah angin=W} {Suhu=22; curah-hujan=40; kelembaban=96; kec.angin=5; arah angin=W}
3	48	{Suhu=22; curah-hujan=39; kelembaban=93; kec.angin=4; arah angin=N} {Suhu=23; curah-hujan=39; kelembaban=94; kec.angin=5; arah angin=W} {Suhu=22; curah-hujan=39; kelembaban=91; kec.angin=3; arah angin=W}
4	53	{Suhu=24; curah-hujan=45; kelembaban=95; kec.angin=3; arah angin=E} {Suhu=21; curah-hujan=45; kelembaban=96; kec.angin=5; arah angin=W} {Suhu=23; curah-hujan=45; kelembaban=96; kec.angin=5; arah angin=W} {Suhu=23; curah-hujan=45; kelembaban=93; kec.angin=2; arah angin=SE}
4	59	{Suhu=24; curah-hujan=38; kelembaban=91; kec.angin=5; arah angin=W} {Suhu=22; curah-hujan=38; kelembaban=95; kec.angin=5; arah angin=W} {Suhu=22; curah-hujan=38; kelembaban=96; kec.angin=5; arah angin=W} {Suhu=22; curah-hujan=38; kelembaban=96; kec.angin=2; arah angin=W}

Tabel 1 menunjukkan bahwa nilai SID adalah nilai urutan data masukan, sedangkan nilai EID adalah nilai kejadian (*event*) ketika banjir terjadi karena curah hujan mencapai nilai diatas 35 mm dalam rentang waktu 20-60 menit. Pada kolom item merupakan parameter cuaca yang merupakan bentuk urutan data yang menyebabkan nilai kejadian (EID) terjadi. Berdasarkan Tabel 1 maka pembentukan frekuensi urutan ditentukan oleh nilai kemunculan dari itemset pembentuk EID (lihat Tabel 2).

Tabel 2. Frekuensi Urutan

Frekuensi 1-urutan		Frekuensi 2-urutan	
{curah-hujan=39}	2	{curah-hujan=39; suhu=21}	6
{curah-hujan=45}	11	{curah-hujan=45; suhu=22}->{kelembaban=94}	2
{curah-hujan=38}	5	{kelembaban=94; arah.angin=w}->{curah-hujan=40}	4
		{kelembaban=94; kec.angin=6}->{curah-hujan=38}	2
Frekuensi 3-urutan		Frekuensi 4-urutan	
{Suhu=22; curah-hujan=45; kelembaban=94}	5	{arah angin=w}->{suhu=23; kec.angin=5; curah-hujan=40}	5
{curah-hujan=40; kelembaban=95; kec.angin=6}->{suhu=22}	7	{arah angin=w}->{suhu=23; kelembaban=94}->{kec.angin=4; curah-hujan=45}	6
{curah-hujan=39 arah angin=w}->{suhu=23; kelembaban=94}	4		

Tabel 2 menunjukkan frekuensi urutan sangat bervariasi. Urutan yang terbentuk dapat dijadikan kandidat untuk dipilih menjadi urutan yang optimal. Pemilihan urutan yang optimal dilakukan melalui proses pencacahan frekuensi berdasarkan kelas urutannya dan penggabungan temporal daftar-id. Penggabungan daftar-id secara temporal ditentukan dari keterhubungan antar parameter sehingga tercipta sekuens baru hasil dari penggabungan daftar-id tersebut.

Urutan baru yang terbentuk terdiri dari empat pola yaitu $B \rightarrow C \rightarrow A$, $B \rightarrow CA$, $C \rightarrow A \rightarrow D$ dan $B \rightarrow DA$. Variabel-variabel tersebut masing-masing merepresentasikan :

$B = \{\text{curah-hujan}=40; \text{kelembaban}=95; \text{kec.angin}=6\} \rightarrow \{\text{suhu}=22\}$
 $C = \{\text{suhu}=22; \text{curah-hujan}=45; \text{kelembaban}=94; \text{kec.angin}=7\}$
 $A = \{\text{curah-hujan}=39; \text{suhu}=21\}$
 $CA = \{\text{suhu}=23\} \rightarrow \{\text{kelembaban}=94\} \rightarrow \{\text{kec.angin}=4; \text{curah-hujan}=35\}$
 $DA = \{\text{kelembaban}=94; \text{kec.angin}=6\} \rightarrow \{\text{curah-hujan}=38\}$

Pola urutan $B \rightarrow C \rightarrow A$, $B \rightarrow CA$, $C \rightarrow A \rightarrow D$ dan $B \rightarrow DA$ di seleksi dengan cara pemangkasan pola urutan untuk memilih pola yang sangat prediktif dari himpunan urutan. Hasil dari pemangkasan pola dengan ketiga teknik (normatif, redundan dan dominan) adalah :

- Pemangkasan pola secara normatif maka pola urutan yang terpilih adalah $B \rightarrow C \rightarrow A$, $B \rightarrow CA$, dan $C \rightarrow A \rightarrow D$
- Pemangkasan pola yang redundan maka pola urutan yang terpilih adalah $B \rightarrow C \rightarrow A$ dan $B \rightarrow CA$
- Pemangkasan pola yang dominan maka pola urutan yang terpilih adalah $B \rightarrow CA$.

Proses pembacaan pola menjadi informasi digunakan untuk menentukan aturan (*rule*) yang akan dijadikan sebagai proses seleksi terhadap data masukan. Pola optimal yang merupakan hasil dari proses pemangkasan pola adalah $B \rightarrow CA$. Pola ini dapat diartikan bahwa Curah hujan memiliki nilai tinggi yaitu sebesar 45 mm jika dipengaruhi oleh kondisi suhu 23 derajat celsius, kelembaban diatas 94, kecepatan angin 6 knot dan arah angin cenderung ke arah barat (West=W). cenderung ke arah barat (West=W).

Informasi yang terdapat didalam pola $B \rightarrow CA$ dapat digunakan untuk menentukan batas minimum proses seleksi dari aturan suatu system peringatan dini banjir, dimana aturan yang terbentuk adalah :

```

IF      suhu=23 AND
        kelembaban>=94 AND
        kec.angin>=4 AND
        curah-hujan>=35
THEN
    "system alarm peringatan dini
    Nyala"
ELSE
    "system alarm peringatan dini
    Mati"

```

Parameter lain yang digunakan untuk menentukan sistem peringatan dini bekerja adalah frekuensi waktu hujan dalam rentang waktu maksimal 60 menit berturut-turut, sehingga aturannya menjadi :

```

IF      suhu<=23 AND
        kelembaban>=94 AND
        kec.angin>=4 AND
        curah-hujan>=35 AND
        Lamanya_Hujan>=60 menit
THEN
    "system alarm peringatan dini
    Nyala"
ELSE
    "system alarm peringatan dini
    Mati"

```

Aturan yang dihasilkan dari proses pembacaan pola menjadi informasi ini akan digunakan dengan menggunakan data uji. Data yang digunakan untuk pengujian ini adalah data cuaca dari bulan Januari sampai dengan bulan Desember 2009 diambil secara acak yang digenerasi oleh komputer dengan menggunakan metoda *Random Number Variate Generator*.

Tabel 3. Pengujian Aturan (*Rule*)

Suhu (oC)	Kelembaban	Arah Angin	Kec Angin (knot)	Curah Hujan (mm)	Lamanya Hujan (menit)	Hasil Uji
23	94	w	5	35,5	61	EWS Nyala
22,5	95	w	5	36	120	EWS Nyala
21	95	w	6	39	98	EWS Nyala
22,7	93	w	6	40,2	11	EWS Mati
22,9	94	w	7	45,1	85	EWS Nyala
21,5	96	w	4	39,4	96	EWS Nyala
21,6	96	w	5	40,3	100	EWS Nyala
22,8	97	w	5	45,2	102	EWS Nyala
22,4	94	w	6	36	15	EWS Mati
22,6	96	w	7	39	145	EWS Nyala
20	94	w	7	40,2	97	EWS Nyala
21,2	95	w	7	45,5	87	EWS Nyala
20,5	94	w	6	39,7	5	EWS Mati
23,1	95	w	6	40,3	113	EWS Nyala
21,8	97	w	7	40,3	87	EWS Nyala
22,7	94	w	7	45,4	85	EWS Nyala

Tabel 3. menunjukkan hasil pengujian aturan (*rule*) terhadap data klimatologi, sebesar 81,25% sistem EWS hidup, ini terjadi jika data memenuhi aturan (*rule*), sedangkan 18,75% sistem EWS mati karena salah satu parameter data tidak memenuhi aturan tersebut yaitu lamanya hujan dibawah 60 menit.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian terhadap aturan (*rule*) maka dapat disimpulkan bahwa observasi data dan pencarian pola optimal dengan menggunakan algoritma SPADE dapat menghasilkan sebuah pola data yang optimal dan menghasilkan pula suatu informasi baru, dimana informasi baru tersebut menjadi data masukan untuk mengaktifkan sebuah sistem peringatan dini banjir. Sistem peringatan banjir ini akan aktif atau menyala jika parameter data yang menjadi data masukkan memenuhi aturan (*rule*).

6. Daftar Pustaka

- [1] ____, "Rekap Fenomena Kejadian Banjir di kota Bandung dalam 3 periode 1996-2009". PUSAIR Bandung, 2009.
- [2] ____, "Banjir Baleendah Berpotensi Meluas", <http://www.antaranews.com/berita/256169/banjir-baleendah-berpotensi-meluas>. (Diakses 10.01.2012).
- [3] ____, "EWS DILUNCURKAN : Tingkatkan Waspada Banjir". <http://www.kr.co.id/> . (Diakses 10.01.2012).
- [4] ____, "Alat Peringatan Banjir di Madiun dan Ngawi Rusak". TEMPO.CO, Jumat 20 Januari 2012.
- [5] Haris Syahbuddin dan Tri Nandar Wihendar, *Anomali Curah Hujan Periode 2010 – 2040 di Indonesia*, Bogor: Balai Penelitian Agroklimate dan Hidrologi. 2008.
- [6] Mohammed J. Zaki, "SPADE: An Efficient Algorithm for Mining Frequent Sequences, Machine Learning", 42, 31–60. Netherlands : Kluwer Academic Publishers.. 2001.
- [7] Ramakrishnan Srikant and Rakesh Agrawal, "Mining Sequential Patterns: Generalizations and Performance Improvements." <http://rakesh.agrawal-family.com/papers/>, (Diakses 15.06.2010).
- [8] Tan P. N., Steinbach, M., Kumar, V. "Introduction to Data Mining". Addison Wesley. 2006.
- [9] ____, "Data Klimatologi Station Geofisika Kelas I Bandung". Garis Lintang : 06° 55' S, Garis Bujur : 107° 36'E, Tinggi DPL 791 M. BMKG Bandung . Periode Tahun 2005 – 2009.

