



## Pengukuran Intonasi Suara Bass Pria Pada Media Pembelajaran Paduan Suara Jarak Jauh

Septian Enggar Sukmana<sup>1)✉</sup>, Nura Ursula Gusedy<sup>1)</sup>, dan Ahmadi Yuli Ananta<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Jurusan Teknologi Informasi, Politeknik Negeri Malang, Indonesia

### Info Artikel

*Sejarah Artikel:*

Diterima: Juni 2021

Direvisi: Desember 2021

Disetujui: Desember 2021

*Keywords:*

Media pembelajaran,

Paduan Suara, Pengukuran

Intonasi, Informatika Musik

### Abstrak

Aplikasi berbasis *cloud* menjadi sebuah produk yang sangat bermanfaat bagi pembelajaran termasuk media pembelajaran untuk kegiatan yang bersifat ekstrakurikuler seperti paduan suara di masa pandemi COVID-19. Aplikasi pembelajaran ini mampu membantu instruktur untuk menganalisis kemampuan calon anggota baru dan menentukan strategi yang tepat supaya harmoni dan melodi di dalam paduan suara tersebut terjalin dengan baik. Hal ini dapat diupayakan melalui penilaian intonasi sebagai salah satu fitur media pembelajaran tersebut. Penilaian intonasi dilakukan berdasarkan penentuan *pitch error* dan stabilitas nada pada jenis vokal bass pria. Pengembangan fitur di dalam aplikasi ini tidak dapat dilakukan secara biasa, teknik penilaian intonasi perlu diterapkan dengan baik karena intonasi berperan terhadap keselarasan nada. Penelitian ini merupakan penelitian pendahulu yang akan dikembangkan ke penelitian-penelitian berikutnya yang melibatkan nada lain dan dilaksanakan secara orkestra. Hasil penerapan teknik pada kegiatan ini menunjukkan tidak ada ketimpangan di antara vokal dari calon anggota baru paduan suara sebagai data uji dengan vokal anggota paduan yang disimpan di dalam *database* sebagai dataset.

### Abstract

*Application based cloud has been a useful product to a learning activity including as a learning media of extracurricular activity in high school such choir in this COVID-19 pandemic era. This learning application may help instructor to analyse a candidate of choir member ability and to help to determine the best strategy for harmonizing the choir. This is preliminary research which be developed to another advanced activities that including other note and orchestra-based. It can be utilised by intonation measurement as one of this learning media features. This measurement is performed by pitch error and note stability defining in male bass vocal. This feature must be implemented optimally because intonation is useful for note harmony. The implementation of this technique shows that no inequality between database and dataset.*

✉ Alamat korespondensi:

Gedung Teknik Sipil - TI Lantai 6, Teknologi Informasi Politeknik Negeri Malang

Jalan Soekarno Hatta No. 9, Malang, 65141

E-mail: [enggar@polinema.ac.id](mailto:enggar@polinema.ac.id)

## PENDAHULUAN

Pendidikan jarak jauh secara daring menjadi sebuah kebutuhan setelah kegiatan belajar dari rumah atau *study from home* (SFH) diterapkan akibat pandemi COVID-19 (Kebudayaan 2020). Dampak pembelajaran ini juga berpengaruh pada pembelajaran paduan suara yang dilakukan dalam bentuk kegiatan ekstrakurikuler. Pendidikan ekstrakurikuler yang terjadi di masa pandemi COVID-19 ini menjadi tantangan karena konsep belajar dari rumah harus tetap menghasilkan output yang berkualitas seperti pembelajaran di ekstrakurikuler secara normal. Berbagai macam inovasi dilakukan untuk tetap mengoptimalkan kegiatan pelatihan paduan suara, seperti: 1) Subiantoro (Subiantoro 2021) yang menerapkan pelaksanaan virtual untuk pelatihan berkelompok dan pelatihan tatap muka dengan protokol kesehatan untuk pelatihan olah vokal secara individu anggota paduan suara; dan 2) Yudha dkk (Setiawan, Habsary, and Bulan 2021) melakukan evaluasi melalui rekaman aktivitas pembelajaran olah vokal dari media komunikasi daring. Kegiatan paduan suara baik dalam bentuk latihan maupun konser memang memungkinkan dilaksanakan secara virtual, bahkan hal ini telah menjadi kegiatan yang umum (Azani 2020).

Seorang siswa baru di sebuah sekolah pada jenjang menengah atas (SMA) yang mengajukan diri sebagai anggota paduan suara di ekstrakurikuler di sekolah tersebut tidak serta merta menjadi anggota secara langsung. Beberapa penilaian performa oleh instruktur harus dilakukan supaya keselarasan untuk kelompok paduan suara tersebut terwujud. Seorang calon anggota baru paduan suara di sekolah mungkin telah memiliki dasar dan teknik yang baik, namun untuk berkombinasi dengan suara anggota paduan suara lain perlu mendapatkan perhatian.

Beberapa hal yang menjadi fokus dalam sebuah paduan suara adalah *pitch* dan intonasi. Intonasi sangat jarang sekali dianalisis secara ilmiah baik dalam bidang seni maupun secara pemodelan dan komputasi (Dai 2019). Padahal jika ditelaah, intonasi memiliki peran penting dalam performa dan latihan vokal (Pfordresher et al. 2010), serta dapat menjadi salah satu indikator untuk menentukan ketepatan harmoni dan melodi sebuah jenis vokal terhadap jenis vokal lain di dalam kelompok paduan suara (Dai and Dixon 2017). Penilaian presisi yang kurang tepat dapat mengakibatkan kesalahan dalam menentukan karakteristik vokal dalam tingkat kelompok yang berbeda sehingga kondisi harus menjadi perhatian bagi pengajar atau instruktur vokal di dalam paduan suara (Wallace 2020). Hal inilah yang menjadi tantangan, bahkan jika hal ini dikaitkan

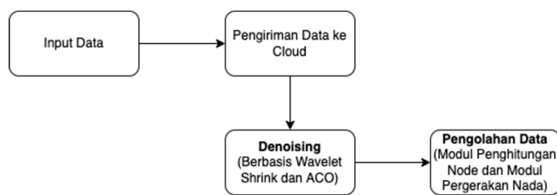
dengan komputasi karena penilaian presisi terhadap intonasi suara sangat berpengaruh terhadap empat jenis vokal utama di dalam paduan suara yaitu Sopran, Alto, Tenor, Bass. Performa juga dipengaruhi oleh presisi intonasi ini karena kontrol waktu diterapkan ke onset nada (Holland et al. 2019). Masalah ini juga menjadi salah satu fokus bidang penelitian informatika musik (B, Stockman, and Barthelet 2017). Berdasarkan hal tersebut, pengembangan aplikasi media pembelajaran untuk paduan suara tidak hanya berfokus pada sisi pengolahan sinyal semata, namun juga sisi teknis vokal menggunakan komputasi-komputasi yang khas seperti analisis pergerakan nada (Dai, Mauch, and Dixon 2015).

Paper ini membahas tentang teknik penilaian intonasi suara bass yang menjadi salah satu fitur yang diterapkan di dalam aplikasi media pembelajaran paduan suara untuk siswa SMA. Intonasi suara bass dipilih sebagai obyek penelitian karena suara bass berada di nada yang rendah dan khas sehingga tidak terlalu rumit untuk diidentifikasi (Dai and Dixon 2019). Fitur ini dapat menjadi bantuan bagi instruktur sebagai bahan analisis untuk menentukan langkah terbaik dalam mengarahkan calon anggota baru paduan suara berjenis kelamin pria yang memiliki jenis vokal bass. Pembatasan jenis kelamin dan jenis vokal ini merupakan bagian dari kegiatan penelitian yang dilaksanakan dalam jangka menengah-panjang.

## METODE PENELITIAN

Aplikasi media pembelajaran paduan suara jarak jauh yang dikembangkan melibatkan perangkat yang dimiliki oleh pengguna calon anggota, instruktur, serta pihak sekolah. Secara umum, langkah-langkah yang dilaksanakan pada kegiatan penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 1, langkah ini dimulai dari input data yaitu pengambilan data dari mikrofon calon anggota paduan suara yang dilanjutkan dengan pengiriman data tersebut ke dalam cloud. Sistem *cloud* yang digunakan adalah Amazon Web Services dimana secara teknis sebuah *instance* dengan sistem operasi Ubuntu 20.0 dipasang Node.js. Aplikasi media pembelajaran ini merupakan aplikasi berbasis web dari hasil pengkodean menggunakan Node.js yang terdapat pada *instance* tersebut. Di dalam cloud, data yang telah dikirimkan diproses dengan teknik *denoising* untuk mengurangi *noise-noise* yang dapat mengurangi hasil yang valid dari data yang diolah. Data hasil dari *denoising* ini kemudian diolah melalui modul penghitungan node dan

modul pergerakan nada untuk menentukan intonasi suara.



Gambar 1. Alur kegiatan penelitian yang dilakukan

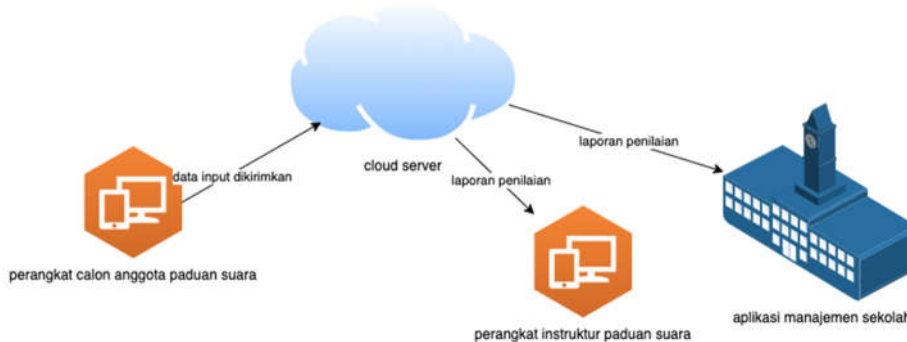
Aplikasi media pembelajaran ini menggunakan *cloud* sebagai infrastruktur untuk melakukan komputasi yang terdiri dari *denoising* dan komputasi penentuan intonasi suara (Gambar 2). Hasil dari komputasi penentuan intonasi suara ini akan dilaporkan dalam bentuk laporan penilaian yang dikirimkan ke pihak sekolah dan instruktur paduan suara melalui perangkat *smartphone* atau tablet. Hal ini berbeda dengan cara umum atau luring yaitu pemeriksaan kemampuan dan intonasi yang dilaksanakan secara langsung oleh instruktur paduan suara dimana penggunaan media teknologi informasi berbasis *cloud* jarang digunakan. Teknik yang diusulkan pada paper ini berupa sebuah fitur di dalam media pembelajaran paduan yang dikembangkan pada kegiatan ini. Skema penerapan fitur ini berupa sebuah suara calon anggota paduan suara usia remaja pria 15-16 tahun berjenis suara bass yang diekstraksi dan diolah dengan dataset yang tersedia dalam format MIDI. Fitur ini mengadaptasi dari Dai dan Dixon (Dai and Dixon 2017) namun hanya menerapkan penentuan *pitch error* dan stabilitasnya karena aplikasi media pembelajaran ini berfokus pada penilaian secara individu. Supaya penghitungan yang dilakukan tepat, setiap pengguna aplikasi media pembelajaran

mendengarkan nada yang sama untuk lingkup range vocal bass yang berbeda (E2-E4). Range vocal yang paling mendekati dengan nada pada dataset yang diukur merupakan range vocal yang paling cocok untuk pengguna aplikasi media pembelajaran tersebut. Nada yang didengarkan adalah nada dasar dan tidak rumit seperti untuk kegiatan orkestra.

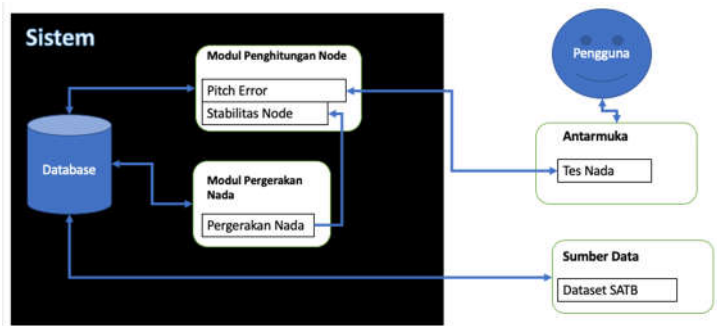
Gambar 3 menunjukkan alur teknis penerapan penilaian intonasi di dalam aplikasi pembelajaran paduan suara. Seorang calon anggota paduan yang menjadi subjek uji penelitian dan pengguna aplikasi melantunkan sebuah nada pada range yang berlaku pada jenis vokal Bass. Lantunan tersebut menjadi data input yang kemudian dihitung *pitch error* dan stabilitas node dimana penghitungan stabilitas node melibatkan dataset yang berisi lantunan-lantunan dari anggota paduan suara di kelompok tersebut serta pergerakan nada yang mengadaptasi kegiatan dari Dai dkk (Dai, Mauch, and Dixon 2015).

Hal-hal yang diukur pada kegiatan ini adalah kesalahan *pitch* (*pitch error*) yang berfungsi untuk menentukan perbedaan di antara *pitch* yang dihasilkan pengguna aplikasi media pembelajaran dengan *pitch* pada dataset dan stabilitas *pitch* (*pitch stability*) yang terkait dengan pergerakan nada yang dihasilkan apakah melenceng atau tetap stabil.

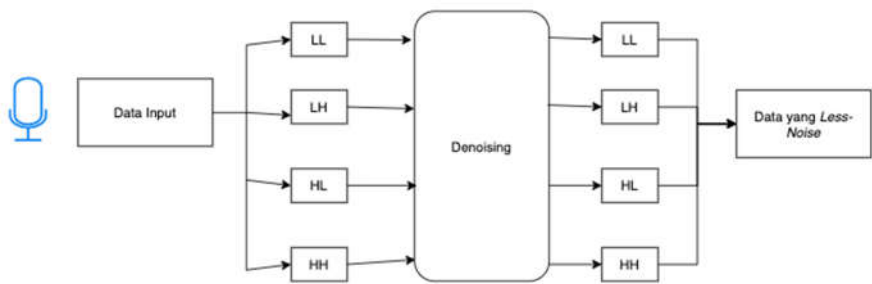
Untuk memastikan data yang diolah tidak terganggu oleh *noise*, maka proses pengurangan *noise* dilakukan. Gambar 4 menunjukkan teknik pengurangan *noise* yang dilakukan pada kegiatan ini yaitu *denoising* berbasis *ant colony optimization* (ACO) dengan feromon yang adaptif (Sukmana and Oktaviani 2017). Data input yang berasal dari pengguna aplikasi media pembelajaran merupakan sebuah sinyal *wavelet* yang diuraikan menjadi empat tingkat *wavelet* yaitu LL (Low-Low), LH (Low-High), HL (High-Low), dan HH (High-High).



Gambar 2. Skema perancangan sistem aplikasi media pembelajaran paduan suara jarak jauh



Gambar 3. Skema penerapan teknik penilaian intonasi di dalam sistem aplikasi pembelajaran paduan suara jarak jauh



Gambar 4. Teknik pengurangan *noise* sebagai langkah pre-processing pada data input

A. Penentuan *Pitch Error*

Penentuan *pitch error* membutuhkan referensi *pitch* dari dataset. Hal ini penting supaya nilai perbedaan pitch dapat diketahui sehingga  $e_i^p = \bar{p}_i - p_i^s$  (1)

$\bar{p}_i$  adalah median dari pergerakan pitch data input pada note  $i$  yang ditentukan. Sedangkan  $p_i^s$  adalah nilai pitch pada dataset.

$$MNV = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M v_i \quad (4)$$

Percobaan range nada E2-E4 dari setiap pengguna aplikasi media pembelajaran menjadi bahan pengukuran akurasi pitch. Pengukuran pitch pembelajaran dihimpun dan kemudian dihitung reratanya berdasarkan (2). Stabilitas dapat diketahui dari rerata keragaman melalui (3) dilakukan secara berkelompok menggunakan mean absolute pitch error (MAPE) sehingga seluruh nilai  $e_i^p$  dari setiap pengguna aplikasi media

$$MAPE = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M |e_i^p| \quad (2)$$

$$v_i = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N |p_{f,n}^f - \bar{p}_i|^2 \quad (3)$$

B. Stabilitas Note

Stabilitas pitch sering diartikan sebagai rerata kuadrat dari kesalahan pitch yang diamati dari pergerakan note (Pfordresher et al. 2010) (Ternström and Sundberg 1988). Pengukuran

stabilitas ini dilakukan dengan mendengarkan sebuah nada selama 5 detik sehingga sebuah pergerakan nada dapat diketahui dan keragaman pitch dapat diketahui melalui (4).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Percobaan pada kegiatan ini dilakukan melalui bantuan enam puluh tiga orang remaja sebagai partisipan yang merupakan siswa SMA dengan rentang usia 16-22 tahun sebagai data standar suara yang terbagi menjadi kelompok suara sopran, alto, dan tenor sejumlah dua puluh satu orang pada setiap kelompok dan tujuh orang remaja pria berusia 15-16 tahun sebagai data yang diuji. Pengukuran intonasi mengikuti metode penghitungan yang dikembangkan oleh Dai dan Dixon (Dai and Dixon 2017) yang meliputi: penghitungan kesalahan *pitch* dan identifikasi stabilitas *nada*. Penentuan kesalahan interval untuk harmonisasi antar penyanyi dan kesalahan melodik tidak disertakan pada kegiatan ini karena keterbatasan pengembangan media pembelajaran yang masih berfokus secara individu. Perbedaan *sound card* pada komputer atau perangkat yang dimiliki setiap partisipan dapat mempengaruhi hasil penghitungan akurasi, namun kondisi ini tidak dapat dihindarkan karena pandemi Covid-19 masih terjadi. Penghitungan akurasi dilakukan untuk seluruh rentang suara pada jenis suara Bass pria rentang E<sub>2</sub> sampai dengan E<sub>4</sub>. Data yang diambil terbagi merupakan data suara standar dengan nada yang

salah. Pemilihan nada yang salah ini dilakukan supaya tingkat kesalahan dari data uji terhadap data standar dapat diketahui.

Tabel 1. Hasil ANOVA untuk Setiap Rentang Nada pada Jenis Suara Bass

Rentang Nada	Hasil Penghitungan
E <sub>2</sub>	F(1,90112)=3.01, p=0.66
E <sub>3</sub>	F(1,94533)=3.43, p=0.73
E <sub>4</sub>	F(1,95671)=3.84, p=0.63

Penghitungan kesalahan pitch dilakukan mengevaluasi data uji berdasar data standar, setiap satu data uji dievaluasi dengan tiga data standar yang berbeda sehingga terdapat

$$3C_{21} \times 7! = \frac{21!}{(3!)(18!)} \times 5040 = 6.703.200$$

Penghitungan. Tabel 1 menunjukkan hasil penghitungan ANOVA dari setiap rentang nada dengan hasil yang tidak jauh berbeda antar nada. Kondisi dari Tabel 2 juga terjadi pada penghitungan MAPE yaitu rentang hasil penghitungan tidak jauh berbeda antar nada (Tabel 2). Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan dari partisipan pada data uji telah masuk kualifikasi sebagai anggota paduan suara pada jenis suara Bass.

Tabel 2. Hasil Penghitungan MAPE untuk Kelayakan Subjek Uji pada Jenis Suara Bass

Rentang Nada	MAPE	Interval Kepercayaan
E <sub>2</sub>	0.2477	[0.2397, 0.2485]
E <sub>3</sub>	0.2039	[0.2011, 0.2120]
E <sub>4</sub>	0.2823	[0.2801, 0.2935]

Pengukuran stabilitas nada menunjukkan bahwa subjek uji telah berhasil memadukan nada dengan baik terhadap jenis suara yang lain ( $F(1,33351)=1,5, p<0,24$ ).

**SIMPULAN**

Akurasi yang didapatkan dari hasil percobaan yang dilakukan menunjukkan bahwa anggota baru paduan suara berkarakter suara bass layak sebagai subjek uji sesuai dengan hasil pengujian dengan subjek data standar menggunakan ANOVA. Selain itu, hasil MAPE yang menunjukkan tidak ada ketimpangan antar rentang nada yang dihasilkan dari setiap subjek uji menunjukkan bahwa suara yang dihasilkan tidak saling mengganggu antar subjek uji. Hasil evaluasi stabilitas nada juga menunjukkan bahwa subjek uji tidak menunjukkan pelatihan khusus untuk memadukan suara terhadap anggota paduan suara yang memiliki jenis suara lainnya.

Walaupun hasil yang diperoleh dari kegiatan percobaan menunjukkan subjek uji siap untuk dipadukan dengan anggota paduan suara lainnya, namun hasil penghitungan akurasi ini masih bersifat satu arah alias dari sisi suara bass itu sendiri, sehingga pengujian terhadap jenis suara lain harus dilakukan dengan melibatkan analisis harmonisasi antar nada dan jenis suara. Konsekuensi dari hal ini adalah diperlukan teknik komputasi yang lebih kompleks karena melibatkan jenis suara lain dan analisis harmonisasi pada nada yang sama.

**DAFTAR PUSTAKA**

Azani, Fasya. (2020). “Menghidupkan Paduan Suara Di Kala Pandemi Melalui Cara Virtual.” <https://kumparan.com/fasyaazani/menghidupkan-paduan-suara-di-kala-pandemi-melalui-cara-virtual-1ujvew5q0pr/full>.

B, Thomas Deacon, Tony Stockman, and Mathieu Barthelet. (2017). 10525 *Bridging People and Sound*. <http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-67738-5>.

Dai, Jiajie. (2019). “Modelling Intonation and Interaction in Vocal Ensembles.” Queen Mary University of London.

Dai, Jiajie, and Simon Dixon. (2017). “Analysis of Interactive Intonation in Unaccompanied SATB Ensembles.” *Proceedings of the 18th International Society for Music Information Retrieval Conference, ISMIR 2017*: 599–605.

———. (2019). “Singing Together: Pitch Accuracy and Interaction in Unaccompanied Unison and Duet Singing.” *The Journal of the Acoustical Society of America* 145(2): 663–75.

Dai, Jiajie, Matthias Mauch, and Simon Dixon. (2015). “Analysis of Intonation Trajectories in Solo Singing.” *Proceedings of the 16th International Society for Music Information Retrieval Conference, ISMIR 2015*: 420–26.

Holland, Simon et al. (2019). Springer Series on Cultural Computing *Understanding Music Interaction, and Why It Matters*. Springer International Publishing. <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319->

- 92069-6\_1.
- Kebudayaan, Menteri Pendidikan dan. (2020). "Surat Edaran Nomor 4 Tahun 2020 Tentang Pelaksanaan Kebijakan Pendidikan Dalam Masa Darurat Penyebaran Virus Corona." : 1–3. <https://pusdiklat.kemdikbud.go.id/surat-edaran-mendikbud-no-4-tahun-2020-tentang-pelaksanaan-kebijakan-pendidikan-dalam-masa-darurat-penyebaran-corona-virus-disease-covid-1-9/>.
- Pfordresher, Peter Q et al. (2010). "Imprecise Singing Is Widespread." *The Journal of the Acoustical Society of America* 4(128): 2182–2190.
- Setiawan, Afrizal Yudha, Dwiwana Habsary, and Indra Bulan. (2021). "Irtual Choir: Bentuk Penyajian Paduan Suara Di Masa Pandemi Covid-19." In *Prosiding Seminar Nasional Implementasi Merdeka Belajar Di Masa Pandemi Covid 19: Peluang Dan Tantangan*, , 22–29.
- Subiantoro, Ignasius Herry. (2021). "Pelatihan Paduan Suara SDN Ciganitri 2 Kecamatan Bojongsoang Kabupaten Bandung Di Masa Pandemi Covid-19." *Panggung* 31(1): 35–52.
- Sukmana, Septian Enggar, and Dewi Nurfitri Oktaviani. (2017). "Inkonsistensi Antara Hasil Pengukuran SSIM Dengan Kondisi Visual Citra Hasil Metode Denoising Berbasis Ant Colony Optimization." *Techno. Com* 16(3): 315–24.
- Ternström, Sten, and Johan Sundberg. (1988). "Intonation Precision of Choir Singers." *The Journal of the Acoustical Society of America* 1(84): 59–69.
- Wallace, Elizabeth M. (2020). "Acoustic Measures of the Singing Voice in Secondary School Students." Louisiana State University and Agricultural and Mechanical College. [https://digitalcommons.lsu.edu/gradschool\\_dissertations/5185](https://digitalcommons.lsu.edu/gradschool_dissertations/5185).