

PENGEMBANGAN ANALISIS RESPON ITEM INTERAKTIF ONLINE MENGUNAKAN R UNTUK RESPON DIKOTOMUS DENGAN MODEL LOGISTIK (1-PL, 2-PL 3-PL)

I MADE TIRTA

Jurusan Matematika FMIPA Universitas Jember

Abstrak

Analisis Item Respon atau IRT (*Item Response Theory*), atau LTM (*Latent Trait Model*) adalah salah satu pendekatan modern untuk memodelkan hubungan antara kemampuan peserta uji yang dianggap laten dengan distribusi jawaban pada soal yang merupakan sesuatu yang teramati. Model ini dimanfaatkan untuk menggambarkan kualitas item (butir) soal dilihat dari kemampuan pengerja soal. IRT telah diperkenalkan sekitar 3 dekade lalu, dan akhir-akhir ini mulai diterapkan di Indonesia. Salah satu kendala penerapan IRT adalah tidak cukup tersedia alternatif software untuk mengalasis. Penelitian fokus pada pengembangan prototipe analisis IRT berbasis web-GUI (*Graphical User Interface*) yaitu menu online yang bersifat interaktif dan mudah diakses. Pada tahap awal dibuat software analisis, khusus untuk respon dikotomis (biner) dengan format tutorial interaktif dan dinamik yaitu tutorial dimana data yang dianalisis dapat diganti dengan data real pengguna. Selanjutnya hasil analisis dapat disimak dan dieksplorasi tahap demi tahap.

Kata kunci: analisis butir soal, *item response theory*, *latent trait model*, *opensource R*, *rasch model*, tutorial online.

1. Pendahuluan

Model logistik untuk memodelkan dan menganalisis item tes (butir soal)

Salah satu kegiatan yang banyak dilakukan dalam dunia pendidikan adalah melakukan tes untuk menguji kemampuan peserta didik. Apabila hasil tes tersebut dijadikan dasar untuk menentukan 'nasib' peserta ujian (misalnya lulus/tidak lulus, diterima/titolak), maka sudah seharusnya kualitas tes ujian memenuhi syarat sebagaimana yang ditentukan. Beberapa kriteria yang dikelompokkan pendekatan tradisional untuk mengukur kualitas tes diantaranya adalah validitas, reliabilitas, tingkat kesukaran daya beda item soal. Pendekatan ini walaupun tergolong tradisional, namun masih banyak dipakai untuk menguji perangkat evaluasi pembelajaran. Pendekatan yang tergolong modern, salah satunya menggunakan

pendekatan logistik disebut dikenal dengan IRT (*Item Response Theory*), telah dimulai sejak tahun 1930an Hambleton & Swaminathan (1991:4-5) dan sejak 1980an banyak terbit buku teks berbahasa Inggris tentang IRT (Baker, 2001). Ridho (2005) menguraikan banyak kelebihan dari IRT terhadap CTT (*Classical Test Theory*), namun sampai tahun tersebut belum ditemukan kajian yang dilakukan di Indonesia. Penulis menduga bahwa salah satu hal yang mungkin menjadi hambatan adalah akses ke software yang menyediakan analisis IRT. Oleh karena itu dirasa cukup penting mengembangkan *interface* yang berbasis GUI-Web dengan memanfaatkan *software* berbasis *open source*-R, sehingga mudah diakses dan tidak menyalahi peraturan tentang hak cipta.

Untuk respon bersifat biner (dikotomus), respon peserta pada item pada hanya dikelompokkan menjadi benar (1) atau salah (0), selanjutnya yang menjadi perhatian adalah peluang seorang menjawab benar (1) pada item tertentu dihubungkan dengan tingkat kemampuan peserta tes. Salah satu model yang relevan dengan permasalahan ini adalah model logistik. Rizopoulos (2006) menggambarkan bentuk umum dari model logistik ini seperti berikut ini.

$$P(X_{im} = 1 | Z_m) = c_i + (1 - c_i)g\{\alpha_i(z_m - \beta_i)\}$$

Dengan X_{im} adalah variabel manifes yang bersifat dikotomus, misalnya skor menjawab item ke i untuk peserta dengan level laten pada (misalnya kemampuan) pada tingkat m , parameter c_i adalah parameter **tebakan** untuk item ke i , sedangkan g menunjukkan fungsi khusus terkait model yang digunakan, α_i dan β_i masing-masing menunjukkan parameter **diskriminasi (daya neda)** dan **tingkat kesulitan**. Untuk model logistik (Rizopoulos, 2006)

$$g\{\alpha_i(z_m - \beta_i)\} = \frac{\exp[\alpha_i(z_m - \beta_i)]}{1 + \exp[\alpha_i(z_m - \beta_i)]}$$

Model ini menghasilkan bentuk yang paling lengkap dengan tiga (3) parameter model logistik yang dikenal dengan model 3PL yaitu

$$P(X_{im} = 1 | Z_m) = c_i + (1 - c_i) \left(\frac{\exp[\alpha_i(z_m - \beta_i)]}{1 + \exp[\alpha_i(z_m - \beta_i)]} \right)$$

Selanjutnya, jika $c_i=0$, maka modelnya akan menjadi model dengan dua parameter yang lebih dikenal dengan model 2PL, sedangkan jika $c_i=0$ dan $\alpha_i = k$ (umumnya diasumsikan $k=1$), maka modelnya disebut model 1 PL yang lebih dikenal dengan model **rasch**. Tujuan utama dari analisis IRT adalah menghitung nilai dugaan (estimasi) dari ketiga parameter yaitu tingkat kesulitan, diskriminasi (daya beda) dan tebakan.

Paket ltm pada R

Paket ltm (Rizopoulos, 2006) adalah salah satu paket atau modul untuk menganalisis IRT pada program R. Modul/paket ini selain mampu menganalisis IRT dengan model 1, 2, dan 3-PL, juga bisa menganalisis item dengan respon politomus). Sebagaimana umumnya paket-paket R, pemanfaatan modul ini harus menggunakan pendekatan skrip (CLI, *Command Line Interface*) dengan sintaks

```
racsh(itemtes, ...) # untuk model rasch 1-pl
ltm(itemtes, ...) # untuk model rasch 2 dan 3-pl
```

Bagi kebanyakan pengguna (peneliti), pendekatan skrip ini merupakan kendala

yang menghambat akses peneliti untuk memanfaatkan alat analisis yang tersedia di R. Oleh karena itu, pengembangan *interface* berbasis GUI (menu grafis) Web akan sangat membantu pengguna IRT pada umumnya.

Interface web-GUI dengan R-shiny

Modul R-shiny pada R merupakan modul yang dibuat oleh kelompok Rstudio [Rstudio 2013 & 2014] dapat dimanfaatkan untuk membuat menu web-GUI (*Graphical User Interface*) yang menggunakan interface (menu) web grafis yang bersifat interaktif yang dapat berinteraksi dengan R. Pemanfaatan R-shiny untuk mengembangkan laboratorium virtual dan naskah interaktif berbasis Web-GUI telah diuraikan dalam Tirta (2014a, 2014b). Pengembangan Analisis IRT berbasis online interaktif adalah bagian dari langkah membangun dan melengkapi virtual laboratorium untuk memenuhi berbagai kebutuhan peneliti untuk membantu dalam analisis data. Untuk membuat menu interaktif jenis tutorial, ada dua file penting yang harus dipersiapkan

- a. File **index.html** yang berisi serangkaian perintah (request) yang akan diproses oleh R dan sebaliknya index.html juga berisi tampilan serangkaian luaran yang diminta pada R (misalnya teks hasil analisis, grafik hasil analisis). Pada bagian ini juga ditampilkan notasi dan persamaan matematika yang diperlukan.
- b. File **r.server** yang berisi uraian dari semua perintah yang diminta dari index.html untuk diproses R dan selanjutnya mengeluarkan hasilnya sebagaimana yang diharapkan.

2. Metode Penelitian

Secara umum metode penelitian yang digunakan adalah mendefinisikan dan menyajikan file index.html dan r.server sedemikian sehingga keduanya sinkron, dan memenuhi kebutuhan pengguna. Untuk itu diperlukan langkah-langkah berikut

- 1) Mengidentifikasi **keperluan uraian teori** secukupnya
- 2) Mengidentifikasi **jenis input dan output** yang diperlukan sesuai paparan teori.
- 3) **Mempersiapkan file index.html** sebagai naskah tutorial yang berisi (i) teori secukupnya (lengkap dengan notasi matematikanya), (ii) pilihan input data, (iii) pilihan model dan outputnya.
 - a) Mendefinisikan preambal (komponen head) dari file index.html sehingga mampu menampilkan rumus-rumus dan persamaan matematika serta bisa berinteraksi dengan r.server.
 - b) Membuat resum teori secukupnya sebagai pengantar naskah tutorial
 - c) Mengidentifikasi input dan output yang diperlukan terkait dengan IRT (misalnya data dan banyaknya item tes), uji 1,2, atau 3 PL dengan variasi luarannya.
 - d) Mendefinisikan interface untuk membaca data dari pengguna
 - e) Mendefinisikan komponen HTML yang dibutuhkan dan mengimplementasikan komponen pada file index.html

a. Mempersiapkan file r.server

- i. Mengidentifikasi data real dan mendefinisikan data simulasi sebagai bahan tutorial
 - ii. Mendefinisikan komponen pembaca data baik internal maupun yang impor dari data pengguna.
 - iii. Mendefinisikan fungsi untuk menghitung dan mengeksekusi semua input yang dikirim oleh file index.html
- b. Ujicoba komunikasi dan sinkronisasi index.html dan server.r secara online.

3. Hasil dan Pembahasan

Sebagaimana telah diuraikan pada bagian metode, bahwa selain membuat resume teori, langkah awal yang perlu dilakukan adalah mengidentifikasi jenis komponen yang diperlukan dan mendefinisikannya sesuai sintaks HTML maupun R. Alamat sementara dari program yang dikembangkan adalah <http://103.241.207.58/RDoc/ltn/>. Komponen index.html dan server.r diberikan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1 Komponen File index.HTML

Input Jenis Komponen	Uraian	Sintaks R
Input Jenis Model	Model rasch, model 2 PL, 3 PL dan 1 PL	<pre><select> <option >...</option> </select></pre>
Output utama	Luaran hasil analisis	<pre>class="shiny-text-output" class="shiny-html-output" class="shiny-text-output" class="shiny-plot-output"</pre>

Tabel 2. Komponen File server.r

Komponen Utama	Uraian	Sintaks R
Modul/paket utama	Modul/shiny shiny, ltm, datasets	<pre>library(ltm) library(shiny) Fungsi rasch(), ltm(), tpm()</pre>
Simulasi data	6 item dengan 150 peserta menggunakan distribusi binomial/bernoulli	<pre>rbinom(n, 1, p)</pre>
Membaca komponen objek	Memilih komponen analisis yang akan ditampilkan	<pre>Komponen\$subkomponen Komponen[subkomponen]</pre>
Luaran teks utama		<pre>Output<-renderPrint({ })</pre>

		Summary(rasch) Summary(ltm) Summary(tmp)
Luaran tambahan	Disediakan jika pengguna memerlukan informasi lebih dari biasanya	Summary(rasch(...))\$... Summary(rasch(...))[...]
Luaran Grafik		
Grafik ICC	Kurva karakteristik item	Output<-renderPlot({ }) plot(objek.ltm,type="ICC")
Grafik IIC	Kurva Informasi Item	plot(objek.ltm,type="IIC")

Jenis luaran yang disediakan

Jenis luaran yang disediakan dalam program online ini diantaranya adalah

- 1) Eksplorasi data (Statistik deskriptif)
 - a) Banyaknya item yang dianalisis
 - b) Perhitungan nilai ogit masing-masing item
 - c) Korelasi biserial
 - d) Nila Alpha Cronbach
 - e) Derajat asosiasi antar item
 - f) Grafik proporsi peritem
 - g) Grafik Skor Total
- 2) Analisis (Estimasi)
 - a) Nilai estimasi beserta nilai kesalahan baku (se)
 - b) Nilai GOF dengan AIC dan BIC
 - c) Grafik IIC (*Item Information Curve*) dan ICC (*Item Characteristic Curve*)
 - d) Grafik Tingkat kesulitan Masing-masing Item

Contoh Tampilan dan ilustrasi

Web yang dibangun memuat narasi dan notasi persamaan matematika, input dan output R seperti pada Gambar 1. Dari Gambar 1 terlihat adanya tampilan beberapa persamaan matematika.

dianggap sama untuk semua item. Model tiga parameter seperti model dua parameter plus mengukur daya beda untuk tiap-tiap item. Bentuk umum model 2 parameter

$$P(\theta) = c_i + (1 - c_i) \frac{1}{1 + e^{-k(\theta - b_i)}} + \epsilon_i \quad (2)$$

dengan a parameter diskriminasi (*discrimination parameter*), b parameter kesulitan (*difficulty*) dan θ tingkat kesulitan. Grafik yang menggambarkan hubungan antara kemampuan dengan peluang menjawab benar disebut grafik ICC (*Item Characteristic Curve* Baker, 2001). Untuk $a = k$ model 2 parameter berubah menjadi model 1 parameter (RASCH).

Secara khusus Rizopoulos (2006) menggunakan bentuk (notasi disesuaikan)

$$P(x_{im} = 1|z_m) = c_i + (1 - c_i)g(a_i(z_m - b_i)) \quad (3)$$

Peluang siswa dengan dengan tingkat kemampuan z_m menjawab benar item ke i yang memiliki parameter kesulitan b_i , parameter diskriminasi a_i dan parameter tebakan c_i . Fungsi g adalah link untuk model logistik, yaitu logit atau probit. Untuk link logit

$$g(a_i(z_m - b_i)) = \frac{1}{1 + e^{-a_i(z_m - b_i)}} \quad (4)$$

Gambar 1 Contoh Tampilan Narasi (naskah) dengan Notasi Matematika

Contoh luaran analisis tes dengan 5 item diberikan berikut ini.

Proportions for each level of response:

	0	1	logit
Item 1	0.076	0.924	2.4980
Item 2	0.291	0.709	0.8905
Item 3	0.447	0.553	0.2128
Item 4	0.237	0.763	1.1692
Item 5	0.130	0.870	1.9010

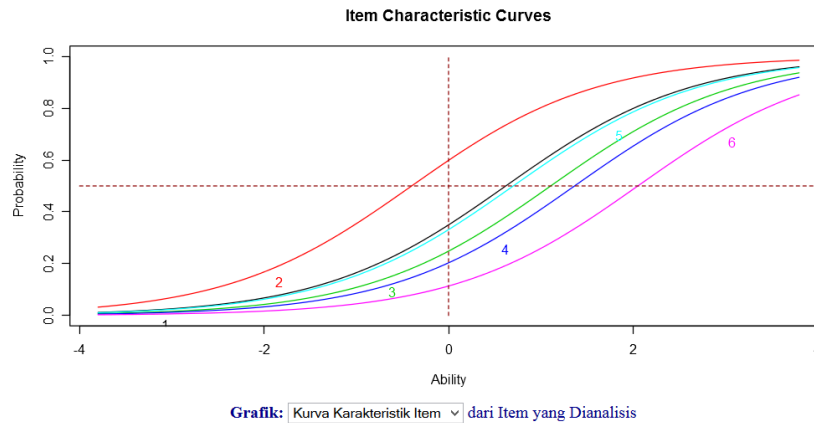
Model Summary:

log.Lik	AIC	BIC
-2473.054	4956.108	4980.646

Coefficients:

	value	std.err	z.vals
Dffc1t.Item 1	-2.8720	0.1287	-22.3066
Dffc1t.Item 2	-1.0630	0.0821	-12.9458
Dffc1t.Item 3	-0.2576	0.0766	-3.3635
Dffc1t.Item 4	-1.3881	0.0865	-16.0478
Dffc1t.Item 5	-2.2188	0.1048	-21.1660
Dscrmn	1.0000	NA	NA

Dari luaran di atas terlihat hasil perhitungan GOF berupa nilai loglikelihood, AIC dan BIC. Koefisien Dscrmn bernilai 1 (diasumsikan) sehingga tidak memiliki nilai std.err. Selanjutnya pada grafik ICC, absis menunjukkan laten kemampuan peserta, sedangkan ordinat menunjukkan peluang menjawab benar. Secara umum item yang berada diatas titik potong ini menunjukkan item yang relatif mudah karena orang dengan kemampuan sedang bisa menjawab benar peluang lebih dari 0,5. Sebaliknya item yang kurvanya dibawah titik potong menunjukkan peluang untuk menjawab benar kurang dari 0,5 yang mengindikasikan item relatif sulit.



Gambar 2. Contoh Tampilan Grafik ICC

Kendala dan Peningkatan ke Depan

Program online sebelum siap dimanfaatkan harus menampilkan persamaan matematika (yang perlu mengaktifkan beberapa skrip java) dan membangkitkan data simulasi. Hal ini menyebabkan program butuh waktu lebih banyak sebelum siap dimanfaatkan. Untuk mengatasi hal ini ke depan ada beberapa alternatif perbaikan dan pengembangan yang bisa dilakukan

- 1) Membuat program yang bukan tipe tutorial, tetapi tipe analisis data sehingga tidak perlu ada narasi dan persamaan-persamaan matematika.
- 2) Menambah komponen analisis untuk lebih dari satu laten dan untuk response yang politomus.

4. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

- 1) Secara umum program yang dihasilkan telah mampu menampilkan menu untuk melakukan pilihan dan hasil analisis dan ilustrasi grafik penting yang diperlukan untuk analisis IRT.
- 2) Program dapat diakses langsung dengan membuka laman yang disediakan, tanpa perlu pengaturan khusus pada komputer pengguna
- 3) Program yang dihasilkan bersifat tutorial dan naratif, sehingga program membutuhkan waktu inisialisasi yang cukup terasa akibat harus membangkitkan simulasi data dan mengaktifkan skrip java untuk menampilkan persamaan-persamaan matematika yang diperlukan.

Saran

- 1) Bagi pengguna yang juga memiliki akses ke *software* lain, disarankan untuk melakukan studi perbandingan antara *software* online yang dikembangkan disini dengan *software* lain yang tersedia.
- 2) Demi kesempurnaan web-GUI online ini, bagi yang pernah atau akan menggunakan diharapkan memberi masukan terkait kemudahan akses, kemudahan pemahaman dalam memanfaatkan web yang dikembangkan ini.

5. Ucapan Terima Kasih

Terimakasih kepada Universitas Jember yang telah memfasilitasi server khusus untuk OSS-R dan R-Shiny yang sementara beralamat di <http://103.241.207.58/>, sebagai rintisan pengembangan Laboratorium Statistika Virtual. Lab virtual ini akan diisi dengan berbagai analisis statistika yang interaktif online hasil pengembangan Laboratorium Statistika FMIPA Universitas Jember.

Daftar Pustaka

- Baker, F.B. 2001. *The Basics of Item Response Theory*. ERIC Clearinghouse on Assessment and Evaluation
- Hambleton R.K, & Swaminathan, H. 1991. *Item Response Theory, Principles and Applications*. Springer
- Ridho A. 2005. *Karakteristik Psikometrik Tes Berdasarkan Pendekatan Teori Tes Klasik dan Teori Respon Aitem*. Fakultas Psikologi UIN. Malang
- Rizopoulos. D. ltm: An R Package for Latent Variable Modeling and Item Response Theory Analyses. *Journal of Statistical Software*. Vol 17 (5)1:-25.
- RStudio and Inc. 2013. *shiny: Web Application Framework for R. Rpackage version 0.8.1*. <http://CRAN.R-project.org/package=shiny> [September 2014]
- RStudio and Inc. Shiny Widget Gallery. <http://shiny.rstudio.com/gallery/widgetgallery.html> [September 2014]
- Tirta IM. 2014a “Aktivitas Laboratorium Statistika Virtual Menggunakan R-shiny. *Prosiding Seminar Nasional Matematika Universitas Udayana* 235-244
- Tirta, IM. 2014b. Pengembangan E-module Statistika yang Terintegrasi dan Dinamik dengan R-Shiny dan MathJax. *Prosiding Seminar Nasional Matematika Universitas Jember*.