

Aplikasi Pembangkit Distribusi Angklung dengan Teknik Fuzzy Multi-Criteria Decision Making

Trapsilo Pramudya Bumi
Program Studi Teknik Informatika
Institut Teknologi Bandung, Jalan Ganeca 10
Bandung 40132, Indonesia
tbumi@outlook.com

Dr. Ir. Rinaldi Munir, M.T.
Program Studi Teknik Informatika
Institut Teknologi Bandung, Jalan Ganeca 10
Bandung 40132, Indonesia
rinaldi@informatika.org

Abstrak—Angklung adalah alat musik daerah yang berasal dari Jawa Barat. Alat musik ini harus dimainkan oleh satu tim. Tim angklung terdiri dari 10-40 orang yang memainkan satu atau lebih angklung. Konfigurasi pembagian angklung untuk sebuah tim disebut distribusi angklung. Dibutuhkan suatu cara membagikan angklung secara cepat dan akurat, sehingga keadaan bentrok dapat dihindari, tetapi pemain dapat bermain pada sebanyak-banyaknya bagian dalam lagu. Sebuah aplikasi untuk menyusun distribusi angklung telah dibuat berdasarkan analisis permasalahan penyusunan distribusi angklung. Aplikasi ini memanfaatkan prinsip himpunan fuzzy dan menggunakan metode Fuzzy Multi-Criteria Decision Making (Fuzzy MCDM) sebagai metode untuk membagikan angklung kepada pemain. Setelah dilakukan pengujian, kesimpulan yang diperoleh adalah metode Fuzzy MCDM dapat diterapkan pada penyusunan distribusi angklung. Namun, distribusi yang dihasilkan kurang ideal, baik menurut pendapat pakar, maupun menurut hasil perbandingan antara distribusi hasil aplikasi dengan distribusi manual.

Kata kunci—angklung, himpunan fuzzy, fuzzy MCDM

I. PENDAHULUAN

Angklung adalah salah satu alat musik tradisional Indonesia yang berasal dari Jawa Barat. Angklung merupakan alat musik yang tidak dapat dimainkan sendiri, karena satu angklung hanya membunyikan satu nada. Ibaratnya, satu angklung hanya mewakili satu tuts pada piano. Untuk memainkan sebuah lagu utuh dengan angklung, dibutuhkan sebuah tim dengan jumlah pemain sekitar 30-40 orang, dengan setiap pemain memegang 1-5 angklung, tergantung tingkat keahlian tiap pemainnya.

Pembagian angklung untuk masing-masing pemain angklung dalam satu tim angklung disebut distribusi angklung, atau cukup distribusi. Pembagian angklung dalam sebuah tim tidak dapat dilakukan secara sembarang, karena dapat terjadi keadaan di mana seorang pemain mendapatkan dua atau lebih angklung yang bermain di saat yang bersamaan (keadaan ini disebut bentrok) atau seorang pemain tidak bermain nada apapun sama sekali di sebuah lagu. Seorang pemain angklung tidak mungkin membunyikan dua atau lebih angklung sekaligus dalam satu waktu, maka keadaan bentrok harus dihindari. Ada beberapa faktor tambahan yang juga harus diperhitungkan dalam membuat distribusi selain faktor-faktor di atas.

Penyusunan sebuah distribusi angklung dapat dimodelkan sebagai sebuah permasalahan keputusan (*decision problem*). Pembuat keputusan biasanya dihadapkan dengan permasalahan memilih di antara beberapa alternatif pilihan sembari memenuhi kriteria objektif (sasaran) dan tidak menyalahi kendala yang ada [1]. Dalam penyusunan distribusi angklung, alternatif yang harus dipilih adalah himpunan pemain dalam suatu tim angklung. Sasaran yang harus dipenuhi yaitu memilih sebuah angklung untuk dibagikan kepada pemain. Kendala yang tidak boleh dilanggar adalah: angklung yang sudah dan akan dipegang seorang pemain harus seminimal mungkin, dan jumlah main dari angklung yang sudah dan akan dipegang seorang pemain harus semaksimal mungkin.

Permasalahan seperti ini dapat diselesaikan dengan sebuah teknik bernama *Multiple Criteria Decision Making* (MCDM). MCDM adalah sebuah metode pengambilan keputusan untuk menetapkan alternatif terbaik dari sejumlah alternatif berdasarkan beberapa kriteria tertentu [2].

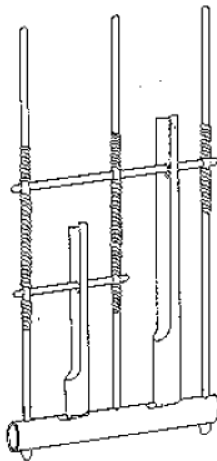
Pada permasalahan yang disebutkan di atas dapat dilihat bahwa sasaran dan kendala yang dipenuhi tidak berbentuk pasti (*crisp*), tapi banyak mengandung kata-kata yang samar (*vague*), seperti seminimal mungkin, semaksimal mungkin. Kata-kata tadi adalah kata-kata yang menggambarkan kesamaran, dan sulit diselesaikan dengan sistem konvensional. Dibutuhkan bantuan teori khusus, bernama teori himpunan *fuzzy* (*fuzzy set*). Seperti yang dikatakan oleh Munakata & Jani [3], sistem fuzzy cocok diterapkan pada permasalahan yang kompleks atau aplikasi yang melibatkan pemikiran deskriptif atau intuitif seperti manusia.

Dengan begitu, teknik MCDM biasa tidak dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan ini. Untuk mengatasi permasalahan kesamaran ini, dapat digunakan metode *fuzzy* MCDM yang sudah banyak diteliti dan terbukti memiliki kinerja yang sangat baik [2].

II. DASAR TEORI

A. Angklung

Angklung adalah salah satu alat musik tradisional Indonesia yang berasal dari Jawa Barat. Struktur sebuah angklung diperlihatkan pada Gambar 1. Angklung modern ditemukan



Gbr. 1. Struktur sebuah angklung [5]

pada tahun 1938 oleh Daeng Soetigna, dengan mengubah angklung yang tadinya berdasar tangga nada pentatonis (*pelog*, *slendro*, atau *madenda*) menjadi berdasar tangga nada diatonis [4]. Setelah penemuan angklung modern, kini angklung dapat memainkan segala jenis musik karena sudah disesuaikan dengan tangga nada diatonis yang umum dipakai di seluruh dunia.

Perkembangan angklung, khususnya di Bandung, masih terlihat dengan adanya berbagai konser dan festival yang diadakan oleh tim-tim angklung dari berbagai sekolah dan universitas. Salah satu festival yang sukses menggambarkan kemajuan prestasi dan pengembangan angklung di Indonesia adalah Festival Paduan Angklung yang diadakan oleh Keluarga Paduan Angklung Institut Teknologi Bandung (KPA ITB, <http://kpa.unit.itb.ac.id/>).

Angklung terdiri dari dua tabung bambu dalam sebuah rangka bambu yang digetarkan untuk menghasilkan bunyi satu nada. Satu buah angklung hanya dapat membunyikan satu nada, maka dibutuhkan angklung yang banyak untuk membentuk sebuah lagu yang lengkap. Karena banyak angklung yang dimainkan, maka dibutuhkan banyak pemain untuk memainkan lagu dengan baik. Umumnya angklung dimainkan dengan format orkestra dan terdiri dari sekitar 30-40 orang [6].

B. Distribusi Angklung

Ketika pemain dalam sebuah tim angklung akan memainkan lebih dari satu angklung dalam satu lagu, diperlukan pengaturan pembagian angklung. Pembagian angklung dalam sebuah tim angklung disebut sebagai distribusi angklung, atau cukup distribusi. Contoh sebuah distribusi angklung dapat dilihat pada tabel I. Kata “distribusi” itu sendiri dapat berganti-ganti penggunaannya di antara dua arti, yaitu distribusi dapat berarti suatu konfigurasi pembagian angklung untuk seluruh pemain dalam satu tim angklung, atau dapat juga berarti pembagian angklung untuk satu pemain saja dalam satu tim. Arti yang dimaksud akan jelas pada konteks kalimat yang digunakan.

TABEL I. CONTOH DISTRIBUSI ANGKLUNG

No.	Nama	Nomor Angklung			
		D#	6	9	13
1	Asri Oktavioni Indraswari	D#	6	9	13
2	Fikri Sundara	F#g	B	8	18
3	Rizky Sanditya Arief	G	2	13	16
4	Enggar Ragil	C#	8	12	20
5	Mir Atun Nisa	F	13	14	
6	Asri Nurani Sjafuruddin	4	11	17	26
7	Naufal Arifandy	A#	5	8	24
8	Muhammad Sufianto	F	10	17	
9	Anin Ayu M	E	6	14	
10	Andina Candra Prasasti	4	8	17	26
11	Zaenab Hana	6	12	20	
12	Eko Khoirunnas	D	1	11	14

Pembagian angklung dalam sebuah tim tidak dapat dilakukan secara sembarang. Ada beberapa kriteria yang harus dipenuhi dalam membuat sebuah distribusi yang ideal. Pada sebuah survei, sebagian besar pelatih yang menjadi koresponden berpendapat bahwa sebuah distribusi dapat dikatakan “ideal” jika angklung yang bentrok sesedikit mungkin dan pemain yang menganggur (tidak main angklung apapun pada satu saat tertentu) sesedikit mungkin. Kedua faktor tersebut memang sangat berpengaruh dalam bermain angklung.

Sebuah pasangan angklung dapat dikatakan “bentrok” jika kedua angklung harus dimainkan pada saat yang bersamaan atau saat yang berdekatan dalam sebuah lagu. Jika pemain mendapat distribusi angklung yang angklung di dalamnya sering bentrok, maka pemain sulit untuk memainkan angklung-angklung yang dipegangnya dengan efektif. Akhirnya ada angklung yang harus “dikorbankan”, dalam arti angklung tersebut tidak dapat dimainkan.

Jika pemain mendapat angklung yang terlalu sedikit bermain, maka pemain akan menganggur banyak dan tidak merasa senang. Selain itu, tenaga pemain tersebut seharusnya dapat dimanfaatkan, tetapi karena distribusi yang kurang baik maka hal itu tidak terjadi. Jadi, distribusi yang ideal adalah distribusi di mana pemain mendapat angklung yang bermain sebanyak-banyaknya tetapi bentrok sesedikit mungkin.

Pada prakteknya, sulit untuk membuat distribusi yang benar-benar ideal, karena untuk memenuhi kriteria-kriteria yang disebutkan di atas diperlukan waktu yang lama dan ketelitian yang tinggi. Banyak perhitungan yang tidak sederhana diperlukan sehingga sulit untuk dilakukan oleh manusia. Akibatnya, pelatih angklung lebih banyak memilih untuk membuat distribusi yang hanya mendekati ideal, tetapi tidak sampai ideal, umumnya karena keterbatasan waktu.

C. Himpunan Fuzzy

Himpunan *fuzzy* adalah himpunan yang anggotanya memiliki nilai keanggotaan tertentu. Fitur ini memungkinkan himpunan *fuzzy* mengakomodasi kesamaran atau ketidaktepatan.

Himpunan *fuzzy* berbeda dengan himpunan tegas, karena objek dapat memiliki suatu nilai/derajat keanggotaan di dalam sebuah himpunan. Yang menjadi ciri dari himpunan *fuzzy* adalah adanya suatu fungsi keanggotaan untuk setiap objek

anggota, yang memetakan setiap objek pada suatu nilai keanggotaan di antara 0 hingga 1 [8]. Fungsi keanggotaan ini dilambangkan dengan $\mu_A(x)$. Arti dari nilai keanggotaan ini adalah, untuk $\mu_A(x) = 1$ maka x adalah anggota penuh himpunan A, dan untuk $\mu_A(x) = 0$ maka x bukan anggota himpunan A. Jika nilai $\mu_A(x) = \mu$ dengan μ di antara 0 dan 1, maka x adalah anggota himpunan A dengan nilai keanggotaan μ .

D. Fuzzy Multi-Criteria Decision Making

Dalam proses penyusunan distribusi angklung, banyak dilakukan pengambilan keputusan. Contohnya, saat memilih pemain yang akan mendapatkan sebuah angklung, terjadi pemilihan alternatif. Tujuan yang ingin dipenuhi adalah kriteria-kriteria yang menjadi pertimbangan dalam memutuskan pemain yang mana yang akan mendapatkan angklung tertentu.

Dalam proses pengambilan keputusan, mungkin terdapat lebih dari satu kriteria yang harus dipertimbangkan dalam memilih alternatif. Jika terdapat lebih dari satu kriteria, maka pengambilan keputusan dapat dikategorikan secara lebih spesifik menjadi pengambilan keputusan kriteria majemuk (*Multi-Criteria Decision Making/MCDM*).

Permasalahan penyusunan distribusi angklung menjadi salah satu permasalahan yang dalam pembuatan keputusannya mempertimbangkan banyak kriteria. Maka permasalahan ini dapat dibantu dengan metode MCDM.

Untuk permasalahan-permasalahan yang melibatkan nilai-nilai kesamaran seperti pada himpunan *fuzzy*, dibutuhkan suatu modifikasi atau tambahan pada metode MCDM yang sudah ada sehingga dapat mengolah nilai-nilai *fuzzy*. Modifikasi ini disebut *Fuzzy Multi-Criteria Decision Making (Fuzzy MCDM)*. Metode *Fuzzy MCDM* ini sudah banyak diteliti dan terbukti memiliki kinerja yang sangat baik [2].

Metode *Fuzzy MCDM* yang digunakan dalam penelitian ini merupakan modifikasi/ekstensi dari metode Analytic Hierarchy Process (AHP) yang digagas oleh Saaty [9]. Langkah-langkah mencari alternatif optimal dengan n kriteria adalah sebagai berikut:

- 1) Susun sebuah matriks M yang menggambarkan kepentingan relatif suatu kriteria terhadap kriteria lainnya (matriks perbandingan berpasangan) seperti berikut:

$$M_{n \times n} = \begin{bmatrix} \frac{\alpha_1}{\alpha_1} & \dots & \frac{\alpha_1}{\alpha_n} \\ \frac{\alpha_1}{\alpha_1} & \dots & \frac{\alpha_1}{\alpha_n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\alpha_n}{\alpha_1} & \dots & \frac{\alpha_n}{\alpha_n} \\ \frac{\alpha_1}{\alpha_1} & \dots & \frac{\alpha_n}{\alpha_n} \end{bmatrix}$$

dengan n adalah jumlah kriteria dan $\frac{\alpha_i}{\alpha_j}$ adalah nilai kepentingan relatif kriteria α_i terhadap kriteria α_j .

- 2) Jumlahkan elemen-elemen pada setiap kolom matriks M , lalu lakukan normalisasi berdasarkan jumlah setiap kolom dengan cara membagi setiap elemen dengan jumlah kolom elemen tersebut.

- 3) Susun sebuah vektor bobot W dengan cara mencari rata-rata dari setiap baris matriks M . Dengan kata lain,

$$W_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n M_{ij} \quad (3)$$

- 4) Hitung nilai

$$(\tilde{C}_j(x_i))^{w_j} \quad (4)$$

untuk setiap j elemen vektor bobot W .

- 5) Susun sebuah himpunan \tilde{D} dengan melakukan operasi interseksi pada himpunan *fuzzy* \tilde{C}_j yang telah disusun pada langkah 4.
- 6) Ambil elemen dengan derajat keanggotaan terbesar pada himpunan \tilde{D} sebagai alternatif terbaik.

III. ANALISIS

A. Teori Himpunan Fuzzy dalam Penyusunan Distribusi Angklung

Teori himpunan *fuzzy* adalah suatu teori yang sangat cocok untuk dimanfaatkan dalam membantu proses penyusunan distribusi angklung, karena banyak kesamaran atau ketidaktepatan dalam kriteria menyusun distribusi angklung. Banyak kriteria yang tidak memiliki batas yang pasti (*crisp*) sehingga tidak tepat apabila dipaksakan untuk diberi batas yang pasti. Dalam penelitian ini, dua kriteria penting dalam penyusunan angklung dimodelkan dengan himpunan *fuzzy*.

Salah satu kriteria yang dimodelkan adalah kebentrokan. Satu pasang angklung dapat dikatakan “bentrok” jika kedua angklung seringkali harus dimainkan pada saat yang bersamaan atau berdekatan dalam sebuah lagu. Masalahnya, dua angklung harus muncul pada seberapa banyak ketukan yang sama (atau dekat) sehingga dapat dikatakan bentrok? Pendapat para pelatih angklung beragam untuk persoalan seperti ini. Maka dari itu, permasalahan seperti ini tepat untuk dimodelkan sebagai himpunan *fuzzy*.

Selain bentrok, kriteria penting yang dimodelkan adalah jumlah main. Jika pemain mendapat distribusi angklung yang memiliki jumlah main yang sedikit, maka pemain akan menganggur. Distribusi seperti itu tidak ideal, maka jumlah main pada setiap angklung yang dipegang setiap pemain harus semaksimal mungkin (tentunya dengan tidak mengabaikan kriteria lain seperti kebentrokan).

Agar lebih jelas, sebuah potongan partitur pada gambar 2 dapat menggambarkan kejadian bentrok dan perhitungan jumlah main. Kejadian bentrok antara dua angklung ditandai dengan kotak merah. Untuk perhitungan jumlah main, nada yang ditandai dengan kotak hijau bermain sebanyak 6 ketuk.

75	.	.	7	17	65	7	7	17	65	7	1	2	.	.	2
2	.	.	.	6	.	7	.	6	.	3	.	4	.	.	.
7	.	.	.	2	.	3	.	1	.	7	.	7	.	.	.

Gbr. 2. Contoh Potongan Partitur Angklung

B. Proses Penyusunan Distribusi Angklung

Proses penyusunan distribusi angklung yang dilakukan untuk menghasilkan sebuah distribusi angklung yang mendekati ideal adalah mengikuti langkah-langkah seperti berikut:

- 1) Menerima masukan wajib berupa partitur lagu yang akan dimainkan dan jumlah pemain.
- 2) Memindai partitur untuk mengetahui angklung apa saja yang dibutuhkan dan menghitung jumlah main setiap angklungnya.
- 3) Menghitung jumlah angklung yang akan dibagikan untuk setiap nomornya.
- 4) Angklung dibagikan pada pemain dengan memanfaatkan proses *Fuzzy MCDM*. Langkah ini dapat dirinci lebih lanjut:
 - a. Sebuah angklung dipilih secara acak dari daftar angklung yang akan dibagikan.
 - b. Jika ada pemain yang belum mendapatkan angklung sama sekali, maka pemain tersebut mendapatkan angklung yang akan dibagikan.
 - c. Jika semua pemain sudah mendapatkan satu atau lebih angklung, dipilih satu pemain yang akan mendapatkan angklung yang akan dibagikan dengan proses *Fuzzy MCDM*
 - d. Angklung ditambahkan pada pemain yang terpilih
 - e. Kembali ke sub-langkah (a) hingga tidak ada lagi angklung yang perlu dibagikan.

Setelah langkah-langkah ini selesai, maka hasil akhir keluaran adalah sebuah distribusi angklung yang sudah dapat dikatakan mendekati ideal dan langsung dapat digunakan dalam sebuah tim angklung.

Proses ini adalah proses paling rumit, karena menggunakan teknik *Fuzzy MCDM*. Anggota himpunan alternatif adalah semua pemain, dengan anggota himpunan kriteria adalah angklung yang akan dibagikan tidak boleh (atau sesedikit mungkin) bentrok dengan angklung lain, dan angklung yang akan dibagikan harus sebanyak mungkin bermain dalam satu lagu. Dengan teknik *Fuzzy MCDM* tadi, akan ditemukan kompromi di antara kedua kriteria (constraint) tersebut. Untuk lebih jelasnya, akan digambarkan dalam contoh berikut:

Misalkan angklung yang akan dibagikan adalah angklung bernada 3. Akan dipilih satu pemain di antara dua alternatif, yaitu pemain yang memegang angklung nada 6 (disebut alternatif x_1) dan 2 (disebut alternatif x_2). Kriteria yang harus dipenuhi adalah tidak bentrok (C_1) dan jumlah main (C_2),

keduanya sebesar mungkin. Derajat keanggotaan alternatif terhadap kriteria adalah rasio main dan rasio bentrok, disusun sebagai berikut:

$$\tilde{C}_1(x_i) = \{(x_1; 0), (x_2; 0,5)\}$$

$$\tilde{C}_2(x_i) = \{(x_1; 0,25), (x_2; 0,25)\}$$

Karena kriteria bentrok dianggap sedikit lebih penting dibanding kriteria jumlah main, maka atas asumsi tersebut, matriks perbandingan diberikan bobot sebagai berikut:

$$M = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 3 & 1 \end{bmatrix}$$

Matriks ternormalisasi:

$$M = \begin{bmatrix} 0,25 & 0,25 \\ 0,75 & 0,75 \end{bmatrix}$$

Vektor bobot W:

$$W = [0,25 \quad 0,75]$$

Selanjutnya dapat dihitung nilai $(\tilde{C}_j(x_i))^{w_j}$ sebagai berikut:

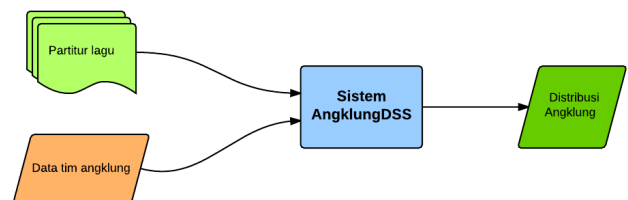
$$\tilde{C}_1(x_i)^{0,25} = \{(x_1; 0), (x_2; 0,84)\}$$

$$\tilde{C}_2(x_i)^{0,75} = \{(x_1; 0,35), (x_2; 0,35)\}$$

Sehingga didapat nilai $\tilde{D} = [0 \quad 0,35]$. Maka alternatif A_2 akan dipilih, yaitu angklung nada 2.

C. Perancangan Aplikasi

Perangkat lunak AngklungDSS adalah sebuah aplikasi yang memiliki fungsi utama membantu pelatih tim angklung membuat sebuah distribusi angklung. Aplikasi ini menerima masukan berupa partitur lagu yang akan dimainkan dalam notasi not angka dan menggunakan format *spreadsheet* Microsoft Excel, serta jumlah pemain dalam suatu tim. Keluaran dari aplikasi adalah sebuah distribusi angklung yang siap digunakan. Dengan bantuan perangkat lunak ini, pelatih angklung dapat sangat terbantu untuk membuat keputusan-keputusan yang diperlukan dalam proses menyusun sebuah distribusi angklung. Diagram arsitektur umum perangkat lunak AngklungDSS dapat dilihat pada gambar 3.



Gbr. 3. Arsitektur Umum Aplikasi

IV. IMPLEMENTASI

Aplikasi diimplementasikan menggunakan bahasa pemrograman C# pada sistem operasi Microsoft Windows.

Aplikasi diimplementasikan melalui kelas-kelas yang dideskripsikan pada tabel II. Antarmuka dari aplikasi ini ditunjukkan pada gambar 4.

TABEL II. IMPLEMENTASI KELAS ANGKLUNG DSS

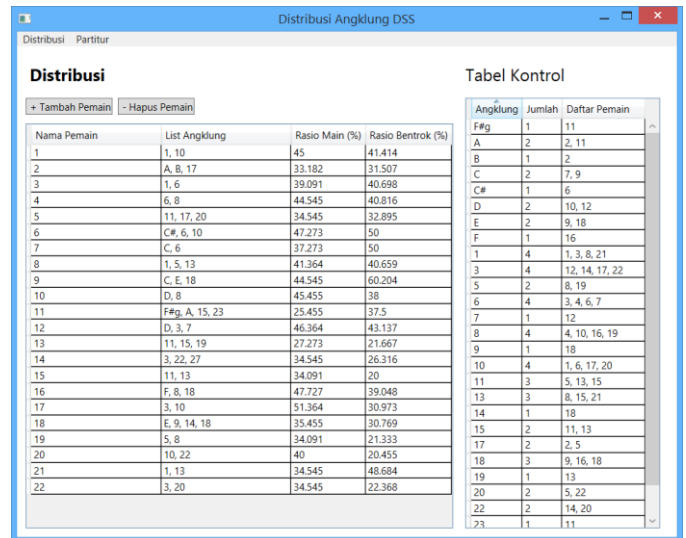
Nama Kelas	Deskripsi Kelas
Distribusi	Sebuah kelas yang mewakili sebuah distribusi angklung sebagai kumpulan dari Pemain
Pemain	Sebuah kelas yang mewakili pemain angklung, yang memiliki nama dan kumpulan angklung
TabelKontrol	Sebuah kelas yang menyimpan tabel kontrol sebagai kumpulan dari kelas KontrolAngklung
KontrolAngklung	Sebuah kelas yang menyimpan dua atribut, yaitu sebuah nomor angklung dan jumlah nomor angklung tersebut dalam distribusi
PartiturCollection	Sebuah kelas yang menyimpan kumpulan partitur
Partitur	Sebuah kelas yang mewakili sebuah partitur, yaitu kumpulan nada yang telah diproses dari berkas masukan spreadsheet Excel
Angklung	Sebuah kelas yang mewakili sebuah nomor angklung
MainWindow	Kelas yang mengatur tampilan dan fungsi-fungsi antarmuka utama
DistribusiBaru	Kelas yang mengatur tampilan dan fungsi-fungsi jendela dialog distribusi baru
InformasiPartiturWindow	Kelas yang mengatur tampilan dan fungsi-fungsi jendela informasi partitur
ProgressWindow	Kelas yang mengatur tampilan dan fungsi-fungsi jendela progress
DistribusiFuzzyMCDM	Sebuah kelas yang menyimpan fungsi untuk membangkitkan distribusi dengan metode Fuzzy MCDM
PartiturExcelParser	Sebuah kelas yang menyimpan fungsi untuk mengubah format partitur dari format spreadsheet Excel ke format internal perangkat lunak

V. PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pengujian aplikasi AngklungDSS dilakukan dengan dua jenis pengujian, masing-masing untuk menguji aspek yang berbeda.

Jenis pengujian yang pertama adalah pengujian fungsionalitas, yaitu pengujian yang dilakukan untuk memeriksa kesesuaian fungsional antara perancangan aplikasi dengan implementasi aplikasi. Dengan adanya pengujian ini dapat dipastikan setiap fungsi aplikasi yang telah dirancang dapat berjalan dengan baik. Dari hasil pengujian jenis ini, dapat dikatakan bahwa seluruh kebutuhan fungsional telah terpenuhi.

Jenis pengujian yang kedua adalah pengujian kinerja aplikasi, yaitu pengujian untuk mengukur kualitas distribusi yang dihasilkan oleh aplikasi. Untuk jenis pengujian ini, ada dua kasus uji.



Gbr. 4. Antarmuka Utama Aplikasi

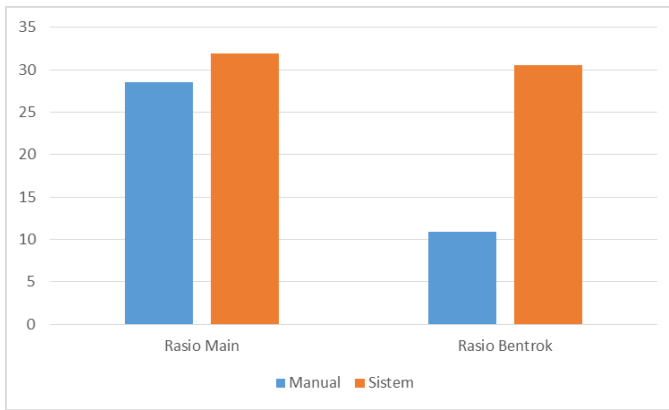
Untuk kasus uji pertama, aplikasi akan diuji dengan cara diberi masukan partitur angklung, baik yang akan ditampilkan dalam sebuah penampilan nyata, maupun yang hanya akan dilatihkan tanpa ditampilkan. Distribusi yang dihasilkan oleh aplikasi diujikan pada tim angklung nyata. Untuk kasus uji kedua, pengujian dilakukan dengan cara membandingkan hasil distribusi keluaran aplikasi dengan hasil distribusi yang dilakukan secara manual oleh pelatih.

Pengukuran kinerja untuk kasus uji pertama dilakukan secara kualitatif, yaitu dengan meminta pendapat seorang pakar, yaitu pelatih angklung, untuk menilai kualitas distribusi yang telah dibangkitkan oleh aplikasi. Pengukuran kinerja untuk kasus uji kedua dilakukan secara kuantitatif, yaitu membandingkan rata-rata rasio bentrok dan rasio main setiap pemain.

Pada kasus uji pertama untuk jenis pengujian kinerja aplikasi, pengujian dilakukan dengan cara menggunakan aplikasi AngklungDSS untuk membangkitkan sebuah distribusi yang akhirnya digunakan pada sebuah penampilan nyata. Kasus uji ini dilakukan dua kali pada dua penampilan yang berbeda, partitur yang berbeda dan ukuran tim yang berbeda. Partitur yang digunakan adalah: O Tano Batak, I Just Called To Say I Love You, dan Don't Stop Me Now.

Pengujian kinerja menunjukkan bahwa aplikasi masih belum dapat menghasilkan distribusi yang ideal. Pakar sepakat bahwa distribusi yang dihasilkan masih perlu diperbaiki, meskipun masih aman untuk digunakan dalam penampilan.

Dari hasil pengisian formulir evaluasi, didapat masukan bahwa pemain angklung yang memainkan hasil distribusi aplikasi masih mengeluhkan banyaknya kejadian bentrok. Hal ini menunjukkan distribusi yang dihasilkan masih tidak memenuhi kriteria ideal. Kejadian bentrok adalah satu hal yang gagal dihindari oleh aplikasi ini.



Gbr. 5. Grafik perbandingan rata-rata rasio main dan rasio bentrok hasil distribusi manual dan hasil distribusi aplikasi

Ketika dihadapi oleh jumlah bentrok yang besar, akibatnya adalah pemain dapat bermain dengan maksimal dan hanya menganggur sedikit dalam sebuah lagu. Hal ini dibuktikan dengan hasil formulir evaluasi yang menunjukkan kecenderungan pemain mendapatkan banyak jumlah main. Banyaknya jumlah main merupakan salah satu kriteria distribusi ideal, maka setidaknya satu kriteria dapat dipenuhi oleh aplikasi AngklungDSS, meskipun tidak bisa memenuhi keduanya.

Sementara dari hasil perbandingan distribusi yang dilakukan secara manual dan distribusi yang dihasilkan oleh aplikasi, terlihat bahwa aplikasi masih belum mampu menghasilkan kebentrok yang sekecil distribusi yang dihasilkan oleh pelatih secara manual. Perbandingan ini telah divisualisasikan pada gambar 5. Meskipun begitu, jumlah main yang dihasilkan sedikit lebih banyak dibandingkan hasil distribusi secara manual.

Hasil pengujian kinerja ini menunjukkan bahwa aplikasi menghasilkan jumlah main yang banyak, dengan mengorbankan kebentrok angklung. Hal ini menggambarkan efisiensi yang kurang dari metode *Fuzzy MCDM* dalam menghasilkan distribusi yang ideal.

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

Pelaksanaan penelitian ini telah mencapai tujuan, yaitu memodelkan permasalahan keputusan menyusun distribusi angklung yang ideal dengan menggunakan prinsip himpunan *fuzzy* serta membangun sebuah aplikasi untuk menyusun distribusi angklung yang ideal dengan menggunakan metode *Fuzzy MCDM*. Hal yang dapat disimpulkan adalah:

1. Permasalahan keputusan menyusun distribusi angklung telah dapat dimodelkan dengan memanfaatkan prinsip-prinsip himpunan *fuzzy* dan metode *Fuzzy Multi-Criteria Decision Making*.

2. Sebuah perangkat lunak telah dibangun untuk membantu pelatih tim angklung dalam menyusun sebuah distribusi angklung yang mendekati kriteria ideal.
3. Setelah pengujian dilakukan pada perangkat lunak, didapat hasil bahwa membangkitkan distribusi dengan aplikasi ini kurang efektif, namun masih dapat digunakan pada penampilan angklung nyata.

Berikut adalah saran-saran yang dapat diberikan oleh penulis untuk penelitian selanjutnya yang sejenis:

1. Sistem pembangkitan distribusi yang lebih baik adalah sistem yang tidak hanya meminimalisasi kejadian bentrok dan memaksimalkan jumlah main, tetapi dapat memperhitungkan adanya pemain yang bermain pada setiap nada, meskipun pemain harus bergantian.
2. Penelitian selanjutnya dapat berfokus pada cara penentuan jumlah angklung per nomor angklung yang baik, sehingga menghasilkan distribusi yang seimbang, yang berarti jumlah rasio bentrok dalam sebuah distribusi angklung dapat diminimalkan.
3. Pada metode *AHP/Fuzzy MCDM* yang digunakan pada penelitian ini, bobot yang digunakan masih ditentukan secara manual. Selanjutnya, dapat dibuat suatu eksperimen yang menguji apabila bobot dikalkulasi dari masukan distribusi manual yang terlebih dahulu telah dibuat, apakah distribusi yang dihasilkan akan menjadi lebih baik atau tidak berpengaruh.

REFERENSI

- [1] O'Hagan, M. (2000). A Fuzzy Decision Maker. <http://www.csee.wvu.edu/classes/cpe521/old/Reading%20Assignment%204%20-%20Hagan%20-%20Fuzzy%20decision%20making.pdf>
- [2] Kusumadewi, S., Hartati, S., Harjoko, A., & Wardoyo, R. (2006). *Fuzzy Multi-Attribute Decision Making*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [3] Munakata, T., & Jani, Y. (1994). *Fuzzy Systems: An Overview. Communications Of The ACM*, hal. 70.
- [4] Pradoko, A. M. (2013). Fenomena Kesenian Angklung Sebagai Bentuk Pertemuan Nilai-nilai Budaya Timur Menuju Barat: Lokal Menuju Global. *Prosiding The 5th International Conference on Indonesian Studies: "Ethnicity and Globalization"* (hal. 34-35). Depok: Fakultas Ilmu Pengetahuan Budaya, Universitas Indonesia.
- [5] Han, K.-H. *Can You Shake It? The Angklung of Southeast Asia*. <http://www.niu.edu/cseas/outreach/pdfs/angklung.pdf>, diakses 27 April 2014.
- [6] Angklung Web Institute. *Bagaimanakah Cara Membentuk Angklung Orchestra?* <http://www.angklung-web-institute.com/content/view/249/95/lang.id/>, diakses 10 April 2014.
- [7] Soetigna, D. (1976). *Sepuluh Keterangan Penting*. Bandung.
- [8] Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy Sets. *Information And Control* 8, 338-353.
- [9] Saaty, T. L. (1990). How to make a decision: The Analytic Hierarchy Process. *European Journal of Operational Research* 48, 9-26.