

**MENENTUKAN TINGKAT KESULITAN PERMAINAN BE-MUSIC  
SOURCE MENGGUNAKAN BAYESIAN ITEM RESPONSE  
THEORY**

**SKRIPSI**

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat mencapai derajat Sarjana  
Program Studi S1 Informatika



disusun oleh

**MUHAMMAD REIKI SANTOSA**

**18.11.2116**

Kepada

**FAKULTAS ILMU KOMPUTER  
UNIVERSITAS AMIKOM YOGYAKARTA  
YOGYAKARTA**

**2025**

**MENENTUKAN TINGKAT KESULITAN PERMAINAN BE-MUSIC  
SOURCE MENGGUNAKAN BAYESIAN ITEM RESPONSE  
THEORY**

**SKRIPSI**

untuk memenuhi salah satu syarat mencapai derajat Sarjana  
Program Studi S1 Informatika



disusun oleh

**MUHAMMAD REIKI SANTOSA**

**18.11.2116**

Kepada

**FAKULTAS ILMU KOMPUTER  
UNIVERSITAS AMIKOM YOGYAKARTA  
YOGYAKARTA**

**2025**

HALAMAN PERSETUJUAN

SKRIPSI

MENENTUKAN TINGKAT KESULITAN PERMAINAN BE-MUSIC SOURCE  
MENGUNAKAN BAYESIAN ITEM RESPONSE THEORY

yang disusun dan diajukan oleh

**Muhammad Reiki Santosa**

**18.11.2116**

telah disetujui oleh Dosen Pembimbing Skripsi  
pada tanggal 30 Januari 2025

Dosen Pembimbing,



Haryoko, S.Kom., M.Cs.

NIK. 190302286

**HALAMAN PENGESAHAN**  
**SKRIPSI**  
**MENENTUKAN TINGKAT KESULITAN PERMAINAN BE-MUSIC SOURCE**  
**MENGUNAKAN BAYESIAN ITEM RESPONSE THEORY**

yang disusun dan diajukan oleh

**Muhammad Reiki Santosa**

**18.11.2116**

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji  
pada tanggal 30 Januari 2025

**Susunan Dewan Penguji**

**Nama Penguji**

**Tanda Tangan**

**Dr. Andi Sunyoto, S.Kom., M.Kom.**  
**NIK. 190302052**

**Andriyan Dwi Putra, S.Kom., M.Kom.**  
**NIK. 190302270**

**Haryoko, S.Kom., M.Cs.**  
**NIK. 190302286**

Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan  
untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer  
Tanggal 30 Januari 2025

**DEKAN FAKULTAS ILMU KOMPUTER**



**Hanif Al Fatta, S.Kom., M.Kom., Ph.D.**  
**NIK. 190302096**

## HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertandatangan di bawah ini,

Nama mahasiswa : Muhammad Reiki Santosa  
NIM : 18.11.2116

Menyatakan bahwa Skripsi dengan judul berikut:

### **MENENTUKAN TINGKAT KESULITAN PERMAINAN BE-MUSIC SOURCE MENGGUNAKAN BAYESIAN ITEM RESPONSE THEORY**

Dosen Pembimbing : Haryoko, S.Kom., M.Cs.

1. Karya tulis ini adalah benar-benar **ASLI** dan **BELUM PERNAH** diajukan untuk mendapatkan gelar akademik, baik di Universitas AMIKOM Yogyakarta maupun di Perguruan Tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini merupakan gagasan, rumusan dan penelitian SAYA sendiri, tanpa bantuan pihak lain **kecuali arahan** dari Dosen Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan disebutkan dalam Daftar Pustaka pada karya tulis ini.
4. Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab SAYA, bukan tanggung jawab Universitas AMIKOM Yogyakarta.
5. Pernyataan ini SAYA buat dengan sesungguhnya, apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka SAYA bersedia menerima **SANKSI AKADEMIK** dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Perguruan Tinggi.

Yogyakarta, 30 Januari 2025

Yang Menyatakan,



Muhammad Reiki Santosa

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.

Penulis menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih yang tulus kepada:

1. **Haryoko, S.Kom., M.Cs.** selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan, masukan, dan motivasi selama proses penyusunan skripsi.
2. **Dr. Andi Sunyoto, S.Kom., M.Kom.** selaku Dosen Penguji 1 dan **Andriyan Dwi Putra, S.Kom., M.Kom.** selaku Dosen Penguji 2 atas saran, kritik, serta arahan konstruktif selama ujian skripsi.
3. Kedua orang tua penulis yang senantiasa memberikan dukungan moril dan materiil tanpa batas.
4. Seluruh pihak terkait yang tidak dapat disebutkan satu per satu atas kontribusi dalam penyelesaian penelitian ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan untuk perbaikan di masa mendatang.

Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan praktik di bidang terkait.

Yogyakarta, 30 Januari 2025

Penulis

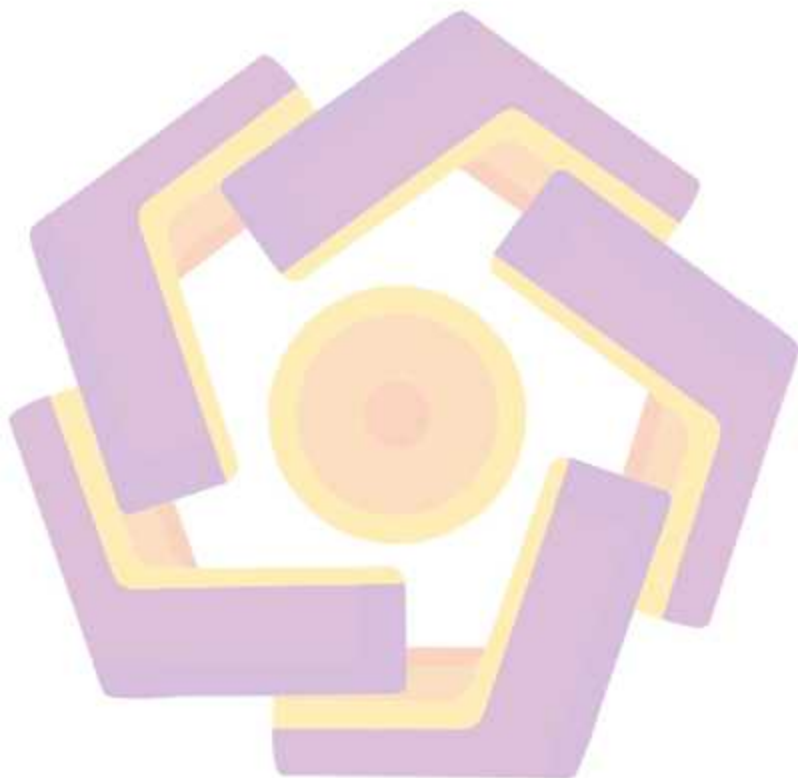
## DAFTAR ISI

|                                           |      |
|-------------------------------------------|------|
| HALAMAN JUDUL .....                       | i    |
| HALAMAN PERSETUJUAN.....                  | ii   |
| HALAMAN PENGESAHAN .....                  | iii  |
| HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI ..... | iv   |
| KATA PENGANTAR.....                       | v    |
| DAFTAR ISI.....                           | vi   |
| DAFTAR TABEL.....                         | viii |
| DAFTAR GAMBAR.....                        | ix   |
| DAFTAR LAMPIRAN.....                      | x    |
| DAFTAR SINGKATAN.....                     | xi   |
| DAFTAR ISTILAH.....                       | xii  |
| INTISARI .....                            | xiii |
| ABSTRACT.....                             | xiv  |
| BAB I PENDAHULUAN.....                    | 1    |
| 1.1 Latar Belakang Masalah .....          | 1    |
| 1.2 Rumusan Masalah.....                  | 2    |
| 1.3 Batasan Masalah .....                 | 2    |
| 1.4 Tujuan Penelitian .....               | 2    |
| 1.5 Manfaat Penelitian .....              | 3    |
| 1.6 Sistematika Penulisan .....           | 4    |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....             | 5    |
| 2.1 Studi Literatur.....                  | 5    |
| 2.2 Dasar Teori .....                     | 15   |
| 2.2.1 Item Response Theory .....          | 15   |
| 2.2.2 Model 2-PL .....                    | 16   |
| 2.2.3 Variational Bayesian .....          | 16   |
| 2.2.4 Mean Absolute Error.....            | 18   |
| BAB III METODE PENELITIAN .....           | 19   |
| 3.1 Objek Penelitian.....                 | 19   |
| 3.2 Alur Penelitian.....                  | 19   |
| 3.3 Alat dan Bahan.....                   | 20   |

|                                         |    |
|-----------------------------------------|----|
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....       | 21 |
| 4.1 Akuisisi Data.....                  | 21 |
| 4.2 Data Preprocessing .....            | 22 |
| 4.2.1 Pengolahan Tabel Kesulitan.....   | 22 |
| 4.2.2 Pengambilan Data Player .....     | 23 |
| 4.2.3 Filtrasi Data.....                | 25 |
| 4.3 Bayesian Item Response Theory.....  | 26 |
| 4.3.1 Akuisisi Data.....                | 26 |
| 4.3.2 Pelatihan dan Evaluasi Data.....  | 27 |
| 4.4 Memproses Prediksi Model .....      | 29 |
| 4.5 Menghitung Estimasi Level .....     | 30 |
| 4.6 Memeriksa Kinerja Model .....       | 31 |
| 4.7 Menyimpan dan Publikasi Hasil ..... | 33 |
| BAB V PENUTUP .....                     | 38 |
| 5.1 Kesimpulan .....                    | 38 |
| 5.2 Saran .....                         | 38 |
| REFERENSI .....                         | 39 |
| LAMPIRAN.....                           | 40 |

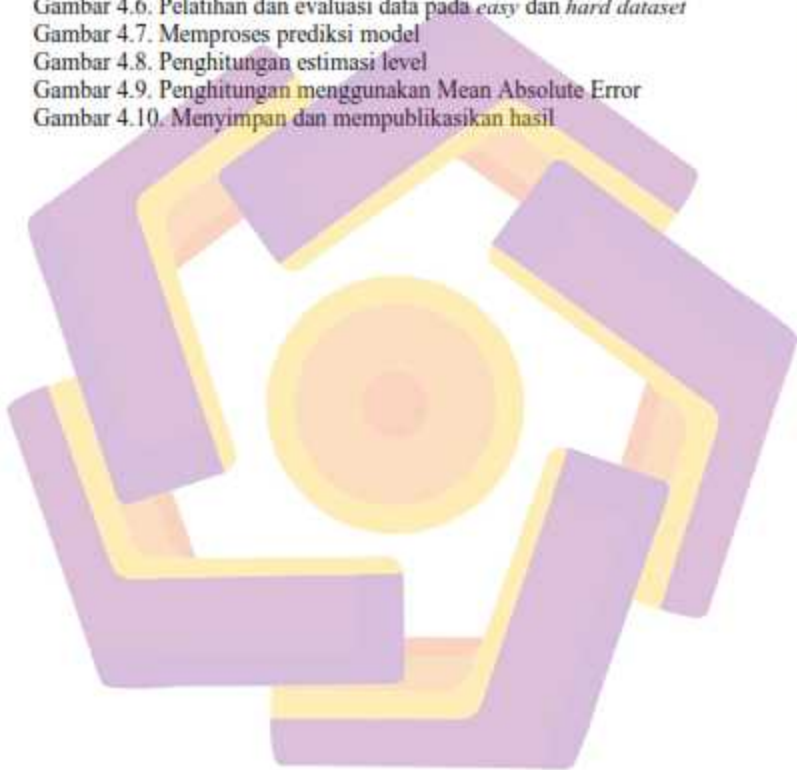
## DAFTAR TABEL

|                                      |    |
|--------------------------------------|----|
| Tabel 2.1. Keaslian Penelitian       | 6  |
| Tabel 4.1. Nilai Mean Absolute Error | 32 |
| Tabel 4.2. Tabel hasil               | 34 |



## DAFTAR GAMBAR

|                                                                                  |    |
|----------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 3.1. Alur Penelitian                                                      | 19 |
| Gambar 4.1. Kode pengambilan tabel kesulitan                                     | 21 |
| Gambar 4.2. Kode pengolahan tabel kesulitan                                      | 22 |
| Gambar 4.3. Kode pengambilan data <i>player</i>                                  | 24 |
| Gambar 4.4. Kode filtrasi data <i>player</i>                                     | 25 |
| Gambar 4.5. Kode untuk akuisisi data                                             | 26 |
| Gambar 4.6. Pelatihan dan evaluasi data pada <i>easy</i> dan <i>hard dataset</i> | 28 |
| Gambar 4.7. Memproses prediksi model                                             | 29 |
| Gambar 4.8. Penghitungan estimasi level                                          | 30 |
| Gambar 4.9. Penghitungan menggunakan Mean Absolute Error                         | 31 |
| Gambar 4.10. Menyimpan dan mempublikasikan hasil                                 | 33 |



## DAFTAR LAMPIRAN

|                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------|----|
| Lampiran 1. Kode pengambilan tabel kesulitan                                  | 40 |
| Lampiran 2. Kode pengolahan tabel kesulitan                                   | 41 |
| Lampiran 3. Kode pengambilan data <i>player</i>                               | 42 |
| Lampiran 4. Kode filtrasi data <i>player</i>                                  | 43 |
| Lampiran 5. Kode akuisisi <i>easy</i> data                                    | 44 |
| Lampiran 6. Kode akuisisi <i>hard</i> data                                    | 45 |
| Lampiran 7. Pelatihan dan evaluasi data pada <i>easy dataset</i>              | 46 |
| Lampiran 8. Pelatihan dan evaluasi data pada <i>hard dataset</i>              | 47 |
| Lampiran 9. Kode implementasi dan memeriksa kinerja model <i>easy clear</i>   | 48 |
| Lampiran 10. Kode untuk menyimpan dan mempublikasikan hasil <i>easy clear</i> | 49 |
| Lampiran 11. Kode implementasi dan memeriksa kinerja model <i>hard clear</i>  | 50 |
| Lampiran 12. Kode untuk menyimpan dan mempublikasikan hasil <i>hard clear</i> | 51 |
| Lampiran 13. Sampel tabel <i>easy clear</i>                                   | 52 |
| Lampiran 14. Sampel tabel <i>hard clear</i>                                   | 53 |
| Lampiran 15. <i>Website</i>                                                   | 54 |

## DAFTAR SINGKATAN

|      |                               |
|------|-------------------------------|
| BMS  | Be-Music Source               |
| BIRT | Bayesian Item Response Theory |
| VI   | Variational Inference         |
| PL   | Parameter Logistik            |
| VB   | Variational Bayes             |
| MAE  | Mean Absolute Error           |



## DAFTAR ISTILAH

|                    |                                                                                                                                                                    |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| JSON               | Format data ringan untuk pertukaran data yang mudah dibaca oleh manusia dan diproses oleh mesin                                                                    |
| MD5                | Fungsi <i>hash</i> kriptografis untuk menghasilkan nilai <i>hash</i> 128-bit dari data <i>input</i> . Digunakan untuk memverifikasi integritas data                |
| XML                | Bahasa <i>markup</i> untuk menyimpan dan mengorganisir data dalam format teks                                                                                      |
| HTML               | Bahasa <i>markup</i> standar untuk membuat halaman web                                                                                                             |
| <i>f-string</i>    | Cara ringkas untuk menyisipkan ekspresi/variabel ke dalam <i>string</i> dengan menambahkan awalan <i>f</i> atau <i>F</i>                                           |
| Encoding           | Proses mengonversi <i>string</i> (teks Unicode) ke dalam bentuk <i>bytes</i> (data biner) menggunakan skema pengkodean tertentu                                    |
| Cache              | Mekanisme penyimpanan sementara untuk menyimpan data yang sering diakses, sehingga mengurangi waktu komputasi atau akses data berulang                             |
| Dictionary         | Struktur data yang menyimpan pasangan kunci-nilai ( <i>key-value pairs</i> ) secara tidak teratur                                                                  |
| List comprehension | Cara ringkas dan efisien untuk membuat <i>list</i> baru dengan menuliskan ekspresi dan perulangan/percabangan dalam satu baris                                     |
| Hyperparameters    | Parameter yang ditentukan sebelum proses pelatihan model <i>machine learning</i> untuk mengontrol perilaku algoritma                                               |
| Overfitting        | Kondisi di mana model <i>machine learning</i> belajar terlalu detail dari data latih (termasuk <i>noise/outlier</i> ) sehingga performa buruk pada data baru (uji) |
| Epoch              | Satu siklus lengkap di mana model dilatih menggunakan seluruh data latih sebanyak satu kali                                                                        |

## INTISARI

Penelitian ini mengidentifikasi masalah ketidakkonsistenan dan subjektivitas dalam penilaian tingkat kesulitan *chart* pada permainan Be-Music Source (BMS), yang mengakibatkan pemain kesulitan dalam memilih *chart* sesuai dengan kemampuan mereka.

Metode penelitian melibatkan pengumpulan data dari tabel kesulitan dan data kinerja pemain. Data tersebut diproses dan digabungkan menggunakan skrip Python library *py-irt*, lalu model 2-PL IRT diterapkan untuk mengevaluasi tingkat kesulitan *chart*. Penilaian akurasi model dilakukan menggunakan Mean Absolute Error (MAE).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa *chart* dengan nilai prediksi lebih tinggi, seperti "コスモワンダー [SAETHER]" dengan prediksi 0.752, lebih mudah diselesaikan dibandingkan *chart* dengan prediksi lebih rendah, seperti "Plasma Sphere (SP ANOTHER)" dengan prediksi 0.592. Hal ini menunjukkan bahwa semakin rendah nilai prediksi, semakin sulit *chart* tersebut. Selain itu, kolom "player\_count" dan "clear\_count" memberikan gambaran tentang partisipasi pemain dan keberhasilan menyelesaikan *chart*. Misalnya, "物怪舞踏 [Another]" memiliki "player\_count" tinggi (536) dan "clear\_count" 406, menunjukkan bahwa banyak pemain mencoba dan sukses, meskipun prediksinya tidak terlalu tinggi. Sebaliknya, *chart* dengan "player\_count" dan "clear\_count" rendah, seperti "Plasma Sphere (SP ANOTHER)", mungkin terlihat lebih sulit karena kurangnya data pemain. Penelitian ini menyediakan metode standar dan objektif dalam menilai kesulitan *chart* BMS, yang dapat dimanfaatkan oleh komunitas BMS.

**Kata kunci:** penilaian, kesulitan, *chart*, BMS, BIRT.

## ABSTRACT

*This study identifies issues of inconsistency and subjectivity in the assessment of chart difficulty levels in the Be-Music Source (BMS) game, which makes it difficult for players to choose charts that match their skill levels.*

*The research method involves collecting data from difficulty tables and player performance data. This data is processed and combined using the Python library `py-irt`, and a 2-PL IRT model is applied to evaluate the difficulty levels of the charts. The accuracy of the model is assessed using the Mean Absolute Error (MAE).*

*The results show that charts with higher predicted values, such as "コスモワンダー [SAETHER]" with a prediction of 0.752, are easier to complete compared to charts with lower predictions, such as "Plasma Sphere (SP ANOTHER)" with a prediction of 0.592. This indicates that the lower the prediction value, the more difficult the chart. Additionally, the "player\_count" and "clear\_count" columns provide insights into player participation and success rates. For example, "物怪舞踏[Another]" has a high "player\_count" (536) and a "clear\_count" of 406, indicating that many players attempt and succeed, even though the prediction is not particularly high. On the other hand, charts with low "player\_count" and "clear\_count", such as "Plasma Sphere (SP ANOTHER)", may appear more difficult due to the lack of player data. This study provides a standard and objective method for evaluating BMS chart difficulty, which can be utilized by the BMS community.*

**Keywords:** *evaluation, difficulty, chart, BMS, BIRT.*