
ANALISIS TINGKAT KESULITAN PADA METERI GARIS DAN SUDUT

Analysis of Difficulty Level on The Topic Line and Angle

Maria Agustina Kleden*, Maria Lobo, Ganesha Lapenangga, Yosep Sugi

Jurusan Matematika, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana
Jl. Adi Sucipto Penfui No.85001, Lasiana, Klp. Lima, Kota Kupang, Nusa Tenggara

*korespondensi, email: maria_kleden@staf.undana.ac.id

Abstrak: Penelitian tentang tingkat kesulitan mata pelajaran matematika telah dilakukan di Sekolah Menengah Pertama Negeri Aroun Kota Kupang. Sampel diambil secara purposif antara siswa kelas 8 dan guru matematika semester kedua dari 8 sekolah negeri dan 5 sekolah swasta. Jumlah sampel 659 siswa dan 33 guru. Analisis dilakukan pada topik Perbandingan, Aritmatik, Garis dan Sudut serta Bentuk Segitiga dan Segi Empat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa topik matematika yang paling menantang bagi siswa kelas 8 di Kota Kupang adalah Garis dan Sudut yang diikuti dengan perhitungan luas bidang tak beraturan khususnya bidang segi lima.

Kata kunci : *kesulitan memahami, Matematika, garis dan sudut.*

Abstract: A study on the level of difficulty of the mathematics subject has been carried out in the Junior High Schools Aroun the City of Kupang. The samples were taken purposively among year 8 students and their mathematics teachers in the second semester from 8 public schools and 5 private schools. The number of samples was 659 students and 33 teachers. The analysis was conducted on the topics of Comparison, Aritmatic, Lines and Angles and Triangles and Quadrilateral Shapes. The study shows that the most challenging mathematic topics for the year 8 students in the City of Kupang is Lines and Angles followed by the calculation of area of irregular plane shapes particularly on pentagon forms.

Keywords : *difficulty understanding, Mathematics, lines and angles*

PENDAHULUAN

Matematika merupakan ilmu pengetahuan yang mempelajari tentang kuantitas, struktur, dan ruang. Matematika juga merupakan salah satu ilmu pengetahuan yang berperan besar dalam kehidupan sehari-hari karena hidup manusia erat kaitannya dengan angka. Contohnya adalah umur, uang, banyaknya barang yang dimiliki, banyaknya anggota keluarga, dan masih banyak hal lainnya. Oleh karena itu, wajar jika matematika diajarkan kepada anak-anak sejak dini. Matematika juga menjadi salah satu mata pelajaran yang diajarkan kepada siswa dalam pendidikan di Indonesia, dimulai dari Taman Kanak-kanak (TK) sampai pada Sekolah Menengah Atas (SMA) atau yang sederajat.

Semakin tinggi tingkat pendidikan yang ditempuh, maka semakin sulit materi yang dipelajari. Ketika TK, siswa diajarkan cara berhitung sederhana, namun ketika SMA siswa

diajarkan mengenai turunan, integral, dan materi-materi lain yang semakin kompleks. Pengaturan materi yang dipelajari pada setiap tingkat pendidikan di Indonesia ditentukan oleh kurikulum. Kurikulum yang berlaku di Indonesia sekarang adalah Kurikulum 2013. Kurikulum 2013 diharapkan berperan untuk menghasilkan insan Indonesia yang produktif, kreatif, inovatif, dan afektif melalui penguatan sikap (tahu mengapa), keterampilan (tahu bagaimana), dan pengetahuan (tahu apa) (Kurniasih, 2014). Sekolah Menengah Pertama (SMP) atau yang setara merupakan jenjang dimana siswa mengalami masa peralihan khususnya mengenai tingkat kesulitan dalam pemahaman materi. Siswa mulai diberikan materi-materi dengan tingkat kesulitan yang lebih untuk membantu meningkatkan kemampuan siswa.

Berdasarkan kurikulum 2013, materi matematika yang diajarkan kepada siswa Sekolah Menengah Pertama (SMP) kelas VII adalah bilangan, himpunan, bentuk aljabar, persamaan dan pertidaksamaan linier satu variabel pada semester satu serta perbandingan, aritmatika sosial, garis dan sudut, segiempat dan segitiga, serta penyajian data. Kelas VIII diajarkan materi tentang pola bilangan, koordinat kartesius, relasi dan fungsi, persamaan garis lurus, dan sistem persamaan linier dua variabel untuk semester pertama, sedangkan untuk semester dua diajarkan materi tentang teorema *Pythagoras*, lingkaran, bangun ruang sisi datar, statistika, dan peluang. Kelas IX diajarkan materi tentang perpangkatan dan bentuk akar, persamaan dan fungsi kuadrat, transformasi, kekongruenan dan kesebangunan pada semester satu, sedangkan pada semester dua diajarkan tentang bangun ruang sisi lengkung.

Dalam masa peralihan, sangat mungkin jika siswa mengalami kesulitan dalam memahami materi yang diberikan. Oleh karena itu, penelitian untuk melakukan pemetaan tingkat kesulitan siswa dalam mata pelajaran matematika akan membantu sekolah terkhusus guru dalam mengatur strategi pembelajaran di kelas. Penelitian ini difokuskan pada siswa kelas VIII di kota Kupang.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian kualitatif. Populasi penelitian ini adalah seluruh siswa SMP kelas VIII di kota Kupang pada Tahun Ajaran 2019/2020. Sampel penelitian diambil siswa SMP kelas VII dari 8 sekolah negeri dan 5 sekolah swasta di kota Kupang. Jumlah sampel penelitian sebanyak 659 Siswa dan sebanyak 33 guru Matematika. Analisis tingkat kesulitan siswa berdasarkan jenis kelamin.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Materi Perbandingan

Materi perbandingan terdiri dari 3 sub pokok bahasan yaitu membandingkan dua besaran, perbandingan senilai dan perbandingan berbalik nilai. Tabel 1 memperlihatkan Penyebaran Tingkat Kesulitan Materi Perbandingan Berdasarkan Jenis Kelamin.

Tabel 1: Penyebaran Tingkat Kesulitan Materi Perbandingan Berdasarkan Jenis Kelamin

Tingkat Kesulitan	Jenis Kelamin	Sub Materi					
		A		B		C	
		N	%	N	%	N	%
Sangat Sulit	P	19	2,88	5	0,76	18	2,73
	L	11	1,67	9	1,37	38	5,77
	Σ	30	4,55	14	2,13	56	8,50
Sulit	P	147	22,31	77	11,68	172	26,10
	L	100	15,17	78	11,84	124	18,82
	Σ	247	37,48	155	23,52	296	44,92
Mudah	P	198	30,05	264	40,06	169	25,64
	L	155	23,52	175	26,56	100	15,17
	Σ	353	53,57	439	66,62	269	40,81
Sangat Mudah	P	17	2,58	35	5,31	22	3,34
	L	12	1,82	16	2,43	16	2,43
	Σ	29	4,40	51	7,74	38	5,77
Total	P	381	57,81	381	57,81	381	57,81
	L	278	42,19	278	42,19	278	42,19
	Σ	659	100	659	100	659	100

Keterangan:

P: Siswi ; L: Siswa ; A: Membandingkan dua besaran; B: Perbandingan senilai C: Perbandingan berbalik nilai

Berdasarkan Tabel 1 terlihat bahwa dari ketiga sub materi pada materi perbandingan sebanyak 8,50% siswa kelas VII merasa sangat sulit pada materi perbandingan berbalik nilai. Lebih banyak siswa (5,77%) yang merasa sangat sulit pada materi ini dibandingkan dengan siswi (2,73%). Dari ketiga sub pokok bahasan materi perbandingan sebagian besar siswa (**44,92%**) merasa sulit terhadap materi perbandingan berbalik nilai. Dari ketiga sub pokok bahasan ini, yang sangat mudah menurut siswa adalah perbandingan senilai. Sebanyak 7,74% mengatakan materi ini sangat mudah, sedangkan untuk sub materi membandingkan dua besaran dan perbandingan senilai masing-masing 4,40% dan 5,77%.

2. Materi Aritmetika Sosial Bunga Tunggal

Materi Aritmetika social terdiri dari sub materi (1) harga penjualan dan pembelian; (2) keuntungan, kerugian, dan impas; (3) Persentase Untung dan Rugi; (4) Diskon; (5) Pajak; (6) Bruto, Tara, dan Netto.

Tabel 2: Penyebaran Tingkat Kesulitan Aritmetiak Sosial Bunga Tunggal

Keterangan:

Tingkat Kesulitan	JK	Sub Materi											
		A		B		C		D		E		F	
		N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Sangat Sulit	P	11	1,67	12	1,82	11	1,67	11	1,67	29	4,40	18	2,73
	L	14	2,12	21	3,19	19	2,88	10	1,52	20	3,03	43	6,53
	Σ	25	3,79	33	5,01	30	4,55	21	3,19	49	7,43	61	9,26
Sulit	P	81	12,29	99	15,02	112	17,00	104	15,78	174	26,40	133	20,18
	L	57	8,65	55	8,35	74	11,23	65	9,86	122	18,51	99	15,02
	Σ	138	20,94	154	23,37	186	28,23	169	25,64	296	44,55	232	35,20
Mudah	P	230	34,90	226	34,29	202	30,65	214	32,47	152	23,07	172	26,10
	L	171	25,95	169	25,64	159	24,13	167	25,34	116	17,60	106	16,08
	Σ	401	60,85	395	59,93	361	54,78	381	57,81	268	40,67	278	42,09
Sangat Mudah	P	59	8,95	44	6,68	56	8,50	52	7,89	26	3,95	58	8,80
	L	36	5,46	33	5,01	26	3,95	36	5,46	20	3,03	30	4,55
	Σ	95	14,41	77	11,69	82	12,45	88	13,35	46	6,98	88	13,35
Jumlah	P	381	57,81	381	57,81	381	57,81	381	57,81	381	57,81	381	57,81
	L	278	42,19	278	42,19	278	42,19	278	42,19	278	42,19	278	42,19
	Σ	659	100	659	100	659	659	659	100	659	100	659	100

A: Harga penjualan dan pembelian
 B: Keuntungan, kerugian, dan impas
 C: Persentase Untung dan Rugi

D: Diskon
 E: Pajak
 F: Bruto, Tara, dan Netto

Tabel 2 memperlihatkan materi ini tidak termasuk dalam materi sangat sulit karena hampir semua sub materi tidak lebih dari 10% menyatakan sangat sulit. Dari keenam sub materi ini, materi Pajak merupakan materi sulit bagi sebagian siswa (44,55%). Sebaliknya materi harga penjualan dan pembelian merupakan materi yang mudah bagi sebagian besar siswa yaitu sebanyak 60,85%. Materi ini dianggap mudah karena siswa sering terlibat langsung dalam proses penjualan dan pembelian. Pembelajaran yang dialami langsung oleh peserta didik mempermudah mereka untuk memahami konsep yang diajarkan.

3. Materi Garis dan Sudut

Materi Garis dan sudut terdiri 8 sub pokok materi yaitu (1) Garis; (2) Kedudukan Garis; (3) Membagi Garis; (4) Perbandingan Ruas Garis; (5) Pengertian Sudut; (6) Jenis-Jenis Sudut; (7) Hubungan Antar Sudut; dan (8) Melukis dan Sudut. Tabel 3 memperlihatkan penyebaran tingkat kesulitan siswa pada materi Garis dan Sudut. Dari delapan sub materi ini, hanya dibawa 10% siswa yang mengatakan sangat sulit. Sebagian besar siswa (52,81%) mengatakan sub materi perbandingan ruas garis merupakan materi yang paing sulit dibandingkan ke 7 sub materi lainnya. Kategori mudah ditempati oleh sub materi pengertian sudut yaitu sebanyak 63,89%.

Tabel 3: Penyebaran Tingkat Kesulitan Materi Garis dan Sudut Berdasarkan Jenis Kelamin

Tingkat Kesulitan	JK	Sub Materi															
		A		B		C		D		E		F		G		H	
		N	%	N	%	N	%	N	%	n	%	N	%	N	%	n	%
Sangat Sulit	P	16	2,43	26	3,95	36	5,46	37	5,61	9	1,37	8	1,21	20	3,03	29	4,40
	L	8	1,21	16	2,43	28	4,25	38	5,77	14	2,12	6	0,91	15	2,28	20	3,03
	Σ	24	3,64	42	6,38	64	9,71	75	11,38	23	3,49	14	2,12	35	5,31	49	7,43
Sulit	P	94	14,26	187	28,38	196	29,74	207	31,41	47	7,13	40	6,07	154	3,03	145	22,00
	L	52	7,89	116	17,60	129	19,58	141	21,40	46	6,98	45	6,83	102	15,48	87	13,20
	Σ	146	22,15	303	45,98	325	49,32	348	52,81	93	14,11	85	12,90	256	18,51	232	35,20
Mudah	P	224	33,99	141	21,40	130	19,73	114	17,30	245	37,18	225	34,14	176	26,71	153	23,22
	L	182	27,62	130	19,73	108	16,39	88	13,35	176	26,71	159	24,13	142	21,55	87	13,20
	Σ	406	61,61	271	41,13	238	36,12	202	30,65	421	63,89	384	58,27	318	48,26	240	36,25
Sangat Mudah	P	47	7,13	27	4,10	19	2,88	23	3,49	80	12,14	108	16,39	31	4,70	54	8,19
	L	36	5,46	16	2,43	13	1,97	11	1,67	42	6,37	68	10,32	19	2,88	39	5,92
	Σ	83	12,59	43	6,53	32	4,85	34	5,16	122	18,51	176	26,71	50	7,58	93	14,11
Jumlah	P	381	57,81	381	57,81	381	57,81	381	57,81	381	57,81	381	57,81	381	57,81	381	57,81
	L	278	42,19	278	42,19	278	42,19	278	42,19	278	42,19	278	42,19	278	42,19	278	42,19
	Σ	659	100	659	100	659	100	659	100	659	100	659	100	659	100	659	100

Keterangan:

A: Garis

B: Kedudukan Garis

C: Membagi Garis

D: Perbandingan Ruas Garis

E: Pengertian Sudut

F: Jenis-Jenis Sudut

G: Hubungan Antar Sudut

H: Melukis dan Sudut

Dari Tabel 3 terlihat bahwa untuk materi garis dan sudut, sebagian besar siswa memilih materi ini mudah dipelajari, di antara ke empat pilihan yang ada, yaitu sangat, sulit, sulit, mudah dan sangat mudah. Dari total 659 siswa dan 8 sub materi yang ada, sebanyak 406 siswa dengan 224 siswa perempuan dan 182 siswa laki-laki memilih materi garis sebagai materi yang mudah untuk dipelajari dibandingkan ketujuh materi lainnya. Sebanyak 271 siswa dengan 141 siswa perempuan dan 130 siswa laki-laki memilih sub materi kedudukan garis. Sebanyak 238 siswa dengan 130 siswa perempuan dan 108 siswa laki-laki memilih materi membagi garis, 202 siswa memilih materi perbandingan ruas garis dengan banyaknya siswa perempuan ialah 144 orang dan siswa laki-laki 88 orang, yang memilih materi pengertian sudut sebanyak 421 orang dengan banyaknya siswa perempuan 245 orang dan siswa laki-laki 176 orang. Sebanyak 384 siswa memilih materi jenis-jenis sudut dengan siswa perempuan sebanyak 225 orang dan 159 siswa laki-laki, untuk materi hubungan antar sudut sebanyak 318 orang dengan 176 siswa perempuan dan 142 siswa laki-laki, dan sebanyak 240 siswa memilih materi melukis dan sudut dengan 153 orang siswa perempuan dan 87 siswa laki-laki.

4. Materi Segi Empat dan Segi Tiga

Materi Segi Empat dan Segi Tiga terdiri dari empat sub materi yaitu (1)

Pengertian Segi Empat dan Segitiga; (2) Jenis-Jenis dan Sifat-Sifat Bangun Datar; (3)

Keliling dan Luas Segi Empat dan Segi Tiga; dan (4) Menaksir Luas Bangun Datar yang Tak Beraturan.

Tabel 4: Penyebaran Tingkat Kesulitan Materi Segi Empat dan Segi Tiga Berdasarkan Jenis Kelamin

Tingkat Kesulitan	JK	Sub Materi							
		A		B		C		D	
		n	%	n	%	n	%	n	%
Sangat Sulit	P	8	1,21	7	1,06	10	1,52	46	6,98
	L	14	2,12	11	1,67	12	1,82	45	6,83
	Σ	22	3,33	18	2,73	22	3,34	91	13,81
Sulit	P	45	6,83	58	8,80	97	14,72	221	33,54
	L	60	9,10	51	7,74	81	12,29	144	21,85
	Σ	105	15,93	109	16,54	178	27,01	365	55,39
Mudah	P	237	35,96	238	36,12	203	30,80	92	13,96
	L	164	24,89	178	27,01	151	22,91	73	11,08
	Σ	401	60,85	416	63,13	354	52,99	165	25,04
Sangat Mudah	P	91	13,81	78	11,84	71	10,77	22	3,34
	L	40	6,07	38	5,77	34	5,16	16	2,43
	Σ	131	19,88	116	17,61	105	15,93	38	5,77
Jumlah	P	381	57,81	381	57,81	381	57,81	381	57,81
	L	278	42,19	278	42,19	278	42,19	278	42,19
	Σ	659	100	659	100	659	100	659	100

Keterangan:

A: Pengertian Segi Empat dan Segitiga C: Keliling dan Luas Segi Empat dan Segi Tiga
 B: Jenis-Jenis dan Sifat-Sifat Bangun Datar. D: Menaksir Luas Bangun Datar yang Tak Beraturan

Dari Tabel 4 dapat dilihat untuk materi segi empat dan segi tiga, sebagian besar siswa memilih materi ini mudah dipelajari, meskipun ada satu materi yang dirasa sulit untuk dipahami yaitu sub materi Menaksir Luas Bangun Datar yang Tak Beraturan. Sebanyak 55,39% yang terdiri dari 33% siswi dan 21,85% siswa memilih sulit materi ini. Sebanyak 401 siswa dengan jumlah siswa perempuan sebanyak 237 orang dan 164 siswa laki-laki memilih sub materi pengertian segi empat dan segitiga sebagai materi dengan kategori mudah. Sebanyak 416 siswa dengan jumlah siswa perempuan sebanyak 238 orang dan 178 siswa laki-laki memilih sub materi jenis-jenis dan sifat-sifat bangun datar. Sebanyak 354 siswa dengan jumlah siswa perempuan sebanyak 203 orang dan 151 siswa laki-laki memilih sub materi keliling dan luas segiempat dan segitiga.

5. Materi Penyajian Data

Materi penyajian data terdiri lima sub materi yaitu (1) Jenis Data; (2) Tabel; (3) Diagram Garis; (4) Diagram Batang; dan (5) Diagram Lingkaran.. Dari Tabel 5 dapat dilihat untuk materi penyajian data, sebagian besar siswa memilih materi ini mudah dipelajari, diantara ke empat pilihan yang ada, yaitu sangat sulit, sulit, mudah dan sangat mudah. Dari total 659 siswa dan 5 sub materi yang ada, sebanyak 338 siswa dengan siswa

perempuan berjumlah 197 orang dan 141 siswa laki-laki memilih sub materi jenis data sebagai materi yang mudah untuk dipelajari, sebanyak 408 siswa dengan jumlah siswa perempuan sebanyak 238 orang dan 170 siswa laki-laki memilih sub materi tabel. Sebanyak 359 siswa dengan jumlah siswa perempuan sebanyak 213 orang dan 146 siswa laki-laki memilih sub materi diagram garis. Sebanyak 362 siswa dengan jumlah siswa perempuan sebanyak 211 orang dan 151 siswa laki-laki memilih sub materi diagram batang dan yang terakhir untuk sub materi lingkaran banyaknya responden ialah 330 siswa, dengan jumlah siswa perempuan sebanyak 196 orang dan siswa laki-laki 134 orang.

Tabel 5 Tingkat Kesulitan Materi Penyajian Data Berdasarkan Jenis Kelamin

Tingkat Kesulitan	JK	Sub Materi									
		A		B		C		D		E	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Sangat Sulit	P	21	3,19	11	1,67	9	1,37	13	1,97	17	2,58
	L	18	2,73	9	1,37	18	2,73	13	1,97	25	3,79
	Σ	39	5,92	20	3,04	27	4,10	26	3,94	42	6,37
Sulit	P	104	15,78	54	8,19	85	12,90	73	11,08	104	15,78
	L	94	14,26	54	8,19	78	11,84	73	11,08	77	11,68
	Σ	198	30,04	108	16,38	163	24,74	146	22,16	181	27,46
Mudah	P	197	29,89	238	36,12	213	32,32	211	32,02	196	29,74
	L	141	21,40	170	25,80	146	22,15	151	22,91	134	20,33
	Σ	338	51,29	408	61,92	359	54,47	362	54,94	330	50,07
Sangat Mudah	P	59	8,95	78	11,84	74	11,23	84	12,75	64	9,71
	L	25	3,79	45	6,83	36	5,46	41	6,22	42	6,37
	Σ	84	12,74	123	18,67	110	16,69	125	18,97	106	16,08
Jumlah	P	381	57,81	381	57,81	381	57,81	381	57,81	381	57,81
	L	278	42,19	278	42,19	278	42,19	278	42,19	278	42,19
	Σ	659	100	659	100	659	100	659	100	659	100

Keterangan :

A: Jenis Data

D: Diagram Batang

B: Tabel

E: Diagram Lingkaran

C: Diagram Garis

Dari hasil penelitian tentang kajian tingkat kesulitan topik-topik matematika yang diajarkan pada Kelas VII Sekolah Menengah Pertama (SMP) ditemukan bahwa materi kajian *Garis dan Sudut* (Geometri) merupakan topik matematika dengan tingkat kesulitan tertinggi dibandingkan dengan topic *Perbandingan, Aritmetika social bunga tunggal* dan *Penyajian Data*. Hal ini ditemukan pada hampir semua siswa SMP baik Negeri maupun swasta dan pada siswa laki-laki maupun perempuan. Mary L Crowley (1984) dalam tulisannya ‘On van Hiele Model of the Development of Geometric Thought’ menjelaskan bahwa kesulitan siswa dalam memahami topic geometri disebabkan karena mereka tidak diperkenalkan dengan konsep real dalam pelajaran matematika di tingkat awal pendidikan mereka. Siswa memahami konsep bangun

geometri yang diperkenalkan oleh guru-gurunya melalui sifat-sifatnya bukan dari penampakan nyatanya. Karena itu konsep pengenalan sifat-sifat yang abstrak ini seringkali tidak dapat divisualisasikan siswa sampai pada pelajaran matematika tingkat lanjut. Hal yang sama juga ditemukan oleh Vojkuvkova (2012), van Hiele-Geldof (1952) dan van Hiele (1984a).

Dari kajian ini juga ditemukan bahwa topik matematika tentang *Perbandingan* merupakan topic dengan tingkat kesulitan terendah dibandingkan dengan *Aritmatika Sosial Bunga Tunggal, Penyajian Data, Segi Empat dan Segi Tiga serta Garis dan Sudut*. Sub topik yang dibahas dalam topic *Perbandingan* adalah *Membandingkan dua besaran, Perbandingan senilai, Perbandingan berbalik nilai, Harga penjualan dan pembelian serta Kerugian, keuntungan dan impas*. Jika dilihat dari sub-topik matemari matematika di kelas VII SMP maka bias dipahami mengapa topic ini merupakan topic yang dianggap mudah oleh siswa. Terlihat bahwa materi-materi tersebut berhubungan langsung dengan aktifitas kehidupan sehari-hari yang dapat dengan mudah dialami siswa itu sendiri. Dalam kehidupan nyata kita tidak terlepas dari aktivitas membandingkan siapa memperoleh lebih banyak atau lebih sedikit, siapa yang memperoleh keuntungan atau kerugian, ataukah berapa harga suatu barang yang harus dijual agar memperoleh keuntungan dan sebagainya. David Tout (2014) dalam tulisannya ‘*Connecting maths to the real world*’ mengatakan bahwa penting sekali dalam pembelajaran matematika, guru atau pendidik menghubungkan masalah dalam dunia nyata yang kemungkinan dialami oleh siswa sendiri sehingga mereka mampu memvisualisasikannya dengan konsep matematika yang diajarkan. Dengan melakukan hal ini sesering mungkin maka sangat bias dipastikan bahwa siswa akan tidak saja memperoleh pemahaman konsep matematika secara mudah tapi juga menyenangkan.

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan keseluruhan sub materi dari kelima materi yang ada, sub materi yang paling sulit ialah menaksir luas bangun datar yang tak beraturan yang merupakan sub materi dari materi segi empat dan segi lima. Sub materi yang paling sulit dan paling mudah setara atau sama banyaknya. Berdasarkan jenis kelamin, perempuan menyatakan bahwa sub materi yang paling sulit ialah menaksir luas bangun datar. Sedangkan untuk siswa laki-laki materi yang paling sulit ialah materi yang paling sulit ialah menaksir luas bangun datar yang tak

beraturan yang merupakan sub materi dari materi segi empat dan segi tiga. Sedangkan untuk materi yang paling mudah siswa perempuan dan laki-laki menyatakan bahwa sub materi yang paling mudah ialah jenis-jenis sudut, untuk siswa perempuan dan. Dapat dilihat bahwa jenis sub materi yang paling sulit dan paling mudah sama jenisnya.

REFERENSI

"Mathematics". Oxford English Dictionary. Oxford University Press. 2012.

As'ari, Abdur Rahman and Tohir, Mohammad and Valentino, Erik and Imron, Zainul and Taufiq., Ibnu. (2017). *Matematika SMP/MTs kelas VIII*. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, Jakarta.

Cooney,T.J.,Davis,E.V.&,Henderson,K.B. (1975). *Dinamics of Teaching Secondary School Mathematics*. Boston: Houghton Mifflin Company.1

Crowley, Mary L., *The van Hiele Model of the Development of Geometric Thought*. In *Learning and Teaching Geometry, K-12*, 1987 Yearbook of the Natioanal Council of Teachers of Mathematics, edited by Mary Montgomery Lindquist, pp.1-16. Reston, Va.: National council of Theachers of mathematics, 1987.

David Tout, 2014, Connecting Maths to the real world,
<https://www.teachermagazine.com.au/articles/connecting-maths-to-the-real-world>

Herman Hudojo. (2005). *Pengembangan Kurikulum dan Pembelajaran Matematika*. Malang: UM Pres.

Kneebone, G.T. (1963). *Mathematical Logic and the Foundations of Mathematics: An Introductory Survey*. Dover. p. 4.

Kurniasih, Imas, dan Berlin Sani. 2014. *Sukses Mengimplementasikan Kurikulum 2013: Memahami Berbagai Aspek dalam Kurikulum 2013*. Yogyakarta: Kata Pena.

Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah. 2017. *Kurikulum 2013*. Jakarta
Sujono. (1988). *Pengajaran Matematika Untuk Sekolah Menengah*. Jakarta: Depdikbud.

Van Hiele-Geldot , Dina. *Dissertation of Dina van Hiele-Geldof Entitled : The Didastic of Geometry in the Lowest Class of Secondary School*. In *English Translation of Selected writings of Dina van Hiele-Geldof and Pieere M. Van Hiele*, edited by Dorothy Geddes, Davin fuys, and Rosamond Tischler as part of the research project *An Investigation of the van Hiele Model of Thinking in Geometry among adolescents*, Research in Science Education (RISE) Program of the National Science Foundation, Grant No. SED 7920640. Washington, D. C : NSF, 1984a. (Original work published in 1957)

Van Hiele, Pierre M. *A Child's Thought and Geometry*. Washinton, D. C.: NSF 1984a. (Original work published in 1959)

NILAI KEKUATAN TAK TERATUR JARAK NON INKLUSIF TITIK PADA GRAF TADPOLE DAN GRAF LINTASAN KORONA LINTASAN

On Non Inclusive Distance Vertex Irregularity Strength of Tadpole and Path Corona Path Graphs

Muhammad Bilal*, Diari Indriati, Vika Yugi Kurniawan

Prodi Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir. Sutami No.36, Ketingan, Kec. Jebres, Kota Surakarta, Jawa Tengah 57126

*korespondensi, tel/fax : 0812-25069472, email: muhammadxbilal25@gmail.com

Abstrak: Misal $G = (V, E)$ adalah graf terhubung dengan himpunan titik $V(G)$ dan himpunan sisi $E(G)$. Pelabelan titik tak teratur jarak non inklusif pada graf G dengan himpunan titik tak kosong V adalah pemetaan $\lambda : (V, G) \rightarrow \{1, 2, \dots, k\}$ sedemikian sehingga bobot untuk semua titiknya berbeda. Bobot dari titik v pada graf G dengan pelabelan λ , dinotasikan dengan $wt(v)$, didefinisikan sebagai jumlah label dari semua titik yang *adjacent* dengan v (jarak satu dengan v). Nilai kekuatan tak teratur jarak non inklusif titik dari graf G dinotasikan dengan $dis(G)$, adalah nilai terkecil dari label terbesar k sehingga G memiliki pelabelan titik tak teratur jarak non inklusif. Pada penelitian ini, ditentukan $dis(G)$ dari graf $T_{m,n}$ dengan $m \geq 3$, m ganjil, dan $n \geq 1$ dan graf $P_n \odot P_n$ dengan $n \geq 2$ dan n genap.

Kata kunci : *pelabelan titik tak teratur jarak non inklusif, nilai kekuatan tak teratur jarak non inklusif titik, graf tadpole, graf lintasan korona lintasan*

Abstract: Let $G = (V, E)$ be a connected and simple graph with vertex set $V(G)$ and edge set $E(G)$. A non inclusive distance vertex irregular labeling of a graph G is a mapping of $\lambda : (V, G) \rightarrow \{1, 2, \dots, k\}$ such that the weights calculated for all vertices are distinct. The weight of a vertex v , under labeling λ , denoted by $wt(v)$, is defined as the sum of the label of all vertices adjacent to v (distance 1 from v). A non inclusive distance vertex irregularity strength of graph G , denoted by $dis(G)$, is the minimum value of the largest label k over all such non inclusive distance vertex irregular labeling. In this research, we determined $dis(G)$ from $T_{m,n}$ graph with $m \geq 3$, m odd, and $n \geq 1$ and $P_n \odot P_n$ graph with $n \geq 2$ and n even.

Keywords : *non inclusive distance irregular labeling, non inclusive distance vertex irregularity strength, tadpole graph, path corona path graph*

PENDAHULUAN

Matematika merupakan kunci pokok dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Konsep matematika banyak digunakan sebagai alat bantu dalam penerapan-penerapan bidang ilmu lain maupun dalam pengembangan matematika itu sendiri. Salah satu cabang ilmu matematika adalah teori graf. Teori graf merupakan cabang kajian ilmu matematika yang digunakan sebagai alat bantu untuk menggambarkan atau menyatakan

suatu persoalan agar lebih mudah dimengerti. Bidang penelitian dalam teori graf terus berkembang salah satunya adalah pelabelan graf.

Menurut Wallis (2001), pelabelan graf adalah suatu fungsi yang memetakan elemen suatu graf ke bilangan bulat positif atau non negatif. Jenis pelabelan graf dibagi menjadi pelabelan titik, pelabelan sisi, dan pelabelan total. Pelabelan titik tak teratur jarak non inklusif termasuk dalam pelabelan titik.

Pelabelan graf menjadi pelabelan *magic*, yaitu pelabelan *magic* dari graf G didefinisikan sebagai suatu pemetaan satu-satu λ dari E ke suatu himpunan bilangan bulat positif sehingga untuk semua sisi yang *incident* dengan titik adalah konstan (Sedlack, 1967).

Pelabelan *magic* dikembangkan menjadi pelabelan pelabelan total sisi-*magic* dan pelabelan total titik-*magic*. Pelabelan total sisi-*magic* yang dikenalkan oleh Kotzig dan Rosa (1970) adalah pelabelan yang didefinisikan sebagai pelabelan titik-titik dan sisi-sisi dimana label sisi dan dua titik akhir adalah konstan. Sedangkan pelabelan total titik-*magic* dikenalkan oleh MacDougall (2002). Pelabelan tersebut adalah pelabelan yang didefinisikan sebagai penempatan bilangan bulat dari 1 ke $v + e$ ke titik dan sisi G sehingga pada setiap titik, label titik dan label sisi *incident* pada titik tersebut ditambahkan konstanta tetap.

Selain itu, pelabelan graf berdasarkan *magic* bahwa bobot 1-titik dari setiap titik x dalam G di bawah pelabelan titik didefinisikan sebagai jumlah label titik dari titik-titik yang *adjacent* dengan x (yaitu jarak 1 dari x). Jika semua titik dalam G memiliki bobot k yang sama, maka disebut pelabelan titik 1-titik-*magic* (Miller, 2003).

Jenis lain dari pelabelan graf adalah pelabelan tak teratur. Gagasan pelabelan ini diperkenalkan oleh Chartrand (1998). Gagasan ini mengusulkan masalah, yaitu berapa nilai minimum dari label terbesar dari pelabelan tidak beraturan tersebut jika sisi-sisi dari graf terhubung sederhana yang diberi label bilangan bulat positif sehingga graf menjadi tidak beraturan, yaitu bobot pada setiap titiknya berbeda. Nilai minimum label terbesar disebut nilai kekuatan tak teratur dari graf.

Dengan pelabelan yang serupa, tetapi berlaku untuk kedua sisi dan titik pada graf, (Bača, 2007) mengenalkan pelabelan- k total tak teratur. Untuk graf $G = (V, E)$ dengan himpunan titik V dan himpunan sisi E , pelabelan- k total didefinisikan dengan $\lambda: V \cup E \rightarrow 1, 2, \dots, k$. Pelabelan- k total didefinisikan sebagai pelabelan- k sisi tak teratur dan pelabelan- k titik tak teratur. Minimum k dimana graf G memiliki pelabelan- k sisi tak teratur disebut nilai kekuatan tak teratur sisi pada graf G , $tes(G)$. Demikian pula untuk pelabelan- k titik tak

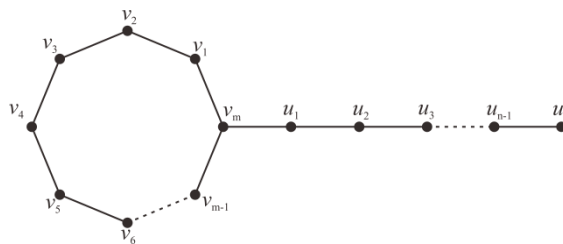
teratur, minimum k tersebut disebut nilai kekuatan tak teratur titik pada graf G , $tvs(G)$ (Bača, 2007) .

Kemudian Slamin (2010) menggabungkan ide dari pelabelan *magic* dan pelabelan tak teratur tersebut menjadi pelabelan titik tak teratur jarak non inklusif. Pelabelan titik tak teratur jarak non inklusif pada graf G dengan himpunan titik V adalah $\lambda : V \rightarrow \{1, 2, \dots, k\}$ dengan bobot yang dihitung pada setiap titik harus berbeda. Bobot titik v di graf G didefinisikan sebagai jumlah label semua titik yang *adjacent* dengan v (berjarak satu dengan v). Slamin (2010) menyebutkan bahwa *distance irregularity strength* atau dapat disebut dengan nilai kekuatan tak teratur jarak dari graf G , dinotasikan dengan $dis(G)$, adalah bilangan bulat positif terkecil dari label terbesar yang digunakan dalam pelabelan titik tak teratur jarak non inklusif. Graf yang sudah diteliti oleh Slamin (2010) adalah graf lengkap, graf lintasan, graf siklus, dan graf roda. Sedangkan graf yang sudah diteliti oleh Bong (2017) adalah graf siklus, graf roda, graf *friendship*, dan graf *m-book*. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan diteliti graf yang belum diteliti dalam pelabelan titik tak teratur jarak non inklusif, yaitu graf tadpole ($T_{m,n}$) dan graf lintasan korona lintasan ($P_n \odot P_n$).

METODE PENELITIAN

1. Nilai Kekuatan Tak Teratur Jarak Non Inklusif Titik pada Graf Tadpole.

Menurut Gallian (2017), graf tadpole $T_{m,n}$ adalah graf yang terdiri dari graf siklus yang mempunyai titik sebanyak m dengan tambahan sebuah n sisi lintasan (ekor) yang *incident* pada salah satu titik pada siklus tersebut. Suatu graf tadpole mempunyai $m + n$ titik dan $m + n$ sisi. Secara umum graf tadpole dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Graf tadpole $T_{m,n}$

Teorema 3.1. Misal graf $T_{m,n}$ adalah graf tadpole dengan $m \geq 3, m$ ganjil, dan $n \geq 1$, maka

$$dis(T_{m,n}) = \left\lceil \frac{m+n}{4} \right\rceil + \left\lfloor \frac{m+n}{4} \right\rfloor \dots \dots \dots (3.1)$$

Bukti. Dibuktikan bahwa $dis(Tm, n) \geq (3.1)$ dan selanjutnya dibuktikan bahwa $dis(Tm, n) \leq (3.1)$ untuk $m \geq 3, m$ ganjil, dan $n \geq 1$. Himpunan titik graf $T_{m,n}$ adalah $V(T_{m,n}) = \{v_i: 1 \leq i \leq m\} \cup \{u_j: 1 \leq j \leq n\}$.

- 1) Ditunjukkan bahwa $dis(Tm, n) \geq (3.1)$ untuk $m \geq 3, m$ ganjil, dan $n \geq 1$

Diandaikan $dis(Tm, n) < (3.1)$ untuk $m \geq 3, m$ ganjil, dan $n \geq 1$. Misalkan titik yang *adjacent* dengan titik yang ber-*degree* 1, yaitu titik v_2 diberi label 1. Kemudian semua titik yang *adjacent* dengan titik yang ber-*degree* 2 diberi label secara terurut dari 1 sampai $(3.1) - 1$ sedemikian sehingga tiap titiknya memiliki bobot yang berbeda. Hal tersebut berarti memenuhi $dis(Tm, n) < (3.1)$. Berdasarkan persamaan (3.2), jika diambil label titik dari u_i adalah $(3.1) - 1$, sebagai label terbesar, maka bobot titik u_{i-1} dan u_{i+1} akan sama. Pada pelabelan titik tak teratur jarak non inklusif, setiap titik harus memiliki bobot yang berbeda, berarti pengandaian salah. Benar untuk $dis(Tm, n) \geq (3.1)$.

- 2) Dibuktikan bahwa $dis(Tm, n) \leq (3.1)$ untuk $m \geq 3, m$ ganjil, dan $n \geq 1$.

Dimisalkan $k = (3.1)$. Selanjutnya, didefinisikan pemetaan $\lambda : V(G) \rightarrow \{1, 2, \dots, k\}$. Pelabelan titik tak teratur jarak non inklusif pada graf tadpole adalah sebagai berikut

$$\lambda(v_j) = \left\lfloor \frac{j}{4} \right\rfloor + \left\lfloor \frac{j}{4} \right\rfloor, \text{ untuk } 1 \leq j \leq n$$

$$\lambda(u_i) = \begin{cases} \left\lfloor \frac{n+1}{4} \right\rfloor + \left\lfloor \frac{n+1}{4} \right\rfloor + 2 + 2 \left(\frac{i-4}{4} \right), \\ \text{untuk } i \equiv 0 \pmod 4 \\ \left\lfloor \frac{n-1}{4} \right\rfloor + \left\lfloor \frac{n-1}{4} \right\rfloor + 1 + 2 \left(\frac{i-2}{4} \right), \\ \text{untuk } i \equiv 2 \pmod 4 \\ 2 \left\lfloor \frac{n}{4} \right\rfloor + 1 + 2 \left\lfloor \frac{m-i}{4} \right\rfloor, \\ \text{untuk } i \equiv (1,3) \pmod 4, \\ n \equiv 0 \pmod 4 \\ 2 \left\lfloor \frac{n}{4} \right\rfloor + 2 \left\lfloor \frac{m-i}{4} \right\rfloor - 1, \\ \text{untuk } i \equiv (1,3) \pmod 4, \\ n \equiv 2 \pmod 4 \\ n + \frac{m-n}{2} - \frac{i-1}{2}, \\ \text{untuk } i \equiv (1,3) \pmod 4, \\ n \equiv (1,3) \pmod 4 \end{cases}$$

$$\lambda(um) = \left\lfloor \frac{n+1}{4} \right\rfloor + \left\lfloor \frac{n+1}{4} \right\rfloor \dots\dots\dots(3.2)$$

Label titik dikonstruksikan sebagai $\lambda(u_i): 1 \leq i \leq m$ dan $\lambda(v_j): 1 \leq j \leq n$. Berdasarkan pengkonstruksian label, dapat dilihat bahwa fungsi λ adalah pemetaan yang membawa $V(Tm, n)$ ke $\{1, 2, \dots, k\}$. Dengan demikian, λ adalah pelabelan titik tak teratur jarak non inklusif dengan $k = (3.1)$. Selanjutnya, dihitung bobot masing-masing titik seperti berikut

$$wt(v_j) = j, \quad \text{untuk } 1 \leq j \leq n$$

$$wt(u_i) = \begin{cases} i + n, & \text{untuk } i \text{ ganjil} \\ m + n + 1 - i, & \text{untuk } i \text{ genap} \end{cases}$$

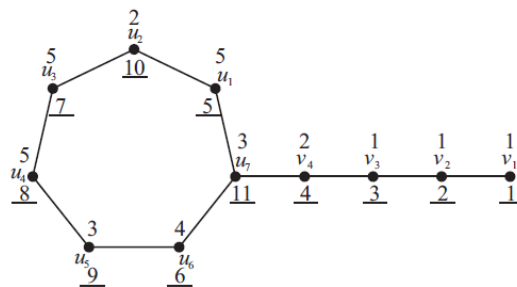
$$wt(u_m) = \begin{cases} m + n + 1 + 2 \binom{n}{4} + \frac{(m+1) \bmod 4}{2} - m \bmod 4, & \text{untuk } n \equiv 0 \pmod 4 \\ m + n + 2 \lfloor \frac{n}{4} \rfloor + \frac{(m-1) \bmod 4}{2}, & \text{untuk } n \equiv 2 \pmod 4 \\ m + n + 2 \lfloor \frac{n}{4} \rfloor + \frac{(m+1) \bmod 4}{2}, & \text{untuk } n \equiv (1,3) \pmod 4 \end{cases}$$

Persamaan(3.3)

Dapat dilihat bahwa bobot masing-masing sisi dari $T_{m,n}$ di bawah pelabelan titik tak teratur jarak non inklusif λ , yaitu bilangan bulat berurutan dari 1 sampai $\lambda(v_n) + \lambda(u_1) + \lambda(u_m)$. Artinya, bobot masing-masing titik berbeda sehingga diperoleh pelabelan titik tak teratur jarak non inklusif dari $T_{m,n}$ dengan label terbesar adalah $k = (3.1)$. Dengan demikian, terbukti bahwa $dis(Tm, n) \leq (3.1)$ untuk $m \geq 3, m$ ganjil, dan $n \geq 1$.

Jadi, diperoleh pelabelan titik tak teratur jarak non inklusif dengan $k = (3.1)$. Dari 1) dan 2) diperoleh $dis(Tm, n) = (3.1)$ untuk $m \geq 3, m$ ganjil, dan $n \geq 1$.

□



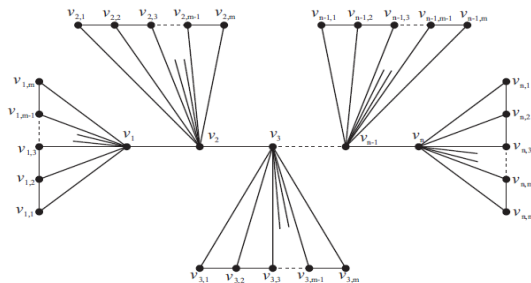
Gambar 2. Pelabelan titik tak teratur jarak non inklusif pada graf $T_{7,4}$

Berdasarkan Gambar 2 pelabelan setiap titik ditunjukkan dengan bilangan berwarna hitam dan bobot setiap titik ditunjukkan dengan bilangan berwarna hitam bergaris bawah sehingga diperoleh bobot setiap titik berbeda dan nilai kekuatan tak teratur jarak non inklusif titik dari graf $T_{7,4}$ yaitu $dis(T_{7,4}) = 5$.

2. Nilai Kekuatan Tak Teratur Jarak Non Inklusif Titik pada Graf Lintasan Korona Lintasan.

Menurut Frucht dan Harary (1970), korona dari graf lintasan P_n dengan graf lintasan P_m , dinotasikan $P_n \odot P_m$ adalah graf yang terbentuk dari graf P_n dan n kopi graf

P_m , kemudian menghubungkan setiap titik dari $V(P_n)$ dengan sebuah sisi ke setiap titik dari $V(P_m)$. Suatu graf lintasan korona lintasan memiliki $mn + n$ titik dan $n(2m - 1) + n - 1$ sisi. Secara umum graf lintasan korona lintasan dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Graf lintasan korona lintasan $P_n \odot P_m$

Teorema 3.2. Misal graf $P_n \odot P_n$ adalah graf lintasan korona lintasan dengan $n \geq 2$ dan n genap, maka

$$dis(P_n \odot P_n) = \frac{n^2 + (n \bmod 4)}{2} \dots \dots \dots (3.4)$$

Bukti. Ditunjukkan bahwa $dis(P_n \odot P_n) \geq (3.4)$ dan selanjutnya dibuktikan bahwa $dis(P_n \odot P_n) \leq (3.4)$ untuk $n \geq 2$ dan n genap. Himpunan titik graf $P_n \odot P_n$ adalah $V(P_n \odot P_n) = \{v_i : 1 \leq i \leq n\} \cup \{v_{i,j} : 1 \leq i, j \leq n\}$.

1) Ditunjukkan bahwa $dis(P_n \odot P_n) \geq (3.4)$ untuk $n \geq 2$ dan n genap.

Diandaikan $dis(P_n \odot P_n) < (3.4)$ untuk $n \geq 2$ dan n genap. Misalkan titik yang *adjacent* dengan titik yang ber-*degree* 2, yaitu titik $v_{i,2}$, $v_{i,n-1}$, dan v_i diberi label secara terurut dari 1 sampai $(3.4) - 1$ sedemikian sehingga tiap titiknya memiliki bobot yang berbeda. Kemudian semua titik yang *adjacent* dengan titik yang ber-*degree* 3 diberi label secara terurut dari 1 sampai $(3.4) - 1$ sedemikian sehingga tiap titiknya memiliki bobot yang berbeda. Hal tersebut berarti memenuhi $dis(P_n \odot P_n) < (3.4)$. Berdasarkan persamaan (3.5), jika diambil label titik dari v_i dan $v_{i,j}$ adalah $(3.4) - 1$, sebagai label terbesar, maka bobot titik $v_{1,n-2}$ dan $v_{(\frac{n}{2}+1),n}$ akan sama. Pada pelabelan titik tak teratur jarak non inklusif, setiap titik harus memiliki bobot yang berbeda, berarti pengandaian salah. Benar untuk $dis(T_-(m, n)) \geq (3.4)$.

2) Ditunjukkan bahwa $dis(P_n \odot P_n) \leq (3.4)$ untuk $n \geq 2$ dan n genap.

Dimisalkan $k = (3.4)$. Selanjutnya, didefinisikan pemetaan $\lambda : V(G) \rightarrow \{1, 2, \dots, k\}$. Pelabelan titik tak teratur jarak non inklusif pada graf lintasan korona lintasan adalah sebagai berikut

$$\lambda(v_i) = \begin{cases} 2i - 1, & \text{untuk } i \leq \frac{n}{2} \\ 2(n - i + 1), & \text{untuk } i > \frac{n}{2} \end{cases}$$

$$\lambda(v_{i,j}) = \left\{ \begin{array}{l} \frac{jn}{2}, \\ \text{untuk } n \equiv 0 \pmod{4}, j \equiv 0 \pmod{4} \\ \frac{n}{2}(n - j + 1), \\ \text{untuk } n \equiv 0 \pmod{4}, j \equiv 1 \pmod{4} \\ 2i + \frac{n}{2}(j - 2) - 1, \\ \text{untuk } n \equiv 0 \pmod{4}, j \equiv 2 \pmod{4}, i \leq \frac{n}{2} \\ 2(n - i + 1) + \frac{n}{2}(j - 2), \\ \text{untuk } n \equiv 0 \pmod{4}, j \equiv 2 \pmod{4}, i > \frac{n}{2} \\ 2i + \frac{n}{2}(n - j - 1), \\ \text{untuk } n \equiv 0 \pmod{4}, j \equiv 3 \pmod{4}, i \leq \frac{n}{2} \\ 2(n - i) + \frac{n}{2}(n - j - 1) + 3, \\ \text{untuk } n \equiv 0 \pmod{4}, j \equiv 3 \pmod{4}, i > \frac{n}{2} \\ \frac{jn}{2}, \\ \text{untuk } n \equiv 2 \pmod{4}, j \equiv 0 \pmod{4} \\ 2i + \frac{n}{2}(n - j - 1), \\ \text{untuk } n \equiv 2 \pmod{4}, j \equiv 1 \pmod{4}, i \leq \frac{n}{2} \\ 2(n - i) + \frac{n}{2}(n - j - 1) + 3, \\ \text{untuk } n \equiv 2 \pmod{4}, j \equiv 1 \pmod{4}, i > \frac{n}{2} \\ 2i + \frac{n}{2}(j - 2) - 1, \\ \text{untuk } n \equiv 2 \pmod{4}, j \equiv 2 \pmod{4}, i \leq \frac{n}{2} \\ 2(n - i + 1) + \frac{n}{2}(j - 2), \\ \text{untuk } n \equiv 2 \pmod{4}, j \equiv 2 \pmod{4}, i > \frac{n}{2} \\ \frac{n}{2}(n - j + 1), \\ \text{untuk } n \equiv 2 \pmod{4}, j \equiv 3 \pmod{4} \end{array} \right.$$

Persamaan(3.5)

$$= \begin{cases} 4i + n(n - j) - 1, \\ \text{untuk } j \equiv 0 \pmod{2}, i \leq \frac{n}{2} \\ 4(n - i) + n(n - j) + 5, \\ \text{untuk } j \equiv 0 \pmod{2}, i > \frac{n}{2} \\ 4i + n(j - 1) - 2, \\ \text{untuk } j \equiv 1 \pmod{2}, i \leq \frac{n}{2} \\ 4(n - i + 1) + n(j - 1), \\ \text{untuk } j \equiv 1 \pmod{2}, i > \frac{n}{2} \end{cases}$$

$$wt(v_i) = \begin{cases} \frac{n}{4}(n^2 + 3) + 3, \\ \text{untuk } n \equiv 0 \pmod{4}, i = 1 \\ \frac{n}{4}(n^2 + 3) + n(i - 1) + \\ 2(2i - 1) - \left\lfloor \frac{2i}{n} \right\rfloor, \\ \text{untuk } n \equiv 0 \pmod{4}, 1 \leq i \leq \frac{n}{2} \\ \frac{n}{4}(n^2 + 5) + (n - i) \\ (n + 4) + 3 \left\lfloor \frac{2(i - 1)}{n} \right\rfloor - 2, \\ \text{untuk } n \equiv 0 \pmod{4}, i \geq \frac{n}{2} \\ (n^2 + 2n)(n - 2) + 3(n + 6), \\ \text{untuk } n \equiv 2 \pmod{4}, i = 1 \\ \left(\frac{n^2}{4} + \frac{n}{2}\right)(n - 2) + (n + 2) \\ \left(i - \frac{1}{4}\right) + 4i - 2, \\ \text{untuk } n \equiv 2 \pmod{4}, 1 \leq i \leq \frac{n}{2} \\ \left(\frac{n^2}{4} + \frac{n}{2}\right)(n - 2) + \left(n - i + \frac{5}{4}\right) \\ (n + 2) + 4(n - i + 1) + 3 \left\lfloor \frac{2(i - 1)}{n} \right\rfloor - 6, \\ \text{untuk } n \equiv 2 \pmod{4}, i \geq \frac{n}{2} \end{cases}$$

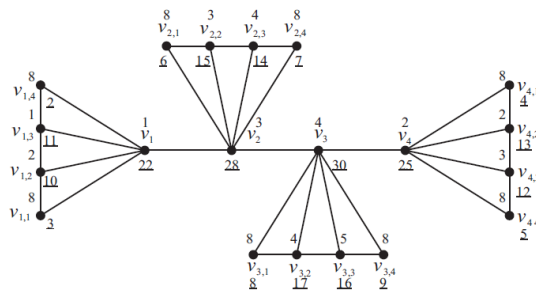
Persamaan(3.6)

Label titik dikonstruksikan sebagai $\lambda(v_{i,j}): 1 \leq i \leq n, 1 \leq j \leq n$ dan $\lambda(v_i): 1 \leq i \leq n$. Berdasarkan pengkonstruksian label, dapat dilihat bahwa fungsi λ adalah pemetaan yang membawa $V(P_n \odot P_n)$ ke $\{1, 2, \dots, k\}$. Dengan demikian, λ adalah pelabelan titik tak teratur jarak non inklusif dengan $k = (3.4)$. Selanjutnya, dihitung bobot masing-masing titik pada graf lintasan korona lintasan dengan $n \geq 2$ dan n genap seperti persamaan (3.6)

$wt(v_{i,j})$ Dapat dilihat bahwa bobot masing-masing sisi dari $P_n \odot P_n$ di bawah pelabelan titik tak teratur jarak non inklusif λ , yaitu bilangan bulat berurutan dari 2 sampai $\lambda(v_{i,j}) + \lambda(v_{i-1}) + \lambda(v_{i+1})$. Artinya, bobot masing-masing titik berbeda sehingga diperoleh pelabelan titik tak teratur jarak non inklusif dari $P_n \odot P_n$ dengan label terbesar adalah $k = (3.4)$. Dengan demikian, terbukti bahwa $dis(P_n \odot P_n) \leq (3.4)$ untuk $n \geq 2$ dan n genap (Kotzig & Rosa, 1970).

Jadi, diperoleh pelabelan titik tak teratur jarak non inklusif dengan $k = (3.4)$. Dari 1) dan 2) diperoleh $dis(P_n \odot P_n) = (3.4)$ untuk $n \geq 2$ dan n genap. □

Gambar 4 menunjukkan pelabelan titik tak teratur jarak non inklusif pada graf lintasan korona lintasan $P_4 \odot P_4$.



Gambar 4. Pelabelan titik tak teratur jarak non inklusif pada graf $P_4 \odot P_4$

Berdasarkan Gambar 4 pelabelan setiap titik ditunjukkan dengan bilangan berwarna hitam dan bobot setiap titik ditunjukkan dengan bilangan berwarna hitam bergaris bawah sehingga diperoleh bobot setiap titik berbeda dan nilai tak teratur jarak non inklusif titik dari graf $P_4 \odot P_4$ yaitu $dis(P_4 \odot P_4) = 8$.

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan diperoleh kesimpulan sebagai berikut. 1) Nilai kekuatan tak teratur jarak non inklusif titik dari graf tadpole adalah $dis(T_{m,n}) = \lfloor \frac{m+n}{4} \rfloor + \lfloor \frac{m+n}{4} \rfloor$ dengan $m \geq$

3, m ganjil, dan $n \geq 1$. 2) Nilai kekuatan tak teratur jarak non inklusif titik dari graf lintasan korona lintasan adalah $dis(P_n \odot P_n) = \frac{n^2+n \bmod 4}{2}$ dengan $n \geq 2$ dan n genap.

Saran bagi pembaca yang tertarik dengan topik ini, dapat mengembangkan penelitian ini dengan menentukan nilai kekuatan tak teratur jarak non inklusif titik pada graf tadpole $T_{m,n}$ dengan m genap, dan graf lintasan korona lintasan $P_n \odot P_n$ dengan n ganjil, atau graf lintasan korona lintasan $P_n \odot P_m$ secara umum.

REFERENSI

- Bača, M., S. Jendrol', M. Miller, and J. Ryan, (2007) *On Irregular Total Labeling*, Discrete Mathematics **307**, 1378-1388.
- Bong, N.H. and L. Yuqing, (2017) *On Distance-Irregular Labelings of Cycles and Wheels*, Australasian Journal of Combinatorics **69(3)**, 315-322.
- Chartrand, G., M.S. Jacobson, J. Lehel, O.R. Oellerman, S. Ruiz, and F. Saba, (1998), *Irregular Networks*, Congr. Numer. **64**, 187-192.
- Frunchth and F. Harary, (1970), *On The Corona of Two Graphs*, Aequationes Math **4**, 322-325.
- Gallian, J.A., *A Dynamic Survey of Graph Labeling*, (2017), The Electronic Journal of Combinatorics, **20**, (6), 1-432.
- Kotzig, A. and A. Rosa, (1970), *Magic Valuations of Finite Graphs*, Canad. Math. Bull. **13**, 451-461.
- MacDougall, J.A., M. Miller, Slamun, and W.D. Wallis, (2002), *Vertex-Magic Total Labelings of Graphs*, Util. Math. **61**, 3-21.
- Miller, M., C. Rodger, and R. Simanjuntak, (2003), *Distance Magic Labelings of Graphs*, Australas. J. Combin. **28**, 305-315.
- Sedláček, J., (1963), *Theory of Graphs and Its Applications*, House Czechoslovak Acad. Sci. Prague, 163-164.
- Slamin, (2017), *On Distance Irregular Labelling of Graphs*, Far East Journal of Mathematical Sciences **102**, 919-932.
- Wallis, W.D., 2001, *Magic Graph*, Birkhäuser, Basel, Berlin,

ANALISIS KETERAMPILAN GEOMETRI SISWA DENGAN VISUAL-SPASIAL YANG BERBEDA DAN KECERDASAN LOGIKA-MATEMATIKA DALAM MEMECAHKAN MASALAH GEOMETRI BIDANG PADAT

An Analysis of Students Geometry Skills with Different Visual-Spatial and Logic-Mathematic Intelligence in Solving the Problem of Solid Plane Geometry

Desi Puji Astuti¹, Sutopo², Farida Nurhasanah³.

Prodi Pendidikan Matematika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan,
Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir. Sutami No.36, Ketingan, Kec. Jebres, Kota Surakarta, Jawa Tengah 57126

*korespondensi, email: DesipujiaAstuti34@student.uns.ac.id

Abstrak: Makalah ini bertujuan untuk mengetahui keterampilan geometri siswa dengan tingkat kecerdasan visual-spasial dan logika-matematika yang berbeda dalam menyelesaikan masalah permukaan bidang geometri padat. Ini adalah penelitian deskriptif kualitatif. Wawancara dan tes dilakukan untuk mendapatkan data tentang kemampuan geometri siswa dalam menyelesaikan masalah bidang geometri padat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa siswa dengan kecerdasan visual-spasial rendah dan kecerdasan logika-matematika rendah memiliki keterampilan visual level 0, keterampilan verbal tidak mencapai level 0, keterampilan logika tidak mencapai level 0, keterampilan menggambar mata pelajaran RR1. Level 0 dan subjek RR2 tidak mencapai level 0, dan keterampilan terapan level 1. Siswa dengan kecerdasan visual-spasial rendah dan kecerdasan logika-matematika tinggi memiliki keterampilan visual level 0, keterampilan verbal level 2, keterampilan logis level 1, keterampilan menggambar tingkat 1, dan keterampilan terapan tingkat 1. Siswa dengan kecerdasan visual-spasial tinggi dan kecerdasan logika-matematika rendah memiliki keterampilan visual tingkat 0, keterampilan verbal tingkat 2, keterampilan logika tingkat 0, keterampilan menggambar tingkat 0, dan keterampilan terapan tingkat 1. Siswa dengan kecerdasan visual-spasial tinggi dan kecerdasan logika-matematika tinggi memiliki keterampilan visual tingkat 0, keterampilan verbal tingkat 2, keterampilan logika tingkat 1, keterampilan menggambar tingkat 1, dan keterampilan terapan tingkat 1.

Kata kunci : *Kemampuan Komunikasi Matematis, Mind Mapping, Inside Outside Circle.*

Abstract: This paper aims to find out the geometry skills of students with different levels of visual-spatial and logic-mathematic intelligence in solving the problem of solid geometry plane surfaces. It is qualitative descriptive research. Interview and test were employed to get data about students' geometry skills in solving the problem of solid geometry plane surfaces. To maintain the worthiness of the data, the researcher implemented the time triangulation method. The data analysis comprised of data reduction, data display, and verification. This research used purposive sampling to determine the subjects. The results of this research indicated that the students with low visual-spatial intelligence and low logic-mathematic intelligence had visual skills level 0, the verbal skills did not reach level 0, the logical skills did not reach level 0, drawing skills of subject RR1 was level 0 and subject RR2 did not reach level 0, and applied skills level 1. The students with low visual-spatial intelligence and high logic-mathematic intelligence had visual skills level 0, verbal skills level 2, logical skills level 1, drawing skills level 1, and applied skills level 1. The students with high visual-spatial intelligence and low logic-mathematic intelligence had visual

skills level 0, verbal skills level 2, logical skills level 0, drawing skills level 0, and applied skills level 1. The students with high visual-spatial intelligence and high logic-mathematic intelligence had visual skills level 0, verbal skills level 2, logical skills level 1, drawing skills level 1, and applied skills level 1..

Keywords : *Geometry skills, logic-mathematic intelligence, visual-spatial intelligence, solid geometry plane surface*

INTRODUCTION

One of the studies in mathematics was geometry. According to KBBI, geometry is a branch of mathematics that describes the nature of lines, angles, areas, and space. Based on the results of Junior High School national examination year 2017/2018 in mathematics, students' absorption of geometry was 41.40% at the national level. The students' absorption at the Central Java was 43.07%. Meanwhile, the students' geometry absorption at the Surakarta was still low, with 53.70%. Similar to the national examination results at SMP Al-Irsyad Surakarta, it indicated that the students' geometry absorption was still low, with 47.55%. It can be concluded that the students' absorption of geometry is low; therefore, geometry is crucial to be learned and becomes an essential concern.

According to Van De Walle in Sofyana & Budiarto (2013), there are five reasons on how important to learn geometry is. They comprise (1) Geometry can provide a more complete appreciation of the world, (2) Geometric explorations can develop problem-solving skills, (3) Geometry plays a crucial role in the study of other areas of mathematics, (4) Geometry is used daily by many people, and (5) Geometry is enjoyable. According to Ruseffendi, the object of which is directly related to mathematics learning activities includes facts, skills, concepts, and rules/principles (Muhassanah, Sujadi, & Riyadi, 2014). Based on Ruseffendi's study, skills are needed to learn geometry. It is therefore necessary to know in advance how and to what extent the student masters the skills. According to Hoffer (1981), there are five skills in the study of geometry: (1) visual skills, (2) verbal skills, (3) drawing skills, (4) logical skills, and (5) applied skills. Additionally, according to Hoffer (1981), the levels of geometric derives from Van Hiele include level 0 (visualization), level 1 (analysis), level 2 (informal deduction), level 3 (deduction), and level 4 (rigor). One of the geometry materials that become a concern at school is solid plane geometry, there are cubes, blocks, prisms, and pyramids. In the national examination, there are several questions related to solid geometry plane surfaces. In the process of thinking about solving geometry problems,

certainly logical-mathematical and visual-spatial intelligence are needed. It is consistent with the results of

research from Putri (2017), which states that there is a positive influence between spatial ability on the geometry ability of students. Rahbarnia research results (Arum, et al., 2018) also showed a positive correlation between logical-mathematical intelligence in solving mathematical problems. Similarly, according to Rozalinah (2016), there is an influence between the logical-mathematical and visual-spatial intelligence to students' problem-solving geometry ability of class IX SMP/MTs in the district Panceng. According to Chatib & Said (2012), logical-mathematical intelligence is intelligence that is related to the ability of reasoning and calculation that exists in students, while visual-spatial intelligence is intelligence that is related to spatial abilities. Ahvan, et al. (2015) also states that visual-spatial and logical-mathematical intelligence are the best predictors of academic achievement.

The purpose of this study are: (1) to describe geometry skills of students with low visual-spatial intelligence and low logical-mathematical intelligence in solving solid plane geometry, (2) to describe geometry skills of students with low visual-spatial intelligence and high logical-mathematical intelligence in solving solid plane geometry, (3) to describe geometry skills of students with high visual-spatial and low logical-mathematical intelligence in solving solid plane geometry, and (4) to describe geometry skills of students with high visual-spatial and high logical-mathematical intelligence in solving solid plane geometry.

METHODOLOGY

This research is a qualitative descriptive study. The students of class VIII A-PK and VIII B-PK SMP Al-Irsyad Surakarta were involved. The researcher used purposive sampling to determine the subject. There were two students with low visual-spatial intelligence and low logical-mathematical intelligence, one student with low visual-spatial intelligence and high logical-mathematical intelligence, one student with high visual-spatial intelligence and low logical-mathematical intelligence, and one student with high visual-spatial intelligence and high logical-mathematical intelligence. Tests and interviews were employed to collect the data. To maintain the worthiness of the data, the researcher used the

time triangulation technique. The data analysis technique included reduction, data presentation, and conclusions.

The pre-research procedures involved designing a research proposal, permitting to the relevant institutions, designing research instruments. The fieldwork phase involved giving intelligence tests of visual-spatial and logical-mathematical, providing skill tests geometry, as well as conducting interviews with the subjects. The data analysis phase included reducing the data reduction, displaying the data, drawing conclusions, and validating the data. Finally, after the data had been collected and analyzed, the researcher wrote a final report.

According to Jabar and Noor (2015) study at junior high school, students with level 0 (visualization) is 8%, level 1 (analysis) is 32%, level 2 (deduction informal) is 40 % as well as students who reach level 3 (formal deduction) is only 1%, and level 4 (rigor) is 0%. It means that junior high school students generally reach level 2 (deduction informal) of geometry thinking, so the problems that will be used is about at level 0 to 2.

Table 1. Geometry Skills Indicators in the solid geometry plane surface material based on Hoffer (1981)

Skills	Level	Indicator
Visual	0	Can recognize the different figures of solid plane geometry
	1	Can notice the properties of figures
	2	Can recognize interrelationships between different types of figures
Verbal	0	Can classify the name of a given solid plane geometry
	1	Can describe accurately various properties of a figure
	2	Can formulate accurate and concise definitions
Drawing	0	Can make sketches of figures accurately and label each part
	1	Can use the given properties of figures to draw or construct the figures
	2	Can give a specific figure and construct another figure related to the given ones
Logical	0	Can realize that there are differences and similarities among figures
	1	Can understand that figures can be classified into different types
	2	Can use properties of figures to determine whether or not one class of figures is contained in another class
Applied	0	Can identify solid plane geometry in the physical object
	1	Can recognize geometric properties of the physical object
	2	Can understand the concept of a mathematical model that represents relationship between the objects

The categorization of visual-spatial intelligence and logical-mathematical intelligence based on Carter (2009).

Table 2. Category of Intelligence According to Philip Carter

Category	Score
Extraordinary	10
Superior	8-9
Very Good	7
Well	5-6
Average	4

Table 3. Category of Intelligence in This Research

Category	Score
High	$7 \leq x \leq 10$
Moderate	$4 \leq x < 7$
Low	$0 \leq x < 4$

RESULT AND DISCUSSION

Tests of visual-spatial and logical-mathematical intelligence were held on March 28th, 2019. Then the students were given a test of skill geometry. After seeing the results of visual-spatial and logical-mathematical intelligence tests grouped by category, and seeing the answers to geometry skills tests, the researcher selected five subjects to be interviewed. The subjects were two subjects with low visual-spatial intelligence and low logical-mathematical intelligence (RR1 and RR2), one subject with low visual-spatial intelligence and high logical-mathematical intelligence (RT), one subject with high visual-spatial intelligence and low logical-mathematical intelligence (TR), and one subject with high visual-spatial intelligence and high logical-mathematical intelligence (TT).

Based on the exposure data and analysis that have been done, the geometry skills of students with visual-spatial intelligence and logical-mathematical intelligence in solving solid plane geometry were revealed.

1) Geometry Skills of Students with Low Visual-Spatial Intelligence and Low Logical-Mathematical Intelligence

The finding revealed that RR1 and RR2 could recognize and mention the various names of solid plane geometry, but could not indicate the requested properties. Meanwhile, RR1 and RR2 were still confused about space diagonal and diagonal plane; therefore, they were wrongly showing the answer. It indicated that the students' visual skills possessed at level 0.

Further, RR1 and RR2 could find a description that indicated a solid geometry plane yet were not able to find all the appropriate columns. It indicated that the students can not classify the name of a given solid plane geometry, so the students' verbal skills did not reach level 0.

RR1 could not see the similarity of the properties between two figures. The differences were not written entirely. Similarly, the subject RR2 was not able to precisely locate the similarities and differences between the two figures. It shows that the logical skills of RR1 and RR2 did not reach level 0. The following figure is the work of the students.

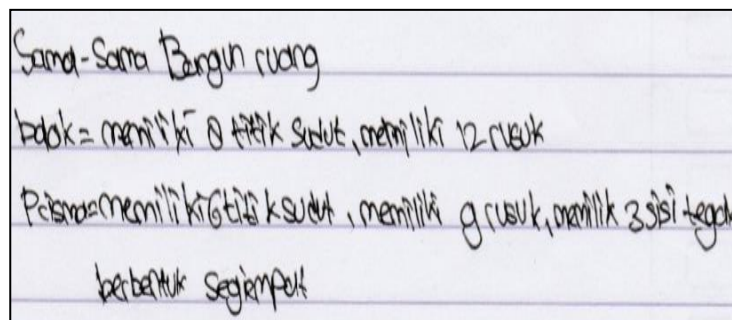


Figure 1. RR1's Answer Sheet of Geometry Skills Test I No.3a and 3b

RR2 could sketch the requested geometry, yet was not labeling the figure. Meanwhile, RR1 could sketch and even label a requested figure as shown in the following figure.

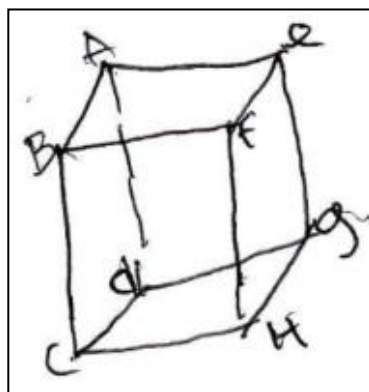


Figure 2. Sketch Made by RR1 on Interview I

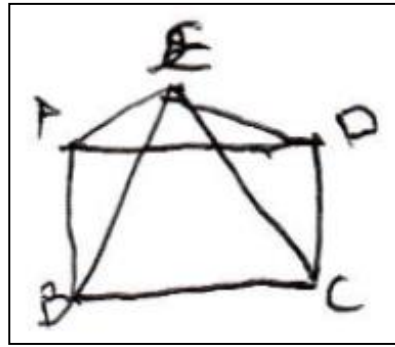


Figure 3. Sketch Made by RR1 on Interview II

Furthermore, RR1 and RR2 did not sketch a figure according to the description, although they knew what the description meant. It showed that RR1 had level 0 at drawing skills, and RR2 did not reach level 0.

RR1 and RR2 could identify solid plane geometry in the physical object and could recognize the properties of the physical object. However, they could not calculate the volume and surface area as well as apply the formula in the object. It indicated that RR1 and RR2 had level 1 at applied skills.

Although RR1 and RR2 had the same level of intelligence, there were still differences in their drawing skills. These differences occurred because RR2 was still entirely confused when asked to sketch a solid geometry plane so that sometimes he was drawing inappropriately and lacking in labeling. Confusion might occur because RR2 was not accustomed to the form of solid geometry in detail, for example, simply call a pyramid or prism, instead of a triangular prism, quadrilateral pyramid, and more. It is therefore the applied skills of RR1 and RR2 were at level 1. It might occur because, in applied skills, the picture shown was an image of objects that exist around the subject. Thus the subject was able to recognize their physical characteristics, even though the visual skills of RR1 and RR2 could not show the requested geometrical properties.

2) Geometry Skills of Students with Low Visual-Spatial Intelligence and High Logical-Mathematical Intelligence

Subject RT could recognize the different figures of solid plane geometry with a reason, but he could not show the requested properties. RT was still confused about the properties of the solid plane geometry. It indicated that the visual skills of RT at level 0.

Moreover, RT could find all columns that described the requested solid plane geometry. RT could also describe the properties of the requested solid plane geometry and make the definition of that. It showed that RT's verbal skills at level 2.

Bangun ruang Limas adalah bangun yang memiliki satu titik puncak, sisi tegaknya berbentuk segitiga, dan hanya ada satu alas.

Figure 4. RT's Answer Sheet of Geometry Skills Test No.2c

RT could recognize the similarities and differences between the two solid plane geometry. RT could also understand that specific figures could be classified into different types. However, they could not use the exact properties of those figures to determine whether or not they contained in another class. It showed that RT's logical skills were at level 1.

Moreover, RT could sketch the requested solid plane geometry and give the label. Subject RT could also sketch or create geometrical drawings following the description being given, that are having 9 ribs with a length of 5 cm, 6 vertex points, 2 triangular shaped sides, and 3 rectangular shaped sides. The following figures are the students' results in illustrating solid plane geometry.

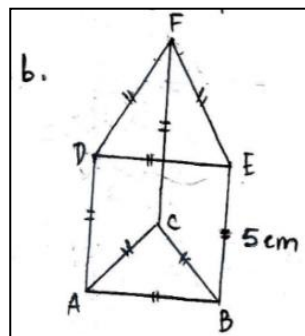


Figure 5. RT's Answer Sheet of Geometry Skills Test I No.4b

RT are also asked to draw sketches with the characteristics of having 12 ribs, 8 vertex points, 4 ribs on the base and lid, 4 rectangular shaped on vertical sides, the opposite sides are congruent, length of base ribs is 2 cm and for vertical ribs is 4 cm. The following figures are the students' results in illustrating solid plane geometry.

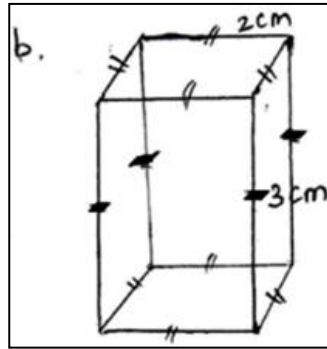


Figure 6. RT's Answer Sheet of Geometry Skills Test II No.4b

Figure 5 and figure 6 showed that RT made a geometrical sketch by providing information according to the given description. RT could not construct another figure related to the given ones; thus, he had level 1 at drawing skills.

RT could identify solid plane geometry in physical objects and recognize the physical properties of those objects. However, RT was not able to apply mathematical concepts into the object, which was indicated his inability to find out the surface area and volume of the object. Basically, RT learned the formula that could be applied to the object. In certain parts, RT did not know how to apply them. It showed that RT had level 1 at applied skills.

From the previous analysis, it can be identified that RT's verbal skills at level 2 and logical skills at level 1, but for the visual skills of RT at level 0. At the test of logic skills, verbal skills, and visual skills equally related to the characteristics or properties of a structure, but the results could be different. It might occur because of visual skills influence. The subjects were asked to indicate the properties of solid plane geometry that require sight or observation; thus, it indicated that visual-spatial intelligence played a significant role. Meanwhile, at the verbal skills and logical skills, the subject was only asked to mention the properties that might be influenced by the capacity of the subject's thought. Besides, the description of some solid plane geometry was provided in verbal skills. Therefore, RT could conclude based on the description by paying attention to the relationship between the descriptions.

3) Geometry Skills of Students with High Visual-Spatial Intelligence and Low Logical-Mathematical Intelligence

TR could recognize and mention the name of different figures with a reason, but he could not indicate the requested properties. It happened because TR did not adequately

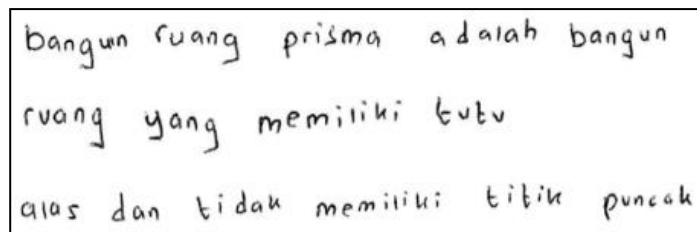
understand the properties of solid plane geometry; thus, he made a mistake when showing the required properties. It revealed that TR had level 0 at visual skills.

Further, TR could find all the columns that contain the requested descriptions of solid plane geometry as well as give a reason in selecting those columns. Subject TR could also describe the properties of the requested solid plane geometry, as stated in the following interview.

P : “Hem yes. Now try to make a definition of pyramid!”

TR : “A pyramid is a solid geometry that has one base, a cusp, and also the upright side is triangular in shape.”

This following picture is the answer written on TR’s geometry skills tests.



Bangun ruang prisma adalah bangun ruang yang memiliki kutub alas dan tidak memiliki titik puncak

Figure 7. TR’s Answer Sheet on Geometry Skills Test II No.2c

Based on interviews and answer sheets, it was known that TR could make the definition of the requested geometry. It pointed out that TR had level 2 at verbal skills. Further, TR could recognize and mention the similarities and differences between the two requested figures, yet he did not classify a particular solid plane geometry into another type. It showed that TR had level 0 at logical skills.

TR could draw or sketch the requested solid geometry, that are prism and pyramid, and give a label; however, he was not able to sketch solid geometry following the given description. It indicated that TR had level 0 at drawing skills. Figure 8 and Figure 9 below shows the geometrical drawings made by TR for prism and pyramid.

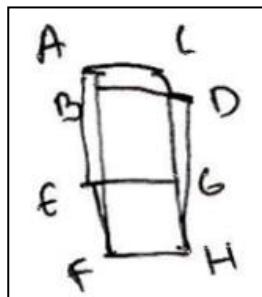


Figure 8. Sketch Made by TR on Interview I

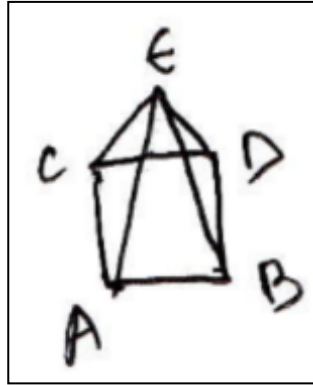


Figure 9. Sketch Made by TR on Interview II

Furthermore, TR could identify the requested solid plane geometry in physical objects. TR could also mention the physical properties of the object, but he was not able to implement a geometrical formula to find the volume and surface area of the object. TR found confusion in finding the size of the object in question; hence, he could not use the formula. It pointed out that TR had level 1 at applied skills.

4) Geometry Skills Students with High Visual-Spatial Intelligence and High Logical-Mathematical Intelligence

TT could recognize and mention the name of the different figures with reasons. However, when TT was asked to indicate the properties of the requested, namely space diagonal and plane diagonal, he made a mistake. It pointed out that TT had level 0 at visual skills.

TT could find all columns containing a description of the requested solid geometry and the reasons for choosing those columns. TT could also interpret sentences in the description; hence, they could choose specific columns. TT could provide a reason or a key in selecting the column, for instance, pyramid having a cusp so that he chose the column that had the description. Furthermore, TT identified the reason by counting the ribs described in the selected columns earlier. While opting for a column that contained a description prism, he considered a description that had the base and lid, then looked at the shape of the upright. The way TT in choosing this column was already well structured. TT was able to describe the properties of the pyramid and prism in general. He did not refer to one form of each solid geometry or referring to one column that described solid geometry. It indicated that TT had already understood the properties and characteristics of a solid geometry broadly and presented all forms of the requested solid geometry. TT

could define pyramid and prism that could to be applied to all forms. It pointed out that TT had level 2 at verbal skills.

TT could recognize and mention the similarities and differences of the requested geometry. TT could also classify particular solid geometry in other types using geometrical properties. However, TT could not provide the conditions for solid geometry that could be referred to another class. It showed that TT has level 1 at logical skills.

Further, TT could sketch the requested solid plane geometry. The following figure shows the drawings made by TT.

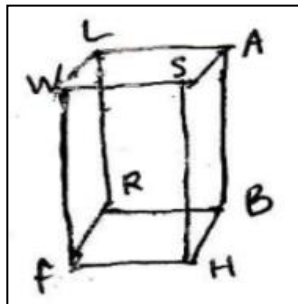


Figure 10. Sketch Made by TT on Interview I

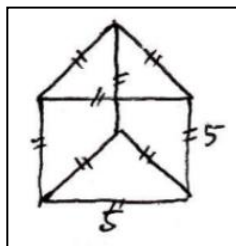


Figure 11. Sketch Made by TT on Interview II

In Figure 11, it can be seen that TT can sketch a prism according to the characteristics mentioned, which has 9 ribs with a length of 5 cm, 6 vertex points, 2 sides of a triangle, and 3 sides of a square. It showed TT could sketch the requested solid plane geometry that fitted to the description. TT could not construct another figure of solid plane geometry from the given figure. It pointed out that TT has level 1 at drawing skills.

TT could identify the requested solid plane geometry in physical objects. TT could also mention the physical properties of the object, indicating that the object was indeed the solid geometry. Nevertheless, TT could not seek the surface area and volume of the object. TT was having confusion when trying to apply the known formula because he did not know the actual size. It showed had TT has level 1 at applied skills.

Based on the previously presented analysis, it can be summarized that students with different levels of intelligence had different skill levels. It was discovered that students with different levels of intelligence had the same level of visual skills and applied skills. This study also revealed that visual-spatial intelligence was not a significant difference in the geometry skills of the students. Logical-mathematical intelligence provided a significant difference, as shown by the students with low visual-spatial intelligence and high logical-mathematical intelligence had better geometry skills than students with high visual-spatial intelligence and low logical-mathematical intelligence. It was entirely different from Hayati's research (2017), which revealed that visual skills and applied skills of students with high visual-spatial intelligence was better than students with low visual-spatial intelligence.

Those differences might be due to the experience of the subject, such as the ability to observe and indicate the properties of solid geometry through the image was still low. Thus, the subject was not accustomed to the use of visual skills. It showed that if the learning strategies used were different, the attention and interest shown by students would also be different. It would affect the level of geometry skills and certainly give different learning outcomes. It was in accordance with research conducted by Sood (2013) and Fadillah (2013) and Uno (1996), who concluded that the teaching strategies used could influence students learning outcomes in geometry.

CONCLUSIONS AND RECOMMENDATION

Based on previously explained findings, the researcher concluded that students with low visual-spatial and low logical-mathematical intelligence have visual skills at level 0. Meanwhile, students' verbal skills do not reach level 0, as well as their logic skills do not reach level 0. RR1 and RR2 have a different level of drawing skills, respectively, level 0 and below level 0. Both subjects have level 0 at applied skills. Further, students with low visual-spatial intelligence and high logical-mathematical intelligence have visual skills at level 0, verbal skills at level 2, logical skills at level 1, drawing skills at level 1, and applied skills at level 1. Students with high visual-spatial intelligence and low logical-mathematical intelligence have visual skills at level 0, verbal skills at level 2, logical skills at level 0, drawing skills at level 0, and applied skills at level 1. Students with high visual-spatial intelligence and high logical-mathematical intelligence have visual skills at level 0, verbal

skills at level 2, logical skills at level 1, drawing skills at level 1, and applied skills at level 1.

This study can be used for teachers in designing a suitable learning model in the classroom, for instance, the discovery learning model. That model help students to understand the concept of the material because they will be directed to find things related to learning, such as the formula contained in the material so that they have long term memory toward the lessons being learned. Students need more practice in solving varied problems about solid plane geometry, such as open-ended questions or critical thinking questions. In solving the problems, students have to be able to understand the words contained in the question; clearly, they should be able to interpret what the problems mean. The students need to pay attention to the details of the problems by making a note. Furthermore, students should remember the concepts of the material that may be related to the information in the questions and choose the right formula to be used in solving problems. Students also have to write answers clearly, and write the answers in sentence form if needed. If the students find it difficult, they may create an illustration to help to remember the concept or see the relationships among the problems.

For other researchers who have the same interest, they further may try to explore different materials and levels with the same or another point of view. The views may comprise based on cognitive style or learning style. Another preference may only focus on one skill that contains geometry skills. Finally, the results of this study can also be used for comparison and reference for similar research.

REFERENCES

- Arum, Kusmayadi, & Pramudya. (2018). Students' Logical-Mathematical Intelligence Profile. *IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Ser. 1008 012071*
- Ahvan, Y.R., Zainalipour, H., Jamri, M., & Mahmoodi, F. (2015). The Correlation between Gardner's Multiple Intelligences and the Problem-solving Styles and their Role in the Academic Performance Achievement of High School Students. *European Online Journal of Natural and Social Sciences*, 5(1), 32-39. **Diperoleh 25 November 2019, dari** <https://pdfs.semanticscholar.org>
- Carter, Philip. (2009). *Tes IQ dan Tes Kepribadian. Terj. Ati Cahayani*. Jakarta : PT Indeks

- Chatib, M & Said, A. (2012). *Sekolah Anak-Anak Juara : Berbasis Kecerdasan Jamak dan Pendidikan Berkeadilan*. Bandung: Kaifa
- Fadillah. (2013). *Pengaruh Penerapan Strategi Guided Note Taking Yang dipadukan dengan Strategi Everyone Is a Teacher Here Terhadap Keterampilan Pemecahan Masalah Geometri Pada Pokok Bahasan Segiempat*. Skripsi. IAIN Syekh Nurjati, Cirebon.
- Faller, Jubilo, Espera. (2016). E-Learning Approach and Logical Mathematical & Spatial Intelligence in Learning Solid Geometry. *The Asian Conference on Technology in the Classroom 2016: Official Conference Proceedings*
- Hayati, Puji. (2017). *Analisis Tingkat Keterampilan Geometri Berdasarkan Tahap Berpikir Van Hiele Ditinjau dari Kecerdasan Spasial Siswa Kelas IX SMP Negeri 4 Bandar Lampung*. Skripsi. Universitas Islam Negeri Raden Intan, Lampung
- Hoffer. (1981). Geometry Is More Than Proof. *NCTM Journal : The Mathematics Teacher*, 74(1), 11-18
- Jabar, A & Noor, F. (2015). Identifikasi Tingkat Berpikir Geometri Siswa SMP Berdasarkan Teori Van Hiele. *JPM IAIN Antasari*, 2(2), 19-28
- Muhassanah, N, Sujadi, & Riyadi. (2014). Analisis Keterampilan Geometri Siswa Dalam Memecahkan Masalah Geometri Berdasarkan Tingkat Berpikir Van Hiele. *Jurnal Elektronik Pembelajaran Matematika*, 2(1), 54-66. Diperoleh 4 Januari 2019, dari <https://jurnal.fkip.uns.ac.id/index.php/s2math/article/view/3639/2546>
- Putri, A.H. (2017). Pengaruh Kemampuan Spasial Terhadap Kemampuan Geometri Pada Peserta Didik Kelas VII SMP Swasta Di Kecamatan Kebomas Gresik. *Jurnal Pemikiran Pendidikan*, 23(2), 114-121
- Rozalinah, Ema. (2016). *Pengaruh Kecerdasan Logis-Matematis dan Kecerdasan Visual-Spasial Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Geometri Peserta Didik Kelas IX SMP/MTS di Kecamatan Panceng*. Thesis. Universitas Muhammadiyah, Gresik
- Sofyana & Budiarto. (2013). Profil Keterampilan Geometri Siswa SMP dalam Memecahkan Masalah Geometri Berdasarkan Level Perkembangan Berpikir Van Hiele. *Jurnal Elektronik Matematika*, 2(1), 98-105. Diperoleh 4 Januari 2019, dari <https://jurnalmahasiswa.unesa.ac.id/index.php/mathedunesa/article/view/1220>
- Sood, V. (2013). Effect of Mastery Learning Strategies on Concept Attainment In Geometry Among Highschool Students. *International Journal of Behavioral Social and*

Movement Sciences, 2(2), 144-155. Diperoleh 25 November 2019, dari
<https://pdfs.semanticscholar.org>

Uno, H.B. (1996). Pengaruh Strategi Pengajaran dan Gaya Kognitif terhadap Perolehan Belajar Geometri di Sekolah Menengah Umum. *Jurnal Ilmu Pendidikan*, 3(3), 211-227. Diperoleh 12 Oktober 2019, dari
<http://journal.um.ac.id/index.php/jip/article/view/1749/1590>

KOMPARASI MODEL PEMBELAJARAN MIND MAPPING DAN INSIDE OUTSIDE CIRCLE TERHADAP KEMAMPUAN KOMUNIKASI MATEMATIS SISWA

Comparison of Mind Mapping and Inside Outside Circle Learning Model on Mathematical Communication Students'

N Mutiara Irfadillah^{1*}, Puji Lestari^{2*}

¹SMKS Ma'arif Banyuresmi, Garut, Indonesia

Sukakarya, Banyuresmi, Kabupaten Garut, Jawa Barat 44191

²Pascasarjana, Universitas Siliwangi, Tasikmalaya, Indonesia

Jl. Siliwangi No.24, Kahuripan, Kec. Tawang, Tasikmalaya, Jawa Barat 46115

*korespondensi, tel/fax : 0813-95130540, email: pujilestari@unsil.ac.id

Abstrak: Tujuan penelitian ini yaitu menelaah implementasi kedua model tersebut terhadap kemampuan komunikasi matematis siswa. Metode penelitian yang digunakan adalah kuasi eksperimen dengan sampel sebanyak 62 siswa yang dipilih secara purposive sampling yang berasal dari dua kelas yaitu kelas *Mind Mapping* dan kelas *Inside Outside Circle*. Instrumen yang digunakan adalah tes uraian kemampuan komunikasi matematis dan angket yang telah divalidasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kemampuan komunikasi matematis siswa yang mendapatkan model pembelajaran *Mind Mapping* dan *Inside Outside Circle* tidak berbeda secara signifikan, dengan kualitas peningkatan kemampuan komunikasi matematis dari kedua kelas tersebut berdasarkan uji gain ternormalisasi berada pada kategori sedang. Jika dilihat dari frekuensi siswa yang mencapai KKM, keduanya masih kurang dari 75% sehingga implikasi dari kedua model pembelajaran tersebut belum dapat dikatakan baik. Namun begitu, respon siswa terhadap model pembelajaran yang diberikan

Kata kunci : *Kemampuan Komunikasi Matematis, Mind Mapping, Inside Outside Circle.*

Abstract: The purpose of this study is to examine the two models' implementation for students' mathematical communication skills. The research method used was a quasi-experiment with a sample of 62 students selected by purposive sampling from two classes, namely Mind Mapping class and Inside-Outside Circle class. The instrument used was a test description of mathematical communication skills and a validated questionnaire. The results showed that the mathematical communication skills of students who obtained Mind Mapping and Inside-Outside Circle learning models did not differ significantly, with the quality of improving mathematical communication skills of the two classes based on the normalized gain test being in the medium category. When viewed from the frequency of students who reach the KKM, both are still less than 75%, so the two learning models' implications cannot be said to be good. However, students' responses to the learning models provided showed reactions with the right interpretation.

Keywords : *Communication Mathematics Ability, Mind Mapping, Inside Outside Circle*

PENDAHULUAN

Komunikasi merupakan cara dalam mengungkapkan ide, pemikiran ataupun opini baik dalam bentuk lisan maupun tulisan. Dalam matematika, mengungkapkan ide, gagasan ataupun

pemahaman dapat diungkapkan dalam komunikasi matematis. Komunikasi matematis memiliki peran penting dalam bidang matematika ataupun pendidikan matematika, karena dengan komunikasi matematis dapat memperjelas pemahaman yang mendalam mengenai matematika. Berbagai sumber dalam Umar (2012) mengungkapkan pentingnya komunikasi matematis, diantaranya adalah memberikan kesempatan yang luas kepada para siswa untuk mengembangkan dan mengintegrasikan keterampilan berkomunikasi melalui *modeling, speaking, writing, talking, drawing*, serta mempresentasikan apa yang telah dipelajari. Menurut Syaban (dalam Purwanti & Ahmad, 2016), siswa yang sedang mempelajari matematika seakan-akan mereka berbicara dan menulis tentang apa yang mereka sedang lakukan. Menulis mengenai matematika mendorong siswa untuk merefleksikan pekerjaan mereka dan mengklarifikasi ide-ide untuk mereka sendiri.

Untuk dapat mengoptimalkan kemampuan komunikasi matematis siswa, diperlukan sebuah *treatment* yang dapat merangsang siswa untuk aktif, memberikan semangat belajar yang kuat untuk belajar matematika serta menimbulkan minat belajar matematika yang tinggi kepada siswa. *Treatment* tersebut terfasilitasi dalam pemberian model pembelajaran yang dirasa tepat untuk diberikan kepada siswa. Model pembelajaran tersebut diantaranya *Mind Mapping* dan *Inside Outside Circle* yang selanjutnya disebut IOC.

Konsep *Mind Mapping* asal mula diperkenalkan oleh Tony Buzan tahun 1970-an. Teknik ini dikenal juga dengan nama *Radiant Thinking*. Menurut Silberman pada tahun 1996 (dalam Shoimin, 2014) mengemukakan bahwa *Mind Mapping* atau pemetaan pikiran merupakan cara kreatif bagi tiap pembelajaran untuk menghasilkan gagasan, mencatat apa yang dipelajari, atau merencanakan tugas baru berupa *Concept Map*. Pembuatan *Concept Map* dapat membantu mengatasi kesulitan siswa dalam memahami pokok masalah sehingga siswa dapat mengetahui apa yang hendak ditulis serta bagaimana mengorganisasi gagasan. *Mind Mapping* merupakan model pembelajaran dengan teknik penyusunan catatan dalam bentuk peta yang berisi tentang ide-ide pikiran yang telah dirangkum. Menurut Hernowo (dalam Shoimin, 2014) mengemukakan bahwa pemetaan pikiran merupakan cara yang sangat baik untuk menghasilkan dan menata gagasan sebelum memulai menulis.

Model pembelajaran IOC merupakan model pembelajaran yang dikembangkan oleh Spencer Kagan pada tahun 1990. Menurut Kagan pada tahun 1990 (dalam Huda, 2013). Model pembelajaran IOC merupakan pembelajaran yang menekankan siswa dalam menyampaikan informasi dengan sistem pembelajaran lingkaran kecil dan besar dimana siswa akan saling bertukar informasi secara bergiliran dengan singkat dan teratur.

Berdasarkan hasil penelitian Hidayat & Kusmanto (2016) menunjukkan bahwa model *Mind Mapping* memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kemampuan matematis. Penelitian Hidayanti, Darminto, & Nugraheni (2019) menunjukkan bahwa model pembelajaran IOC dapat memberikan hasil belajar matematika yang lebih baik. Hasil tersebut merupakan dampak adanya tahapan yang melibatkan aktivitas siswa. Dengan demikian kedua model pembelajaran tersebut, diharapkan mampu mengoptimalkan kemampuan komunikasi matematis siswa.

Beragam riset diantaranya Putra (2015); Madio (2016); Yunisha, R., Prahmana, R.C.I., & Sukmawati, K.I. (2016); Hodiyo (2017) mengungkapkan bahwa beberapa model pembelajaran yang sifatnya *cooperative learning* terbukti mampu mengoptimalkan kemampuan komunikasi siswa. Berdasarkan hal tersebut, maka tujuan penelitian ini adalah membandingkan kemampuan komunikasi matematis siswa yang mendapatkan model pembelajaran *Mind Mapping* dan *Inside Outside Circle*.

METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini, metode yang digunakan oleh peneliti adalah *Quasi Eksperiment Design*. Hal ini dikarenakan subjek yang akan diteliti merupakan siswa yang terdaftar di kelas masing-masing, sehingga tidak memungkinkan untuk membuat kelompok baru secara acak. Selain itu pada penelitian ini peneliti membagi sampel penelitian menjadi dua kelompok. Kelompok yang diberikan perlakuan model pembelajaran *Mind Mapping* sebagai kelas eksperimen I sebanyak 30 siswa, dan kelompok yang diberikan perlakuan model pembelajaran IOC sebagai kelas eksperimen II sebanyak 32 siswa. Subjek penelitian merupakan siswa kelas X pada salah satu SMAN di kabupaten Garut.

Pada pertemuan awal, kedua kelas terlebih dahulu diberikan tes awal (*pretest*) berupa instrumen kemampuan komunikasi matematis yang sebelumnya telah divalidasi. Adapun tujuan pemberian *pretest* ini untuk mengetahui kesamaan kemampuan awal dari masing-masing kelas. Kemudian dilakukan kegiatan pembelajaran dengan diberikan perlakuan sesuai model pembelajaran yang diterapkan pada masing-masing kelas selama 6 (enam) pertemuan. Setelah itu, pada pertemuan terakhir kedua kelas tersebut diberikan tes akhir (*posttest*) yaitu instrumen yang sama dengan *pretest*, serta angket untuk mengetahui respon siswa terhadap pembelajaran yang telah dilaksanakan selama penelitian.

Adapun langkah-langkah dalam penerapan model pembelajaran *Mind Mapping* merujuk pada pendapat Hidayat (dalam Munawaroh, 2014). Untuk langkah-langkah model

pembelajaran IOC adalah sebagai berikut: 1) Guru membagi siswa menjadi kelompok yang terdiri dari 3-4 orang; 2) Tiap-tiap kelompok mendapat tugas mencari informasi berdasarkan pembagian tugas dari guru; 3) Setiap kelompok belajar mandiri, mencari informasi berdasarkan tugas yang diberikan; 4) Setelah selesai, seluruh siswa berkumpul membaaur (tidak berdasarkan kelompok); 5) Separuh kelas lalu berdiri membentuk lingkaran kecil dan menghadap keluar; 6) Separuh kelas lainnya membentuk lingkaran diluar lingkaran pertama, menghadap kedalam; 7) Dua siswa yang berpasangan dari lingkaran kecil dan besar berbagi informasi. Pertukaran informasi ini bisa dilakukan oleh semua pasangan dalam waktu yang bersamaan; 8) Kemudian siswa berada di lingkaran kecil diam ditempat, sementara siswa yang berada di lingkaran besar bergeser satu atau dua langkah searah jarum jam; 9) Sekarang giliran siswa berada di lingkaran besar berbagi informasi. Demikian seterusnya, sampai seluruh siswa selesai berbagi informasi; 10) Pergerakan baru dihentikan jika anggota kelompok lingkaran dalam dan luar sebagai pasangan asal bertemu kembali; dan 11) Guru memberikan evaluasi atau latihan soal mandiri.

Tabel 1 Data Hasil Penelitian

Ket	<i>Mind Mapping</i>		IOC	
	<i>Pre Test</i>	<i>Post Test</i>	<i>Pre test</i>	<i>Post test</i>
Jumlah Siswa	30		32	
Skor Max	11	25	12	24
Skor Min	2	8	2	11
Rata-rata \bar{x}	5,07	16,90	5,81	17,91
rata %	19,49	65	22,36	68,87
Simpangan Baku	2,59	5,11	2,56	3,30
Gain Ternormalisasi	0,58		0,60	

Berdasarkan Tabel 1, diperoleh informasi bahwa selisih dari rata-rata kedua kelas hanya memperoleh sebesar 2,87%. Secara angka, selisih tersebut menunjukkan tidak berbeda secara signifikan. Begitupun nilai Gain Ternormalisasi kedua kelas juga keduanya mengalami peningkatan dengan interpretasi sedang. Untuk mengetahui lebih detail, maka akan diuji secara statistik dengan sebelumnya dilakukan uji persyaratan yaitu uji normalitas dan uji homogenitas variansi data.

Tabel 2 Hasil Uji Normalitas Data *Pretest*

Kel	L_{maks}	L_{tabel}	Kriteria
<i>Mind Mapping</i>	0,18	0,16	Tidak berdistribusi normal
IOC	0,19	0,16	Tidak berdistribusi normal

Berdasarkan Tabel 2 di atas, diperoleh data *pretest* kedua kelas yaitu *Mind Mapping* dan IOC menunjukkan bahwa data tidak berdistribusi normal, sehingga uji statistik selanjutnya menggunakan statistika non parametrik yaitu Uji *Mann Whitney*. Setelah dilakukan perhitungan maka diperoleh hasil yang menunjukkan nilai $z_{hitung} = 1,19 < z_{tabel} = 1,96$ sehingga diperoleh kesimpulan bahwa terdapat kesamaan kemampuan awal yang signifikan antara siswa yang mendapatkan model pembelajaran *Mind Mapping* dan IOC.

Selanjutnya perhitungan dilanjutkan kepada hasil *posttest* dengan terlebih dahulu dilakukan uji persyaratan yaitu uji normalitas dan uji homogenitas variansi data.

Tabel 3 Hasil Uji Normalitas Data *Posttest*

Kel	L_{maks}	L_{tabel}	Kriteria
<i>Mind Mapping</i>	0,10	0,16	Berdistribusi Normal
IOC	0,12	0,16	Berdistribusi Normal

Berdasarkan Tabel 3 di atas, diperoleh informasi bahwa kedua kelas berdistribusi normal sehingga selanjutnya dilakukan perhitungan menggunakan Uji Homogenitas Dua Varians. Setelah dilakukan perhitungan diperoleh nilai $F_{hitung} = 2,40 > F_{tabel} = 1,84$ maka H_0 ditolak dan H_a diterima, sehingga dapat disimpulkan bahwa kedua varians tidak homogen. Karena kedua varians tidak homogen maka selanjutnya untuk menguji perbedaan kemampuan akhir dilakukan perhitungan menggunakan Uji- t' . Setelah dilakukan perhitungan diperoleh nilai $t' = -0,92 < nk = \pm \frac{w_1 t_1 + w_2 t_2}{w_1 + w_2} = 2,05$ dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan kemampuan komunikasi matematis antara siswa yang mendapatkan model pembelajaran *Mind Mapping* dan IOC.

Berdasarkan hasil uji hipotesis, kemampuan komunikasi matematis siswa kelas *Mind Mapping* dan IOC tidak memiliki perbedaan yang signifikan, namun tetap kedua kelas mengalami peningkatan.

Tabel 4 Rekapitulasi Ketuntasan Masing-Masing Indikator

Kel	Nomor Indikator Kemampuan Komunikasi Matematis				
	1	2	3	4	5
<i>MM</i>	T	TT	T	TT	TT
IOC	T	TT	T	TT	TT

Keterangan:

T : Tuntas

TT : Tidak Tuntas

Pada Tabel 4 diperoleh informasi bahwa kedua kelas penelitian mencapai ketuntasan yang sama pada dua indikator yaitu indikator 1 dan 3 dan mencapai ketidaktuntasan yang sama pula pada tiga indikator lainnya yaitu indikator 2, 4, dan 5. Hal ini berarti bahwa kedua kelas sama memiliki ketuntasan yang masih belum bisa dikatakan baik karena memiliki 3 indikator yang belum tuntas.

Tabel 4 Data Sikap Siswa Keseluruhan

Kelas	Aspek	Jumlah	Total	Ket
MM	Model Pembelajaran	1054	1711	Baik
	Soal Kemampuan Komunikasi Matematis	657		
IOC	Model Pembelajaran	1110	1794	Baik
	Soal Kemampuan Komunikasi Matematis	684		

Secara keseluruhan selama enam kali pertemuan untuk kelas *Mind Mapping* dan kelas IOC, kedua kelas bisa mengikuti proses pembelajaran dengan baik. Hal ini diperoleh dari hasil data sikap siswa secara keseluruhan pada Tabel 5 yang menunjukkan bahwa kedua kelas memperoleh kategori baik terhadap model pembelajaran dan soal kemampuan komunikasi matematis.

Dengan ini peneliti beranggapan bahwa terdapat faktor-faktor lain yang turut mempengaruhi tidak terjadinya perbedaan kemampuan komunikasi matematis antara siswa yang mendapatkan model pembelajaran *Mind Mapping* dan IO,. Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh kesamaan dari kelebihan model pembelajaran *Mind Mapping* dan IOC diantaranya dapat menjadikan siswa terlibat aktif dan berani dalam menyampaikan pendapatnya, siswa lebih mudah memahami serta mendapatkan informasi dari teman nya, dan suasana pembelajaran menjadi menyenangkan karena berbeda dari biasanya. Selain kelebihan, terdapat pula kesamaan dari segi kelemahan model pembelajaran *Mind Mapping* dan IOC adalah keterbatasan beberapa siswa dalam memperoleh informasi yang didapat dari teman nya. Dilihat dari proses pembelajaran, pada kelas *Mind Mapping* dan kelas IOC untuk keterlibatan dan keaktifan siswa yang diperoleh dari hasil lembar observasi menunjukkan bahwa rata-rata persentase-nya dapat dikatakan baik berada pada persentase sebesar 51% – 75%.

Dari berbagai penelitian yang telah peneliti pelajari bahwa telah terdapat berbagai penelitian yang melibatkan variabel penelitian baik satu maupun dua dari variabel penelitian yang diteliti pada penelitian ini. Akan tetapi, belum ada penelitian yang melibatkan antara dua variabel bebas dan satu variabel terikat pada penelitian ini sehingga hal ini merupakan kebaruan dari penelitian ini.

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisis serta pembahasan secara keseluruhan terhadap data penelitian disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan kemampuan komunikasi matematis antara siswa yang mendapatkan model pembelajaran *Mind Mapping* dan IOC. Kualitas peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa yang mendapatkan model pembelajaran *Mind Mapping* dan IOC berdasarkan hasil analisis data gain ternormalisasi keduanya memperoleh interpretasi sedang. Begitu pula, sikap siswa terhadap kemampuan komunikasi matematis dengan menggunakan model pembelajaran *Mind Mapping* dan IOC, jika dilihat secara umum maupun dari masing-masing indikator dan skala sikap tiap individu menunjukkan interpretasi baik.

REFERENSI

- Hidayanti, R., Darminto, B. P., dan Nugraheni, P. (2019). Studi Komparasi Hasil Belajar Matematika antara Model Pembelajaran Kooperatif *Inside-Outside Circle* dan *Round Club* pada Siswa Kelas VII SMP Muhammadiyah Purworejo. *Prosiding Sendika*, 5(1), 279-284. Diambil dari <http://eproceedings.umpwr.ac.id/index.php/sendika/article/download/723/621>
- Hidayat, F. dan Kusmanto, H. (2016). Pengaruh Metode *Mind Mapping* dan Model Pembelajaran Kooperatif Tipe *Think Pair Share* terhadap Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa. *Eduma*, 5(1), 36-46. Diambil dari <https://core.ac.uk/download/pdf/147420364.pdf>
- Hodiyanto. (2017). Pengaruh Model Pembelajaran *Problem Solving* Terhadap Kemampuan Komunikasi Matematis Ditinjau dari Gender. *Jurnal Riset Pendidikan Matematika 4* (2), 219-228. Diambil dari <https://journal.uny.ac.id/index.php/jrpm/article/view/15770>
- Huda, M. (2014). *Model-model Pengajaran dan Pembelajaran*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Madio, S.S. (2016). Pengaruh Pembelajaran Berbasis Masalah Terhadap Kemampuan Penalaran Dan Komunikasi Matematis Siswa Smp Dalam Matematika. *Jurnal Pendidikan Matematika* 6(2), 93-108. <http://dx.doi.org/10.22342/jpm.10.2.3637.93-108>
- Munawaroh, Y. (2014). *Penerapan Metode Mind Mapping Dalam Model Cooperative Learning untuk Meningkatkan Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa*. Skripsi Program Studi Pendidikan Matematika, STKIP Garut: Tidak Diterbitkan.

- Purwanti dan Ahmad, A. (2016). Peningkatan Komunikasi Matematis dan Kemandirian Belajar Siswa Melalui Pendekatan Problem Posing Berbantuan Mind Map. *Jurnal Didaktik Matematika*, 3(2), 19-34. Diambil dari <http://www.jurnal.unsyiah.ac.id/DM/article/view/5639>
- Putra, R.Y.W. (2015). Pembelajaran Konflik Kognitif Untuk Meningkatkan Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa Berdasarkan Kategori Pengetahuan Awal Matematis. *Al-Jabar: Jurnal Pendidikan Matematika* 6 (2), 155 – 166. <https://dx.doi.org/10.24042/ajpm.v6i2.44>
- Shoimin, A. (2014). *68 Model Pembelajaran Inovatif dalam Kurikulum 2013*. Yogyakarta: Ar-Ruzz Media.
- Umar, W. (2012) Membangun Kemampuan Komunikasi Matematis dalam Pembelajaran Matematika. *Jurnal Infinity*, 1(1), 1-9. <https://doi.org/10.22460/infinity.v1i1.p1-9>
- Yunisha, R., Prahmana, R.C.I., & Sukmawati, K.I. (2016). Pengaruh Pendekatan Pendidikan Matematika Realistik Terhadap Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa Kelas VII SMP. *Jurnal Elemen*, 2(2). 136-145. Diambil dari <http://e-journal.hamzanwadi.ac.id/index.php/jel/article/view/284>

PENGARUH MODEL PEMBELAJARAN TEAMS GAMES TOURNAMENT (TGT) DAN TEAM ASISTED INDIVIDUALIZATION (TAI) PADA POKOK BAHASAN BILANGAN DITINJAU DARI KREATIVITAS BELAJAR SISWA

**The Effect of Teams Games Tournament (TGT) and Team Assisted
Individualization (TAI) Learning Models on The Mains of Discussion
Reviewed From Student's Learning Creativity**

Iwan Kurnianto, Budi Usodo, Sri Subanti

Prodi Magister Pendidikan Matematika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan,
Universitas Sebelas Maret Surakarta

Jl. Ir. Sutami No.36 A Kentingan, Jebres, Kec. Jebres, Kota Surakarta, Jawa Tengah 57126

*korespondensi, email: iwan_maskul81@yahoo.com

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui: manakah yang memberikan hasil belajar Matematika yang lebih baik; siswa mana yang memiliki prestasi belajar Matematika lebih baik, siswa dengan kreativitas tinggi, sedang atau rendah; untuk setiap tingkat kreativitas yang memberikan hasil belajar Matematika yang lebih baik; untuk setiap model pembelajaran matematika yang memiliki prestasi belajar matematika lebih baik pada siswa kreativitas tinggi, sedang, atau rendah pada materi Bilangan untuk pembelajaran TGT, TAI. Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimental semu dengan desain faktorial 3×3 . Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh siswa kelas VII SMP di Kabupaten Kudus tahun pelajaran 2015/2016. Sampel penelitian diambil dengan menggunakan teknik cluster random sampling bertingkat. Sampel penelitian ini adalah siswa kelas VII SMP Negeri 1 Mejobo, SMP Negeri 1 Bae, dan SMP Negeri 3 Bae. hasil yang diperoleh, TGT memberikan prestasi belajar matematika yang lebih baik dari pada TAI. siswa dengan kreativitas tinggi dan sedang memiliki prestasi belajar matematika yang sama. siswa dengan TGT memiliki prestasi belajar matematika yang lebih baik daripada siswa TAI. siswa dengan kreativitas tinggi dan sedang memiliki prestasi belajar matematika yang sama.

Kata kunci : *Teams Games Tournament (TGT), Team Assisted Individualization (TAI), Tingkat Kreativitas Siswa..*

Abstract: This study aims to determine: which ones provide better Mathematics learning outcomes; which students have better Mathematics learning achievement, students with high, medium or low creativity; for each creativity level that gives better Mathematics learning outcomes; for each mathematics learning model that has better mathematics learning achievement in students of high, medium, or low creativity on Numbers material for learning TGT, TAI. This type of research is a quasi-experimental research with a 3×3 factorial design. The population in this study were all students of grade VII SMP in Kudus Regency 2015/2016 academic year. The research sample was taken using stratified cluster random sampling technique. The samples of this study were students of class VII SMP Negeri 1 Mejobo, SMP Negeri 1 Bae, and SMP Negeri 3 Bae. The results obtained, TGT provides better mathematics learning achievement than TAI. students with high and moderate creativity have the same mathematics learning achievement. students with TGT have better mathematics learning

achievement than TAI students. students with high and moderate creativity have the same mathematics learning achievement.

Keywords : *Teams Games Tournament (TGT), Team Asisted Individualization (TAI), Student's Creativity level.*

PENDAHULUAN

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional Bab I Pasal 1 menyatakan bahwa pendidikan merupakan usaha sadar dan terencana untuk mewujudkan suasana belajar dan proses pembelajaran agar siswa secara aktif mengembangkan potensi dirinya untuk memiliki kekuatan spiritual keagamaan, pengendalian diri, kepribadian, kecerdasan, akhlak mulia, serta keterampilan yang diperlukan dirinya, masyarakat, bangsa, dan negara. Dengan berdasar hal tersebut pemerintah bertanggung-jawab penuh dan menjamin terlaksananya pendidikan di Indonesia secara baik, merata dan tepat sasaran serta mengevaluasi pelaksanaan program-program pendidikan demi tercapainya kualitas pendidikan yang diharapkan. Tercapainya kualitas pendidikan ini dapat dilihat dari prestasi belajar siswa di sekolah.

Mata pelajaran di sekolah merupakan salah satu sarana untuk memperoleh SDM yang berkualitas. Salah satu mata pelajaran yang merupakan inti dari seluruh pelajaran adalah matematika. Matematika mengajarkan tentang keterkaitan dan kepatuhan pada kesepakatan kesepakatan sebelumnya. Prestasi belajar matematika dapat diperoleh dari kegiatan pembelajaran yang berkualitas. Saat ini masih banyak ditemukan kegiatan pembelajaran matematika yang menggunakan cara konvensional yaitu dengan pembelajaran langsung dimana guru mengajar dengan metode ceramah. Pembelajaran yang dilakukan dengan guru sebagai pusat pembelajaran ini rupanya dapat mempengaruhi prestasi belajar siswa.

Berdasarkan data hasil Ujian Nasional SMP Negeri Kabupaten Kudus Tahun 2014 diperoleh nilai rata-rata untuk mata pelajaran matematika adalah 6,10. Nilai ini masih di bawah nilai rata-rata mata pelajaran matematika tingkat provinsi yaitu 6,17 dan menempatkan Kudus pada peringkat 14 dari 35 SMP Negeri di Provinsi Jawa Tengah. Selanjutnya berdasarkan data PAMER Tahun Pelajaran 2013/2014, operasi bilangan merupakan salah satu materi yang memiliki persentase daya serap rendah yaitu 59,72 dibanding nasional sebesar 61,32. Ini merupakan salah satu indikator bahwa pencapaian prestasi belajar matematika di Kabupaten Kudus pada jenjang SMP negeri masih rendah

khususnya materi bilangan.

Dalam pertemuan Musyawarah Guru Mata Pelajaran (MGMP) Matematika SMP Kabupaten Kudus yang diadakan setiap bulan sekali, diketahui bahwa guru matematika SMP baik negeri maupun swasta di kabupaten Kudus sebagian besar masih menggunakan model pembelajaran langsung dalam mengajar. Hal ini disampaikan langsung oleh sebagian besar guru dalam pertemuan tersebut. Dalam mengajar, guru lebih suka menggunakan pembelajaran langsung ini karena alasan lebih cepat dan praktis. Guru menerapkan pembelajaran ini tanpa mengkaji dulu karakteristik siswa maupun materi yang akan disampaikan, sehingga semua materi diajarkan dengan model yang sama.

Berdasarkan hal tersebut dapat disimpulkan bahwa rendahnya prestasi belajar matematika untuk materi bilangan disebabkan karena siswa masih kesulitan dalam menguasai materi bilangan, sehingga perlu adanya perbaikan dalam proses pembelajarannya. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kualitas pembelajaran adalah penerapan model pembelajaran yang tidak terpusat pada guru. Salah satu model pembelajaran yang tidak terpusat pada guru adalah pembelajaran kooperatif. Melalui pembelajaran kooperatif siswa dapat mengemukakan pendapatnya, menghargai pendapat teman, dan saling memberikan pendapat (*sharing ideas*). Selain itu dalam belajar biasanya siswa dihadapkan pada latihan soal-soal atau pemecahan masalah yang dibutuhkan kreativitas. Oleh sebab itu, pembelajaran kooperatif sangat baik untuk dilaksanakan karena siswa dapat bekerja sama dan saling tolong menolong mengatasi tugas yang dihadapi. (Isjoni: 2012;14-16).

Salah satu model pembelajaran kooperatif yang dapat digunakan adalah TGT. Model pembelajaran tipe TGT dapat membuat siswa aktif berdiskusi, berani menyampaikan pendapat, menghargai pendapat orang lain dan menyenangkan. Pembelajaran tipe TGT banyak menggunakan game-game akademik dan menggunakan kuis-kuis yang disertai sistem skor kemajuan individu, dimana para siswa berlomba sebagai wakil tim mereka dengan anggota tim lain yang kinerja akademik sebelumnya setara seperti mereka.

Menurut Rachmadi Widdiharto (2004: 19), model pembelajaran kooperatif tipe TGT memiliki kelebihan sebagai berikut; 1) melatih siswa mengungkap/menyampaikan gagasan/ide; 2) melatih siswa untuk menghargai pendapat/gagasan orang lain; 3) menumbuhkan rasa tanggungjawab sosial; 4) melatih berfikir logis dan sistematis; 5) meningkatkan semangat belajar (pencapaian akademik) dan 6)menambah motivasi dan rasa percaya (O'Mahony,2006) menyatakan bahwa, *Teams-Games-Tournament is one of the*

team learning strategies designed by Robert Slavin for review and mastery learning of material. Slavin has found that TGT increased basic skills, students' achievement, positive interactions between students, acceptance of mainstreamed classmates and self-esteem.

Team Games Tournament (TGT) merupakan salah satu strategi pembelajaran berkelompok yang dirancang oleh tim Robert Slavin untuk mempelajari kembali dan ketuntasan pembelajaran. Slavin telah menemukan bahwa TGT meningkatkan ketrampilan dasar, prestasi siswa, interaksi positif antara siswa-siswa, penerimaan atas teman satu kelas dan tanggung jawab diri sendiri.

Selain *Team Games Tournament* (TGT), alternatif model pembelajaran yang dapat digunakan adalah *Team-Assisted-Individualization* (TAI). Menurut Robert Slavin (dalam Huda 2011: 200), *Team-Assisted-Individualization* (TAI) merupakan sebuah program pedagogik yang berusaha mengadaptasi pembelajaran dengan perbedaan individu secara akademik. Pengembangan TAI dapat mendukung praktik-praktik ruang kelas, seperti pengelompokan siswa, pengelompokan kemampuan di dalam kelas dan pengajaran terprogram. Langkah-langkah dan situasi pembelajaran di kelas antara TGT dan TAI hampir sama. Perbedaan dari kedua model pembelajaran ini adalah pada TAI menggunakan tes unit setiap akhir pembelajaran, sedangkan TGT menggunakan permainan akademik dimana wakil dari masing masing kelompok berkompetisi dengan wakil wakil dari kelompok yang lain.

Menurut Awofala (2012) TAI adalah penggabungan pembelajaran kooperatif dengan teknik-teknik pembelajaran tertentu yang bertujuan untuk mengatasi permasalahan pembelajaran individual dan meningkatkan ketrampilan kooperatif siswa. TAI diprakarsai sebagai usaha merancang dan mengkondisikan siswa bekerja dalam tim-tim pembelajaran kooperatif dan mengemban tanggung jawab mengelola dan memeriksa secara rutin, saling membantu sama lain dalam menghadapi masalah, dan saling memberi dorongan untuk maju. Fokus pembelajaran TAI adalah pada konsep-konsep yang ada dibalik algoritma yang dipelajari para siswa dalam kegiatan individual. Pengaturan seperti ini memberikan kesempatan melakukan pembelajaran langsung yang tidak terdapat dalam hampir semua metode-metode pengajaran individual, Slavin (2005:189).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Nopiyanita dkk (2013) menyatakan bahwa model pembelajaran kooperatif tipe TGT berpengaruh terhadap kreatifitas siswa. Penelitian yang dilakukan Titut Wulandari (2012) dalam penelitiannya menyebutkan bahwa model

pembelajaran kooperatif tipe TAI memberikan prestasi belajar lebih baik daripada model pembelajaran konvensional (Awofala (201;)

Faktor lain yang mempengaruhi keberhasilan suatu proses pembelajaran adalah karakteristik siswa itu sendiri, salah satunya adalah kreativitas. Kreativitas yang dimaksud disini adalah kreativitas siswa dalam belajar matematika, yaitu kemampuan mengkaitkan konsep-konsep matematika, kemampuan mengemukakan ide-ide yang serupa untuk memecahkan atau menyelesaikan permasalahan yang ditemui. Selain itu kreativitas memiliki arti kemampuan menghasilkan suatu ide yang baru dan asli dalam memberi gagasan serta kemampuan untuk mengembangkan, merinci dan memperkaya suatu gagasan yang berwujud ide-ide.

Kreativitas adalah hasil dari interaksi antara individu dan lingkungannya. Dalam hal ini, seseorang mempengaruhi dan dipengaruhi oleh lingkungan dimana perubahan di dalam individu maupun di dalam lingkungan dapat menunjang atau menghambat upaya kreatif. Implikasinya adalah bahwa kemampuan kreatif dapat ditingkatkan melalui pendidikan (Utami Munandar, 2009:12)

Ciri-ciri kreativitas menurut Utami Munandar (2009:71) dalam Aris Tamarudin (2014), kreativitas adalah kemampuan seseorang untuk mengekspresikan ide-ide baru yang ada dalam dirinya sendiri. Adapun ciri-ciri dari kreativitas adalah rasa ingin tahu yang luas dan mendalam, bebas dalam menyatakan pendapat, orisinal dalam ungkapan gagasan dan dalam pemecahan masalah, memberikan banyak gagasan atau usul terhadap suatu masalah. Hubungannya dengan belajar bilangan, siswa yang kreatif diharapkan bisa mengkaitkan konsep-konsep yang telah dimiliki dan yang baru diperoleh, kemudian mengembangkannya untuk memecahkan masalah yang berkaitan dengan bilangan.

Siswa yang kreatif biasanya memiliki rasa ingin tahu yang besar, sering mengajukan pertanyaan yang berbobot, memberikan banyak gagasan dan usul terhadap suatu masalah, mempunyai daya imajinasi yang tinggi mampu mengajukan pemikiran, gagasan dan pemecahan yang berbeda dari orang lain. Sedangkan pembelajaran yang dapat menumbuhkan kreativitas siswa dalam belajar matematika diantaranya adalah model pembelajaran kooperatif tipe TGT dan tipe TAI.

Berdasarkan paparan tersebut penelitian ini bertujuan untuk mengetahui: (1) manakah yang memberikan prestasi belajar lebih baik pada materi bilangan antara model pembelajaran TGT, model pembelajaran TAI atau model pembelajaran langsung, (2) Manakah yang memberikan prestasi belajar yang lebih baik, siswa dengan tingkat kreativitas

tinggi, sedang atau rendah, (3) Pada masing-masing tingkat kreativitas, manakah yang memberikan prestasi belajar lebih baik pada materi bilangan antara model pembelajaran TGT, model pembelajaran TAI atau model pembelajaran langsung, (4) Pada masing-masing model pembelajaran, manakah yang mempunyai prestasi belajar lebih baik pada materi bilangan, siswa dengan tingkat kreativitas tinggi, sedang atau rendah.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini adalah eksperimental semu, dengan rancangan penelitian yang digunakan adalah rancangan faktorial 3×3 . Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh siswa kelas VII SMP Negeri di Kabupaten Kudus tahun pelajaran 2014/2015. Teknik pengambilan sampel menggunakan *stratified cluster random sampling*. Berdasarkan teknik sampling yang digunakan diperoleh bahwa sampel-sampel yang digunakan SMPN 1 Mejobo mewakili sekolah kategori tinggi, SMPN 1 Bae mewakili sekolah kategori sedang, dan SMPN 3 Bae mewakili sekolah kategori rendah.

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah model pembelajaran dan kreativitas siswa, sedangkan variabel terikatnya adalah prestasi belajar matematika. Metode pengumpulan data yang digunakan adalah metode dokumentasi, angket dan metode tes. Metode dokumentasi digunakan untuk memperoleh data sampel penelitian dan data kemampuan awal siswa, metode angket dilakukan untuk memperoleh data kreativitas siswa dan metode tes digunakan untuk memperoleh data prestasi belajar matematika, sedangkan. Data kemampuan awal diambil dari nilai UN SD/MI siswa. Data tersebut digunakan untuk uji prasyarat dilakukannya penelitian. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini berupa angket kreativitas dan tes prestasi belajar matematika pada materi bilangan yang sebelumnya telah diuji validitas dan reliabilitas instrumennya. Sebelum penelitian dilakukan, peneliti terlebih dahulu melakukan uji keseimbangan antara tiga kelompok populasi dengan uji anava satu jalan sel tak sama. Selanjutnya dilakukan pengujian hipotesis dengan menggunakan uji analisis variansi dua jalan sel tak sama. Pengujian berikutnya adalah uji lanjut pasca anava dengan menggunakan metode *Scheffe'* yang meliputi uji komparasi ganda antar baris, uji komparasi ganda antar kolom dan uji komparasi ganda antar sel.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil uji keseimbangan pada penelitian menggunakan uji analisis variansi satu jalan sel tak sama. Hasil uji keseimbangan tersebut terangkum dalam Tabel 1.

Tabel 1. Ringkasan Hasil Uji Keseimbangan Kemampuan Awal

Sumber	JK	Dk	RK	F _{obs}	F _{tabel}
Model	1,3478	2	0,6739	0,3361	3,00
Galat	611,442	306	2,0047	-	-
Total	612,789	307	-	-	-

Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat F_{obs} sebesar 0,3361 dan F_{tabel} sebesar 3,00. Karena $F_{obs} < F_{tabel}$ maka H_0 diterima, sehingga disimpulkan bahwa populasi mempunyai kemampuan awal yang sama (seimbang).

Selanjutnya dilakukan uji hipotesis menggunakan anava dua jalan dengan sel tak sama. Hasil uji anava dua jalan sel tak sama disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Rangkuman Analisis Variansi Dua Jalan Sel Tak Sama

Sumber	JK	dk	RK	F _{obs}	F _{tabel}	Keputusan
Model Pembelajaran(A)	31339,995	2	15669,997	131,97	3,00	H_{0A} ditolak
Kreativitas (B)	4613,9677	2	2306,984	19,43	3,00	H_{0B} ditolak
Interaksi (AB)	601,9768	4	150,494	1,27	2,37	H_{0AB} tidak ditolak
Galat	35503,7343	299	118,742			
Total	72059,6737	307				

Dari hasil perhitungan untuk H_{0A} dan H_{0B} diketahui $F_{obs} > F_{tabel}$ dan untuk H_{0AB} diketahui $F_{obs} < F_{\alpha}$, sehingga diperoleh kesimpulan sebagai berikut: 1) terdapat perbedaan pengaruh model pembelajaran terhadap prestasi belajar matematika siswa, 2) terdapat perbedaan pengaruh tingkat kreativitas siswa terhadap prestasi belajar matematika siswa, dan 3) tidak terdapat interaksi antara model pembelajaran dan tingkat kreativitas terhadap prestasi belajar matematika siswa.

Karena kedua hipotesis ditolak, serta satu hipotesis tidak ditolak maka diperlukan uji lanjut pasca anava yakni uji komparasi ganda antar baris dan antar kolom dengan metode *Scheffe'*. Sebelum dilakukan uji komparasi ganda antar baris, terlebih dahulu dihitung rerata marginalnya. Hasil perhitungan rerata tersebut disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Rerata Marginal Prestasi Belajar Matematika

Kreativitas Siswa (B)	Tinggi (B ₁)	Sedang (B ₂)	Rendah (B ₃)	Rerata Marginal
Model (A)				
TGT (A ₁)	57,61	66,48	76,00	60,62
TAI (A ₂)	38,78	50,10	48,62	46,98
Langsung (A ₃)	22,77	28,82	36,96	32,04
Rerata Marginal	49,41	46,82	43,17	

Tabel 3 digunakan untuk melihat rerata marginal dari masing-masing model pembelajaran dan tingkat kreativitas siswa apabila dari perhitungan uji komparasi ganda berikut dinyatakan terdapat perbedaan yang signifikan.

Hasil uji ANAVA dua jalan sel tak sama menunjukkan H_{0A} ditolak, sehingga perlu dilakukan uji komparasi ganda antar baris. Rangkuman hasil uji rerata antar baris disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Rangkuman Komparasi Ganda Antar Baris

Komparasi	H_0	$F_{i,j}$	$F_{0,05;2;299}$	Keputusan
TGT dengan TAI	$\mu_1. = \mu_2.$	92,98	6,0519	Ditolak
TAI dengan Langsung	$\mu_2. = \mu_3.$	110,57	6,0519	Ditolak
TGT dengan Langsung	$\mu_1. = \mu_3.$	408,39	6,0519	Ditolak

Berdasarkan Tabel 4 diketahui terdapat perbedaan prestasi belajar matematika antara siswa yang diberi model pembelajaran TGT, TAI dan pembelajaran langsung. Dengan memperhatikan rerata marginal pada Tabel 3, dapat disimpulkan bahwa prestasi belajar siswa yang mendapat model pembelajaran TGT lebih baik daripada prestasi belajar siswa yang mendapat pembelajaran TAI, prestasi belajar siswa yang mendapat model pembelajaran TAI lebih baik daripada prestasi belajar siswa yang mendapat pembelajaran langsung, dan prestasi belajar siswa yang mendapat model pembelajaran TGT lebih baik daripada prestasi belajar siswa yang mendapat pembelajaran langsung. Hal ini dikarenakan anak lebih senang ketika mereka menyampaikan sejauh mana penguasaan materi melalui game. Hal ini memberikan motivasi tersendiri bagi mereka untuk belajar lebih supaya bisa bersaing dengan kelompok lain. Dari rerata marginal antar baris disimpulkan bahwa prestasi belajar siswa yang mendapat model pembelajaran TAI lebih baik daripada prestasi belajar siswa yang mendapat pembelajaran langsung. Hal ini disebabkan karena dalam model pembelajaran TAI, guru lebih banyak memfasilitasi, merancang skenario masalah, memberikan clue-indikasi-indikasi tentang bacaan tambahan, arahan dan saran yang diperlukan saat siswa menjalankan proses. Ini menyebabkan siswa aktif dalam proses pembelajaran. Kesimpulan berikutnya bahwa prestasi belajar siswa yang mendapat model pembelajaran TGT lebih baik daripada prestasi belajar siswa yang mendapat pembelajaran langsung. Model pembelajaran TGT dan TAI menghasilkan prestasi belajar matematika siswa lebih baik dibandingkan dengan menggunakan pembelajaran Langsung karena dalam pelaksanaan model pembelajaran TGT dan TAI, siswa tidak terlalu bergantung kepada guru, tumbuh rasa kepercayaan dengan kemampuan diri untuk berfikir mandiri, menemukan

informasi dari berbagai sumber, belajar bersama dengan teman, tidak merasa malu atau sungkan dalam mengembangkan kemampuan mengungkapkan ide atau gagasan secara verbal dan membandingkan dengan ide-ide teman lain.

Selanjutnya rangkuman hasil uji rerata antar kolom disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Rangkuman Komparasi Ganda Antar Kolom

Komparasi	H_0	$F_{i,j}$	$F_{0,05;2;299}$	Keputusan
Kreativitas tinggi dengan sedang	$\mu.1 = \mu.2$	3,5250	6,0519	Tidak Ditolak
Kreativitas sedang dengan rendah	$\mu.2 = \mu.3$	6,3958	6,0519	Ditolak
Kreativitas tinggi dengan rendah	$\mu.1 = \mu.3$	18,7475	6,0519	Ditolak

Berdasarkan Tabel 5 diketahui terdapat perbedaan prestasi belajar matematika antara siswa yang memiliki kreativitas tinggi, sedang maupun rendah. Hasil uji komparasi antar kolom didasarkan pada hasil rerata marginal antar kolom sehingga disimpulkan bahwa siswa dengan kreativitas tinggi mempunyai prestasi belajar yang sama dengan siswa yang memiliki kreativitas sedang, siswa dengan kreativitas sedang mempunyai prestasi belajar yang lebih baik daripada siswa yang memiliki kreativitas rendah, dan siswa dengan kreativitas tinggi mempunyai prestasi belajar yang lebih baik daripada siswa yang memiliki kreativitas rendah. Selanjutnya hasil uji ANAVA dua jalan sel tak sama menunjukkan H_{0AB} tidak ditolak. Hal ini berarti tidak terdapat interaksi antara model pembelajaran dengan tingkat kreativitas siswa terhadap prestasi belajar matematika siswa pada materi bilangan sehingga tidak perlu dilakukan uji lanjut pasca anava antar sel pada kolom yang sama dan antar baris yang sama. Kesimpulan perbandingan rerata antar sel didasarkan hasil pada uji komparasi ganda antar baris. Karena tidak terdapat interaksi, maka kesimpulan tersebut juga berlaku pada tiap-tiap model pembelajaran. Pada tiap-tiap jenis model pembelajaran menunjukkan bahwa siswa dengan kreativitas tinggi memiliki prestasi belajar yang sama dengan siswa yang memiliki kreativitas sedang. Siswa dengan tingkat kreativitas tinggi dan sedang memiliki prestasi belajar yang lebih baik daripada siswa dengan tingkat kreativitas rendah. Siswa dengan tingkat kreativitas sedang memiliki prestasi belajar yang lebih baik daripada siswa dengan tingkat kreativitas rendah. Pada masing masing tingkat kreativitas menunjukkan bahwa siswa yang mendapat pembelajaran TGT mempunyai prestasi belajar yang lebih baik dari siswa yang mendapat model pembelajaran TAI, siswa yang mendapat model pembelajaran TAI mempunyai prestasi belajar yang lebih baik dibandingkan dengan siswa yang mendapat pembelajaran langsung, serta siswa yang mendapat model

pembelajaran TGT mempunyai prestasi belajar yang lebih baik dari siswa yang mendapat pembelajaran langsung.

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisis data dengan ANAVA, diperoleh simpulan sebagai berikut : pada model pembelajaran kooperatif tipe TGT menghasilkan prestasi belajar lebih baik daripada pembelajaran kooperatif tipe TAI. Siswa dengan kreativitas tinggi dan dengan kreativitas sedang mempunyai prestasi belajar yang sama. Pada masing-masing tingkat kreativitas menunjukkan bahwa siswa yang mendapat model pembelajaran TGT mempunyai prestasi belajar yang lebih baik daripada siswa yang mendapat pembelajaran TAI maupun pembelajaran langsung dan siswa yang mendapat model pembelajaran tipe TAI mempunyai prestasi belajar yang lebih baik daripada siswa yang mendapat pembelajaran langsung. Pada tiap-tiap jenis model pembelajaran menunjukkan bahwa siswa dengan tingkat kreativitas tinggi mempunyai prestasi belajar yang sama dengan siswa dengan tingkat kreativitas sedang. siswa dengan tingkat kreativitas sedang mempunyai prestasi belajar yang lebih baik dari pada siswa yang mempunyai kreativitas rendah, begitu pula pada siswa yang dengan tingkat kreativitas tinggi memberikan prestasi belajar yang lebih baik daripada siswa dengan tingkat kreativitas rendah.

REFERENSI

- [Hidayanti, R., Darminto, B. P., dan Nugraheni, P. \(2019\). Studi Komparasi Hasil Belajar Matematika antara Model Pembelajaran Kooperatif *Inside-Outside Circle* dan *Round Club* pada Siswa Kelas VII SMP Muhammadiyah Purworejo. *Prosiding Sendika*, 5\(1\), 279-284. Diambil dari <http://eproceedings.umpwr.ac.id/index.php/sendika/article/download/723/621>](http://eproceedings.umpwr.ac.id/index.php/sendika/article/download/723/621)
- Hidayat, F. dan Kusmanto, H. (2016). Pengaruh Metode Mind Mapping dan Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Think Pair Share terhadap Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa. *Eduma*, 5(1), 36-46. Diambil dari <https://core.ac.uk/download/pdf/147420364.pdf>
- Hodiyanto. (2017). Pengaruh Model Pembelajaran *Problem Solving* Terhadap Kemampuan Komunikasi Matematis Ditinjau dari Gender. *Jurnal Riset Pendidikan Matematika* 4 (2), 219-228. Diambil dari <https://journal.uny.ac.id/index.php/jrpm/article/view/15770>
- Huda, M. (2014). *Model-model Pengajaran dan Pembelajaran*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.

- Madio, S.S. (2016). Pengaruh Pembelajaran Berbasis Masalah Terhadap Kemampuan Penalaran Dan Komunikasi Matematis Siswa Smp Dalam Matematika. *Jurnal Pendidikan Matematika* 6(2), 93-108. <http://dx.doi.org/10.22342/jpm.10.2.3637.93-108>
- Munawaroh, Y. (2014). *Penerapan Metode Mind Mapping Dalam Model Coopertive Learning untuk Meningkatkan Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa*. Skripsi Program Studi Pendidikan Matematika, STKIP Garut: Tidak Diterbitkan.
- Purwanti dan Ahmad, A. (2016). Peningkatan Komunikasi Matematis dan Kemandirian Belajar Siswa Melalui Pendekatan Problem Posing Berbantuan Mind Map. *Jurnal Didaktik Matematika*, 3(2), 19-34. Diambil dari <http://www.jurnal.unsyiah.ac.id/DM/article/view/5639>
- Putra, R.Y.W. (2015). Pembelajaran Konflik Kognitif Untuk Meningkatkan Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa Berdasarkan Kategori Pengetahuan Awal Matematis. *Al-Jabar: Jurnal Pendidikan Matematika* 6 (2), 155 – 166. <https://dx.doi.org/10.24042/ajpm.v6i2.44>
- Shoimin, A. (2014). *68 Model Pembelajaran Inovatif dalam Kurikulum 2013*. Yogyakarta: Ar-Ruzz Media.
- Umar, W. (2012) Membangun Kemampuan Komunikasi Matematis dalam Pembelajaran Matematika. *Jurnal Infinity*, 1(1), 1-9. <https://doi.org/10.22460/infinity.v1i1.p1-9>
- Yunisha, R., Prahmana, R.C.I., & Sukmawati, K.I. (2016). Pengaruh Pendekatan Pendidikan Matematika Realistik Terhadap Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa Kelas VII SMP. *Jurnal Elemen*, 2(2). 136-145. Diambil dari <http://e-journal.hamzanwadi.ac.id/index.php/jel/article/view/284>