

Fonetik eksperimental: Dimensi gender pada *cross tone* kalimat interogatif

(Experimental phonetics: Gender dimension in interrogative sentence cross tone)

Rofiatul Hima^{1*}, Habib Rois²

¹Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Muhammadiyah Jember, Jl. Karimata No.49, Jember, Indonesia

²Fakultas Ilmu Budaya, Universitas Sebelas Maret, Jl. Ir. Sutami No.36, Kentingan, Kec. Jebres, Kota Surakarta, Indonesia

¹hima@unmuhjember.ac.id, habibrois@student.uns.ac.id²

*Corresponding author: hima@unmuhjember.ac.id

Sejarah Artikel Diterima: 12 Juli 2022 Direvisi: 11 Oktober 2022 Tersedia Daring: 31 Oktober 2022

ABSTRAK

Perbedaan suara penutur, secara auditoris dapat dilihat melalui segmentasi tuturan pada komponen f_0 . Tujuan dalam penelitian ini adalah mengidentifikasi kontur nada kalimat interogatif pada penutur laki-laki dan perempuan dengan teknik *Cross Tone* pada *pitch point*. Penelitian ini merupakan implementasi dari metode eksperimental fonetik yang diterapkan berdasarkan angsan IPO (*Institut voor Perceptie Onderzoek*). Data dalam penelitian ini adalah kalimat interogatif yang bersumber dari 6 penutur laki-laki dan 6 penutur perempuan. Analisis data yang digunakan meliputi: (1) segmentasi tuturan; (2) konversi gelombang dan nilai akustik; (3) substitusi kontur nada; dan (4) uji statistika. Hasil dalam penelitian ini menunjukkan bahwa silang nada kontur perempuan ke dalam *pitch point* penutur laki-laki mengalami perubahan pada tingkat jenis suara. Perubahan tersebut diakibatkan oleh penurunan nilai frekuensi fundamental pada setiap *pitch point* dengan interval 4 Hz-216 Hz atau jika dirata-rata mencapai 102 Hz. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa eksperimen silang nada dapat merubah jenis suara perempuan menyerupai suara laki-laki dan karakter penutur laki-laki dewasa menyerupai suara anak laki-laki. Merujuk hasil tersebut, suara penutur dengan frekuensi dasar rendah (laki-laki) memiliki konsistensi yang lebih kuat, sehingga cenderung tidak bisa dimanipulasikan ke dalam suara perempuan. Hasil penelitian ini dapat menambah khazanah pada kajian fonologi, khususnya dalam forensik gelombang suara.

Kata Kunci *Cross tone, Gender, Kalimat interogatif, Pitch point*

ABSTRACT

The difference in the speaker's voice and auditory can be seen through speech segmentation on the f_0 component. This study aims to identify the tone contours of interrogative sentences in male and female speakers using the *Cross Tone* technique at the *pitch point*. This research is an implementation of the experimental phonetic method which is applied based on the IPO (*Institut voor Perceptie Onderzoek*) approach. This study's data are interrogative sentences from 6 male and six female speakers. The data analysis used includes (1) speech segmentation, (2) wave conversion and acoustic value, (3) substitution of tone contours, and (4) statistical test. The results in this study indicate that the cross of female contour tones into the *pitch point* of male speakers changes at the level of sound type. These changes are caused by a decrease in the fundamental frequency value at each *pitch point* with an interval of 4 Hz-216 Hz or if the average reaches 102 Hz. Based on these results, it can be concluded that the tone cross experiment can change the type of female voice to resemble a male voice and the character of an adult male speaker to reach a boy's voice. Referring to these results, the agent of speakers with a low fundamental frequency (male) has a more substantial consistency, so it tends not to be manipulated into female voices. The results of this study can add to the treasures of phonological studies, especially in sound wave forensics.



Copyright@2022, Rofiatul Hima & Habib Rois
This is an open access article under the [CC-BY-3.0](https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/) license



Keywords *Cross Tone, Gender, Interrogative Sentence, Pitch Point*

How to Cite Hima, R., & Rois, H. (2022). Fonetik eksperimental: Dimensi gender pada *cross tone* kalimat interogatif. *KEMBARA: Jurnal Keilmuan, Bahasa, Sastra, dan Pengajarannya (e-Journal)*, 8(2), 205-223. <https://doi.org/10.22219/kembara.v8i2.21744>



PENDAHULUAN

Fonetik dipandang sebagai *the study of speech* (Chladkova, 2015; Hayward, 2000; Ladefoged & Disner, 2012). Istilah *speech* dalam hal ini menurut pandangan (Marsono, 2018:32) disebut dengan parole. Ladefoged and Johnson (2015:2) menyatakan bahwa *Phonetics is concerned with describing speech*. Pendeskripsian ucapan dalam hal ini bukan merujuk pada deskripsi ucapan yang memfokuskan pada unsur gramatikalnya, melainkan fonetik merupakan disiplin yang mendeskripsikan berbagai unsur yang mendampingi bunyi segmental atau disebut dengan bunyi suprasegmental. Fonetik sebagai cabang dari fonologi tidak hanya memfokuskan pada bagaimana manusia memproduksi sebuah bunyi ujaran, melainkan juga mencakup bagaimana bunyi bahasa tersebut dipersepsi (Boersma, 2018; Boersma et al., 2020; Irawan, 2017; Irawan & Dinakaramani, 2019). Lebih lanjut, dalam kajian fonetik terdapat istilah eksperimental yang digunakan untuk mengkaji tuturan pada komponen akustik secara konkret. Hayward (2000) menyatakan bahwa fonetik eksperimental merupakan penelitian terhadap tuturan dengan menggunakan instrumen. Instrumen dalam hal ini diartikan sebagai sebuah perangkat yang dapat memvisualisasikan aspek akustik dari sebuah tuturan. Langkah penelitian fonetik eksperimental dapat dilakukan dengan cara merekam sebuah tuturan dengan menggunakan alat perekam yang kemudian dimasukkan ke dalam program *Personal Computer* untuk dilakukan analisis akustik (Suryani & Darmayanti, 2012). Salah satu program untuk analisis akustik yang digunakan dalam penelitian ini adalah aplikasi *Praat*. Aplikasi *Praat* digunakan untuk menganalisis nada sebuah tuturan yang merujuk pada komponen akustik durasi, frekuensi fundamental, intensitas, dan formant. Salah satu komponen yang merepresentasikan sebuah nada adalah frekuensi fundamental.

Nilai frekuensi fundamental pada sebuah gelombang dapat menunjukkan adanya kontur nada pada satuan *Hertz*. Nada pelafalan kalimat pada setiap penutur, pada dasarnya berbeda-beda. Perbedaan tersebut disebabkan oleh bentuk fisik artikulator yang dimiliki setiap penutur dan karakteristik pita suara. Salah satu perbedaan nada suara dapat dilihat pada pelafalan kalimat bahasa Indonesia. Nada pada pelafalan kalimat bahasa Indonesia pada dasarnya memiliki bentuk yang bervariasi. Setiap modus kalimat memiliki ciri nada tersendiri, modus deklaratif memiliki intonasi datar-turun, modus interogatif memiliki intonasi datar-naik, dan modus imperatif memiliki intonasi datar-tinggi (Muslich, 2014; Rois et al., 2022). Merujuk pada ciri intonasi pada modus kalimat tersebut, penelitian ini memfokuskan pada modus interogatif dengan pola nada dasar yaitu datar-naik. Kalimat interogatif secara struktural memiliki variasi yang dapat mengakibatkan berubahnya peran kata yang mengisi pada setiap pola interogatif (Rois et al., 2021). Pemilihan modus interogatif dikarenakan kontur nada yang dimiliki cenderung berfluktuasi dari nilai frekuensi fundamental (f_0) rendah hingga nilai f_0 yang lebih tinggi. Selain itu, kontur nada pada modus interogatif lebih bermelodis jika dibandingkan dengan modus deklaratif maupun imperatif (Rois et al., 2022). Perbedaan komponen akustik pada setiap penutur dapat disebabkan oleh faktor sosial, yaitu: gender, usia, bahasa ibu (*Mother Tongue*), dan faktor lainnya. Faktor sosial yang dapat memengaruhi perubahan kemampuan verbal penutur yaitu: faktor jenis kelamin, faktor umur, dan tingkat pendidikan (Ibrahim et al., 2019).

Penelitian mengenai fonetik eksperimental dalam bahasa Indonesia telah dilakukan oleh (Gunawan & Yustanto, 2019; Heuven & Zanten, 2007; Rois et al., 2022). Penelitian tersebut memfokuskan pada analisis fitur prosodi pada satuan kalimat deklaratif, interogatif, dan imperatif. Lebih lanjut, fitur prosodi yang dikaji meliputi nada, kelantangan, dan durasi pada setiap pola kalimat. Hasil dalam penelitian tersebut menunjukkan adanya variasi fitur prosodi yang meliputi nilai frekuensi fundamental, intensitas, dan durasi pada penutur bahasa Indonesia. Khusus pada penelitian Heuven and Zanten (2007), fitur prosodi yang dikaji dikorelasikan dengan beberapa bahasa yaitu: Toba Batak dan Melayu.

Selanjutnya, Hawthorne & Fischer (2020); Yustanto et al. (2016); Yustanto & Widayastuti (2018) melakukan penelitian pada fitur prosodi yang dibedakan berdasarkan variabel jenis kelamin (Gender) dan keberterimaan fitur prosodi pada *Speech Language Pathologists (SLP)*. Hasil dalam penelitian tersebut menunjukkan bahwa penutur perempuan cenderung memiliki kontur nada dan intensitas yang cukup bermelodis. Artinya, penutur perempuan lebih banyak menghasilkan *pitch point* dengan kontur nada dan intensitas yang saling berfluktuasi. Berkaitan dengan kontur nada pada tuturan kalimat, terdapat teknik

stilisasi yang digunakan untuk memanipulasi nada baik secara manual maupun semiotomatis. Stilisasi nada pada *pitch tier* tuturan telah dilakukan oleh Mertens (2004); Origlia et al. (2013); Rois (2021). Stilisasi nada yang diterapkan dalam penelitian tersebut yaitu dengan menggabungkan antara program *Praat* dengan program *Prosogram*. Program *Praat* digunakan sebagai aplikasi utama untuk analisis akustik (Boersma, 2018; Boersma & van Heuven, 2001), sementara *Prosogram* digunakan secara berdampingan sebagai menu tambahan pada aplikasi *Praat*. Stilisasi melalui kolaborasi kedua program tersebut menghasilkan visualisasi komponen akustik secara otomatis dan semiotomatis (Mertens et al., 2013). Lebih lanjut, dalam penelitian tersebut nada setiap penutur tidak disilangkan dengan kontur nada penutur lain. Artinya, stilisasi nada dilakukan pada tuturan aslinya yang divariasikan pada tingkatan nilai frekuensi fundamental (f_0).

Berdasarkan review beberapa penelitian tersebut, terdapat *research gap* yang muncul dan perlu untuk dikaji lebih mendalam. Adapun *research gap* tersebut meliputi: 1) stilisasi nada pada variabel gender dengan cara manipulasi setiap *pitch point*; 2) salin suara pada kontur nada penutur berdasarkan variabel gender; 3) silang nada suara perempuan ke dalam suara laki-laki, begitu juga sebaliknya. *Gap* tersebut merupakan landasan peneliti dalam merumuskan tujuan penelitian. Tujuan dalam penelitian ini adalah mengidentifikasi kontur nada kalimat interogatif pada penutur laki-laki dan penutur perempuan dengan teknik *Cross Tone* pada setiap *pitch point*. Lebih lanjut penelitian ini merupakan bentuk pengembangan dari penelitian sebelumnya yang memfokuskan pada pengaruh faktor sosial khususnya gender dalam memproduksi suara. Silang nada dalam penelitian ini merupakan pengembangan yang peneliti lakukan, guna untuk mengetahui karakteristik kontur nada dari masing-masing penutur laki-laki dan perempuan, serta mengetahui batas minimum dan maksimum titik nada yang dapat disilangkan. Hasil persilangan setiap titik nada akan mengubah karakteristik suara penutur aslinya. Perubahan tersebut diakibatkan oleh nilai frekuensi fundamental yang dinaikkan atau diturunkan dari nilai aslinya.

Secara khusus, nilai frekuensi fundamental yang merepresentasikan kontur nada antara penutur laki-laki dan penutur perempuan memiliki jumlah dan bentuk yang berbeda. Namun pada intonasi dasar, khususnya pada kalimat interogatif memiliki pola yang sama yaitu intonasi datar-naik (Muslich, 2014; Rois et al., 2022). Intonasi dalam hal ini merujuk pada nilai frekuensi fundamental (f_0) yang terdistribusi pada setiap *pitch point*. Intonasi datar-naik pada kalimat interogatif ini memiliki kontur nada yang secara umum sama, namun secara khusus berbeda jika dilihat dari nilai akustik setiap penuturnya. Intonasi demikian menunjukkan bahwa antara penutur laki-laki dengan penutur perempuan sama-sama memiliki nada datar-naik dalam mengucapkan kalimat interogatif. Berlandaskan kasus tersebut, kontur nada antara kelompok tutur dapat disilangkan dengan cara substitusi. Kontur nada laki-laki disubstitusikan ke dalam kontur nada perempuan, sebaliknya kontur nada perempuan disubstitusikan ke dalam kontur nada laki-laki. Setelah kontur nada disubstitusikan secara menyilang, maka langkah selanjutnya adalah melihat perubahan setiap tuturan dengan cara mendengarkan dan membandingkan antar nilai komponen akustik.

Proses silang nada dalam penelitian ini bertujuan untuk menentukan karakteristik akustik tepatnya pada komponen frekuensi fundamental pada penutur laki-laki dan penutur perempuan. Karakteristik tersebut merupakan ambang kontras titik nada yang tidak dapat dipengaruhi oleh perubahan nilai frekuensi fundamental. Sehubungan dengan hal tersebut, maka batas nilai f_0 pada penutur laki-laki dan penutur perempuan dapat diklasifikasikan secara komprehensif dan dapat dijadikan sebagai acuan ciri nada tuturan berdasarkan faktor gender. Hasil penelitian ini dapat menambah khazanah pada kajian linguistik deskriptif, khususnya di bidang fonologi.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental yang dilakukan berdasarkan ancangan *Institut voor Perceptie Onderzoek (IPO)*. Ancangan IPO digunakan untuk menganalisis fonetik yang bersifat *science* dan digunakan untuk mengukur komponen akustik (Reddy & Rao, 2016; Rois, 2020). Analisis fonetik akustik merupakan bentuk analisis yang bersifat *science*, hal ini dikarenakan data yang digunakan merupakan representasi kumpulan nilai frekuensi fundamental (Hz), durasi (s), dan intensitas (dB) dalam sebuah tuturan yang kemudian kumpulan nilai tersebut dianalisis secara statistik. Data yang digunakan adalah hasil rekaman dalam format *wav* yang berisi pengucapan



kalimat interogatif bahasa Indonesia sebanyak 12 audio. Sumber data dalam penelitian ini adalah 6 penutur laki-laki dan 6 penutur perempuan yang memiliki *Mother Tongue* (B1) bahasa Indonesia. Sebanyak 12 responden diambil dari penutur yang merupakan pejabat dan staf di kantor Pemkab Jember. Pemilihan sampling dalam penelitian ini menggunakan teknik *purposive sampling*, sehingga data yang dihasilkan bersifat *non random*. Kriteria responden pada teknik *purposive sampling* dalam hal ini yaitu penutur yang memiliki B1 bahasa Indonesia dan sudah memiliki sertifikat UKBI (Uji Kemahiran Berbahasa Indonesia) serta hidup di lingkungan yang mayoritas menggunakan bahasa Indonesia untuk berkomunikasi. Khusus untuk kriteria lingkungan, responden yang diambil merupakan penutur yang menggunakan bahasa Indonesia di lingkungan keluarga, lingkungan masyarakat, dan lingkungan kerja. Lebih lanjut, pemilihan responden juga didasarkan pada usia diantaranya adalah penutur yang berusia 26-45 tahun. Pemilihan kriteria usia didasarkan pada deskripsi Parnawi (2021) yang menyatakan bahwa, kemahiran berbahasa didasarkan pada perkembangan kognitif seseorang pada periode operasi formal (remaja-dewasa). Dasar pemilihan responden merujuk pada pegawai Pemkab, maka ketersediaan responden berada pada usia dewasa awal hingga dewasa akhir yaitu usia 26 tahun sampai dengan 45 tahun.

Berkaitan dengan teknik pengumpulan data, peneliti menggunakan teknik rekam dengan menggunakan perangkat *Personal Computer (PC)* dan alat perekam berupa mikrofon. Rekaman dilakukan secara langsung dengan menggunakan aplikasi *Praat*. Penggunaan aplikasi *Praat* bukan hanya sebagai media perekam, melainkan juga digunakan untuk menganalisis gelombang akustik. Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi: 1) segmentasi tuturan ke dalam tingkatan kata, silaba, dan fonem; 2) konversi gelombang dan nilai akustik; 3) substitusi kontur nada antar penutur; dan 4) uji statistika perbedaan nilai akustik antara penutur laki-laki dengan penutur perempuan.

Langkah pertama yaitu dengan melakukan segmentasi tuturan atau proses pemisahan gelombang suara berdasarkan letak kata, silaba, dan fonem. Gelombang suara utuh (satu kalimat) akan disegmentasikan dengan melihat spektrogram dan mendengarkan suara secara komprehensif. Pemisahan pertama merujuk pada batas bawah dan batas atas satuan kata, kemudian dipecah lagi menjadi segmentasi silaba dan fonem vokal. Konversi gelombang dan nilai akustik f_0 dilakukan pada aplikasi *Praat* berdasarkan segmentasi setiap kata, silaba, dan fonem. Langkah kedua yaitu manipulasi audio dengan menggunakan menu *Manipulate* untuk menyesuaikan gaya nada (*Stylize pitch*) ke dalam titik nada utama. Setelah data manipulasi divisualisasikan pada *Praat Objects*, selanjutnya adalah penggandaan data gelombang nada menggunakan versi 2 *semitone*. Data hasil penggandaan akan berformat *PitchTier* yang kemudian dibuka melalui aplikasi *Microsoft Office Word*. Langkah ketiga merupakan proses substitusi dari kontur nada penutur laki-laki ke dalam *pitch point* penutur perempuan. Sebaliknya, kontur nada penutur perempuan disubstitusikan ke dalam *pitch point* penutur laki-laki. Ketiga langkah tersebut merupakan proses analisis secara akustik yang kemudian dilanjutkan dengan uji statistika. Pengujian dilakukan dengan membandingkan nilai frekuensi fundamental setiap *pitch point* berdasarkan variabel jenis kelamin.

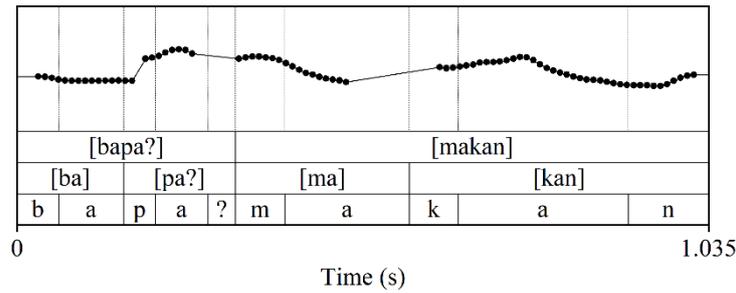
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada sistem auditoris, jenis suara antara penutur laki-laki dengan penutur perempuan memiliki karakter yang berbeda. Perbedaan karakter tersebut diakibatkan oleh perbedaan komponen akustik yang meliputi frekuensi fundamental (f_0), intensitas, dan durasi. Pada penelitian eksperimental ini, peneliti melakukan uji silang nada pada variabel gender dengan tujuan melihat apakah terdapat perubahan jika titik nada laki-laki di silangkan ke dalam titik nada perempuan, begitu juga sebaliknya. Titik nada yang memiliki pengaruh pada setiap tuturan disebut juga sebagai ambang kontras. Hasil nilai f_0 pada setiap kalimat selanjutnya akan diujikan secara statistika guna untuk melihat nilai signifikansi dari perbedaan antara penutur laki-laki dengan penutur perempuan. Berikut merupakan hasil eksperimental tuturan yang direpresentasikan melalui stilisasi dan silang nada kalimat interogatif.

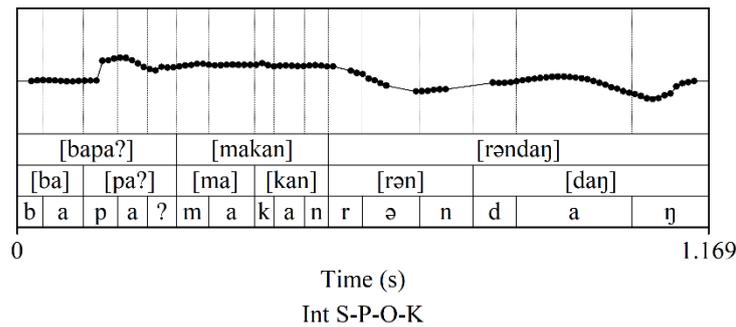
Stilisasi Nada 2 semiton

Proses stilisasi dilakukan dengan tujuan melihat kontur nada pada setiap *pitch point* yang akan disilangkan dengan kontur nada lainnya. Sebelum dilakukan proses stilisasi, langkah awal yang dilakukan adalah segmentasi tuturan pada tingkat kata, silaba, dan fonem. Segmentasi tersebut bertujuan untuk mengetahui batas awal dan batas akhir *pitch point* pada tingkatan kata, silaba, maupun fonem. Setelah proses segmentasi, langkah selanjutnya adalah manipulasi audio untuk mengetahui kontur nada dan visualisasinya pada bentuk *line* dan *speckles*. Berikut hasil stilisasi awal pada kalimat interogatif pola dasar (S-P, S-P-O, dan S-P-O-K).

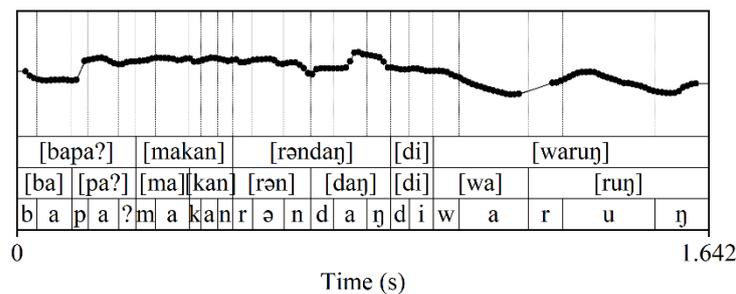
Int S-P



Int S-P-O

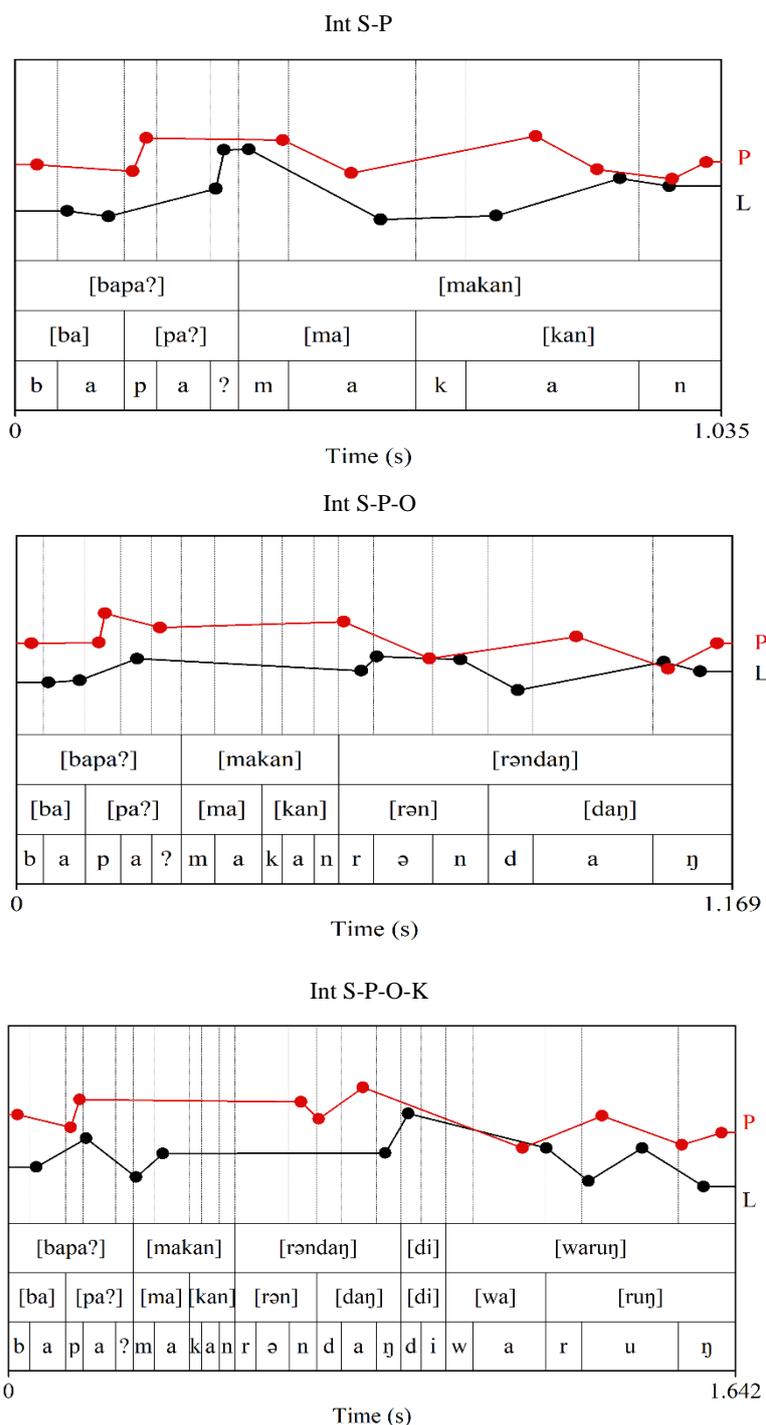


Int S-P-O-K



Gambar 1. Stilisasi Dasar pada Kontur Nada Kalimat Interogatif

Stilisasi pada Gambar 1 menunjukkan adanya kontur nada pada setiap pola kalimat interogatif. Lebih lanjut, kontur nada tersebut memiliki tingkat kerapatan *pitch point* yang berbeda-beda. Semakin kompleks pola kalimat yang diujikan, maka semakin rapat *pitch point* yang dihasilkan. Jumlah *pitch point* setiap pola kalimat berdasarkan Gambar 1 memiliki keberagaman dengan selisih yang cukup banyak, maka perlu dilakukan stilisasi secara keseluruhan dengan *stylize pitch 2 st* (semiton). Tujuan dari penyederhanaan *pitch point* tersebut untuk menyamakan jumlah titik nada, sehingga dapat disilangkan dengan kontur nada lainnya. Berikut merupakan hasil penyederhanaan *pitch point* dengan stilisasi 2 st (semiton) pada setiap pola kalimat interogatif.



Gambar 2. Stilisasi 2 st pada Kontur Nada Kalimat Interogatif

Proses penyederhanaan pada Gambar 2 dilakukan dengan stilisasi konversi ke dalam 2 semiton, sehingga menghasilkan *pitch point* sebanyak 9 pada pola S-P dan S-P-O serta sebanyak 10 titik pada pola S-P-O-K. Perbedaan jumlah *pitch point* tersebut diakibatkan oleh kelengkapan struktur kalimat. Secara umum, jumlah *pitch point* pada tuturan bahasa Indonesia baku berkisar antara 8 sampai dengan 12 titik yang terdistribusi pada satuan kata (Rois et al., 2022). Kontur nada hasil stilisasi 2 st tersebut, kemudian dijadikan sebagai kontur nada utama yang akan disilangkan berdasarkan variabel jenis kelamin. Proses silang nada dilakukan dengan mensubtitusikan kontur nada penutur laki-laki ke dalam kontur nada perempuan. Sebaliknya, kontur nada penutur

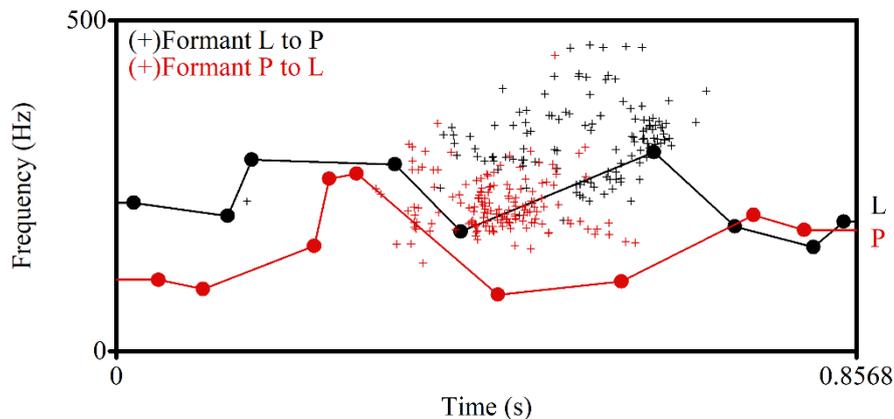
perempuan disubstitusikan ke dalam kontur nada penutur laki-laki. Persilangan nada tersebut merupakan langkah eksperimental untuk mengetahui apakah proses silang nada dapat memengaruhi perubahan jenis suara dari suara laki-laki menjadi suara perempuan, sebaliknya dari suara perempuan menyerupai suara laki-laki.

Penelitian mengenai silang nada atau salin serupa merupakan proses membuat salin serupa kontur dengan tuturan aslinya (Sidauruk dan Jimmi, 2017). Merujuk pada penelitian tersebut, proses silang nada atau salin serupa dilakukan untuk melihat ketaksamaan dari karakteristik suara. Proses silang nada sebuah tuturan pada mulanya dilakukan dengan proses stilisasi nada dan manipulasi titik nada yang bertujuan untuk menaikkan *pitch point*, sehingga mengalami kenaikan dan penurunan frekuensi secara teratur. Manipulasi dengan menaikkan serta menurunkan *pitch* dalam penelitian tersebut bertujuan untuk memperoleh ketaksamaan dari ujaran itu sendiri yang nantinya akan diujipersepsikan kepada penutur bahasa. Berbeda dengan proses stilisasi dalam penelitian ini, peneliti lebih memfokuskan pada proses silang nada yang dilakukan dengan teknik substitusi setiap *pitch point* (L to P; P to L) dengan tujuan untuk mengetahui bentuk perubahan suara asli dan suara hasil manipulasi.

Silang Nada Kalimat Interogatif

Kalimat yang diujikan dalam hal ini merujuk pada modus interogatif dengan tujuan mengidentifikasi perubahan karakter suara berdasarkan variabel gender. Kalimat yang diujikan berupa pola dasar dan pola pengembangan yang ditambahkan dengan pronomina 'apa'. Berikut merupakan hasil silang nada pada kalimat interogatif berdasarkan enam pola pengembangan.

(1) Int S-P "Bapak makan?"



Gambar 3. Silang Nada Kalimat Interogatif Pola S-P

Gambar 3 merupakan kontur hasil silang nada yang dilakukan dengan cara substitusi kontur $L \rightarrow P$ dan $P \rightarrow L$. Kontur yang berwarna hitam merupakan suara laki-laki yang dimanipulasikan berdasarkan *pitch point* penutur perempuan, selain itu hal yang disubstitusikan berupa nilai frekuensi fundamental (f_0) pada setiap *pitch*. Sebaliknya, kontur yang berwarna merah merupakan suara perempuan yang sudah disilangkan dengan *pitch point* penutur laki-laki. Hasil silang nada tersebut menunjukkan bahwa suara laki-laki yang disilangkan dengan penutur perempuan menghasilkan perubahan suara dari penutur dewasa menjadi suara penutur anak-anak. Sementara pada silang nada penutur perempuan, menghasilkan perubahan suara yang awalnya merupakan suara perempuan berubah menyerupai suara laki-laki. Perubahan tersebut diakibatkan oleh penurunan nilai frekuensi fundamental (f_0) pada beberapa titik nada.



Tabel 1
 Nilai f_0 P dan f_0 Manipulasi Penutur Perempuan pada Kalimat Interogatif Pola S-P
 Int S-P

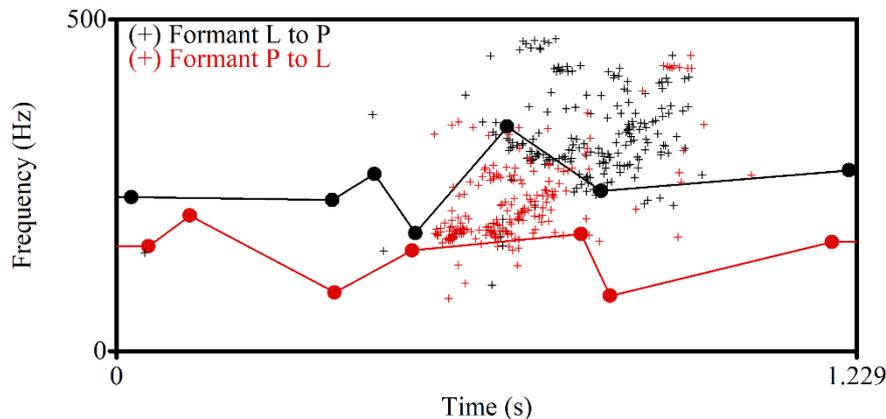
| Pitch Point | f_0 P (Hz) | f_0 Mnp (Hz) | f_0 P- f_0 Mnp (Hz) |
|-------------|--------------|----------------|-------------------------|
| 1 | 227.9025 | 107.8699 | 120.0326 |
| 2 | 211.0747 | 94.0058 | 117.0688 |
| 3 | 296.8989 | 159.0837 | 137.8152 |
| 4 | 291.7562 | 260.6366 | 31.1196 |
| 5 | 206.2186 | 268.4578 | -62.2391 |
| 6 | 301.8484 | 85.4580 | 216.3904 |
| 7 | 215.8267 | 105.5011 | 110.3256 |
| 8 | 190.9613 | 205.6713 | -14.7101 |
| 9 | 234.5686 | 183.0834 | 51.4853 |

Berdasarkan hasil bandingan nilai f_0 pada kalimat interogatif pola S-P, *pitch point* 1,2,3,4,6,7, dan 9 mengalami penurunan nilai frekuensi dengan interval 31 Hz-216 Hz. Penurunan jumlah f_0 tersebut diakibatkan oleh nilai f_0 penutur laki-laki yang sebagian besar cenderung lebih kecil jika dibandingkan dengan f_0 penutur perempuan. Nilai f_0 penutur perempuan berdasarkan Tabel 1 berada pada interval 189 Hz-302 Hz. Lebih lanjut, Ladefoged (2003:108) menyatakan bahwa, frekuensi pada penutur laki-laki berkisar di angka 200 Hz, sementara penutur perempuan berkisar 300 Hz. Clark dan Yallop dikutip dari Irawan (2017:87) menyatakan bahwa, frekuensi fundamental pada penutur bahasa Inggris untuk laki-laki mencapai 150 Hz-300 Hz, sedangkan pada penutur perempuan mencapai 200 Hz-500 Hz. Perbedaan interval nilai f_0 tersebut disebabkan karena perbedaan bahasa pada setiap penutur dan pola kalimat yang digunakan. Secara umum, hasil nilai frekuensi fundamental dalam penelitian ini masih tergolong pada *range* yang dinyatakan oleh Ladefoged, Clark dan Yallop.

Wulandari et al. (2018) menguraikan bahwa, identifikasi suara laki-laki dan suara perempuan dapat dengan mudah dikenali dengan menggunakan bantuan aplikasi berbasis *dektop*. Lebih lanjut, penelitian tersebut lebih memfokuskan pada proses autokorelasi suara penutur laki-laki dan suara penutur perempuan. Pemrosesan suara dilakukan dengan menerapkan proses autokorelasi terhadap hasil normalisasi. Autokorelasi dalam penelitian tersebut direpresentasikan melalui algoritma estimasi *pitch* pada domain frekuensi. Fungsi autokorelasi dapat digunakan apabila sinyal yang diautokorelasikan mempunyai batasan waktu tertentu. Penelitian tersebut merupakan dasar mengenai cara melakukan identifikasi suara berdasarkan jenis kelamin. Selanjutnya, Izzah (2018) melakukan penelitian mengenai proses klastering suara berdasarkan gender menggunakan algoritma *K-means*. Proses klastering dilakukan dengan teknik FFT (*Fast Fourier Transform*) yang merupakan algoritma untuk memecahkan DFT (*Discrete Fourier Transform*) secara cepat dan efisien.

Kedua penelitian tersebut memfokuskan pada langkah identifikasi antara suara laki-laki dengan suara perempuan. Berbeda dengan penelitian tersebut, hasil dalam penelitian ini menunjukkan bahwa nada dasar antara suara laki-laki dan suara perempuan secara eksplisit dapat disilangkan dengan memindahkan *pitch point* berdasarkan kontur pembandingnya. Silang nada atau salin suara kalimat interogatif pola S-P antara penutur L dengan penutur P mengakibatkan berubahnya karakteristik pada audio manipulasi. Suara penutur laki-laki yang disilangkan dengan suara perempuan mengakibatkan bentuk perubahan yang awalnya merupakan suara laki-laki dewasa, berubah menyerupai suara anak-anak. Sementara pada proses silang nada penutur perempuan menghasilkan perubahan yang merujuk pada jenis suara secara menyeluruh. Data awal yang digunakan merupakan hasil rekaman terhadap penutur perempuan dewasa, sementara pada hasil silang nada mengalami perubahan menjadi suara laki-laki. Perubahan tersebut diakibatkan oleh penurunan nilai frekuensi fundamental pada interval 31 Hz-216 Hz.

(2) *Int Apa-S-P "Apa bapak makan?"*



Gambar 4. Silang Nada Kalimat Interogatif Pola Apa-S-P

Hasil silang nada berdasarkan visualisasi pada Gambar 4 menunjukkan bahwa suara laki-laki yang disilangkan dengan suara perempuan menghasilkan perubahan suara dari penutur dewasa menjadi suara penutur anak-anak. Sementara pada silang nada penutur perempuan, menghasilkan perubahan suara yang awalnya merupakan suara perempuan berubah menyerupai suara laki-laki. Perubahan tersebut diakibatkan oleh penurunan nilai frekuensi fundamental (f_0) pada beberapa titik nada. Berikut merupakan nilai frekuensi fundamental penutur perempuan dalam menuturkan kalimat interogatif Apa-S-P berdasarkan audio asli (f_0 P) dan audio hasil manipulasi (f_0 Mnp).

Tabel 2
Nilai f_0 P dan f_0 Manipulasi Penutur Perempuan pada Kalimat Interogatif Pola Apa-S-P
Int Apa-S-P

| Pitch Point | f_0 P (Hz) | f_0 Mnp (Hz) | f_0 P- f_0 Mnp (Hz) |
|-------------|--------------|----------------|-------------------------|
| 1 | 244.8345 | 157.9465 | 86.8880 |
| 2 | 229.9438 | 204.3885 | 25.5553 |
| 3 | 267.4098 | 88.5227 | 178.8872 |
| 4 | 177.3350 | 151.7797 | 25.5553 |
| 5 | 339.5442 | 176.6134 | 162.9309 |
| 6 | 260.5701 | 83.3866 | 177.1835 |
| 7 | 273.3899 | 164.5353 | 108.8546 |

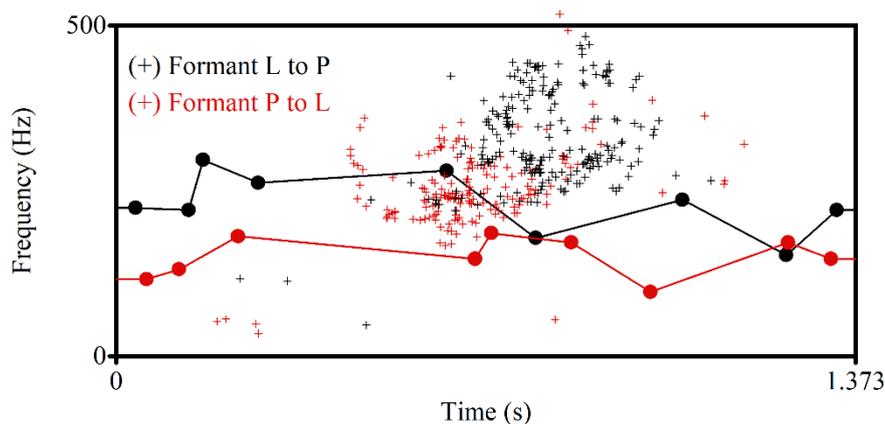
Berdasarkan nilai frekuensi fundamental pada Tabel 2, semua titik nada pada *point* 1 s.d. 7 mengalami penurunan dengan interval antara 25 Hz s.d. 178 Hz. Penurunan tersebut diakibatkan pada proses substitusi dari kontur nada penutur perempuan ke dalam kontur nada penutur laki-laki. Secara keseluruhan, rata-rata nilai frekuensi fundamental pada penutur laki-laki lebih kecil dibandingkan dengan nilai f_0 pada penutur perempuan. Merujuk pada nilai f_0 pada Tabel 2, rata-rata pada f_0 P sebesar 256,1468 Hz, sementara pada f_0 Mnp sebesar 146,7390 Hz. Rata-rata pada f_0 P merupakan nilai frekuensi fundamental yang dimiliki oleh penutur perempuan. Setelah dilakukan proses substitusi, kontur nada penutur perempuan disesuaikan dengan *pitch point* dan jumlah frekuensi fundamental yang dimiliki penutur laki-laki, sehingga mengalami penurunan. Penurunan nilai frekuensi tersebut mengakibatkan karakter suara penutur perempuan berubah menyerupai suara laki-laki. Adapun penurunan yang mengakibatkan berubahnya suara tidak dapat serta-merta digeneralisasi pada semua penutur dan semua pola kalimat, mengingat artikulator setiap penutur secara biologis berbeda. Namun, dalam penelitian ini menunjukkan adanya *range* penurunan pada setiap titik nada dengan rata-rata 109,4078 Hz. Hasil tersebut mendekati selisih pada pola S-P yang menunjukkan penurunan dengan rata-rata 112,0339 Hz.

Penurunan di atas 100 Hz pada pola S-P dan Apa-S-P mengakibatkan suara perempuan berubah menyerupai suara laki-laki. Pada dasarnya frekuensi pada penutur perempuan secara



umum lebih tinggi dibandingkan dengan penutur laki-laki, yaitu sebesar 300 Hz (Ladefoged, 2003). Lebih lanjut, pada penutur bahasa Inggris, frekuensi laki-laki berada pada interval 150 Hz-300 Hz, sementara pada penutur perempuan berada pada interval 200 Hz-450 Hz (Shue et al., 2011). Berdasarkan *range* tersebut, nilai f_0 P kalimat Interrogatif Apa-S-P berada pada interval 177 Hz-339 Hz. Hasil tersebut berbeda dengan penelitian Shue et al. (2011) yang menyatakan bahwa batas bawah f_0 perempuan berada di titik 200 Hz, sementara titik tertinggi berada pada 450 Hz. Perbedaan tersebut merujuk pada bahasa yang digunakan sebagai data penelitian, di mana dalam penelitian ini menggunakan bahasa Indonesia baku dengan pola kalimat Apa-S-P, sementara pada penelitian Shue et al. (2011) menggunakan bahasa Inggris yang digeneralisasikan pada pola lengkap *Subject, Predicate, Object, Adverb*.

(3) *Int S-P-O* “Bapak makan rendang?”



Gambar 5. Silang Nada Kalimat Interrogatif Pola S-P-O

Gambar 5 merupakan hasil silang nada pada kontur *L to P* (Hitam) dan *P to L* (Merah). Hasil silang nada tersebut menghasilkan perubahan karakter suara dari masing-masing penutur. Adapun untuk suara laki-laki mengalami perubahan yang semula merupakan suara penutur laki-laki dewasa berubah meyerupai suara anak laki-laki. Lebih lanjut, silang nada pada suara laki-laki tidak mengalami perubahan menjadi suara perempuan, hanya saja berubah nadanya yang mengakibatkan terdapat perbedaan karakter berdasarkan tingkat usianya. Suara laki-laki pada Gambar 5 masih dapat dikenali dengan jelas dan masih mempertahankan jenis suaranya, sementara pada silang nada penutur perempuan mengalami perubahan yang semula merupakan suara penutur perempuan dewasa berubah menjadi suara laki-laki dewasa. Berubahnya suara perempuan dalam silang nada tersebut diakibatkan oleh penurunan nilai f_0 pada *pitch point* kalimat interrogatif pola S-P-O.

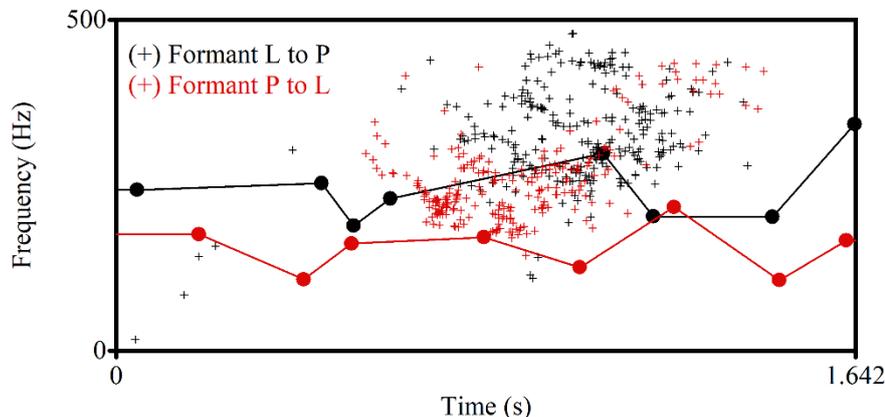
Tabel 3
 Nilai f_0 P dan f_0 Manipulasi Penutur Perempuan pada Kalimat Interrogatif Pola S-P-O
 Int S-P-O

| <i>Pitch Point</i> | f_0 P (Hz) | f_0 Mnp (Hz) | f_0 P- f_0 Mnp (Hz) |
|--------------------|--------------|----------------|-------------------------|
| 1 | 219.4687 | 116.4981 | 102.9705 |
| 2 | 221.1515 | 131.4201 | 89.7315 |
| 3 | 297.6200 | 181.4104 | 116.2096 |
| 4 | 260.4294 | 147.1619 | 113.2676 |
| 5 | 275.7292 | 185.9978 | 89.7315 |
| 6 | 179.4159 | 172.0609 | 7.3550 |
| 7 | 237.0014 | 97.2557 | 139.7457 |
| 8 | 152.6978 | 171.8209 | -19.1231 |
| 9 | 219.2634 | 147.1840 | 72.0794 |

Merujuk pada hasil analisis nilai frekuensi pada Tabel 3, *pitch point* ke-1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, dan 9 mengalami penurunan nilai f_0 dengan interval 7 Hz-139 Hz. Khusus pada *pitch point* ke-8 mengalami kenaikan sebesar 19,1231 Hz, namun secara keseluruhan mengalami penurunan nilai f_0 dengan rata-rata 79,1075 Hz. Rata-rata selisih f_0 P dengan f_0 Mnp pada pola S-P-O memiliki nilai lebih kecil jika dibandingkan dengan pola S-P dan Apa-S-P yang mencapai 109,4078 Hz dan 112,0339 Hz. Perbedaan rata-rata selisih antar ketiga pola tersebut juga disebabkan oleh kelengkapan struktur kalimat. Secara keseluruhan, rata-rata nilai f_0 P yang merupakan suara asli penutur perempuan mencapai 229,1975 Hz, sementara pada hasil manipulasi silang nada (f_0 Mnp) mencapai 150 Hz. Penurunan rata-rata tersebut mengakibatkan karakteristik suara asli penutur perempuan berubah menjadi lebih tebal, sehingga menyerupai suara laki-laki dewasa. Hasil silang nada tersebut menunjukkan bahwa suara penutur perempuan tidak dapat dikenali dengan jelas, sehingga dengan adanya pergeseran *pitch point* disertai dengan substitusi nilai f_0 dapat merubah jenis suara penutur itu sendiri.

Yustanto et al. (2016) melakukan perhitungan nilai f_0 pada kalimat deklaratif pola S-P-O yang merujuk pada penutur bahasa Jawa. Adapun hasil dalam penelitian tersebut menunjukkan bahwa rata-rata nilai f_0 pada penutur laki-laki sebesar 10,82 Hz, sementara pada penutur perempuan sebesar 14,43 Hz. Sementara penelitian yang dilakukan oleh Pranoto (2018) menghasilkan rata-rata nilai frekuensi pada penutur laki-laki sebesar 129 Hz, sementara pada penutur perempuan sebesar 200 Hz. Berbeda dengan hasil dalam penelitian ini yang menunjukkan rata-rata f_0 penutur perempuan lebih tinggi jika dibandingkan dengan hasil penelitian Pranoto (2018) dan Yustanto et al. (2016), yaitu sebesar 229,1975 Hz. Setelah dilakukan proses *cross tone*, rata-rata frekuensi penutur perempuan menurun menjadi 150 Hz. Hasil perhitungan frekuensi awal penutur perempuan dalam hal ini selaras dengan pernyataan Clark dan Yallop yang dikutip dari Irawan (2017:87) bahwa, frekuensi fundamental pada penutur perempuan mencapai 200 Hz-500 Hz. Rata-rata nilai f_0 P tersebut masih tergolong pada *range* yang dinyatakan oleh Clark dan Yallop.

(4) *Int Apa-S-P-O* “*Apa bapak makan rendang?*”



Gambar 6. Silang Nada Kalimat Interogatif Pola Apa-S-P-O

Berdasarkan silang nada pada Gambar 6, kontur nada yang berwarna hitam merupakan kontur penutur laki-laki hasil silang nada dengan *pitch point* penutur perempuan. Sementara kontur yang berwarna merah merupakan hasil silang nada penutur perempuan ke dalam *pitch point* penutur laki-laki. Hasil silang nada pada kontur laki-laki tidak menunjukkan perubahan suara yang menyerupai suara perempuan, hanya saja terjadi perubahan intonasi yang lebih tinggi. Artinya, suara penutur laki-laki menjadi lebih kecil dan tipis dengan peningkatan nilai frekuensi fundamental pada setiap *pitch point*. Sementara pada hasil manipulasi silang nada penutur perempuan mengalami perubahan jenis suara yang awalnya merupakan suara penutur perempuan dewasa berubah



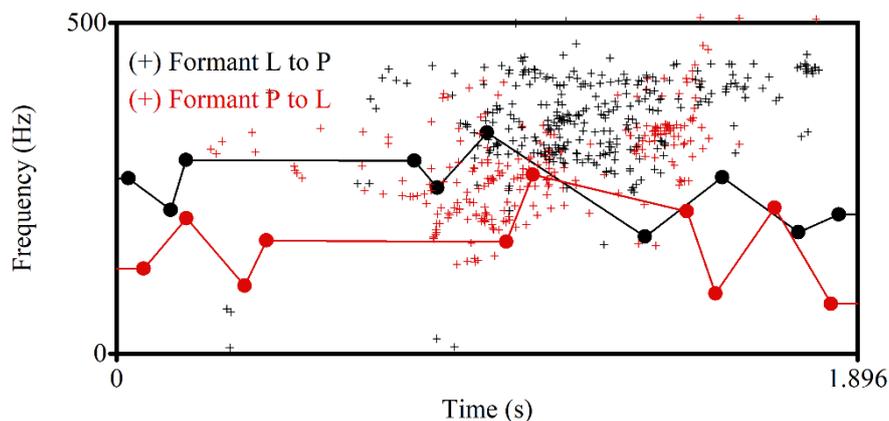
menyerupai suara laki-laki dewasa. Perubahan ini diakibatkan oleh turunnya nilai f_0 pada *pitch point* hasil manipulasi.

Tabel 4
Nilai f_0 P dan f_0 Manipulasi Penutur Perempuan pada Kalimat Interogatif Pola Apa-S-P-O
Int Apa-S-P-O

| <i>Pitch Point</i> | f_0 P (Hz) | f_0 Mnp (Hz) | f_0 P- f_0 Mnp (Hz) |
|--------------------|--------------|----------------|-------------------------|
| 1 | 243.0315 | 176.1145 | 66.9170 |
| 2 | 252.0324 | 107.9034 | 144.1289 |
| 3 | 189.4904 | 162.0372 | 27.4531 |
| 4 | 246.9934 | 171.4973 | 75.4961 |
| 5 | 297.6102 | 126.0281 | 171.5821 |
| 6 | 203.3745 | 217.1011 | -13.7266 |
| 7 | 202.8506 | 106.7647 | 96.0860 |
| 8 | 341.6063 | 166.5926 | 175.0137 |

Nilai f_0 P merupakan frekuensi asli dari penutur perempuan, sementara pada f_0 Mnp merupakan frekuensi hasil substitusi berdasarkan *pitch point* penutur laki-laki. Sebagian besar, titik nada hasil substitusi mengalami penurunan jumlah f_0 yaitu dengan rata-rata penurunan sebesar 92,8688 Hz. Rata-rata f_0 P pada Tabel 4 sebesar 247,1237 Hz, sementara rata-rata f_0 hasil manipulasi sebesar 154,2549 Hz. Nilai frekuensi pada pola S-P-O dan Apa-S-P-O berada pada *range* yang serupa yaitu 229,1975 Hz dan 247,1237 Hz. Rata-rata nilai frekuensi penutur perempuan tersebut selaras dengan deskripsi Shue et al. (2011) yang mengklasifikasikan bahwa frekuensi fundamental pada penutur perempuan berada pada interval 200 Hz-450 Hz. Sementara itu, Clark dan Yallop yang dikutip dari Irawan (2017:87) menyatakan bahwa, frekuensi fundamental pada penutur perempuan mencapai 200 Hz-500 Hz. Hasil perhitungan frekuensi pada pola Apa-S-P-O, masih tergolong pada *range* yang telah diklasifikasikan oleh Clark, Yallop, dan Shue et al. (2011).

(5) *Int S-P-O-K* “Bapak makan rendang di warung?”



Gambar 7. Silang Nada Kalimat Interogatif Pola S-P-O-K

Kontur nada pada Gambar 7 direpresentasikan melalui 10 titik, di mana titik awal merupakan nada dasar, sementara titik akhir kalimat merupakan nada final. Kontur nada berwarna hitam merupakan hasil silang nada dari suara laki-laki ke dalam *pitch point* suara perempuan. Sementara kontur nada berwarna merah merupakan hasil silang nada dari suara perempuan ke dalam *pitch point* suara laki-laki. Berdasarkan hasil silang nada tersebut, suara penutur laki-laki yang disubstitusikan ke dalam *pitch point* suara perempuan tidak mengalami perubahan yang menyerupai suara perempuan, hanya saja intonasi dan karakter suaranya lebih tinggi, sehingga hanya berubah suara dari penutur dewasa menjadi suara anak-anak. Karakteristik dari suara laki-laki masih dapat

dikenali, artinya tidak ada perubahan jenis suara secara signifikan. Sementara pada hasil silang nada penutur perempuan ke dalam *pitch point* penutur laki-laki mengalami perubahan pada tataran jenis suara. Pada awalnya merupakan suara penutur perempuan dewasa, ketika disubstitusikan berubah menyerupai suara laki-laki dewasa. Perubahan tersebut diakibatkan oleh adanya penurunan nilai f_0 pada *pitch point*. Sebagai dasar acuan, berikut merupakan perubahan nilai frekuensi fundamental penutur perempuan pada pola S-P-O-K.

Tabel 5
Nilai f_0 P dan f_0 Manipulasi Penutur Perempuan pada Kalimat Interogatif Pola S-P-O-K
Int S-P-O-K

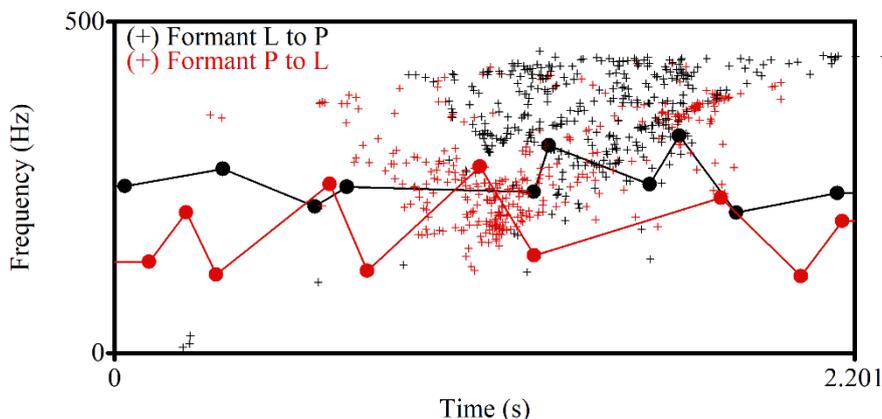
| <i>Pitch Point</i> | f_0 P (Hz) | f_0 Mnp (Hz) | f_0 P- f_0 Mnp (Hz) |
|--------------------|--------------|----------------|-------------------------|
| 1 | 266.3685 | 128.4807 | 137.8878 |
| 2 | 233.1877 | 204.6803 | 28.5074 |
| 3 | 306.1725 | 102.6481 | 203.5245 |
| 4 | 300.1941 | 171.0725 | 129.1217 |
| 5 | 255.3572 | 169.0453 | 86.3119 |
| 6 | 338.2450 | 270.3877 | 67.8573 |
| 7 | 178.4720 | 215.0436 | -36.5716 |
| 8 | 263.5756 | 90.9575 | 172.6181 |
| 9 | 186.8535 | 220.4994 | -33.6459 |
| 10 | 218.8504 | 75.4896 | 143.3608 |

Berdasarkan hasil perhitungan nilai frekuensi fundamental pada Tabel 5, tuturan asli penutur perempuan (f_0 P) lebih bermelodis, hal ini direpresentasikan melalui distribusi nilai f_0 pada setiap *pitch point* yang lebih tinggi dibandingkan penutur laki-laki. Pada dasarnya, suara perempuan lebih memiliki ciri khas, dilihat dari komponen frekuensi yang menyebabkan intonasi penutur perempuan lebih bermelodis atau berprestij (Doukhan et al., 2011; Hayward, 2000; Omar et al., 2016). Perubahan jenis suara pada silang nada tersebut direpresentasikan melalui penurunan jumlah f_0 pada titik ke-1,2,3,4,5,6,8, dan 10. Rata-rata penurunan pada kedelapan titik tersebut berada pada interval 28 Hz-203 Hz, atau jika dirata-rata sebesar 121,1487 Hz. Tingginya penurunan nilai f_0 tersebut mengakibatkan karakter intonasi dan jenis suara menjadi lebih tebal, sehingga menyerupai suara laki-laki.

Lebih lanjut, rata-rata nilai f_0 P pada Tabel 5 sebesar 254,7277 Hz, setelah disubstitusikan ke dalam *pitch point* penutur laki-laki turun menjadi 164,8305 Hz (f_0 Mnp). Pranoto (2018) mengklasifikasikan bahwa rata-rata nilai frekuensi pada penutur laki-laki sebesar 129 Hz, sementara pada penutur perempuan sebesar 200 Hz. Pada dasarnya frekuensi pada penutur perempuan secara umum lebih tinggi dibandingkan dengan penutur laki-laki, yaitu sebesar 300 Hz (Ladefoged, 2003; Ladefoged & Johnson, 2015). Lebih lanjut, pada penutur bahasa Inggris, frekuensi laki-laki berada pada interval 150 Hz-300 Hz, sementara pada penutur perempuan berada pada interval 200 Hz-450 Hz (Shue et al., 2011). Hasil perhitungan rata-rata dalam penelitian ini masih tergolong pada *range* yang diklasifikasikan Shue et al. (2011). Souza et al. (2020) mengklasifikasikan frekuensi fundamental penutur perempuan yang direpresentasikan dengan parameter formant maksimum yaitu 5.500 Hz. Merujuk pada formant kalimat interogatif pola S-P-O-K sebesar: F1= 411.4722 Hz; F2=1918.4286; F3=3275.2626; F4=4032.8474; F5= 4274.3222 Hz. Secara keseluruhan hasil perhitungan nilai frekuensi baik secara perhitungan f_0 maupun melalui formant selaras dengan pernyataan Shue et al. (2011) dan Souza et al. (2020) yang menyatakan bahwa, frekuensi penutur perempuan berada pada interval 200 Hz-450 Hz dan pada tingkatan formant batas maksimumnya yaitu 5.500 Hz.



(6) *Int Apa-S-P-O-K* “*Apa bapak makan rendang di warung?*”



Gambar 8. Silang Nada Kalimat Interogatif Pola Apa-S-P-O-K

Gambar 8 merupakan hasil silang nada antara kontur *L to P* (hitam) dan kontur *P to L* (merah) yang menghasilkan perubahan suara pada kontur *P to L*. Suara penutur laki-laki yang disubstitusikan ke dalam suara perempuan tidak merubah jenis suara secara signifikan. Artinya, suara tersebut masih dapat dikenali sebagai suara penutur laki-laki. Adapun hal yang berubah mengarah pada besar-kecilnya suara, suara asli laki-laki dewasa yang dimanipulasikan berdasarkan *pitch point* kontur perempuan, berubah menyerupai suara anak laki-laki. Sementara suara perempuan yang dimanipulasikan ke dalam *pitch point* laki-laki mengalami perubahan menyerupai suara laki-laki dewasa. Perubahan tersebut diakibatkan oleh penurunan nilai f_0 pada setiap *pitch point* kalimat interogatif pola Apa-S-P-O-K.

Tabel 6
 Nilai f_0 P dan f_0 Manipulasi Penutur Perempuan pada Kalimat Interogatif Pola Apa-S-P-O-K
 Int Apa- S-P-O-K

| <i>Pitch Point</i> | f_0 P (Hz) | f_0 Mnp (Hz) | f_0 P- f_0 Mnp (Hz) |
|--------------------|--------------|----------------|-------------------------|
| 1 | 253.5981 | 137.7235 | 115.8746 |
| 2 | 279.3007 | 212.3873 | 66.9135 |
| 3 | 224.6226 | 118.5402 | 106.0823 |
| 4 | 259.9223 | 255.0262 | 4.8961 |
| 5 | 254.6675 | 124.1046 | 130.5629 |
| 6 | 312.2900 | 281.2813 | 31.0087 |
| 7 | 259.9780 | 147.3675 | 112.6105 |
| 8 | 328.9108 | 234.2527 | 94.6581 |
| 9 | 210.5833 | 115.9947 | 94.5886 |
| 10 | 257.8661 | 199.3514 | 58.5146 |

Berdasarkan perhitungan frekuensi fundamental pada Tabel 6, nilai f_0 pada setiap *pitch point* mengalami penurunan pada interval 4 Hz-130 Hz atau jika dirata-rata sebesar 81,5710 Hz. Penurunan tersebut dihitung berdasarkan selisih antara suara asli (f_0 P) dengan suara hasil manipulasi (f_0 Mnp). Secara keseluruhan, rata-rata nilai f_0 pada penutur perempuan sebesar 264,1739 Hz. Setelah dilakukan proses substitusi pada setiap *pitch point*, rata-rata f_0 berubah menjadi 182,6029 Hz. Lebih lanjut, Ladefoged (2003:108) menyatakan bahwa, frekuensi pada penutur perempuan kurang lebih 300 Hz. Clark dan Yallop dikutip dari Irawan (2017:87) menyatakan bahwa, frekuensi fundamental pada penutur perempuan mencapai 200 Hz-500 Hz. Perbedaan interval nilai f_0 tersebut disebabkan karena perbedaan bahasa pada setiap penutur dan pola kalimat yang digunakan. Selanjutnya, Wulandari et al. (2018) menguraikan bahwa, identifikasi suara laki-laki dan suara perempuan dapat dengan mudah dikenali dengan menggunakan bantuan aplikasi berbasis

dektop. Pemrosesan suara dilakukan dengan menerapkan proses autokorelasi terhadap hasil normalisasi. Autokorelasi dalam penelitian tersebut direpresentasikan melalui algoritma estimasi *pitch* pada domain frekuensi. Fungsi autokorelasi dapat digunakan apabila sinyal yang diautokorelasikan mempunyai batasan waktu tertentu. Penelitian tersebut merupakan dasar mengenai cara melakukan identifikasi suara berdasarkan jenis kelamin.

Klasifikasi suara laki-laki dan suara perempuan berdasarkan hasil silang nada pada pola Apa-S-P-O-K menunjukkan bahwa setiap satuan f_0 dapat merepresentasikan suara berdasarkan jenis kelaminnya. Berbeda dengan penelitian yang dilakukan Wulandari et al. (2018) yang memfokuskan pada proses klustering menggunakan algoritma estimasi *pitch*. Estimasi yang dilakukan hanya menggunakan batas minimum dan batas maksimum frekuensi berdasarkan estimasi referensi yang digunakan tanpa melakukan proses *cross tone*. Proses silang nada dalam penelitian ini menunjukkan bahwa penentuan estimasi frekuensi suara laki-laki dan suara perempuan tidak cukup dengan menentukan batas minimum dan batas maksimum frekuensi. Hal lain yang harus diperhatikan dalam menentukan klustering frekuensi suara laki-laki dan suara perempuan adalah letak *pitch point* dan intensitas dari setiap titik.

Berdasarkan proses silang nada pada kalimat interogatif pola S-P, Apa-S-P, S-P-O, Apa-S-P-O, S-P-O-K, dan Apa-S-P-O-K, menghasilkan perubahan jenis suara pada substitusi kontur nada perempuan ke dalam *pitch point* kontur laki-laki. Perubahan tersebut secara konsisten bermula dari suara penutur perempuan dewasa menjadi suara penutur laki-laki dewasa. Sementara pada penutur laki-laki mengalami perubahan pada tingkat karakteristik besar-kecilnya suara yang semula merupakan suara penutur laki-laki dewasa berubah menyerupai suara anak laki-laki. Secara keseluruhan, hasil silang nada pada suara laki-laki tidak mengalami perubahan yang cukup signifikan dan secara auditoris dapat dengan mudah dikenali sebagai suara laki-laki.

Selanjutnya, nilai f_0 pada setiap *pitch point* ND (nada dasar), NF (nada final), f_0 Maks (frekuensi maksimum), f_0 Min (frekuensi minimum), dan JN (julat nada) dilakukan uji statistika tepatnya untuk mengetahui nilai signifikansi dari setiap titik. Adapun uji yang dilakukan adalah *Independent Sample T-Test* dengan variabel gender yang meliputi: laki-laki dan perempuan. Nilai signifikansi dari setiap *pitch point* akan merepresentasikan ada tidaknya perbedaan nilai frekuensi pada audio asli dan audio hasil manipulasi (*Cross Tone*). Hipotesis yang digunakan yaitu: 1) H_0 : Tidak ada perbedaan frekuensi fundamental kalimat interogatif pada penutur laki-laki dan penutur perempuan; 2) H_1 : Terdapat perbedaan frekuensi fundamental kalimat interogatif pada penutur laki-laki dan penutur perempuan. Jika nilai signifikansi kurang dari 0,05, maka H_0 ditolak dan H_1 diterima. Sebaliknya, jika nilai signifikansi lebih dari 0,05, maka H_0 diterima dan H_1 ditolak. Berikut merupakan nilai f_0 pada titik ND, NF, f_0 Maks, f_0 Min, dan JN kalimat interogatif pola S-P, Apa-S-P, S-P-O, Apa-S-P-O, S-P-O-K, dan Apa-S-P-O-K.



Tabel 7
 Uji Signifikansi f_0 P dan f_0 Mnp Kalimat Interogatif

| Pola INT | Gender | Pitch(Hz) | | | | | | |
|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|----------|
| | | ND | NF | f_0 Maks | f_0 Min | JN | | |
| f_0 P | S-P | 1 | 108.1112 | 172.3167 | 267.7359 | 86.1046 | 181.6313 | |
| | | 2 | 227.9025 | 234.5686 | 301.8484 | 190.9613 | 110.8872 | |
| | Apa-S-P | 1 | 157.1636 | 164.0515 | 186.72666 | 83.66904 | 103.0576 | |
| | | 2 | 244.8345 | 273.3899 | 339.54424 | 177.335 | 162.2092 | |
| | S-P-O | 1 | 116.7981 | 146.0926 | 184.92181 | 96.8698 | 88.0520 | |
| | | 2 | 219.4687 | 219.2634 | 297.61999 | 152.6978 | 144.9222 | |
| | Apa-S-P-O | 1 | 173.9369 | 165.9317 | 216.30024 | 106.7551 | 109.5452 | |
| | | 2 | 243.0315 | 341.6063 | 341.60635 | 189.4904 | 152.1160 | |
| | S-P-O-K | 1 | 128.4845 | 76.98723 | 269.50309 | 76.98723 | 192.5159 | |
| | | 2 | 266.3685 | 218.8504 | 338.24499 | 178.472 | 159.7730 | |
| | Apa-S-P-O-K | 1 | 139.1625 | 199.0676 | 253.60166 | 115.9136 | 137.6880 | |
| | | 2 | 253.5981 | 257.8661 | 328.91083 | 210.5833 | 118.3275 | |
| | | Sig. | 0.320 | 0.764 | 0.017 | 0.776 | 0.080 | |
| | f_0 Mnp | S-P | 1 | 224.3208 | 195.9349 | 300.8717 | 157.2855 | 143.5862 |
| | | | 2 | 107.8699 | 183.0834 | 268.4578 | 85.4580 | 182.9997 |
| | | Apa-S-P | 1 | 232.1850 | 272.6869 | 338.4805 | 177.9372 | 160.5432 |
| 2 | | | 157.9465 | 164.5353 | 204.3885 | 83.3866 | 121.0019 | |
| S-P-O | | 1 | 224.1816 | 221.1140 | 296.8789 | 152.9321 | 143.9468 | |
| | | 2 | 116.4981 | 147.1840 | 185.9978 | 97.2557 | 88.7421 | |
| Apa-S-P-O | | 1 | 243.0743 | 342.4526 | 342.4526 | 188.8654 | 153.5872 | |
| | | 2 | 176.1145 | 166.5926 | 217.1011 | 106.7647 | 110.3364 | |
| S-P-O-K | | 1 | 264.9086 | 210.3239 | 334.0478 | 176.7907 | 157.2571 | |
| | | 2 | 128.4807 | 75.4896 | 270.3877 | 75.4896 | 194.8981 | |
| Apa-S-P-O-K | | 1 | 251.8031 | 241.3643 | 328.0150 | 211.8945 | 116.1205 | |
| | | 2 | 137.7235 | 199.3514 | 281.2813 | 115.9947 | 165.2866 | |
| | | Sig. | 0.325 | 0.558 | 0.006 | 0.676 | 0.005 | |

Angka 1 pada kolom Gender merupakan nilai f_0 milik penutur laki-laki, sementara kode 2 digunakan untuk merepresentasikan f_0 penutur perempuan. Hasil uji signifikansi pada f_0 P menunjukkan bahwa f_0 Maks memiliki nilai signifikansi kurang dari 0,05, maka H_0 ditolak dan H_1 diterima. Artinya, terdapat perbedaan frekuensi fundamental maksimum antara penutur laki-laki dengan penutur perempuan. Selanjutnya, pada uji signifikansi f_0 Mnp nilai pada titik f_0 Maks dan JN sebesar 0,006 dan 0,005. Hasil tersebut menunjukkan bahwa nilai signifikansi kurang dari 0,05 ($P < 0,05$), sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima. Perbandingan uji signifikansi pada data f_0 P dan f_0 Mnp secara konsisten memiliki perbedaan secara signifikan pada titik f_0 Maks. Rata-rata tertinggi f_0 Maks terletak pada penutur perempuan, sehingga pada hasil silang nada (f_0 Mnp) berubah pada penutur 1, hal tersebut terjadi dikarenakan adanya proses silang nada dari kontur nada perempuan ke dalam *pitch point* kontur laki-laki. Pada dasarnya, kontur nada khususnya pada komponen frekuensi antara penutur laki-laki dengan penutur perempuan memiliki batas minimum dan batas maksimum yang berbeda-beda, sehingga menghasilkan rata-rata frekuensi yang beragam (Irawan, 2017; Ladefoged, 2003; Pranoto, 2018; Souza et al., 2020; Wulandari et al., 2018; Yustanto et al., 2016).

Perbedaan tingginya nilai frekuensi fundamental pada penutur perempuan ini selaras dengan pernyataan Souza et al. (2020) dan Omar et al. (2016) yang menguraikan bahwa perempuan lebih memiliki nada yang bersistematik dan berprestij yang dicirikan dengan tingginya nilai frekuensi pada beberapa titik nada. Merujuk pada deskripsi tersebut, penelitian ini lebih memfokuskan pada hasil perhitungan frekuensi fundamental yang berasal dari perbandingan audio asli dan audio hasil manipulasi *pitch point* antar gender. Hasil dalam penelitian ini menunjukkan bahwa suara perempuan lebih bermelodis dengan memiliki nilai f_0 yang lebih tinggi dibandingkan penutur laki-laki. Kontur

nada perempuan yang bermelodis tersebut dapat berubah jika nilai frekuensi fundamental diturunkan pada interval 4 Hz-216 Hz pada setiap *pitch point*. Penurunan nilai f_0 tersebut disesuaikan dengan kontur nada pembandingnya, dalam hal ini yaitu kontur nada penutur laki-laki.

SIMPULAN

Berdasarkan analisis silang nada (*Cross Tone*) kalimat interogatif, dimensi gender pada proses substitusi *pitch point* memiliki tingkat kekonsistenan yang berbeda antara penutur laki-laki dengan penutur perempuan. Kontur nada penutur laki-laki yang disilangkan ke dalam *pitch point* penutur perempuan tidak mengalami perubahan jenis suara secara signifikan, hanya berubah pada perbedaan suara berdasarkan tingkat usia. Merujuk pada hasil tersebut, suara laki-laki masih dapat dikenali dengan jelas dan masih mempertahankan identitas akustiknya. Sementara, pada silang nada kontur perempuan ke dalam *pitch point* penutur laki-laki mengalami perubahan pada tingkat jenis suara. Suara awal yang merupakan penutur perempuan dapat berubah menyerupai suara laki-laki. Perubahan tersebut diakibatkan oleh penurunan nilai frekuensi fundamental pada setiap *pitch point* dengan interval 4 Hz-216 Hz atau jika dirata-rata mencapai 102,6119 Hz pada jumlah keseluruhan *pitch point* setiap kalimatnya.

Penelitian silang nada (*Cross Tone*) ini merupakan eksperimen dari kajian fonetik akustik yang terbatas pada tataran kalimat interogatif bahasa Indonesia, sehingga masih perlu dikaji lebih dalam lagi pada modus kalimat dan bahasa lainnya. Lebih lanjut, komponen akustik yang disilangkan dalam penelitian ini merujuk pada nilai frekuensi fundamental yang disederhanakan pada *pitch* 2 semiton pada variabel jenis kelamin. Adapun penelitian lanjutan dapat mengarah pada komponen akustik lainnya seperti intensitas dengan pembanding variabel B1, tingkat usia, atau variabel pada faktor sosial lainnya. Penelitian ini diharapkan mampu memberi kontribusi pada kajian fonologi, tepatnya pada fonetik akustik serta dapat dijadikan sebagai referensi bagi peneliti selanjutnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mendedikasikan penelitian ini kepada forum peneliti di program studi S1 Pendidikan Bahasa dan Sastra Indonesia, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Muhammadiyah Jember dan forum peneliti bahasa di Program Studi S2 Ilmu Linguistik, Fakultas Ilmu Budaya, Universitas Sebelas Maret Surakarta yang telah mendukung dan berkontribusi dalam menyelesaikan penelitian ini. Selanjutnya, peneliti juga mengucapkan terima kasih kepada semua pihak program sarjana PBSI Unmuh Jember dan program magister Ilmu Linguistik FIB UNS yang mendukung terlaksananya penelitian ini dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Boersma, P. (2018). *Phonetic sciences*. Amsterdam: University of Amtersdam.
- Boersma, P., Benders, T., & Seinhorst, K. (2020). Neural network models for phonology and phonetics. *Journal of Language Modelling*, 8(1), 103–177. <https://doi.org/10.15398/JLM.V8I1.224>
- Boersma, P., & van Heuven, V. (2001). Speak and unspeak with praat. *Glott International*, 5(9), 341–347. https://www.fon.hum.uva.nl/paul/papers/speakUnspeakPraat_glott2001.pdf
- Chladkova, K., Boersma, P., & Benders, T. (2015). The perceptual basis of the feature vowel height. *Proceedings of the 18th International Congress of Phonetic Sciences*, 711:1-5. Retrieved from <https://www.internationalphoneticassociation.org/content/icphs>
- Doukhan, D., Rilliard, A., Rosset, S., Adda-Decker, M., & D'Alessandro, C. (2011). Prosodic analysis of a corpus of tales. *Proceedings of the Annual Conference of the International Speech Communication Association, INTERSPEECH, August*, 3129–3132. Retrieved from <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01135146>
- Gunawan, F., & Yustanto, H. (2019). Sistem prosodi suara mahasiswa multietnis di Surakarta. *Ranah:*



- Jurnal Kajian Bahasa*, 8(2), 143–163. <https://doi.org/10.26499/rnh.v8i2.1123>
- Hawthorne, K., & Fischer, S. (2020). Speech-language pathologists and prosody: Clinical practices and barriers. *Journal of Communication Disorders*, 87(May), 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.jcomdis.2020.106024>
- Hayward, K. (2000). *Experimental phonetics*. New York: Routledge.
- Heuven, V. J. Van, & Zanten, E. Van. (2007). *Prosody in Indonesian Languages*. Netherlands: Landelijke Onderzoekschool Taalwetenschap.
- Ibrahim, I., Ruslan, R., Asnur, M. N. A., Sabata, Y. N., & Kahar, M. S. (2019). Faktor sosial yang berpengaruh terhadap pergeseran Bahasa Lowa. *Kembara: Jurnal Keilmuan Bahasa, Sastra, dan Pengajarannya*, 5(2), 208–218. <https://doi.org/10.22219/kembara.vol5.no2.208-218>
- Irawan, Y. (2017). *Fonetik akustik*. Bandung: Angkasa.
- Irawan, Y., & Dinakaramani, A. (2019). *Prosodi: fonetik & fonologi Bahasa*. Bandung: Alfabeta.
- Izzah, N. (2018). Klastering suara laki-laki dan perempuan menggunakan algoritma k-means berdasarkan hasil ekstraksi FFT (Fast Fourier Transform). *Soulmath: Jurnal Edukasi Pendidikan Matematika*, 6(1), 47–58. <https://doi.org/10.25139/sm.v6i1.790>
- Ladefoged, P. (2003). *Phonetic data analysis: an introduction to fieldwork and instrumental techniques*. Oxford: Blackwell.
- Ladefoged, P., & Disner, S. F. (2012). *Vowels and consonants: third edition*. Oxford: Blackwell.
- Ladefoged, P., & Johnson, K. (2015). *A course in phonetics: seventh edition*. Stamford: Cengage Learning.
- Marsono. (2018). *Fonetik*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Mertens, P. (2004). The prosogram: semi-automatic transcription of prosody based on a tonal perception model. *Proceedings of the 2nd International Conference on Speech Prosody*, 549--552. Retrieved from http://www.isca-speech.org/archive_open/sp2004/sp04_549.pdf
- Mertens, P., Simon, A. C. (2013). Towards automatic detection of prosodic boundaries in spoken French. *Proceedings Prosody-Discourse Interface 2013, IDP2013, Leuven, September 11-13., 2013*, 81–87. Retrieved from <https://kuleuven.limo.libis.be/>
- Muslich, M. (2014). *Fonologi Bahasa Indonesia: tinjauan deskriptif sistem bunyi Bahasa Indonesia*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Omar, M. S., Rahmat, A., & Yussof, Y. M. (2016). Ujaran penutur perempuan lebih berprestij dan bersistematik? satu penelitian melalui perspektif fonetik akustik. *Jurnal Linguistik*, 20(2), 13–25. Retrieved from <https://plm.org.my/ejurnal/index.php/jurnallinguistik/article/view/9>
- Origlia, A., Abete, G., & Cutugno, F. (2013). A dynamic tonal perception model for optimal pitch stylization. *Computer Speech and Language*, 27(1), 190–208. <https://doi.org/10.1016/j.csl.2012.04.003>
- Parnawi, A. (2021). *Psikologi perkembangan*. Sleman: Deepublish.
- Pranoto, M. S. (2018). Analisis frekuensi, durasi dan intensitas suara laki-laki dan perempuan jawa menggunakan perangkat lunak praat. *Lingua*, 14(2), 190–199. Retrieved from <https://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/lingua/article/view/15237>
- Reddy, V. R., & Rao, K. S. (2016). Prosody modeling for syllable based text-to-speech synthesis using feedforward neural networks. *Neurocomputing*, 171, 1323–1334. <https://doi.org/10.1016/j.neucom.2015.07.053>
- Rois, H. (2020). Digitalisasi tuturan psikogenik latak (kajian fonetik akustik). *Belajar Bahasa: Jurnal Ilmiah Program Studi Pendidikan Bahasa dan Sastra Indonesia*, 5(1), 39–50. <https://doi.org/10.32528/bb.v5i1.2863>
- Rois, H. (2021). Prosogram: kolaborasi dan otomatisasi prosodi pada Penutur Pandhalungan. *Prosiding Seminar Nasional Linguistik dan Sastra (Semantiks)*, 450–460. Retrieved from <https://jurnal.uns.ac.id/prosidingsemantiks/article/view/53052>
- Rois, H., Arrum, R. S., Putri, J. J. D., & Sumarlam. (2021). Struktur kalimat interogatif bahasa Jawa pada film “ Tilik ” karya Wahyu Agung Prasetyo: Analisis X-Bar bergabung dan peran daripada frasa tersebut . Lebih jelas , kedua penelitian tersebut memperkuat bahwa

- dikatakan bahwa setiap kontruksi merepresentasi. *Kembara: Jurnal Keilmuan Bahasa, Sastra, dan Pengajarannya*, 7(1), 53–70. <https://doi.org/10.22219/kembara.v7i1.15935>
- Rois, H., Yustanto, H., & Wibowo, A. H. (2022). Silaba tonis dalam Intonasi Bahasa Indonesia pada Penutur Pandhalungan. *Kembara: Jurnal Keilmuan Bahasa, Sastra, dan Pengajarannya*, 8(1), 111–130. <https://doi.org/10.22219/kembara.v8i1.20200>
- Shue, Y.-L., Keating, P., Vicens, C., & Yu, K. (2011). Voicesauce: a program for voice analysis. *proceeding of the 17th international congress of phonetic sciences*, 1846–1849. Retrieved from <https://www.internationalphoneticassociation.org/icphs-proceedings/ICPhS2011/index.htm>
- Sidauruk, J., & Jimmi. (2017). Intonasi pemarkah ketaksaan (kajian fonetik). *Konferensi Nasional Ilmu Sosial & Teknologi (KNiST), January 2017*, 54–62. Retrieved from <https://seminar.bsi.ac.id/knist/index.php/UnivBSI/article/view/29>
- Souza, G. V. S. de, Duarte, J. M. T., Viegas, F., Simões-Zenari, M., & Nemr, K. (2020). An acoustic examination of pitch variation in soprano singing. *Journal of Voice*, 34(4), 648.e41-648.e49. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2018.12.007>
- Suryani, Y., & Darmayanti, N. (2012). Kemahiran Berbahasa Indonesia penutur Korea: kajian prosodi dengan pendekatan fonetik the skill of korean speakers in Indonesian Language: Prosody Study Using an Experimental Phonetics Approach. *Sigma-Mu*, 4(2), 52–63. <https://doi.org/10.35313/sigmamu.v4i2.872>
- Wulandari, M., Chaelvin, & Putri, C. (2018). Penggunaan autokorelasi untuk klasifikasi suara perempuan dan suara laki-laki dewasa. *Seminar Nasional Mesin dan Industri (SNMI XII) 2018 Riset, April*, 267–270. Retrieved from <http://repository.untar.ac.id/12227/>
- Yustanto, H., Djatmika, & Sugiyono. (2016). Durasi dan frekuensi kalimat Bahasa Jawa Kodya Yogyakarta. *International Seminar Prasasti III*, 374–385. Retrieved from <https://jurnal.uns.ac.id/prosidingprasasti/article/view/1542>
- Yustanto, H., & Widyastuti, C. S. (2018). Intensitas (kelantangan) tuturan laki-laki dan perempuan dalam Bahasa Jawa. *Pertemuan Ilmiah Bahasa dan Sastra Indonesia (PIBSI) XL*, 683, 683–692. Retrieved from <https://proceeding.unikal.ac.id/index.php/pibsi40/article/view/88>