

PENINGKATAN PEMAHAMAN KALKULUS MELALUI SIMULASI DAN GRAFIK

Fadliondi^{1,*}, Haris Isyanto², Prian Gagani Chamdareno³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jakarta
Jl. Cempaka Putih Tengah 27 no 47, 10510

*fadliondi@ftumj.ac.id

ABSTRAK

Kalkulus merupakan ilmu yang sangat penting dalam memahami ilmu lain yang berkaitan dengan teknik elektro. Mahasiswa terkadang mengalami kesulitan untuk memahami fungsi fungsi terutama fungsi 3 dimensi sehingga simulasi dan grafik dianggap bisa membantu. Pembelajaran tentang kalkulus dengan memakai simulasi dan grafik telah dilaksanakan. Hasil menunjukkan bahwa setelah diberikan simulasi dan grafik, terlihat peningkatan yang sangat signifikan pada jumlah mahasiswa yang dapat menjawab soal-soal yang diberikan dengan benar.

Kata kunci: kalkulus, simulasi, grafik, pembelajaran

ABSTRACT

Calculus is an important mathematical study for understanding other subjects related to electrical engineering. Students sometimes find difficulty to understand mathematical functions especially three dimensional functions so simulations and graphs are assumed that they can help students understand mathematical functions. Calculus learning using simulations and graphs has been done. The results showed that the number of students who could answer the given problems increased after they were given simulations and graphs.

Keywords: calculus, simulation, graphics, learning

1. PENDAHULUAN

Kalkulus telah menjadi sangat krusial untuk perkembangan kemajuan saintifik sejak penemuannya, terutama pada bidang fisika dan teknik. Kalkulus dapat menjelaskan kepada kita tentang pergerakan benda benda luar angkasa, pola cuaca, rangkaian listrik, dan fenomena alam lainnya. Kalkulus sangat berguna untuk penemuan penemuan peralatan canggih di sekitar kita. Kalkulus tidak terbatas pada matematika saja tetapi ia digunakan di banyak bidang seperti fisika, kimia, ekonomi, biologi, teknik, dan lain-lain. Revolusi industri dimulai setelah kalkulus tersebar. Ilmu teknik tidak mungkin tanpa kalkulus. Kalkulus merupakan pondasi dari optimasi, keadaan setimbang dan system dinamis. Kalkulus muncul pada semua ilmu teknik baik itu sipil, mesin, elektro, elektronika dan lain-lain. Evaluasi membuktikan bahwa proses simulasi meningkatkan pengetahuan siswa tentang teori dan konsep (Shellman & Turan, 2006). Simulasi dengan memakai komputer bisa meningkatkan pembelajaran sains (Rutten, Van Joolingen, & Van der Veen, 2012).

Simulasi komputer dianggap sebagai pengganti dalam pengajaran sains akan tetapi ia akan lebih bermanfaat jika dikombinasikan dengan aktivitas laboratorium (Jaakkola & Nurmi, 2008). Simulasi membantu mahasiswa untuk membayangkan dan menunjukkan ilustrasi dai fenomena partikel kuantum dan itu sangat baik untuk meningkatkan pemahaman mahasiswa (Tawil & Dahlan, 2017). Animasi dan simulasi menolong mahasiswa untuk memahami konsep yang sulit yang berkaitan dengan konsep sains yang kompleks (Rochintaniawati, Agustin, & Sanjaya, 2017). Visualisasi animasi yang dirancang dan digunakan secara efektif bisa menolong mahasiswa untuk membentuk persepsi dan pemahaman pada sebuah konteks nyata. Simulasi interaktif berbasis komputer meningkatkan pemahaman konten fisika dibandingkan dengan pendekatan engajaran traditional (Radulović, Stojanović, & Županec, 2016). Simulasi tiga dimensi bisa membantu mahasiswa untuk mengatasi kesulitan dalam memvisualisasikan struktur 3 dimensi (Widder & Gorsky, 2013). Pada mekanika, simulasi komputer sangat membantu mahasiswa untuk

memahami gerak melingkar (Lee & Hwan, 2015). Simulasi komputer bisa memakai perangkat lunak seperti Ms. Excel, MATLAB, Maple dan lain lain. Penggunaan Excel bisa membantu mahasiswa dalam mengembangkan skill dalam penyelesaian masalah terutama dalam menemukan pola untuk geometri (Arganbright, 2014). Excel meningkatkan kemampuan mahasiswa untuk mengevaluasi, membandingkan dan menganalisa data (Drayton, Falk, Stroud, Hobbs, & Hammerman, 2010). Microsoft Excel sangat mudah untuk digunakan dan memiliki banyak fitur-fitur sehingga semakin sering digunakan, semakin banyak yang dipelajari (Willis, 2016). Penggunaan Excel mudah dan *straightforward* (Kadry, 2011). Excel merupakan perangkat lunak yang mudah dipakai dan banyak mahasiswa memiliki akses ke sana (Chandrakantha, 2014). Excel lebih mudah daripada bahasa pemrograman lainnya karena tata ruang spasialnya yang intuitif (Kruschke, 2005).

2. METODE

Metode yang dipakai adalah memberikan soal-soal kalkulus sebelum simulasi, memberikan pelatihan simulasi, memberikan soal perbandingan antara jumlah mahasiswa yang bisa menjawab soal sebelum dan sesudah mengikuti pelatihan simulasi. Jumlah mahasiswanya adalah 50 orang dan jumlah soal-soal kalkulus yang diujikan adalah 40 soal.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1 menunjukkan hasil pengerjaan soal-soal kalkulus oleh mahasiswa sebelum diberi simulasi dan grafik. Secara keseluruhan, mahasiswa yang bisa menjawab soal-soal dengan benar benar berjumlah 10 sampai dengan 25 orang. Soal dengan jumlah mahasiswa yang paling banyak menjawab dengan benar adalah soal nomor 37 dengan 25 mahasiswa yang bisa menjawab benar, sementara soal dengan jumlah mahasiswa yang paling sedikit menjawab dengan benar adalah soal nomor 10, 13, 28, 34, 39 dengan 10 orang mahasiswa yang bisa menjawab dengan benar. Tabel 2 menunjukkan jawaban mahasiswa setelah diberi simulasi. Secara

keseluruhan, jumlah mahasiswa yang dapat mengerjakan soal dengan benar berkisar dari 35 sampai 45 mahasiswa. Soal yang paling dapat dijawab adalah soal nomor 2, 4, 16, 37 dan 38 dengan betul sebanyak 45. Sementara soal dengan jumlah mahasiswa yang paling sedikit yang bisa mengerjakan adalah soal nomor 10, 19, 32 dan 36. Tabel 3 menunjukkan perbandingan antara jumlah mahasiswa yang menjawab dengan benar sebelum dan setelah diberikan simulasi dan grafik. Peningkatan yang paling signifikan terlihat pada soal nomor 28 di mana hanya 10 mahasiswa yang bisa menjawab dengan benar sebelum diberi simulasi dan grafik meningkat menjadi 44 mahasiswa atau dengan kata lain, 20% menjadi 88%. Sementara kenaikan paling sedikit terlihat pada soal nomor 1 di mana jumlah mahasiswa yang menjawab dengan tepat meningkat dari 24 orang menjadi 36 orang atau dengan kata lain, 48% menjadi 72%. Gambar 1 menunjukkan perbandingan jumlah mahasiswa yang bisa mengerjakan soal dengan tepat sebelum dan setelah diberi simulasi dan grafik. Sumbu horizontal menunjukkan nomor soal dan sumbu vertical menunjukkan jumlah mahasiswa yang menjawab dengan tepat. Gambar 2 menunjukkan perbandingan persentase mahasiswa yang menjawab soal dengan benar sebelum dan setelah diberi simulasi dan grafik. Sumbu horizontal menunjukkan nomor soal dan sumbu vertical menunjukkan persentase jumlah mahasiswa. Gambar 3 menunjukkan persentase peningkatan jumlah mahasiswa yang menjawab dengan benar untuk tiap-tiap soal. Sama seperti Gambar 1 dan Gambar 2, pada Gambar 3, sumbu horizontal menunjukkan nomor soal dan sumbu vertical menunjukkan persentase peningkatan jumlah mahasiswa yang bisa mengerjakan dengan benar.

Tabel 1. Jawaban mahasiswa terhadap soal sebelum diberikan simulasi dan grafik.

Mahasiswa nomor	Jawaban masing-masing mahasiswa untuk soal nomor																																										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40			
1	B	D	C	B	C	D	D	D	D	D	B	D	C	D	B	B	C	D	B	B	C	C	D	D	B	D	C	D	B	C	B	C	D	D	C	C	B	C	D	C			
2	B	D	C	B	C	D	D	D	D	D	B	D	C	D	B	B	C	D	B	B	C	C	D	D	B	D	C	D	B	C	B	C	D	D	C	C	B	C	D	C			
3	B	D	C	B	C	D	D	D	D	D	B	D	C	D	B	B	C	D	B	B	C	C	D	D	B	D	C	D	B	C	B	C	D	D	C	C	B	C	D	C			
4	B	D	C	B	C	D	D	D	D	D	B	D	C	D	B	B	C	D	B	B	C	C	D	D	B	D	C	D	B	C	B	C	D	D	C	C	B	C	D	C			
5	B	D	C	B	C	D	D	D	D	D	B	D	C	D	B	B	C	D	B	B	C	C	D	D	B	D	C	D	B	C	B	C	D	D	C	C	B	C	D	C			
6	B	D	C	B	C	D	D	D	D	D	B	D	C	D	B	B	C	D	B	B	C	C	D	D	B	D	C	D	B	C	B	C	D	D	C	C	B	C	D	C			
7	B	D	C	B	C	D	D	D	D	D	B	D	C	D	B	B	C	D	B	B	C	C	D	D	B	D	C	D	B	C	B	C	D	D	C	C	B	C	D	C			
8	B	D	C	B	C	D	D	D	D	D	B	D	C	D	B	B	C	D	B	B	C	C	D	D	B	D	C	D	B	C	B	C	D	D	C	C	B	C	D	C			
9	B	D	C	B	C	D	D	D	D	D	B	D	C	D	B	B	C	D	B	B	C	C	D	D	B	D	C	D	B	C	B	C	D	D	C	C	B	C	D	C			
10	B	D	C	B	C	D	D	D	D	D	B	D	C	D	B	B	C	D	B	B	C	C	D	D	B	D	C	D	B	C	B	C	D	D	C	C	B	C	D	C			
11	B	D	C	B	C	D	D	D	D	B	B	D	B	D	B	B	C	D	B	B	C	C	D	D	B	D	C	C	B	C	B	C	D	C	C	C	B	C	A	C			
12	B	D	E	B	C	D	D	D	D	E	B	D	A	D	B	B	C	D	B	B	C	C	D	D	B	D	C	E	B	C	B	C	D	E	C	C	B	C	A	C			
13	B	D	A	B	C	D	D	D	D	E	A	D	A	D	B	B	C	D	B	B	C	C	D	D	B	D	C	E	B	C	B	C	D	C	C	C	B	C	E	C			
14	B	D	E	B	C	D	D	D	D	C	A	D	E	D	B	B	C	D	B	B	C	C	D	D	B	D	C	E	B	C	B	C	D	C	E	A	B	C	B	C			
15	B	D	B	B	C	D	D	D	D	C	A	D	A	D	B	B	C	D	B	B	E	C	D	D	B	D	C	E	B	C	B	D	D	A	D	B	B	C	E	C			
16	B	D	E	B	C	D	D	D	E	B	A	D	E	E	B	B	C	D	B	B	D	C	D	D	B	D	C	E	B	C	B	E	D	E	B	B	B	C	A	D			
17	B	D	A	B	C	D	D	D	E	E	A	D	B	E	B	B	C	D	B	B	B	B	D	D	B	D	C	E	B	C	B	B	D	C	B	E	B	C	A	B			
18	B	D	A	A	C	D	D	D	B	E	E	D	E	E	B	B	C	D	B	B	B	B	D	D	B	D	C	A	B	E	B	E	D	E	D	A	B	C	B	A			
19	B	D	E	A	B	D	D	D	C	C	A	B	A	E	E	B	C	D	B	B	D	A	E	D	B	D	C	B	B	E	B	D	D	A	E	E	B	C	E	B			
20	B	D	D	E	E	D	D	E	E	D	B	E	E	C	A	B	C	D	D	B	B	E	E	D	B	A	C	A	B	B	B	A	D	E	A	D	B	C	B	D			
21	B	D	E	A	D	B	E	D	C	B	E	C	E	A	B	C	D	A	B	E	E	E	D	B	A	C	A	B	A	B	E	D	E	A	D	B	C	E	A				
22	B	A	D	D	B	E	A	D	A	B	C	B	A	B	C	B	C	D	A	B	A	B	E	A	B	B	E	C	B	E	B	A	D	C	B	E	B	D	E	E			
23	B	E	E	A	A	E	B	D	E	C	C	E	E	E	A	E	E	D	A	B	B	D	E	C	B	E	D	B	C	E	C	A	D	E	A	B	B	A	C	B			
24	B	E	A	A	A	C	E	D	B	B	C	C	D	E	A	D	E	C	E	B	E	A	C	E	C	E	A	A	A	B	A	E	B	C	B	E	B	E	A	E			
25	D	E	D	C	B	C	E	E	C	E	C	B	E	B	A	A	A	B	A	D	D	E	A	E	A	C	A	E	C	D	A	B	E	E	D	B	B	B	E	D			
26	C	E	A	A	A	C	E	E	C	E	C	E	B	E	C	C	E	E	C	A	D	D	A	A	A	A	B	C	A	E	D	D	B	C	A	D	A	A	E	D			
27	D	C	A	D	E	B	E	E	A	C	D	E	D	C	A	E	A	A	C	E	A	A	C	E	A	A	E	A	E	E	E	C	E	A	B	E	E	D	D	C	A	C	D
28	A	E	D	C	D	E	A	E	A	E	E	A	B	B	C	A	D	A	A	C	E	A	A	E	A	A	A	B	D	E	D	A	A	D	E	C	B	E	A	E	E	B	
29	A	E	D	C	D	A	B	A	E	B	A	E	D	A	A	A	E	A	D	A	E	D	B	C	A	E	B	C	A	B	A	D	E	E	D	E	D	D	B	E			
30	E	B	A	A	B	C	C	E	E	C	D	B	E	E	C	A	E	E	A	A	E	E	E	A	A	C	B	A	D	A	E	D	C	B	B	D	A	A	A	D			
31	D	E	A	C	B	E	E	A	C	E	C	E	A	E	C	C	E	B	D	D	A	D	A	B	A	C	E	A	A	D	E	D	B	A	A	A	A	A	E	D			
32	A	C	A	A	A	C	E	C	A	A	E	E	A	E	E	A	A	A	D	C	D	A	E	B	C	A	E	E	E	E	A	E	E	E	D	E	D	B	E	B			
33	A	B	D	C	D	A	A	B	E	A	C	C	A	E	E	D	D	A	A	B	D	E	A	E	E	D	A	E	E	E	B	B	E	E	D	A	B	E	A	B	E		
34	A	E	B	D	B	C	B	A	B	E	E	A	E	C	A	E	C	A	E	E	C	E	C	E	B	E	A	A	B	E	A	D	B	E	A	D	B	E	A	E	A		
35	A	E	D	D	B	E	B	C	B	C	C	E	A	E	E	E	E	A	C	D	D	E	B	A	E	B	B	D	D	D	A	E	E	B	B	A	E	D	B	A			
36	A	B	B	A	D	A	B	E	A	E	E	B	B	B	A	C	E	E	A	C	A	E	E	B	D	B	A	E	D	D	A	B	C	E	A	A	A	E	B	D			
37	A	A	A	E	D	E	A	E	E	E	D	A	D	A	A	A	E	B	A	A	E	E	E	E	C	E	B	A	A	B	A	E	B	B	B	E	A	A	B	A			
38	A	E	A	A	A	A	E	E	B	E	E	A	E	E	A	E	E	A	A	D	B	E	A	A	C	E	E	A	B	C	E	E	B	B	A	E	A	E	A	E	A		
39	D	E	E	E	B	E	E	E	A	C	C	B	E	E	A	A	E	E	E	E	A	A	E	E	A	E	A	B	A	A	A	A	E	A	B	B	A	B	E	B			
40	A	E	A	A	D	C	C	E	E	A	B	B	E	D	A	D	E	A	A	D	B	E	E	E	B	E	B	A	E	B	E	E	D	E	A	D	B	E	A	B	E		
41	E	E	E	A	A	E	A	E	E	E	A	E	D	E	A	D	D	A	A	C	E	A	B	A	D	A	B	B	A	B	A	B	E	E	D	E	E	A	C	A			
42	A	B	B	A	E	A	A	E	A	E	A	C	E	E	A	A	E	E	E	A	E	E	B	C	A	B	E	C	A	D	C	A	E	E	D	E	C	E	E	D			
43	A	E	A	E	B	A	B	A	E	E	E	E	D	E	A	A	A	B	A	C	E	A	B	E	C	B	B	C	A	D	E	B	C	E	A	D	A	E	E	B			
44	E	C	B	A	B	E	E	E	B	A	D	A	B	E	A	A	A	E	C	E	D	B	C	B	A	A	E	E	A	A	A	C	E	E	D	E	E	E	E	B			
45	A	B	B	A	E	E	B	E	C	B	A	E	E	E	D	A	D	A	A	C	A	D	E	B	A	E	E	A	A	E	B	E	E	A	A	E	A	B	A	B	A		
46	A	E	E	A	B	E	E	B	B	E	A	B	E	A	A	C	D	A	A	A	D	B	A	C	D	E	B	E	A	D	A	E	B	B	E	A	E	D	E	A	B	E	
47	D	B	A	D	D	B	E	E	A	C	D	B	A	E	A	C	E	E	C	A	A	E	E	C	C	A	A	D	A	D	E	C	C	D	E	C	E	E	B	E	B		
48	A	E	E	A	A	E	E	E	C	E	A	E	A	C	E	A	A	A	E	D	B	B	A	E	A	E	D	B	D	B	A	A	E	B	D	D	C	E	B	D			
49	A	B	A	A	D	E	B	E	E	E	E	E	D	E	E	D	A	A	A	C	D	A	B	E	D	B	A	C	C	D	E	D	E	B	D	A	A	A	B	E			
50	E	A	A	E	B	E	E	B	E	C	E	E	E	D	A	B	C	A	E	B	B	B	A	A	E	A	E	A	A	A	A	E	E	D	A	A	A	B	B	B			
Kunci Jawaban	B	D	C	B	C	D	D	D	D	D	B	D	C	D	B	B	C	D	B	B	C	C	D	D	B	D	C	D	B	C	B	C	D	D	C	C	B	C	D	C			
Jumlah mahasiswa yang menjawab benar	24	21	11	17	18	20	20	24	15	10	12	18	10	15	18	22	22	23	19	24	14	16	18	20	23	19	21	10	22	17	22	14	23	10	13	13	25	21	10	15			

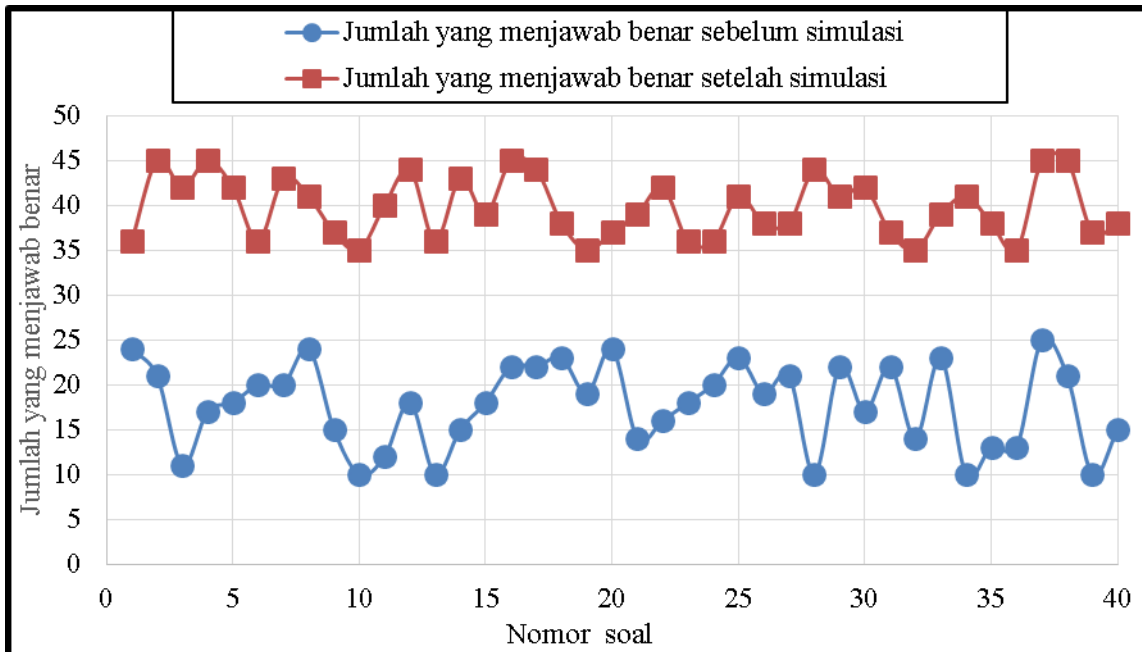
Tabel 2. Jawaban mahasiswa terhadap soal setelah diberikan simulasi dan grafik.

Mahasiswa nomor	Jawaban masing-masing mahasiswa untuk soal nomor																																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	
1	B	D	C	B	C	D	D	D	D	D	B	D	C	D	B	B	C	D	B	B	C	C	D	D	B	D	C	D	B	C	B	C	D	D	C	C	B	C	D	C	
2	B	D	C	B	C	D	D	D	D	D	B	D	C	D	B	B	C	D	B	B	C	C	D	D	B	D	C	D	B	C	B	C	D	D	C	C	B	C	D	C	
3	B	D	C	B	C	D	D	D	D	D	B	D	C	D	B	B	C	D	B	B	C	C	D	D	B	D	C	D	B	C	B	C	D	D	C	C	B	C	D	C	
4	B	D	C	B	C	D	D	D	D	D	B	D	C	D	B	B	C	D	B	B	C	C	D	D	B	D	C	D	B	C	B	C	D	D	C	C	B	C	D	C	
5	B	D	C	B	C	D	D	D	D	D	B	D	C	D	B	B	C	D	B	B	C	C	D	D	B	D	C	D	B	C	B	C	D	D	C	C	B	C	D	C	
6	B	D	C	B	C	D	D	D	D	D	B	D	C	D	B	B	C	D	B	B	C	C	D	D	B	D	C	D	B	C	B	C	D	D	C	C	B	C	D	C	
7	B	D	C	B	C	D	D	D	D	D	B	D	C	D	B	B	C	D	B	B	C	C	D	D	B	D	C	D	B	C	B	C	D	D	C	C	B	C	D	C	
8	B	D	C	B	C	D	D	D	D	D	B	D	C	D	B	B	C	D	B	B	C	C	D	D	B	D	C	D	B	C	B	C	D	D	C	C	B	C	D	C	
9	B	D	C	B	C	D	D	D	D	D	B	D	C	D	B	B	C	D	B	B	C	C	D	D	B	D	C	D	B	C	B	C	D	D	C	C	B	C	D	C	
10	B	D	C	B	C	D	D	D	D	D	B	D	C	D	B	B	C	D	B	B	C	C	D	D	B	D	C	D	B	C	B	C	D	D	C	C	B	C	D	C	
11	B	D	C	B	C	D	D	D	D	D	B	D	C	D	B	B	C	D	B	B	C	C	D	D	B	D	C	D	B	C	B	C	D	D	C	C	B	C	D	C	
12	B	D	C	B	C	D	D	D	D	D	B	D	C	D	B	B	C	D	B	B	C	C	D	D	B	D	C	D	B	C	B	C	D	D	C	C	B	C	D	C	
13	B	D	C	B	C	D	D	D	D	D	B	D	C	D	B	B	C	D	B	B	C	C	D	D	B	D	C	D	B	C	B	C	D	D	C	C	B	C	D	C	
14	B	D	C	B	C	D	D	D	D	D	B	D	C	D	B	B	C	D	B	B	C	C	D	D	B	D	C	D	B	C	B	C	D	D	C	C	B	C	D	C	
15	B	D	C	B	C	D	D	D	D	D	B	D	C	D	B	B	C	D	B	B	C	C	D	D	B	D	C	D	B	C	B	C	D	D	C	C	B	C	D	C	
16	B	D	C	B	C	D	D	D	D	D	B	D	C	D	B	B	C	D	B	B	C	C	D	D	B	D	C	D	B	C	B	C	D	D	C	C	B	C	D	C	
17	B	D	C	B	C	D	D	D	D	D	B	D	C	D	B	B	C	D	B	B	C	C	D	D	B	D	C	D	B	C	B	C	D	D	C	C	B	C	D	C	
18	B	D	C	B	C	D	D	D	D	D	B	D	C	D	B	B	C	D	B	B	C	C	D	D	B	D	C	D	B	C	B	C	D	D	C	C	B	C	D	C	
19	B	D	C	B	C	D	D	D	D	D	B	D	C	D	B	B	C	D	B	B	C	C	D	D	B	D	C	D	B	C	B	C	D	D	C	C	B	C	D	C	
20	B	D	C	B	C	D	D	D	D	D	B	D	C	D	B	B	C	D	B	B	C	C	D	D	B	D	C	D	B	C	B	C	D	D	C	C	B	C	D	C	
21	B	D	C	B	C	D	D	D	D	D	B	D	C	D	B	B	C	D	B	B	C	C	D	D	B	D	C	D	B	C	B	C	D	D	C	C	B	C	D	C	
22	B	D	C	B	C	D	D	D	D	D	B	D	C	D	B	B	C	D	B	B	C	C	D	D	B	D	C	D	B	C	B	C	D	D	C	C	B	C	D	C	
23	B	D	C	B	C	D	D	D	D	D	B	D	C	D	B	B	C	D	B	B	C	C	D	D	B	D	C	D	B	C	B	C	D	D	C	C	B	C	D	C	
24	B	D	C	B	C	D	D	D	D	D	B	D	C	D	B	B	C	D	B	B	C	C	D	D	B	D	C	D	B	C	B	C	D	D	C	C	B	C	D	C	
25	B	D	C	B	C	D	D	D	D	D	B	D	C	D	B	B	C	D	B	B	C	C	D	D	B	D	C	D	B	C	B	C	D	D	C	C	B	C	D	C	
26	B	D	C	B	C	D	D	D	D	D	B	D	C	D	B	B	C	D	B	B	C	C	D	D	B	D	C	D	B	C	B	C	D	D	C	C	B	C	D	C	
27	B	D	C	B	C	D	D	D	D	D	B	D	C	D	B	B	C	D	B	B	C	C	D	D	B	D	C	D	B	C	B	C	D	D	C	C	B	C	D	C	
28	B	D	C	B	C	D	D	D	D	D	B	D	C	D	B	B	C	D	B	B	C	C	D	D	B	D	C	D	B	C	B	C	D	D	C	C	B	C	D	C	
29	B	D	C	B	C	D	D	D	D	D	B	D	C	D	B	B	C	D	B	B	C	C	D	D	B	D	C	D	B	C	B	C	D	D	C	C	B	C	D	C	
30	B	D	C	B	C	D	D	D	D	D	B	D	C	D	B	B	C	D	B	B	C	C	D	D	B	D	C	D	B	C	B	C	D	D	C	C	B	C	D	C	
31	B	D	C	B	C	D	D	D	D	D	B	D	C	D	B	B	C	D	B	B	C	C	D	D	B	D	C	D	B	C	B	C	D	D	C	C	B	C	D	C	
32	B	D	C	B	C	D	D	D	D	D	B	D	C	D	B	B	C	D	B	B	C	C	D	D	B	D	C	D	B	C	B	C	D	D	C	C	B	C	D	C	
33	B	D	C	B	C	D	D	D	D	D	B	D	C	D	B	B	C	D	B	B	C	C	D	D	B	D	C	D	B	C	B	C	D	D	C	C	B	C	D	C	
34	B	D	C	B	C	D	D	D	D	D	B	D	C	D	B	B	C	D	B	B	C	C	D	D	B	D	C	D	B	C	B	C	D	D	C	C	B	C	D	C	
35	B	D	C	B	C	D	D	D	D	D	B	D	C	D	B	B	C	D	B	B	C	C	D	D	B	D	C	D	B	C	B	C	D	D	C	C	B	C	D	C	
36	B	D	C	B	C	D	D	D	D	D	B	D	C	D	B	B	C	D	C	B	C	C	D	D	B	D	C	D	B	C	B	D	D	D	C	B	B	C	D	C	
37	D	D	C	B	C	A	D	D	D	E	B	D	B	D	B	B	C	D	E	B	C	C	C	C	B	D	C	D	B	C	B	E	D	D	C	B	B	C	D	C	
38	E	D	C	B	C	E	D	D	B	E	B	D	B	D	B	B	C	D	A	A	C	C	A	C	B	D	C	D	B	C	C	E	D	D	C	D	B	C	B	C	
39	A	D	C	B	C	E	D	D	C	E	B	D	B	D	B	B	C	E	A	A	C	C	C	B	B	A	B	D	B	C	C	E	D	D	A	D	B	C	B	E	
40	D	D	C	B	C	B	D	D	A	C	B	D	E	D	E	B	C	E	C	E	B	C	E	C	E	B	D	D	B	C	C	A	E	E	D	A	E	B	C	E	B
41	A	D	C	B	C	B	D	D	B	E	C	D	A	D	E	B	C	B	E	C	D	C	A	B	B	E	A	D	B	C	D	D	C	D	B	D	B	C	E	B	
42	E	D	C	B	C	B	D	C	A	C	D	D	B	D	C	B	C	A	A	C	D	C	E	E	A	B	A	D	D	C	E	A	B	E	D	E	B	C	E	A	
43	E	D	D	B	E	B	D	C	E	E	A	D	A	D	C	B	C	C	D	A	B	B	E	E	D	E	B	D	A	D	A	D	E	E	E	D	B	C	E	B	
44	A	D	E	B	D	B	B	E	E	E	C	D	E	E	A	B	C	E	A	A	E	A	E	E	D	E	E	D	A	E	A	D	E	E	D	E	B	C	B	A	
45	A	D	D	B	D	E	C	E	E	C	E	E	D	E	A	B	D	A	A	D	B	A	E	E	E	C	E	E	D	B	C	D	B	E	A	E	B	C	E	B	
46	E	E	A	A	E	C	B	E	C	A	B	A	E	A	D	B	E	A	A	B	D	E	A	C	B	C	E	E	C	E	E	B	A	C	A	E	D	A	E	D	
47	A	E	B	D	B	A	E	E	E	C	A	E	B	E	A	A	D	E	A	A	B	E	E	A	A	E	A	E	C	A	A	B	A	D	B	A	E	E	D		
48	A	A	D	A	E	A	A	B	C	C	A	A	E	E	C	E	A	E	A	A	B	A	C	E	C	C	B	C	D	A	C	B	C	E	E	D	A	E	A	A	
49	C	E	E	A	A	A	A	E	E	C	A	A	E	E	A	E	D	C	A	E	D	C	A	C	E	B	A	A	A	A	E	C	A	E	A	D	D	E	B		
50	C	E	D	C	E	A	E	E	E	E	D	C	B	E	E	A	A	E	A	A	A	B	E	E	E	E	B	C	E	D	E	E	A	E	A	D	A	A	A	B	
Kunci Jawaban	B	D	C	B	C	D	D	D	D	D	B	D	C	D	B	B	C	D	B	B	C	C	D	D	B	D	C	D	B	C	B	C	D	D	C	C	B	C	D	C	
Jumlah mahasiswa yang menjawab benar	36	45	42	45	42	36	43	41	37	35	40	44	36	43	39	45	44	38	35	37	39	42	36	36	41	38	38	44	41	42	37	35	39	41	38	35	45	45	37	38	

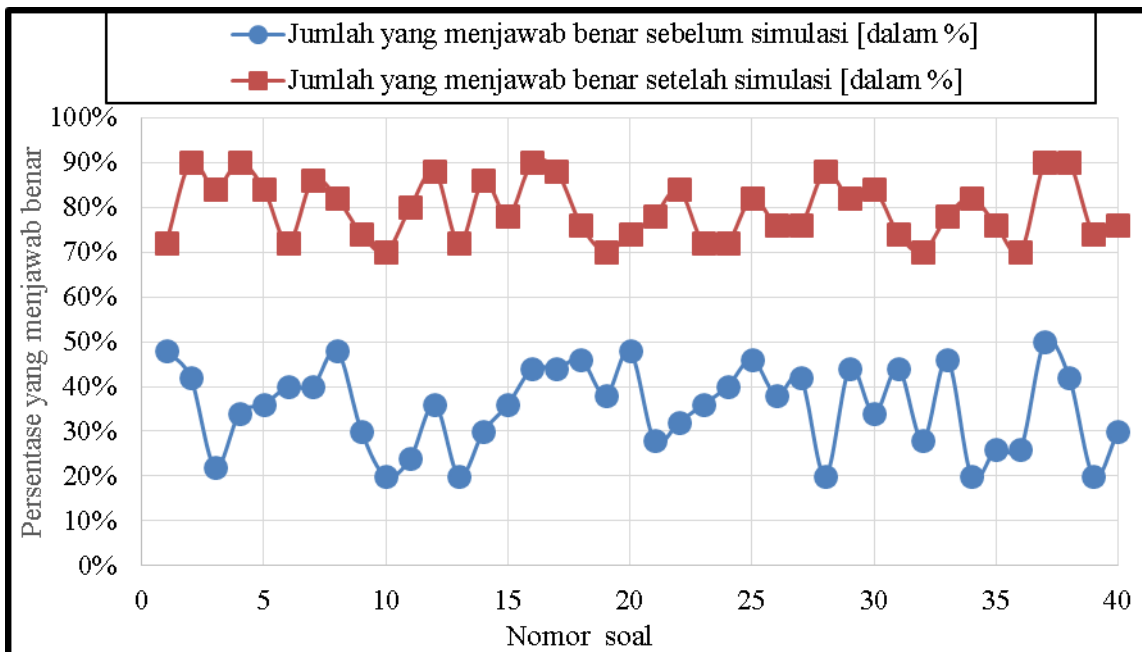
Tabel 3. Perbandingan antara sebelum dan setelah diberikan simulasi.

Soal nomor -	Jumlah yang menjawab benar sebelum simulasi	Jumlah yang menjawab benar setelah simulasi	Jumlah yang menjawab benar sebelum simulasi [dalam %]	Jumlah yang menjawab benar setelah simulasi [dalam %]	Peningkatan [dalam %]
1	24	36	48%	72%	24%
2	21	45	42%	90%	48%
3	11	42	22%	84%	62%
4	17	45	34%	90%	56%
5	18	42	36%	84%	48%
6	20	36	40%	72%	32%
7	20	43	40%	86%	46%
8	24	41	48%	82%	34%
9	15	37	30%	74%	44%
10	10	35	20%	70%	50%
11	12	40	24%	80%	56%
12	18	44	36%	88%	52%
13	10	36	20%	72%	52%
14	15	43	30%	86%	56%
15	18	39	36%	78%	42%
16	22	45	44%	90%	46%
17	22	44	44%	88%	44%
18	23	38	46%	76%	30%
19	19	35	38%	70%	32%
20	24	37	48%	74%	26%
21	14	39	28%	78%	50%
22	16	42	32%	84%	52%
23	18	36	36%	72%	36%
24	20	36	40%	72%	32%
25	23	41	46%	82%	36%
26	19	38	38%	76%	38%
27	21	38	42%	76%	34%
28	10	44	20%	88%	68%
29	22	41	44%	82%	38%
30	17	42	34%	84%	50%
31	22	37	44%	74%	30%
32	14	35	28%	70%	42%
33	23	39	46%	78%	32%
34	10	41	20%	82%	62%
35	13	38	26%	76%	50%
36	13	35	26%	70%	44%
37	25	45	50%	90%	40%
38	21	45	42%	90%	48%

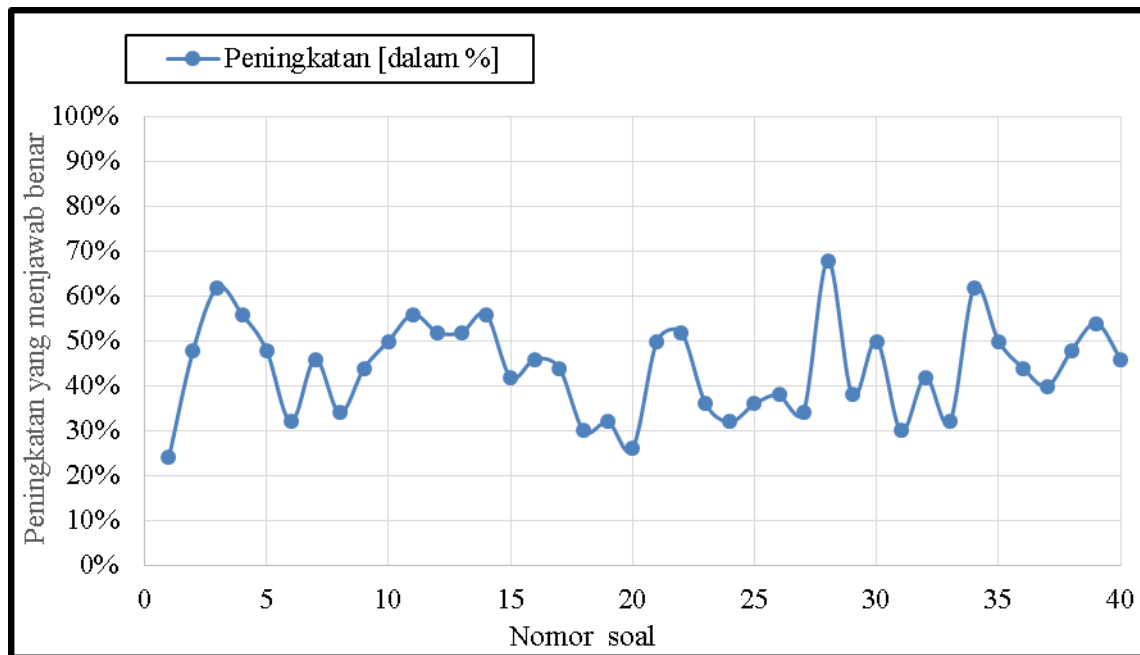
39	10	37	20%	74%	54%
40	15	38	30%	76%	46%



Gambar 1 Grafik jumlah yang menjawab dengan benar sebelum dan setelah diberikan simulasi.



Gambar 2. Grafik persentase yang menjawab dengan benar sebelum dan setelah diberikan simulasi.



Gambar 3. Grafik persentase peningkatan yang menjawab dengan benar sebelum dan setelah diberikan simulasi.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil rekapitulasi jawaban-jawaban mahasiswa untuk soal-soal kalkulus, bisa diambil kesimpulan bahwa setelah diberikan simulasi dan grafik, terlihat peningkatan yang sangat signifikan pada jumlah mahasiswa yang dapat menjawab soal-soal dengan tepat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Muhammadiyah Jakarta yang telah memberikan dukungan moril dan materil dalam penulisan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Arganbright, D. E. (2014). Metric Spaces and Their Geometries via Excel. *Electronic Journal of Mathematics & Technology*, 8(5).
- Chandrankantha, L. (2014). Learning ANOVA concepts using simulation. *Proceedings of the 2014 Zone 1 Conference of the American Society for Engineering Education*, 1–5. IEEE.
- Drayton, B., Falk, J. K., Stroud, R., Hobbs, K., & Hammerman, J. (2010). After installation: Ubiquitous computing and high school science in three experienced, high-technology schools.

Journal of Technology, Learning, and Assessment, 9(3), n3.

- Jaakkola, T., & Nurmi, S. (2008). Fostering elementary school students' understanding of simple electricity by combining simulation and laboratory activities. *Journal of Computer Assisted Learning*, 24(4), 271–283.

- Kadry, S. (2011). Performance Evaluation of Using Excel to Study Calculus. *International Journal of Research and Reviews in Computer Science*, 2(2), 278.

- Kruschke, J. K. (2005). *Excel workbooks that generate sampling distributions from arbitrary populations for any sample statistic: An overview and invitation*.

- Lee, W.-P., & Hwan, C.-L. (2015). A computer simulation in mechanics teaching and learning: A case study in circular motions. *Computer Applications in Engineering Education*, 23(6), 865–871.

- Radulović, B., Stojanović, M., & Županec, V. (2016). The effects of laboratory inquire-based experiments and computer simulations on high school students' performance and cognitive load in physics teaching. *Inst. Pedagog. Istraz.*, 48, 264–283.

- Rochintaniawati, D., Agustin, R. R., & Sanjaya, Y. (2017). Development Of Self Construction Animation Software To Improve The Quality Of Science Instructional In Junior High School. *International Conference on Mathematics and Science Education*. Atlantis Press.
- Rutten, N., Van Joolingen, W. R., & Van der Veen, J. T. (2012). The learning effects of computer simulations in science education. *Computers & Education*, 58(1), 136–153.
- Shellman, S. M., & Turan, K. (2006). Do simulations enhance student learning? An empirical evaluation of an IR simulation. *Journal of Political Science Education*, 2(1), 19–32.
- Tawil, M., & Dahlan, A. (2017). Developing Students' Creativity through Computer Simulation Based Learning in Quantum Physics Learning. *INTERNATIONAL JOURNAL OF ENVIRONMENTAL & SCIENCE EDUCATION*, 12(8), 1830–1845.
- Widder, M., & Gorsky, P. (2013). How students use a software application for visualizing 3D geometric objects to solve problems. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 32(1), 89–120.
- Willis, V. F. (2016). A model for teaching technology: Using Excel in an accounting information systems course. *Journal of Accounting Education*, 36, 87–99.