

## ANALISIS AKUSTIK PRODUKSI BUNYI VOKAL PADA ANAK PENYANDANG DOWN SYNDROME DI SLB

**Tri Wahyu Retno Ningsih**

Universitas Gunadarma

twahyurn@gmail.com

### ABSTRAK

Anak-anak dengan Down Syndrome (DS) diidentifikasi mempunyai keterlambatan perkembangan kebahasaan. Gangguan perkembangan bahasa ditemukan pada gangguan untuk memproduksi bunyi segmental dan suprasegmental. Gangguan pada unsur suprasegmental ditemukan pada produksi bunyi vokal dan bunyi konsonan yang berhubungan dengan perkembangan fonologisnya. Bentuk fisiologis yang khas, yaitu saluran vokal yang lebih kecil dengan ukuran lidah atau bentuk palatal lunak mempengaruhi kemampuan mereka untuk memproduksi ujaran. Hipotonia otot juga menurunkan kualitas karakteristik spektral suara dan kualitas artikulasi. Gangguan dalam memproduksi bunyi ujaran tersebut mempengaruhi produksi frekuensi, energi, dan tempo ujaran pada saat mereka berbicara. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kualitas dan karakteristik akustik bunyi vokal yang dihasilkan oleh anak-anak dengan Down Syndrome. Metode penelitian yang digunakan adalah metode penelitian fonetik eksperimental menggunakan kerangka kajian fonetik akustik. Perangkat lunak yang digunakan untuk menganalisis data akustik adalah perangkat lunak PRAAT (Boersma dan Weenink, 2010). Fitur akustik yang diukur adalah durasi, nilai  $F_0$ , dan nilai forman. Perangkat lunak ini digunakan untuk mengukur nilai forman pada masing-masing sumber bunyi vokal. Sumber data penelitian adalah anak dengan Down Syndrome berusia 9 dan 10 tahun. Anak dengan Down Syndrome yang diteliti merupakan siswa dari SLB di Kota Depok. Alat penelitian yang digunakan adalah alat peraga berupa kartu baca, kamera, alat perekam, dan video. Kartu baca digunakan sebagai alat stimulasi sebelum proses perekaman dan saat perekaman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa posisi lidah pada anak dengan Down Syndrome tidak tepat dalam memproduksi bunyi vokal. Bunyi vokal yang dihasilkan oleh anak DS cenderung lemah dan bunyi yang dihasilkan sulit didengar. Bunyi vokal [o] diproduksi rendah, sementara itu pada tabel vokal bahasa Indonesia, bunyi vokal [o] diproduksi di posisi madya. Bunyi [i] juga diproduksi di posisi lidah bagian bawah, padahal seharusnya diproduksi di vokal atas. Meskipun hasil analisis data akustik menunjukkan bahwa anak Down Syndrome belum dapat memproduksi bunyi vokal pada posisi yang tepat, namun anak-anak tersebut mampu memproduksi semua bunyi vokal, yaitu bunyi vokal [a], [i], [u], [e], [o].

**Kata kunci:** Down Syndrome, analisis akustik, analisis forman, produksi bunyi vokal

### ABSTRACT

Children with Down Syndrome (DS) are identified as having delayed language development. Language development disorders are found in the disorder to produce segmental and suprasegmental features. Impairments in suprasegmental features are found in the production of vowel sounds and consonant sounds associated with their phonological development. Distinctive physiological features, namely smaller vocal tracts with tongue size or soft palatal shape affect their ability to produce speech. Muscle hypotonia also decreases the quality of the spectral characteristics of the voice and the quality of articulation. The impairment in producing speech sounds affects the production of frequency, energy, and tempo of speech when they speak. This study aims to analyze the quality and acoustic characteristics of vocal sounds produced by children with Down Syndrome. The research method used is an experimental phonetic research method using an acoustic phonetic study framework. The software used to analyze acoustic data is PRAAT software (Boersma and Weenink, 2010). The acoustic features measured were duration,  $F_0$  value, and formant value. The software was used to measure the formant value of each vowel sound source. The source of research data is children with Down Syndrome aged 9 and 10 years. Children with Down Syndrome who were studied were students from SLB in Depok City. The research tools used are props in the form of reading cards, cameras, recording devices, and videos. Reading cards are used as a stimulation tool before the recording process and during recording. The results of the study show that the position of the tongue in children with Down Syndrome is not clear in producing vowel sounds. The vocal sounds produced by DS children tend to be weak and the sounds produced are difficult to hear. The vowel sound [o] is produced low, while in the Indonesian vowel table, the vowel sound [o] is produced in the intermediate position. The sound [i] is also produced in the lower tongue position, when it should be produced in the upper vowel. Although the results of the analysis of acoustic data show that children with Down Syndrome are not able to produce vowel sounds in the right position, the children are able to produce all vowel sounds, namely vowel sounds [a], [i], [u], [e], [o].

**Keywords:** Down Syndrome, acoustic analysis, formant analysis, vocal production

## PENDAHULUAN

Gangguan bicara dan bahasa sering terjadi pada anak-anak. Gangguan bicara merupakan kategori hambatan perkembangan terbesar setelah kategori ketidakmampuan belajar. Beberapa kasus menyebutkan bahwa anak yang menderita gangguan bicara dan tidak mendapatkan stimulasi sejak dini akan mengalami kesulitan yang lebih besar pada pendidikan dasar. Anak-anak penyandang *Down Syndrome* memiliki lingkaran otak yang lebih kecil dari normal karena otak tidak berkembang dengan baik (mikrosefali), dengan volume hipokamus, korteks prefrontal, dan otak kecil sangat rendah. Nadel (2003) menjelaskan bahwa anak-anak tersebut mempunyai gangguan dan disfungsi hippocampus. Sindrom ini ditemukan oleh Jphn Langdon pada tahun 1866 (Genes, 2005).

Pada umumnya penyandang *Down Syndrome* ditandai oleh adanya retardasi pertumbuhan, keterbelakangan mental, dan karakter unik pada fisiknya. Pernyataan ini ditemukan dalam CDC (2006), yang menjelaskan bahwa penanda paling umum penyandang *Down Syndrome* adalah keterbelakangan mental yang terjadi pada sekitar 1 dari 700 bayi yang lahir. Sekitar 98% kasus *Down Syndrome* disebabkan oleh Trisomi 21. Down syndrome merupakan suatu kondisi keterbelakangan fisik dan mental anak yang diakibatkan oleh abnormalitas perkembangan kromosom (Heyn dan Perlstein, 2012). Kelahiran anak *Down Syndrome* terjadi pada 1 dari 650 kelahiran (Larroci, 2006).

Salah satu gangguan yang disandang oleh anak *Down Syndrome* adalah gangguan berbicara. Meskipun bervariasi, keterlambatan bahasa dialami oleh anak-anak ini sesuai dengan karakteristik masing-masing anak. Gangguan bicara pada penyandang *Down Syndrome* dikaitkan dengan keterlambatan untuk mengembangkan kemampuan dan berpikir yang merupakan kemampuan penting selama perkembangan anak-anak. Perkembangan bahasa pada anak-anak *Down Syndrome* ini menunjukkan bahwa keterlambatan yang paling signifikan terutama dalam ekspresi verbal.

Anak-anak dengan *Down Syndrome* juga mengalami keterlambatan dalam perilaku nonverbal, penggunaan kontak mata, gerakan-gerakan untuk rutinitas. Gangguan bahasa juga ditemukan pada anak-anak tersebut, termasuk gangguan kognitif, gangguan memori jangka pendek, gangguan kualitas interaksi ibu dan anak, keterlambatan perkembangan, gangguan neurologis, gangguan pendengaran dan sistem visual. Akibatnya, terjadi perubahan dari segi bahasa, mulai dari aspek fonologis, semantik, hingga sintaksis terganggu perkembangannya. Pada beberapa anak dengan *Down Syndrome*, komunikasi non-verbal atau bahasa isyarat digunakan selama periode pemerolehan bahasa lisan. Mereka menyesuaikan berbagai gerakan dengan lingkungan agar orang lain mengerti apa yang diinginkan.

Menurut Stoel-Gammon (2001) gangguan bahasa pada anak-anak *Down Syndrome* adalah gangguan fonologis atau sistem bahasa, seperti pengurangan *cluster*, penghapusan konsonan terakhir, stop, *prevocalic voice*, *gliding*, vokalisasi, dan *final consonant devoicing*. Gangguan berbicara tersebut, terdeteksi dari tingkat ringan sampai parah. Sementara itu, Rupela dan Manjula (2007) menemukan bahwa anak-anak *Down Syndrome* hanya mampu menggunakan pola fonotaktik sederhana. Ujaran anak-anak *Down Syndrome* tersebut seringkali menghilangkan atribut-atribut bunyi vokal atau bunyi konsonan atau ditandai dengan kesalahan atipikal ujaran. Beberapa peneliti menganggap bahwa kesalahan atipikal ujaran cenderung disebabkan oleh keterlambatan dalam perkembangan sistem fonologis pada anak.

Menurut (Laws & Bishop, 2003), kemampuan bahasa ekspresif pada anak-anak dengan *Down Syndrome* lebih terganggu dibandingkan dengan keterampilan reseptif. Pada usia prasekolah dan sekolah, anak-anak tersebut menunjukkan kesalahan fonologis, seperti mengulang ujaran yang tidak bermakna. Hal ini dikaitkan dengan pemahaman bahasa yang rendah sehingga kemampuan membaca teks juga rendah. Roberts et al. (2005) menemukan bahwa perkembangan bicara pada anak-anak *Down Syndrome* usia prasekolah dan usia sekolah menunjukkan beberapa pola kesalahan dibandingkan dengan anak-anak sebaya dengan usia mental yang sama pada saat dilakukan tes memproduksi artikulasi pada kata dasar.

Produksi ujaran anak-anak dengan *Down Syndrome* sering terganggu karena terdapat perbedaan fungsi dan struktur organ alat ucap (Miller & Leddy, 1998). Perbedaan struktural pada lidah yang relatif besar dan langit-langit sempit dan melengkung tinggi, serta rongga mulut yang tidak seimbang. Menurut Misenheimer (2006), anak laki-laki dengan *Down Syndrome* menunjukkan perbedaan pada struktur bibir, lidah dan velofaring, dan kurang terampil dalam berbicara atau sulit untuk memproduksi ujaran menggunakan bibir, lidah, velofaring, dan laring. Roberts (2005) menjelaskan bahwa anak laki-laki dengan DS melakukan pengurangan cluster dan penghapusan konsonan akhir saat memproduksi kata.

McLean dan Synder (2006) meneliti kemampuan anak-anak dengan DS yang cenderung mengalami gangguan bahasa, termasuk morfologi, sintaksis, dan semantik. Pada perkembangan semantik, anak-anak tersebut cenderung mengalami hambatan menggunakan kata benda, sinonim, menggunakan kata sifat, dan sulit mengelompokkan hubungan antara objek dengan ruang dan waktu. Sunardi dan Sunaryo (2006) juga menemukan bahwa dalam berkomunikasi, anak-anak dengan *Down Syndrome*

cenderung menggunakan kalimat sederhana, pada umumnya mereka juga mengalami gangguan dalam artikulasi, kualitas suara, ritme, dan mengalami kelambatan dalam perkembangan bicara.

Hasil penelitian Oller et al (Gauri, 2007) tentang perkembangan vokal anak-anak dengan *Down Syndrome* usia 0 – 2 tahun menunjukkan bahwa perkembangan vokal (babbling) anak ini tertinggal 2 bulan dibandingkan dengan anak normal. Lynch (Gauri, 2007) menyebutkan, bahwa selain masalah babbling, mereka menunjukkan keterlambatan dalam perkembangan motorik dan memiliki hipotonus. Sementara itu, Berger & Cunningham dalam Gauri (2007) juga menjelaskan bahwa perkembangan sosial, dan komunikasi, bayi dengan *Down Syndrome* (0-18 bulan) menunjukkan keterlambatan dalam perkembangan kontak mata, serta dalam perkembangan babbling mereka.

Menurut Gauri (2007), perkembangan bahasa pada anak adalah perkembangan pra-bahasa, perkembangan vokal, dan perkembangan semantik, perkembangan fonologi, dan perkembangan tata bahasa awal. Perkembangan pra-bahasa ini dimulai dari bayi baru lahir. Jika dilihat dari periode ini maka antara bayi yang lahir normal dan bayi dengan *Down Syndrome* hampir memiliki perkembangan yang sama. Hanya saja bayi yang lahir normal lebih aktif dan menunjukkan tangisan yang lebih keras. Bellugi (Gauri, 2007) mempelajari perkembangan pra-bahasa pada *Down Syndrome* dari kelompok sindrom lain menunjukkan bahwa mereka tidak memiliki kontak mata sehingga merasa sulit untuk melakukan imitasi ujaran.

Berdasarkan penelitian sebelumnya, dapat dilihat bahwa anak-anak dengan *Down Syndrome* memiliki kemampuan memproduksi ujaran yang berbeda dengan anak-anak yang lahir normal. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis produksi ujaran pada bunyi vokal yang dihasilkan dari ujaran spontan pada anak-anak tersebut. Penelitian ini mengukur fitur-fitur ujaran atau forman berdasarkan karakteristik ujaran yang dihasilkan oleh anak-anak *Down Syndrome*. Fonetik adalah bidang ilmu yang mempelajari dan memberikan kejelasan tentang sifat, jenis, klasifikasi, pembentukan, kondisi dan fungsi suara yang dihasilkan oleh artikulatori ucapan manusia dan efek pendengarannya, dan juga sifat fisik seperti suara dalam fisika.

Penelitian fonetik akustik memperlakukan prosodi sebagai fenomena fisik yang merupakan bagian dari tindak tutur (Sugiyono, 2003). Fonetik dapat memberikan kejelasan tentang bahasa yang terdengar secara objektif. Fonetik akustik menggabungkan ilmu fisika yang memeriksa suara bahasa yang dihasilkan oleh artikulasi manusia yaitu suara. Suara ini adalah gelombang udara yang getarannya dapat ditangkap oleh indera pendengaran kita. Di laboratorium fonetik, perbedaan suara warna dari bunyi ujaran dapat ditangkap oleh perangkat spektrograf.

Untuk mengukur fitur-fitur ujaran yang diproduksi oleh anak-anak tersebut digunakan analisis fonetik eksperimental atau fonetik akustik. Menurut Verhaar (1996), fonetik akustik mengamati realitas fisik ujaran dan erat kaitannya dengan bidang kajian ilmu fisika. Fonetik merupakan cabang ilmu linguistik yang terkait dengan ujaran suara, yaitu produksi, transmisi, dan penerimaan ujaran. Menurut Fromkin dan Rodman (2001), ilmu fonetik dianggap sebagai bidang linguistik modern. Fonetik akustik merupakan kajian tentang sifat fisik suara ucapan (Crystal, 1979). Pendekatan eksperimental ini memperluas studi fonetik, dan secara bersamaan mengubah persepsi orang tentang studi fonetik. Menurut Denes dan Pinson (1963), ada tiga tingkatan yang harus dilalui oleh pesan lisan untuk memahami pendengar dalam sebuah dialog, yaitu tingkat linguistik, tingkat fisiologis, dan tingkat akustik.

Coleman (2001), dalam penelitiannya menjelaskan bahwa bunyi ujaran dihasilkan melalui dua proses, yaitu pembangkitan dan penyaringan. Proses pembangkitan suara dihasilkan melalui getaran pita suara yang terletak di laring sehingga menghasilkan suara secara periodik. Suara periodik konstan dan kemudian disaring melalui saluran vokal atau artikulator yang terdiri dari lidah, gigi, bibir, langit-langit mulut dan lain-lain sehingga menghasilkan bunyi vokal dan bunyi konsonan yang membentuk ujaran yang memiliki makna sehingga dapat dianalisis untuk pengenalan suara.

Menurut Ladefoged dan Johnson (2001), ujaran dapat dibedakan berdasarkan nada, intensitas, dan kualitas. Kualitas vokal dipengaruhi oleh perbedaan dua posisi lidah dengan mulut, baik posisi depan-belakang maupun posisi atas-bawah. Perbedaan vokal dijelaskan oleh Ladefoged dan Johnson (2001), berdasarkan *pitch* atau nada yang berhubungan dengan perbedaan vokal depan dan belakang. Suara vokal tinggi dan rendah ditentukan oleh posisi lidah, sedangkan nada suara vokal tinggi ditentukan ketika posisi lidah rendah, dan sebaliknya pada suara vokal rendah ditentukan ketika posisi lidah tinggi. Ladefoged dan Johnson (2001) menjelaskan bahwa bunyi vokal lebih baik dijelaskan dengan gambaran struktur akustik dibandingkan dengan menjelaskan efek gerakan artikular. Dalam hal ini bunyi ujaran merupakan realitas fisik, akustik, dan artikulatori sehingga dapat dikaji melalui keilmuan fonetik akustik.

Salah satu ciri anak *Down Syndrome* adalah lemah dalam memproduksi kosakata, artikulasi, dan menggunakan kata-kata terputus-putus pada saat berbicara. Gangguan yang ditemukan pada anak-anak

dengan DS tersebut menunjukkan perlunya observasi lebih lanjut menggunakan kajian fonetik akustik sehingga dapat ditemukan karakteristik ujaran yang diproduksi oleh mereka. Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pola bunyi ujaran yang berkaitan dengan kemampuan produksi ujaran yang dihasilkan oleh anak *Down Syndrome* Melalui analisis fonetik eksperimental, diasumsikan dapat ditemukan representasi bunyi ujaran yang objektif dan terukur. Informasi akustik digunakan untuk menghitung frekuensi dasar ( $F_0$ ) dan nilai formant.

## METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini adalah penelitian fonetik eksperimental. Pendekatan ini digunakan untuk melakukan persepsi ujaran dan mengidentifikasi indikator akustik pada prosodi. Pengumpulan data menggunakan metode observasi dengan mendengarkan dan mengamati tuturan subjek penelitian. Teknik dasar yang digunakan dalam penelitian ini adalah teknik perekaman diikuti dengan teknik lanjutan, observasi percakapan dan observasi nonpercakapan. Selain itu, penelitian ini menggunakan teknik persistensi validasi data.

Observasi berarti mencari interpretasi secara konsisten dalam berbagai cara dalam korelasi dengan proses analisis yang konstan atau atentif, mencari upaya, membatasi pengaruh, menemukan apa yang diperhitungkan dan mana yang tidak dapat dipertanggungjawabkan. Data dalam penelitian ini adalah semua ujaran yang diproduksi oleh anak-anak dengan DS berusia 9 tahun dan kelompok kontrol. Dalam memperoleh data, peneliti menggunakan proses pencatatan. Pengumpulan data dilakukan di kelas pada saat situasi belajar. Anak diminta duduk berhadapan dengan peneliti dan diminta melihat kartu bergambar yang berisi nama-nama benda di sekitarnya. Langkah-langkah penelitian dalam penelitian ini adalah (1) perekaman dan pengukuran frekuensi fundamental ( $F_0$ ), F1 dan F2, (2) analisis spektrum.

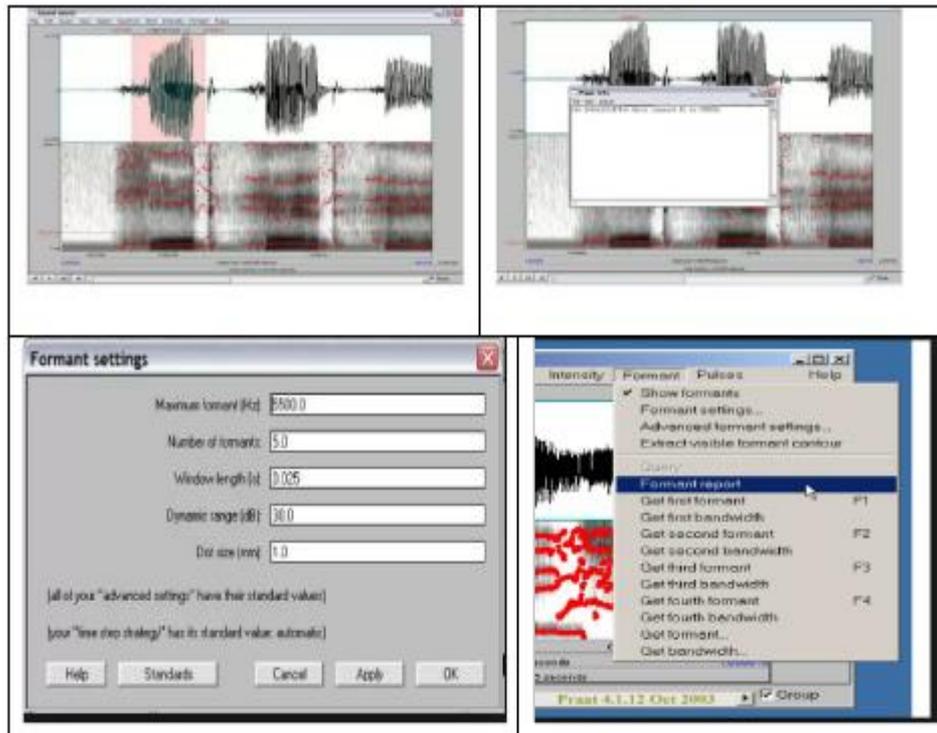
Metode akustik memiliki beberapa tahapan, yaitu menganalisis ujaran, mendeteksi sifat-sifat tuturan, melakukan segmentasi dan *labelling* atau tahap utama dalam sistem pengenalan tuturan akustik fonetik dan akhirnya tuturan tersebut dikenali atau dikarakterisasi sehingga ditemukan karakterisasi suara masing-masing kelompok.

Proses perekaman ini dilakukan 1x (satu kali) untuk setiap anak dan berlangsung antara 10 hingga 15 menit. Rekaman dianggap selesai ketika tidak ada lagi yang diujarkan oleh anak. Kartu baca digunakan sebagai instrument penelitian. Data yang dikumpulkan adalah data rekaman dan diproses dalam bentuk digital. Teknik pengumpulan data dan teknik analisis data dilakukan secara akustik. Alat yang digunakan adalah seperangkat alat perekam yang terdiri dari mikrofon dan laptop dengan soundcard. Alat pengolahan data adalah perangkat lunak Praat. Praat digunakan untuk mengetahui nilai parameter frekuensi dan intensitas sampel suara. Setelah perekaman selesai maka data akan difilter dan disimpan dalam format \*.wav.

*Pitch* secara fisis didefinisikan sebagai formant ke-0 ( $F_0$ ), Formant didefinisikan sebagai spektrum puncak ke puncak dari suara manusia. Produksi vokal dapat dihasilkan lebih dari empat formant ( $F_1$ ,  $F_2$ ,  $F_3$ ,  $F_4$ ). Namun, untuk dapat membedakan suatu vokal yang diucapkan cukup dibutuhkan dua formant, yaitu formant pertama dan formant kedua. Formant pertama dan formant kedua berkaitan dengan posisi lidah ketika memproduksi bunyi. Formant ketiga, keempat, dan selanjutnya berpengaruh terhadap warna (timbre) suara yang dihasilkan. Nilai  $F_1$  berkaitan dengan posisi lidah terhadap langit-langit rongga mulut. Semakin dekat lidah dengan langit-langit maka frekuensi yang dihasilkan semakin kecil. Nilai  $F_2$  berkaitan dengan posisi lidah depan dan belakang. Nilai  $F_2$  yang tinggi dihasilkan ketika posisi lidah berada di depan.

## Pengukuran Forman

Pengukuran forman dilakukan menggunakan program PRAAT dalam beberapa tahap, yaitu:



Gambar 1. Pengukuran forman menggunakan Praat

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini merupakan penelitian bidang kajian fonetik akustik yang menganalisis bunyi ujaran, nilai frekuensi fundamental ( $F_0$ ), dan nilai forman menggunakan program komputer PRAAT. Hasil penelitian dibedakan dalam dua temuan, yaitu analisis secara deskriptif dan analisis akustik. Pada temuan secara deskriptif dapat dijelaskan bahwa kemampuan anak-anak dengan *Down Syndrome* cenderung bervariasi. Variasi bunyi ujaran yang dihasilkan tidak dapat diukur dari tingkat usia, namun diukur dari faktor tingkat gangguan dan proses adaptasi berbahasa anak-anak tersebut di SLB. Anak-anak dengan *Down Syndrome* pada kelas 3 SD telah mampu membaca kata dasar yang menunjukkan aktivitas mereka sehari-hari, seperti sabun, odol, buku, guru, bapak, ibu, dan sebagainya.

Pada saat interaksi dengan anak-anak tersebut, interaksi yang terjadi masih cenderung kaku karena mereka perlu waktu beradaptasi dengan orang baru. Instrumen yang digunakan yaitu kartu baca, tidak dapat dipraktikkan semua. Nama benda yang tertera pada kartu tidak dibacakan semua oleh anak-anak. Mereka menyebutkan nama benda yang tidak ada di kartu dan cenderung menyebutkan nama objek benda seperti pengetahuan mereka. Sebagai contoh, beberapa kali mereka menyebutkan merk nama sabun mandi sesuai dengan gambar yang dilihat dan pengetahuan mereka. Padahal nama benda di kartu baca tersebut adalah kata 'sabun', demikian juga pada gambar pasta gigi, dibaca 'odol'.

Analisis akustik dilakukan untuk menghitung nilai  $F_0$ , nilai  $F_1$ ,  $F_2$ , dan durasi ujaran. Nilai  $F_0$  menunjukkan nada dasar bunyi ujaran dan secara fisis didefinisikan sebagai forman ke-nol ( $F_0$ ).  $F_0$  disebut juga frekuensi dasar. Frekuensi dasar merupakan frekuensi yang dominan yang dikeluarkan oleh sumber bunyi. Frekuensi dasar merupakan parameter paling kuat untuk mengetahui bagaimana suatu suara diterima oleh pendengar ditinjau dari segi intonasi dan tekanan suaranya.

Nilai  $F_0$  merupakan parameter akustik yang memberikan informasi tentang sifat akustik dari sinyal suara, meskipun kadang-kadang sinyal akustik bukan merepresentasikan ukuran paling akurat dari kontur intonasi seperti yang dirasakan oleh persepsi manusia. Tinggi rendahnya nada tersebut dapat dipengaruhi oleh usia, jenis kelamin, dan dipengaruhi juga oleh pita suara. Menganalisis nada atau *pitch* berarti mencoba untuk menangkap frekuensi dasar sumber bunyi dari keseluruhan proses produksi ujaran.

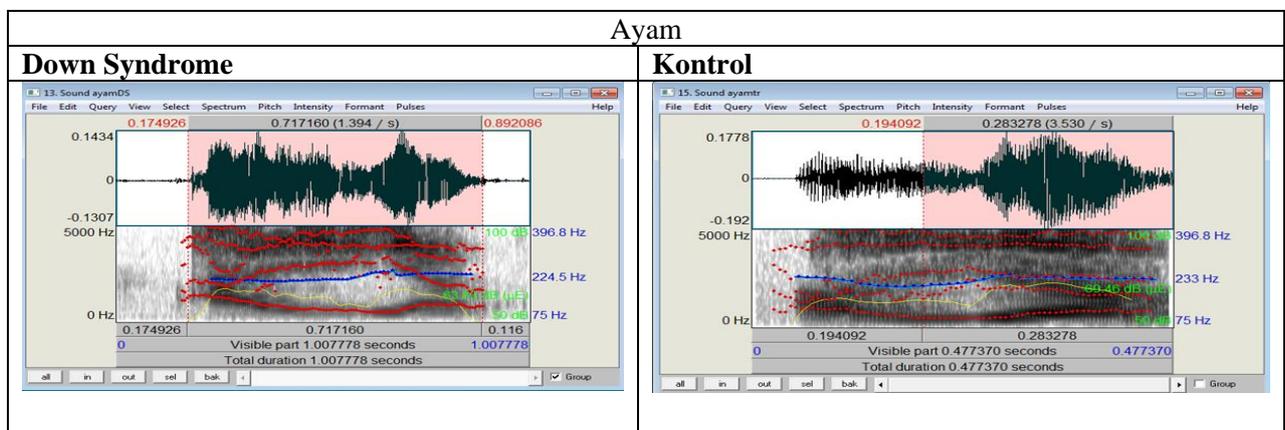
Analisis bunyi vokal atau analisis forman didefinisikan sebagai spektrum puncak ke puncak dari bunyi ujaran. Forman adalah komponen frekuensi dominan yang mengkarakterisasi fonem-fonem yang berhubungan dengan komponen frekuensi resonansi dari sistem vokal. Sementara itu, analisis durasi

adalah mengukur tempo atau panjang ujaran dalam sebuah tuturan. Durasi yang terlalu cepat dapat menunjukkan indikasi penghilangan salah satu bunyi vokal dalam sebuah kata dasar. Selain itu durasi yang terlampaui cepat dapat menunjukkan ketidakstabilan emosi dan tantrum yang terkadang muncul pada anak-anak berkebutuhan khusus pada saat terapi atau situasi belajar. Mereka juga mudah tertidur pada saat dilakukan proses rekaman. Oleh sebab itu, proses perekaman merupakan proses yang paling sulit dalam fase pengumpulan data penelitian.

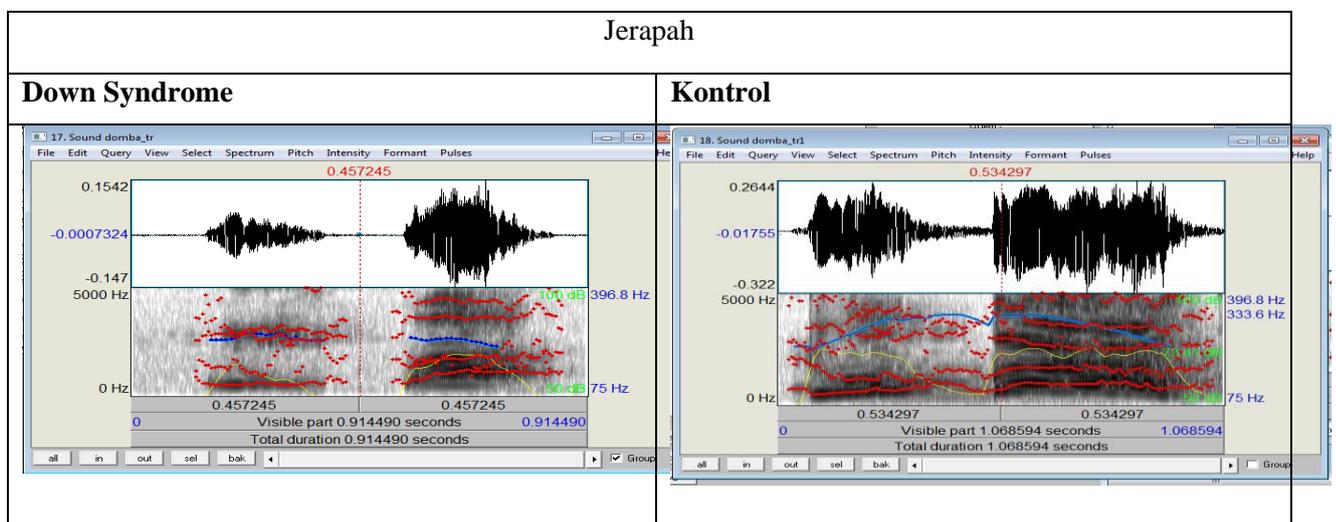
Bunyi vokal dapat dihasilkan lebih dari nilai empat forman, yaitu F1, F2, F3, dan F4. Namun, untuk dapat membedakan suatu vokal yang produksi oleh penutur hanya dibutuhkan dua forman, yaitu forman 1 (F1) dan forman 2 (F2). F1 dan F2 menginformasikan dengan posisi lidah ketika berbicara. Sementara itu, F3, F4, menunjukkan warna (timbre) suara yang dihasilkan. Nilai F1 berkaitan dengan posisi lidah terhadap langit-langit rongga mulut. Semakin dekat lidah dengan langit-langit maka nilai frekuensi yang dihasilkan semakin kecil. Sementara itu, nilai F2 menunjukkan posisi lidah depan dan belakang. Nilai F2 yang tinggi dihasilkan ketika posisi lidah berada di depan.

Bunyi vokal ini dikelompokkan berdasarkan posisi lidah dan bentuk bibir. Posisi lidah bisa bersifat vertikal dan horizontal. Secara vertikal dibedakan dengan adanya vokal tinggi (i dan u), vokal tengah (e dan ə) dan vokal rendah (a). Secara horizontal dibedakan menjadi vokal depan (i dan e), vokal pusat (ə), vokal belakang (u dan o). Sedangkan menurut bentuk bibir vokal bundar (o dan u) dan tak bundar (i dan e).

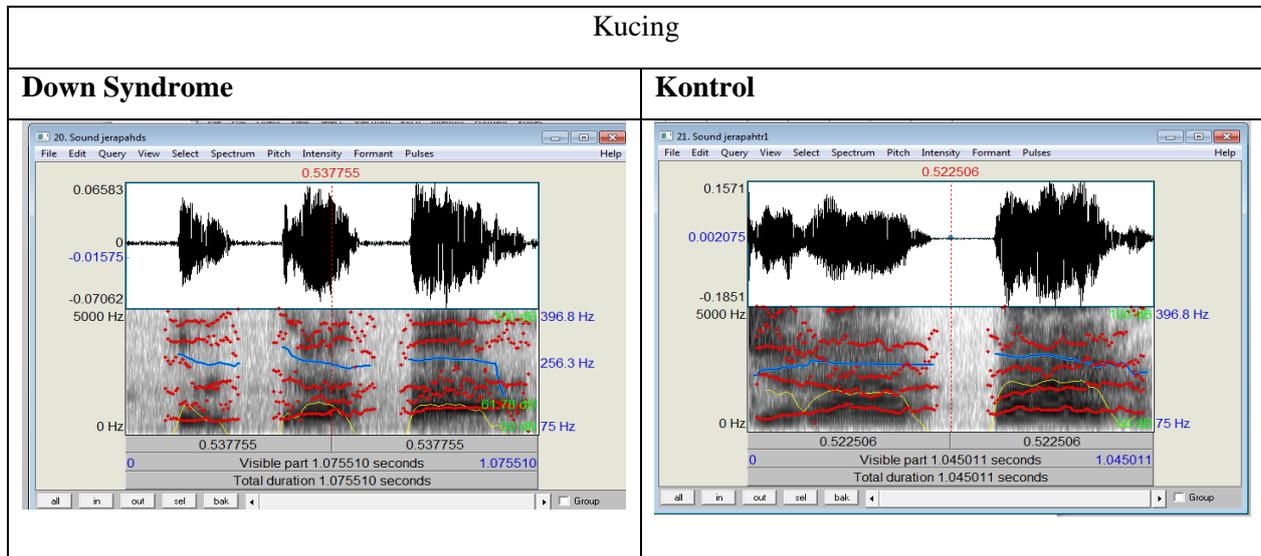
Dalam analisis fonetik, pengukuran bunyi vokal secara manual sulit dilakukan sehingga diperlukan perangkat lunak untuk mampu mengidentifikasi bunyi vokal secara tepat. Fitur yang diukur tidak hanya frekuensi fundamental atau F<sub>0</sub>, tetapi dapat ditambah dengan struktur forman untuk menentukan letak posisi lidah pada saat produksi suara. Hasil analisis akustik menggunakan program komputer PRAAT dijelaskan sebagai berikut:



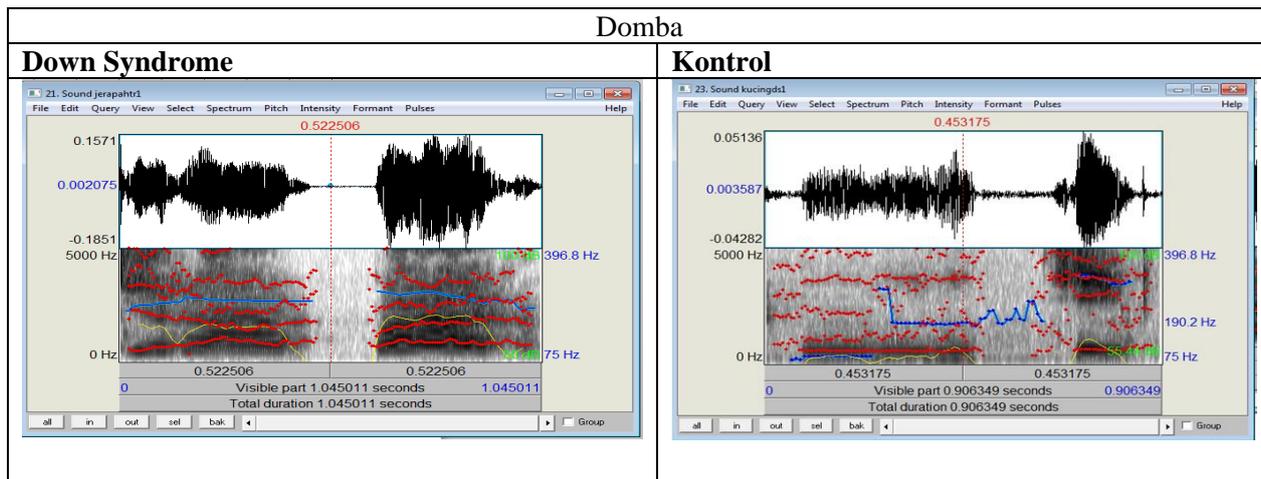
Gambar 1. Analisis akustik pada kata ‘ayam’



Gambar 2. Analisis akustik pada kata ‘jerapah’



Gambar 3. Analisis akustik pada kata ‘kucing’



Gambar 4. Analisis akustik pada kata ‘domba’

Gambar 1, 2, 3, 4 merupakan hasil analisis akustik pada kata ayam, jerapah, kucing, dan domba. Garis biru menunjukkan nilai pitch, garis merah menunjukkan nilai forman, dan angka yang tertera pada bagian bawah gambar merupakan durasi ujaran dalam satuan detik.

Tabel 1. Analisis Durasi pada Subjek DS -1 dan kontrol (dalam satuan sc.)

	Durasi	DS	Kontrol	Analisis
Ayam	Total Durasi	1.00	0.477	Total durasi yang dihasilkan oleh anak DS pada kata ‘ayam’ lebih panjang (1.00 sc.) dibandingkan control (0.477 sc.)
	a	0.413	0.184	
	yam	0.593	0.231	
Jerapah	Total Durasi	1.067	1.102	Total durasi yang dihasilkan anak DS pada kata ‘jerapah’ lebih pendek (1.067 sc.) dibandingkan kontrol (1.102 sc.) namun perbedaannya tidak signifikan
	je	0.214	0.192	
	ra pah	0.233 0.333	0.134 0.470	
Kucing	Total Durasi	0.906	1.024	Total durasi yang dihasilkan anak DS pada kata ‘kucing’ lebih pendek (0.906 sc.) dibandingkan dengan kontrol (1.024 sc.). Silabel awal ku- mempunyai nilai durasi lebih panjang dibanding durasi yang dihasilkan kontrol.
	ku	0.443	0.142	
	cing	0.271	0.406	
Domba	Total Durasi	0.477	1.055	Total durasi yang dihasilkan anak DS pada kata ‘domba’ lebih pendek (0.477 sc.) dibandingkan dengan kontrol (1.055 sc.). Silabel kedua pada silabel –ba mempunyai durasi lebih panjang dibandingkan control.
	dom	0.194	0.597	
	ba	0.283	1.024	

Tabel 1 dalam kata "ayam" menunjukkan bahwa perbedaan durasi antara anak-anak DS dan kontrol. Durasi yang dihasilkan oleh anak DS lebih lama. Kata diucapkan lebih lambat dan ada terdapat penekanan berlebihan pada suku kata kedua. Berbeda dengan durasi kata "kucing" dan "domba" yang dihasilkan kontrol lebih lama. Perbedaan ini menunjukkan bahwa total durasi antara anak DS dan kontrol tidak sama. Panjang atau pendek durasi ujaran tersebut dilihat pada durasi masing-masing silabel dan total durasi pada masing-masing kata. Penjelasan pengukuran akustik pada nilai frekuensi dasar dijelaskan pada Tabel 2.

Tabel 2. Analisis Nilai F<sub>0</sub> pada Subjek DS-1 dan kontrol (dalam Hz)

	Nilai mean	DS	Kontrol	Analisis
Ayam	Mean F <sub>0</sub>	224	229	Perbandingan nilai mean F <sub>0</sub> antara anak DS dengan anak normal masih dalam rentang yang sama
	Minimum F <sub>0</sub>	210	209	Rentang nilai minimum F <sub>0</sub> menunjukkan nilai yang sama
	Maximum F <sub>0</sub>	247	248	Rentang maksimum F <sub>0</sub> menunjukkan nilai yang sama
Jerapah	Mean F <sub>0</sub>	261	251	Perbandingan nilai mean F <sub>0</sub> antara anak DS dengan anak normal masih dalam rentang yang sama
	Minimum F <sub>0</sub>	175	221	Rentang nilai minimum F <sub>0</sub> menunjukkan nilai yang sama
	Maximum F <sub>0</sub>	298	1744	Rentang maksimum F <sub>0</sub> menunjukkan nilai yang sama
Kucing	Mean F <sub>0</sub>	193	281	Nilai mean F <sub>0</sub> antara anak DS dengan anak normal menunjukkan nilai yang berbeda, anak DS memproduksi F <sub>0</sub> dengan nilai lebih rendah dibandingkan dengan kontrol.
	Minimum F <sub>0</sub>	86	140	Rentang nilai minimum F <sub>0</sub> menunjukkan nilai yang berbeda antara anak DS dengan kontrol. Anak DS cenderung memproduksi nilai F <sub>0</sub> seperti orang laki-laki dewasa (86 Hz).
	Maximum F <sub>0</sub>	320	395	Rentang nilai maksimum F <sub>0</sub> menunjukkan nilai yang sama
Domba	Mean F <sub>0</sub>	244	304	Nilai mean F <sub>0</sub> antar anak DS dengan anak normal cukup berbeda, namun masih dalam rentang yang sama
	Minimum F <sub>0</sub>	222	238	Rentang nilai minimum F <sub>0</sub> menunjukkan nilai yang sama
	Maximum F <sub>0</sub>	259	336	Rentang maksimum F <sub>0</sub> menunjukkan nilai berbeda, namun masing menunjukkan nilai F <sub>0</sub> untuk usia anak-anak.

Tabel 2 menjelaskan pengukuran frekuensi dasar pada setiap subjek penelitian. Nilai akustik yang diukur adalah rata-rata nilai frekuensi dasar (F<sub>0</sub>), nilai minimum F<sub>0</sub>, dan nilai maksimum F<sub>0</sub>. Hasil analisis akustik menunjukkan kestabilan produksi nilai F<sub>0</sub> pada anak DS. Tabel 3 menjelaskan pengukuran nilai akustik 3 (nilai formant (F1, F2 dalam Hz).

Tabel 3. Nilai Formant (dalam Hz) pada Subjek DS -1 dan kontrol

	Nilai formant	DS	Kontrol	Analisis
ayam				
a-	F1	1115	774	Nilai F1 pada bunyi [a] pada silabel awal yang diproduksi anak DS mempunyai nilai yang lebih tinggi dibanding anak sebaya sebagai kontrol.
	F2	2053	1561	Nilai F2 pada bunyi [a] pada silabel awal yang diproduksi anak DS mempunyai nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol.
-a	F1	684	652	Nilai F1 pada bunyi [a] pada silabel akhir yang diproduksi anak DS mempunyai nilai yang lebih tinggi dibanding kontrol, meskipun perbedaan tersebut tidak signifikan.

	F2	2553	1834	Nilai F2 pada bunyi [a] pada silabel awal yang diproduksi anak DS mempunyai nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol.
<b>domba</b>				
o-	F1	541	713	Nilai F1 pada bunyi [o] yang diproduksi anak DS mempunyai nilai yang lebih tinggi dibanding kontrol.
	F2	1698	1384	Nilai F2 pada bunyi [o] yang diproduksi anak DS mempunyai nilai yang lebih tinggi dibanding kontrol.
-a	F1	987	884	Nilai F1 pada bunyi [a] pada silabel akhir yang diproduksi anak DS mempunyai nilai yang lebih tinggi dibanding kontrol.
	F2	1549	1597	Nilai F1 pada bunyi [a] yang diproduksi anak DS mempunyai nilai yang lebih rendah dibanding kontrol, meskipun tidak signifikan.
<b>kucing</b>				
u-	F1	616	662	Nilai F1 pada bunyi [u] pada yang diproduksi anak DS mempunyai nilai yang lebih rendah dibanding kontrol, meskipun tidak signifikan.
	F2	1359	1166	Nilai F2 pada bunyi [u] yang diproduksi anak DS mempunyai nilai yang lebih tinggi dibanding kontrol.
-i	F1	713	731	Nilai F1 pada bunyi [i] yang diproduksi anak DS mempunyai nilai yang lebih rendah dibanding kontrol, meskipun tidak signifikan.
	F2	2008	2361	Nilai F2 pada bunyi [i] yang diproduksi anak DS mempunyai nilai yang lebih rendah dibanding kontrol.
<b>jerapah</b>				
e-	F1	577	599	Nilai F1 pada bunyi [e] yang diproduksi anak DS mempunyai nilai yang lebih rendah dibanding control, meskipun tidak signifikan.
	F2	1400	2071	Nilai F2 pada bunyi [e] yang diproduksi anak DS mempunyai nilai yang lebih rendah dibanding kontrol.
-a-	F1	799	865	Nilai F1 pada bunyi [a] pada posisi silabel tengah yang diproduksi anak DS mempunyai nilai yang lebih rendah dibanding kontrol, meskipun tidak signifikan.
	F2	1440	1646	Nilai F2 pada bunyi [a] pada posisi silabel tengah yang diproduksi anak DS mempunyai nilai yang lebih rendah dibanding kontrol, meskipun tidak signifikan.
-a	F1	983	843	Nilai F1 pada bunyi [a] pada posisi silabel akhir yang diproduksi anak DS mempunyai nilai yang lebih tinggi ndah dibanding kontrol, meskipun tidak signifikan.
	F2	1485	1688	Nilai F2 pada bunyi [a] pada posisi silabel akhir yang diproduksi anak DS mempunyai nilai yang lebih rendah dibanding control.

Hasil pengukuran akustik pada Tabel 3 menjelaskan bahwa nilai F1 dan F2 antar anak DS dan kontrol sedikit berbeda. Hasil analisis data ini menunjukkan bahwa produksi beberapa bunyi vokal yang dihasilkan oleh anak-anak DS tidak memiliki perbedaan dengan anak yang berkembang normal sebagai kontrol. Anak-anak DS mampu memproduksi bunyi vokal pada masing-masing silabel.

Tabel 4 Analisis Nilai F<sub>0</sub> pada subjek DS-2

Kata	Nilai F <sub>0</sub>	F <sub>0</sub>	
		minimum	maksimum
bapak	449	245	486
buah	371	224	472
kursi	372	300	406
buku	347	211	431
capung	211	200	240
gajah	404	271	483
guru	363	222	187
ikan	351	222	1449
ular	395	228	517

Subjek 1 dan 2 mendapatkan stimulus ujaran atau instrumen yang berbeda pada saat proses perekaman. Untuk subjek DS 2, peneliti memperlihatkan kartu baca kepada subjek penelitian. Namun, subjek DS-2, cenderung tidak mau melihat gambar dan cenderung mengucapkan kata secara bebas sehingga pada subjek DS 2 ini memproduksi kata dasar secara spontan. Kualitas bunyi ujaran yang dihasilkan tidak dapat dianalisis secara presisi karena bunyi ujaran disertai dengan noise. Seringkali anak-anak tersebut memproduksi bunyi ujaran dengan nada berteriak atau terlalu pelan. Teriakan anak tersebut terkadang melengking sehingga nada yang dihasilkan tidak seperti nilai dB pada anak seusianya. Demikian juga suara yang terlalu pelan, seperti menggumam yang menandai anak tersebut tidak berusaha untuk memproduksi kata. Gumaman tersebut tidak dilanjutkan dengan produksi kata-kata sehingga sulit dianalisis menggunakan perangkat lunak Praat.

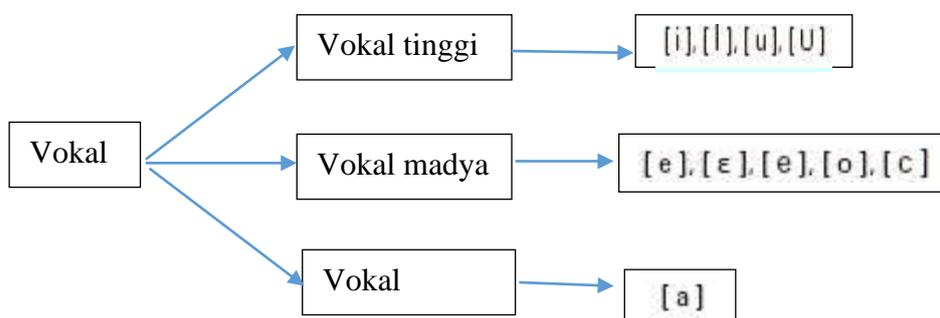
Pada Tabel 4 ditemukan analisis nilai mean  $F_0$ ,  $F_0$  minimum, dan nilai  $F_0$  maksimum. Hasil analisis nilai  $F_0$  menunjukkan produksi frekuensi dasarnya bervariasi antara kata 1 dengan yang lain. Pada analisis formant, dilakukan proses produksi bunyi vokal secara terisolasi atau produksi bunyi vokal tunggal atau tidak disertai bunyi konsonan. Hasil analisis produksi bunyi vokal atau nilai formant dijelaskan pada Tabel 5.

Berdasarkan hasil analisis akustik diperoleh nilai formant sebagai berikut:

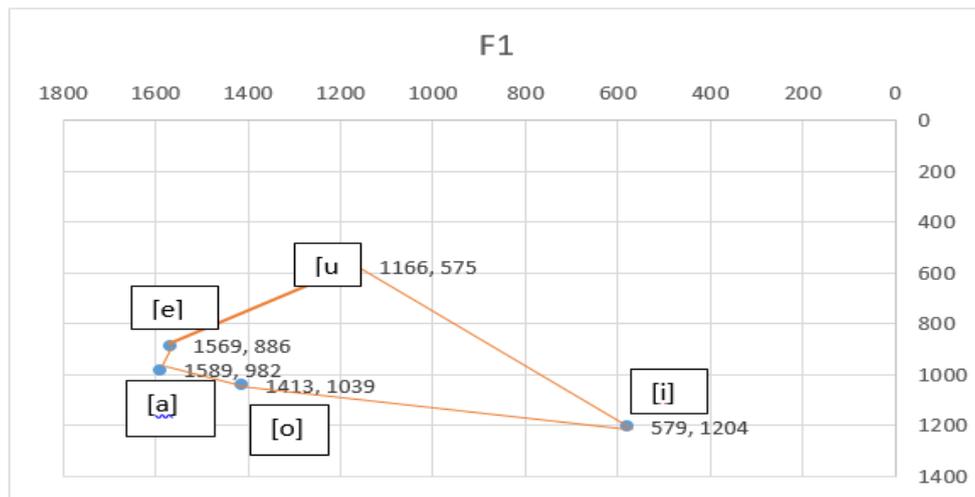
Tabel 5. Analisis nilai Formant F1 dan F2 pada bunyi vokal terisolasi

Nilai Formant	Bunyi vokal				
	[a]	[i]	[u]	[e]	[o]
F2	1589	579	1166	1569	1413
F1	982	1204	575	886	1039

Peta bunyi vokal di bawah digunakan sebagai parameter temuan produksi bunyi vokal [a], [i], [u], [e], [o]. Bunyi vokal diproduksi berdasarkan bentuk bibir, yaitu bunyi vokal bulat seperti [a], [o]. dan [u] dan bunyi vokal lonjong seperti [i] dan [e]. Pengelompokan bunyi vokal tersebut berdasarkan tinggi rendahnya posisi lidah. Bunyi vokal [i], diproduksi oleh lidah dalam posisi tinggi. Bunyi vokal [e] diproduksi oleh lidah dalam posisi tengah. Bunyi vokal [a], diproduksi oleh lidah dalam posisi bawah. Berdasarkan maju mundurnya lidah, bunyi vokal [o], lidah mundur ke belakang. Lidah maju ke depan, menghasilkan bunyi vokal [i] dan [a]. Lidah berada di tengah menghasilkan bunyi vokal [e].



Gambar Peta bunyi vokal bahasa Indonesia



Gambar 5. Hasil analisis nilai formant

Nilai formant yang dihasilkan oleh subjek DS2 diantara rentang 500-1000Hz dan nilai F2 pada rentang 1000-1500 Hz. Jika diperhatikan posisi bunyi vokal berbeda dengan bunyi vokal bahasa Indonesia yang diilustrasikan dalam gambar 6. Nilai F2 pada bunyi [i] yang diproduksi oleh Subjek DS-2 menunjukkan nilai lebih rendah dibanding nilai F2. Temuan ini dapat diindikasikan terdapat kekakuan pada lidah saat memproduksi bunyi tersebut atau dipengaruhi *noise* yang tidak dapat difilter pada saat proses analisis akustik. Dalam hal ini, terlihat bahwa produksi bunyi vokal [i] terletak pada posisi yang tidak tepat, yaitu di posisi rendah dan belakang.

Berdasarkan hasil analisis akustik menggunakan program komputer PRAAT, dihasilkan nilai-nilai F1 dan F2 yang dapat menunjukkan posisi lidah di rongga mulut pada saat memproduksi ujaran. Pada tabel di atas menunjukkan produksi bunyi vokal dapat dilihat dari nilai F1 dan F2. Nilai F1 berkaitan dengan posisi lidah terhadap langit-langit rongga mulut, semakin dekat lidah dengan langit-langit maka frekuensi yang dihasilkan semakin kecil. Nilai F2 berkaitan dengan posisi lidah depan dan belakang. Nilai F2 yang tinggi dihasilkan ketika posisi lidah berada di depan. Nilai F1 dan F2 yang diproduksi oleh subjek DS-2 menunjukkan posisi yang kurang tepat. Sebagai contoh, bunyi vokal [i], posisinya lebih rendah dibanding dengan bunyi vokal [a]. Demikian juga bunyi vokal [o] yang harusnya posisinya di vokal madya atau sedang, atas, belakang, tetapi diproduksi di vokal rendah. . Bunyi vokal [u] diproduksi pada posisi lidah yang tepat, yaitu pada vokal tinggi. Bunyi vokal [e] diproduksi pada posisi vokal madya. Vokal bunyi [a] diproduksi pada posisi lidah rendah, namun seharusnya bunyi vokal [a], diproduksi di atas bunyi vokal [o].

Berdasarkan temuan penelitian, dapat dijelaskan bahwa kemampuan anak *Down Syndrome* dalam menghasilkan bunyi ujaran relatif baik karena telah mampu menghasilkan bunyi ujaran dengan jelas terutama ketika menghasilkan fonem di awal kata. Meskipun dari gambaran hasil dapat dijelaskan beberapa bunyi vokal diproduksi Melalui analisis akustik, nilai akustik yang dihasilkan oleh anak-anak *Down Syndrome* cenderung stabil seperti yang dihasilkan oleh kontrol. Ada beberapa hasil analisis kualitatif yang menunjukkan kegagalan anak *Down Syndrome* dalam menghasilkan suara bicara yang disebabkan oleh tingkat intelektual, seperti menjawab pertanyaan spontan terapis dengan jawaban yang salah. Hal ini menunjukkan bahwa, anak-anak *Down Syndrome* yang menjadi subjek penelitian ini belum memahami tujuan berkomunikasi menggunakan kosakata yang menjadi instrumen penelitian. Anak-anak tersebut selalu berubah suara dengan menghilangkan bunyi vokal sehingga sulit dipahami kata yang diucapkan. Anak-anak tersebut juga seringkali terburu-buru dalam memproduksi kata sehingga durasi kata lebih cepat dari yang diproduksi oleh anak-anak normal pada umumnya. Anak-anak ini juga lemah dalam menangkap instruksi dan sulit berkonsentrasi. Dalam proses observasi anak-anak *Down Syndrome* tersebut juga seringkali tertidur sehingga pengambilan data cenderung sulit dilakukan.

## KESIMPULAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa, anak DS mampu menghasilkan bunyi vokal, yaitu bunyi vokal [a], [i], [u], [e], [o], meskipun energi yang dihasilkan tidak stabil, terkadang sangat kuat atau terkadang lemah. Beberapa bunyi vokal, seperti bunyi [o] diproduksi rendah, yang seharusnya di posisi madya. Tekanan yang lemah pada arus udara yang keluarjuga menyebabkan bunyi ujaran sulit didengar, seperti bunyi vokal [i], sehingga posisi lidah di bawah, padahal seharusnya [i] berposisi di vokal atas. Tekanan

pada ucapan spontan dengan naik turunnya suara disertai emosi yang tidak stabil dalam ujaran menyebabkan ujaran yang diproduksi sulit dipahami. Kemampuan motorik yang lemah dan kaku juga berpengaruh pada gerak artikulator. Gerak bibir, gerak dorsum, gerak lamino, gerak langit-langit mulut, gerak velum dan lain-lain yang kaku menyebabkan anak mengalami kesulitan memproduksi bunyi ujaran. Lingkungan yang menyertainya juga mempunyai pengaruh dalam proses perolehan bunyi ujaran tersebut. Berdasarkan posisi lidah, anak-anak DS belum mampu memproduksi bunyi vokal seperti kontrol. Gangguan pada lidah yang cenderung menjulur keluar dari mulut menyebabkan produksi bunyi vokalnya kurang tepat. Penelitian ini merupakan bentuk awal penelitian dengan jumlah subjek penelitian terbatas, sehingga perlu dilakukan penelitian yang lebih mendalam dengan subjek penelitian yang lebih banyak.

## REFERENSI

- American Psychiatric Society, 1994. *Diagnostic and Statistical Manual for Mental Disorders*. 4th. Ed. Washington, D. C.: American Psychiatric Publishing, Inc.
- Boersma, P. Weenink, D. 2004. *PRAAT: doing phonetics by computer*, v.4.2.2.06. <http://www.fon.Hum.uva.nm/praat/>.
- Centers for Disease Control and Prevention. 2006. *Improved national prevalence estimates for 18 selected major birth defects - United States, 1999-2001*. Morbidity and Mortality Weekly Report 54: 1301-1305
- Coleman, John, 2001, *The vocal tract and larynx*, Available from <http://www.phon.ox.ac.uk/~jcoleman/phonation.htm>
- Dodd, B. (1979). Lip reading in infants: Attention to speech presented in-and outof-synchrony. *Cognitive Psychology*, 11(4), 478-484
- Duchet, J.-L.,1994, “*Éléments pour une histoire de l'accentuation lexicale en anglais*”, Etudes anglaises, 47/2, Paris, Didier, pp. 161-170
- Hayward, Katrina. 2000. *Experimental Phonetics*. Harlow: Longman
- Lapoliwa, Hans. 1988. *Pengantar Fonologi I: Fonetik*. Jakarta: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.
- Ladefoged, P. & Johnson, K. (2001). *A course in phonetics*. USA: Wadsworth, Cengage learning.
- Laws, G. & D. Bishop. 2003. A comparison of language abilities in adolescents with Down Syndrome and children with specific language impairment. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research* 46: 1324-39.
- Laws, G., & Bishop, D. (2004). Verbal deficits in Down's syndrome and specific language impairment: A comparison. *International Journal of Language and Communication Disorders*, 39(4), 423-451
- Miller. J.F. & Leddy, M (1998). *Down Syndrome: the impact of speech production on language development*. In R. Paul (d.), *Communication and Language Intervention: Vol. 8. Exploring the Speech-Language Connection* (pp. 163-177). Baltimore: Paul H. Brookes.
- Mark Aronoff (author), Janie Rees-Miller (author) *The Handbook of Linguistics* - Blackwell Handbooks in Linguistics (Paperback)
- Roberts, J., J. Price & C. Malkin. 2007. *Language and communication development in Down Syndrome. Mental Retardation and Developmental Disabilities Research Reviews* 13: 26-35.
- Rochyadi, Endang. (2012). *Karakteristik dan Pendidikan Anak Tunagrahita*, Modul pada Universitas Pendidikan Indonesia : tidak diterbitkan
- Roizen, N. J., and D. Patterson, 2003 *Down's syndrome*. *Lancet* 361: 1281–1289.
- Roizen, N. 2002. Down Syndrome. In M. Batshaw (ed.), *Children with disabilities*. Baltimore, MD: Brookers.
- Sugiyono. (2003). Pemarkah prosodik kontras deklaratif dan interogatif Bahasa Melayu Kutai: Kajian fonetik eksperimental dan psikoakustik. *Disertasi*. Jakarta: Universitas Indonesia
- Pruthi, Gauri (2007). *Language Development in Children With Mental Retardation*. National Council of Educational Research and Training.
- Verhaar, J. W. M. 1996. (2001). *Asas-asas linguistik umum*. Yogyakarta: Gadjah Mada University.
- Fromkin, V., Rodman, R. & Hyams, N. 2003. *An Introduction to Language*. Massachusetts: Thomson-Wardworth.