

Analisis Kemampuan *Reversible Thinking* Matematis Siswa SMA Pada Konsep Kalkulus

Dwi Kurniawati^{1✉}, Sugeng Sutiarto²

^{1,2} Program Studi Magister Pendidikan Matematika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Lampung
Jl. Prof. Dr. Soemantri Brodjonegoro No.1, Bandar Lampung 35141, Indonesia
dwi.kurniawt21@gmail.com

Abstract

Mathematical Reversible Thinking Ability is one of the indicators of problem-solving, namely at the stage of looking back (checking back). There are two indicators of the ability of reversible mathematical thinking, namely forward and reverse. The ability of reversible mathematical thinking is used as an alternative to a problem-solving method. Various mathematical problems sometimes do not only provide one solution path. We can also solve problems on the opposite path. This mindset is interesting to be investigated further. This study aims to analyze the mathematical reversible thinking ability of high school students on the concept of Calculus. The subjects of the study were grade 12 high school students at SMAN 2 Bandar Lampung who were randomly selected. The research method used is the Quantitative Method. The results showed that student achievement on the concept of Derivative-Integral Calculus material was categorized as good because there were 55% of the students scored more than equal to 80. As many as 25% of the students already had reversible thinking skills. So, it is suggested to teachers and researchers to develop various approaches, methods, models, and interactive teaching materials that can improve students' mathematical reversible thinking skills. Increasing the ability to think again is needed so that students can solve problems flexibly, so they don't stick to one solution path.

Keywords: Problem Solving, Mathematical Reversible Thinking Ability, Calculus Concepts.

Abstrak

Kemampuan *reversible thinking* matematis ada dalam salah satu indikator kemampuan pemecahan masalah, yaitu pada tahap *looking back* (memeriksa kembali). Tahapan pada kemampuan *reversible thinking* matematis itu sendiri ada dua yaitu maju dan terbalik. Kemampuan *reversible thinking matematis* dipakai sebagai alternatif lain dari suatu metode penyelesaian masalah. Permasalahan matematis yang beragam terkadang tidak hanya memberikan satu jalur penyelesaian, kita dapat memecahkan permasalahan pada jalur yang berkebalikan. Pola pikir seperti ini menarik untuk diteliti lebih dalam. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kemampuan *reversible thinking* matematis siswa SMA pada konsep Kalkulus. Subyek penelitian adalah siswa SMA kelas 12 SMAN 2 Bandar Lampung yang dipilih secara acak. Metode penelitian yang digunakan adalah Metode Kuantitatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa capaian siswa pada konsep Kalkulus materi Turunan-Integral terkategori baik, karena terdapat 55% dari jumlah siswa yang memperoleh nilai lebih dari sama dengan 80. Sebanyak 25% siswa diantaranya sudah memiliki kemampuan *reversible thinking*. Sehingga disarankan kepada guru dan peneliti untuk mengembangkan berbagai pendekatan, metode, model serta bahan ajar interaktif yang dapat meningkatkan kemampuan *reversible thinking* matematis siswa. Peningkatan kemampuan reversible thinking diperlukan agar siswa dapat menyelesaikan permasalahan matematis secara luwes, sehingga tidak berpaku pada satu jalur penyelesaian.

Kata kunci: Kemampuan Pemecahan Masalah, Kemampuan *Reversible Thinking Matematis*, Konsep Kalkulus

Copyright (c) 2022 Dwi Kurniawati, Sugeng Sutiarto

✉ Corresponding author: Dwi Kurniawati

Email Address: dwi.kurniawt21@gmail.com (Jl. Prof. Dr. Soemantri Brodjonegoro No.1, Bandar Lampung)

Received 04 June 2022, Accepted 15 September 2022, Published 17 September 2022

DoI: <https://doi.org/10.31004/cendekia.v6i3.1464>

PENDAHULUAN

Matematika selalu terhubung dengan segala aktivitas manusia sehari-hari. Mempelajari merupakan salah satu bentuk usaha meningkatkan potensi diri. Mempelajari matematika memberikan beberapa manfaat yaitu membuat manusia dapat berpikir dengan logis dan sistematis, kritis, kreatif

(Salmina & Nisa, 2018) serta membentuk pola pikir menyelesaikan suatu permasalahan dengan baik (Hartati et al., 2017). Lebih jauh, matematika memiliki kedudukan yang penting dalam ilmu pengetahuan yaitu sebagai ilmu dasar untuk mengembangkan sains, teknologi, bisnis ataupun disiplin ilmu lainnya (N. F. Siregar & Nasution, 2019). Masalah yang ditemui dalam kehidupan sehari-hari sangat beragam, mulai dari masalah yang sederhana sampai masalah yang sangat rumit. Masalah yang kita hadapi terkadang tidak selesai hanya dengan satu cara. Kadang memerlukan banyak cara atau jalur penyelesaian berbeda.

Salah satu kemampuan berpikir matematis yang dapat terbentuk dalam mempelajari matematika adalah kemampuan pemecahan masalah. Diadopsi dari (Pólya, 1971), berikut indikator dalam kemampuan pemecahan masalah, yaitu (1) memahami masalah, dapat diukur jika siswa dapat merumuskan permasalahan (2) merencanakan penyelesaian masalah dengan menyiapkan strategi yang digunakan untuk menyelesaikan masalah, (3) menerapkan strategi penyelesaian masalah dan (4) *looking back* (memeriksa kembali) yaitu menguji kebenaran jawaban. Pada indikator keempat, dalam menguji kebenaran jawaban diperlukan suatu kemampuan *reversible thinking* atau kemampuan berpikir secara berkebalikan.

Pada Saparwadi et al., (2017) reversibilitas adalah kemampuan seseorang dalam mengembalikan arah pemikirannya kembali ke titik awal. Sesuai dengan indikator kemampuan *reversible thinking* matematis yang terdiri atas indikator maju dan terbalik (Maf'ulah et al., 2019). Karena kita akan menguji apakah hasil penyelesaian yang diperoleh adalah jawaban yang tepat untuk permasalahan tersebut. Selain itu, kemampuan *reversible thinking* juga diperlukan ketika mempelajari konsep matematika yang memiliki sifat *reversible* itu sendiri. Matematika memiliki beberapa cabang disiplin ilmu seperti aritmatika, geometri, aljabar, trigonometri, statistik dan kalkulus (mencakup deret, limit, turunan, differensial dan integral) yang beberapa memiliki bersifat *reversible* saling berkebalikan. Kemampuan *reversible thinking* penting, karena terdapat aktivitas mental yang membuat individu berpikir logis dalam dua cara yang dapat dibalik, membuat hubungan dua arah antara konsep, prinsip, dan prosedur untuk memperkuat skema (Flanders, 2014).

Ada beberapa penelitian terkait kemampuan *reversible thinking*, diantaranya penelitian oleh (Sutiarso, 2020) pada mahasiswa pendidikan matematika, FKIP Universitas Lampung pada konsep. Selain itu penelitian oleh (Maf'ulah & Juniati, 2020) dalam jurnalnya yang berjudul "*The Effect of Learning with Reversible Problem-Solving Approach on Prospective-Math-Teacher Students' Reversible Thinking*" pada calon guru matematika, (Maf'ulah et al., 2017) yang berjudul *The Aspect of Reversible Thinking in Solving Algebraic Problems by an Elementary Student Winning National Olympiad Medals in Science*, (Maf'ulah et al., 2019) yang berjudul *Identifying the Reversible Thinking Skill of Student in Solving Function Problems* dan penelitian lain oleh (Balingga et al., 2016), dipaparkan dalam jurnal yang berjudul "Analisis Kemampuan Reversibilitas Siswa MTS Kelas VII dalam menyusun Persamaan Linear" pada siswa kelas VII. Hasil dari penelitian tersebut kemampuan *reversible thinking* siswa masih rendah.

Dari beberapa penelitian yang ada, kebanyakan subyek penelitian adalah siswa SMP dan mahasiswa. Padahal pada jenjang SMA terdapat beberapa konsep yang memuat prinsip keterbalikan, yaitu pada konsep logika matematika (negasi), invers, hingga Turunan-Integral. Berdasarkan wawancara dengan guru SMA N 2 Bandar Lampung, hasil belajar dan kemampuan matematis siswa pada konsep-konsep tersebut tergolong rendah dibanding konsep lainnya. Pada suatu kelas heterogen dimana siswa yang memiliki kemampuan tinggi, sedang dan rendah berada pada satu kelas, kurang dari 50% siswa kesulitan menyelesaikan soal Turunan-Integral. Dengan demikian perlu diteliti dan dianalisis seperti apa kemampuan *reversible thinking* siswa dalam menyelesaikan konsep Kalkulus materi Turunan-Integral tersebut. Sehingga pada penelitian ini dilakukan untuk menganalisis kemampuan *reversible thinking* siswa SMA pada konsep Kalkulus.

METODE

Metode penelitian yang dilakukan adalah penelitian kuantitatif, yaitu untuk mengetahui nilai variabel mandiri (*independent*) baik satu variabel atau lebih tanpa membuat perbandingan atau penghubungan dengan variabel lain (S. Siregar, 2013). Pada penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan mendeskripsikan kemampuan *reversible thinking* siswa SMA pada konsep Kalkulus. Pemilihan materi mempertimbangkan ke-*reversible* an materi. Konsep Kalkulus mencakup beberapa materi seperti deret, limit, turunan, differensial dan integral. Dari beberapa materi tersebut ada beberapa materi yang dapat diekspresikan secara *reversible* (bolak-balik) yaitu Turunan dan Integral. Subyek penelitian adalah siswa SMA kelas 12 SMAN 2 Bandar Lampung sebanyak 20 orang yang sudah mempelajari konsep Kalkulus materi Turunan-Integral. Subyek tersebut dipilih secara acak dari berbagai tingkatan kemampuan.

Terdapat empat tahapan dalam penelitian yaitu persiapan, pelaksanaan, analisis hasil, dan mendeskripsikan/ melaporkan hasil. (1) persiapan, yaitu dengan melakukan pemilihan materi yang memenuhi kriteria *reversible*, membuat instrumen tes dan melakukan perbaikan instrumen tes jika diperlukan, (2) pelaksanaan, yaitu melaksanakan tes untuk mengukur kemampuan *reversible thinking*, (3) analisis hasil, yaitu dengan memeriksa hasil tes, mengklasifikasikan hasil tes berdasarkan kriteria penilaian dan menyimpulkan hasil tes, dan tahap terakhir (4) mendeskripsikan hasil.

Karena, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kemampuan *reversible* siswa SMA pada materi Kalkulus. Dalam hal ini, dipilih materi dari konsep Kalkulus yang memenuhi kriteria *reversible* yaitu materi turunan dan integral. Instrumen yang digunakan adalah instrumen tes soal uraian. Selanjutnya membuat kisi-kisi dan indikator tes kemampuan *reversible thinking*. Indikator dan aspek kemampuan *reversible thinking* menurut (Maf'ulah et al., 2017) yaitu pada Tabel 1. berikut.

Tabel 1. Indikator dan Aspek Kemampuan *Reversible Thinking*

Indikator <i>Reversible Thinking</i> Matematis	Aspek <i>Reversible Thinking</i>	Proses
Maju (sebuah proses dimana subyek membuat persamaan	Negation (Negasi)	Ketika subyek menggunakan pembalikan terhadap operasi

dan menyelesaikan soal hingga diperoleh hasil yang benar) Terbalik (sebuah proses dimana subyek membalik persamaan dan menyelesaikan soal dengan prosedur yang benar hingga diperoleh yang benar)		terkait dengan caranya membalikkan persamaan
	Reciprocity	Ketika subyek menggunakan kompensasi atau hubungan lain yang setara dengan persamaan tertentu dalam pembuat persamaan
	Kemampuan untuk kembali ke data awal setelah mendapatkan hasil	Ketika subyek dapat mengembalikan persamaan yang dibuat ke persamaan awal dengan menggunakan prosedur yang benar

Dari indikator di atas, kemampuan *reversible thinking* siswa berada pada indikator Terbalik, yaitu dimana subyek membalik persamaan dan menyelesaikan soal dengan prosedur yang benar hingga diperoleh yang benar. Sehingga diadopsi dari (Sutiarso, 2020), indikator soal tes yang harus dipenuhi adalah (1) menjelaskan hubungan turunan dan integral (anti turunan) pada fungsi aljabar sebagai konsep yang *reversible*, (2) menyelesaikan soal turunan dan integral dengan prosedur benar dan (3) konsisten (prosedur dipakai menyelesaikan soal turunan dan integral sama).

Setelah melakukan validasi oleh ahli materi, soal nomor 2 diperbaiki menjadi lebih kontekstual dengan fenomena yang terjadi. Selanjutnya diuji validitas dan reliabilitasnya dengan menggunakan SPSS. Soal tes yang sudah baik selanjutnya diberikan kepada siswa untuk diselesaikan. Selanjutnya, hasil tes dikoreksi dan diberi skor berdasarkan pedoman penskoran yang dibuat. Diadopsi dari (Sutiarso, 2020) pola klasifikasi respon jawaban siswa yang terbentuk yaitu (1) menjawab benar dan konsisten, (2) menjawab konsisten namun tidak benar, (3) menjawab benar tapi tidak konsisten, dan pola tambahan (4) tidak menjawab. Pedoman Penskoran dapat dilihat pada Tabel 2. sebagai berikut.

Tabel 2. Pedoman Penskoran

Nomor soal	Indikator Reversible Thinking	Aspek Reversible Thinking	Respon Siswa	Skor
1	Maju dan Terbalik	<ul style="list-style-type: none"> Negation Kemampuan untuk kembali ke data awal setelah mendapatkan hasil 	Menjawab benar dan konsisten	4
			Menjawab benar tapi tidak konsisten	2
			Tidak menjawab	0
2	Maju dan Terbalik	<ul style="list-style-type: none"> Negation Reciprocity 	Menjawab benar dan konsisten	4
			Menjawab konsisten namun perhitungan hasil akhir salah	3
			Tidak menjawab	0
3		<ul style="list-style-type: none"> Negation Reciprocity Kemampuan untuk kembali ke data awal 	Menjawab benar dan konsisten	4
			Menjawab konsisten namun perhitungan hasil akhir salah	3

Nomor soal	Indikator Reversible Thinking	Aspek Reversible Thinking	Respon Siswa	Skor
		setelah mendapatkan hasil	Menjawab benar tapi tidak konsisten	2
			Tidak menjawab	0
Skor Maksimal				12

Selanjutnya skor siswa data dihitung dan dianalisis berdasarkan respon siswa yang diperoleh. Proses analisis dilakukan berdasarkan data hasil tes yang diperoleh melalui lembar jawaban siswa dalam menyelesaikan soal tes yang *reversible*. Data hasil tes tersebut dianalisis dengan pengujian normalitasnya dengan uji SPSS dan hasil analisis disimpulkan dalam bentuk narasi dan tabel agar mudah dicermati.

HASIL DAN DISKUSI

Hasil Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kemampuan *reversible thinking* matematis siswa SMA pada konsep Kalkulus. Instrumen tes yang digunakan adalah tes uraian konsep Kalkulus materi Turunan-Integral. Konsep tersebut sesuai dengan indikator kemampuan *reversible thinking* matematis karena memuat aspek keterbalikan. Hasil pengujian validitas dan reliabilitas instrumen tes dengan menggunakan aplikasi SPSS yang dijabarkan pada Tabel 3. sebagai berikut (S. Siregar, 2013).

Tabel 3. Hasil Uji Validitas Instrumen Tes

Correlations					
		soal1	soal2	soal3	totalskor
soal1	Pearson Correlation	1	,896**	,886**	,939**
	Sig. (2-tailed)		,000	,000	,000
	N	19	19	19	19
soal2	Pearson Correlation	,896**	1	,939**	,980**
	Sig. (2-tailed)	,000		,000	,000
	N	19	19	19	19
soal3	Pearson Correlation	,886**	,939**	1	,981**
	Sig. (2-tailed)	,000	,000		,000
	N	19	19	19	19
totalskor	Pearson Correlation	,939**	,980**	,981**	1
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	
	N	19	19	19	19

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Berdasarkan data di atas, diperoleh bahwa ketiga butir soal termasuk dalam kategori **valid** karena nilai Sig (2 tailed) < 0,05 dan Pearson Correlation bernilai positif. Berikut adalah tabel pengujian reliabilitas dengan menggunakan aplikasi SPSS.

Tabel 4. Hasil Uji Reliabilitas Instrumen Tes

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
,929	3

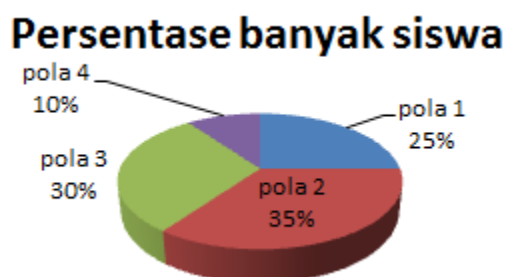
Soal tes kemampuan reversible thinking yang dibuat terkategori **reliabel** atau konsisten, terlihat dari hasil Cronbach's Alpha > 0,60.

Selanjutnya instrumen tes yang sudah valid dan reliabel diujikan kepada siswa. Data hasil tes dikumpulkan dan dikoreksi sesuai indikator kemampuan *reversible thinking*. Selanjutnya akan ditemui beberapa pola jawaban siswa yang dapat diklasifikasikan untuk mempermudah pengambilan kesimpulan. Pola jawaban yang terbentuk adalah yaitu (1) menjawab benar dan konsisten, (2) menjawab konsisten namun tidak benar, (3) menjawab benar tapi tidak konsisten, dan pola tambahan (4) tidak menjawab. Pola jawaban siswa yang diperoleh berdasarkan analisis jawaban siswa disajikan dalam bentuk tabel dan dapat dilihat pada Tabel 5. berikut.

Tabel 5. Pola Jawaban Siswa

Pola Jawaban	Subyek	Banyak subyek
1	A, B, C, D, E	5
2	F, G, H, I, J, K, L	7
3	M, N, O, P, Q, R	6
4	S, T	2
Total Subyek		20

Dari hasil klasifikasi jawaban siswa, persentase banyak siswa berdasarkan pola jawaban yang terbentuk disajikan pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Persentase Banyak Siswa Yang Menjawab Soal Sesuai Pola

Siswa dikatakan memiliki kemampuan *reversible thinking* matematis apabila hasil analisis siswa menunjukkan pola jawaban 1 yaitu menjawab soal dengan benar dan konsisten ketika menyelesaikan soal pada alur maju dan terbalik. Sehingga diperoleh hasil analisis kemampuan *reversible thinking* siswa SMA pada konsep Kalkulus menunjukkan bahwa 25% siswa yang memiliki kemampuan *reversible thinking*. Persentase tersebut memiliki andil terhadap capaian konsep Kalkulus turunan-integral yang diberikan. Hal ini terlihat dari 55% dari banyak siswa mendapat nilai lebih dari sama dengan 80. Data nilai tes siswa dapat dilihat pada Tabel 6. berikut.

Tabel 6. Data Nilai Tes Siswa

		datates			
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	40	1	5,6	5,6	5,6
	45	1	5,6	5,6	11,1
	55	2	11,1	11,1	22,2
	65	2	11,1	11,1	33,3
	70	2	11,1	11,1	44,4
	80	2	11,1	11,1	55,6
	85	2	11,1	11,1	66,7
	90	1	5,6	5,6	72,2
	95	1	5,6	5,6	77,8
	100	4	22,2	22,2	100,0
	Total	18	100,0	100,0	

Pada Tabel 1.6 di atas, sebanyak dua orang siswa mendapat nilai 80, dua orang siswa mendapat nilai 85, satu orang mendapat nilai 90, satu orang siswa mendapat nilai 95 dan empat orang mendapat nilai 100. Sehingga 10 dari total 18 siswa mendapat nilai yang sangat baik.

Diskusi

Berdasarkan hasil tes kemampuan *reversible thinking* terhadap 20 siswa SMA dengan memberikan soal uraian konsep Kalkulus, data hasil tes dikumpulkan dan dikoreksi sesuai indikator kemampuan *reversible thinking*. Selanjutnya akan ditemui beberapa pola jawaban siswa yang dapat diklasifikasikan untuk mempermudah pengambilan kesimpulan. Dari hasil analisis, diperoleh bahwa terdapat 25% siswa memiliki kemampuan *reversible thinking*. Siswa yang termasuk dalam kategori memiliki kemampuan *reversible thinking* adalah siswa yang dapat dengan menyelesaikan soal tes dengan prosedur benar dan konsisten. Sehingga apabila terdapat siswa yang mampu mengerjakan dengan benar namun prosedurnya tidak konsisten maka belum bisa dikatakan memiliki kemampuan *reversible thinking*. Selain itu capaian siswa pada konsep Kalkulus materi Turunan-Integral terkategori baik karena terdapat 55% dari jumlah siswa mendapat nilai lebih dari sama dengan 80 (Hasil nilai tes dapat dilihat pada Tabel 1.6). Soal tes kemampuan *reversible thinking* siswa pada konsep Kalkulus materi Turunan-Integral dapat dilihat pada Tabel 7 berikut.

Tabel 7. Soal Tes Kemampuan *Reversible Thinking*

Nomor soal	Soal
1	Mengapa integral disebut sebagai anti turunan? Jelaskan hubungan antara turunan dan integral dengan bahasamu sendiri!”
2	“Pada Desember 2019, dunia digemparkan dengan penyebaran virus covid-19 yang sangat cepat dan menyebabkan banyak korban jiwa. Jika pertumbuhan virus di formulasikan dengan persamaan $F(t) = (1000 + 30t^2 - t^3)$ juta, t menyatakan waktu pertumbuhan dalam bulan, dengan $0 \leq t \leq 24$. Maka banyaknya virus saat penyebaran virus mencapai puncaknya adalah...”
3	Berdasarkan soal no 2, jika puncak penyebaran virus dirumuskan sebagai persamaan $30t - 2t^2 = 0$ dengan virus sebanyak 6.000.000.000. Maka formulasi pertumbuhan virus yang benar adalah...”

Berikut pembahasan pola jawaban siswa berdasarkan soal tes kemampuan *reversible thinking* yang diberikan: Pada soal nomor 1, siswa diharuskan menjelaskan hubungan turunan dan integral dengan benar dan konsisten menggunakan definisi atau rumus. Semua siswa dapat menjawab

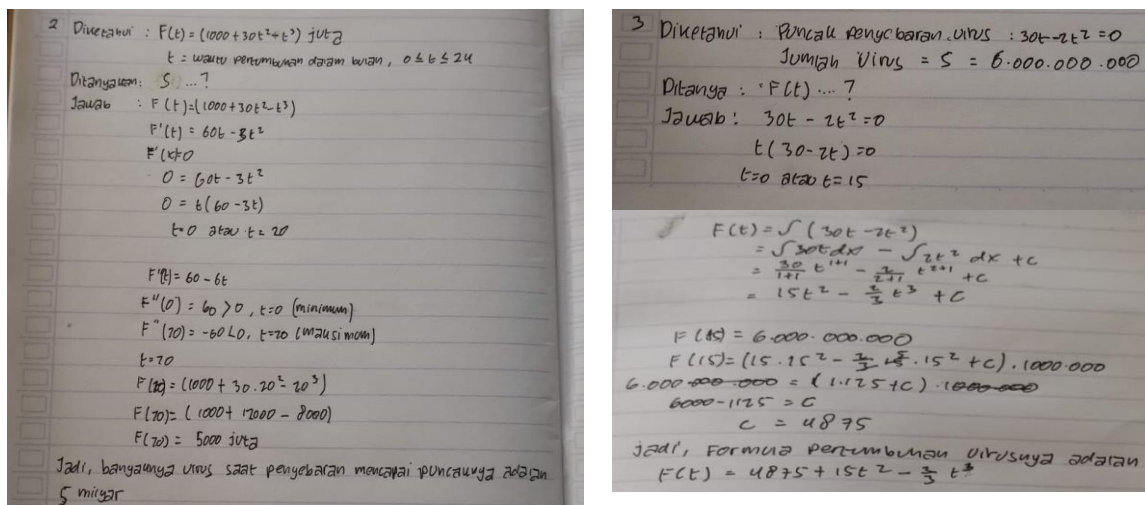
- a. Pada soal nomor 1, semua siswa dapat menjelaskan hubungan antara turunan dan integral, dimana integral disebut dengan anti turunan.
- b. Pada soal nomor 2 dan nomor 3 berkaitan secara *reversible*, sehingga kemampuan *reversible thinking* siswa terindikasi ketika dapat menyelesaikan soal nomor 2 dan 3 secara benar dan konsisten.

Data hasil tes siswa tersebut diklasifikasikan berdasarkan beberapa pola jawaban yang terbentuk. Diadopsi dari (Sutiarto, 2020), pola klasifikasi jawaban siswa yang terbentuk setelah menyelesaikan soal tes kemampuan *reversible thinking* tersebut yaitu (1) menjawab benar dan konsisten, (2) menjawab konsisten namun tidak benar, (3) menjawab salah, dan pola tambahan (4) tidak menjawab benar ataupun tidak konsisten dalam menyelesaikan soal tes. Pola jawaban siswa yang diperoleh berdasarkan analisis jawaban siswa disajikan dalam bentuk tabel dan dapat dilihat pada Tabel 8. berikut.

Tabel 8. Pola jawaban siswa

Pola 1	Subyek	Nomor soal		
		1	2	3
1	A, B, C, D, E	✓	✓	✓
2	F, G, H, I, J, K, L	✓	✗	✓
3	M, N, O, P, Q, R	✓	✓	✗
4	S, T	✓	✗	✗

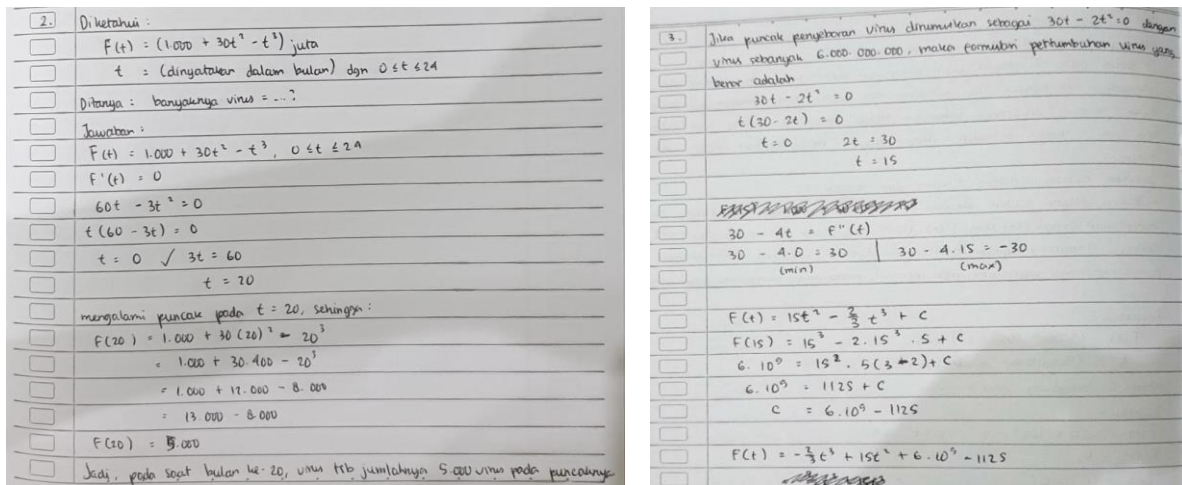
Pola jawaban 1 disajikan pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2. Jawaban siswa yang benar dan konsisten

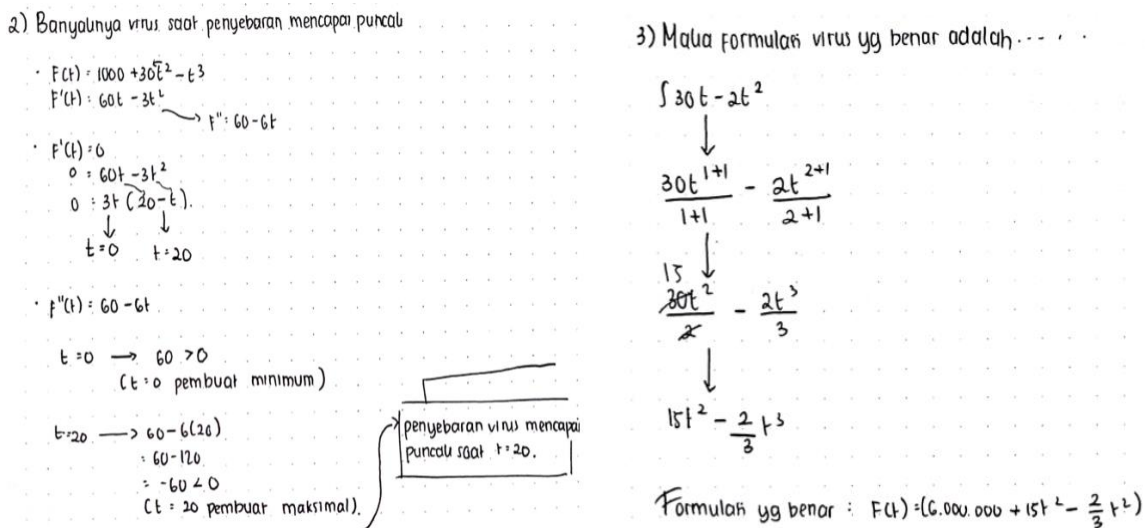
Pada pola jawaban 1 (benar dan konsisten), untuk soal no 1 semua siswa dapat menjawab benar dan konsisten. Namun pada soal nomor 2 dan 3, hanya 5 dari 20 siswa yang mengikuti tes yang menjawab benar dan konsisten seperti gambar 3 di atas. Dari jawaban tersebut siswa mendapatkan

hubungan keterbalikan dari soal 2 dan 3. Siswa membalik penyelesaiannya dengan menemukan waktu maksimumnya terlebih dahulu. Namun, ada kondisi lain seperti pola jawaban 2 (konsisten namun tidak benar) dimana siswa menjawab secara konsisten namun hasil akhir salah seperti pada Gambar 3 berikut.



Gambar 3. Jawaban siswa yang konsisten namun tidak benar

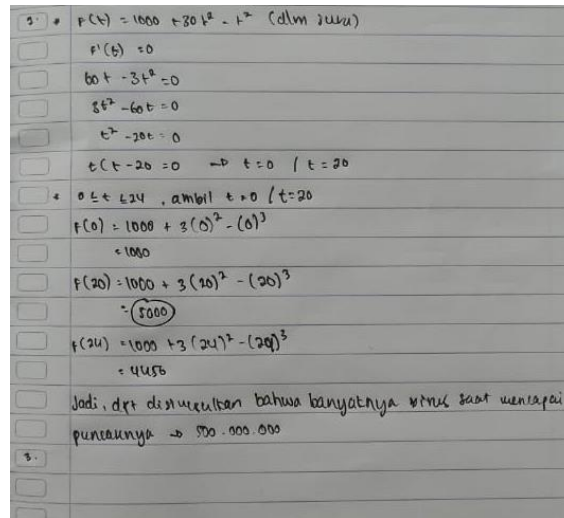
Pada nomor 3 tersebut siswa sudah menyelesaikan rangkaian soal secara konsisten, namun hasil akhir yang diperoleh salah. Hal ini disebabkan ketidaktelitian siswa dalam mengamati soal bahwa formula tersebut dalam satuan juta. Selain itu pola jawaban 3 (menjawab salah dan tidak konsisten) disajikan pada Gambar 4 sebagai berikut.



Gambar 4. Jawaban siswa yang salah dan tidak konsisten

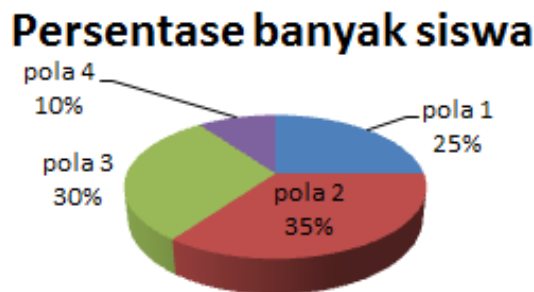
Pada lembar jawaban siswa tersebut hanya sampai saat mendapatkan waktu maksimum penyebaran virus, tidak dilanjutkan sampai jumlah virus yang terjadi saat $t = 20$. Selain itu, pada soal nomor 3, langkah yang digunakan sudah benar dengan integral namun lagi-lagi siswa tidak konsisten dengan menentukan waktu maksimumnya terlebih dahulu. Pola jawaban terakhir, siswa yang hanya menjawab soal nomor 2 tidak menjawab soal nomor 3 sehingga dapat dikatakan tidak memiliki

kemampuan *reversible thinking* seperti pada Gambar 5 berikut yang selanjutnya di klasifikasikan pada pola jawaban 4.



Gambar 5. Jawaban siswa yang hanya menyelesaikan soal nomor 2 saja

Dari hasil klasifikasi jawaban siswa, persentase banyak siswa berdasarkan pola jawaban yang terbentuk disajikan pada Gambar 6 berikut.



Gambar 6. Persentase banyak siswa yang menjawab soal sesuai pola jawaban

Meskipun hasil analisis kemampuan *reversible thinking* matematis siswa hanya 25%, namun berdasarkan analisis capaian hasil belajar konsep Kalkulus materi Turunan-Integral sebanyak 55% dari total siswa yang mengikuti tes mendapatkan nilai lebih dari sama dengan 80. Daftar nilai siswa dapat dilihat pada Tabel 1.6 dan dengan pengujian statistik data sebagai berikut.

Pengujian secara statistik data hasil tes siswa dapat dilihat pada Tabel 9 berikut.

Tabel 1.9 Uji Statistik Data Nilai Hasil Tes

Statistics		
totalskor		
N	Valid	20
	Missing	0
Mean		69,75
Std. Error of Mean		6,309
Std. Deviation		28,213
Variance		795,987

Skewness	-1,012
Std. Error of Skewness	,512
Kurtosis	,523
Std. Error of Kurtosis	,992
Range	95
Minimum	5
Maximum	100

Dari hasil di atas, diketahui bahwa rata-rata nilai kelas adalah 69,75 dengan simpangan baku 28,213 dan varians 795,987. Pengujian normalitas data juga dilakukan dengan menggunakan uji Shapiro Wilk karena sampel data kurang dari 50. Dasar keputusan pengujian yang dipakai menurut (Santoso, 2014) data dikatakan berdistribusi normal dalam uji Shapiro Wilk apabila nilai Sig. lebih besar dari 0,05. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 10 berikut.

Tabel 10. Pengujian Normalitas Data dengan Shapiro Wilk

Tests of Normality							
	Kelompok	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Hasilbelajar	Kelompok A	,241	10	,104	,833	10	,036
	Kelompok B	,217	10	,200*	,839	10	,043
*. This is a lower bound of the true significance.							
a. Lilliefors Significance Correction							

Berdasarkan hasil pengujian, diperoleh nilai Sig. untuk kelompok A (kelompok atas) sebesar 0,036 dan nilai Sig. untuk kelompok B (kelompok bawah) sebesar 0,043. Karena nilai Sig. kedua kelompok tersebut $< 0,05$, maka sebagaimana dasar pengambilan keputusan menurut (Singgih, 2014: 191), maka disimpulkan data hasil belajar siswa untuk kelompok A dan kelompok B adalah tidak berdistribusi normal.

Selanjutnya dilakukan pengecekan data, ternyata terdapat *Outliers* yaitu data yang memiliki skor ekstrem. Pada data yang dimiliki dua orang hanya menjawab soal nomor 1 saja dan tidak menjawab soal nomor 2 dan 3 sehingga keduanya mendapat skor ekstrem. Menurut (Ghozali, 2018) data *outliers* ini sebaiknya dibuang. Oleh karena itu dilakukan pengujian ulang pada normalitasnya pada 18 subyek dan diperoleh hasil pada Tabel 11 sebagai berikut.

Tabel 1.11 Pengujian Kedua Normalitas Data dengan Shapiro Wilk

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
KELOMPOKA	,263	9	,074	,836	9	,052
KELOMPOKB	,191	9	,200*	,957	9	,769
*. This is a lower bound of the true significance.						
a. Lilliefors Significance Correction						

Berdasarkan hasil pengujian, diperoleh nilai Sig. untuk kelompok A (kelompok atas) sebesar 0,052 dan nilai Sig. untuk kelompok B (kelompok bawah) sebesar 0,769. Karena nilai Sig. kedua kelompok tersebut > 0,05, maka sebagaimana dasar pengambilan keputusan menurut (Singgih, 2014: 191), maka disimpulkan data hasil belajar siswa untuk kelompok A dan kelompok B adalah berdistribusi normal. Dilakukan pengujian statistik ulang terhadap data hasil tes. Berikut pengujian statistik data tes dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Uji Statistik Kedua Data Nilai Hasil Tes

Statistics		
datates		
N	Valid	18
	Missing	0
Mean		76,67
Std. Error of Mean		4,609
Median		80,00
Std. Deviation		19,554
Variance		382,353
Skewness		-,395
Std. Error of Skewness		,536
Kurtosis		-,955
Std. Error of Kurtosis		1,038
Range		60
Minimum		40
Maximum		100

Dari hasil di atas, diketahui bahwa rata-rata nilai kelas adalah 76,67 dengan simpangan baku 19,554 dan varians 382,353. Besarnya nilai simpangan baku dan varians menandakan bahwa nilai yang diperoleh siswa beragam. Data hasil tes kemampuan *Reversible Thinking* siswa dapat dilihat pada Tabel 13 berikut.

Tabel 1.13 Data Hasil Tes Kemampuan *Reversible Thinking* Siswa

datates						
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent	
Valid	40	1	5,6	5,6	5,6	
	45	1	5,6	5,6	11,1	
	55	2	11,1	11,1	22,2	
	65	2	11,1	11,1	33,3	
	70	2	11,1	11,1	44,4	
	80	2	11,1	11,1	55,6	
	85	2	11,1	11,1	66,7	
	90	1	5,6	5,6	72,2	
	95	1	5,6	5,6	77,8	
	100	4	22,2	22,2	100,0	
	Total		18	100,0	100,0	

Dari hasil analisis diketahui bahwa sebanyak 55% persen dari total siswa yang memenuhi capaian pada konsep Kalkulus materi Turunan-Integral. 25% diantaranya memiliki kemampuan *reversible thinking*. Hal tersebut terjadi karena masih banyak siswa yang tidak teliti dan memahami soal dengan benar. Terlihat pada banyaknya siswa yang menjawab seperti pola jawaban 2 yaitu konsisten tapi tidak benar. Siswa tidak dapat menangkap informasi pada soal dengan benar sehingga melakukan perhitungan yang salah. Banyak siswa yang menjawab konsisten namun tidak benar yaitu 7 orang siswa atau 35% dari total siswa. Terdapat 6 orang yang menjawab salah dan tidak konsisten. Kesalahan siswa tersebut adalah karena tidak memahami soal dengan baik dan tidak konsisten dalam menyelesaikan soal. Pada pola jawaban 4 ada 2 orang siswa yang tidak menjawab soal karena tidak mengerti cara menyelesaikannya.

Kepada guru atau peneliti lain yang akan menerapkan atau mengukur kemampuan *reversible thinking*, disarankan mengembangkan berbagai pendekatan, strategi, metode untuk memaksimalkan proses pembelajaran. Kurangnya ketelitian siswa ini disebabkan karena kurangnya minat baca siswa yang menyebabkan siswa salah menginterpretasikan informasi pada soal dengan benar (Lutvaidah & Hidayat, 2019) jika siswa terbiasa menganalisis soal pemecahan masalah, maka kecil kemungkinan ia akan melewatkan informasi penting lainnya dalam soal yang akan diselesaikan. Hal ini sejalan dengan penelitian oleh (Maf'ulah & Juniati, 2020) bahwa pembelajaran dengan pendekatan pemecahan masalah reversibel pasti berdampak pada kemampuan berpikir reversibel karena efeknya signifikan dan positif.

Selain mengembangkan pendekatan, strategi dan metode, maka perlu juga pengembangan bahan ajar berbentuk LKPD atau media interaktif lainnya untuk meningkatkan minat membaca siswa. Sehingga, pembelajaran akan lebih menarik dan siswa memiliki panduan khusus dalam mempelajari sesuatu. Seperti yang dikemukakan (Sugiarto & Hidayah, 2019) bahwa ada beberapa jenis LKPD yang dikembangkan dan digunakan untuk kebutuhan pembelajaran yaitu untuk membantu siswa menerapkan dan mengintegrasikan konsep yang ditemukan, sebagai penuntun siswa dalam pembelajaran, serta sebagai petunjuk kegiatan/ media pembelajaran. Apalagi jika LKPD diberi gambar/ grafik maka akan menambah daya tarik siswa (Arsyad, 2011). Selain itu, bukan hanya bahan ajar LKPD yang dapat dikembangkan dan digunakan, bahan ajar lainnya pun dapat digunakan untuk kepentingan perbaikan kegiatan pembelajaran asalkan terintegrasi dengan baik sesuai dengan kebutuhan pembelajaran.

KESIMPULAN

Kemampuan *reversible thinking* matematis atau kemampuan berpikir secara berkebalikan perlu dikembangkan dalam pembelajaran matematika. Karena pada matematika, bukan hanya operasi matematika seperti penjumlahan – pengurangan atau perkalian – pembagian yang saling *reversible* namun materi yang ada pada konsep matematika pun banyak yang berkebalikan atau biasanya disebut invers. Pada penelitian ini yang berfokus pada konsep Kalkulus, dimana materi turunan dan integral saling *reversible*.

Hasil analisis kemampuan *reversible thinking* siswa SMA pada konsep Kalkulus menunjukkan bahwa capaian siswa pada konsep Kalkulus materi Turunan-Integral terkategori baik, karena terdapat lebih dari 55% dari jumlah siswa yang memperoleh nilai lebih dari sama dengan 80. Sebanyak 25% siswa diantaranya sudah memiliki kemampuan *reversible thinking*. Untuk meningkatkan kemampuan tersebut, disarankan kepada guru dan peneliti lainnya untuk mengembangkan pendekatan, metode atau model pembelajaran yang banyak melakukan aktivitas penyelesaian masalah secara *reversible*. Selain itu, pengembangan bahan ajar interaktif seperti modul atau LKPD juga diperlukan untuk meningkatkan minat baca siswa sehingga dalam memahami soal tidak mengalami kekeliruan dan lebih teliti.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada bapak Dr. Sugeng Sutiarto, M.Pd selaku dosen pembimbing akademik yang sudah memberikan saran-saran perbaikan dalam penelitian ini. Serta pada guru dan siswa kelas 12 SMA N 2 Bandar Lampung yang berkenan berpartisipasi dalam penelitian ini sehingga dapat diperoleh data hasil analisis kemampuan *reversible thinking* matematis siswa. Terima kasih atas partisipasi dan kerjasama dari semua pihak yang membantu dalam penelitian sehingga artikel ini dapat ditulis dengan baik sesuai dengan hasil penelitian.

REFERENSI

- Arsyad, A. (2011). *Media Pembelajaran* (2012th ed., Vol. 1). PT Raja Grafindo Persada.
- Balingga, E., Prahmana, R. C. I., & Murniati, N. (2016). Analisis Kemampuan Reversibilitas Siswa Mts Kelas VII dalam Menyusun Persamaan Linier. *Jurnal Review Pembelajaran Matematika*, 1(2), 1117–1131. <http://jrpm.uinsby.ac.id>
- Flanders, S. T. (2014). *Investigating Flexibility, Reversibility, And Multiple Representations In A Calculus Environment*.
- Ghozali, I. (2018). *Aplikasi Analisis Multivariate Dengan Program IBM SPSS 25 (IX)*. Universitas Diponegoro.
- Hartati, S., Abdullah, I., & Haji, S. (2017). Pengaruh Kemampuan Pemahaman Konsep, Kemampuan Komunikasi Dan Koneksi Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah. *Journal of Mathematics Education, Science and Technology*, 2(1), 43–72.
- Lutvaidah, U., & Hidayat, R. (2019). Pengaruh Ketelitian Membaca Soal Cerita Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika. *Jurnal Kajian Pendidikan Matematika*, 4(2), 179–188. <http://journal.lppmunindra.ac.id/index.php/jkpm/>
- Maʼulah, S., Fitriyani, H., Yudianto, E., Fiantika, F. R., & Hariastuti, R. M. (2019). Identifying the reversible thinking skill of students in solving function problems. *Journal of Physics: Conference Series*, 1188(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1188/1/012033>
- Maʼulah, S., & Juniati, D. (2020). The effect of learning with reversible problem-solving approach on prospective-math-teacher students' reversible thinking. *International Journal of Instruction*,

13(2), 329–342. <https://doi.org/10.29333/iji.2020.13223a>

- Ma'ulah, S., Juniati, D., & Siswono, T. Y. . (2017). The aspects of reversible thinking in solving algebraic problems byan elementary student winning National Olympiad medals in science. *World Transactions on Engineering and Technology Education*, 15(2).
- Pólya, G. (1971). *How to solve it; a new aspect of mathematical method*. Princeton University Press.
- Salmina, M., & Nisa, S. K. (2018). Kemampuan Penalaran Matematis Siswa Berdasarkan Gender Pada Materi Geometri. *Jurnal Numeracy*, 5(1), 41–48.
- Santoso, S. (2014). Menguasai Statistik Dengan SPSS 25. In *Kompas Gramedia*.
- Saparwadi, L., Purnawati, B., & Erlan, B. P. (2017). Siswa Dalam Menyelesaikan Soal Operasi Penjumlahan Pada Bilangan Pecahan Dan Reversibilitas. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 3(2), 60–66.
- Siregar, N. F., & Nasution, E. Y. P. (2019, September 28). Pembelajaran Matematika Berbasis Higher Order Thinking Skills. *Prosiding Seminar Nasional Tadris (Pendidikan) Matematika*. <http://prosiding.iaincurup.ac.id/index.php/cacm>
- Siregar, S. (2013). *Metodologi penelitian kuantitatif: dilengkapi dengan perbandingan perhitungan manual & SPSS* (1st ed.). Kencana.
- Sugiarto, S. N., & Hidayah, R. (2019). Validitas Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) dengan Strategi Mind Mapping Pada Materi Ikatan Kimia Validity Of Students 'Work Sheet With The Mind Mapping Strategy on Chemical Bonding Material. In *Unesa Journal of Chemical Education* (Vol. 8, Issue 1).
- Sutiarso, S. (2020). Analysis of Student Reversible Thinking Skills on Graph Concept. *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education*, 3(2), 185–195. <https://doi.org/10.24042/ij sme.v3i2.6768>