Perengkingan Pengetahuan Dalam Time Series Data Mining dengan J-Measure

Relita Buaton¹, Muhammad Zarlis², Herman Mawengkang², Syahril Efendi²

¹Graduate Program Of Computer Science,

²Department Of Computer Science

Faculty of Computer Science and Information technology,

Universitas Sumatera Utara, Medan, Indonesia

bbcbuaton@gmail.com

Abstract-Computer system development is increasing very rapidly in generating and collecting data that can be seen in terms of the application of computerized systems that continuously improve transaction data in the business world and in government systems, as well as the ability of hardware to store data with large capacity, increasing interest in mining data in accordance with technological developments, including problems related to computer science and data representation which are considered effective and efficient solutions. In this study the technique used is processing time series data, some of the knowledge produced is then ranked so that priority knowledge is obtained with a high level of confidence. Proximity distance using j-measure euclidean and cracking. Based on the results of cracking found rules based on the level of confidence that can be used as a decision support

Keywords: data mining time series cracking, j-measure

Abstrak- Pengembangan sistem komputer meningkat sangat cepat dalam menghasilkan dan mengumpulkan data yang dapat dilihat dari sisi penerapan sistem komputerisasi yang terus meningkatkan data transaksi di dunia bisnis dan dalam sistem pemerintahan, serta kemampuan perangkat keras untuk menyimpan data dengan kapasitas besar, terjadi peningkatan minat dalam menambang/menggali data sesuai dengan perkembangan teknologi, diantaranya adalah permasalahan yang berkaitan dengan ilmu komputer dan representasi data yang dianggap sebagai solusi yang efektif dan efisien. Dalam penelitian ini teknik yang digunakan adalah melakukan pengolahan data time series, beberapa pengetahuan yang dihasilkan kemudian dirangking sehingga diperoleh pengetahuan prioritas dengan tingkat keyakinan yang tinggi. Jarak kedekatan dengan menggunakan euclidean dan perengkingan j-measure. Berdasarkan hasil perengkingan ditemukan aturan berdasarkan tingkat keyakinan yang dapat digunakan sebagai pendukung keputusan

Kata kunci: perengkingan time series data mining, j-measure

1. PENDAHULUAN

1.1. Time Series Data Mining

Dalam kurun waktu beberapa tahun belakangan ini, telah terjadi peningkatan minat dalam menambang/menggali data sesuai dengan perkembangan teknologi, diantaranya adalah permasalahan yang berkaitan dengan ilmu komputer dan representasi data yang dianggap sebagai solusi yang efektif dan efisien. Dalam penambangan data berkala (time series data mining), masalah mendasar adalah bagaimana menyajikan data berkala. Salah satu pendekatan yang umum adalah mengubah deret berkala menjadi domain lain sehingga dimensi dikurangi yang diikuti oleh mekanisme indeks, penelitian deret waktu tidak optimal karena masih terbatas pada data penambangan yang belum

dapat mewakili deret waktu [1], dapat menemukan pola dalam data deret waktu [2], pola ini perlu dikembangkan untuk mengubah pola menjadi aturan. Aturan dapat ditemukan dari data deret waktu, tetapi masih dibatasi oleh overfitting [3]. Selanjutnya, ukuran kesamaan dalam urutan periodik atau sub urutannya dan proses segmentasi adalah dua tugas utama untuk berbagai tugas yang termasuk dalam penambangan periodik. Salah satu tugas penambangan adalah aturan penemuan (rule discovery). Serangkaian berkala dapat dikonversi menjadi representasi diskrit dengan terlebih dahulu membentuk sub-urutan dan kemudian mengelompokkan sub urutan ini menggunakan ukuran yang sesuai dari pola kesamaan. Pengembangan sistem komputer meningkat sangat cepat dalam menghasilkan dan mengumpulkan data yang dapat dilihat dari sisi penerapan sistem komputerisasi yang terus meningkatkan data transaksi di dunia bisnis dan dalam sistem pemerintahan, serta kemampuan perangkat keras untuk menyimpan data dengan kapasitas besar. Kumpulan basis data yang dihasilkan dari berbagai sumber dalam manajemen bisnis dan administrasi pemerintahan serta penerapan berbagai aplikasi lainnya. Dengan perkembangan ukuran basis data yang sangat cepat itu dapat mempengaruhi kinerja dan kemampuan sistem basis data. Ini menciptakan teknik baru dalam mengelola kumpulan atau tumpukan data dari data transaksi basis data besar untuk mengekstrak informasi berharga dari basis data yang sebelumnya tidak dikenal. Oleh karena itu penambangan data sangat penting untuk menjadi objek dan studi penelitian saat ini[4]

1.2. Cluster Analisis

Analisis cluster adalah proses mempartisi set data atau observasi menjadi beberapa bagian. Setiap subset adalah sebuah cluster, jadi objek yang berada dalam satu cluster mirip satu sama lain, tetapi berbeda dari objek dalam kelompok lain. Cluster cluster yang dihasilkan dari analisis cluster dapat disebut sebagai clustering, metode pengelompokan yang berbeda dapat menghasilkan pengelompokan yang berbeda dalam kumpulan data yang sama. Sistem partisi dilakukan dengan algoritma clustering. Oleh karena itu, pengelompokan bermanfaat karena dapat menghasilkan penemuan kelompok yang sebelumnya tidak dikenal dalam data. Analisis Cluster telah banyak digunakan dalam banyak aplikasi seperti intelijen bisnis, pengenalan pola gambar, pencarian web, biologi, dan keamanan. Dalam intelijen bisnis, pengelompokan dapat digunakan untuk mengatur sejumlah besar pelanggan ke dalam kelompok, dimana pelanggan dalam kelompok memiliki karakteristik yang sama. Untuk menemukan cluster dalam grafik yaitu dengan memotong grafik menjadi beberapa bagian, setiap bagian menjadi sebuah cluster, secara formal untuk grafik $G = (V, E)$, untuk memotong $C = (S, T)$, yang merupakan partisi dari vertex set V di G . $V = S \cup T$ dan $S \cap T = \emptyset$. Bagian yang dimaksudkan untuk menghasilkan cluster adalah menggunakan potongan minimum sesuai dengan teori grafik. Sepotong dikatakan minimum jika ukuran potongan tidak lebih besar dari ukuran potongan lainnya [1].

Gambar 1. Grafik dengan 2 buah cluster

Menurut [5], memberikan perspektif inovatif dan memberikan solusi optimal menggunakan algoritma yang dapat menemukan motif atau pola deret waktu melalui kumpulan partikel. Dengan mempertimbangkan data dari berbagai domain, penggunaan kumpulan partikel adalah solusi kompetitif dibandingkan dengan studi sebelumnya karena dapat menemukan motif yang sebanding dalam waktu singkat dan memori minimal. Time Series adalah urutan bilangan real yang diukur secara berurutan, biasanya dalam bentuk interval waktu reguler. Data dalam bentuk deret waktu mencakup data dari ekonomi ke kedokteran, dari biologi ke fisika, dan dari ilmu sosial ke komputer. Pengulangan data merupakan karakteristik mendasar dari sistem alami dan buatan seperti pengukuran aktivitas sistem, deret waktu yang menjadi pasangan segmen data. Pasangan segmen ini biasanya disebut motif [6] dan keberadaan mereka tidak mungkin terjadi secara kebetulan. Bahkan, mereka biasanya membawa informasi penting tentang sistem.

Untuk mengevaluasi kualitas clustering dengan menggunakan cross entropy yang dinyatakan sebagai berikut

$$a. \text{ Cross entropy} = \sum_{j=1}^k \left(\frac{n_j}{|SDB|} \right) \left(- \sum_{i=1}^m P_{ij} \log(p_{ij}) \right) \quad (1)$$

K=jumlah cluster

n_j =jumlah sequence dalam j cluster

m =jumlah class dalam sequence database

p_{ij} =probabilitas secara random j cluster

SDB =sequence database

a. J-Measure

Digunakan untuk perengkingan rule, yang didefinisikan sebagai berikut

$$J(B_T; A) = p(A) * \left(p(B_T|A) \log \left(\frac{p(B_T|A)}{p(B_T)} \right) + (1 - p(B_T|A)) \log \left(\frac{1-p(B_T|A)}{1-p(B_T)} \right) \right) \quad (2)$$

$p(A)$ adalah probabilitas simbol A yang berada dalam lokasi acak secara berurutan

$p(B_T)$ adalah probabilitas dari paling sedikit satu B terjadi dalam sebuah pilihan acak selama durasi t

$p(B_T|A)$ adalah probabilitas dari paling sedikit satu B terjadi dalam sebuah pilihan acak selama durasi T yang diberikan oleh proses A. [7]

1.3. Penelitian Terkait

Masalah segmentasi dapat disajikan dalam beberapa cara yakni

- Diberikan Time series T, menghasilkan representasi terbaik hanya dengan menggunakan K segmen.
- Diberikan Time series T, menghasilkan representasi terbaik sehingga maksimum kesalahan yang terjadi pada segmen apa pun tidak melebihi ambang batas yang ditentukan pengguna

- c. Diberikan Time series T, menghasilkan representasi terbaik sehingga kesalahan gabungan semua segmen kurang dari ambang batas yang ditentukan pengguna dari total kesalahan maks.

Berikutnya akan dijelaskan bahwa tidak semua algoritma mendukung semua spesifikasi tersebut. Algoritma segmentasi juga dapat diklasifikasikan sebagai batch atau online. Penelitian dalam data mining sangat diperlukan untuk menghasilkan peramalan linear dengan berbagai algoritma dan literatur terkait seperti dalam bidang kartografi atau grafik komputer. Dalam hal ini, akan ditinjau tiga pendekatan segmentasi utama dalam literatur dan memberikan evaluasi empiris yang luas dengan kumpulan data yang sangat heterogen dari keuangan, kedokteran, manufaktur dan sains. Hasil utama dari eksperimen ini adalah bahwa algoritma online dalam literatur menghasilkan perkiraan data yang sangat buruk, dan bahwa satu-satunya algoritma yang secara konsisten menghasilkan hasil dan kualitas tinggi. Hasil ini memberikan rekomendasi untuk memperkenalkan algoritma online baru yang berskala linier dalam ukuran kumpulan data, online, dan menghasilkan perkiraan kualitas tinggi. Tiga pendekatan utama dalam segmentasi time series, sebagian besar dapat dikelompokkan dalam kategori berikut:

1. Sliding Windows: Segmen ditanam hingga melebihi batas kesalahan. Proses ini berulang dengan titik data berikutnya dan segmen yang baru tidak termasuk dalam data baru pada segmen yang diperkirakan.
2. Top-Down: Time series dipecah secara rekursif sampai berhenti dan kriteria terpenuhi.
3. Bottom-Up: Dimulai dari perkiraan yang paling mungkin, segmen digabung hingga beberapa kriteria dipenuhi.[8][9]

2. METODE PENELITIAN

Untuk menghasilkan keputusan dari sejumlah aturan yang dihasilkan, maka secara umum tahapan dan kerangka kerja penelitian yang digunakan adalah dengan mengembangkan kerangka penelitian yang telah dikembangkan digambarkan pada diagram blok sebagai berikut:

Gambar 2. Kerangka Kerja Penelitian

Data yang digunakan sebagai pengujian yakni data suhu rata-rata hasil pengukuran temperatur suhu

Tabel 1. Data Time Series Temperatur

Tahun	Suhu (°C)	Tahun	Suhu (°C)	Tahun	Suhu (°C)	Tahun	Suhu (°C)
1782	15,58	1885	14,57	1833	14,68	1936	14,8
1783	15,96	1886	15,06	1834	17,41	1937	15,84
1784	16,18	1887	14,72	1835	15,29	1938	14,93
1785	14,43	1888	14,5	1836	14,66	1939	14,54
1786	13,78	1889	15,13	1837	14,59	1940	14,51
1787	14,66	1890	14,3	1838	14,32	1941	14,1
1788	16,53	1891	14,72	1839	14,82	1942	15,68
1789	15,25	1892	15,37	1840	14,68	1943	15,72
1790	15,35	1893	15,13	1841	15,41	1944	15,18
1791	15,75	1894	14,23	1842	15,56	1945	15,45
1792	14,96	1895	15,46	1843	13,58	1946	15,76
1793	15,72	1896	13,89	1844	14,07	1947	17,49
1794	16,27	1897	14,52	1845	14,21	1948	14,94
1795	15,56	1898	14,83	1846	17,23	1949	15,54
1796	15,9	1899	15,01	1847	16,44	1950	16,9
1797	16,58	1900	15,47	1848	15,55	1951	15,44
1798	16,09	1901	15,52	1849	15,12	1952	15,79
1799	14,88	1902	13,93	1850	14,37	1953	15,38
1800	15,97	1903	14,91	1851	13,44	1954	14,36
1801	16,02	1904	15,76	1852	15,42	1955	14,46
1802	15,55	1905	15,52	1853	15,16	1956	14,43
1803	14,84	1906	14,36	1854	14,81	1957	14,18
1804	15,99	1907	14,8	1855	14,88	1958	16,01
1805	14,29	1908	14,74	1856	14,93	1959	15,58
1806	15,72	1909	13,54	1857	15,74	1960	14,77
1807	17,43	1910	13,76	1858	15,14	1961	15,36
1808	16,94	1911	16,27	1859	16,39	1962	14,73
1809	15,73	1912	13,3	1860	14,46	1963	15,47
1810	15,87	1913	13,4	1861	15,4	1964	16,24
1811	17,21	1914	14,08	1862	15,5	1965	14,13
1812	15,43	1915	15,06	1863	15,45	1966	14,84
1813	14,1	1916	13,93	1864	14,1	1967	15,58
1814	13,72	1917	16,78	1865	16,3	1968	14,63
1815	14,65	1918	14,56	1866	15,09	1969	15,1
1816	13,34	1919	14,65	1867	14,72	1970	15,02
1817	15,04	1920	15	1868	16,62	1971	15,16
1818	14,93	1921	16,16	1869	14,87	1972	14
1819	15,68	1922	14,62	1870	14,72	1973	15,68
1820	14,5	1923	14,99	1871	14,44	1974	14,5
1821	14,13	1924	14,62	1872	15,22	1975	15,4
1822	16,17	1925	14,59	1873	15,14	1976	15,12
1823	15,22	1926	14,3	1874	15,14	1977	14,54
1824	14,71	1927	15,15	1875	15,91	1978	13,94
1825	15,16	1928	15,13	1876	14,71	1979	14,78
1826	15,65	1929	15,87	1877	14,46	1980	14,28
1827	15,71	1930	15,31	1878	14,71	1981	15,04
1828	14,98	1931	14,78	1879	14,13	1982	16,06
1829	14,15	1932	15,94	1880	14,24	1983	15,94
1830	15,12	1933	14,42	1881	14,78	1984	13,91

Tahun	Suhu (°C)	Tahun	Suhu (°C)	Tahun	Suhu (°C)	Tahun	Suhu (°C)
1831	14,64	1934	15,83	1882	13,53	1985	15,36
1832	14,51	1935	15,55	1883	14,53	1986	15,34
1884	14,48	1987	14,67	1988	15,88		

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Langkah awal berikutnya membagi grafik menjadi beberapa window yang disebut dengan sub sequence time series, grafik dibagi menjadi beberapa window, dalam kasus ini dibagi dalam 10 window dan selanjutnya window tersebut akan menjadi pusat analisis

Gambar 3. Hasil Analisis Window

Gambar 3 menunjukkan hasil analisis untuk setiap window, dari s dibentuk semua window (subsikuen) $s_1, \dots, s_{n-w+1}$ dengan lebar w dimana $s_i = (x_i, \dots, x_{i+w-1})$, s terdiri dari 10 window dengan lebar $w = 20$ tahun, dengan menggunakan jarak euclid $d(\hat{x}, \hat{y}) = (\sum_i (x_i - y_i)^2)^{1/2}$ setiap window menghasilkan titik-titik yang diperoleh melalui perhitungan jarak similarity, titik tersebut merupakan hasil similarity terhadap perubahan suhu untuk setiap window seiring dengan terjadinya perubahan waktu. Setiap window menghasilkan 3 titik pusat similarity, informasi masing-masing analisis window disajikan pada tabel 2

Tabel 2. Pola yang ditemukan pada setiap analisis window periode tahunan

Window	Tahun	Similarity	Pola Yang Ditemukan		
			Trend Suhu	Perubahan Suhu	Waktu(Tahun)
I	1780-1800	1784-15,1 °C	Suhu cenderung 15,1 °C sampai dengan 15,9 °C	Start	
		1790-15,6 °C		Meningkat	6
		1796-15,9 °C		Meningkat	6
II	1801-1820	1803-15,5 °C	Suhu cenderung 14,5 °C sampai dengan 16,4 °C	Menurun	7
		1809-16,4 °C		Meningkat	6
		1816-14,5 °C		Menurun	7
III	1821-1840	1824-15,3 °C	Suhu cenderung 14,7 °C sampai dengan 15,3 °C	Meningkat	8
		1830-14,7 °C		Menurun	6
		1836-15,2 °C		Meningkat	6
IV	1841-1860	1842-14,6 °C	Suhu cenderung 14,6 °C sampai dengan 15,4 °C	Menurun	6
		1849-15,4 °C		Meningkat	7
		1856-15,3 °C		Menurun	7
V	1861-1880	1863-15,2 °C	Suhu cenderung 14,8 °C sampai dengan 15,2 °C	Menurun	7
		1870-15,1 °C		Menurun	7
		1876-14,8 °C		Menurun	6

Window	Tahun	Similarity	Pola Yang Ditemukan		
			Trend Suhu	Perubahan Suhu	Waktu(Tahun)
VI	1881-1900	1882-14,4 °C	Suhu cenderung 14,4 °C sampai dengan 14,8 °C	Menurun	6
		1889-14,8 °C		Meningkat	7
		1896-14,7 °C		Menurun	7
VII	1901-1920	1903-15,1 °C	Suhu cenderung 14,3 °C sampai dengan 15,1 °C	Meningkat	7
		1910-14,3 °C		Menurun	7
		1916-14,8 °C		Meningkat	6
VIII	1921-1940	1923-14,9 °C	Suhu cenderung 14,9 °C sampai dengan 15,4 °C	Meningkat	7
		1929-15,4 °C		Menurun	6
		1936-15,1 °C		Menurun	7
IX	1941-1960	1942-15,1 °C	Suhu cenderung 115,1 °C sampai dengan 16,0 °C	Normal	6
		1949-16,0 °C		Meningkat	7
		1956-15,1 °C		Menurun	7
X	1961-1980	1964-15,1 °C	Suhu cenderung 14,8 °C sampai dengan 15,2 °C	Normal	8
		1974-14,8 °C		Menurun	10
		1984-15,2 °C		Meningkat	10

Tabel 2 memuat informasi tentang pola yang dihasilkan berdasarkan analisa grafik pada gambar 3. Jumlah baris pada kolom window sesuai dengan jumlah sequen, serta kolom tahun berdasarkan lebar interval window yang telah ditetapkan. Masing-masing window memiliki 3 interval tahun yang dihasilkan dari perhitungan jarak similarity dan setiap interval tahun memiliki data peningkatan atau penurunan suhu rata-rata, data ini diperoleh dari titik-titik similarity pada gambar 3. Perubahan pola terjadi seiring dengan perubahan waktu dalam satuan tahun yang ditunjukkan pada kolom waktu. Terjadi peningkatan dan penurunan suhu rata-rata setiap window, informasi ini termasuk hal yang menarik untuk dijadikan rule/aturan dalam pengambilan keputusan atau prediksi dimasa yang akan datang. Berdasarkan tabel 2 dihasilkan 28 rule/aturan, setiap window memiliki rule, format aturan yang digunakan adalah format dengan menggunakan logika proposisi yakni Jika A terjadi, maka B terjadi dalam waktu T tahun. Disini A dan B merupakan bentuk dasar, yaitu titik-titik similarity yang dihasilkan oleh diskritisasi pada tabel 3. Dengan menggunakan notasi matematika pada persamaan 4 dihasilkan 28 rule. Rule tersebut kemudian dicari korelasi kuat dan cenderung dengan menghitung tingkat keyakinan sehingga diperoleh rule sebagai berikut

Tabel 3. Rule dengan tingkat confidence berdasarkan pola yang ditemukan

No	Rule	Confidence
1	IF Suhu Meningkat THEN akan Menurun dalam 6 sampai dengan 7 tahun sebesar 14,5 sdampai dengan 15,5°C	$\frac{9}{12} \times 100\%$ = 75%
2	IF Suhu Menurun THEN akan Meningkat dalam 6 sampai dengan 10 tahun sebesar 14,8 sdampai dengan 16,4°C	$\frac{8}{15} \times 100\%$ = 53%
3	IF Suhu Meningkat THEN akan Menurun dalam 7 tahun sebesar 14,5 sdampai dengan 15,5°C	$\frac{6}{12} \times 100\%$ = 50%
4	IF Suhu Menurun THEN akan Menurun dalam 6 sampai dengan 7 tahun sebesar 14,4 sdampai dengan 15,5°C	$\frac{5}{12} \times 100\%$ = 33%

No	Rule	Confidence
5	IF Suhu Meningkat THEN akan Menurun dalam 6 tahun sebesar 14,5 sdampai dengan 15,2°C	$\begin{aligned} &= \frac{3}{12} \times 100\% \\ &= 25\% \end{aligned}$
6	IF Suhu Menurun THEN akan Meningkat dalam 6 tahun sebesar 14,5 sdampai dengan 16,4°C	$\begin{aligned} &= \frac{3}{15} \times 100\% \\ &= 20\% \end{aligned}$
7	IF Suhu Menurun THEN akan Meningkat dalam 7 tahun sebesar 14,5 sdampai dengan 15,5°C	$\begin{aligned} &= \frac{2}{15} \times 100\% \\ &= 20\% \end{aligned}$

Untuk mendapatkan aturan yang mendekati data asli, maka berusaha memangkas aturan dengan menentukan tingkat keyakinan untuk masing-masing aturan yang diperoleh. 7 Aturan diatas merupakan hasil penggabungan interval tahun seiring dengan perubahan pola yang ditemukan dari aturan semula yakni 28 aturan. 7 aturan diurutkan berdasarkan tingkat keyakinan atau confidence masing-masing rule. Dengan penemuan aturan yang telah diperoleh sebesar 7 aturan dan tingkat keyakinan/confidence yang berbeda-beda. Untuk penemuan pengetahuan yang lebih maksimal dilakukan perengkingan aturan dengan menggunakan pengukuran J yakni

Tabel 4. Hasil perengkingan aturan dengan J-Measure pada periode tahunan

No	Rule	J-Measure
1	IF Suhu Meningkat THEN akan Menurun dalam 6 sampai dengan 7 tahun sebesar 14,5 sdampai dengan 15,5°C	$\begin{aligned} &= 28 \left[0,32 \times \log \left(\frac{0,32}{9} \right) \right. \\ &\quad \left. + (1 - 0,32) \times \log \left(\frac{1 - 0,32}{1 - 9} \right) \right] \\ &= -76,83 \end{aligned}$
2	IF Suhu Menurun THEN akan Meningkat dalam 6 sampai dengan 10 tahun sebesar 14,8 sdampai dengan 16,4°C	$\begin{aligned} &= 28 \left[0,28 \times \log \left(\frac{0,28}{8} \right) \right. \\ &\quad \left. + (1 - 0,28) \times \log \left(\frac{1 - 0,28}{1 - 8} \right) \right] \\ &= -72,13 \end{aligned}$
3	IF Suhu Meningkat THEN akan Menurun dalam 7 tahun sebesar 14,5 sdampai dengan 15,5°C	$\begin{aligned} &= 28 \left[0,21 \times \log \left(\frac{0,21}{6} \right) \right. \\ &\quad \left. + (1 - 0,21) \times \log \left(\frac{1 - 0,21}{1 - 6} \right) \right] \\ &= -60,52 \end{aligned}$
4	IF Suhu Menurun THEN akan Menurun dalam 6 sampai dengan 7 tahun sebesar 14,4 sdampai dengan 15,5°C	$\begin{aligned} &= 28 \left[0,17 \times \log \left(\frac{0,17}{5} \right) \right. \\ &\quad \left. + (1 - 0,17) \times \log \left(\frac{1 - 0,17}{1 - 5} \right) \right] \\ &= -52,64 \end{aligned}$
5	IF Suhu Meningkat THEN akan Menurun dalam 6 tahun sebesar 14,5 sdampai dengan 15,2°C	$\begin{aligned} &= 28 \left[0,10 \times \log \left(\frac{0,10}{3} \right) \right. \\ &\quad \left. + (1 - 0,10) \times \log \left(\frac{1 - 0,10}{1 - 3} \right) \right] \\ &= -29,64 \end{aligned}$

No	Rule	J-Measure
6	IF Suhu Menurun THEN akan Meningkatkan dalam 6 tahun sebesar 14,5 sdampai dengan 16,4°C	$= 28 \left[0,10 \times \log \left(\frac{0,10}{3} \right) + (1 - 0,10) \times \log \left(\frac{1 - 0,10}{1 - 3} \right) \right]$ $= -29,64$
7	IF Suhu Menurun THEN akan Meningkatkan dalam 7 tahun sebesar 14,5 sdampai dengan 15,5°C	$= 28 \left[0,10 \times \log \left(\frac{0,10}{3} \right) + (1 - 0,10) \times \log \left(\frac{1 - 0,10}{1 - 3} \right) \right]$ $= -29,64$

Hasil perengkingan dengan pengukuran J diurutkan berdasarkan hasil terkecil. Sebagai rangkuman hasilnya dan membandingkannya dengan hasil pengukuran J setiap rule.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisa pengetahuan dari setiap window maka dapat ditentukan rule yang berpotensi menarik serta memangkas rule yang tidak menarik, rule yang cenderung memiliki redundansi, rule yang tidak memiliki redundansi, maka best rulanya

1. **IF** Suhu Meningkatkan **THEN** akan Menurun dalam 6 sampai dengan 7 tahun sebesar 14,5 sdampai dengan 15,5°C
2. **IF** Suhu Menurun **THEN** akan Meningkatkan dalam 6 sampai dengan 10 tahun sebesar 14,8 sdampai dengan 16,4°C
3. **IF** Suhu Meningkatkan **THEN** akan Menurun dalam 7 tahun sebesar 14,5 sdampai dengan 15,5°C

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. Han, M. Kamber, and J. Pei, *Data Mining Concepts and Techniques*, Third Edit., vol. 1. Elsevier, 2012.
- [2] J. Lin, S. Lonardi, J. Lin, and S. Lonardi, "Visualizing and Discovering Non-Trivial Patterns In Large Time Series Databases Short running title : Time Series Visualization Visualizing and Discovering Non-Trivial Patterns In Large Time Series Databases," 2005.
- [3] S. Rodongpun, V. Niennattrakul, and C. A. Ratanamahatana, "Selective Subsequence Time Series clustering," *Knowledge-Based Syst.*, vol. 35, pp. 361–368, 2012.
- [4] J. Serr, "Ranking and significance of variable-length similarity-based time series motifs'," 2015.
- [5] A. Mueen, S. Cash, and B. Westover, "Exact Discovery of Time Series Motifs," 2002.
- [6] N. Castro and P. J. Azevedo, "Time Series Motifs Statistical Significance," 2008.
- [7] R. Fujimaki, S. Hirose, and T. Nakata, "Theoretical analysis of subsequence time-series clustering from a frequency-analysis viewpoint," *Sdm Siam*, no. Figure 1, pp. 506–517, 2008.
- [8] U. Ramer, "An Iterative Procedure for the Polygonal Approximation of Planar Curves. Computer Graphics and Image Processing," pp. 244–256, 1972.
- [9] M. Heckbert, P.S. and Garland, "Survey of Polygonal Surface Simplification Algorithms, Multiresolution Surface Modeling Course.," 1997.
- [10] K. U. Yoshiki Tanaka, Kazuhisa Iwamoto, "Discovery of Time-Series Motif from Multi-Dimensional Data Based on MDL Principle," *Springer Sci. + Bus. Media, Inc. Manuf. Netherlands*, no. 2000, pp. 269–300, 2005.