

Klinkerarticulatie en -perceptie in het Standaard Indonesisch

Vincent J. van Heuven

GEESTESWETENSCHAPPEN, UNIVERSITEIT LEIDEN

1. Inleiding

In een van zijn vorige levens was Reinier Salverda het hoofd van de Afdeling Nederlands (seksi belanda) van de (toen) Fakultas Sastra Universitas Indonesia (FSUI, Faculteit Letteren van de Universiteit van Jakarta). Ook bij recente bezoeken aan de seksi belanda ervaar ik steeds weer dat Reinier daar een levende legende is. Men treurt aan de UI nog altijd dat Reinier Jakarta verliet om hoogleraar Nederlandse Taalkunde te worden in Londen – en nog weer later overstapte om leiding te geven aan de Fryske Akademy.

Reinier spreekt uitstekend Indonesisch. Maar er is een belangrijk verschil tussen praktische taalkennis en taalvaardigheid en expliciete, wetenschappelijk gefundeerde kennis van een taal. Om Reinier's afscheid van de Fryske Akademy luister bij te zetten wil ik aandacht besteden aan de akoestische details van de klinkers van het Indonesisch en – nog meer – aan de perceptieve voorstelling die Indonesiërs hebben van hun klinkersysteem. Ik put hiervoor uit onderzoek dat mijn oudste promovendus en ik zo'n 30 jaar geleden hebben uitgevoerd.¹ Reinier is een zeer belezen man, en hij heeft indertijd wellicht onze publicaties gezien. In de tijd van het oorspronkelijke onderzoek beschikten wij niet over de computerprogrammatuur die nodig is om de experimentele resultaten optimaal te presenteren. Inmiddels is dit soort software voor iedereen gratis van internet te downloaden (zie noot 10) en met vrucht te gebruiken. In mijn bijdrage beschrijf ik een (klein) deel van het oorspronkelijke onderzoek opnieuw en presenteer ik enkele van de resultaten met moderne(r) technieken.

1 E. van Zanten & V.J. van Heuven, 'A phonetic analysis of the Indonesian vowel system: A preliminary acoustic study', *NUSA, Linguistic Studies of Indonesian and Other Languages in Indonesia*, 15 (1983) pp. 70-80. E. van Zanten & V.J. van Heuven, 'The Indonesian vowels as pronounced and perceived by Toba Batak, Sundanese and Javanese speakers', *Contributions of the Royal Institute of Anthropology [Bijdragen tot de Taal-, Land- en Volkenkunde]*, 140 (1984) pp. 497-521. E. van Zanten, *The Indonesian vowels. Acoustic and perceptual explorations*. Dissertatie Rijksuniversiteit Leiden (Leiden 1989).

2. Klinkerproductie in Standaard Indonesisch

2.1 Achtergrond

Het Standaard Indonesisch (Bahasa Indonesia) werd in 1928 uitgeroepen tot de nationale taal van Indonesië. Deze variëteit is gebaseerd op het Riau Maleis (gesproken op Sumatra). Hoewel de naoorlogse taalpolitiek van de Indonesische regering er voortdurend op gericht is geweest het Standaard Indonesisch te propageren op alle eilanden in de archipel, blijft het Standaard Indonesisch tot de dag van vandaag voor grote delen van de bevolking een schooltaal die geleerd wordt op, of naast, het substraat van een regionale taal die in meerdere of mindere mate afwijkt van de standaard.

Het Standaard Indonesisch heeft zes klinkerfonemen: de hoge klinkers /i/ en /u/, de middenklinkers /e/ en /o/ en een lage klinker /a/. De zesde klinker is een centrale klinker die meestal getranscribeerd wordt als een sjwa maar die, anders dan de sjwa in het Engels of het Nederlands, in beklemtoonde positie kan voorkomen.² Sommige van de zes klinkers komen voor in een hoge en een lage variant (allofoon), afhankelijk van het type lettergreep waarin de klinker is opgenomen. Als een klinker de laatste klank in de lettergreep is wordt hij hoger uitgesproken dan wanneer binnen de lettergreep na de klinker nog een medeklinker volgt, in welk geval de lage realisatie optreedt. Voor deze alternantie wordt in de Indonesische literatuur het onderscheid tense (gespannen) versus lax (onge-

2 Een treffend voorbeeld van de beklemtoonbaarheid van de sjwa is de naam van deze klinker zelf: *pepet* (uitgesproken als /pəpət/, waarbij de eerste syllabe traditioneel als beklemtoond wordt beschouwd. Over de wisselvalligheid in de beklemtoning/accentuering van de Indonesische sjwa zie: V.J. van Heuven, L. Roosman & E. van Zanten, 'Betawi Malay word prosody'. *Lingua* 118 (2008) pp. 1271-1287. Overigens staat het zeer te bezien of de notie klemtoon geldig is voor het Indonesisch. Indonesiërs zelf beoordelen vrijwel iedere beklemtoning van een woord in hun taal als correct, en hun woordherkenning lijkt op geen enkele manier beïnvloed te worden door 'goede' of 'foute' klemtoonplaatsing. E. van Zanten & V.J. van Heuven, 'Word stress in Indonesian; its communicative relevance', *Journal of the Humanities and Social Sciences of Southeast Asia and Oceania [Bijdragen tot de Taal-, Land- and Volkenkunde]*, 154 (1998) pp. 129-147. E. van Zanten & V.J. van Heuven, 'Word stress in Indonesian: fixed or free?' *NUSA, Linguistic Studies on Indonesian and other Languages in Indonesia*, 48 (2004) pp. 1-18. R.W.N. Goedemans & E. van Zanten, 'Stress and accent in Indonesian', in: V.J. van Heuven & E. van Zanten (eds.), *Prosody in Indonesian Languages* (Utrecht 2007), pp. 35-62 [LOT Occasional Series, 9].

spannen) gebruikt.³ Omdat de allofoon in gesloten lettergrepen altijd lager (d.w.z. met grotere afstand tussen het tonglichaam en het harde verhemelte) wordt uitgesproken dan zijn tegenhanger in een open lettergreep, zouden we de allofonie tegenwoordig liever beschrijven als een verschil in positie van de tongwortel (wel of geen vooruitgeschoven tongwortel, plus of min Advanced Tongue Root, +/-ATR). In de oudere literatuur over het Indonesisch heerst meningsverschil over de vraag welke van de zes klinkers wel en geen allofonie kennen. Tabel 1 geeft aan hoe de meningen verdeeld liggen.

	klinker					
	i	e	a	o	u	ə
Ross Macdonald & Soenjono Dardjiowidjojo (1967) ⁴	✓	✓	✓	✓	✓	×
Halim (1974) ⁵	✓	✓	×	✓	✓	×
Teeuw (1978) ⁶	✓	✓	✓	✓	×	×
Arsath Ro'is (1980) ⁷	✓	×	✓	×	×	×

Tabel 1. Claims met betrekking tot allofonie bij Indonesische klinkers.

‘✓’: allofonie is van toepassing, ‘×’: allofonie is niet van toepassing.

In het volgende productie-experiment is nagegaan hoe de zes klinkers qua klinkerkleur gerealiseerd worden in isolatie en in open versus gesloten lettergrepen. Daarmee kunnen we vaststellen waar de klinkers liggen binnen de universele klinkerruimte en in hoeverre er sprake is van allofonie.

-
- 3 A. Halim, *Intonation in relation to Syntax in Bahasa Indonesia* (Jakarta 1974). H. Lapoliwa, *A generative approach to the phonology of Bahasa Indonesia* (Canberra 1981) [Pacific Linguistics, Series D, 34; Materials in Languages of Indonesia, 3]. Soedjarwo, ‘Ucapan vokal-vokal Bahasa Indonesia [Uitspraak van de klinkers van het Standaard Indonesisch]’, *Majalah Pembinaan Bahasa Indonesia [Journal of Indonesian Language Building]*, 8, (1987) pp. 43-46, 246-258.
- 4 R.R. Macdonald & S. Dardjiowidjojo, *A student's reference grammar of modern formal Indonesian* (Washington 1967).
- 5 Halim, *Intonation*.
- 6 A. Teeuw, *Leerboek Bahasa Indonesia* (Groningen 1978).
- 7 V.M. Arsath Ro'is, *Bahasa Indonesia. Praktisch leerboek voor beginners* (Amsterdam-Antwerpen 1985).

2.2 Methode

Tien Jakartaanse mannen, allen naar eigen zeggen sprekers van het Standaard Indonesisch, namen deel aan het experiment. Zij spraken de zes Indonesische klinkers uit in isolatie als ook in een- en tweelettergrepige woorden volgens het model CVC(CV), waarin C altijd een stemloze plofklank was.⁸ Woorden werden prepausaal ingesproken in een vaste draagzin *Ini kata ...* ‘Dit is het woord ...’ met vijf herhalingen. Losse klinkers werden eenmalig ingesproken in de zin *Dalam kata ... terdapat bunyi ...* ‘In het woord ... zit de klinker ...’. De sprekers werden opgenomen op een Nagra IV-S bandrecorder (19 cm/s) in een geluidarme studio van de Indonesische Staatsradio met behulp van een AKG-CK8 microfoon.

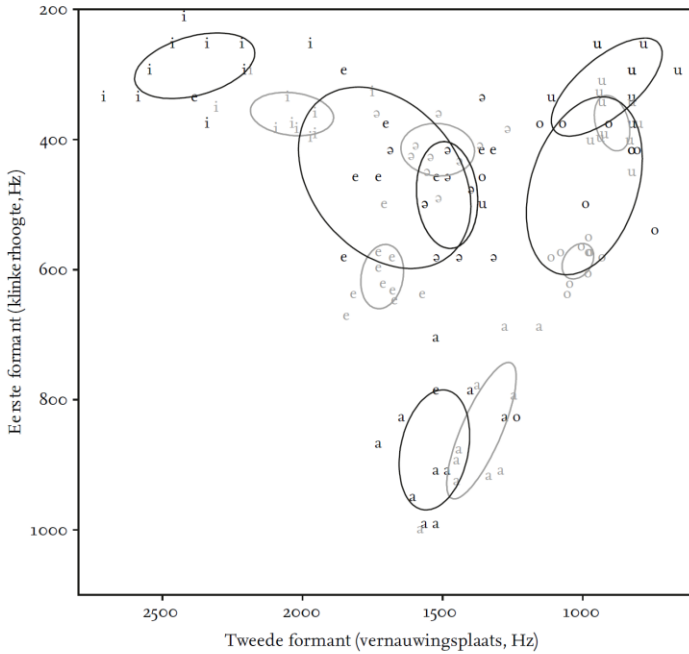
Om de positie van de klinkers in het klinkerdiagram te kunnen bepalen zijn de gebruikelijke akoestische correlaten van klinkerhoogte (hoog, laag) en de vernauwingsplaats (voor, achter) gemeten. Klinkerhoogte wordt bepaald aan de hand van de centrumfrequentie van de laagste resonantie in het klinkergeluid (de zgn. eerste formant of F1). Deze varieert bij een volwassen mannenstem tussen de 200 Hz (hoge klinkers zoals /i/ en /u/) en de 800 Hz (lage klinkers zoals /a/). De F1 correspondeert in eerste benadering met de lengte van de keelholte, die bij hoge klinkers groter (en vooral langer) is dan bij lage klinkers.⁹ De vernauwingsplaats correspondeert met de centrumfrequentie van de op een na laagste resonantie (tweede formant of F2) in het klinkergeluid. Deze varieert tussen 600 Hz voor een extreem achter in de mond, (d.w.z. met een lange mondholte) gearticuleerde [u] en 2400 Hz voor een extreem voor in de mond gesproken [i]. De formantfrequenties werden op het oog geschat aan de hand van bredeband spectrogrammen (Kay Sonagraph 6061, analysefilterbreedte 300 Hz, frequentieresolutie 1 mm = 82 Hz).

2.3 Resultaten

Bij enkele van de los ingesproken klinkers kon geen formantwaarde gemeten worden. Dit was eenmaal het geval voor de F1 en acht maal voor een F2. Om toch een volledige dataset te verkrijgen zijn de ontbrekende gegevens ingevuld via imputatie. Eerst werd per klinker de gemiddelde

8 Het schema kon niet worden gevuld voor de /ə/ en de /e/. Hier moest worden uitgeweken naar *ke* ‘naar...toe’ /kə/, *Tebet* ‘wijk in Jakarta’ /təbət/, *pes* ‘plaag’ /pes/ en *tetes* ‘laat vallen’ /tetes/.

9 Bv. P.N. Ladefoged, *A course in Phonetics* (New York 1975) en A.C.M. Rietveld & V.J. van Heuven, *Algemene Fonetiek* (Bussum 2009).



Figuur 1. Standaard Indonesische klinkers gesproken door 10 mannen geplot in een F1 (Hz, verticaal) tegen F2 (Hz, horizontaal) akoestisch klinkerdiagram. Geïsoleerd gesproken klinkers in zwart (1 token per spreker), klinkers gesproken in eenlettergrepig woord in grijs (elk meetpunt is het gemiddelde van 3 tot 5 tokens per spreker). Spreidingsellipsen zijn ± 1 SD (zie tekst).

F1- of F2-waarde (zoals berekend over de aanwezige waarden voor die klinker) ingevuld, die vervolgens nog eens verhoogd of verlaagd werd met het daarna berekende verschil tussen de spreker in kwestie en het algemeen gemiddelde. Bij de klinkers geproduceerd in context was deze behandeling niet nodig omdat per klinker per spreker werd gemiddeld over de vijf opgenomen realisaties, waarbij altijd wel drie (of meer) realisaties meetbare formantwaarden opleverden.

Voor iedere puntenwolk van tien klinkertokens is een spreidingsellips getekend. Deze ellipsen zijn getrokken op plus en min eenmaal de standaarddeviatie van de projecties van de F1- en F2-coördinaten op de hoofdassen (eerste principale component of PC1 en de haaks daarop staande tweede principale component of PC2) van de puntenwolk. Elke ellips omvat daarmee (theoretisch) twee-derde van de spreiding van de klinkerpunten langs PC1 en twee-derde van de spreiding langs PC2.

Binnen de ellips valt dan ongeveer de centrale (meest typerende) 50% van de klinkerpunten.¹⁰

Een paar zaken vallen op in figuur 1. Allereerst zijn de spreidingsellipsen voor de los ingesproken klinkers groter dan die voor de klinkers in woordcontext. Kennelijk worden de verschillen tussen sprekers kleiner als elke spreker dezelfde klinker meermalen uitspreekt. Bij de los ingesproken klinkers is de spreiding groter omdat niet alleen de verschillen tussen sprekers een rol spelen maar ook de toevalsfluctuatie binnen de spreker. Wanneer de spreker meerdere realisaties van dezelfde doelklank produceert, zoals in de woordcontext, worden deze toevalsfluctuaties uitgemiddeld.

In de tweede plaats valt op dat de formantwaarden ongebruikelijk hoog zijn voor mannenstemmen. Met name bij de los uitgesproken klinkers vinden we waarden die de normale limieten overschrijden. Vrijwel alle realisaties van de losse /a/ hebben een F1-waarde boven de 800 Hz, en de helft van de losse /i/-tokens heeft een F2 boven de 2400 Hz. Op het eerste gezicht lijken deze waarden erop te wijzen dat de sprekers vrij klein van stuk zijn, daardoor een kleinere (kortere) mond- en keelholte hebben waardoor de formanten een hogere waarde aannemen dan normaal is voor (westerse) mannen. Nederlandse vrouwenstemmen hebben F1- en F2-waarden die gemiddeld 10 tot 17% (afhankelijk van het geraadpleegde onderzoek) hoger liggen dan bij mannen, hetgeen verklaard wordt vanuit het gegeven dat de vrouwelijke mond- en keelholten korter zijn dan die van mannen.¹¹ De afmetingen van mond- en keelholte van Indonesische mannen zouden dan tussen die van Nederlandse mannen en vrouwen in moeten zitten. Toch denk ik niet dat de formantverhoging direct verklaard moet worden uit een kleinere bouw van de spraakorganen van de Indonesische man. De Indonesiërs mogen gemiddeld een kortere lichaamsbouw hebben dan de Nederlanders, zeker 30 jaar geleden, maar het is mij nooit opgevallen dat de hoofden van de Indonesische mannen zichtbaar kleiner zijn dan die van westerlingen – al zijn mij geen anatomische-fysiologische metingen op dit gebied bekend. Ik denk eerder dat het verschil in formantligging te maken heeft met een verschil in articulatory setting,

10 Om precies te zijn: het kwadraat van twee-derde (= $4/9$ = ca. 46%). Figuur 1 is berekend en getekend met het spraakanalysepakket PRAAT (www.praat.org). P. Boersma & D. Weenink, *Praat. A system for doing phonetics by computer* (Amsterdam 1996) [Report of the Institute of Phonetics Sciences, 132].

11 Zie Rietveld & Van Heuven, *Algemene Fonetiek*, pp. 342-344 voor een samenvatting.

een verschil in wat wel articulatiebasis wordt genoemd.¹² Mij is, al luisterend, opgevallen dat Indonesische sprekers, en dan vooral mannen, lijken te spreken met een omhooggetrokken strottenhoofd, waardoor de lengte van de mond-keelholte verkort wordt. Als ik de Indonesische manier van articuleren probeer na te bootsen, gaat mijn adamsappel (de uitstekende punt aan de voorzijde van het strottenhoofd) ongeveer een centimeter omhoog. Vooral nog houd ik het erop dat de hogere F1- en F2-waarden van de Indonesische klinkers dus veroorzaakt worden door een specifiek Indonesische articulatory setting waarbij het strottenhoofd wat hoger in de keel hangt dan bij westerse talen – maar dit idee zou door radiologisch onderzoek bevestigd moeten worden.

Het derde wat opvalt is dat de klinker /a/ niet of nauwelijks gevoelig lijkt voor allofonie. De /i/, /u/, /e/ en /o/ daarentegen worden lager (met meer geopende mond) gearticuleerd als op de klinker binnen de lettergreep een medeklinker volgt. Tabel 2 geeft de gemiddelde F1-waarden (als indicatie van klinkerhoogte) voor de zes klinkertypen in isolatie en in de CVC-context, alsmede het verschil tussen de condities en de significantie van dat verschil zoals bepaald met t-tests voor gecorrleerde steekproeven.

Klinker	Los	CVC	Δ	t	df	p
i	287	361	-74	-5,564	9	< 0,001**
e	459	611	-152	-3,068	9	0,013*
a	877	848	29	1,816	9	0,103
o	471	587	-116	-2,582	9	0,030*
u	320	375	-55	-1,961	9	0,082
ə	486	416	70	2,832	9	0,020*
Gemiddeld	480	533	-50			

Tabel 2. F1 waarden (Hz) gemeten voor zes klinkers los uitgesproken en in een C_C-context (alleen /ə/ in C_# context). Het verschil (Δ) tussen geïsoleerd en CV(C)-context is aangegeven, evenals de significantie van het verschil (* = significant, ** sterk significant).

12 Zie bv. B. Honikman, 'Articulatory settings', in: D. Abercombie, D.B. Fry, P.A.D. MacCarthy, N.C. Scott & J.L.M. Trim (eds.), *In Honour of Daniel Jones* (London 1964) pp. 73-84. W. Hardcastle, *Physiology of Speech Production* (London 1976) en B. Gick, I. Wilson, K. Koch & C. Cook, 'Language-specific articulatory settings: Evidence from inter-utterance rest position', *Phonetica* 61, (2004) pp. 220-233.

Een eenweg variantieanalyse met herhaalde metingen (repeated measures ANOVA) van de F1-waarden met context (los, in lettergreep) en klinkertype (/i, e, a, o, u, ə/) als binnen-proefpersoonfactoren wijst uit dat het effect van context significant is, $F(1, 9) = 9,6$ ($p = 0,013$, $\eta^2 = 0,516$), evenals het effect van klinkertype, $F(3,2, 29,0) = 108,3$ ($p \ll 0,001$, $\eta^2 = 0,923$). De interactie tussen context en klinkertype is eveneens significant, $F(2,6, 23,2) = 7,6$ ($p = 0,002$, $\eta^2 = 0,456$).¹³ Contrastanalyse geeft aan dat het effect van context niet significant is voor de klinker /a/; bij de /ə/ wordt de losse realisatie juist hoger in de mond gearticuleerd dan in de CV-syllabe; bij de overige vier klinkers is de uitspraak significant lager in een gesloten lettergreep dan bij dezelfde klinker in isolatie, zij het dat het verschil bij de /u/ hooguit een trend is. De klinkerverlaging ('verwijding') in de gesloten lettergreep is het sterkst bij de middenklinkers /e/ (een verwijding met 152 Hz) en /o/ (116 Hz).

2.4 Conclusie

De resultaten komen erop neer dat vier van de zes klinkers in het Standaard Indonesisch in een gesloten lettergreep lager in de mond worden uitgesproken dan in een open lettergreep. De betwiste klinkerallofonie doet zich dus gelden bij /i, e, o/ en in geringere mate bij /u/. Bij de /a/ is geen sprake van allofonie. De centrale klinker pepet (sjwa) gedraagt zich tegendraads: in de woordcontext wordt deze juist hoger in de mond uitgesproken dan in isolatie. Gegeven dat de /ə/ in de monosyllabische context – als enige – niet werd gevolgd door een slotconsonant (zie noot 8), is moeilijk te begrijpen waarom er überhaupt een verschil in articulatie is tussen isolatie en context. Samenvattend lijkt het er dus alleszins op dat van de vier beschrijvingen in tabel 1 die van Halim (1974)¹⁴ de meetbare werkelijkheid het dichtst benadert.

13 Huynh-Feldt correctie is toegepast bij schending van de aanname van sfericiteit. Deze correctie heeft vaak als gevolg dat de vrijheidsgraden geen hele getallen meer zijn. Partiele eta kwadraat (η^2) is een maat voor de grootte van een effect of interactie.

14 Halim, *Intonation*.

3. Perceptieve voorstelling van het klinkersysteem van het Standaard Indonesisch

3.1 Achtergrond

Eerder heb ik al aangevoerd dat formantwaarden niet alleen bepaald worden door het type klinker dat gesproken wordt maar ook dat formantwaarden per spreker hoger of lager dan gemiddeld kunnen zijn als gevolg van de individueel bepaalde vorm (en vooral lengte) van de mond- en keelholte. Menselijke luisteraars blijken in staat om in het spraakgeluid de sprekerindividuele eigenschappen te kunnen scheiden van de taalkundig relevante klankkleur van klinkers. Wij kunnen aan een klinker horen welke klinker het is en tegelijkertijd of de spreker Jan, Piet of Klaas is. De luisteraar doet dit (onder andere) door bij het bepalen van de taalkundig relevante klinkerklank niet alleen te letten op de absolute waarden van de formanten maar vooral op de verhouding tussen de formantwaarden. Zo wordt de spreiding van klinkers in een F1-F2-diagram (zoals in figuur 1) doorgaans een stuk kleiner als we niet de F1 en de F2 zelf tegen elkaar uitzetten, maar eerst de F1 en de F2 elk delen door de F3 (die van alle formanten het best correleert met, d.w.z. de beste voorspelling levert van, de lengte van het mond-keelkanaal).¹⁵

In het tweede deel van dit artikel beschrijf ik een poging om de perceptieve voorstelling van het Indonesische klinkersysteem in kaart te brengen. De methode die we daarvoor gebruikt hebben zou ons ook in staat moeten stellen om na te gaan in hoeverre die voorstelling identiek is over verschillende luisteraars heen. Ik zou willen voorspellen dat luisteraars dezelfde klinkers aanwijzen als ideale, prototypische exemplaren van de zes klinkerfonemen van het Indonesisch en dat luisteraar-beoordelaars met een kleinere mondkeelholte geen andere prototypen aanwijzen dan hun luisteraars met grotere spraakorganen.

Het onderzoek waarop ik voor dit doel terugrijp¹⁶ was indertijd opgezet om na te gaan in hoeverre de perceptieve voorstelling van het Indonesische klinkersysteem (in zekere zin een tweede taal, zie Inleiding) beïnvloed wordt door de regionale moedertaal van de luisteraar. Voor dit doel werkten we met drie groepen luisteraars: vijf Javanen, vier Toba Bataks en vier Sundanezen. Het Javaanse klinkersysteem is waarschijnlijk identiek aan dat van het Standaard Indonesisch; beide hebben het zes-klinkersysteem dat ik beschreven heb in § 2.1. Het Toba Batak is een taal met vijf klinkerfonemen: de centrale klinker ontbreekt daar. Het Sundanees

15 Deze bewering klopt ook voor de onderhavige data. Wegens plaatsgebrek heb ik er echter vanaf gezien de betreffende figuur in het artikel op te nemen. Zie verder: P.J. Monahan & W.J. Idsardi, 'Auditory sensitivity to formant ratios: Toward an account of vowel normalization', *Language and Cognitive Processing*, 25 (2010) pp. 808-839.

16 Van Zanten & Van Heuven, 'The Indonesian vowels', pp. 497-521.

heeft zeven klinkers: de zes klinkers van de standaardtaal plus een hoge centrale klinker /y/. Onze resultaten lieten inderdaad zien dat de perceptieve voorstelling van de klinkers in het Standaard Indonesisch kenmerkend (en voorspelbaar) verschilde voor de drie luisteraargroepen, zowel in de positie van de prototypen als in de ligging van de foneemgrenzen. Voor de vraagstelling die ik nu wil beantwoorden kan ik alleen werken met de Javaanse luisteraars – onder aanname dat zij de perceptieve voorstelling van het Indonesische klinkersysteem hebben die het best past bij de sprekers uit § 1. Van de vijf Javaanse luisteraars hebben we (nu 30 jaar na dato) de individuele responsies die zij gaven in de luisterproef kunnen terugvinden.¹⁷ Deze luisteroordelen zal ik in wat volgt heranalyseren. Maar eerst beschrijf ik de methode

3.2 Methode

Op basis van de resultaten van § 2 zijn 188 kunstmatige klinkergeluiden gegenereerd met een Fonema OVE IIIId spraaksynthetisator. F1 en F2 (in hertz) van deze klinkers werden gevarieerd in stappen van 9 procent, d.w.z. ca. drie maal het Juist Waarneembaar Verschil voor formanten.¹⁸ Daarbij is de akoestische klinkerruimte bemonsterd op de manier die is aangegeven in figuur 2. De F3 varieerde niet onafhankelijk: deze was steeds 600 Hz hoger dan de F1, maar met een minimum van 2450 Hz. De F4 en F5 werden constant gehouden op resp. 3500 en 4000 Hz. De duur-opbouw was voor alle gesynthetiseerde klinkers dezelfde, namelijk het gemiddelde dat was gevonden in het eerdere productie-experiment (zie § 2). De totale duur was 350 ms, opgesplitst in een aanzweltijd (rise time) van 30 ms, een stabiel (steady state) middeldeel van 150 ms en een uitsterftijd (decay time) van 170 ms. Ook de contour van de grondtoon (toonhoogte) was constant voor alle gesynthetiseerde klinkers. Deze zette in op een waarde van 160 Hz en daalde lineair naar een eindwaarde van 110 Hz.

De 188 verschillende klinkergeluiden werden twee maal in willekeurige volgorde aangeboden aan vijf Javaanse sprekers van het Indonesisch. Aanbieding geschiedde in individuele sessies via een koptelefoon in een geluidisolerende cabine op een vooraf met de proefpersoon overeengekomen aangenaam luidheidsniveau. Na iedere klinker volgde een stilte van 5 seconden, waarin de proefpersoon met gedwongen keuze moest beslissen welke van de zes klinkers van het Standaard Indonesisch het best overeenkwam met het geluid dat hij net gehoord had. Bovendien moest de proefpersoon daarbij aangeven of hij het klinkergeluid (i) een goed tot

17 Met dank aan Ellen van Zanten voor urenlang zoeken in de (helaas onvolledige) archieven op zolder bij haar thuis.

18 J.L. Flanagan, *Speech analysis, synthesis and perception* (Berlin-Heidelberg-New York 1972) p. 280.

zeer goed exemplaar van de gekozen categorie vond, (ii) een matig passend exemplaar of (iii) een slecht passend exemplaar.

3.3 Resultaten

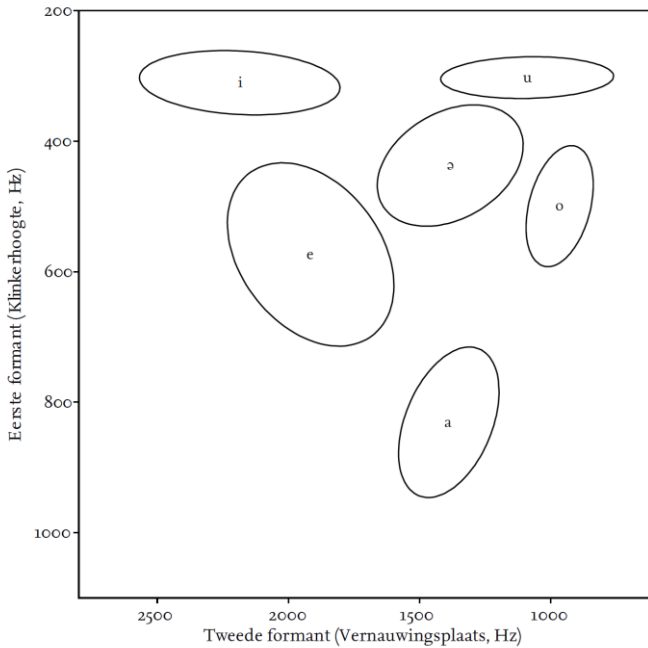
Figuur 2 geeft een eerste overzicht van de resultaten van de perceptieproef. In de figuur staat de eerste formantwaarde verticaal uit van boven naar beneden tussen 252 en 1008 Hz (oplopend in 17 stappen van ca. 9%). De tweede formant loopt van rechts naar links in 15 stappen (van ca. 9%), van 713 Hz, naar 2614 Hz. Merk op dat niet alle logisch mogelijke 17×15 combinaties van F1-F2-waarden zijn gegenereerd. De hoogste centrale zeven klinkers ontbreken (deze kwamen niet voor in de productie van de sprekers van § 2). Bij lagere klinkers wordt de gesynthetiseerde klinkerruimte steeds slanker, zodat de ruimte een min of meer driehoekige vorm krijgt. Lage klinkers met extreem hoge of lage F2 waarden klinken niet meer menselijk en ontbreken daarom.

Wanneer de luisteraar had aangegeven een klinkergeluid een goed passend exemplaar van zijn categorie te vinden werd de responsie dubbel geteld. Een matig passend beoordeeld exemplaar telde eenmaal. Responsies die een klinker als een slecht exemplaar van zijn categorie bestempelden werden buiten beschouwing gelaten. Daarna werd het (gewogen) percentage oordelen berekend voor ieder van de 188 aangeboden klinkergeluiden. Als in figuur 2 op een specifiek F1-F2-coördinaat een groot letterteken staat, betekent dat een meerderheidsoordeel van 75% of meer. Een kleinere letter op een coördinaat betekent een (gewogen) meerderheidsoordeel van tussen de 50 en de 75%. Als geen meerderheidsoordeel gevonden werd, staat op de coördinaat een puntje ingevuld.

		Tweede formant (F2 in Hz)															
		2614	2397	2198	2016	1849	1695	1554	1425	1307	1199	1099	1008	924	848	777	713
Eerste formant (F1 in Hz)	252	i	i	.	.									u	u	u	u
	275	i	i	i	.	.	.	.	.	.	.	.	u	u	u	u	u
	300	i	i	.	.	.	.	.	.	.	.	u	u	u	u	u	u
	327	i	.	.	.	.	.	.	.	.	.	u	u	u	u	u	u
	356		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	u	u	u	u	
	389		e	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	o	o	o	
	424		e	.	.	.	ə	ə	ə	ə	.	.	o	o	o	o	
	462		e	e	.	ə	ə	ə	ə	ə	.	.	o	o	o	o	
	504		e	e	e	.	ə	ə	ə	.	.	.	o	o	o		
	550			e	e	.	ə	ə	ə	ə	.	.	o	o	o		
	599			e	e	ə	ə	ə	ə	ə	.	.	o				
	654			e	e	e	.	.	.	.	.	.	o				
	713				e	e	.	.	.	.	.	.	o				
	777				e	e	a	a	a	a	a	a					
	848					e	a	a	a	a	a						
924						a	a	a	a								
1008						a	a	a	a								

Figuur 2. Perceptieve classificatie door vijf Javaanse luisteraars in termen van de zes klinkers van het Standaard Indonesisch van 188 kunstmatige klinker-geluiden met systematisch gevarieerde F1- en F2-waarden. Een fonetisch symbool met een grote, vette letter representeert een meerderheidsoordeel > 75%; een klein symbool komt overeen met een meerderheidsoordeel tot 75%. Een cel met een punt kent geen meerderheidsoordeel. In een grijze cel is geen stimulusklinker gegenereerd.

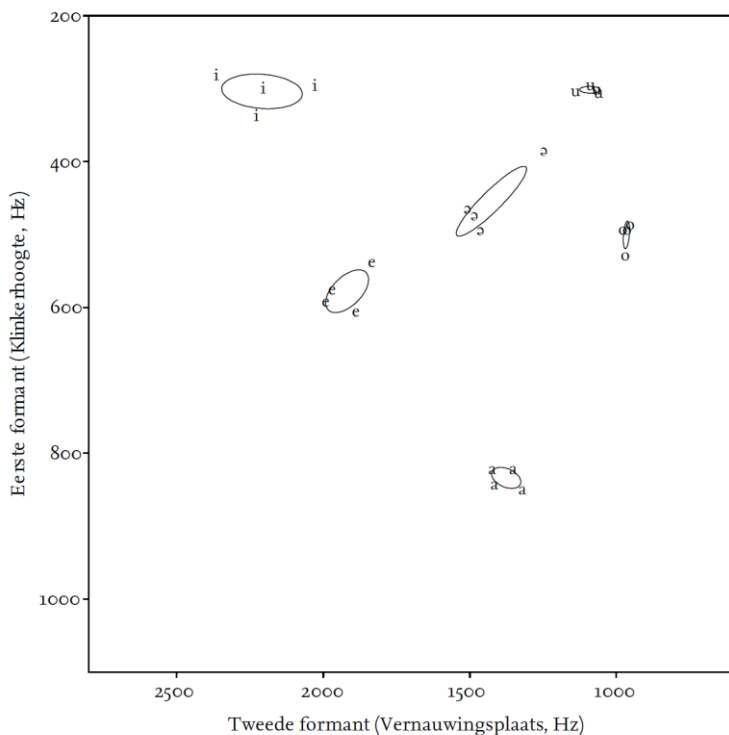
Om een betere vergelijking mogelijk te maken met de productiedata in § 2 heb ik over de vier Javaanse luisteraars van wie de oorspronkelijke perceptieoordelen nog teruggevonden konden worden de gemiddelde F1- en F2-waarde berekend van alle klinkers die waren waargenomen als een /i/, een /e/, etc. Daarbij heb ik de als goed beoordeelde klinkers dubbel geteld, de als matig aangemerkte token eenmaal en de als slecht beoordeelde klinkerpunten in het geheel niet meegeteld. Tevens heb ik, op dezelfde manier als beschreven in § 2, voor ieder van de zes klinkertypen een spreidingsellips laten berekenen. Figuur 3 geeft per klinker het centroid (gemiddelde F1-F2-waarde) en daaromheen de bijbehorende spreidings-ellips.



Figuur 3. Standaard Indonesische klinkers zoals waargenomen door vier Javaanse luisteraars geplot in een F1 (Hz, vertikaal) tegen F2 (Hz, horizontaal) akoestisch klinkerdiagram. Spreidingsellipsen zijn ± 1 SD (zie tekst).

De configuratie van centroïden in de figuur 3 (perceptieve beoordeling) vertoont een aanzienlijk evenwichtiger beeld dan die in figuur 1 (productie). Er is geen overlap tussen de spreidingsellipsen, en het lijkt erop dat de geprefereerde positie van de *pepet* ('sjwa') iets hoger in de klinkerruimte ligt dan die voor de middenklinkers /e/ en /o/. De klinker /e/, die in de productiedata tamelijk gecentraliseerd lijkt, en daar volledig overlapt met de ellips van de sjwa, ligt in de perceptieve voorstelling sterk perifeer, aan de voorrand van de klinkerruimte. Al met al lijkt het erop dat de perceptieve benadering inzichtelijker resultaten oplevert dan de meer gebruikelijke articulatorisch-akoestische.

Als laatste heb ik voor ieder van de vier Javaanse luisteraars van wie de individuele perceptieoordelen nog teruggevonden konden worden, de (gewogen, zie hierboven) gemiddelde F1- en F2-waarde berekend van alle klinkers die zij hadden waargenomen als een /i/, een /e/ etc. Het resultaat van deze berekening is een F1-F2-coördinaat per klinker per luisteraar, in totaal dus 24 punten. Deze punten staan in figuur 4 geplot in een F1-F2veld, analoog aan figuur 1.



Figuur 4. Luisteraarindividuele centroïden (gemiddelde F1- en F2-waarden) voor de zes klinkers van het Standaard Indonesisch. Spreidingsellipsen zijn ± 1 SD (zie tekst).

Wat direct opvalt in figuur 4 is dat de spreiding van de luisteraarindividuele centroïden (de gemiddelde F1-F2-waarden) veel kleiner is dan bij de individuele klinker centroïden (per spreker gemiddeld over 3 tot 5 tokens) in de spraakproductie data (de rode ellipsen in figuur 1). Dit lijkt er alleszins op te wijzen dat luisteraars bij hun perceptieve beoordeling van kunstmatige klinkers niet hun eigen stem als referentie nemen maar daarentegen de synthetisator beschouwen als een spreker met een eigen stemkarakteristiek – wellicht mede bepaald door de specifieke verhoudingen tussen variabele lagere formanten F1 en F2 en de min of meer constant gehouden hogere formanten F3, F4 en F5.

4. Slot

In dit artikel heb ik een klein deel van de gegevens die wij hebben verzameld over de uitspraak en perceptieve beoordeling van de klinkers van het Standaard Indonesisch geheranalyseerd, met meer nadruk op spreker- en luisteraarindividuele variatie.

Aan de hand van de resultaten heb ik menen te kunnen vaststellen dat de Indonesische klinkers met een korter mond-keelkanaal worden gearticuleerd dan gebruikelijk is in westerse talen. Wat betreft claims over allofonie tussen hoger en lager in de mond gearticuleerde klinkers in resp. open en gesloten lettergrepen lijkt Halim¹⁸ gelijk te hebben: deze allofonie doet zich gelden bij vier van de zes klinkers, en wel de /i/, /u/, /e/ en /o/. Geen allofonie doet zich voor bij de centrale klinkers /ə/ en /a/.

Voorts constateren we aanzienlijke discrepanties tussen productie en perceptie van de klinkers in het Standaard Indonesisch. Met name bij de middenklinkers zijn de perceptief bepaalde locaties en spreidingen van de klinkers plausibeler dan die welke worden gesuggereerd door de articulatoirisch-akoestische analyses.

Ten slotte bevatten de resultaten aanwijzingen dat moedertaalluisteraars bij hun perceptieve beoordeling van kunstmatige klinkers zich allen een en dezelfde abstracte (kunstmatige) spreker voorstellen. Door de perceptieve benadering wordt het probleem van aanzienlijke akoestische verschillen die we normaliter vinden tussen sprekers als gevolg van verschil in bouw en grootte van de individuele spraakorganen, sterk verkleind en in beginsel zelfs tot nul gereduceerd.

Dit hoofdstuk is (met een aantal hier gecorrigeerde onvolkomenheden) verschenen in: Hanno Brand, Ben Groen, Eric Hoekstra & Cor van der Meer (eds.), *De tienduizend dingen, Feestbundel voor Reinier Salverda*. Leeuwarden/Ljouwert: Fryske Akademy, 2013, pp. 361-375.

18 Halim, *Intonation*.