AITI: Jurnal Teknologi Informasi, Volume 21 No. 1 Maret 2024, 96-116
ISSN 1693-8348 E-ISSN 2615-7128

JURNAL TEKNOLOGI INFORMASI

Sistem penilaian kinerja pegawai di kantor Kementerian Agama Provinsi Papua Barat menggunakan metode *Self Organizing Map* (SOM)

Jubita [1)], Christian Dwi Suhendra [2)], Marlinda Sanglise [3)]
[1,2,3)]Universitas Papua
Jl. Gunung Salju Amban, Manokwari, Papua Barat, Indonesia
Email: donggajubita@gmail.com

Riwayat Artikel		
Diterima:	Direvisi:	Disetujui:
30-11-2023	09-02-2024	22-02-2024

Abstract

A government agency requires employees who have competence and good performance. Various factors affect performance between the abilities of other individuals and the agency environment, including the office of the Ministry of Religion in West Papua Province. However, the performance assessment process still needs to be better for making assessment decisions and is still subjectively based. Those things affect the employee's assessments. For example, employees cannot complete work according to predetermined targets and must be more careful in carrying out the work. So, to facilitate this assessment, an accurate calculation application is needed. A Self Organizing Map (SOM) is used to sort data in a group with similar data that are close to each other. Using the R (programming language) and R studio as the required application platform, we can calculate values and form them into three clusters: very good, quite good, and poor. Then, from the calculation results, 55 employees, with a percentage of 42%, match cluster with quite good performance, 29 employees, with a percentage of 22%, are in cluster with poor performance, and 48 employees, with a percentage of 36%, are in cluster with very good performance.

Keywords: *Clustering, SOM, R Studio*

Abstrak

Suatu instansi pemerintahan memerlukan pegawai yang mempunyai kompetensi dan kinerja baik. Beberapa hal yang dapat berpengaruh pada kinerja pegawai yakni keahlian pribadi dan adaptasi terhadap lingkungan instansi, begitu pula yang terjadi pada kantor Kementerian Agama Provinsi Papua Barat. Permasalahannya adalah proses penilaian kinerja belum dilakukan secara ideal. Pengambilan keputusan penilaian masih bersifat subjektif, sehingga dapat berpengaruh pada penurunan mutu pegawai yang tidak sesuai dengan kinerja di lapangan. Contohnya pekerjaan tidak dapat diselesaikan oleh pegawai sesuai sasaran yang sudah ditetapkan dan pegawai tidak teliti dalam mengerjakan pekerjaan yang diberikan. Untuk mempermudah penilaian tersebut maka diperlukan aplikasi perhitungan yang akurat. Metode *Self Organizing Map* (SOM) digunakan untuk mengurutkan dan mengelompokkan data sehingga data yang serupa akan berdekatan satu sama lain. Dengan Bahasa R dan R Studio sebagai *platform*, aplikasi yang dibutuhkan dapat menghasilkan nilai perhitungan dan

membentuk tiga *cluster* yaitu *cluster* kinerja sangat baik, cukup baik, dan kurang. Dari perhitungan diperoleh sebanyak 55 pegawai dengan persentase 42% masuk pada *cluster* dengan kinerja cukup baik, 29 pegawai dengan persentase 22% masuk pada *cluster* dengan kinerja kurang, dan 48 pegawai dengan persentase 36% masuk pada *cluster* dengan kinerja sangat baik.

Kata kunci: *Clustering*, SOM, R Studio

Pendahuluan

Penilaian kinerja adalah proses yang dapat dimanfaatkan untuk menilai kinerja setiap pegawai dalam melaksanakan tugas dan tanggung jawab pekerjaannya [1]. Penilaian kinerja biasanya dilakukan sebagai dasar kenaikan pangkat, kenaikan gaji, pemberian bonus, dan sebagai motivasi pegawai, sehingga visi dan misi kantor dapat terwujud atau terlaksana dengan baik. Cara untuk mengevaluasi kinerja setiap pegawai adalah melalui manajemen sumber daya manusia. Dalam manajemen sumber daya manusia, dibutuhkan penilaian kinerja sebagai motivasi dan pedoman pegawai pada organisasi pemerintah [2].

Pada suatu instansi pemerintahan diperlukan pegawai yang mempunyai kompetensi dan kinerja baik. Beberapa hal yang dapat mempengaruhi kinerja pegawai yakni keahlian pribadi dan adaptasi terhadap lingkungan instansi. Pentingnya penilaian kinerja juga dapat dilihat dari sisi pengembangan pegawai. Misalnya, suatu instansi pemerintah dapat menggunakan penilaian kinerja sebagai bahan pertimbangan untuk mengukur kebutuhan keterampilan setiap pegawai, kesesuaian keterampilan pegawai dengan kebutuhan tugas yang ada di kantor, dan penentuan kebutuhan keterampilan baru yang diperlukan oleh setiap pegawai guna memenuhi kebutuhan kantor.

Pada instansi pemerintahan Manokwari Papua Barat, evaluasi penilaian kinerja pegawai dilakukan secara rutin. Evaluasi dilakukan untuk mengambil suatu keputusan dan bahan pertimbangan dalam mengetahui kinerja yang diperoleh masing-masing pegawainya, tak terkecuali di Kantor Kementerian Agama Provinsi Papua Barat. Pegawai yang dinilai adalah Pegawai Negeri Sipil maupun pegawai kontrak. Namun proses penilaian kinerja yang dilakukan masih belum ideal. Hal ini dikarenakan dalam pengambilan keputusan penilaian masih bersifat subjektif, sehingga dapat berpengaruh pada penurunan mutu pegawai yang tidak sesuai dengan kinerja di lapangan. Contohnya, pekerjaan tidak dapat diselesaikan oleh pegawai sesuai sasaran yang sudah ditetapkan dan pegawai tidak teliti dalam mengerjakan pekerjaan yang diberikan. Oleh karena itu, diperlukan sistem informasi yang dapat memudahkan untuk menyelesaikan proses perhitungan, mengolah data-data yang bertujuan menjaga data tetap akurat dan untuk validasi kinerja pegawai, sehingga menghasilkan penilaian yang lebih objektif.

Penilaian kinerja yang digunakan sebagai acuan untuk melaksanakan proses pengambilan keputusan kinerja pegawai yaitu dengan menggunakan metode

clustering. Metode *clustering* adalah metode pengelompokan dimana sejumlah data dikelompokkan dan dipisahkan menjadi beberapa *class*, dengan menentukan jarak terpendek sebagai pemenang dari hasil perhitungan rumus *Euclidean Distance* [3]. Beberapa algoritma metode *clustering* yang dapat digunakan untuk proses pengelompokan *data mining* yakni *Self Organizing Map* (SOM) dan *k-Means* [4]. Dalam penelitian ini algoritma *clustering* yang digunakan untuk penilaian kinerja pegawai adalah SOM.

SOM adalah jaringan kohonen yang dapat dimanfaatkan untuk mengelompokkan data berdasarkan karakteristiknya [5]. Teknologi jaringan saraf tiruan merupakan pembelajaran tanpa pengawasan. SOM mampu memproyeksi dan memvisualisasikan data yang memiliki dimensi tinggi ke dalam ruang yang berdimensi rendah, biasanya terdapat dua dimensi dengan mempertahankan struktur data. Hasil dari metode pemetaan ini membuat data lebih mudah dipahami dan memungkinkan visualisasi variabel yang mendominasi pada setiap *class* [6].

Metode Penelitian

Gambar 1 merupakan tahapan dari penelitian ini yang terdiri dari studi literatur, identifikasi masalah, penentuan kriteria penelitian, pembuatan kuesioner, pengumpulan data, analisis data, dan pengambilan simpulan. Penjelasan tentang tahapan penelitian dapat dijelaskan sebagai berikut.

Tiga metode yang digunakan dalam teknik pengumpulan data yang digunakan untuk menilai kinerja setiap pegawai pada Kantor Kementerian Agama Provinsi Papua Barat diantaranya [7]: (1) Observasi, dimana dilakukan peninjauan dengan tujuan mendapatkan informasi yang akan digunakan secara langsung; (2) Wawancara, dimana dilakukan wawancara kepada pimpinan dan pegawai yang terkait pada Kantor Kementerian Agama Provinsi Papua Barat secara langsung; (3) Kuesioner, dimana kuesioner dibagikan dan diisi oleh responden, yaitu seluruh pimpinan dan pegawai dengan ketentuan dua orang pegawai menilai satu orang pegawai.

Populasi merupakan seluruh elemen objek penelitian yang menjadi sumber data dalam penelitian [8]. Sampel merupakan bagian dari populasi yang menyatakan jumlah populasi [9]. Dalam penelitian ini populasi yang ditargetkan adalah segenap pimpinan dan pegawai yang ada pada Kantor Kementerian Agama Provinsi Papua Barat. Dari populasi tersebut diperoleh sampel sebanyak 132 data penelitian. Tabel 1 merupakan skala Likert pengumpulan data berbentuk kuesioner [10].



Gambar 1 Tahapan penelitian

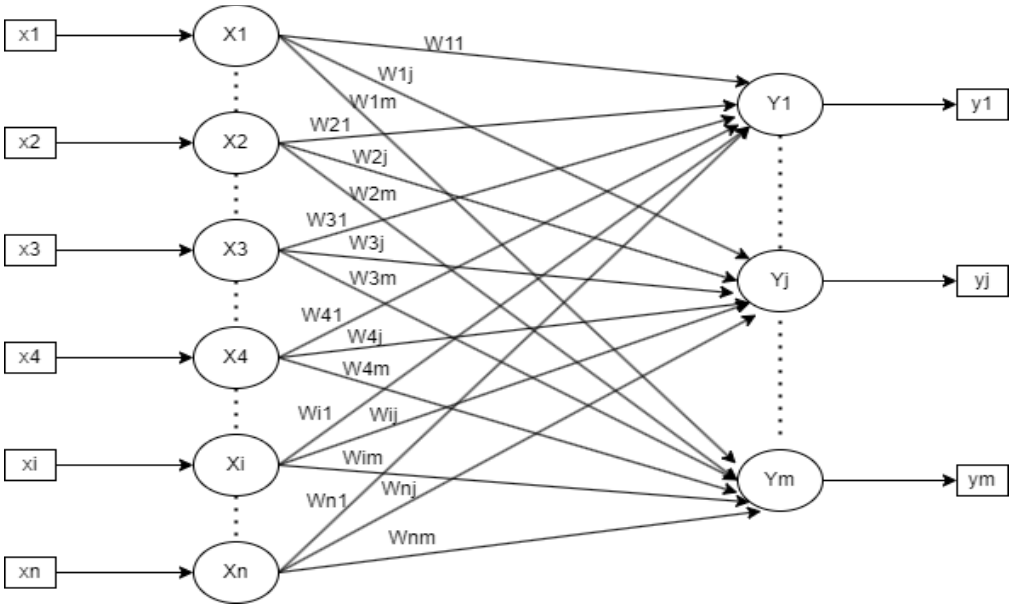
Tabel 1 Skala Likert

Skala	Kategori
1	Sangat Kurang
2	Kurang
3	Cukup
4	Baik
5	Sangat Baik

Jaringan saraf tiruan biasa dikenal *Artificial Neural Network* (ANN) merupakan metode *machine learning* yang diadaptasi dari konsep saraf makhluk hidup. ANN terdiri dari beberapa lapisan *neuron*. *Neuron-neuron* tersebut memuat tiap bobot angka. Biasanya ANN terdiri tiga urutan lapisan yakni lapisan masukan, lapisan tersembunyi, dan lapisan keluaran [11]. *Data mining* adalah sebuah proses untuk mencari informasi dalam jumlah besar yang disimpan dalam tempat penyimpanan data dengan tujuan untuk mendapatkan informasi data penting yang berguna [12].

SOM pertama kali diperkenalkan oleh Teuvo Kohonen pada tahun 1996. Kohonen SOM merupakan suatu jaringan yang tidak membutuhkan suatu pengawasan khusus, dalam SOM terdapat dua lapisan yaitu lapisan masukan dan lapisan keluaran [13]. Istilah *map* mengacu pada sistem kerjanya yang melakukan pemetaan bobot untuk

menyesuaikan dengan masukan yang diterima [14]. Setiap *layer* yang memuat neuron dapat dengan sendirinya menyesuaikan polanya sesuai nilai dalam tiap *input class* [15]. SOM juga merupakan perhitungan yang digunakan untuk mengurutkan dan mengelompokkan data sehingga data yang serupa akan berdekatan satu sama lain, pada metode SOM terdapat arsitektur SOM [16]. Gambar 2 merupakan arsitektur SOM.



Gambar 2 Arsitektur *Self Organizing Map*

Arsitektur SOM dibagi menjadi dua lapisan yaitu lapisan masukan dan lapisan keluaran, setiap inputannya langsung terhubung dengan semua neuron pada *layer output*. Dalam hubungan ini terdapat *W* (*weight*) sebagai bobot penghubung antara neuron *input* dan neuron *output*, dan pada *layer output* ditentukan dengan jumlah *cluster* yang digunakan, kemudian Y_1 adalah hasil *output*nya [17]. Adapun tahapan dalam metode algoritma *Self Organizing Map* (SOM) [17] adalah sebagai berikut.

Langkah 1: Inisialisasi bobot *input* dan *output* dengan nilai random 0 sampai 1, menentukan parameter *Learning Rate* (α), menentukan bobot awal neuron *output*.

Langkah 2: Jika kondisi berhenti masih bernilai salah, lanjut pada langkah 3 sampai 7.

Langkah 3: Hitung jarak *Euclidean Distance* dengan menggunakan Persamaan (1).

$$D_j = \sum \left(W_{ij} - X_i\right) \quad (1)$$

Langkah 4: Cari pemenang yang memiliki nilai minimum jarak terdekat.

Langkah 5: *Update* bobot W_{ij} (baru) dengan menggunakan Persamaan (2).

$$W_{ij}(baru) = W_{ij}(lama) + \alpha\left[X_i - W_{ij}(lama)\right] \quad (2)$$

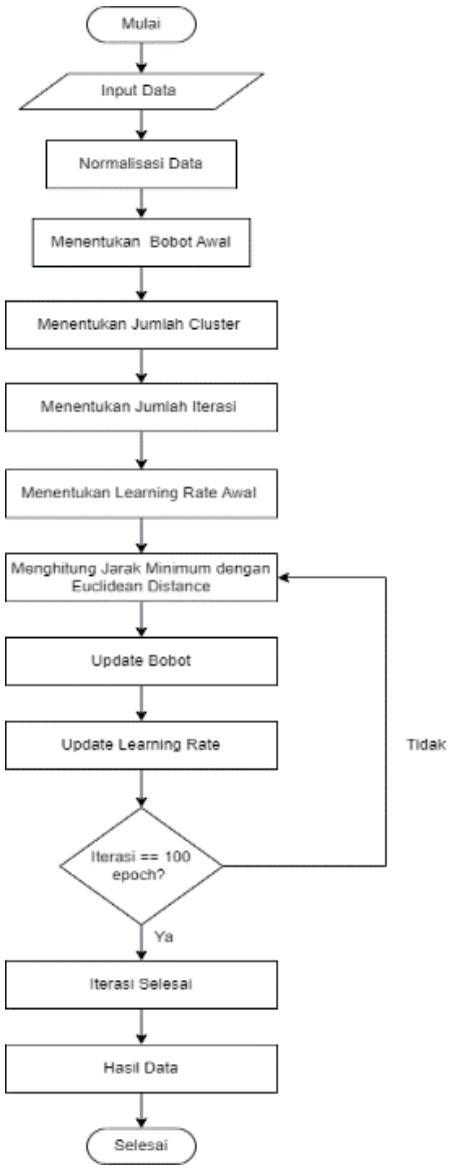
Langkah 6: Lakukan update nilai *Learning Rate* dengan Persamaan (3).

$$\alpha(baru) = 0{,}5\ \alpha(lama) \quad (3)$$

Langkah 7: Uji kondisi berhenti, jika jumlah iterasinya sudah terpenuhi dan mapnya sudah stabil atau input tidak dikelompokkan ke kelompok yang berbeda lagi dan selisih bobot baru dan bobot lama sudah tidak terlalu signifikan

Normalisasi adalah proses penggabungan elemen-elemen matriks sehingga tiap elemen matriks akan mempunyai nilai yang seragam. Tujuan menormalisasi data agar nilai *range* berada antara nol sampai satu. Persamaan (4) merupakan metode Min-Max Normalization yang digunakan [18].

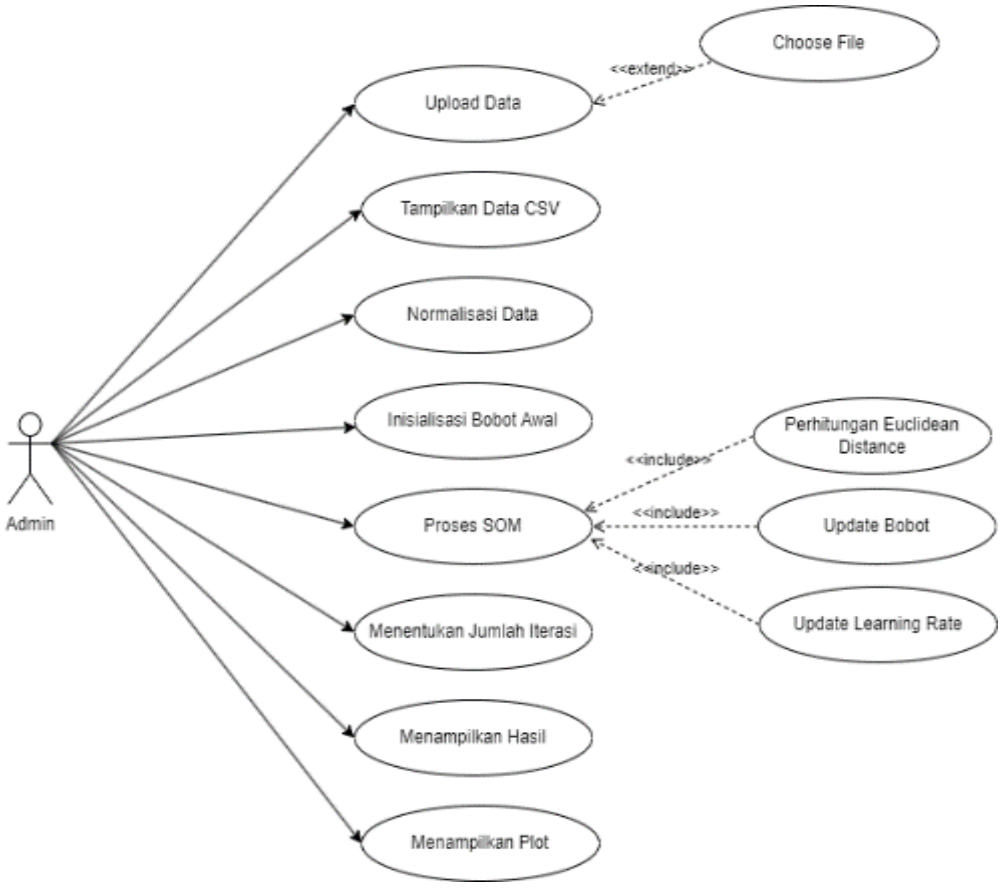
$$X_i^* = \frac{X_i - \min X_i}{\max X_i - \min X_i} \quad (4)$$



Gambar 3 Alur sistem aplikasi SOM

Integrated Development Evironment (IDE) yang berfungsi untuk menampilkan antarmuka dengan R *programming* disebut dengan R Studio. R Studio menggunakan bahasa pemrograman R. Bahasa R juga memiliki banyak pilihan editor yang fungsinya bisa digunakan untuk mempermudah penggunaan R. Pada bahasa R ini yang paling sering digunakan adalah R Studio, hal ini disebabkan karena R Studio memiliki fungsi sebagai editor dan juga sebagai IDE dalam bahasa R [19]. Gambar 3 merupakan alur sistem aplikasi SOM yang akan dikembangkan.

Use case diagram digunakan untuk menggambarkan interaksi antara aktor atau admin dengan sistem pada penelitian ini. Admin dapat mengakses tools yang terdapat pada sistem. Gambar 4 merupakan *use case diagram* untuk sistem yang dibangun.



Gambar 4 *Use Case Diagram*

Hasil dan Pembahasan

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data hasil penyebaran kuesioner dengan menggunakan enam kriteria yang merupakan kriteria penilaian yang dilakukan pada kantor Kementerian Agama Provinsi Papua Barat yaitu: kedisiplinan (X_1), pekerjaan (X_2), kerjasama (X_3), kepemimpinan (X_4), komitmen (X_5), dan tanggung

jawab (X_6). Data yang digunakan sebanyak 123 data pegawai. Tabel 2 menunjukkan hasil kuesioner kinerja pegawai.

Tabel 2 Hasil kuesioner kinerja pegawai

No	Nama	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6
1	Luksen Jems Mayor, S.Sos.	5	5	5	5	5	5
2	Drs. Abdul Rumkel	5	5	5	5	5	5
3	Aser Efradus Morin S.H.	4	4	4	4	4	4
4	Paul Erik Sawor, S.Th	4	4	5	4	4	4
5	Rizcky Iriawan Mongan S.E.	4	4	5	4	4	4
6	Like Lumoindong, S.E.	5	4	5	4	5	5
7	Tri Wulandari, S.T.	5	4	5	4	5	5
8	Rumthe Yulda Dedy, S.Kom	5	5	5	5	5	5
9	Sarlota Sembo, SE, M.M	4	4	4	5	5	4
10	Ria Ayu Rahmawati, S.E.	5	5	4	4	4	4
---	----------	---	---	---	---	---	---
130	Reinhard I Rahayaan	4	4	3	3	4	3
131	Yakub Sinon	4	5	5	5	5	5
132	Rut Barnensi Raunsai	4	3	4	4	3	4

Arsitektur SOM menggunakan aristektur jaringan syaraf tiruan oleh karena itu bobot antar setiap neuron ditentukan secara acak. Pada penelitian ini inisialisasi bobot awal menggunakan matriks ukuran 6x3 [20], yaitu:

$$Bobot\ awal\ (random) = \begin{pmatrix} 0{,}710 & 0{,}640 & 0{,}290 & 0{,}200 & 0{,}310 & 0{,}810 \\ 0{,}180 & 0{,}230 & 0{,}650 & 0{,}110 & 0{,}560 & 0{,}920 \\ 0{,}710 & 0{,}590 & 0{,}710 & 0{,}720 & 0{,}330 & 0{,}420 \end{pmatrix}$$

Parameter *learning rate* (α) merupakan parameter yang menentukan kecepatan pembelajaran, dalam jaringan syaraf tiruan parameter *learning rate* dipilih pada rentang [0,1]. Pemilihan *learning rate* yang terlalu besar akan mengakibatkan pembelarajan berosilasi dan terjebak pada *local minima.* Sebaliknya *learning rate* yang terlalu kecil akan mengakibatkan pembelajaran akan berjalan sangat lambat [21]. Pada penelitian ini parameter *learning rate* awal yang digunakan adalah 0,5. Iterasi maksimal adalah salah satu kriteria berhenti pembelajaran selain nilai *error* yang diharapkan menggunakan ketentuan dari Persamaan (3). Pada penelitian ini nilai iterasi maksimal yang digunakan adalah sebanyak 15 kali. Setiap berganti iterasi maka laju pemahaman akan berubah dengan rumus $\alpha(baru) = 0{,}5\ \alpha(lama)$.

Dari data hasil kuesioner pada Tabel 3, dilakukan normalisasi. Proses normalisasi data pada penelitian ini menggunakan ketentuan dari Persamaan (4) sehingga didapatkan hasil seperti pada Tabel 4.

Tabel 3 Data hasil kuesioner

	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6
1	5	5	5	5	5	5
2	5	5	5	5	5	5
3	4	4	4	4	4	4
4	4	4	5	4	4	4
5	4	4	5	4	4	4

Tabel 4 Hasil normalisasi data

	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6
1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1
3	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
4	0,75	0,75	1	0,75	0,75	0,75
5	0,75	0,75	1	0,75	0,75	0,75

Pada iterasi pertama, *learning rate* (α) awal yang digunakan bernilai 0,5. Hasil *clustering* pada iterasi pertama diperlihatkan pada Tabel 5. Hasil bobot terbaru dari data ke-5 pada iterasi pertama diperlihatkan pada Tabel 6.

Tabel 5 Hasil *clustering* iterasi ke-1

Data ke-	Bobot (W)			Jarak min
	W_1	W_2	W_3	
1	1,8700	2,3799	1,2000	W_3
2	1,8700	2,3799	0,3000	W_3
3	0,7250	1,0799	0,1350	W_3
4	1,0175	1,1924	0,0519	W_3
5	1,0175	1,1924	0,0130	W_3

Tabel 6 Bobot terbaru dari data ke-5 pada iterasi ke-1

	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6
W_1	0,7100	0,6400	0,2900	0,2000	0,3100	0,8100
W_2	0,1800	0,2300	0,6500	0,1100	0,5600	0,9200
W_3	0,7722	0,7684	0,9597	0,7725	0,7603	0,7631

Selanjutnya pada iterasi kedua, bobot terbaru dari data ke-5 pada iterasi ke-1 digunakan sebagai bobot awal pada perhitungan Euclidean *Distance* iterasi ke-2. *Learning rate* (α) yang digunakan adalah *learning rate* awal yang bernilai 0.5 dikalikan dengan α pada iterasi ke-1, sehingga didapat 0,5 x 0,5 = 0,25. Hasil *clustering* pada iterasi ke-2 diperlihatkan pada Tabel 7, sedangkan bobot terbaru dari data ke-5 pada iterasi ke-2 diperlihatkan pada Tabel 8.

Tabel 7 Hasil *clustering* ierasi ke-2

Data ke-	Bobot (W)			Jarak min
	W_1	W_2	W_3	
1	1,8700	2,3799	0,2725	W_3
2	1,8700	2,3799	0,1533	W_3

Data ke-	Bobot (*W*)			Jarak min
	W_1	W_2	W_3	
3	0,7250	1,0799	0,1227	W_3
4	1,0175	1,1924	0,0462	W_3
5	1,0175	1,1924	0,0260	W_3

Tabel 8 Bobot terbaru dari data ke-5 pada iterasi ke-2

	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6
W_1	0,7100	0,6400	0,2900	0,2000	0,3100	0,8100
W_2	0,1800	0,2300	0,6500	0,1100	0,5600	0,9200
W_3	0,8014	0,8005	0,9553	0,8015	0,7986	0,7993

Pada iterasi ke-3, bobot terbaru dari data ke-5 pada iterasi ke-2 digunakan sebagai bobot awal pada perhitungan Euclidean *Distance* pada iterasi ke-3. *Learning rate* (α) yang digunakan adalah *learning rate* awal dikalikan 0,5, sehingga bernilai 0,5 x 0,25 = 0,125. Hasil *clustering* pada iterasi ke-3 diperlihatkan pada Tabel 9, sedangkan bobot terbaru dari data ke-5 pada iterasi ke-3 diperlihatkan pada Tabel 10.

Tabel 9 Hasil *clustering* iterasi ke-3

Data ke-	Bobot (*W*)			Jarak min
	W_1	W_2	W_3	
1	1,8700	2,3799	0,2015	W3
2	1,8700	2,3799	0,1543	W3
3	0,7250	1,0799	0,0937	W3
4	1,0175	1,1924	0,0398	W3
5	1,0175	1,1924	0,0305	W3

Tabel 10 Bobot terbaru dari data ke-5 pada iterasi ke-3

	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6
W_1	0,7100	0,6400	0,2900	0,2000	0,3100	0,8100
W_2	0,1800	0,2300	0,6500	0,1100	0,5600	0,9200
W_3	0,8156	0,8152	0,9531	0,8157	0,8142	0,8145

Bobot terbaru dari data ke-5 pada iterasi ke-3 yang digunakan sebagai bobot awal pada perhitungan Euclidean *Distance* iterasi ke-4 menggunakan *learning rate* (α) awal dikalikan 0.5, yaitu sebesar 0,5 x 0,125 = 0,0625. Hasil *clustering* pada iterasi ke-4 diperlihatkan pada Tabel 11, sedangkan bobot terbaru dari data ke-5 pada iterasi ke-4 diperlihatkan pada Tabel 12.

Tabel 11 Hasil *clustering* iterasi ke-4

Data ke-	Bobot (*W*)			Jarak min
	W_1	W_2	W_3	
1	1,8700	2,3799	0,1733	W3
2	1,8700	2,3799	0,1523	W3
3	0,7250	1,0799	0,0818	W3
4	1,0175	1,1924	0,0365	W3
5	1,0175	1,1924	0,0321	W3

Tabel 12 Bobot terbaru dari data ke-5 pada iterasi ke-4

	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6
W_1	0,7100	0,6400	0,2900	0,2000	0,3100	0,8100
W_2	0,1800	0,2300	0,6500	0,1100	0,5600	0,9200
W_3	0,8225	0,8221	0,9523	0,8225	0,8214	0,8217

Pada iterasi ke-5, bobot terbaru dari data ke-5 pada iterasi ke-4 digunakan sebagai bobot awal pada perhitungan Euclidean *Distance* iterasi ke-5, yaitu *learning rate* (α) awal dikalikan 0.5, sebesar 0,5 x 0,0626 = 0,0313. Hasil *clustering* pada iterasi ke-5 diperlihatkan pada Tabel 13, sedangkan bobot terbaru dari data ke-5 pada iterasi ke-5 diperlihatkan pada Tabel 14.

Tabel 13 Hasil *clustering* data ke-5

Data ke-	Bobot (*W*)			Jarak min
	W_1	W_2	W_3	
1	1,8700	2,3799	0,1606	W_3
2	1,8700	2,3799	0,1507	W_3
3	0,7250	1,0799	0,0766	W_3
4	1,0175	1,1924	0,0349	W_3
5	1,0175	1,1924	0,0328	W_3

Tabel 14 Bobot terbaru dari data ke-5 pada iterasi ke-5

	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6
W_1	0,7100	0,6400	0,2900	0,2000	0,3100	0,8100
W_2	0,1800	0,2300	0,6500	0,1100	0,5600	0,9200
W_3	0,8258	0,7762	0,9223	0,7765	0,7756	0,7758

Selanjutnya, pada iterasi ke-14, bobot terbaru dari data ke-5 pada iterasi ke-13 digunakan sebagai bobot awal pada perhitungan Euclidean *Distance* iterasi ke-14. *Learning Rate* (α) yang digunakan adalah *learning rate* awal dikalikan 0,5, yaitu sebesar 0,5 x 0,0001 = 0,00005. Hasil *clustering* pada iterasi ke-14 diperlihatkan pada Tabel 15, sedangkan bobot terbaru dari data ke-5 pada iterasi ke-14 diperlihatkan pada Tabel 16.

Tabel 15 Hasil *clustering* iterasi ke-14

Data ke-	Bobot (*W*)			Jarak min
	W_1	W_2	W_3	
1	1,8700	2,3799	0,2169	W_3
2	1,8700	2,3799	0,2169	W_3
3	0,7250	1,0799	0,0427	W_3
4	1,0175	1,1924	0,0170	W_3
5	1,0175	1,1924	0,0170	W_3

Tabel 16 Bobot terbaru dari data ke-5 pada iterasi ke-14

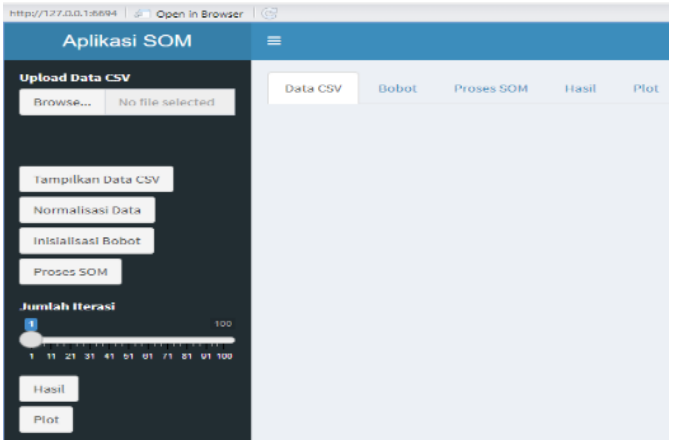
	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6
W_1	0,7100	0,6400	0,2900	0,2000	0,3100	0,8100
W_2	0,1800	0,2300	0,6500	0,1100	0,5600	0,9200
W_3	0,8291	0,7867	0,9263	0,7869	0,7862	0,7864

Pada iterasi ke-15, bobot terbaru dari data ke-5 pada iterasi ke-14 digunakan sebagai bobot awal pada perhitungan Euclidean *Distance* iterasi ke-15, yaitu *learning rate* (α) awal dikalikan 0,5, sebesar 0,5 x 0,00005 = 0,0000025. Hasil *clustering* pada iterasi ke-15 diperlihatkan pada Tabel 17. Dari hasil perhitungan yang diperoleh pada Tabel 17 didapatkan nilai bobot dan *cluster* sudah tidak mengalami perubahan atau nilainya sudah stabil, sehingga iterasi berhenti pada iterasi ke-15, dan diperoleh data 1,2,3,4,5 masuk pada *cluster* W_3.

Tabel 17 Hasil *clustering* iterasi ke-15

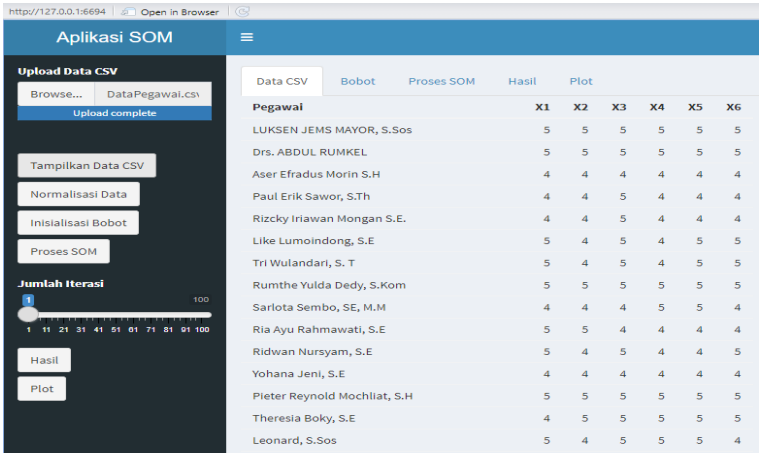
Data ke-	Bobot (*W*)			Jarak min
	W_1	W_2	W_3	
1	1,8700	2,3799	0,2169	W_3
2	1,8700	2,3799	0,2169	W_3
3	0,7250	1,0799	0,0427	W_3
4	1,0175	1,1924	0,0170	W_3
5	1,0175	1,1924	0,0170	W_3

Berikut adalah implementasi sistem pada R Studio untuk tahapan aplikasi yang telah dibuat dengan menggunakan metode SOM. Gambar 5 merupakan tampilan awal aplikasi SOM. Dalam aplikasi SOM terdapat beberapa menu diantaranya Upload data .csv: untuk meng-*input* file data hasil kuesioner; Tampilkan data .csv: untuk menampilkan data hasil kuesioner yang diperoleh pada Kantor Kementerian Agama Papua Barat; Normalisasi data: data hasil normalisasi dengan rentang nilai 0 sampai 1; Inisialisasi bobot: bobot awal acak dengan rentang nilai 0 sampai 1; Proses SOM: untuk perhitungan Euclidean *Distance*, *update* bobot, dan *update learning rate*; Jumlah iterasi: iterasi yang digunakan sebanyak 100 kali iterasi; Hasil: *Cluster* yang diperoleh masing-masing pegawai; Plot: plot dari enam kriteria yang digunakan.



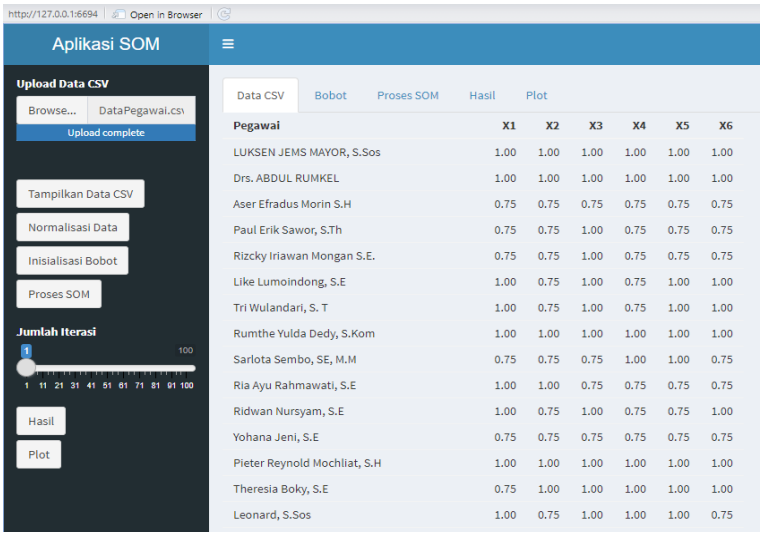
Gambar 5 Tampilan halaman utama

Gambar 6 merupakan tampilkan data CSV berisi hasil kuesioner penilaian kinerja tiap pegawai. Kriteria penilaian yang ditetapkan dalam penelitian ini sebanyak enam kriteria, yaitu kriteria X_1 (kedisiplinan), X_2 (pekerjaan), X_3 (kerjasama), X_4 (kepemimpinan), X_5 (komitmen), dan X_6 (tanggung jawab).

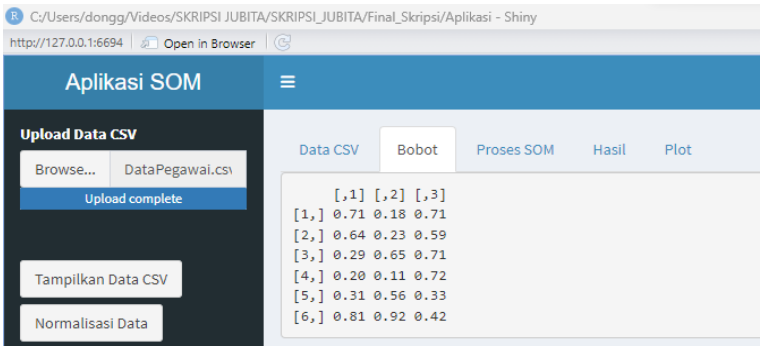


Gambar 6 Tampilan data CSV

Gambar 7 merupakan tampilan normalisasi data untuk proses mengubah rentang nilai dalam data agar semua kriteria atau atribut berada dalam rentang nilai 0 sampai 1. Tujuan normalisasi adalah agar data lebih mudah diolah oleh algoritma pembelajaran mesin SOM dan mencegah atribut dengan rentang nilai yang lebih besar mendominasi perhitungan. Gambar 8 merupakan tampilan inisialisasi bobot untuk menginisialisasi bobot awal secara acak yang bertujuan untuk mengatur nilai bobot neuron dengan angka acak dalam rentang nilai 0 sampai 1.



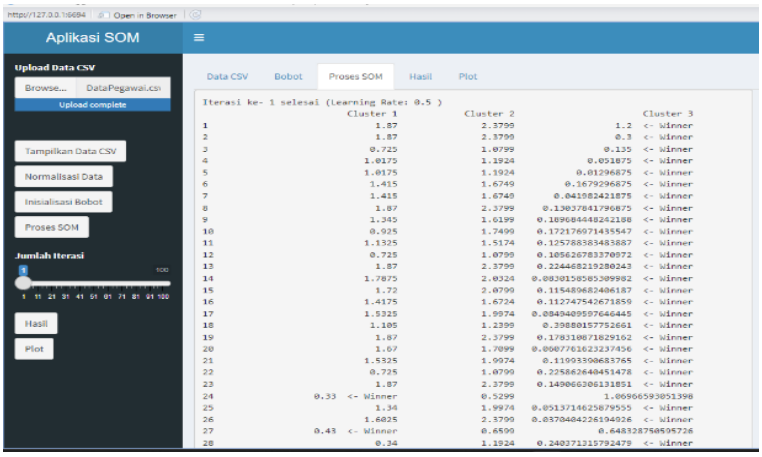
Gambar 7 Tampilan normalisasi data



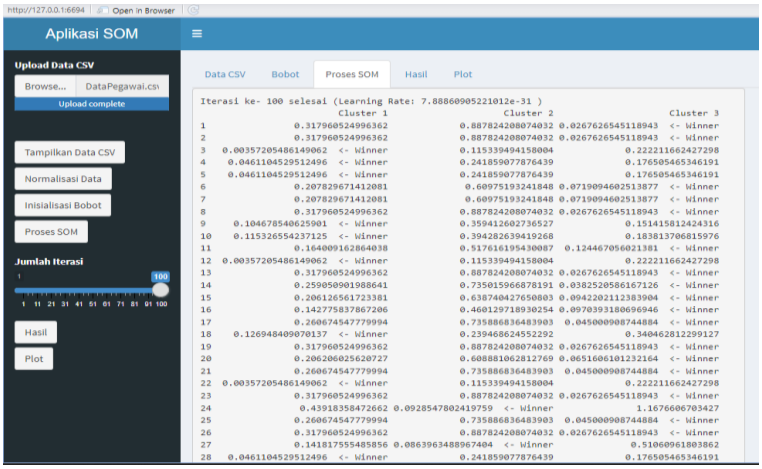
Gambar 8 Tampilan inisialisasi bobot awal

Gambar 9 merupakan tampilan proses SOM iterasi ke-1 dan Gambar 10 merupakan tampilan proses SOM iterasi ke-100. Pada proses SOM terdapat langkah untuk menghitung Euclidean *Distance*, *update* bobot, dan *update learning rate*. Langkah pertama adalah menghitung Euclidean *Distance*, dimana dicari nilai minimum pada tiap *cluster*. Setelah didapatkan nilai minimum sebagai pemenang, maka dilakukan *update* bobot untuk kolom *cluster* pemenang. Perulangan pada perhitungan Euclidean *Distance* dan *update* bobot dilakukan hingga data terakhir pada iterasi pertama dengan *learning rate* awal 0.5.

Setelah didapatkan hasil iterasi pertama, selanjutnya dilakukan *update learning rate*, yaitu 0.5 x 0.5= 0.25. Nilai *update* 0.25 digunakan untuk iterasi kedua. Bobot terakhir dari data iterasi pertama digunakan sebagai bobot awal pada perhitungan Euclidean *Distance* dan *update* bobot pada iterasi kedua. Langkah perulangan ini dilakukan sampai neuron sudah stabil atau sudah tidak mengalami perubahan.



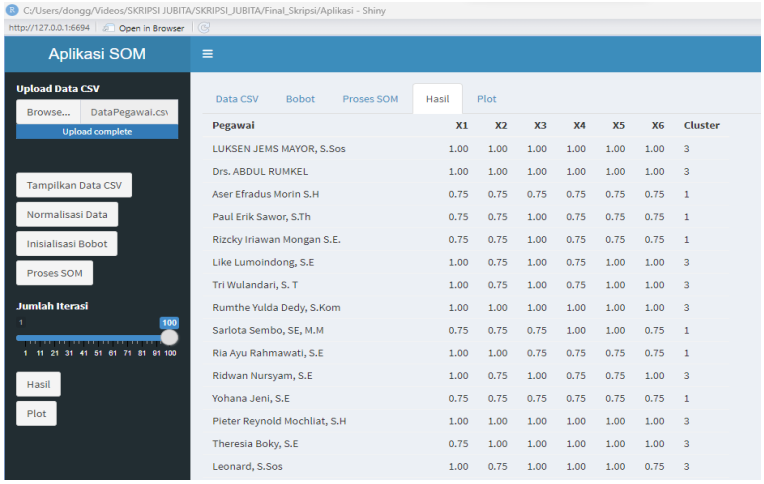
Gambar 9 Iterasi ke-1



Gambar 10 Iterasi ke-100

Iterasi ke-100 merupakan proses perhitungan pada iterasi maksimal atau iterasi terakhir yang ditentukan dalam proses SOM. Proses perhitungan dari iterasi ke-53 hingga iterasi ke-100, tidak mengalami perubahan nilai bobot atau nilainya sudah stabil. Oleh karenanya, pada iterasi ke-53 telah didapatkan *cluster* terbaik masing-masing pegawai, dan bobot pada iterasi tersebut menjadi nilai bobot iterasi terbaik dengan *learning rate* sebesar 1.11022302462516e-16.

Gambar 11 merupakan tampilan hasil perhitungan pada proses SOM yang membentuk tiga *cluster* yaitu *cluster* 1, *cluster* 2, dan *cluster* 3. Pada *cluster* 1 nilai rata-rata setiap kriteria berada pada rentang cukup baik, sehingga 55 pegawai yang termasuk dalam *cluster* tersebut merupakan pegawai dengan kinerja cukup baik. Pada *cluster* 2 nilai rata-rata setiap kriteria berada pada rentang kurang, sehingga 29 pegawai yang termasuk dalam *cluster* tersebut merupakan pegawai dengan kinerja kurang. Pada *cluster* 3 nilai rata-rata setiap kriteria berada pada rentang sangat baik, sehingga 48 pegawai yang termasuk dalam *cluster* tersebut merupakan pegawai dengan kinerja sangat baik.



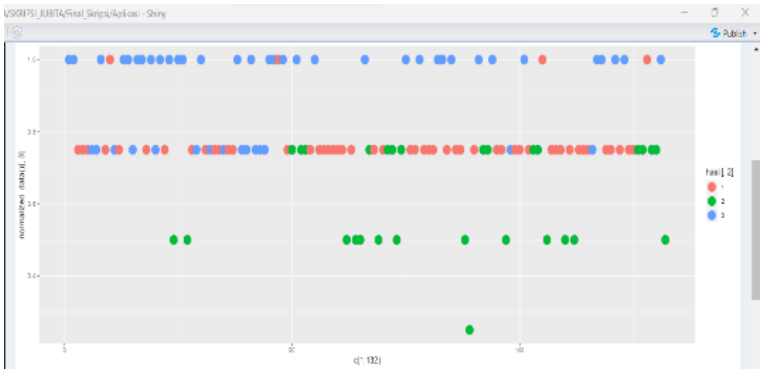
Gambar 11 Tampilan hasil

Berdasarkan plot pada kriteria kedisiplinan diperoleh *cluster* 3 memiliki nilai rata-rata sangat baik, kemudian nilai rata-rata kurang termasuk dalam *cluster* 2, sedangkan *cluster* 1 berada pada rentang nilai cukup. Gambar 12 merupakan plot kriteria untuk kedisiplinan.



Gambar 12 Plot kriteria X_1 (kedisiplinan)

Berdasarkan plot pada kriteria pekerjaan diperoleh *cluster* 3 memiliki nilai rata-rata sangat baik, kemudian nilai rata-rata kurang termasuk dalam *cluster* 2, sedangkan *cluster* 1 berada pada rentang nilai cukup. Gambar 13 merupakan plot kriteria untuk pekerjaan.



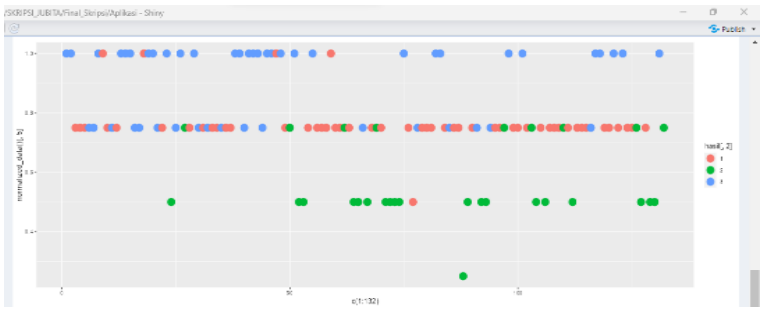
Gambar 13 Plot kriteria X_2 (pekerjaan)

Berdasarkan plot pada kriteria kerjasama diperoleh *cluster* 3 memiliki nilai rata-rata sangat baik, kemudian nilai rata-rata kurang termasuk dalam *cluster* 2, sedangkan *cluster* 1 berada pada rentang nilai cukup. Gambar 14 merupakan plot kriteria untuk kerjasama.



Gambar 14 Plot kriteria X_3 (kerjasama)

Berdasarkan plot pada kriteria kepemimpinan diperoleh *cluster* 3 yang memiliki nilai rata-rata sangat baik, kemudian nilai rata-rata kurang termasuk dalam *cluster* 2, sedangkan *cluster* 1 berada pada rentang nilai cukup. Gambar 15 merupakan plot kriteria untuk kepemimpinan.



Gambar 15 Plot kriteria X_4 (kepemimpinan)

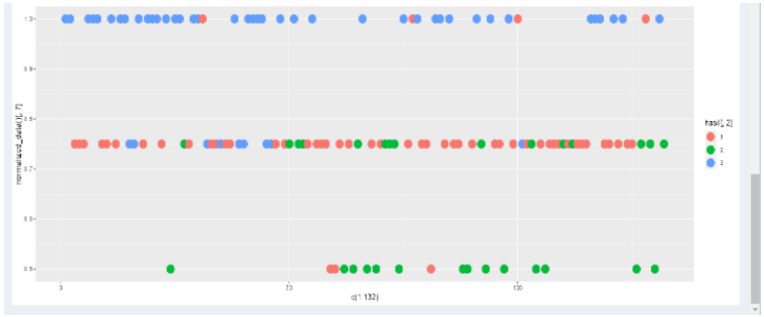
Berdasarkan plot pada kriteria komitmen diperoleh *cluster* 3 memiliki nilai rata-rata sangat baik, kemudian nilai rata-rata kurang termasuk dalam *cluster* 2,

sedangkan *cluster* 1 berada pada rentang nilai cukup. Gambar 16 merupakan plot kriteria untuk komitmen.



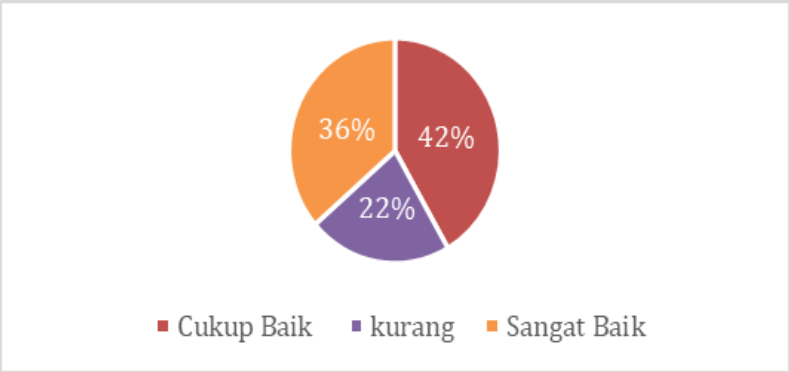
Gambar 16 Plot kriteria X_5 (komitmen)

Berdasarkan plot pada kriteria tanggung jawab diperoleh *cluster* 3 memiliki nilai rata-rata sangat baik, kemudian nilai rata-rata kurang termasuk dalam *cluster* 2, sedangkan *cluster* 1 berada pada rentang nilai cukup. Gambar 17 merupakan plot kriteria untuk tanggung jawab.



Gambar 17 Plot kriteria X_6 (tanggung jawab)

Dari hasil penelitian menggunakan metode SOM, data dikelompokkan ke dalam tiga *cluster* yakni *cluster* dengan nilai bobot cukup baik termasuk dalam W_1, *cluster* dengan nilai bobot kurang termasuk dalam W_2, dan *cluster* dengan nilai bobot sangat baik termasuk dalam W_3. Dari hasil *cluster* yang diperoleh diketahui sebanyak 55 pegawai dengan persentase 42% merupakan *cluster* 1 (kinerja cukup baik), 29 pegawai dengan persentase 22% merupakan *cluster* 2 (kinerja kurang), dan 48 pegawai dengan persentase 36% merupakan *cluster* 3 (kinerja sangat baik). Gambar 18 merupakan *pie chart cluster*.



Gambar 18 *Pie chart cluster* kinerja pegawai

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh *cluster* yang terbentuk sebanyak tiga *cluster* yaitu *cluster* 1, *cluster* 2, dan *cluster* 3. Dari jumlah iterasi 100 yang ditentukan, pada saat proses perhitungan SOM hingga 100 iterasi, namun iterasi sudah tidak mengalami perubahan nilai pada iterasi ke-53 dengan *learning rate* 1.11022302462516e-16, sehingga nilai bobot dan *cluster* pada iterasi tersebut merupakan nilai bobot dan *cluster* terbaik. Hasil yang diperoleh sebanyak 55 pegawai dengan persentase 42% masuk pada *cluster* 1 dengan kinerja cukup baik, 29 pegawai dengan persentase 22% masuk pada *cluster* 2 dengan kinerja kurang, dan 48 pegawai dengan persentase 36% masuk pada *cluster* 3 dengan kinerja sangat baik. Aplikasi SOM dibuat menggunakan Bahasa R dan R Studio sebagai *platform*. Aplikasi ini dapat menilai dan mengelompokkan kinerja pegawai sesuai dengan hasil yang diharapkan.

Daftar Pustaka

[1] D. Suhendro, P. Studi, and S. Informasi, “Penerapan Algoritma K-Means dalam Proses Clustering Penilaian Kinerja Aparatur Sipil Negera di Sekretariat DPRD Pematangsiantar,” vol. 6, pp. 47–60, 2021.

[2] A. Natalis and Y. Nataliani, “Pemanfaatan k-Means Clustering dan Analytic Hierarchy Process terhadap Penilaian Prestasi Kerja Pegawai,” *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, vol. 8, no. 1, pp. 88–99, 2022, doi: 10.28932/jutisi.v8i1.4243.

[3] A. Natalis and Y. Nataliani, “Pemanfaatan k-Means Clustering dan Analytic Hierarchy Process terhadap Penilaian Prestasi Kerja Pegawai,” *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, vol. 8, no. 1, pp. 88–99, 2022, doi: 10.28932/jutisi.v8i1.4243.

[4] R. Umar, A. Fadlil, R. R. Az-zahra, and J. P. Soepomo, “Analisis Klaster Berdasarkan Indikator Kesejahteraan Rakyat Menggunakan Metode Self Organizing Map,” pp. 203–210, 2022.

[5] M. Aziz, "Implementation of Self Organizing MapImplementasi Algoritma Self Organizing Map untuk Identifikasi Pola Pengelompokan Tingkat Kesejahteraan Keluarga Kabupaten Siak," vol. 2, no. 2, pp. 82–92, 2022.

[6] S. dkk Kania, "Program Aplikasi Pengelompokan Objek dengan Metode Self Oorganizing Map," pp. 17–29, 2019.

[7] S. N. Amida and T. Kristiana, "Sistem Pendukung Keputusan Penilaian Kinerja Pegawai Dengan Menggunakan Metode Topsis," *JSAI (Journal Scientific and Applied Informatics)*, vol. 2, no. 3, pp. 193–201, 2019, doi: 10.36085/jsai.v2i3.415.

[8] H. U. Sugiyono, "Populasi dan Teknik Sampel," *Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar*, no. June, pp. 2–25, 2021.

[9] N. F. Amin, S. Garancang, and K. Abunawas, "Konsep Umum Populasi dan Sampel dalam Penelitian," *Jurnal Pilar*, vol. 14, no. 1, pp. 15–31, 2023.

[10] C. Chusminah and R. A. Haryati, "Analisis Penilaian Kinerja Pegawai Pada Bagian Kepegawaian dan Umum Direktorat Jenderal P2P Kementerian Kesehatan," *Widya Cipta - Jurnal Sekretari dan Manajemen*, vol. 3, no. 1, pp. 61–70, 2019, doi: 10.31294/widyacipta.v3i1.5203.

[11] D. N. Firmansyah, S. Adinugroho, and B. Rahayudi, "Kesejahteraan sosial menggunakan Algoritme Self-Organizing Maps dengan perbaikan Missing Value K-Nearest Neighbors," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 3, no. 7, pp. 7205–7213, 2019.

[12] D. A. Rahmah, "Analisis Klaster Berdasarkan Indikator Kesejahteraan Rakyat Menggunakan Metode Self Organizing Maps (Som)," pp. 203–210, 2022.

[13] Y. Pradana, "Analisa Tunjangan Kinerja PNS menggunakan Metode SOM (Self Organizing Map)", Skripsi, 2019.

[14] R. Nuraini, "Implementasi Jaringan Syaraf Tiruan Menggunakan Metode Self-Organizing Map Pada Klasifikasi Citra Jenis Ikan Kakap," *Building of Informatics, Technology and Science (BITS)*, vol. 4, no. 3, pp. 1325–1333, 2022, doi: 10.47065/bits.v4i3.2558.

[15] H. F. Sinurat, S. D. Nasution, and A. Fau, "Penerapan Metode Selft Organizing Maps (SOM) Dalam Rekomendasi Jurusan Calon Mahasiswa Baru (Studi Kasus : Universitas Imelda Medan)," *KOMIK (Konferensi Nasional Teknologi Informasi dan Komputer)*, vol. 4, pp. 162–169, 2020, doi: 10.30865/komik.v4i1.2675.

[16] S. N. Kapita and S. Do Abdullah, "Pengelompokkan Data Mutu Sekolah Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Kohonen-SOM," *JIKO (Jurnal Informatika dan Komputer)*, vol. 3, no. 1, pp. 56–61, 2020, doi: 10.33387/jiko.

[17] S. N. Kapita and S. Do Abdullah, "Pengelompokkan Data Mutu Sekolah Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Kohonen-SOM," *JIKO (Jurnal Informatika dan Komputer)*, vol. 3, no. 1, pp. 56–61, 2020, doi: 10.33387/jiko.

[18] S. dkk Kania, "PROGRAM APLIKASI PENGELOMPOKAN OBJEK DENGAN METODE SELF ORGANIZING MAP," pp. 17–29, 2019.

[19] W. Budiaji, "Penerapan Reproducible Research pada RStudio dengan Bahasa R dan Paket Knitr," *Khazanah Informatika : Jurnal Ilmu Komputer dan Informatika*, vol. 5, no. 1, pp. 1–5, 2019, doi: 10.23917/khif.v5i1.7202.

[20] Y. Anis and R. Rizal Isnanto, "Penerapan Metode Self-Organizing Map (SOM) Untuk Visualisasi Data Geospasial Pada Informasi Sebaran Data Pemilih Tetap (DPT)," Diterima Publikasi, 2014.

[21] C. D. Suhendra and A. C. Saputra, "Penentuan Parameter Learning Rate Selama Pembelajaran Jaringan Syaraf Tiruan," vol. 14, no. 2, pp. 202–212, 2020.