

Sistem Rekomendasi Pembentukan Gatra untuk Komposisi Gending Lancaran

Khafiizh Hastuti¹, Arry Maulana Syarif²

Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Dian Nuswantoro^{1,2}
Jl. Imam Bonjol 207, Semarang, 50131, Indonesia^{1,2}
afis@dsn.dinus.ac.id¹, arry_maulana@yahoo.com²

Abstract—This study was aimed to develop a recommender systems of gatra creation for gending lancar composition. Gending lancar is a type of gamelan song, and gatra is the smallest unit in gending which consists of 4 notations. Recommendation of gatra creation was designed based on frequent notations sequent analysis. Notations sequent were mapped into odd and even pairs, so the chain of ideal notation pairs can be determined. Apriori algorithm was implemented to analyze and measure the fitness value of each notation pairs. Result of fitness measurement was used as knowledge base for the systems. Furthermore, the procedures of gatra creation was conducted using forward chaining approach.

Abstract—Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem rekomendasi pembentukan gatra untuk komposisi gending lancar. Gending lancar merupakan jenis lagu dalam musik gamelan, dan gatra merupakan unit terkecil dalam gending yang berisikan 4 notasi. Rekomendasi pembentukan gatra dirancang berdasarkan analisis sekuen notasi yang frekuen. Sekuen notasi dipetakan ke dalam pasangan ganjil dan genap, sehingga membentuk rantai pasangan notasi yang ideal. Algoritme apriori digunakan untuk menganalisis dan mengukur nilai fitness setiap pasangan notasi. Hasil pengukuran fitness dijadikan sebagai knowledge base dalam sistem. Selanjutnya prosedur pembentukan gatra dilakukan menggunakan pendekatan forward chaining.

Keywords: *gamelan, apriori algorithm, recommender systems*

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi memberikan manfaat bagi gamelan. Berbagai penelitian dalam bidang teknologi informasi dengan gamelan sebagai objek penelitian telah dilakukan. Surjodiningrat et al. [1] mengidentifikasi fitur melodi *gending* dengan *laras slendro* berdasarkan gatra yang frekuen. Becker dan Becker [2] mendefinisikan aturan untuk komposisi gending *srepegan* menggunakan pendekatan linguistik. Hughes [3] menggunakan pendekatan *quasi-linguistic* untuk mendeskripsikan fitur melodi dalam gending yang berjudul *Lampah*. Hastuti et al. [4], menggunakan algoritme apriori untuk menganalisis pola notasi sejumlah sampel gending *lancaran* untuk mendapatkan tangga nada yang dapat direferensikan untuk digunakan dalam menciptakan musik gamelan. Penelitian tersebut menghasilkan rekomendasi pasangan notasi yang frekuen [4].

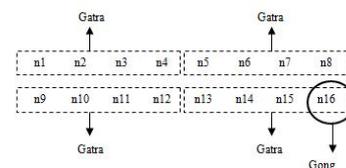
Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem rekomendasi pembentukan gatra untuk komposisi gending lancar. Tahapan dalam penelitian ini terdiri dari

pengumpulan data, analisis data set, pembuatan *knowledge base* dan produksi aturan, pengembangan sistem rekomendasi, dan pengujian. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah notasi gending lancar. 50 gending lancar dikumpulkan untuk dijadikan data set. Selanjutnya notasi gending tersebut dianalisis untuk mencari kemiripan atribut antar-pasangan notasi menggunakan algoritme apriori. Apriori dipilih karena merupakan algoritme yang biasa digunakan untuk mengungkap hubungan asosiasi antar-atribut. Analisis dilakukan dengan memetakan pola notasi berdasarkan pasangan notasi. Tiap pasangan notasi dilakukan pembobotan untuk mencari pasangan notasi yang frekuen. Hasil pembobotan pasangan notasi berdasarkan nilai frekuen digunakan sebagai *knowledge base*, serta menjadi acuan dalam produksi aturan. Pada tahap selanjutnya, sistem rekomendasi pembentukan gatra untuk gending lancar dikembangkan, termasuk antar-muka sistem. Pengujian sistem dilakukan menggunakan *T-test*, yaitu dengan memasukkan data berupa 50 gatra yang diambil dari sejumlah gending lancar yang bukan merupakan data set, serta 50 gatra yang dibuat secara acak untuk dikenali sistem.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Gamelan

Gamelan merupakan ansambel atau sekelompok alat musik yang mengandung ide-ide dan terikat pada peraturan musik dan pemainnya [5]. Gamelan merupakan hasil olah budi manusia untuk mengungkapkan rasa estetika atau rasa mencurahkan keindahan [6]. Rician gamelan didominasi dari bahan logam (perunggu) yang dilaras dalam dua sistem pelarasan yaitu laras *Slendro* dan *Pelog* [6]. Unsur gamelan Gamelan biasanya terdiri atas campuran timah dan tembaga dengan perbandingan 3:10 [7]. Gamelan merupakan seperangkat instrumen sebagai pernyataan musikal yang sering disebut dengan istilah karawitan [8].



Gambar 1: Struktur gending lancar

Laras gamelan terdiri dari 2, yaitu *slendro* dan *pelog*; notasi laras slendro adalah 1, 2, 3, 5, 6, sedangkan laras pelog adalah 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7. Supanggah [9] menjelaskan bahwa gending adalah istilah umum yang digunakan untuk menyebut komposisi musikal Karawitan Jawa. Lebih lanjut dijelaskan bahwa terdapat 7 bentuk gending,

yaitu *lancaran*, *gangsaran*, *ketawang*, *ladrang*, *ayak-ayakan*, *srepegan*, and *Sampak* [9]. Jumlah notasi *balungan* (ketukan) dalam satu gong merupakan pembeda bentuk gending. Gending *lancaran* memiliki 16 ketukan atau sabetan *balungan* yang dibagi dalam 4 gatra, dengan satu gatra terdiri atas empat sabetan *balungan* [10]. Gambar 1 mengilustrasikan struktur gending *lancaran*.

B. Sistem Rekomendasi & Association Rules

Sistem rekomendasi merupakan program aplikasi yang digunakan untuk memberikan sugesti sebuah produk, servis, dan informasi sebuah benda terhadap konsumen potensial [11]. Sistem rekomendasi dapat digunakan dalam domain teknik untuk membantu informasi awal yang belum diketahui sehingga dapat secara langsung memberikan arahan pada user dalam menyelesaikan tugasnya, dan sistem rekomendasi memiliki elemen-elemen yang terdiri dari [12]:

- Data processing: pengolahan data mentah ke dalam format data yang telah diinterpretasikan secara baik.
- Capturing contex: penarikan kesimpulan atas rekomendasi secara akurat, tanpa harus memberi banyak pilihan yang mungkin kurang penting.
- Producing recommendation: pemilihan strategi dalam menghasilkan rekomendasi dengan menentukan algoritme rekomendasi yang dapat dieksekusi secara baik sesuai tujuan yang akan dicapai.
- Presenting the recommendation: penyajian rekomendasi secara terstruktur dengan prioritas yang sesuai kebutuhan user.

Teknik *association rule data mining* biasanya digunakan untuk membangun sistem rekomendasi. Sehingga rekomendasi yang diberikan bukan hanya sekedar berdasarkan terkaan saja, namun berasal dari fakta empiris yang ada [13] [14] [15]. Dalam penelitian ini, sistem rekomendasi digunakan untuk memberikan rekomendasi pasangan notasi dalam penciptaan komposisi gending *lancaran*. Sejumlah sampel gending dianalisis berdasarkan kemiripan atribut, atau hubungan asosiasi antar-notasi. Analisis kemiripan mengkaji atribut atau karakteristik yang berurutan. Metode dalam analisis ini dikenal dengan sebutan *market basket analysis*, yang merupakan metode untuk mengungkap asosiasi di antara atribut-atribut, dalam upaya mengungkap aturan dalam hubungan antara dua atribut, dengan tiga langkah utama [16] [17]:

- Menetapkan besaran ϕ (itemset yang frekuen), nilai minimum support dan confidence yang harus dipenuhi oleh aturan asosiasi yang ingin dihasilkan.
- Menetapkan semua itemset yang frekuen, yaitu itemset yang memiliki frekuensi itemset minimal sebesar bilangan ϕ .
- Menghasilkan aturan asosiasi yang memenuhi nilai minimum support dan confidence.

Susanto dan Suryadi [17] menjelaskan bahwa, aturan asosiasi yang berbentuk “*if ... then ...*” atau “*jika ... maka ...*” merupakan pengetahuan yang dihasilkan dari fungsi aturan asosiasi. Algoritme apriori menggunakan

prior knowledge dari properti itemset yang frekuen, yaitu pendekatan perulangan dengan *k-itemsets* digunakan sebagai dasar untuk mengeksplorasi $(k+1)$ -*itemsets* [100]. “*Jika A, maka B*” atau dilambangkan dengan $A \Rightarrow B$, dengan logika A merupakan pendahulu (*antecedent*) dan B merupakan pengikut (*consequent*), merupakan bentuk implikasi dari aturan asosiasi.

Besaran *support* merupakan salah satu kinerja dalam aturan asosiasi $A \Rightarrow B$, yang merupakan proporsi dari transaksi dalam himpunan keseluruhan transaksi (dilambangkan dengan *D*), dengan demikian:

$$\begin{aligned} \text{support} &= P(A \cap B) \\ &= \frac{\text{Jumlah transaksi meliputi } A \cap B}{\text{total transaksi}} \end{aligned} \quad (1)$$

Ukuran kinerja lain dalam aturan asosiasi $A \Rightarrow B$ adalah *confidence*, yang berfungsi untuk mengukur akurasi dari aturan, seperti yang telah ditentukan dengan persentase transaksi dalam *D* yang meliputi A, yang juga meliputi B:

$$\begin{aligned} \text{confidence} &= P(B | A) \\ &= \frac{p(A \cap B)}{p(A)} \\ &= \frac{\text{jumlah transaksi } A \text{ dan } B}{\text{jumlah transaksi } A} \end{aligned} \quad (2)$$

III. DISKUSI

Identifikasi pola notasi dalam penelitian Hastuti et al. [4] hanya memetakan pasangan yang diawali dengan posisi ganjil. Mereka menentukan item set dalam transaksi dengan memetakan pola notasi berdasarkan pasangan 2 notasi: urutan notasi pertama dan kedua dipetakan menjadi pasangan pertama, notasi ketiga dan keempat dipetakan menjadi pasangan kedua, dan seterusnya. Dengan demikian, jika *P* merepresentasikan pasangan notasi, maka $P1 = (s1 s2)$, $P2=(s3 s4)$, dan seterusnya. Gambar 2 memperlihatkan ilustrasi pemetaan pasangan notasi.



Gambar 2: Pemetaan pasangan notasi

Penelitian Hastuti et al. [4] menghasilkan tabel rekomendasi pasangan notasi yang dominan untuk komposisi gending *lancaran*, *K* melambangkan pasangan notasi yang tidak dominan, *C* untuk pasangan notasi yang cukup dominan, *D* untuk pasangan notasi yang dominan.

Fakta berdasarkan pemetaan tersebut dapat menyebabkan kemungkinan pembangkitan dua pasangan notasi yang dominan, tetapi tidak ideal jika dipasangkan. Sebagai ilustrasi, jika pasangan pertama, dengan *s* melambangkan notasi, berisi $(s_1 s_2)$ memiliki nilai dominan, demikian juga pasangan kedua $(s_3 s_4)$ memiliki nilai dominan, tetapi pada saat disusun menjadi $s_1 s_2 s_3 s_4$ dapat menghasilkan gatra yang tidak ideal dikarenakan notasi penyambungannya $(s_2 s_3)$ belum mempunyai nilai frekuen. Oleh karena itu, dalam penelitian ini, pasangan notasi yang diawali dengan urutan genap akan dipetakan untuk mengidentifikasi polanya.

A. Pemetaan Pasangan Notasi

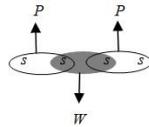
Dalam penelitian ini, pemetaan pasangan notasi dikembangkan menjadi pasangan notasi ganjil dan genap. Pasangan notasi ganjil diisi oleh 2 notasi yang posisi notasi pertama berada dalam urutan ganjil, sebaliknya pasangan notasi genap diisi oleh 2 notasi yang posisi notasi pertama berada dalam urutan genap. Pasangan notasi ganjil dipetakan P melambangkan pasangan notasi ganjil, yaitu:

$$P_n = ((s_{(nx2)-1}) (s_{(nx2)})) \quad (3)$$

Pasangan notasi genap dipetakan dengan W melambangkan pasangan notasi genap, yaitu:

$$W_n = ((s_{(nx2)}) (s_{(nx2+1)})) \quad (4)$$

Gambar 3 memperlihatkan pemetaan pasangan notasi berdasarkan pasangan ganjil dan genap.



Gambar 3: Pemetaan pasangan notasi

Setiap pasangan notasi merepresentasikan satu aktifitas transaksi, jika T melambangkan aktifitas transaksi, maka transaksi untuk P_1 and $W_1 = T_1$, P_2 dan $W_2 = T_2$, dan seterusnya. Dengan demikian didapatkan rumus pasangan ganjil dan pasangan genap:

$$P_{(n)} = T_{(n)} \text{ dan } W_{(n)} = T_{(n)} \quad (5)$$

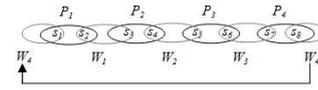
Setiap pasangan terdiri dari 2 notasi sekuen. Pasangan P berisi 2 notasi sekuen yang dimulai dari urutan ganjil, dan pasangan W berisi 2 notasi sekuen yang dimulai dari urutan genap. Transaksi untuk pasangan P dan W dicatat secara terpisah. Pola pasangan P dapat diidentifikasi menggunakan rumus:

$$P_1 = ((P_1 n_1) (P_1 n_2)), \quad P_2 = ((P_2 n_1) (P_2 n_2)), \dots, \\ P_n = ((P_n n_1) (P_n n_2)) \quad (6)$$

Nilai untuk n_1 dan n_2 didapatkan dari $P_n = ((s_{(nx2)-1}) (s_{(nx2)}))$, dengan s_n melambangkan sekuen notasi. Pola pasangan W dapat diidentifikasi menggunakan rumus:

$$W_1 = ((W_1 n_1) (W_1 n_2)), \quad W_2 = ((W_2 n_1) (W_2 n_2)), \dots, \\ W_n = ((W_n n_1) (W_n n_2)) \quad (7)$$

Nilai untuk n_1 dan n_2 didapatkan dari $W_n = ((s_{(nx2)-1}) (s_{(nx2)}))$, dengan s_n melambangkan sekuen notasi. Khusus pasangan W terakhir berisi notasi terakhir dan notasi pertama, dengan demikian rumus pemetaan untuk pasangan W terakhir adalah $W_{\text{end}} = ((s_{\text{end}}) (s_1))$. Gambar 4 memperlihatkan ilustrasi pemetaan pasangan notasi P dan W dengan notasi sejumlah 8.



Gambar 4: Pemetaan pasangan notasi P dan W

Berikut adalah contoh penerapan pemetaan pasangan P dan W dalam gending berjudul *Suwe Ora Jamu*, yang terdiri dari 16 notasi.

Suwe Ora Jamu
2 3 2 3 1 2 3 2
3 5 6 5 4 2 1 6

Distribusi notasi untuk gending *Suwe Ora Jamu* ke dalam pasangan P dan W dapat dilihat pada Tabel I, dengan pasangan P berisi 8 transaksi P_1 - P_8 yaitu: (2 3), (2 3), (1 2), (3 2), (3 5), (6 5), (4 2), (1 6), dan pasangan W berisi 8 transaksi W_1 - W_8 yaitu: (3 2), (3 1), (2 3), (2 3), (5 6), (5 4), (2 1), (6 2).

TABLE I. DISTRIBUSI P DAN W UNTUK GENDING SUWE ORA JAMU

P ₁		P ₂		P ₃		P ₄	
(s1)	(s2)	(s3)	(s4)	(s5)	(s6)	(s7)	(s8)
2	3	2	3	1	2	3	2
W ₈		W ₁		W ₂		W ₃	
P ₅		P ₆		P ₇		P ₈	
(s9)	(s10)	(s11)	(s12)	(s13)	(s14)	(s15)	(s16)
3	5	6	5	4	2	1	6
W ₄		W ₅		W ₆		W ₇	

Pemetaan pasangan P dan W diterapkan pada setiap sampel gending dalam data set secara terpisah. Selanjutnya algoritme apriori digunakan sebagai dasar pencarian hubungan antar-notasi dalam pasangan P dan W .

1) Penghitungan Nilai Support

Penghitungan nilai *support* dilakukan secara terpisah untuk setiap gending. Dikarenakan urutan sekuen notasi tidak bisa diperlakukan secara trivial, maka rumus pencarian *support* untuk pasangan P dan W dalam algoritme apriori dimodifikasi dari rumus (1) menjadi:

$$\text{support}(A \Rightarrow B) = P(A \Rightarrow B) \\ = \frac{\text{jumlah transaksi A dan B}}{\text{jumlah total transaksi}} \quad (8)$$

Tabel II memperlihatkan contoh penghitungan nilai *support* (S) pasangan P dan W dalam gending *Suwe Ora Jamu*.

TABLE II. NILAI SUPPORT PASANGAN P DAN W

Itemset P	Freq.	Freq.	Itemset W	Freq.	S
P ₁	12	1	W ₁	21	0.125
P ₂	16	1	W ₂	23	0.250
P ₃	23	2	W ₃	31	0.125
P ₄	32	1	W ₄	32	0.125
P ₅	35	1	W ₅	54	0.125
P ₆	42	1	W ₆	56	0.125
P ₇	65	1	W ₇	62	0.125

2) Penghitungan Nilai Confidence

Seperti halnya nilai *support*, penghitungan nilai *confidence* dilakukan secara terpisah untuk setiap gending. Dikarenakan urutan sekuen notasi tidak bisa diperlakukan secara trivial, maka rumus pencarian *confidence* untuk pasangan *P* dan *W* dalam algoritme apriori dimodifikasi dari rumus (2) menjadi:

$$\begin{aligned}
 confidence &= P(B|A) \\
 &= \frac{p(A \Rightarrow B)}{p(A)} \\
 &= \frac{\text{jumlah transaksi } A \Rightarrow B}{\text{jumlah transaksi } A} \quad (9)
 \end{aligned}$$

Tabel III memperlihatkan contoh penghitungan nilai *confidence* (C) pasangan *P* dan *W* dalam gending *Suwe Ora Jamu*.

TABLE III. NILAI CONFIDENCE P DAN W

Itemset P	Freq.	C	Itemset P	Freq.	C
P ₁	12	1	W ₁	21	1
P ₂	16	1	W ₂	23	2
P ₃	23	2	W ₃	31	1
P ₄	32	1	W ₄	32	1
P ₅	35	1	W ₅	54	1
P ₆	42	1	W ₆	56	1
P ₇	65	1	W ₇	62	1

3) Penghitungan Support x Confidence

Setelah nilai *support* dan *confidence* untuk pasangan *P* dan *W* didapat, selanjutnya adalah menghitung nilai *support x confidence*. Tabel IV memperlihatkan hasil penghitungan nilai *support x confidence* pasangan *P* dan *W* dalam gending *Suwe Ora Jamu*.

TABLE IV. SUPPORT X CONFIDENCE P DAN W

Itemset P	S x C	Itemset W	S x C
P ₁	12	W ₁	21
P ₂	16	W ₂	23
P ₃	23	W ₃	31
P ₄	32	W ₄	32
P ₅	35	W ₅	54
P ₆	42	W ₆	56
P ₇	65	W ₇	62

4) Penghitungan Fitness

Fitness dihitung berdasarkan akumulasi hasil nilai *support x confidence* untuk pasangan *P* dan pasangan *W* dari semua sampel gending. Berdasarkan penghitungan tersebut, maka hasil akumulasi *support x confidence* untuk pasangan *P* dapat dilihat pada Tabel V, dan untuk pasangan *W* dapat dilihat pada Tabel VI.

TABLE V. AKUMULASI NILAI SUPPORT X CONFIDENCE P

Y	X						
	1	2	3	4	5	6	7
1	0	1.26	0.09	0.00	0	0.29	0
2	0.34	0.01	1.37	0.16	0.06	0.09	0
3	0.03	0.81	0	0	1.22	0.11	0
4	0	0.02	0	0	0.01	0.02	0
5	0.02	0.01	0.85	0.16	0.01	1.89	0
6	0.45	0	0.29	0	0.68	0.01	0.53
7	0	0.17	0	0	0	0.58	0

TABLE VI. AKUMULASI NILAI SUPPORT X CONFIDENCE W

Y	X						
	1	2	3	4	5	6	7
1	0	0.40	0.05	0.00	0.08	0.22	0
2	0.66	0.00	0.46	0.06	0.24	0.27	0.05
3	0.29	1.07	0.06	0	1.01	0.69	0.05
4	0	0.02	0	0	0.07	0.09	0
5	0.10	0.19	0.82	0.03	0.02	0.27	0.14
6	0.28	0.50	0.58	0.04	1.35	0	0.81
7	0	0.02	0	0	0.08	0.14	0

Pengukuran *fitness* untuk setiap pasangan dilakukan dengan menentukan skala atau pembobotan berdasarkan range nilai. Pasangan dengan nilai ≥ 0.2 adalah dominan, pasangan dengan nilai < 0.2 dan ≥ 0.03 adalah cukup dominan, pasangan dengan nilai < 0.03 dan > 0 adalah pasangan kurang dominan, dan pasangan dengan nilai ≤ 0 adalah tidak direkomendasikan. Tabel VII dan VIII memperlihatkan hasil pengukuran *fitness* untuk pasangan *P* dan *W* (X Y) yang didapat dari akumulasi semua sampel gending, dengan D melambangkan dominan, C melambangkan cukup dominan, K melambangkan kurang dominan, dan T melambangkan tidak direkomendasikan.

TABLE VII. FITNESS P

Y	X						
	1	2	3	4	5	6	7
1	T	D	C	T	T	D	T
2	D	K	D	C	C	C	T
3	C	D	T	T	D	C	T
4	T	K	T	T	K	K	T
5	K	K	D	C	K	D	T
6	D	T	D	T	D	K	D
7	T	C	T	T	T	D	T

TABLE VIII. FITNESS W

Y	X						
	1	2	3	4	5	6	7
1	T	D	C	T	C	D	T
2	D	T	D	C	D	D	C
3	D	D	C	T	D	D	C
4	T	K	T	T	C	C	T
5	C	C	D	C	K	D	C
6	D	D	D	C	D	T	D
7	T	K	T	T	C	C	T

B. Pengembangan Sistem Rekomendasi

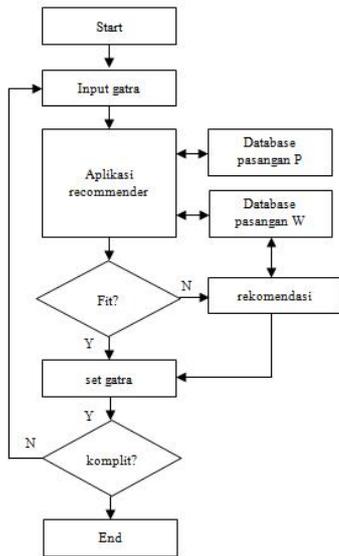
Sistem rekomendasi untuk mencari pasangan notasi ideal dalam komposisi gending lancar dikembangkan menggunakan pendekatan *knowledge-based systems*. Akuisisi pengetahuan dilakukan dengan membuat database berdasarkan tabel *fitness* untuk pasangan *P* dan *W*. Pembentukan gatra berdasarkan pasangan notasi *P* dan *W* yang ideal, dengan s1 s2 s3 s4 sebagai kandidat sekuen notasi untuk gatra, dan P1 = (s1 s2), P2 = (s3 s4), W1 = (s2 s3), W2 = (s4 s1), PG1 = ((s1 s2) (s3 s4)), WG1 = ((s2 s3) (s4 s1)), berlaku rumus:

JIKA

- P₁ \geq kurang dominan,
- P₂ \geq kurang dominan,
- W₁ \geq kurang dominan,
- W₂ \geq kurang dominan,

MAKA set s₁ s₂ s₃ s₄ set kandidat gatra (10)

Dalam sistem rekomendasi ini, *user* diminta untuk mengisi notasi dalam format gatra (4 notasi), untuk selanjutnya program akan mengevaluasi sekuen notasi tersebut berdasarkan database pasangan P dan pasangan W . Jika susunan notasi yang diinput memenuhi standar minimal nilai frekuen dalam database tersebut, maka sekuen notasi tersebut akan ditetapkan sebagai gatra, sebaliknya jika tidak memenuhi, maka sistem akan memberikan rekomendasi untuk mengubah salah satu atau beberapa notasi. Prosedur ini berlaku sampai user menyatakan pembentukan gatra telah selesai. Gambar 5 memperlihatkan diagram alir aplikasi sistem rekomendasi yang dikembangkan dalam penelitian ini.



Gambar 5: Diagram alir sistem rekomendasi

1) Pembuatan Knowledge Base

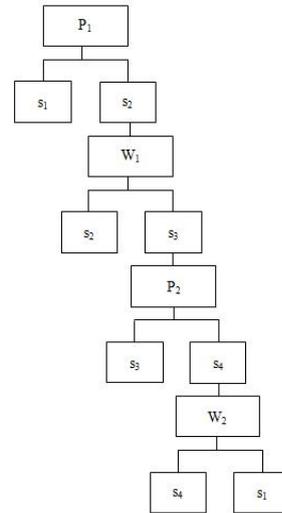
Pembuatan *knowledge base* sebagai dasar pengetahuan sistem dilakukan dengan mentransformasi nilai fitness pasangan P dan W menjadi data array, seperti terlihat pada Tabel IX.

TABLE IX. DATABASE PENGETAHUAN P DAN W

Array	Pasangan
P dominan	((1 2), (1 6), (2 1), (2 3), (3 2), (3 5), (3 6), (5 3), (5 6), (6 1), (6 5), (6 7), (7 6))
P cukup_dominan	((1 3), (2 7), (3 1), (4 2), (4 5), (5 2), (6 2), (6 3))
P kurang dominan	((1 5), (2 2), (2 4), (2 5), (5 4), (5 5), (6 4), (6 6)).
P tidak direkomendasi	((1 1), (1 4), (1 7), (2 6), (3 3), (3 4), (3 7), (4 1), (4 3), (4 4), (4 6), (4 7), (5 1), (5 7), (7 1), (7 2), (7 3), (7 4), (7 5), (7 7)).
W dominan	((1 2), (1 3), (1 6), (2 1), (2 3), (2 6), (3 2), (3 5), (3 6), (5 2), (5 3), (5 6), (6 1), (6 2), (6 3), (6 5), (7 6)).
W cukup_dominan	((1 5), (2 5), (3 1), (3 3), (4 2), (4 5), (4 6), (5 1), (5 4), (5 7), (6 4), (6 7), (7 2), (7 3), (7 5)).
W kurang dominan	((2 4), (2 7), (5 5)).
W tidak direkomendasi	((1 1), (1 4), (1 7), (2 2), (3 4), (3 7), (4 1), (4 3), (4 4), (4 7), (6 6), (7 1), (7 4), (7 7)).

2) Prosedur Rekomendasi

Prosedur rekomendasi dilakukan menggunakan pendekatan *forward chaining*. Setelah user mengisikan 4 notasi sebagai kandidat gatra, sistem akan mengevaluasi pasangan P_1 . Jika pasangan P_1 adalah frekuen, maka sistem akan mengevaluasi pasangan W_1 , untuk selanjutnya diteruskan ke pasangan P_2 , dan kemudian W_2 , dan seterusnya. Gambar 6 memperlihatkan *forward chaining* untuk pembentukan gatra berdasarkan rekomendasi pasangan P dan W yang ideal.



Gambar 6: Forward chaining pembentukan gatra

Sebagai ilustrasi pengoperasian sistem rekomendasi pembentukan gatra berdasarkan pasangan notasi P dan W , misalnya user mengisikan notasi 6 5 3 1, sistem akan menganalisis pasangan P_1 , yaitu (6 5). Jika pasangan notasi tersebut dominan, maka ditetapkan sebagai P_1 , tetapi jika masuk kategori cukup dominan, atau kurang dominan, atau tidak direkomendasikan, maka sistem akan menawarkan pengganti 5. Pada contoh ini pasangan P (6 5) termasuk kategori dominan, maka sistem tidak memberikan rekomendasi. Selanjutnya sistem akan mengevaluasi W_1 , yaitu (5 3), karena pasangan W (5 3) adalah dominan maka sistem tidak memberikan rekomendasi. Pada *state* ini, telah didapat sekuen 6 5 3, selanjutnya sistem menganalisis P_2 , yaitu (3 1). Pasangan ini termasuk cukup dominan, oleh karena itu sistem akan menawarkan pengganti notasi 1 dengan notasi yang lebih dominan jika dipasangkan dengan notasi 3, yaitu notasi 2, atau 5. Pilihan ini bersifat opsional karena pasangan 3 1 termasuk kategori cukup dominan; user dapat tetap menggunakan notasi 1, atau menggantinya dengan notasi rekomendasi dari sistem. Jika *user* memilih 2 sebagai pengganti, maka pasangan P_2 diubah menjadi (3 2), dengan demikian sekuen notasi yang terbentuk adalah 6 5 3 2, menggantikan notasi 6 5 3 1. Setelah itu sistem akan mengevaluasi pasangan W_2 , yaitu (2 6), karena pasangan ini memiliki nilai dominan, maka sistem akan menetapkan 6 5 3 2 sebagai gatra.

3) Desain Antar-Muka

Rancangan antar-muka untuk sistem rekomendasi pembentukan gatra diilustrasikan menggunakan contoh sebelumnya, yaitu 6 5 3 1. Di sini *user* mengisikan 4 notasi untuk gatra, setelah itu jika tombol *Analisis* diklik

maka sistem akan mengevaluasi pasangan P1. Jika hasilnya adalah ideal, maka pasangan P1 akan disimpan ke dalam kandidat gatra 1. Setelah analisis pasangan P1, halaman selanjutnya adalah menganalisis pasangan W1. Jika hasilnya dominan, maka secara otomatis notasi ke tiga akan disimpan ke dalam kandidat gatra (Gambar 7).



Gambar 7: Analisis pasangan W₁

Selanjutnya adalah halaman analisis P2. Jika sistem menilai perlu adanya rekomendasi pengganti, maka pasangan notasi pengganti akan ditampilkan. User dapat memilih pasangan pengganti atau tetap menggunakan yang sebelumnya. Pada contoh ini, user memilih (3 2) sebagai pasangan P2 (Gambar 8).



Gambar 8: Analisis P₂

Setelah itu, sistem akan menganalisis pasangan W2. Jika pasangan bernilai dominan, maka sistem akan menampilkan hasil penyusunan sekuen notasi, dan menawarkan untuk memulai pembentukan gatra selanjutnya (Gambar 9).



Gambar 9: Analisis W₂

IV. PENGUJIAN

Pengujian dilakukan dengan memasukkan 50 gatra yang diambil dari sejumlah gending yang bukan merupakan bagian dari data set, dan 50 gatra yang dibuat secara acak olah program komputer ke dalam sistem. Selanjutnya *T-test* diterapkan untuk mengukur kemampuan sistem dalam mengenali gatra tersebut. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu secara akurat mengenali gatra yang ideal, yaitu 100% dari gatra yang diinputkan dikenali sebagai gatra yang ideal, dan tidak memerlukan rekomendasi. Dari 50 gatra yang dibuat

secara acak, 98% dikenali oleh sistem sebagai gatra yang memerlukan rekomendasi, yang berarti hanya 2 gatra yang dibuat secara acak yang merupakan gatra ideal.

V. KESIMPULAN

Sistem rekomendasi untuk pembentukan gatra berdasarkan pola pasangan notasi frekuensi untuk komposisi gending lancar dapat digunakan sebagai pendukung dalam menciptakan komposisi gending lancar. Pengembangan selanjutnya diharapkan dapat diterapkan pada analisis hubungan antar-gatra untuk mempertajam rekomendasi supaya hasilnya dapat lebih mengadopsi hubungan antar-notasi dalam kerangka konsep dan konteks gending.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Wasisto Surjodiningrat, Vijay K. Khandelwal, F. Soesianto, Analisa Pathet dan Komposisi Gending Jawa Laras Slendro, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta, 1977
- [2] Judith Becker and Alton Becker, A Grammar of the Musical Genre Srepegan, University of Texas Press, Texas, 1982
- [3] David W. Hughes, Deep Structure and Surface Structure in Javanese Music: A Grammar of Gending Lembang, University of Illinois press, Illinois, 1988
- [4] Khafiizh Hastuti, Arry Maulana Syarif, dan A. Zainul Fanani, Identifikasi Pola Pasangan Notasi Gending Lancaran Berbasis Kemiripan Atribut, Jurnal AITI Universitas Kristen Satya Wacana, edisi Agustus Vol. 12 no 2, Salatiga, 2014
- [5] Pieter Eduard, Alat Musik Jawa Kuno, Yayasan Mahardhika, 2003
- [6] Sri Hastanto, Konsep Pathet dalam Karawitan Jawa, ISI Press, Surakarta, 2009
- [7] Harimurti Kridalaksana, F.X. Rahyono, Dwi Puspitorini, Supriyanto Widodo, Darmoko, Wiwara: Pengantar Bahasa dan Kebudayaan Jawa, Gramedia Pustaka Umum, Jakarta, 2001
- [8] Purwadi dan Afendy Widayat, Seni Karawitan Jawa: Ungkapan Keindahan dalam Musik Gamelan, Hanan Pustaka, Yogyakarta, 2006
- [9] Rahayu Supanggah, Bothehan Karawitan II, ISI Press, Surakarta, 2007
- [10] Supardi, Ricikan Struktural Salah Satu Indikator pada Pembentukan Gending dalam Karawitan Jawa, Journal of Keteg, Volume 13, Mei 2013
- [11] Huang, Z., Zeng, D., & Chen, H., A Comparative Study of Recommendation Algorithms for E-Commerce Applications. IEEE Intelligent Systems, 2006
- [12] Martin P. Robillard, Robert J. Walker, Recommendation Systems in Software Engineering, Springer, New York, 2014
- [13] Micán, D., & Tomai, N., Association-Rules-Based Recommender System for Personalization in Adaptive Web-Based Applications, 10th International Conference on Web Engineering ICWE, Springer-Verlag, 2010
- [14] Smyth, B., McCarthy, K., Reilly, J., O'Sullivan, D., McGinty, L., & Wilson, D. C., Case Studies in Association Rule Mining for Recommender Systems. In Proc. of International Conference on Artificial Intelligence (ICAI'05), 2005
- [15] Lin, W., Alvarez, S. A., & Ruiz, C., Collaborative Recommendation via Adaptive Association Rule Mining. In Proceedings of the International Workshop on Web Mining for E-Commerce (WEBKDD), 2000
- [16] Daniel T. Larose, Discovering Knowledge in Data: an Introduction to Data Mining, John Wiley & Sons, Inc, 2005
- [17] Sani Susanto dan Dedy Suryadi, Pengantar Data Mining: Menggali Pengetahuan dari Bongkahan Data, Penerbit Andi, Yogyakarta, 2010