

# Penerapan Jaringan Saraf Tiruan dalam Penentuan Komposisi *Chord* untuk Pengiringan Melodi Lagu

Mochammad Dikra Prasetya

Dr. Ir. Rinaldi Munir, M.T.

Program Studi Teknik Informatika

Sekolah Teknik Elektro dan Informatika

Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganessa 10 Bandung 40132, Indonesia

13511030@std.stei.itb.ac.id

**Abstrak**—Melodi adalah sekuens suksesi nada yang menjadi bagian utama dalam suatu komposisi lagu. Untuk mengiringi melodi tersebut, akan disusun komposisi *chord* yang sesuai dengan harmonisasi nada dalam melodi. Namun komposisi *chord* bukanlah suatu hal yang eksak. Untuk mengiringi sebuah melodi, bisa terdapat banyak macam komposisi *chord* yang cocok. Salah satu solusi terbaik saat ini diteliti oleh Simon, dkk. (2008) telah meneliti penentuan *chord* untuk pengiringan melodi lagu secara real-time ke dalam sebuah aplikasi bernama MySong menggunakan pembelajaran mesin dengan hasil yang cukup memuaskan. Hal ini juga menunjukkan bahwa variasi pembelajaran mesin lainnya berpeluang untuk menghasilkan hasil yang lebih baik. Jaringan saraf tiruan, sebagai metode yang dianggap potensial diteliti pada eksperimen berikut untuk menyelesaikan permasalahan penentuan komposisi *chord* untuk mengiringi melodi lagu. Berdasarkan hasil pengujian, terbukti bahwa jaringan saraf tiruan mampu menghasilkan komposisi *chord* yang layak untuk didengar oleh manusia pada umumnya.

**Kata Kunci**—Jaringan Saraf Tiruan, Pembelajaran Mesin, Melodi, Komposisi *Chord*, Pengiringan Lagu.

## I. PENDAHULUAN

Secara umum, pada penelitian ini dilakukan untuk menguji apakah jaringan saraf tiruan mampu merangkai komposisi *chord* untuk mengiringi sebuah melodi lagu yang sesuai untuk telinga manusia pada umumnya. Jaringan saraf tiruan dirancang sedemikian rupa menyesuaikan dengan teori musik untuk menghasilkan komposisi *chord* yang berkualitas. Kelayakan dari hasil yang dikeluarkan oleh implementasi jaringan saraf tiruan tersebut akan ditentukan berdasarkan pencocokkan komposisi *chord* dengan keluaran ideal (yang ditentukan oleh pakar) dan dinilai komposisinya oleh sampel pendengar. Untuk mengetahui kualitas dari komposisi *chord* lebih lanjut, hasil komposisi *chord* menggunakan metode penentuan oleh pakar akan menjadi pembanding dari penilaian tersebut.

Dikarenakan permasalahan ini merupakan permasalahan yang kompleks, dilakukan pembatasan pada lingkup musik yang ditangani. Lagu yang digunakan sebagai data latih

merupakan lagu-lagu nasional dengan alasan ketersediaan data. Lagu yang diterima juga dibatasi agar lagu tersebut bukanlah lagu yang memiliki bagian *transpose* atau pergantian tangga nada. Jenis *chord* yang akan menjadi keluaran merupakan *chord-chord* dasar (mayor, minor, dan diminis) yang merupakan bagian dari not-not tangga nada dasar lagu tersebut.

## II. PENELITIAN TERKAIT

Secara garis besar studi literatur dilakukan terhadap teori musik serta beberapa penelitian terkait. Penelitian yang berusaha menyelesaikan permasalahan yang sama adalah [10-11] penelitian Simon, dkk. (2008) dengan produknya, MySong. Penelitian tersebut berusaha menentukan komposisi *chord* untuk mengiringi melodi lagu namun menggunakan metode yang berbeda, yaitu *Hidden Markov Model* (HMM). Penelitian lainnya yang berbeda objektif namun masih memiliki relasi dekat dengan penelitian ini antara lain [12] penelitian Yaremchuk, dkk. (2008) dan [9] penelitian Mauch, dkk. (2009).

Berdasarkan hasil studi literatur serta kajian lebih lanjut, terdapat beberapa poin yang memengaruhi penentuan *chord*, antara lain: (1) Progresi *chord* akan menentukan *chord* mana saja yang dianggap umum sebagai suksesor dari *chord* yang dimainkan saat ini. Teori ini mendukung bahwa komposisi *chord* dalam pengiringan lagu memiliki suatu pola umum yang dapat dipelajari; (2) Pada umumnya komposisi rangkaian *chord* pengiringan lagu akan mengikuti pola sekuens progresi *chord* dari sebuah tangga nada dasar tertentu. Sifat ini dapat diadaptasikan sebagai acuan penentuan *chord* setelah tangga nada dasar dari melodi lagu diketahui; (3) Setiap progresi *chord* umum dibedakan menjadi dua tema berdasarkan tangga nadanya, yaitu mayor (nuansa ceria) dan minor (nuansa sendu); (4) Tidak ada spesifikasi khusus dalam menentukan kapan pergantian *chord* akan terjadi dalam pengiringan lagu. Namun pada lagu bergenre standar seperti pop umumnya memiliki pola satu atau dua *chord* per bar yang dimainkan pada awal dan tengah bar tersebut. Asumsi ini telah disertakan sebagai batasan masalah dalam penelitian ini; (5) Rangkaian *chord* yang dimainkan dalam pengiringan lagu memiliki sangat banyak variasi dan kualitas

kesesuaiannya subjektif terhadap pendengar; (6) Rangkaian nada pada lagu adalah petunjuk dalam menentukan *chord* selanjutnya dikarenakan seharusnya nada-nada yang muncul membentuk harmoni atau selaras terhadap komposisi tangga nada *chord* tersebut.

Selain dari sisi analisis fitur-fitur penentuan *chord*, didapat beberapa rekomendasi solusi yang berguna dan dapat diadaptasikan ke dalam penelitian ini, antara lain: (1) [10-11] Penelitian Simon, dkk. (2008) menggunakan lebih dari 200 data latihan yang terdiri dari bermacam-macam genre populer. Hal ini memperkaya bank pola *chord* dalam data latihan agar mampu menangani melodi yang lebih luas kemungkinannya. Belajar dari hal tersebut, data latihan yang digunakan untuk jaringan saraf tiruan yang dikumpulkan harus bervariasi dan mengandung lebih dari satu genre; (2) [10-11] Penelitian Simon, dkk. (2008) menerapkan perbedaan suasana ini dengan menyediakan opsi *happy factor*. Penentuan *chord* akan menyesuaikan suasana *chord* yang dipilih dengan *happy factor*. Opsi ini mampu meningkatkan performansi *MySong* untuk menghasilkan *chord* yang lebih sesuai. Oleh karena itu, opsi suasana mayor atau minor ini mungkin mampu diadaptasikan pada desain jaringan saraf tiruan untuk menghasilkan komposisi *chord* yang lebih cocok terhadap suasana tertentu; (3) Seluruh data latihan *MySong* didasari oleh tangga nada dasar C mayor (suasana senang) atau A minor (suasana sedih). Kelebihan dari cara ini adalah data latihan memiliki tangga nada dasar yang seragam, sehingga pembelajaran pola progresi *chord* umum dapat berjalan lebih optimal. Namun hal ini memiliki kekurangan yaitu penentuan *chord* tidak dapat berfungsi dengan baik untuk melodi dengan tangga nada dasar selain C mayor atau A minor. Untuk menangani hal tersebut, maka melodi harus dilakukan transpose ke C mayor atau A minor untuk penyesuaian tangga nada dasar terlebih dahulu agar tangga nada dasarnya sama dengan data latihan. Setelah mendapatkan hasil komposisi *chord*, komposisi tersebut harus dilakukan transpose kembali ke tangga nada dasar awal. Dengan metode tersebut, seharusnya penentuan komposisi *chord* mampu berjalan lebih optimal. (4) Belajar dari [9] penelitian Mauch, dkk. (2009), pembelajaran pola *chord* mampu ditingkatkan dengan memanfaatkan struktur musik yang berulang-ulang. Pembelajaran dilakukan dengan melakukan segmentasi terhadap lagu sesuai dengan bagiannya (verse, riff, dst.) agar pembelajaran pola dilakukan cukup dari masing-masing segmen. Hal ini dapat diadaptasi sebagai bagian dari pre-proses dalam pelatihan data. (5) [12] Yaremchuk, dkk. (2008) telah membuktikan bahwa desain jaringan saraf tiruan dengan masukan 12 nada mampu memprediksi secara akurat keluaran klasifikasi *chord*. Walaupun tujuan penelitian berbeda, desain tersebut masih memiliki kemungkinan untuk dapat diadaptasi karena masih berada di domain yang sama. Desain ini akan menjadi referensi utama dalam penyusunan jaringan saraf tiruan yang dibutuhkan, dimana solusi akan memiliki masukan 12 nada akan menjadi bagian dari simpul masukan. (6) Dikarenakan asumsi sebuah *chord* pasti berganti setiap ketukan tertentu berlaku, maka pemrosesan

secara per segmen (setiap sekian ketukan) dapat dilakukan.

### III. PERANCANGAN

#### A. Perancangan Jaringan Saraf Tiruan

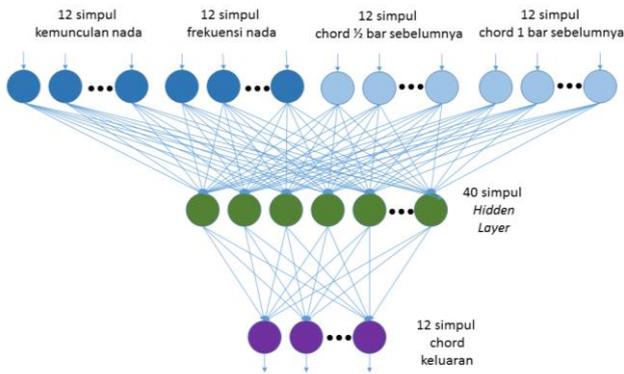
Jaringan saraf tiruan harus mengamati seluruh mampu mengeluarkan usulan *chord* yang tepat. Berdasarkan pengamatan sebelumnya, fitur yang dipertimbangkan relevan sebagai komponen penting untuk jaringan saraf tiruan adalah distribusi nada pada segmen, beberapa *chord* yang dimainkan pada beberapa segmen sebelumnya, serta suasana dari melodi lagu (mayor atau minor). Segmen melodi adalah pemotongan keseluruhan lagu berdasarkan hasil tahap preproses. Jaringan saraf tiruan akan dibagi menjadi dua jenis, yaitu jaringan saraf tiruan untuk lagu mayor (bernuansa ceria) dan minor (bernuansa sedih). Pemisahan ini dilakukan dikarenakan progresi *chord* mayor dan minor harus ditangani secara berbeda.

Jaringan saraf tiruan didesain sedemikian rupa agar mampu menangani setiap segmen hasil tahap pra-proses. Setiap segmen dipetakan menjadi parameter masukan bagi jaringan saraf tiruan. Berdasarkan analisis masalah serta rekomendasi metode yang ada, komponen yang harus diobservasi agar berhasil mengeluarkan rekomendasi *chord* yang tepat pada segmen tersebut antara lain: (1) Apakah suatu nada (untuk seluruh 12 kemungkinan nada) muncul pada potongan segmen tersebut merupakan faktor utama yang harus hadir sebagai masukan; (2) Apabila kemunculan nada belum cukup kuat sebagai pendukung, maka frekuensi kemunculan nada-nada pada potongan segmen tersebut harus hadir sebagai masukan; (3) *Chord* yang dimainkan pada setengah bar sebelumnya merupakan petunjuk *chord* apa pada segmen saat ini, sehingga hal ini harus menjadi bagian dari masukan jaringan saraf tiruan; (4) *Chord* yang dimainkan pada satu bar sebelumnya merupakan parameter minor yang perlu dipertimbangkan agar *chord* saat ini dapat menjadi rangkaian yang membentuk suara yang berkesinambungan.

Jaringan saraf tiruan akan diimplementasikan sesuai dengan konfigurasi parameter yang disesuaikan sedemikian rupa terhadap teori musik. Arsitektur dari jaringan saraf tiruan yang digunakan adalah feedforward multilayer perceptron, dimana jaringan saraf tiruan akan memiliki tiga buah lapisan perceptron (lapisan simpul masukan, keluaran, dan satu hidden layer). Algoritma pelatihan data yang digunakan adalah *backpropagation* dengan alasan algoritma tersebut merupakan algoritma pelatihan data yang sangat umum dan cocok digunakan pada arsitektur jaringan saraf *feedforward*. Sekali pelatihan data akan melakukan algoritma pelatihan tersebut pada setiap data latihnya sebanyak 1000000 iterasi. Pelatihan data tidak menggunakan galat dikarenakan pemakaian galat kurang cocok digunakan pada permasalahan musik yang tidak memiliki penilaian kualitatif yang tentu. Fungsi aktivasi yang digunakan adalah fungsi aktivasi *sigmoid*. Hal ini ditentukan dikarenakan menurut studi literature didapat fungsi aktivasi tersebut merupakan fungsi aktivasi yang paling umum dan diketahui secara empiris cocok

terhadap algoritma pelatihan data backpropagation.

Berdasarkan pemetaan segmen melodi lagu, model jaringan saraf tiruan yang diusulkan adalah jaringan dengan masukan 24 simpul utama dan keluaran 12 simpul. Lapisan hidden layer pada jaringan adalah satu lapisan dengan jumlah simpul berukuran dua per tiga dari jumlah simpul masukan dan simpul keluaran, dimana pada kasus ini adalah 24 simpul. Jumlah node akan bertambah sejumlah 12 simpul untuk tiap berapa *time-series* segmen sebelumnya yang ingin disertakan sebagai fitur masukan. Model jaringan saraf tiruan secara keseluruhan dapat dilihat pada Bagan 1, dengan detail dari masing-masing simpul telah dijelaskan sebelumnya.

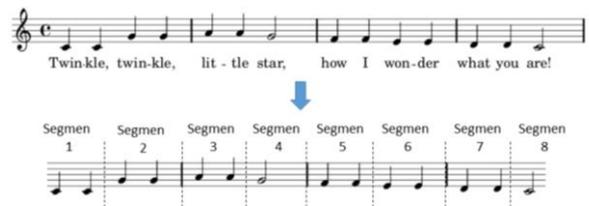


Bagan 1. Pemodelan Jaringan Saraf Tiruan

### B. Skema Penentuan Komposisi Chord

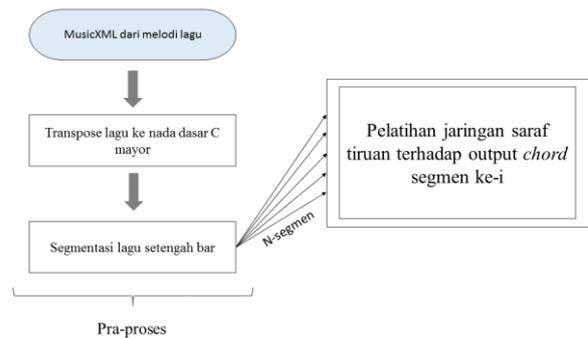
Komposisi *chord* akan ditentukan dengan melalui tiga buah tahapan, yaitu: Pra-proses, pelatihan data, dan pengujian. Tahap pra-proses berperan dalam memodelkan lagu agar pemrosesan kedepannya dapat dilakukan dengan lebih fleksibel. Tahap pelatihan data merupakan tahap dimana pelatihan jaringan saraf tiruan dengan seluruh data latih yang ada. Tahap pengujian adalah tahap dimana penentuan komposisi *chord* pada lagu yang dipilih dilakukan.

Pada tahap pra-proses akan dilakukan analisis tangga nada dasar, transposisi tangga nada dasar, dan segmentasi lagu. Analisis tangga nada dasar akan menemukan apa tangga nada dasar dari lagu tersebut. Setelah diketahui, pada pemodelan seluruh not lagu akan ditransposisikan ke tangga nada dasar C agar seluruh model data memiliki tangga nada dasar yang seragam. Setelah transposisi, lagu akan dipecah menjadi beberapa segmen data yang kemudian akan menjadi masukan dari jaringan saraf tiruan. Segmentasi ini dilakukan secara per setengah bar musik, dengan contoh antara lain dapat dilihat pada Bagan 2.



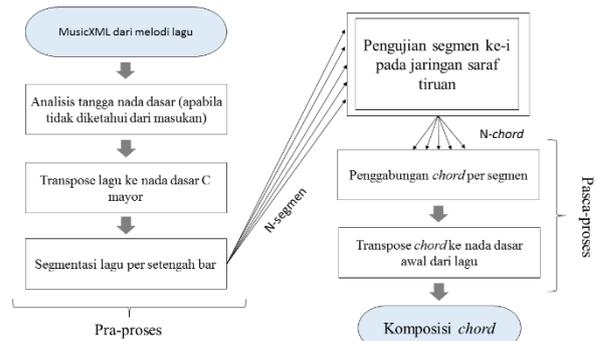
Bagan 2. Segmentasi Lagu per Setengah Bar

Pada tahap pelatihan data akan mengambil semua segmen dari bank lagu yang tersedia menjadi data latih. Seluruh lagu dilakukan tahap pra-proses agar lagu terpecah menjadi segmen-segmen yang kemudian digunakan dalam pelatihan jaringan saraf tiruan. Pelatihan ini sendiri menggunakan algoritma *backpropagation* dengan batasan sejumlah 1000000 iterasi. Skema dari tahap ini antara lain dapat dilihat pada Bagan 3. Bobot hasil pelatihan data akan disimpan ke dalam format teks sedemikian rupa agar dapat digunakan kembali pada tahap pengujian.



Bagan 3. Skema Tahap Pelatihan Data

Tahap pengujian kurang lebih akan melakukan hal yang sama seperti tahap pelatihan data, namun dilakukan secara khusus pada satu buah lagu yang dipilih. Setelah pelatihan data, keluaran dari jaringan saraf tiruan akan berupa peluang kecocokan dari masing-masing *chord* untuk dimainkan pada segmen tersebut. Hasil pengujian dari masing-masing segmen dari lagu tersebut akan dirangkai sebagai satu komposisi *chord* untuk mengiringi lagu tersebut. Skema dari tahap pengujian antara lain dapat dilihat pada Bagan 4.



Bagan 4. Skema Tahap Pengujian

#### IV. IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

Implementasi berhasil dilaksanakan dan mampu berfungsi untuk mengeluarkan komposisi *chord*. Penentuan *chord* dilakukan dengan pelaksanaan skema yang dirancang sebelumnya. Pelatihan data dilakukan terhadap seluruh lagu yang ada pada bank lagu dengan total 13 buah lagu nasional. Masing-masing lagu tersebut diproses melalui tahap pra-proses yang menghasilkan kurang lebih 600 buah data latih. Selanjutnya, melalui skema tahap pengujian dilakukan penentuan *chord* menggunakan jaringan saraf tiruan dengan bobot-bobot antar simpul yang telah dilatih sebelumnya. Untuk setiap pengujian, hasil pemrosesan dikeluarkan dalam bentuk pemodelan kelas lagu serta *chord* hasil jaringan saraf tiruan dipasangkan sesuai letak dari segmen tersebut pada lagu aslinya. Contoh keluaran dapat dilihat pada Bagan 5. Pada contoh dapat dilihat terdapat komposisi *chord A* merupakan komposisi secara manual oleh pakar yang menjadi data latih dari jaringan saraf tiruan serta terdapat komposisi *chord B* yang merupakan komposisi *chord* hasil penentuan oleh jaringan saraf tiruan. Segmen tersebut merupakan segmen yang persis sama dari lagu yang persis sama, namun hasil penentuan *chord*-nya berbeda.

Bagan 5. Potongan Hasil Penentuan Chord

Evaluasi pertama dilakukan dengan pencocokan hasil dari keluaran jaringan saraf tiruan dengan data latih yang dianggap sebagai keluaran ideal. Kecocokan disini ditentukan secara empiris dan disesuaikan dengan perbandingan *chord* yang sebenarnya tidak harus sama persis *chord*-nya namun memiliki karakter komposisi not yang sesuai. Kecocokan ini dinamakan sebagai tingkat kesesuaian relatif. Evaluasi ini dilakukan terhadap masing-masing lagu yang tersedia. Suatu *chord* pada bagian segmen tertentu dikatakan relatif baik apabila hasil penentuan *chord* sama persis dengan data latih atau setidaknya relatif sama konfigurasi tangga nadanya satu sama lain. *Chord* yang memiliki kesamaan persis memiliki bobot penuh, sedangkan yang hanya sama secara relatif tangga nada hanya memiliki bobot nilai 0.6. Seluruh bobot hasil perbandingan setiap segmen yang ada dirata-ratakan dan menjadi nilai dari tingkat kesesuaian relatif dari penentuan *chord* pada lagu tersebut. Perhitungan dari tingkat kesesuaian relatif ini dapat diformulasikan dalam formula (1).

$$\text{Tingkat Kesesuaian Relatif} = \frac{\sum_{u=1}^N f(u)}{N}$$

$$f(u) = \begin{cases} 1. \text{apabila sama,} & 1 \\ 2. \text{apabila relatif sama,} & 0.6 * \frac{g(u)}{12} \\ 3. \text{selain kasus diatas,} & 0. \end{cases}$$

$$g(u) = \sum_{i=1}^{12} \begin{cases} 1. \text{not}_i \text{ muncul pada kedua chord,} & 1 \\ 2. \text{selain kasus diatas,} & 0. \end{cases} \quad (1)$$

Evaluasi dilakukan dengan tiga buah percobaan konfigurasi jaringan saraf tiruan, yaitu: Tanpa *time-series*, menggunakan *time-series* satu segmen sebelum, dan menggunakan *time-series* dua segmen sebelum. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan konfigurasi fitur jaringan saraf tiruan terbaik yang mampu menghasilkan komposisi *chord* yang layak. Evaluasi menunjukkan bahwa tingkat kesesuaian relatif terbaik yang mampu didapat adalah 63.521% dengan konfigurasi fitur yang digunakan menggunakan *time-series* satu segmen sebelum. Menambah *time-series* menjadi dua segmen sebelum tidak menghasilkan rata-rata tingkat kesesuaian relatif yang lebih baik, yaitu pada 60.809%. Eksperimen tanpa parameter *time-series* juga ternyata menghasilkan tingkat kesesuaian relatif yang lebih baik dibanding eksperimen *time-series* dua segmen sebelum, yaitu pada angka 62.222%. Dalam pola progresi *chord* yang secara umum dipelajari pada teori musik juga ditemui perpindahan *chord* hanya bergantung pada *chord* saat ini selain dengan konfigurasi not saat ini. Oleh karena itu didapat pengujian berdasarkan tingkat kesesuaian relatif cukup sesuai dengan teori musik yang ada.

Evaluasi kedua dilakukan dengan cara mengumpulkan pendapat subjektif sampel pendengar terhadap kelayakan komposisi *chord* hasil jaringan saraf tiruan melalui penyebaran kuesioner. Hal ini dibutuhkan dikarenakan pada akhirnya kualitas dari sebuah musik ditentukan oleh subjektif selera masing-masing pendengar. Dengan dilakukan evaluasi ini, dapat ditentukan apakah hasil komposisi *chord* layak untuk didengar bagi telinga manusia pada umumnya. Dalam kuesioner digunakan tiga buah lagu yang digunakan sebagai sampel lagu untuk didengar versi ideal serta hasil jaringan saraf tiruannya. Untuk menyaring kualitas respon pada kuesioner, kategorisasi responden dilakukan. Kategorisasi dilakukan dalam tiga buah kategori, yaitu Kategori *Pakar*, *Setengah-Pakar*, dan *Bukan-Pakar*. Kategori *Pakar* adalah responden yang mengaku mahir menentukan *chord* untuk mengiringi melodi lagu. Kategori *Setengah-Pakar* adalah responden yang mengaku memiliki pengalaman dalam bermusik namun belum mahir menentukan *chord* untuk mengiringi melodi lagu. Kategori *Bukan-Pakar* adalah responden yang mengaku tidak memiliki pengalaman dalam mengiringi melodi lagu. Respon dari responden pakar tentu memiliki poin prioritas lebih tinggi dibanding kategori lainnya sebagai acuan evaluasi. Hal ini dikarenakan responden pakar merupakan responden yang mampu memberikan penilaian paling objektif sebagai golongan yang dianggap menguasai domain musik cukup dalam.

Penyebaran kuesioner berhasil dilaksanakan pada total 38 responden. Jumlah responden dengan kategori Pakar adalah 5 responden. Jumlah responden dengan kategori Setengah-Pakar adalah 21 responden. Jumlah responden dengan kategori Bukan-Pakar adalah 12 responden. Seluruh responden telah menilai tiga komposisi *chord* untuk setiap tiga sampel lagu yang diberikan pada kuesioner. Dari tiga komposisi *chord*, salah satu komposisi *chord* merupakan hasil komposisi dengan metode manual atau penentuan oleh pakar. Dua dari komposisi *chord* yang diberikan merupakan hasil dari eksekusi implementasi jaringan saraf tiruan dalam memproses sampel lagu. Untuk membedakan kedua eksekusi jaringan saraf tiruan ini, eksekusi pertama disebut dengan kode metode JST-1 dan eksekusi kedua disebut dengan kode JST-2. Rekapitulasi hasil kuesioner responden dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rekapitulasi Hasil Kuesioner Responden

Kategori Responden	Skor Komposisi Chord		
	Metode JST-1	Metode JST-2	Metode Manual oleh Pakar
Pakar	3.2	3.067	4.2
Setengah-Pakar	2.94	2.714	4
Bukan-Pakar	3.361	3.25	4.222
<b>Rata-rata</b>	3.167	3.01	4.141

Berdasarkan hasil pengujian berdasarkan kuesioner, dapat dilihat bahwa hasil penentuan *chord* secara manual oleh pakar lebih unggul dibanding menggunakan jaringan saraf tiruan. Perbandingan ini tentu merupakan hal yang diharapkan untuk ditemukan berhubung komposisi *chord* secara manual tersebut merupakan komposisi *chord* yang digunakan sebagai acuan keluaran pada data latih. Namun rekapitulasi rata-rata menunjukkan bahwa metode manual hanya mencapai skor 4.141 dengan skor maksimal pada angka 5. Skor dari metode manual menurut responden pakar juga berada pada angka yang tidak jauh dari angka tersebut, yaitu 4.222. Hal ini dapat disimpulkan dalam dua makna: 1) Kualitas data latih belum maksimal menurut rata-rata responden, atau; 2) Sebagus apapun komposisi *chord* menurut beberapa pakar, sangat mungkin terdapat beberapa pakar lainnya yang masih merasa komposisi *chord* tersebut belum sempurna. Berdasarkan premis awal diketahui bahwa suatu komposisi *chord* memang sulit untuk dinyatakan bagus secara universal karena enak atau tidaknya musik sangatlah subjektif terhadap selera masing-masing manusia. Premis ini sesuai dan mampu menjelaskan fenomena yang didapat pada kasus nilai dari metode manual yang tidak mencapai angka maksimal tersebut.

Pada pengujian dapat dilihat menggunakan metode jaringan saraf tiruan mampu mencapai angka yang memuaskan, yaitu pada 3.167 dan 3.01 atau sedikit diatas batas tengah rentang skor. Mencapai batas tengah rentang skor dapat diartikan sebagai penilaian bahwa komposisi *chord* yang dihasilkan mencapai taraf cukup menurut rata-rata dari seluruh responden. Hal ini juga didukung oleh respon menurut responden kategori Pakar yang

menunjukkan hasil yang bahkan lebih tinggi pada angka 3.6 dan 3.2 untuk skor dari metode jaringan saraf tiruan. Mengetahui menentukan komposisi *chord* yang sesuai untuk selera dari seluruh subjek responden, pencapaian taraf cukup ini dapat dikategorikan sebagai hasil yang memuaskan.

Walaupun hasil yang didapat sudah cukup memuaskan, terdapat beberapa kekurangan yang masih terlihat pada hasil pengujian yang dapat menjadi peluang pengembangan berikutnya. Hal yang dapat dilakukan pada pengembangan berikutnya antara lain dengan pengaturan beberapa parameter dari jaringan saraf tiruan yang dianalisis saat ini membatasi performa serta parameter yang dilihat memiliki variasi yang baik untuk dicoba. Salah satu keterbatasan yang ditemui disini adalah kurangnya variasi pada data latih. Pada saat ini data latih didapat dari hasil pra-proses yang dilakukan terhadap 13 lagu yang tersedia. Keterbatasan jumlah data lagu yang tersedia ini diobservasi menjadi salah satu faktor yang membatasi kualitas dari penentuan *chord* itu sendiri. Dari sisi desain jaringan saraf tiruan sendiri dilihat desain pemodelan feed forward dan pembelajaran backtracking sudah cukup baik, namun terdapat peluang bahwa pemodelan jenis lain (seperti rekurens) merupakan peluang peningkatan kualitas yang patut dicoba pada pengembangan berikutnya.

Mengamati hasil kuesioner, dirasa bahwa implementasi konversi komposisi *chord* menjadi suatu format musik yang dapat dimainkan untuk didengar juga dapat menjadi faktor minor yang mungkin mempengaruhi hasil pengujian secara negatif. Dikarenakan hasil file musik yang dihasilkan oleh implementasi library yang digunakan saat ini cukup terbatas, mungkin responden merasa bahwa musik yang terdiri dari gabungan melodi lagu dan pengiringannya tersebut kurang menghasilkan aransemen suara yang indah. Aransemen suara dipengaruhi juga oleh bagaimana aransemen instrumen musik satu dan lainnya dimainkan untuk mengiringi melodi lagu tersebut. Hal ini sudah tercatat sebagai batasan masalah pada poin tiga, yaitu tidak termasuk bagaimana instrumen musik tersebut memainkan komposisi *chord* yang dibuat. Namun dikarenakan musik yang dihasilkan mungkin terdengar terlalu sederhana, nilai estetika dari komposisi *chord* yang dihasilkan terdengar menurun.

## V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil implementasi serta pengujian yang dilakukan, disimpulkan bahwa jaringan saraf tiruan mampu dirancang sedemikian rupa sehingga kompatibel terhadap teori musik agar mampu memproses segmen melodi lagu dan memberikan rekomendasi *chord* untuk dimainkan pada segmen tersebut. Secara keseluruhan pengujian, komposisi *chord* untuk pengiringan melodi lagu yang ditentukan dengan jaringan saraf tiruan mampu mencapai penilaian 3.167 yang berarti hasil tersebut cukup layak didengar menurut rata-rata responden. Walaupun sudah dinilai layak, komposisi *chord* untuk pengiringan melodi lagu yang ditentukan dengan desain jaringan saraf tiruan saat ini belum mampu mendekati kualitas dari hasil

komposisi *chord* dengan metode penentuan secara manual. Adapun beberapa saran untuk pengembangan berikutnya antara lain:

1. MusicXML masih belum memiliki elemen tag *chord* untuk mendukung pemrosesan komposisi *chord*, oleh karena itu sebaiknya dilakukan modifikasi maupun menyusun konvensi sendiri dalam memodelkan lagu yang diproses kemudian.
2. Data latih serta data uji masih dimasukkan secara manual, oleh karena itu sebaiknya kedepannya disusun metode untuk menerima masukan dalam bentuk suara secara langsung agar lebih ramah penggunaan oleh orang awam.
3. Setiap melodi lagu sebaiknya dilengkapi dengan lebih dari satu komposisi *chord* sehingga data latih suatu konfigurasi not melodi dapat ditanggapi secara lebih variatif dan toleran terhadap keragaman konfigurasi *chord*.
4. Terdapat peluang eksperimen desain jaringan saraf tiruan lebih lanjut dapat dilakukan dengan dasar desain jaringan saraf tiruan yang telah dibuat saat ini. Eksplorasi selanjutnya yang mungkin menjadi peluang adalah eksplorasi model jaringan saraf tiruan lain serta parameter input lainnya yang mungkin berpengaruh terhadap penentuan *chord*.
5. Metode lain dalam mengimplementasi penyusunan file musik dari hasil komposisi yang akan dimainkan sebagai sampel hasil implementasi yang lebih baik perlu dipertimbangkan agar estetika komposisi *chord* untuk didengar tidak menurun.

- [8] Laden, B., Keefe, B. H. (1989). *The representation of pitch in a neural net model of pitch classification*. Computer Music Journal, 13, 12-26.
- [9] Mauch, M., dkk. (2009). *Using Musical Structure to Enhance Automatic Chord Transcription*. International Society for Music Information Retrieval Conference.
- [10] Simon, I., dkk. (2008). *MySong: Automatic Accompaniment Generation for Vocal Melodies*. ACM CHI Conference on Human Factors in Computing Systems.
- [11] Simon, I., dkk. (2008). *Exposing Parameters of a Trained Dynamic Model for Interactive Music Creation*. Association for the Advancement of Artificial Intelligence.
- [12] Yaremchuk, V., dkk. (2008). *Artificial Neural Networks that Classify Musical Chords*. International Journal of Cognitive Informatics and Natural Intelligence.

## VI. PENGHARGAAN

Penulis ingin mengucapkan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala kemampuan yang diberikan sehingga penelitian ini mampu mencapai hasil yang diharapkan sebelumnya. Penulis ingin mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada dosen pembimbing penelitian serta penulisan karya tulis ini, Dr. Ir. Rinaldi Munir, M.T. atas waktu serta bimbingan yang telah diberikan selama ini. Terakhir, terima kasih kepada pihak-pihak lain yang telah membantu keberjalanan penelitian ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Berkeley, I. S. N., Dawson, M. R. W., Medler, D. A., Schopflocher, D. P., & Hornsby, L. (1995). *Density plots of hidden value unit activations reveal interpretable bands*. Connection Science, 7, 167-186
- [2] Curtis, M. E., Bharucha, J. J. (2010). *The minor third communicates sadness in speech, mirroring its use in music*. Emotion, 10, 335-348.
- [3] Demuth, H. B., dkk. (2014). *Neural Network Design 2nd Edition*. Paperback.
- [4] Good, M. (2001). *MusicXML for Notation and Analysis*. MIT Press.
- [5] Graupe, D. (1997). *Principles of Artificial Neural Networks 2nd Edition*. World Scientific Publishing.
- [6] Hermawan, Arief. (2006). *Jaringan Saraf Tiruan: Teori dan Aplikasi*. Penerbit ANDI.
- [7] Huron, D. (2006). *Sweet Anticipation: Music and the Psychology of Expectation*. MIT Press.