

DISERTASI

**PENGEMBANGAN *THREE-TIER MULTIPLE CHOICE WEB*
DIAGNOSTIC ASSESSMENT KESULITAN BELAJAR MATEMATIKA
BERBASIS HOTS PADA SISWA SEKOLAH MENENGAH ATAS**



**KHAERUN NISA’
9913923003**

Disertasi yang Ditulis untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
untuk Mendapatkan Gelar Doktor

**SEKOLAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
TAHUN 2026**

**PERSETUJUAN PANITIA UJIAN DIPERSYARATKAN UNTUK
UJIAN TERBUKA DISERTASI PROMOSI DOKTOR**

Promotor

Co-Promotor



Prof. Dr. Iva Sarifah, M.Pd.

Tanggal : 17/7/2026



Dr. Riyadi, M.T.

Tanggal : 20/7/2026

Nama

Prof. Dr. Dedi Purwana E.S., M.Bus.

(Ketua)¹



(Tanda tangan)

21/7/2026

(Tanggal)

Prof. Dr. Wardani Rahayu, M.Si.

(Koordinator Prodi)²



(Tanda tangan)

17/7/2026

(Tanggal)

Nama : Khaerun Nisa'

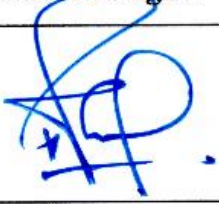
NIM : 9913922003

Angkatan : 2023/2024

1. Direktur Sekolah Pascasarjana Universitas Negeri Jakarta
2. Koordinator Prodi Penelitian dan Evaluasi Pendidikan Sekolah Pascasarjana Universitas Negeri Jakarta

BUKTI PENGESAHAN PERBAIKAN UJIAN TERTUTUP

Nama : Khaerun Nisa'
NIM : 9913922005
Program Studi : Penelitian dan Evaluasi Pendidikan

No	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
1.	Prof. Dr. Dedi Purwana E.S., M.Bus. (Ketua)		21/7/2026
2.	Prof. Dr. Wardani Rahayu, M.Si. (Sekertaris/Koordinator Prodi S3 PEP)		17/7/2026
3.	Prof. Dr. Iva Sarifah, M.Pd. (Promotor)		17/7/2026
4.	Dr. Riyadi, M.T. (Co-Promotor)		17/7/2026
5.	Prof. Dr. Achmad Ridwan, M.Si. (Penguji)		17/7/2026
6.	Dr. Ellis Salsabila, M.Si (Penguji)		20/7/26
7.	Dr. Deni Iriyadi, M.Pd. (Penguji Luar)		16/7/26

PENGEMBANGAN *THREE-TIER MULTIPLE CHOICE WEB* *DIAGNOSTIC ASSESSMENT* KESULITAN BELAJAR MATEMATIKA BERBASIS HOTS PADA SISWA SEKOLAH MENENGAH ATAS

Khaerun Nisa'

Abstrak

Rendahnya kompetensi numerasi dan *Higher-Order Thinking Skills* (HOTS) peserta didik SMA serta keterbatasan asesmen berbasis skor dalam mengidentifikasi atribut kognitif, pemahaman konseptual, miskonsepsi, dan kesulitan belajar menunjukkan perlunya asesmen diagnostik berbasis data. Penelitian ini bertujuan mengembangkan *Three-Tier Multiple Choice Web-Based Diagnostic Assessment* berbasis *Computer-Based Testing* (CBT) serta menghasilkan *Integrated Multidimensional Cognitive Diagnostic Framework* berbasis *Generalized Deterministic Inputs, Noisy "And" Gate* (G-DINA) pada materi fungsi eksponensial. Kerangka tersebut mengintegrasikan diagnosis atribut kognitif dan konseptual. Penelitian menggunakan pendekatan *Research and Development* dengan model 4D. Tahap *Define* mencakup analisis kebutuhan, kurikulum, domain dan tugas kognitif, penyusunan *learning continuum* dan hierarki konsep, serta identifikasi empat atribut HOTS dan pengembangan *Attribute Hierarchy Model*. Tahap *Design* meliputi penyusunan Q-matrix, instrumen *Three-Tier Multiple Choice* (3TMC), rancangan diagnosis integratif, dan desain sistem CBT berbasis web. Tahap *Develop* mencakup validasi pakar, validasi empiris Q-matrix menggunakan *Proportion of Variance Accounted For* (PVAF) dan *Stepwise Wald Test*, pengembangan sistem, serta dua tahap pengujian empiris terhadap 600 peserta didik SMA di Daerah Khusus Jakarta dan Sulawesi Selatan. Analisis meliputi perbandingan model, evaluasi kecocokan model dan butir, estimasi parameter, serta akurasi dan konsistensi klasifikasi. Tahap *Disseminate* mencakup finalisasi produk, penyusunan panduan, serta diseminasi melalui forum akademik dan publikasi. Instrumen menunjukkan kualitas konseptual, psikometrik, dan implementatif yang memadai. Validitas isi ditunjukkan oleh I-CVI sebesar 0,82–1,00 dan S-CVI/Ave sebesar 0,97. Q-matrix memperoleh dukungan teoretis dan empiris melalui konvergensi penilaian pakar, PVAF, dan *Stepwise Wald Test*. G-DINA merupakan model paling sesuai untuk merepresentasikan pola respons, dengan RMSEA sebesar 0,0569 dan SRMSR sebesar 0,0625. Kualitas keputusan diagnosis didukung oleh *Overall Classification Accuracy* sebesar 0,884, *Attribute Classification Accuracy* sebesar 0,921–0,990, *Pattern Classification Accuracy* sebesar 0,701–0,994, dan *Classification Consistency Matrix* sebesar 0,701–0,994. Sistem CBT berbasis web dinilai layak secara diagnostik, pedagogis, desain, dan fungsionalitas, dengan I-CVI 0,80–1,00 dan S-CVI/Ave di atas 0,90. Estimasi G-DINA menunjukkan bahwa penguasaan atribut HOTS belum merata. Atribut menganalisis grafik fungsi eksponensial memiliki penguasaan tertinggi sebesar 58,1%, sedangkan atribut membangun dan mengevaluasi model masing-masing sebesar 38,9% dan 39,5%. Profil 0100 merupakan profil paling dominan, yaitu 164 peserta didik (27,33%), yang menunjukkan penguasaan atribut analisis grafik. Diagnosis konseptual 3TMC didominasi *Misconception* sebesar 34,57%, diikuti *Sound Understanding* 24,51%, *Procedural/Fragmented Understanding* 18,52%, *Lack of Knowledge/Guessing* 12,14%, dan *Partial Understanding* 10,23%. Keunggulan integrasi tampak pada profil 0100: meskipun G-DINA mengklasifikasikan 164 peserta didik menguasai atribut analisis grafik, diagnosis 3TMC menunjukkan bahwa 132 peserta didik di antaranya (80,49%) mengalami miskonsepsi. Temuan ini menegaskan bahwa penguasaan atribut secara psikometrik belum selalu identik dengan pemahaman konseptual yang benar dan stabil. Integrasi G-DINA dan 3TMC menghasilkan enam profil kesulitan belajar. *Fragmented Mastery* merupakan profil paling dominan sebesar 48,67%, diikuti *Mixed/Needs Qualitative Review* 29,67%, *Stable Mastery* 15,00%, *Consistent Non-Mastery* 5,83%, *Hidden Understanding* 0,67%, dan *Pseudo-Mastery/Fragile Mastery* 0,17%. Mayoritas peserta didik memiliki penguasaan atribut parsial dan struktur pemahaman yang belum terintegrasi. Penelitian ini menghasilkan *Integrated Multidimensional Cognitive Diagnostic Framework* yang mengintegrasikan HOTS, G-DINA, 3TMC, dan CBT berbasis web untuk memetakan penguasaan atribut, pemahaman konseptual, miskonsepsi, dan profil

kesulitan belajar sebagai dasar remediasi berbasis atribut, pembelajaran berdiferensiasi, perubahan konseptual, pembelajaran mendalam, dan pengambilan keputusan berbasis bukti.

Kata kunci: *Higher-Order Thinking Skills, Three-Tier Multiple Choice, G-DINA, Cognitive Diagnostic Assessment, Computer-Based Testing, asesmen diagnostik*



DEVELOPMENT OF A HOTS-BASED THREE-TIER MULTIPLE CHOICE WEB DIAGNOSTIC ASSESSMENT FOR IDENTIFYING MATHEMATICS LEARNING DIFFICULTIES AMONG SENIOR HIGH SCHOOL STUDENTS

Khaerun Nisa'

Abstract

The low levels of numeracy competence and higher-order thinking skills (HOTS) among senior high school students, together with the limitations of score-oriented assessments in identifying cognitive attribute mastery, conceptual understanding, misconceptions, and specific learning difficulties, indicate the need for data-driven diagnostic assessment. This study aimed to develop a Three-Tier Multiple Choice Web-Based Diagnostic Assessment delivered through computer-based testing (CBT) and to establish an Integrated Multidimensional Cognitive Diagnostic Framework based on the Generalized Deterministic Inputs, Noisy "And" Gate (G-DINA) model for exponential functions. The framework integrates cognitive attribute diagnosis with conceptual diagnosis. This study employed a research and development approach using the 4D model: Define, Design, Develop, and Disseminate. The Define stage comprised needs, curriculum, domain, and cognitive-task analyses; the construction of a learning continuum and conceptual hierarchy; the identification of four HOTS attributes; and the development of an Attribute Hierarchy Model. The Design stage included the construction of the Q-matrix, the Three-Tier Multiple Choice (3TMC) instrument, the integrated diagnostic scheme, and the web-based CBT system. The Develop stage involved expert validation, empirical Q-matrix validation using the Proportion of Variance Accounted For (PVAF) and Stepwise Wald Test, system development, and two phases of empirical testing involving 600 senior high school students in the Special Capital Region of Jakarta and South Sulawesi. Data analysis included model comparison, model- and item-fit evaluation, parameter estimation, and classification accuracy and consistency analyses. The Disseminate stage comprised product finalization, preparation of user manuals, and dissemination through academic forums and scholarly publications. The instrument demonstrated adequate conceptual, psychometric, and implementation quality. Content validity was supported by I-CVI values ranging from 0.82 to 1.00 and an S-CVI/Ave of 0.97. The Q-matrix received theoretical and empirical support through the convergence of expert judgment, PVAF, and the Stepwise Wald Test. G-DINA was the most appropriate model for representing students' response patterns, with an RMSEA of 0.0569 and an SRMSR of 0.0625. Diagnostic decision quality was supported by an Overall Classification Accuracy of 0.884, Attribute Classification Accuracy values of 0.921–0.990, Pattern Classification Accuracy values of 0.701–0.994, and a Classification Consistency Matrix ranging from 0.701 to 0.994. The web-based CBT system was also judged feasible in terms of diagnostic, pedagogical, design, and functional aspects, with I-CVI values of 0.80–1.00 and an S-CVI/Ave above 0.90. G-DINA estimation showed uneven mastery of the HOTS attributes. The attribute related to analyzing graphs of exponential functions had the highest mastery rate at 58.1%, whereas constructing and evaluating exponential models had mastery rates of 38.9% and 39.5%, respectively. Profile 0100 was the most prevalent mastery profile, comprising 164 students (27.33%) who were psychometrically classified as having mastered graph analysis. The 3TMC conceptual diagnosis was dominated by Misconception at 34.57%, followed by Sound Understanding at 24.51%, Procedural/Fragmented Understanding at 18.52%, Lack of Knowledge/Guessing at 12.14%, and Partial Understanding at 10.23%. The advantage of integrating the two approaches was particularly evident in profile 0100: although G-DINA classified 164 students as having mastered graph analysis, the 3TMC diagnosis revealed that 132 of them (80.49%) exhibited misconceptions. This finding confirms that psychometrically estimated attribute mastery does not necessarily correspond to conceptually correct and stable understanding. The integration of G-DINA and 3TMC produced six learning-difficulty profiles. Fragmented Mastery was the most prevalent at 48.67%, followed by Mixed/Needs Qualitative Review at 29.67%, Stable Mastery at 15.00%, Consistent Non-Mastery at 5.83%, Hidden Understanding at 0.67%, and Pseudo-Mastery/Fragile Mastery at 0.17%. Most students therefore demonstrated partial attribute mastery and conceptually unintegrated knowledge structures. This study produced an Integrated Multidimensional Cognitive Diagnostic Framework that combines HOTS, G-DINA, 3TMC, and web-based CBT to map attribute mastery, conceptual understanding,

misconceptions, and learning-difficulty profiles as a basis for attribute-based remediation, differentiated instruction, conceptual change, deep learning, and evidence-based instructional decision-making.

Keywords: *Higher-Order Thinking Skills; Three-Tier Multiple Choice; Generalized DINA; Cognitive Diagnostic Assessment; Computer-Based Testing; diagnostic assessment.*



SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Khaerun Nisa
NIM : 9913923003
Program : Doktor
Program Studi : Penelitian dan Evaluasi Pendidikan
Angkatan : 2023/2024
Semester : 124 (Genap) Tahun Akademik 2025/2026

Dengan ini menyatakan bahwa persetujuan ujian terbuka dan perbaikan ujian tertutup untuk pemberkasan yudisium dan wisuda adalah benar tanda tangan dan sudah mendapatkan persetujuan oleh komisi penguji. Apabila saya melanggar pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi dari Sekolah Pascasarjana Universitas Negeri Jakarta.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Jakarta, 17 Juli 2026

Yang membuat pernyataan,



Khaerun Nisa'

SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Lengkap : Khaerun Nisa'
NIM : 9913923003
Tempat/Tanggal Lahir : Bulukumba, 5 Desember 1991
Program : Doktor
Program Studi : Penelitian dan Evaluasi Pendidikan

Dengan ini menyatakan bahwa disertasi dengan judul "**Pengembangan *Three-Tier Multiple Choice Web Diagnostic Assessment* Kesulitan Belajar Matematika Berbasis Hots Pada Siswa Sekolah Menengah Atas**" merupakan karya saya sendiri, tidak mengandung unsur plagiat dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Demikianlah pernyataan ini dibuat dalam keadaan sadar dan tanpa ada unsur paksaan dari siapapun. Apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku di Sekolah Pascasarjana Universitas Negeri Jakarta.

Jakarta, 17 Juli 2026

Yang menyatakan,



Khaerun Nisa'

NIM. 9913923003

PERNYATAAN PUBLIKASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Khaerun Nisa'

No Registrasi : 9913923003

Menyatakan bahwa saya telah memublikasikan hasil penelitian Disertasi Doktor saya sebagai berikut.

1. Nisa, K., Sarifah, I., & Riyadi (2025). Pedoman Pengembangan Asesmen Diagnostik Kesulitan Belajar Matematika Siswa SMA. No. HKI: EC002025163363.
2. Nisa, K., Sarifah, I., & Riyadi (2026). *Combination of Content Validity Index and Fuzzy Delphi for Expert Validation of a Three-Tier Mathematics Learning Difficulties Diagnostic Assessment*, 20(4), 3423- 3436.

Jakarta, 17 Juli 2026



Khaerun Nisa'

NIM. 9913923003



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
PERPUSTAKAAN DAN KEARSIPAN

Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220

Telepon/Faksimili: 021-4894221

Laman: lib.unj.ac.id

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Negeri Jakarta, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Khaerun Nisa'
NIM : 9913923003
Fakultas/Prodi : Pascasarjana/Penelitian dan Evaluasi Pendidikan
Alamat email : kn.khaerunnisa@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan dan Kearsipan Universitas Negeri Jakarta, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah:

☐ Skripsi ☐ Tesis ☒ Disertasi ☐ Lain-lain (.....)

yang berjudul:

**Pengembangan *Three-Tier Multiple Choice Web Diagnostic Assessment*
Kesulitan Belajar Matematika Berbasis HOTS Pada Siswa Sekolah Menengah Atas.**

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan dan Kearsipan Universitas Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain secara **fulltext** untuk kepentingan akademis tanpa perlu ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 16 Juli 2026

Penulis

Khaerun Nisa'

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala Rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan disertasi yang berjudul **“Pengembangan *Three-Tier Multiple Choice Web Diagnostic Assessment* Kesulitan Belajar Matematika Berbasis HOTS pada Siswa Sekolah Menengah Atas”**. Disertasi ini disusun sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Doktor pada Program Studi Penelitian dan Evaluasi Pendidikan, Universitas Negeri Jakarta.

Penyusunan disertasi ini merupakan proses akademik yang penuh pembelajaran dan refleksi ilmiah dalam upaya memperluas kajian di bidang psikometri dan pengukuran pendidikan, khususnya terkait pengembangan asesmen diagnostik berbasis *Cognitive Diagnostic Model* (CDM). Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan instrumen asesmen diagnostik yang mampu menghasilkan informasi lebih rinci mengenai penguasaan atribut kognitif dan profil kesulitan belajar peserta didik.

Penulis menyadari bahwa penyelesaian disertasi ini tidak terlepas dari dukungan dan kontribusi berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih kepada:

1. Rektor Universitas Negeri Jakarta yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk menempuh pendidikan doktoral;
2. Direktur Pascasarjana Universitas Negeri Jakarta atas dukungan selama proses studi;
3. Koordinator Program Studi Penelitian dan Evaluasi Pendidikan Universitas Negeri Jakarta, Prof. Dr. Rahayu Wardani, M.Pd. atas arahan dan dukungan selama penulis menjalani proses akademik;
4. Prof. Dr. Iva Sarifah, M.Pd. selaku Promotor dan Dr. Riyadi, M.T. selaku Co-Promotor yang telah memberikan arahan, bimbingan, dukungan, motivasi, serta berbagai masukan ilmiah yang sangat berharga selama proses penyusunan dan penyempurnaan disertasi ini;
5. Bapak/Ibu Tim Penguji Disertasi, Prof. Dr. Achmad Ridwan, M.Si., Dr. Ellis Salsabila, M.Si, dan Dr. Deni Iriyadi, M.Pd. yang telah memberikan berbagai

masukan, kritik, saran, dan perspektif akademik yang konstruktif dalam proses penyempurnaan disertasi ini;

6. Seluruh dosen Program Studi Penelitian dan Evaluasi Pendidikan yang telah memberikan ilmu pengetahuan, pengalaman akademik, dan wawasan selama masa studi;
7. Pimpinan dan rekan-rekan Pusat Riset Pendidikan, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) atas dukungan dan diskusi ilmiah yang memperkaya proses penelitian dan penyelesaian studi ini;
8. Kepala sekolah, guru, dan seluruh peserta didik di Jakarta dan Sulawesi Selatan yang telah berpartisipasi serta memberikan dukungan dalam pelaksanaan penelitian ini;
9. Kedua orang tua tercinta, Bapak Muh. Ramli dan Ibu Hasmi yang senantiasa memberikan doa, dukungan, serta nilai-nilai kehidupan yang menjadi sumber kekuatan, motivasi, dan inspirasi bagi penulis dalam menempuh perjalanan akademik hingga penyelesaian studi doctoral ini;
10. Suami, Dr. Muhlis, atas doa, dukungan dan ketulusan dalam mendampingi setiap proses dan dinamika selama penyelesaian studi doctoral;
11. Rekan-rekan mahasiswa Program Studi Penelitian dan Evaluasi Pendidikan Angkatan 2023, atas kebersamaan dan diskusi akademik yang telah menjadi bagian berharga dalam proses penyelesaian studi doctoral ini;
12. Seluruh keluarga besar, sahabat, serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu atas doa dan dukungan yang telah diberikan selama proses penyelesaian studi ini.

Penulis menyadari bahwa disertasi ini masih memiliki keterbatasan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk penyempurnaan penelitian selanjutnya. Penulis berharap disertasi ini dapat memberikan kontribusi bagi pengembangan kajian psikometri, asesmen diagnostik, dan evaluasi pendidikan.

Jakarta, 23 Juli 2026

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERSETUJUAN PANITIA UJIAN DIPERSYARATKAN UNTUK UJIAN TERBUKA DISERTASI PROMOSI DOKTOR	ii
BUKTI PENGESAHAN PERBAIKAN UJIAN TERTUTUP	iii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	x
PERNYATAAN PEMBERKASAN YUDISIUM	xii
PERNYATAAN ORISINALITAS KARYA ILMIAH	xiii
PERNYATAAN PUBLIKASI	xiv
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	xv
KATA PENGANTAR	xvi
DAFTAR ISI	xviii
DAFTAR TABEL	xxii
DAFTAR GAMBAR	xxv
DAFTAR LAMPIRAN	xxvi
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	21
C. Pembatasan Penelitian	22
D. Perumusan Masalah	23
E. Tujuan Penelitian	24
F. Manfaat Penelitian	24
G. Kebaruan Penelitian	28
BAB II KAJIAN PUSTAKA	35
A. Landasan Teoritik	35
1. Landasan Konseptual Kesulitan Belajar Matematika	35
2. Paradigma Asesmen Diagnostik dalam Pendidikan Matematika	39
3. HOTS dalam Pembelajaran Fungsi Eksponensial	43
4. <i>Three-Tier Multiple Choices</i>	51
5. <i>Computer-Based Testing</i> dalam Asesmen Diagnostik	66
6. Model Pengembangan Instrumen Asesmen Diagnostik	71
7. Kerangka Psikometrik <i>Cognitive Diagnostic Assessment</i>	74
a. Paradigma <i>Cognitive Diagnostic Assessment</i>	74
b. Pemodelan Atribut Kognitif	77
c. <i>Attribute Hierarchy Model</i> sebagai Representasi Hubungan Antaratribut	81
d. Q-matrix sebagai Representasi Hubungan Item-Atribut	86
e. Validasi Teoritis dan Empiris Q-Matrix	87
1) Validasi Teoritik Q-matrix (<i>Expert Judgment</i>)	87

2) Validasi Empris Q-matrix (<i>PAVF Test</i>)	89
3) Validasi Empris Q-matrix (<i>Stepwise Wald Test</i>)	92
4) Dampak Kesalahan Spesifikasi Q-matrix	94
8. <i>Generalized DINA</i> sebagai Kerangka Psikometrik <i>Cognitive Diagnostic Assessment</i>	95
9. Analisis Komparatif Model DINA dan G-DINA.....	98
10. Evaluasi Psikometrik Model <i>Generalized DINA</i>	108
a. <i>Model Fit Comparison</i>	109
b. <i>Global Model Fit</i>	112
c. <i>Item Fit</i>	115
11. Parameter Delta	118
12. <i>Succes Probability</i>	121
13. <i>Classification Accuracy</i> dan <i>Classification Consistency</i> ..	123
14. Estimasi <i>Attribute Mastery Probability</i> dan <i>Attribute Mastery Profile</i>	127
15. Distribusi <i>Latent Class</i> dalam <i>Cognitive Diagnostic Assessment</i>	130
16. Keterkaitan Respons <i>Three Tier</i> dan Penguasaan Atribut.....	133
17. Sintesis Hubungan Antar Parameter Psikometrik dalam G-DINA	136
18. <i>Integrasi Konseptual HOTS, Three-Tier Multiple Choice, Computer-Based Testing</i> , dan <i>Generalized DINA</i>	140
B. Penelitian Relevan	142
C. Kerangka Berpikir.....	144
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	148
A. Waktu dan Lokasi Penelitian	148
B. Desain Penelitian.....	151
C. Populasi dan Sampel Penelitian	162
D. Teknik Pengumpulan Data	180
E. Teknik Analisis Data	200
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	215
A. Hasil Penelitian	215
1. Karakteristik Empiris Responden Penelitian.....	215
2. Kualitas Instrumen Asesmen Diagnostik	217
a. <i>Learning Continuum</i> Fungsi Eksponensial.....	219
b. Hirarki Materi Fungsi Eksponensial	222
c. Analisis Domain Fungsi Eksponensial	225
d. Atribut Fungsi Eksponensial.....	230
e. <i>Attribute Hierarchy Model (AHM)</i>	233
f. Q-matrix.....	240
g. Validitas Q-matrix	245
1) Validasi Teorik Q-matrix	245
2) Validasi Q-matrix Melalui PAVF dan <i>Stepwise Wald</i>	249

h.	Analisis Deskriptif Uji Empiris Tahap I.....	245
i.	Perbandingan Kesesuaian CDMs Uji Empiris Tahap I	260
j.	Evaluasi <i>Global Fit Model</i>	262
k.	Implikasi Kesesuaian Model.....	266
l.	Analisis <i>Global Item Fit</i> Uji Empiris Tahap I	268
m.	Analisis Parameter Delta Model G-DINA Uji Empiris Tahap I	271
n.	Pengembangan Web Asesmen Diagnostik	284
o.	Perbandingan <i>Cognitive Diagnostic Model</i> pada Uji Empiris Tahap II	296
p.	Evaluasi <i>Global Fit Model</i> Uji Empiris Tahap II	300
q.	Evaluasi <i>Item Fit</i> Uji Empiris Tahap II	303
r.	Evaluasi Estimasi Parameter Delta Uji Empiris Tahap II.....	307
s.	Evaluasi <i>Succes Probability</i>	322
t.	Evaluasi Reliabilitas <i>Clasification Accuracy</i> , <i>Clasification Concistency</i> , dan <i>Classification</i> <i>Consistency Matrix</i>	327
3.	Diagnosis Penguasaan Atribut dan Kesulitan Belajar Matematika Siswa Berdasarkan Model G-DINA.....	334
4.	Analisis Penguatan Diagnostik Berbasis <i>Three Tier Multiple</i> <i>Choice</i>	353
a.	Analisis Hubungan Antar Tier	354
b.	Klasifikasi Diagnosis Konseptual <i>Three Tier</i> <i>Multiple Choice</i>	357
c.	Distribusi Kategori Diagnosis Konseptual Peserta Didik	364
d.	Distribusi Status Integrasi G-DINA dan <i>Three Tier</i> <i>Multiple Choice</i>	367
e.	Integrasi <i>Three Tier Multiple Choice</i>	370
f.	Analisis Pola Respons <i>Three Tier</i> Berdasarkan Profil <i>Mastery Class</i>	373
B.	Pembahasan	376
1.	<i>Fragmented Mastery</i>	377
2.	Miskonsepsi	380
3.	Profil 0100	385
4.	Profil 1111	390
5.	Profil 0011	394
6.	Profil 0000	397
7.	<i>Mixed/Needs Qualitative Review</i>	402
8.	Implikasi Pedagogis	406
9.	HOTS sebagai Kerangka Operasional Pengembangan Atribut Diagnostik	410
10.	<i>Computer-Based Testing</i> sebagai Ekosistem Asesmen Diagnostik.....	413
C.	Keterbatasan Penelitian.....	415

BAB V KESIMPULAN	420
A. Kesimpulan	420
B. Implikasi	425
C. Saran	428
DAFTAR PUSTAKA	435
LAMPIRAN.....	443
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	542



DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Sintesis Penelitian Terdahulu dan Kesenjangan Penelitian	31
Tabel 2.1 Perbandingan <i>Framework Higher Order Thinking Skills</i>	46
Tabel 2.2 Operasionalisasi <i>Higher Order Thinking Skills</i>	49
Tabel 2.3 Perbandingan Berbagai Model <i>Diagnostic Tier Test</i>	58
Tabel 2.4 Klasifikasi Tingkat Pemahaman	60
Tabel 2.5 Pemetaan 12 Kombinasi 3TMC menjadi 5 Kategori	64
Tabel 2.6 Ringkasan Distribusi Konseptual	64
Tabel 2.7 Estimasi Waktu Pengerjaan Item Pilihan Ganda	65
Tabel 2.8 Perbandingan <i>Platform</i> Implementasi Asesmen Digital	66
Tabel 2.9 Perbandingan Model Pengembangan Instrumen Pendidikan	78
Tabel 2.10 Perbandingan Paradigma Pengukuran Pendidikan	72
Tabel 2.11 Ringkasan Klasifikasi Atribut	76
Tabel 2.12 Makna Psikometrik Representasi Atribut	80
Tabel 2.13 Kriteria Interpretasi Nilai <i>Item-Level I-CVI</i>	81
Tabel 2.14 Kriteria Interpretasi Nilai <i>Scale-Level S-CVI/Ave</i>	89
Tabel 2.15 Perbandingan PVAF dan <i>Stepwise Wald Test</i>	89
Tabel 2.16 Indikator <i>Global Model Fit</i> pada G-DINA	94
Tabel 2.17 Interpretasi <i>Hasil Item Fit</i>	103
Tabel 2.18 Kemungkinan <i>Attribute Mastery Profile</i>	114
Tabel 2.19 Indikator <i>Global Model Fit</i> pada G-DINA	114
Tabel 2.20 Interpretasi <i>Hasil Item Fit</i>	118
Tabel 2.21 Kemungkinan <i>Atribut Mastery Profile</i>	122
Tabel 2.22 Perbandingan <i>Classification Accuracy</i> dan <i>Classification Consistency</i>	126
Tabel 2.23 Kriteria Interpretasi <i>Classification Accuracy</i> dan <i>Classification</i> <i>Consistency</i> dalam CDM	126
Tabel 2.24 Simulasi <i>Attribute Mastery Profile</i> dan <i>Probabilitas Posterior</i>	129
Tabel 2.25 Contoh Distribusi Kelas Laten untuk Empat Atribut	132
Tabel 2.26 Pedoman Interpretasi Koefisien Cramer's V	135
Tabel 3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian	150
Tabel 3.2 Tahapan Pengambilan Sampel Uji Empiris Tahap I	168
Tabel 3.3 Distribusi SMA Negeri di Provinsi DK Jakarta	171
Tabel 3.4 Tahapan Pengambilan Sampel Uji Empiris Tahap II	174
Tabel 3.5 Distribusi Sampel Penelitian Berdasarkan Tahap Uji Empiris	178
Tabel 3.6 Karakteristik Validator Instrumen dan Q-matrix	181
Tabel 3.7 Kisi-kisi Validasi Pakar Instrumen 3TMC dan <i>Q-matrix</i>	182
Tabel 3.8 Karakteristik Validator <i>Website CBT</i>	183
Tabel 3.9 Kisi-kisi Validasi <i>Web-Based Diagnostic Assessment</i>	183
Tabel 3.10 Struktur Instrumen Three-Tier Multiple Choice (3TMC)	185
Tabel 3.11 Kisi-kisi Instrumen <i>Diagnostic Assessment HOTS-based</i> <i>Three-Tier Multiple Choice (3TMC)</i>	186
Tabel 3.12 Kisi-Kisi Q-Matrix Instrumen Fungsi Eksponensial	190
Tabel 3.13 Ringkasan Tahapan Pengumpulan Data Penelitian	200
Tabel 3.14 Ringkasan Teknik Analisis Data Penelitian	201
Tabel 3.15 Struktur Analisis <i>Three-Tier Multiple Choice</i>	211

Tabel 3.16 Pengkodean Respons <i>Three-Tier Multiple Choice</i>	211
Tabel 3.17 Klasifikasi Diagnostik <i>Three-Tier Multiple Choice</i>	212
Tabel 4.1 Karakteristik Responden Penelitian	216
Tabel 4.2 <i>Learning Continuum</i> Materi Fungsi Eksponensial	221
Tabel 4.3 Struktur Hirarki Materi Fungsi Eksponensial	223
Tabel 4.4 Sintesis Analisis Domain Fungsi Eksponensial	227
Tabel 4.5 Ringkasan Atribut dalam Model DINA untuk Materi Fungsi Eksponensial	231
Tabel 4.6 Analisis AHM Per Butir	234
Tabel 4.7 Distribusi Q-matrix	241
Tabel 4.8 Hasil Analisis Menggunakan <i>Content Validity Index</i> (CVI)	247
Tabel 4.9 Perbandingan Q-Matrix Awal, Hasil Validasi PVAF, dan Stepwise Wald Test pada Uji Empiris Tahap I	250
Tabel 4.10 Sintesis Hasil Validasi Q-Matrix Menggunakan Validasi Pakar, PVAF, dan <i>Stepwise Wald Test</i>	251
Tabel 4.11 Triangulasi Bukti dalam Penetapan Q-Matrix Final	251
Tabel 4.12 Perbandingan Enam Model CDM Yang Diestimasi Menggunakan Data Empiris Tahap I	260
Tabel 4.13 Hasil <i>Global Model Fit</i> Model G-DINA Uji Empiris Tahap I.....	263
Tabel 4.14 Hasil <i>Global Item Fit</i> Model G-DINA Uji Empiris Tahap I.....	268
Tabel 4.15 Ringkasan Evaluasi <i>Item-Level Fit</i> Berdasarkan Residual Model G-DINA	269
Tabel 4.16 Ringkasan Estimasi Parameter <i>Intercept</i>	272
Tabel 4.17 Ringkasan Estimasi Parameter <i>Main Effects</i>	275
Tabel 4.18 Ringkasan Estimasi Parameter <i>Interaction Effects</i>	278
Tabel 4.19 Ringkasan <i>Interaction Effects</i>	280
Tabel 4.20 Ringkasan Hasil Validasi Pakar <i>Website CBT</i>	293
Tabel 4.21 Ringkasan Analisis Kualitatif Masukan Pakar dan Praktis.....	294
Tabel 4.22 Perbandingan Indeks Kecocokan Model CDM pada Uji Empiris Tahap II	297
Tabel 4.23 <i>Likelihood Ratio Test</i> antara G-DINA dan <i>Reduced Models</i>	298
Tabel 4.24 Indeks <i>Global Model Fit</i> Model G-DINA pada Uji Empiris Tahap II	300
Tabel 4.25 Ringkasan Evaluasi Item Fit Model G-DINA pada Uji Empiris Tahap II	304
Tabel 4.26 Kelompok Butir dengan Residual Lokal Tertinggi.....	305
Tabel 4.27 Distribusi Parameter <i>Intercept</i> (δ_0) pada Uji Empiris Tahap II.....	309
Tabel 4.28 Distribusi Atribut Dominan Berdasarkan Parameter <i>Main Effect</i>	311
Tabel 4.29 Distribusi <i>Interaction Effect</i> Dominan pada Uji Empiris Tahap II.....	315
Tabel 4.30 Ringkasan Struktur <i>Success Probability</i> Berdasarkan Kompleksitas Atribut	323
Tabel 4.31 <i>Overall Classification Accuracy</i>	328
Tabel 4.32 <i>Attribute Classification Accuracy</i>	330
Tabel 4.33 <i>Pattern Classification Accuracy</i>	331
Tabel 4.34 Sintesis Evaluasi Reliabilitas Diagnosis	333
Tabel 4.35 Probabilitas Penguasaan Setiap Atribut	334
Tabel 4.36 Distribusi <i>Attribute Mastery Profile</i> Peserta.....	337

Tabel 4.37 Sintesis Tingkat Penguasaan Atribut HOTS dan Implikasi Pembelajaran pada Materi Fungsi Eksponensial.....	341
Tabel 4.38 Distribusi Kelas Laten Berdasarkan Estimasi Model G-DINA	344
Tabel 4.39 Sintesis Bukti Diagnosis Kognitif Berdasarkan Model G-DINA	350
Tabel 4.40 Hasil Uji Chi-Square Antar-Tier.....	354
Tabel 4.41 Hasil Simulasi Monte Carlo.....	355
Tabel 4.42 Hasil <i>Effect Size</i> Menggunakan Cramer's V.....	355
Tabel 4.43 Klasifikasi Diagnosis Konseptual <i>Three-Tier Multiple Choice</i>	360
Tabel 4.44 Distribusi Kategori Diagnosis Konseptual <i>Three-Tier Multiple Choice</i>	364
Tabel 4.45 Status Integrasi Hasil Sintesis Antara <i>Generalized DINA</i> Dan <i>Three-Tier Multiple Choice</i>	367
Tabel 4.46 Integrasi Profil Mastery Class G-DINA dan Kategori Dominan 3TMC	370
Tabel 4.47 Distribusi Kategori 3TMC pada <i>Profil Mastery Class Dominan</i>	373
Tabel 4.48 Sintesis Diagnosis Miskonsepsi pada Materi Fungsi Eksponensial.....	383
Tabel 4.49 Sintesis Diagnosis Profil 0100 Berdasarkan Integrasi <i>Generalized DINA</i> dan <i>Three-Tier Multiple Choice</i>	387
Tabel 4.50 Sintesis Diagnosis Profil 0011 Berdasarkan Integrasi <i>Generalized DINA</i> dan <i>Three-Tier Multiple Choice</i>	396
Tabel 4.51 Sintesis Diagnosis Profil 0000 Berdasarkan Integrasi <i>Generalized DINA</i> dan <i>Three-Tier Multiple Choice</i>	399
Tabel 4.52 Sintesis Kemungkinan Penyebab Kategori <i>Mixed/Needs Qualitative Review</i> dan Strategi Diagnosis Lanjutan.....	404
Tabel 4.53 Implikasi Pedagogis Berdasarkan Status Diagnosis	407
Tabel 4.54 Sintesis Peran HOTS dalam Kerangka Operasional Diagnosis Kognitif Penelitian	411
Tabel 4.55 Perkembangan Peran <i>Computer-Based Testing</i> dalam Penelitian Ini.....	414
Tabel 4.56 Keterbatasan Penelitian.....	415

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.2 Visualisasi Jaringan Bibliometrik 1.....	28
Gambar 1.3 Visualisasi Jaringan Bibliometrik 2.....	29
Gambar 2.1 Kerangka Inferensi Psikometrik G-DINA	139
Gambar 2.2 Kerangka Berpikir	144
Gambar 3.1 Prosedur Pengembangan	153
Gambar 4.1 Sebaran Lokasi Sekolah Partisipan	215
Gambar 4.2 Distribusi Responden Berdasarkan Jenis Kelamin.....	216
Gambar 4.3 Struktur AHM Global <i>Hybrid (Divergent-Convergent)</i>	234
Gambar 4.4 Persentase Jawaban Siswa pada <i>Tier 1</i>	255
Gambar 4.5 Distribusi Jawaban Siswa Perbutir pada <i>Tier 1</i>	255
Gambar 4.6 Persentase Respons Alasan Siswa.....	257
Gambar 4.7 Distribusi Alasan Siswa Perbutir pada <i>Tier 2</i>	257
Gambar 4.8 Persentase Tingkat Keyakinan Siswa Terhadap Jawabannya	258
Gambar 4.9 Persebaran Tingkat Keyakinan Siswa Perbutir Soal	258
Gambar 4.10 Halaman <i>Login</i> dan <i>Pendaftaran</i> Pengguna	287
Gambar 4.11 Halaman <i>Informasi</i> dan <i>Pedoman Pelaksanaan Tes Diagnostik</i>	289
Gambar 4.12 Tampilan <i>Pengerjaan Soal 3TMC</i> pada Sistem	289
Gambar 4.13 Tampilan <i>Pengakhiran Tes</i> pada Sistem	290
Gambar 4.14 Ringkasan Hasil dan Rincian Jawaban 3TMC	291
Gambar 4.15 Ringkasan dan Detail Profil Penguasaan Atribut Kognitif	292
Gambar 4.16 Rekonstruksi <i>Learning Progression HOTS</i>	351



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Instrumen Penelitian	443
Lampiran 2. Data Hasil Penelitian	459
Lampiran 3. Surat Keterangan Telah Melaksanakan Penelitian	538

