



Rekomendasi Pemilihan Tes Pilihan Ganda Menggunakan Analisis Kesintasan

Dwi Asih Septi Wahyuni¹, Fitria Zana Kumala², Agung Prabowo^{3*}

¹Badan Pusat Statistik Kabupaten Banyumas, Banyumas, Indonesia

²Program Studi Pendidikan Matematika, Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Negeri Prof. Saifuddin Zuhri, Purwokerto, Indonesia

³Program Studi Statistika, Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto, Indonesia

E-mail korespondensi: agung.prabowo@unsoed.ac.id*

Abstrak. Pada umumnya, tes masuk perguruan tinggi, tes penerimaan CPNS dan tes-tes lainnya menggunakan jenis tes pilihan ganda dengan 4 atau 5 alternatif pilihan jawaban. Distribusi binomial dapat digunakan untuk menganalisis jenis tes tersebut berdasarkan dua kriteria yaitu jumlah soal yang diujikan untuk setiap tes dan jumlah alternatif pilihan jawaban. Dalam penelitian ini dianalisis kombinasi tes pilihan ganda yang dapat diujikan berdasarkan kedua kriteria tersebut, dengan jawaban salah tidak diberikan penalti (hukuman). Ada 4 jenis tes yang dianalisis yaitu tes dengan 40 soal dan 4 atau 5 alternatif pilihan dan tes dengan 50 soal juga dengan 4 atau 5 alternatif pilihan. Rekomendasi yang diberikan didasarkan pada peluang mendapat nilai di atas passing grade tertentu yang ditetapkan dan diperolehnya input yang lebih berkualitas dengan meminimalkan peluang menebak benar secara acak. Hasil yang diperoleh adalah untuk tes masuk dengan dua jenis tes yang disarankan adalah kombinasi antara tes dengan 40 soal dengan 4 alternatif pilihan dan 50 soal dengan 4 alternatif pilihan. Untuk tiga buah tes, disarankan untuk menambahkan tes dengan 50 soal dengan 5 alternatif pilihan. Kombinasi ini lebih baik dibandingkan jika yang ditambahkan adalah tes dengan 40 soal dan 5 alternatif pilihan.

Kata kunci: Analisis Kesintasan, Distribusi Binomial, Ekspektasi, *Passing Grade*, Tebakan Acak.

1 PENDAHULUAN

Pada umumnya, tes masuk perguruan tinggi, tes penerimaan CPNS dan tes-tes lainnya menggunakan jenis tes pilihan ganda. Untuk setiap soal pilihan ganda dapat diberikan alternatif pilihan sebanyak 4 atau 5. Jika setiap soal berturut-turut mempunyai 4 dan 5 alternatif pilihan, maka peluang menebak benar adalah 0,25 dan 0,20.

Untuk setiap tes yang diberikan, nilai totalnya sebesar 100 dan setiap soal diberi bobot nilai yang sama. Jika jumlah total soal 50, maka setiap soal diberi nilai 2 untuk setiap jawaban benar. Demikian juga jika jumlah total soal 40, maka setiap setiap jawaban benar diberi nilai 2,5.

Tes pilihan ganda memberikan kemungkinan untuk menjawab dengan cara menebak jawaban secara acak. Kesempatan untuk menebak jawaban adalah kejadian yang sah (dibolehkan) dan akan semakin masif dilakukan peserta tes jika jawaban salah

tidak diberikan pengurangan nilai. Dengan demikian, setiap soal dipastikan akan dijawab. Untuk cara penilain ini, kejadian melakukan perbuatan keliru tidak diberi penalti (hukuman). Namun, ketika jawaban salah diberikan hukuman berupa pengurangan nilai, maka dimungkinkan adanya soal yang dibiarkan tidak dijawab. Soal yang tidak dijawab akan diberi nilai 0. Dengan demikian, jenis tes pilihan ganda dapat dibedakan berdasarkan cara pemberian nilai.

Cara penilaian tanpa hukuman hanya dimungkinkan adanya dua kejadian yaitu menjawab benar atau salah. Peluang setiap kejadian adalah $\frac{1}{2}$, jika hanya tersedia dua alternatif pilihan. Sedangkan pada penilaian dengan hukuman akan ada tiga kejadian yaitu menjawab benar, menjawab salah dan tidak menjawab. Peluang setiap kejadian adalah sama yaitu $\frac{1}{3}$, jika hanya disediakan tiga alternatif pilihan.

Berbagai jenis tes pilihan ganda dapat dipilih berdasarkan beberapa aspek seperti jumlah soal, jumlah alternatif pilihan, dan cara penilaian setiap soal. Berikut ini jenis tes pilihan ganda yang akan dianalisis berdasarkan aspek peluang ketahanan hidup. Pada setiap jenis tes, setiap soal hanya memiliki 1 jawaban benar dan alternatif lainnya salah. Tabel 1 menyajikan empat jenis tes pilihan ganda berdasarkan jumlah soal, banyaknya alternatif jawaban dan cara penilaian. Berdasarkan keempat jenis tes pilihan ganda yang dibahas, dapat direkomendasikan kombinasi tes yang meminimalkan peluang menebak benar.

Tabel 1 Jenis Tes Pilihan Ganda

Jenis Tes	Jumlah Soal (<i>n</i>)	Jumlah Alternatif Pilihan (<i>m</i>)	Peluang Menjawab Benar	Cara Penilaian
Tes 1	40	4	$\frac{1}{4}$	Jawaban benar diberi nilai 2,5. Jawaban salah tidak ada pengurangan nilai.
Tes 2	40	5	$\frac{1}{5}$	
Tes 3	50	4	$\frac{1}{4}$	Jawaban benar diberi nilai 2. Jawaban salah tidak ada pengurangan nilai.
Tes 4	50	5	$\frac{1}{5}$	

Penggunaan tes pilihan ganda tidak hanya terjadi di Indonesia. Penelitian-penelitian terkait aspek peluang dalam analisis tes masuk perguruan tinggi telah banyak dilakukan. Hal ini disebabkan jenis tes pilihan ganda dilakukan oleh seluruh negara di

dunia. Tes masuk perguruan tinggi di Ceko-slovakia menggunakan jenis tes pilihan ganda [1],[2],[3] dan [4]. Tes pilihan ganda dibutuhkan jika jumlah peserta ujian sangat banyak sehingga dalam waktu relatif lebih singkat sudah dapat diketahui hasilnya. Sedangkan untuk peserta tes, dapat tahu dengan pasti banyaknya jawaban benar, termasuk jumlah jawaban benar yang ditebak secara acak [5].

Misalkan pada suatu tes masuk perguruan tinggi diberikan empat buah tes yaitu Tes Matematika, Tes Bahasa Inggris, Tes Potensi Akademik, dan Tes Wawasan Kebangsaan untuk menguji kemampuan setiap peserta. Untuk tes masuk perguruan tinggi di negara lain tentu saja dapat berbeda terkait dengan kemampuan yang diujikan. Keempat jenis tes tersebut disajikan dalam bentuk pilihan ganda. Persoalan-persoalan terkait dengan penggunaan tes pilihan ganda telah dibahas banyak peneliti. Permasalahan-permasalahan tersebut antara lain:

1. peserta tes menjawab benar dengan cara menebak secara acak;
2. antar tes pilihan ganda yang diberikan bersifat saling bebas; dan
3. hubungan antara hasil tes masuk perguruan tinggi dengan pencapaian nilai yang diperoleh ketika menjalani perkuliahan atau kerja.

Meskipun kutipan-kutipan berikut ini tidak dilaksanakan di Indonesia, gagasan umum untuk penyelesaian ketiga masalah di atas pada hakikatnya dapat diterapkan pada tes-tes jenis pilihan ganda yang dilaksanakan di Indonesia.

Salah satu kelemahan tes pilihan ganda adalah kesempatan peserta tes untuk menjawab benar tanpa tahu pasti bahwa jawaban yang dipilih adalah jawaban yang benar. Secara sederhana, ini merupakan persoalan menjawab benar dengan cara menebak secara acak. Tes pilihan ganda yang baik adalah yang meminimalkan jumlah soal yang dapat dijawab benar dengan menebak acak. Zhao [6], Premadasa [7], dan Zhao [8] meneliti tentang peluang menjawab benar dengan cara menebak secara acak. Solusi yang diberikan adalah melakukan konversi nilai dengan mengonversi nilai tes yang diperoleh (data mentah) menjadi nilai tes dalam bentuk persentase baku. Berdasarkan analisis peluang, banyaknya soal yang dijawab benar dengan menebak secara acak yang optimal adalah empat buah soal.

Selanjutnya, Klůfa [2] menelisik hubungan saling bebas antar tes pilihan ganda untuk semua bidang (kemampuan) yang diujikan. Hasil yang diperoleh adalah tes-tes tersebut terbukti saling bebas sehingga perolehan nilai tes untuk suatu kemampuan yang diuji tidak mempengaruhi perolehan nilai pada kemampuan-kemampuan lainnya.

Catatan riset terkait permasalahan ketiga telah diteliti sejak 2001. Zvára and Anděl [5] meneliti kaitan antara tes masuk dengan perolehan nilai mahasiswa pada Fakultas MIPA di Charles University. Penelitian serupa pada fakultas dan universitas yang berbeda telah dilakukan oleh Poláčková and Svatošová [9], Bartoška dkk. [10], Flégl [11], Hrubý [12], Otavová and Sýkorová [13], Krejčí dkk. [14], Brožová and Rydval [15], Flégl [16], dan Ječmínek dkk. [17].

Solusi yang dapat diberikan untuk permasalahan ketiga ini adalah menambah jumlah bidang kemampuan yang diujikan, dengan kata lain menambah jumlah tes. Klůfa [5] menyarankan untuk menambah 1 tes lagi sehingga ujian masuk perguruan tinggi diberikan dalam tiga buah tes kemampuan. Tes 1 untuk kemampuan 1 diujikan dalam bentuk 50 soal pilihan ganda dengan 4 alternatif jawaban dan nilai tiap soal 2. Tes 2 terdiri dari 40 soal dengan 4 alternatif jawaban dan nilai tiap soal 2,5. Sedangkan tes 3 disarankan untuk menambahkan jumlah alternatif pilihan menjadi 5 dan jumlah soal 40. Dalam hal ini, saran yang diberikan adalah menambah alternatif pilihan dan memilih jumlah soal yang lebih sedikit antara tes 1 dan tes 2.

Penelitian-penelitian terdahulu umumnya mempertimbangkan aspek peluang. Dalam penelitian ini tetap mempertimbangkan aspek peluang, namun fokus pada analisis permasalahan menggunakan analisis survival (kesintasan). Hal ini disebabkan peserta tes yang diterima adalah mereka yang memenuhi syarat memperoleh nilai terendah tertentu. Dengan demikian, pada penelitian ini untuk setiap jenis tes analisis dilakukan berdasarkan konsep dalam analisis kesintasan yaitu peluang peserta tes memperoleh nilai lebih besar dari angka tertentu. Angka tertentu ini menjadi passing grade (batas minimal) untuk diterima, misalnya diterima di suatu perguruan tinggi.

2 METODOLOGI

Tes pilihan ganda dengan dua kemungkinan jawaban salah atau benar dapat dipandang sebagai persoalan statistika terkait dengan percobaan acak menggunakan distribusi binomial. Misalkan terdapat n percobaan acak dengan dua buah *outcome* (hasil keluaran) yang mungkin yaitu sukses (jawaban benar) dan salah (jawaban keliru) dengan peluang berturut-turut adalah p dan $(1 - p)$. Peluang menjawab pertanyaan dengan benar adalah p dengan asumsi bahwa setiap m jawaban yang tersedia memiliki peluang yang

sama untuk dipilih sehingga $p = \frac{1}{m}$, dengan m menyatakan banyaknya alternatif jawaban yang disediakan.

Misalkan X suatu peubah acak menyatakan banyaknya sukses (jawaban benar) yang diperoleh dari n percobaan saling bebas. Peubah acak X merupakan peubah acak diskrit yang mengikuti hukum peluang binomial dengan parameter n dan p . Berdasarkan hukum binomial, peluang banyaknya jawaban benar adalah k dengan $k = 0, 1, 2, \dots, n$ adalah [18] :

$$f(k) = P(X = k) = \binom{n}{k} p^k (1 - p)^{n-k} \quad (1)$$

$k = 0, 1, 2, \dots, n$

Nilai ekspektasi dan variansi untuk peubah acak X yang berdistribusi binomial berturut-turut adalah:

$$E[X] = np \quad (2)$$

$$Var(X) = np(1 - p) \quad (3)$$

Untuk suatu peubah acak kontinu X , fungsi distribusinya merupakan fungsi real dari sebuah variabel real yang didefinisikan sebagai k pada interval $(-\infty, \infty)$ pada persamaan :

$$F(k) = P(X \leq k) \quad (4)$$

Dalam hal ini, $F(x)$ merupakan suatu peluang yang menyatakan peluang banyaknya jawaban benar lebih kecil atau sama dengan x .

Meskipun distribusi binomial merupakan distribusi diskrit, namun pendefinisian fungsi distribusi $F(x)$ dilakukan secara kontinu. Hal ini disebabkan secara praktik nilai-nilai untuk x dapat bernilai real yang kemudian dibuat menjadi diskrit dengan menggunakan fungsi $[x]$ yang menyatakan bagian bulat dari x . Fungsi lain yang dapat digunakan adalah fungsi tangga atau fungsi bilangan bulat terbesar $[|x|]$. Dalam penelitian ini, fungsi $F(x)$ yang berdistribusi binomial dengan parameter n dan p adalah :

$$F(x) = \begin{cases} 0 & ; x < 0 \\ \sum_{k=0}^{[x]} \binom{n}{k} p^k (1 - p)^{n-k} & ; x \geq 0 \end{cases} \quad (5)$$

Fungsi kesintasan didefinisikan sebagai

$$S(x) = 1 - F(x) \quad (6)$$

Keberadaan fungsi kesintasan menjadi penting karena peserta tes yang diterima dipersyaratkan dapat menjawab benar sebanyak x dengan $x = 0, 1, 2, \dots$

Selanjutnya, median dari peubah acak X adalah \tilde{x} yang memenuhi $F(\tilde{x}) = 0,5$ Sedangkan modus dari peubah acak X adalah \hat{x} didefinisikan sebagai nilai peubah acak X yang paling sering terjadi (frekuensinya paling besar). Dimungkinkan terdapat lebih dari satu buah modus.

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Tes pilihan ganda yang diujikan terdiri dari beberapa kelompok sesuai dengan bidang yang diujikan. Terkait dengan tiga persoalan dalam tes pilihan ganda maka setiap tes yang diujikan optimalnya memiliki 4 soal yang dapat dijawab benar dengan menebak acak. Kedua, antar setiap tes bersifat saling bebas sehingga hasil tes untuk setiap bidang benar-benar mencerminkan kemampuan peserta pada bidang yang diujikannya. Ketiga, bentuk-bentuk soal yang diujikan telah terbukti dapat menyeleksi kemampuan setiap peserta yang diterima. Artinya, semua peserta yang diterima akan menunjukkan performa yang sempurna saat menjalani kuliahnya, jika tes yang diberikan merupakan tes masuk perguruan tinggi.

Pada bagian ini akan dibahas empat alternatif tes pilihan ganda yang telah disediakan pada **Tabel 1**. Setiap tes dianalisis berdasarkan hasil dari *output* statistik deskriptif berupa mean, standar deviasi, median dan modus, serta peluang berdasarkan distribusi pada suatu titik, distribusi kumulatif dan analisis kesintasan.

3.1 Analisis Statistika untuk Tes 1

Tes 1 berupa pilihan ganda dengan banyaknya soal adalah $n = 40$ dan setiap soal bernilai sama yaitu 2,5 dan setiap soal memiliki alternative jawaban sebanyak $m = 4$ buah. Peluang setiap peserta menjawab benar adalah $p = \frac{1}{m} = \frac{1}{4}$ dan peluang menjawab salah adalah $1 - p = \frac{3}{4}$.

Misalkan Z_1 adalah peubah acak diskrit menyatakan nilai yang diperoleh peserta tes. Oleh karena setiap soal mempunyai nilai yang sama yaitu 2,5 maka nilai-nilai untuk peubah acak Z_1 adalah $0, 2\frac{1}{2}, 5, 7\frac{1}{2}, 10, \dots, 100$.

Distribusi untuk peubah acak Z_1 ditentukan dengan mencari nilai $P(Z_1 = k)$, $k = 0, 2\frac{1}{2}, 5, 7\frac{1}{2}, 10, \dots, 100$. Peluang memperoleh nilai 25 sama dengan peluang menjawab benar sebanyak 10 buah soal dari 40 soal yang diujikan.

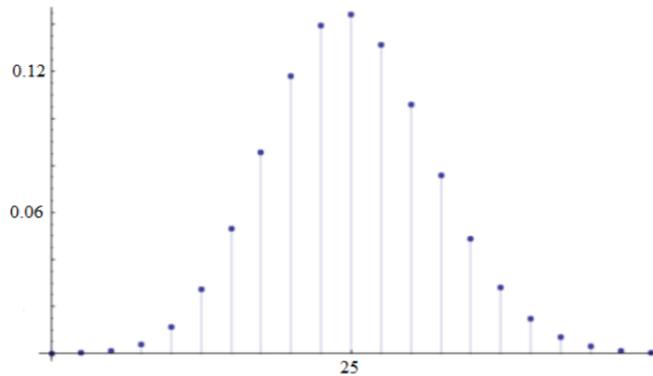
Misalkan T adalah peubah acak menyatakan banyaknya jawaban benar dari 40 soal yang diberikan. Karena cara memilih jawaban untuk setiap soal bersifat acak, maka berdasarkan asumsi bahwa setiap jawaban mempunyai peluang yang sama untuk terjawab benar dengan peluang menjawab benar adalah $p = \frac{1}{4}$ maka T merupakan peubah acak binomial dengan parameter $n = 40$ dan $p = \frac{1}{4}$. Fungsi distribusi peluang untuk peubah acak T mengikuti Persamaan (1). Dengan merujuk pada Persamaan (1), diperoleh

$$P(Z_1 = 25) = P(T = 10) = \binom{40}{10} \left(\frac{1}{4}\right)^{10} \left(\frac{3}{4}\right)^{30} = 0,144364.$$

Nilai-nilai untuk $P(Z_1 = k)$ ditampilkan pada **Tabel 2**. Grafik distribusi frekuensi dibuat pada **Gambar 1** dengan sumbu- x menyatakan nilai yang diperoleh pada Tes 1 dan sumbu- y menyatakan peluang mendapatkan nilai tersebut. Berdasarkan **Tabel 2** dan **Gambar 1** dapat diketahui nilai modus.

Tabel 2 Distribusi frekuensi untuk peluang memperoleh nilai pada Tes 1

Nilai Tes 1	Peluang	Nilai Tes 1	Peluang	Nilai Tes 1	Peluang	Nilai Tes 1	Peluang
0,0	0,000010	25,0	0,144364	50,0	0,000398	75,0	≈ 0
2,5	0,000134	27,5	0,131240	52,5	0,000126	77,5	≈ 0
5,0	0,000872	30,0	0,105721	55,0	0,000036	80,0	≈ 0
7,5	0,003680	32,5	0,075903	57,5	0,000009	82,5	≈ 0
10,0	0,011347	35,0	0,048795	60,0	0,000002	85,0	≈ 0
12,5	0,027232	37,5	0,028192	62,5	5×10^{-7}	87,5	≈ 0
15,0	0,052951	40,0	0,014684	65,0	9×10^{-8}	90,0	≈ 0
17,5	0,085730	42,5	0,006910	67,5	2×10^{-8}	92,5	≈ 0
20,0	0,117878	45,0	0,002943	70,0	≈ 0	95,0	≈ 0
22,5	0,139707	47,5	0,001136	72,5	≈ 0	97,5	≈ 0
						100	≈ 0



Gambar 1 Distribusi banyaknya jawaban benar untuk Tes 1

Fungsi distribusi F_1 untuk peubah acak Z_1 menyatakan peluang kumulatif untuk kejadian menjawab benar lebih kecil atau sama dengan k .

Sebagai contoh :

$$\begin{aligned} F_1(30) &= P(Z_1 \leq 30) \\ &= P(Z_1 = 0) + P\left(Z_1 = 2\frac{1}{2}\right) + \dots + P(Z_1 = 30) \end{aligned}$$

Dari **Tabel 2** diperoleh $F_1(30) = P(Z_1 \leq 30) = 0,820866$.

Sebagai kesimpulan, sekitar 82,1% dari seluruh peserta tes akan dapat menjawab soal dengan benar sebanyak 12 soal dari 40 soal, atau mendapat nilai 30 dari nilai maksimal 100, dengan asumsi bahwa peserta tes memberikan jawaban dilakukan secara acak. Dengan cara yang sama, untuk nilai-nilai k lainnya, hasil dari $F_1(k)$ disediakan pada **Tabel 3**. Dengan menggunakan Persamaan (5) dapat diperoleh $S_1(k)$ dan hasilnya disediakan pada **Tabel 4**. Sebagai contoh $S_1(30) = P(Z_1 > 30) = 1 - F_1(30) = 0,179134$

Statistika deskriptif untuk distribusi banyaknya jawaban benar pada tes jenis 1 ditentukan berdasarkan hubungan antara peubah acak Z_1 dan T yaitu $Z_1 = 2,5T$ Nilai ekspektasi untuk Z_1 adalah

$$\begin{aligned} E[Z_1] &= E[2,5T] = 2,5E[T] \\ &= 2,5np = 2,5 \cdot 40 \cdot 0,25 = 25 \end{aligned}$$

Tabel 3 Distribusi kumulatif untuk perolehan nilai pada Tes 1

Interval Nilai Tes 1	Akumulasi Peluang	Interval Nilai Tes 1	Akumulasi Peluang	Interval Nilai Tes 1	Akumulasi Peluang	Interval Nilai Tes 1	Akumulasi Peluang
$[-\infty, 0)$	0	$[22,5, 25)$	0,439541	$[47,5, 50)$	0,999429	$[72,5, 75)$	1,000000
$[0, 2,5)$	0,000010	$[25, 27,5)$	0,583905	$[50, 52,5)$	0,999827	$[75, 77,5)$	1,000000
$[2,5, 5)$	0,000144	$[27,5, 30)$	0,715145	$[52,5, 55)$	0,999953	$[77,5, 80)$	1,000000
$[5, 7,5)$	0,001016	$[30, 32,5)$	0,820866	$[55, 57,5)$	0,999989	$[80, 82,5)$	1,000000
$[7,5, 10)$	0,004696	$[32,5, 35)$	0,896769	$[57,7, 60)$	0,999998	$[82,5, 85)$	1,000000
$[10, 12,5)$	0,016043	$[35, 37,5)$	0,945564	$[60, 62,5)$	1,000000	$[85, 87,5)$	1,000000
$[12,5, 15)$	0,043275	$[37,5, 40)$	0,973756	$[62,5, 65)$	1,000000	$[87,5, 90)$	1,000000
$[15, 17,5)$	0,096226	$[40, 42,5)$	0,988440	$[65, 67,5)$	1,000000	$[90, 92,5)$	1,000000
$[17,5, 20)$	0,181956	$[42,5, 45)$	0,995350	$[67,5, 70)$	1,000000	$[92,5, 95)$	1,000000
$[20, 22,5)$	0,299834	$[45, 47,5)$	0,998293	$[70, 72,5)$	1,000000	$[95, 97,5)$	1,000000
						$[97,5, 100)$	1,000000

Tabel 4 Distribusi survival untuk perolehan nilai pada Tes 1

Interval Nilai Tes 1	Peluang Survival	Interval Nilai Tes 1	Peluang Survival	Interval Nilai Tes 1	Peluang Survival	Interval Nilai Tes 1	Peluang Survival
$[-\infty, 0)$	1	$[22,5, 25)$	0,560459	$[47,5, 50)$	0,000571	$[72,5, 75)$	0,000000
$[0, 2,5)$	0,999990	$[25, 27,5)$	0,416095	$[50, 52,5)$	0,000173	$[75, 77,5)$	0,000000
$[2,5, 5)$	0,999856	$[27,5, 30)$	0,284855	$[52,5, 55)$	0,000047	$[77,5, 80)$	0,000000
$[5, 7,5)$	0,998984	$[30, 32,5)$	0,179134	$[55, 57,5)$	0,000011	$[80, 82,5)$	0,000000
$[7,5, 10)$	0,995304	$[32,5, 35)$	0,103231	$[57,7, 60)$	0,000002	$[82,5, 85)$	0,000000
$[10, 12,5)$	0,983957	$[35, 37,5)$	0,054436	$[60, 62,5)$	0,000000	$[85, 87,5)$	0,000000
$[12,5, 15)$	0,956725	$[37,5, 40)$	0,026244	$[62,5, 65)$	0,000000	$[87,5, 90)$	0,000000
$[15, 17,5)$	0,903774	$[40, 42,5)$	0,011560	$[65, 67,5)$	0,000000	$[90, 92,5)$	0,000000
$[17,5, 20)$	0,818044	$[42,5, 45)$	0,004650	$[67,5, 70)$	0,000000	$[92,5, 95)$	0,000000
$[20, 22,5)$	0,700166	$[45, 47,5)$	0,001707	$[70, 72,5)$	0,000000	$[95, 97,5)$	0,000000
						$[97,5, 100)$	0,000000

Modus adalah nilai data yang paling sering muncul atau memiliki frekuensi atau peluangnya paling besar. Berdasarkan Tabel 2 atau Gambar 1, modus untuk peubah acak Z_1 adalah $\hat{z} = 25$. Nilai median pada angka $\tilde{z} = 24$. Kesimpulan ini dapat dilihat pada Tabel 3. Sebaran data untuk banyaknya jawaban benar dihitung dengan Persamaan (2) dan (3) yaitu $Var(Z_1) = Var(2,5T) = (2,5)^2 Var(T) = 6,25np(1 - p) = 46,875$ dan stándar deviasi $\sigma_1 = 6,847$.

3.2 Analisis Statistika untuk Tes 2

Tes 2 berupa pilihan ganda dengan banyaknya soal adalah $n = 40$ dan setiap soal bernilai sama yaitu 2,5. Alternatif jawaban sebanyak $m = 5$ buah dengan peluang menjawab benar adalah $p = \frac{1}{m} = \frac{1}{5}$. Misalkan Z_2 adalah peubah acak diskrit menyatakan nilai yang diperoleh peserta tes, maka nilai-nilai untuk Z_2 adalah $k = 0, 2\frac{1}{2}, 5, 7\frac{1}{2}, 10, \dots, 100$. Distribusi untuk peubah acak Z_2 ditentukan dengan mencari nilai $P(Z_2 = k)$. Peluang memperoleh nilai 25 sama dengan peluang menjawab benar sebanyak 10 buah soal dari 40 soal yang diujikan.

Misalkan T adalah peubah acak menyatakan banyaknya jawaban benar dari 40 soal yang diberikan. Karena cara memilih jawaban untuk setiap soal bersifat acak, maka berdasarkan asumsi bahwa setiap jawaban mempunyai peluang yang sama untuk terjawab benar dengan peluang menjawab benar adalah $p = \frac{1}{5}$. Fungsi distribusi peluang untuk peubah acak T mengikuti Persamaan (1). Dengan merujuk pada Persamaan (1), diperoleh

$$P(Z_2 = 25) = P(T = 10) = \binom{40}{10} \left(\frac{1}{5}\right)^{10} \left(\frac{4}{5}\right)^{30}$$

Nilai-nilai untuk $P(Z_2 = k)$ untuk $k = 0, 2\frac{1}{2}, 5, 7\frac{1}{2}, 10, \dots, 100$ dihitung dengan cara yang sama dengan bagian 3.1 dan hasilnya ditampilkan pada **Tabel 5**

Tabel 5 Distribusi frekuensi untuk peluang memperoleh nilai pada Tes 2

Nilai Tes 2	Peluang	Nilai Tes 2	Peluang	Nilai Tes 2	Peluang	Nilai Tes 2	Peluang
0,0	0,000133	25,0	0,107454	50,0	0,000017	75,0	≈ 0
2,5	0,001329	27,5	0,073264	52,5	0,000003	77,5	≈ 0
5,0	0,006480	30,0	0,044264	55,0	9×10^{-7}	80,0	≈ 0
7,5	0,020520	32,5	0,023834	57,5	2×10^{-7}	82,5	≈ 0
10,0	0,047452	35,0	0,011492	60,0	3×10^{-8}	85,0	≈ 0
12,5	0,085414	37,5	0,004980	62,5	5×10^{-9}	87,5	≈ 0
15,0	0,124563	40,0	0,001945	65,0	7×10^{-10}	90,0	≈ 0
17,5	0,151255	42,5	0,000687	67,5	9×10^{-11}	92,5	≈ 0
20,0	0,155981	45,0	0,000219	70,0	≈ 0	95,0	≈ 0
22,5	0,138650	47,5	0,000063	72,5	≈ 0	97,5	≈ 0
						100,0	≈ 0

Berdasarkan Persamaan (4), (5) dan (6) diperoleh **Tabel 6** dan **Tabel 7** berturut-turut merupakan nilai distribusi kumulatif dan peluang survival untuk peubah acak Z_2 . Berikut ini kedua tabel tersebut.

Tabel 6 Distribusi kumulatif untuk perolehan nilai pada Tes 2

Interval Nilai Tes 2	Akumulasi Peluang						
$[-\infty, 0)$	0,000000	[22,5, 25)	0,731777	[47,5, 50)	0,999979	[72,5, 75)	1,000000
[0, 2,5)	0,000133	[25, 27,5)	0,839231	[50, 52,5)	0,999996	[75, 77,5)	1,000000
[2,5, 5)	0,001462	[27,5, 30)	0,912495	[52,5, 55)	0,999999	[77,5, 80)	1,000000
[5, 7,5)	0,007942	[30, 32,5)	0,956759	[55, 57,5)	1,000000	[80, 82,5)	1,000000
[7,5, 10)	0,028462	[32,5, 35)	0,980593	[57,7, 60)	1,000000	[82,5, 85)	1,000000
[10, 12,5)	0,075914	[35, 37,5)	0,992085	[60, 62,5)	1,000000	[85, 87,5)	1,000000
[12,5, 15)	0,161328	[37,5, 40)	0,997065	[62,5, 65)	1,000000	[87,5, 90)	1,000000
[15, 17,5)	0,285891	[40, 42,5)	0,999010	[65, 67,5)	1,000000	[90, 92,5)	1,000000
[17,5, 20)	0,437146	[42,5, 45)	0,999697	[67,5, 70)	1,000000	[92,5, 95)	1,000000
[20, 22,5)	0,593127	[45, 47,5)	0,999916	[70, 72,5)	1,000000	[95, 97,5)	1,000000
						[97,5,100]	1,000000

Data pada **Tabel 1** sudah dibedakan menjadi variabel bebas dan variabel terikat yang mempunyai hubungan kausalitas sehingga kedua variabel dapat diregresikan. Selanjutnya dibuat plot data dengan variabel bebas adalah Transformasi (Kolom (3)) dan variabel terikat adalah Retribusi (Kolom (4)). Hasilnya grafik pada **Gambar 1**. Berdasarkan **Gambar 1**, persamaan regresi linier sederhana dapat digunakan untuk memodelkan data penelitian.

3.3 Analisis Statistika untuk Tes 3

Tes 3 berupa pilihan ganda dengan banyaknya soal adalah $n = 50$ dan setiap soal bernilai sama yaitu 2. Alternatif jawaban sebanyak $m = 4$ buah dengan peluang menjawab benar adalah $p = \frac{1}{4}$. Misalkan Z_3 adalah peubah acak diskrit menyatakan nilai yang diperoleh peserta tes, maka nilai-nilai untuk Z_3 adalah $k = 0, 2, 4, 6, 8, \dots, 100$. Distribusi untuk peubah acak Z_3 ditentukan dengan mencari nilai $P(Z_3 = k)$. Peluang memperoleh nilai 20 sama dengan peluang menjawab benar sebanyak 10 buah soal dari 50 soal yang diujikan.

Misalkan T adalah peubah acak menyatakan banyaknya jawaban benar dari 40 soal yang diberikan. Karena cara memilih jawaban untuk setiap soal bersifat acak, maka berdasarkan asumsi bahwa setiap jawaban mempunyai peluang yang sama untuk terjawab benar dengan peluang menjawab benar adalah $p = \frac{1}{4}$. Fungsi distribusi peluang untuk peubah acak T mengikuti Persamaan (1). Dengan merujuk pada Persamaan (1), diperoleh

$$P(Z_3 = 20) = P(T = 10) = \binom{50}{10} \left(\frac{1}{4}\right)^{10} \left(\frac{3}{4}\right)^{40}$$

Nilai-nilai untuk $P(Z_3 = k)$ untuk $k = 0, 2, 4, 6, 8, \dots, 100$ dihitung dengan cara yang sama dan hasilnya ditampilkan pada **Tabel 7**.

Tabel 7 Distribusi frekuensi untuk peluang memperoleh nilai pada 3

	Peluang	Nilai Tes 3	Peluang	Nilai Tes 3	Peluang	Nilai Tes 3	Peluang
0	0,000001	26	0,126050	52	0,000027	78	≈ 0
2	0,000009	28	0,111044	54	0,000008	80	≈ 0
4	0,000077	30	0,088836	56	0,000002	82	≈ 0
6	0,000411	32	0,064776	58	0,000001	84	≈ 0
8	0,001610	34	0,043184	60	1×10^{-7}	86	≈ 0
10	0,004938	36	0,026390	62	3×10^{-8}	88	≈ 0
12	0,012345	38	0,014816	64	6×10^{-9}	90	≈ 0
14	0,025865	40	0,007655	66	1×10^{-9}	92	≈ 0
16	0,046341	42	0,003645	68	≈ 0	94	≈ 0
18	0,072087	44	0,001602	70	≈ 0	96	≈ 0
20	0,098518	46	0,000650	72	≈ 0	98	≈ 0
22	0,119416	48	0,000244	74	≈ 0	100	≈ 0
24	0,129368	50	0,000084	76	≈ 0		

Berdasarkan Persamaan (4), (5) dan (6) diperoleh **Tabel 8** dan **Tabel 9** berturut-turut merupakan nilai distribusi kumulatif dan peluang survival untuk peubah acak Z_3 . Berikut ini kedua tabel tersebut.

Tabel 8 Distribusi kumulatif untuk perolehan nilai pada Tes 3

Interval Nilai Tes 3	Akumulasi Peluang						
$[-\infty, 0)$	0	[24, 26)	0,510986	[50, 52)	0,999962	[76, 78)	1,000000
[0, 2)	0,000001	[26, 28)	0,637036	[52, 54)	0,999989	[78, 80)	1,000000
[2, 4)	0,000010	[28, 30)	0,748080	[54, 56)	0,999997	[80, 82)	1,000000
[4, 6)	0,000087	[30, 32)	0,836916	[56, 58)	0,999999	[82, 84)	1,000000
[6, 8)	0,000498	[32, 34)	0,901692	[58, 60)	1,000000	[84, 86)	1,000000
[8, 10)	0,002108	[34, 36)	0,944876	[60, 62)	1,000000	[86, 88)	1,000000
[10, 12)	0,007046	[36, 38)	0,971266	[62, 64)	1,000000	[88, 90)	1,000000
[12, 14)	0,019391	[38, 40)	0,986082	[64, 66)	1,000000	[90, 92)	1,000000
[14, 16)	0,045256	[40, 42)	0,993737	[66, 68)	1,000000	[92, 94)	1,000000
[16, 18)	0,091597	[42, 44)	0,997382	[68, 70)	1,000000	[94, 96)	1,000000
[18, 20)	0,163684	[44, 46)	0,998984	[70, 72)	1,000000	[96, 98)	1,000000
[20, 22)	0,262202	[46, 48)	0,999634	[72, 74)	1,000000	[98, 100)	1,000000
[22, 24)	0,381618	[48, 50)	0,999878	[74, 76)	1,000000		

Tabel 9 Distribusi survival untuk perolehan nilai pada Tes 3

Interval Nilai Tes 3	Peluang Survival	Interval Nilai Tes 3	Peluang Survival	Interval Nilai Tes 3	Peluang Survival	Interval Nilai Tes 13	Peluang Survival
$[-\infty, 0)$	1	[24, 26)	0,489014	[50, 52)	$3,8 \times 10^{-5}$	[76, 78)	0,000000
[0, 2)	0,999999	[26, 28)	0,362964	[52, 54)	$1,1 \times 10^{-5}$	[78, 80)	0,000000
[2, 4)	0,999999	[28, 30)	0,25192	[54, 56)	3×10^{-6}	[80, 82)	0,000000
[4, 6)	0,999913	[30, 32)	0,163084	[56, 58)	1×10^{-6}	[82, 84)	0,000000
[6, 8)	0,999502	[32, 34)	0,098308	[58, 60)	0,000000	[84, 86)	0,000000
[8, 10)	0,997892	[34, 36)	0,055124	[60, 62)	0,000000	[86, 88)	0,000000
[10, 12)	0,992954	[36, 38)	0,028734	[62, 64)	0,000000	[88, 90)	0,000000
[12, 14)	0,980609	[38, 40)	0,013918	[64, 66)	0,000000	[90, 92)	0,000000
[14, 16)	0,954744	[40, 42)	0,006263	[66, 68)	0,000000	[92, 94)	0,000000
[16, 18)	0,908403	[42, 44)	0,002618	[68, 70)	0,000000	[94, 96)	0,000000
[18, 20)	0,836316	[44, 46)	0,001016	[70, 72)	0,000000	[96, 98)	0,000000
[20, 22)	0,737798	[46, 48)	0,000366	[72, 74)	0,000000	[98, 100)	0,000000
[22, 24)	0,618382	[48, 50)	0,000122	[74, 76)	0,000000		

3.4 Analisis Statistika untuk Tes 4

Tes 4 berupa pilihan ganda dengan banyaknya soal adalah $n = 50$ dan setiap soal bernilai sama yaitu 2. Alternatif jawaban sebanyak $m = 5$ buah dengan peluang menjawab benar adalah $p = \frac{1}{5}$. Misalkan Z_4 adalah peubah acak diskrit menyatakan nilai yang diperoleh peserta tes, maka nilai-nilai untuk Z_4 adalah $k = 0, 2, 4, 6, 8, \dots, 100$. Distribusi untuk peubah acak Z_4 ditentukan dengan mencari nilai $P(Z_4 = k)$. Peluang memperoleh nilai 20 sama dengan peluang menjawab benar sebanyak 10 buah soal dari 50 soal yang diujikan.

Misalkan T adalah peubah acak menyatakan banyaknya jawaban benar dari 40 soal yang diberikan. Karena cara memilih jawaban untuk setiap soal bersifat acak, maka berdasarkan asumsi bahwa setiap jawaban mempunyai peluang yang sama untuk terjawab benar dengan peluang menjawab benar adalah $p = \frac{1}{5}$. Fungsi distribusi peluang untuk peubah acak T mengikuti Persamaan (1). Dengan merujuk pada Persamaan (1), diperoleh

$$P(Z_4 = 20) = P(T = 10) = \binom{50}{10} \left(\frac{1}{5}\right)^{10} \left(\frac{4}{5}\right)^{40}$$

Nilai-nilai untuk $P(Z_4 = k)$ untuk $k = 0, 2, 4, 6, 8, \dots, 100$ dihitung dengan cara yang sama dan hasilnya ditampilkan pada **Tabel 10**

Tabel 10 Distribusi frekuensi untuk peluang memperoleh nilai pada Tes 4

Nilai Tes 4	Peluang	Nilai Tes 4	Peluang	Nilai Tes 4	Peluang	Nilai Tes 4	Peluang
0	0,000014	26	0,075470	52	$3,9 \times 10^{-7}$	78	≈ 0
2	0,000178	28	0,049864	54	$8,6 \times 10^{-8}$	80	≈ 0
4	0,001093	30	0,029919	56	$1,8 \times 10^{-8}$	82	≈ 0
6	0,004371	32	0,016362	58	$3,3 \times 10^{-9}$	84	≈ 0
8	0,012840	34	0,008181	60	≈ 0	86	≈ 0
10	0,029531	36	0,003750	62	≈ 0	88	≈ 0
12	0,055371	38	0,001579	64	≈ 0	90	≈ 0
14	0,087012	40	0,000612	66	≈ 0	92	≈ 0
16	0,116922	42	0,000218	68	≈ 0	94	≈ 0
18	0,136409	44	0,000072	70	≈ 0	96	≈ 0
20	0,139819	46	0,000022	72	≈ 0	98	≈ 0
22	0,127108	48	0,000006	74	≈ 0	100	≈ 0
24	0,103275	50	0,000002	76	≈ 0		

Berdasarkan Persamaan (4), (5) dan (6) diperoleh **Tabel 11** dan **Tabel 12** berturut-turut merupakan nilai distribusi kumulatif dan peluang survival untuk peubah acak Z_4 . Berikut ini kedua tabel tersebut.

Tabel 11 Distribusi kumulatif untuk perolehan nilai pada Tes 4

Interval Nilai Tes 4	Akumulasi Peluang						
$[-\infty, 0)$	0	[24, 26)	0,813943	[50, 52)	1,000000	[76, 78)	1,000000
[0, 2)	0,000014	[26, 28)	0,889413	[52, 54)	1,000000	[78, 80)	1,000000
[2, 4)	0,000192	[28, 30)	0,939277	[54, 56)	1,000000	[80, 82)	1,000000
[4, 6)	0,001285	[30, 32)	0,969196	[56, 58)	1,000000	[82, 84)	1,000000
[6, 8)	0,005656	[32, 34)	0,985558	[58, 60)	1,000000	[84, 86)	1,000000
[8, 10)	0,018496	[34, 36)	0,993739	[60, 62)	1,000000	[86, 88)	1,000000
[10, 12)	0,048027	[36, 38)	0,997489	[62, 64)	1,000000	[88, 90)	1,000000
[12, 14)	0,103398	[38, 40)	0,999068	[64, 66)	1,000000	[90, 92)	1,000000
[14, 16)	0,190410	[40, 42)	0,999680	[66, 68)	1,000000	[92, 94)	1,000000
[16, 18)	0,307332	[42, 44)	0,999898	[68, 70)	1,000000	[94, 96)	1,000000
[18, 20)	0,443741	[44, 46)	0,999970	[70, 72)	1,000000	[96, 98)	1,000000
[20, 22)	0,583560	[46, 48)	0,999992	[72, 74)	1,000000	[98, 100)	1,000000
[22, 24)	0,710668	[48, 50)	0,999998	[74, 76)	1,000000		

Tabel 12 Distribusi survival untuk perolehan nilai pada Tes 4

Interval Nilai Tes 4	Peluang Survival						
$[-\infty, 0)$	1	[24, 26)	0,186057	[50, 52)	0,000000	[76, 78)	0,000000
[0, 2)	0,999986	[26, 28)	0,110587	[52, 54)	0,000000	[78, 80)	0,000000
[2, 4)	0,999808	[28, 30)	0,060723	[54, 56)	0,000000	[80, 82)	0,000000
[4, 6)	0,998715	[30, 32)	0,030804	[56, 58)	0,000000	[82, 84)	0,000000
[6, 8)	0,994344	[32, 34)	0,014442	[58, 60)	0,000000	[84, 86)	0,000000
[8, 10)	0,981504	[34, 36)	0,006261	[60, 62)	0,000000	[86, 88)	0,000000
[10, 12)	0,951973	[36, 38)	0,002511	[62, 64)	0,000000	[88, 90)	0,000000
[12, 14)	0,896602	[38, 40)	0,000932	[64, 66)	0,000000	[90, 92)	0,000000
[14, 16)	0,809590	[40, 42)	0,000320	[66, 68)	0,000000	[92, 94)	0,000000
[16, 18)	0,692668	[42, 44)	0,000102	[68, 70)	0,000000	[94, 96)	0,000000
[18, 20)	0,556259	[44, 46)	0,000030	[70, 72)	0,000000	[96, 98)	0,000000
[20, 22)	0,416440	[46, 48)	0,000006	[72, 74)	0,000000	[98, 100)	0,000000
[22, 24)	0,289332	[48, 50)	0,000002	[74, 76)	0,000000		

3.5 Analisis Statistika untuk Keempat Tes

Dari pembahasan pada bagian 3.1 sampai 3.4 dapat diringkaskan hasilnya pada **Tabel 13**. Hasil perhitungan mean, standari deviasi, modus dan median tidak dilakukan tetapi disediakan pada **Tabel 13**.

Tabel 13 Ringkasan statistik untuk keempat jenis tes

Tes Masuk	Tes 1	Tes 2	Tes 3	Tes 4
Jumlah soal pilihan ganda	40	40	50	50
Jumlah alternatif jawaban	4	5	4	5
Ekspektasi nilai yang diperoleh	25	20	25	20
Modus nilai yang diperoleh	25	20	24	20
Median nilai yang diperoleh	24	19	24	19
Standar deviasi	6,847	6,325	6,124	5,657
Peluang mendapat nilai lebih dari 10	98,39%	92,4%	99,29%	95,20%
Peluang mendapat nilai lebih dari 20	70,02%	40,7%	73,78%	41,64%
Peluang mendapat nilai lebih dari 30	17,91%	4,3%	16,31%	3,08%
Peluang mendapat nilai lebih dari 40	1,16%	0,1%	0,62%	0,03%
Peluang mendapat nilai lebih dari 50	0,0173%	0,0004%	0,0038%	0,0000%
Peluang mendapat nilai lebih dari 60	0,0000%	0,0000%	0,0000%	0,0000%

Dari hasil penelitiannya, Klûfa [5] menyarankan untuk menambah 1 tes lagi sehingga ujian masuk perguruan tinggi diberikan dalam tiga buah tes kemampuan. Dalam hal ini, saran yang diberikan adalah menambah alternatif pilihan dan memilih jumlah soal yang lebih sedikit antara tes 1 dan tes 2.

Pada tes sebelumnya hanya diberikan dua jenis tes yaitu Tes 1 dengan 50 soal dan Tes 3 terdiri dari 40 soal yang masing-masing dengan 4 alternatif jawaban. Kedua tes tersebut mempunyai nilai ekspektasi yang sama yaitu 25. Untuk itu, Klûfa [5] menyarankan untuk memberikan 1 tambahan tes lagi dengan ekspektasi yang lebih kecil dibanding kedua tes sebelumnya. Pilihan ini akan lebih mampu menyeleksi peserta yang diterima. Tes yang ditambahkan adalah Tes 2 dengan jumlah soal 40 dan alternatif pilihan menjadi 5. Tetapi, dengan alasan yang sama, dapat saja yang ditambahkan adalah Tes 4, karena memberikan nilai ekspektasi yang sama dengan Tes 2. Jika memperhatikan nilai standar deviasi, maka Tes 4 lebih disarankan sebagai tes tambahan dibanding Tes 2. Dengan standar deviasi yang lebih kecil, maka Tes 4 akan memberikan inputan (peserta yang diterima) lebih homogen atau memiliki kemampuan dan kualitas yang hampir sama.

Analisis berikutnya didasarkan pada peluang memperoleh nilai lebih dari angka tertentu. Analisis ini didasarkan pada konsep dalam analisis survival (kesintasan) yaitu peluang peserta tes memperoleh nilai lebih besar dari angka tertentu. Angka tertentu ini menjadi passing grade (batas minimal) untuk diterima, misalnya diterima di suatu perguruan tinggi. Dari Tabel 14, misalkan seseorang dapat diterima jika memperoleh nilai minimal 50. Untuk Tes 1, peluang diterimanya 0,000173 atau secara gampang peluang diterimanya adalah 173 dari 1.000.000 peserta tes. Untuk Tes 2 dan Tes 3 peluang diterimanya berturut-turut adalah 4 dan 38 dari 1.000.000. Sedangkan untuk Tes 4 peluangnya sudah 0.

Jika untuk suatu tes masuk akan diberikan dengan 3 jenis tes, maka tes yang disarankan adalah Tes 1, Tes 3 dan Tes 2. Rekomendasi ini sesuai dengan hasil yang diperoleh Klûfa [5] yang mendasarkan analisisnya pada nilai ekspektasi. Untuk memperoleh inputan yang lebih berkualitas maka disarankan menggunakan tes Tes 1, Tes 3 dan Tes 4. Tentu saja, jika akan digunakan 4 jenis tes maka seluruh jenis tes dapat digunakan. Hasilnya akan lebih baik.

Secara umum, pilihan Tes 1 dan Tes 3 sudah cukup untuk menyaring dan menyeleksi calon mahasiswa atau karyawan. Jika akan digunakan 3 jenis tes maka direkomendasikan tes tambahan yang meminimalkan peluang menebak benar. Pilihan ini jatuh pada Tes 4 dengan melihat pada peluang mendapat nilai paling kecil 50 adalah 0.

4 KESIMPULAN DAN SARAN

Dari keempat pilihan tes yang dibahas, diberikan rekomendasi kombinasi jenis tes yang meminimalkan peluang menebak benar. Jika tes yang diberikan 4 jenis maka keempat jenis tes dapat dilakukan. Jika diberikan hanya 3 jenis tes, dapat dipilih Tes 1, Tes 3 dan Tes 4. Jika diberikan hanya 2 jenis tes, dapat dipilih kombinasi Tes 1 dan Tes 3 atau Tes 2 dan Tes 4.

Saran dari penelitian ini adalah perubahan pada cara penilaian dengan jawaban benar diberi nilai 4 dan jawaban salah diberi hukuman misalnya pengurangan nilai sebesar 1. Saran kedua terkait perubahan dari nilai peubah acak kontinu menjadi diskrit yang dapat dilakukan dengan fungsi tangga atau fungsi bilangan bulat terbesar $[x]$ atau dengan cara pembulatan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Otavová, M. & Sýkorová, I. (2014). Analysis of Scores from Mid-Term and Final Test by a Contingency Table. *Proceedings of the 11th International Conference*, 1 (1) 527–533.
- [2] Klůfa, J. (2015a). Dependence of the Results of Entrance Examinations on Test Variants. *Procedia - Social and Behavioural Sciences*, 174 (1) 3565–3571.
- [3] Klůfa, J. (2015b). Analysis of Entrance Examinations: Efficiency and Responsibility in Education. *Proceedings of the 12th International Conference*, 1 (1) 250–256.
- [4] Klůfa J. (2015c). Comparison of the Ways of Acceptance Students at University. *Journal on Efficiency and Responsibility in Education and Science*, 8 (3) 72-76.
- [5] Klufa, J. (2020). Probability Aspects of Entrance Exams at University. *Mathematics and Statistics*, 8 (2) 142-151.
- [6] Zhao, Y. (2005). Algorithms for Converting Raw Scores of Multiple-Choice Question Tests to Conventional Percentage Marks. *International Journal of Engineering Education*, 21 (6) 1189-1194.
- [7] Premadasa, I. (1993). A reappraisal of the Use of Multiple-Choice Questions. *Medical Teacher*, 15 (2-3) 237-242.
- [8] Zhao, Y. (2006). How to Design and Interpret a Multiple-Choice-Question Test: A probabilistic Approach. *International Journal of Engineering Education*, 22 (6) 1281-1286.
- [9] Poláčková, J. & Svatošová, L. (2013). Relationship of Success in University Study and Admission Exam Results. *Journal on Efficiency and Responsibility in Education and Science*, 6 (4) 281-293.
- [10] Bartoška, J., Brožová, H., Šubrt, T., & Rydval, J. (2013). Incorporating Practitioners' Expectations to Project Management Teaching. *Proceedings of the 10th International Conference*, 1 (1) 16–23.
- [11] Flégl M. (2014). Comparison of Research Engagement of PhD Students at Various Study Programs at CULS Prague: An Introductory Study. *Journal on Efficiency and Responsibility in Education and Science*, 7 (3-4) 66-73.

- [12] Hrubý, M. (2016). Feedback Improvement of Question Objects. *International Journal of Continuing Engineering Education and Lifelong Learning*, 26 (2) 183–195.
- [13] Otavová, M. & Sýkorová, I. (2016). Differences in Results Obtained by Students of Different Faculties. *Journal on Efficiency and Responsibility in Education and Science*, 9 (1) 1-6.
- [14] Krejčí, I., Kvasnička, R., Dömeová, L. (2011). Introducing System Dynamics at CULS Prague. *Journal on Efficiency and Responsibility in Education and Science*, 4 (4) 187-196.
- [15] Brožová H. & Rydval J. (2014). Analysis of Exam Results of the Subject 'Applied Mathematics for IT. *Journal on Efficiency and Responsibility in Education and Science*, 7 (3-4) 59-65.
- [16] Flégl M. (2013). Innovation of Doctoral Studies at the FEM CULS Prague. *Journal on Efficiency and Responsibility in Education and Science*, 6 (4) 265-280.
- [17] Ječmínek, J., Kukulová, G., Moravec, L., & Filipová. D. B. (2018). Tax Courses Exams Results at FEM CULS Prague Evaluation. *Proceedings of the 15th International Conference*, 1 (1) 132–139.
- [18] Walpole, R. E. & Myers, R. H. (1986). *Ilmu Peluang dan Statistika untuk Insinyur dan Ilmuwan*. Bandung: Penerbit ITB.