



**ANALISIS KEMAMPUAN KOMUNIKASI  
MATEMATIS DITINJAU DARI DISPOSISI  
MATEMATIS SISWA PADA *PROJECT BASED  
LEARNING* DENGAN STRATEGI STEM**

**SKRIPSI**

**disajikan sebagai salah satu syarat  
untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan  
Program Pendidikan Matematika**

oleh

Dewi Prabaningrum

4101415104

**JURUSAN MATEMATIKA**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

**2019**



## PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi ini bebas plagiat. Pendapat atau temuan orang lain yang terdapat dalam skripsi ini dikutip atau dirujuk berdasarkan kode etika ilmiah. Apabila di kemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan perundang-undangan.

Semarang, April 2019



Dewi Prubaningrum

4101415104

## PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul

Analisis Kemampuan Komunikasi Matematis Ditinjau dari Disposisi  
Matematis Siswa Pada *Project Based Learning* dengan Strategi STEM

disusun oleh

Dewi Prabaningrum

4101415104

telah dipertahankan di hadapan sidang Panitia Ujian Skripsi FMIPA UNNES pada  
tanggal 11 April 2019.

Panitia

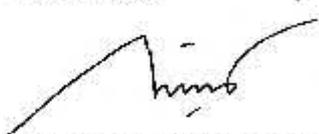


Ketua Penguji

Sekretaris



Drs. Arief Agoestanto, M.Si.  
NIP. 196807221993081005



Dr. Nuriana R. D. (Nizo Adhi), S.Pd., M.Pd  
NIP. 197810202008122001

Anggota Penguji/  
Penguji II



Dr. rer.nat. Adi Nur Cahyono S.Pd., M.Pd  
NIP. 198203112008121003

Anggota Penguji/  
Pembimbing



Prof. Dr. St. Budi Wahya, M.Si.  
NIP. 19680907 199303 1002

# MOTTO DAN PERSEMBAHAN

## MOTTO

- ❖ Make history in your life, before your life become history
- ❖ Todos los caminos llevan a Roma
- ❖ Alle Träume können wahr werden, wenn wir den Mut haben, ihnen zu folgen

## PERSEMBAHAN

Setetes peluh dalam sebetuk karya kecil ini ku persembahkan untuk.

- ❖ Allah SWT Sang Peniup Napas Kehidupan.
- ❖ Nabi Muhammad SAW yang memberikan tutunan kehidupanku.
- ❖ Ayahku Kristiyanto (Alm.) dan Ibuku Eny Setyawati (Almh.) yang telah memberikan kasih sayangnya selama ini sepenuh hati.
- ❖ Keempat saudaraku tersayang Deni, Inung, Riri, & Kristin.

## **PRAKATA**

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala nikmat, berkat, dan hidayat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Analisis Kemampuan Komunikasi Matematis Ditinjau dari Disposisi Matematis Siswa Pada *Project Based Learning* dengan Strategi STEM”.

Penulis mengakui bahwa penyelesaian karya tulis ini tidak terlepas dari bimbingan dan bantuan berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Fathur Rokhman, M.Hum., Rektor Universitas Negeri Semarang.
2. Prof. Dr. Sudarmin, M.Si., Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.
3. Drs. Arief Agoestanto, M.Si., Ketua Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.
4. Prof. Dr. St. Budi Waluya, M.Si. Dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan pada penulis selama penyusunan skripsi.
5. Dr. Nuriana R. D. (Nino Adhi), S.Pd., M.Pd dan Dr.rer.nat. Adi Nur Cahyono S.Pd., M.Pd . Dosen Penguji yang telah memberikan saran dalam penyusunan skripsi.
6. Dr. Isti Hidayah, M.Pd. Dosen Wali yang telah memberikan saran dan bimbingan selama penulis menjalani studi.
7. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Matematika yang telah memberikan bekal ilmu kepada penulis dalam penyusunan skripsi.

8. Drs. Suwarno Agung Nugroho, MM, Kepala SMP Negeri 12 Semarang yang telah memberikan izin untuk melaksanakan penelitian.
9. Sri Hartati, S.Pd, Guru Matematika kelas VII SMP Negeri 12 Semarang yang telah membantu dan membimbing penulis pada saat pelaksanaan penelitian.
10. Siswa kelas VII-G dan VII-H SMP Negeri 12 Semarang yang telah berpartisipasi dalam penelitian.
11. Teman-teman Melinda deeku tersayang, Tata, Indri, Aan, Wahyu, dan Galih yang tak pernah lelah memberikan dukungan dan semangat.
12. Teman-teman Mar's Girl, Tutut, Rena, Kusuma, Pude, Shinta, Rena, Avika, Iin, dan Eka yang telah berjuang bersama-sama sejak jaman mahasiswa baru hingga menuju proses mendapatkan gelar sarjana ini yang tak pernah lelah mengingatkan penulis di masa-masa kebimbangan dalam penulisan skripsi.
13. Teman-teman PPL SMA Semesta 2018, tim KKN Alternatif II B Bojongsalaman, teman-teman GenBI Jateng, teman-teman Rombel Kita, dan teman-teman pendidikan matematika 2015 yang senantiasa memberikan dorongan semangat kepada penulis.
14. Semua pihak yang telah membantu penulisan selama penyusunan skripsi ini.

Penulisan skripsi ini tidak terlepas dari kekurangan sehingga baik kritik maupun saran sangat penulis harapkan sebagai penyempurnaan hasil karya tulis berikutnya. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi penulis dan para pembaca. Terima kasih.

Semarang, April 2019

Penulis

## ABSTRAK

Prabaningrum, D. 2019. *Analisis Kemampuan Komunikasi Matematis Ditinjau dari Disposisi Matematis Pada Project Based Learning dengan Strategi STEM*. Skripsi, Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang. Pembimbing : Prof. Dr. St. Budi Waluya, M.Si.

Kata Kunci: Kemampuan Komunikasi Matematis, Disposisi Matematis, *Project Based Learning*, dan STEM.

Penelitian ini berfokus pada kemampuan komunikasi matematis ditinjau dari disposisi matematis pada *project based learning* dengan strategi STEM. Penelitian ini memiliki tujuan untuk melakukan pengujian terhadap tingkat pencapaian ketuntasan kemampuan komunikasi matematis menggunakan PjBL dengan strategi STEM, dan pengaruh serta deskripsi disposisi matematis terhadap kemampuan komunikasi matematis menggunakan PjBL dengan strategi STEM. Penelitian ini menggunakan *mixed method* dengan desain *sequential explanatory design*. Sampel penelitian ini adalah siswa kelas VII-G sebagai kelas eksperimen dan VII-H sebagai kelas kontrol di SMP Negeri 12 Semarang yang diambil melalui *area random sampling*. Subjek penelitian terdiri dari 6 subjek yang dipilih melalui teknik *purposive sampling* dimana untuk setiap kategori disposisi matematis dipilih dua orang subjek penelitian.

Hasil dari penelitian yang telah dilakukan menunjukkan yaitu, (1) kemampuan komunikasi matematis menggunakan PjBL dengan strategi STEM efektif ditandai dengan hasil sebagai berikut: (i) kemampuan komunikasi matematis siswa pada PjBL dengan strategi STEM mencapai batas ketuntasan minimal secara rata-rata yaitu 74; (ii) kemampuan komunikasi matematis siswa pada PjBL dengan strategi STEM mencapai batas ketuntasan klasikal secara proporsi yaitu lebih dari 75% siswa mencapai batas tuntas; (2) kemampuan komunikasi matematis siswa yang menggunakan PjBL dengan strategi STEM lebih baik dari kemampuan komunikasi matematis siswa yang menggunakan *discovery learning* yang ditandai dengan hasil sebagai berikut: (i) rata-rata kemampuan komunikasi matematis dengan PjBL strategi STEM lebih baik dari rata-rata kemampuan komunikasi matematis dengan *discovery learning*; (ii) proporsi ketuntasan kemampuan komunikasi matematis dengan PjBL strategi STEM lebih baik dari proporsi ketuntasan kemampuan komunikasi matematis dengan *discovery learning*, (3) terdapat pengaruh positif antara disposisi matematis terhadap kemampuan komunikasi matematis, (4) dua subjek dengan disposisi matematis tinggi memiliki kemampuan komunikasi matematis tinggi dan keduanya mampu memenuhi semua indikator kemampuan komunikasi matematis dengan baik, (5) dua subjek dengan disposisi matematis sedang memiliki kemampuan komunikasi matematis kategori sedang namun keduanya kurang mampu pada indikator kemampuan komunikasi matematis dalam menyajikan bentuk aljabar dari masalah matematika, dan (6) dua subjek dengan disposisi matematis kategori rendah, 1 subjek memiliki kemampuan komunikasi matematis sedang dan 1 subjek memiliki kemampuan komunikasi matematis rendah dimana keduanya kurang mampu pada indikator kemampuan komunikasi matematis dalam menyajikan bentuk aljabar dan melakukan operasi matematika.

## DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL .....	i
HALAMAN_PERNYATAAN .....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	v
HALAMAN PRAKATA .....	vi
ABSTRAK .....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR .....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	10
1.3 Rumusan Masalah.....	10
1.4 Tujuan Penelitian .....	11
1.5 Manfaat Penelitian .....	11
1.5.1 Manfaat Teoritis .....	11
1.5.2 Manfaat Praktis.....	12
1.5.2.1 Manfaat Penelitian Bagi Siswa .....	12
1.5.2.2 Manfaat Penelitian Bagi Guru.....	12
1.5.2.3 Manfaat Penelitian Bagi Sekolah .....	13
1.5.2.4 Manfaat Penelitian Bagi Peneliti.....	13
1.6 Penegasan Istilah.....	13
1.6.1 Kemampuan Komunikasi Matematis .....	14
1.6.2 Disposisi Matematis .....	14
1.6.3 Project Based Learning .....	14
1.6.4 Sains, Teknologi, Engineering, dan Matematika (STEM) .....	15
1.6.5 Materi Aritmetika Sosial .....	16
1.6.6 Analisis .....	16
1.6.7 Discovery Learning .....	16
1.6.8 Keefektifan .....	17
1.7 Sistematika.....	19
1.7.1 Bagian Awal Skripsi.....	17

1.7.2 Bagian Isi Skripsi .....	17
1.7.3 Bagian Akhir Skripsi .....	17
<b>BAB 2 LANDASAN TEORI DAN HIPOTESIS .....</b>	<b>19</b>
2.1 Landasan Teori .....	19
2.1.1 Belajar .....	19
2.1.1.1 Pengertian Belajar .....	19
2.1.2 Teori-Teori Belajar yang Relevan.....	19
2.1.2.1 Teori Belajar Piaget.....	20
2.1.2.2 Teori Belajar Vygotsky .....	22
2.1.3 Kemampuan Komunikasi Matematis .....	23
2.1.3.1 Pengertian Kemampuan Komunikasi Matematis .....	23
2.1.3.2 Kriteria Kemampuan Komunikasi Matematis.....	25
2.1.3.3 Indikator Kemampuan Komunikasi Matematis .....	26
2.1.4 Disposisi Matematis .....	29
2.1.4.1 Pengertian Disposisi Matematis .....	29
2.1.4.2 Indikator Disposisi Matematis.....	30
2.1.5 Pembelajaran .....	31
2.1.5.1 Pengertian Pembelajaran .....	31
2.1.6 <i>Project Based Learning</i> (PjBL).....	31
2.1.6.1 Pengertian PjBL .....	31
2.1.6.2 Karakteristik PjBL.....	33
2.1.6.3 Langkah-Langkah PjBL .....	34
2.1.6.4 Keunggulan PjBL .....	36
2.1.7 STEM (Sains, Teknologi, <i>Engineering</i> , dan Matematika).....	38
2.1.7.1 Pengertian STEM .....	38
2.1.7.2 Karakteristik STEM .....	41
2.1.8 PjBL dengan Strategi STEM .....	43
2.1.8.1 Pengertian PjBL dengan Strategi STEM.....	43
2.1.8.2 Langkah-Langkah PjBL- STEM .....	45
2.1.9 <i>Discovery Learning</i> .....	46
2.1.10 Materi Pokok Aritmetika Sosial .....	48
2.2 Kajian Penelitian yang Relevan .....	49
2.3 Kerangka Berpikir.....	51
2.4 Hipotesis Penelitian .....	57

BAB 3 METODE PENELITIAN.....	58
3.1 Jenis dan Desain Penelitian.....	58
3.2 Metode Penelitian .....	61
3.2.1 Metode Penelitian Kuantitatif .....	61
3.2.1.1 Populasi .....	61
3.2.1.2 Sampel .....	61
3.2.1.3 Variabel Penelitian .....	62
3.2.2 Metode Penelitian Kualitatif .....	63
3.2.2.1 Subjek Penelitian.....	63
3.3 Prosedur Penelitian .....	64
3.3.1 Lokasi Penelitian .....	64
3.3.2 Waktu Penelitian .....	64
3.3.3 Langkah-Langkah Penelitian.....	64
3.4 Teknik Pengumpulan Data.....	66
3.4.1 Teknik Pengumpulan Data Kuantitatif.....	66
3.4.1.1 Metode Tes.....	66
3.4.1.2 Metode Dokumentasi .....	67
3.4.1.3 Skala Psikologi.....	68
3.4.2 Teknik Pengumpulan Data Kualitatif.....	70
3.4.2.1 Tes .....	70
3.4.2.2 Skala Disposisi Matematis .....	69
3.4.2.3 Wawancara.....	69
3.4.2.4 Observasi.....	71
3.5 Instrumen Penelitian .....	71
3.5.1 Instrumen Pembelajaran .....	71
3.5.1.1 Penggalan Silabus .....	71
3.5.1.2 Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP).....	72
3.5.2 Instrumen Tes Kemampuan Komunikasi Matematis .....	72
3.5.2 Instrumen Skala Disposisi Matematis .....	73
3.5.3 Instrumen Pedoman Wawancara .....	74
3.5.4 Instrumen Lembar Observasi .....	75
3.6 Analisis Instrumen .....	76
3.6.1 Analisis Validitas .....	76
3.6.2 Analisis Reliabilitas.....	77

3.6.3 Analisis Tingkat Kesukaran .....	78
3.6.4 Analisis Daya Pembeda.....	80
3.7 Analisis Data.....	80
3.7.1 Analisis Data Kuantitatif.....	80
3.7.1.1 Uji Normalitas.....	80
3.7.1.2 Uji Homogenitas .....	81
3.7.1.3 Uji Kesamaan Rata-Rata .....	84
3.7.1.4 Uji Hipotesis I .....	86
3.7.1.5 Uji Hipotesis II .....	90
3.7.1.6 Uji Hipotesis III.....	90
3.7.2 Analisis Data Kualitatif.....	96
3.7.2.1 Analisis Sebelum di Lapangan.....	96
3.7.2.2 Analisis Selama di Lapangan .....	96
3.8 Keabsahan Data .....	97
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	99
4.1 Hasil Penelitian .....	99
4.1.1 Hasil Analisis Data Awal.....	99
4.1.1.1 Uji Normalitas Data Awal.....	99
4.1.1.2 Uji Homogenitas Data Awal .....	100
4.1.1.3 Uji Kesamaan Rata-Rata Data Awal.....	101
4.1.2 Hasil Analisis Data Tes Pendahuluan.....	102
4.1.2.1 Uji Normalitas Data Tes Pendahuluan .....	102
4.1.2.2 Uji Homogenitas Data Tes Pendahuluan .....	100
4.1.2.3 Uji Kesamaan Rata-Rata Data Tes Pendahuluan ...	104
4.1.3 Proses Pembelajaran.....	105
4.1.3.1 Proses Pembelajaran Kelas PJBL-STEM.....	106
4.1.3.2 Proses Pembelajaran Kelas Discovery Learning....	109
4.1.4 Pengisian Angket Disposisi Matematis Siswa .....	110
4.1.4.1 Uji Coba Angket Disposisi Matematis Siswa .....	110
4.1.4.2 Pengisian Angket Disposisi Matematis Siswa .....	111
4.1.5 Pelaksanaan Tes Kemampuan Komunikasi Matematis.....	112
4.1.5.1 Uji Coba Tes Kemampuan Komunikasi Matematis	112
4.1.5.2 Pelaksanaan Tes Kemampuan Komunikasi Matematis	110

4.1.5.3 Pelaksanaan Penskoran dan Penilai Tes Kemampuan Komunikasi Matematis.....	114
4.1.6 Pelaksanaan Wawancara .....	114
4.1.7 Hasil Analisis Data Kuantitatif.....	115
4.1.7.1 Uji Normalitas Data Kemampuan Komunikasi Matematis .....	115
4.1.7.2 Uji Homogenitas Data Kemampuan Komunikasi Matematis .....	118
4.1.7.3 Uji Hipotesis I .....	119
4.1.7.4 Uji Hipotesis II.....	121
4.1.7.5 Uji Hipotesis III.....	121
4.1.8 Hasil Analisis Data Kualitatif.....	126
4.1.8.1 Analisis Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa Kelompok Disposisi Matematis Tinggi.....	127
4.1.8.2 Analisis Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa Kelompok Disposisi Matematis Sedang.....	127
4.1.8.3 Analisis Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa Kelompok Disposisi Matematis Rendah .....	238
4.1.8.4 Analisis Data Keterlaksanaan Pembelajaran.....	292
4.1.8.5 Analisis Data Observasi Aktivitas Siswa.....	293
4.2 Pembahasan Penelitian.....	294
4.2.1 Kemampuan Komunikasi Matematis dan PjBL dengan Strategi STEM.....	295
4.2.2 Kemampuan Komunikasi Matematis Ditinjau dari Disposisi Matematis Siswa .....	299
BAB 5 PENUTUP .....	304
5.1 Simpulan .....	310
5.2 Saran .....	312
DAFTAR PUSTAKA .....	314
LAMPIRAN	

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1.1 Prestasi Matematika di Indonesia Berdasarkan Survei PISA.....	4
2.1 Kriteria Tingkat Kemampuan Komunikasi Matematis IB .....	26
2.2 Langkah-langkah PjBL.....	36
2.3 Komponen STEM dalam Pembelajaran .....	39
2.4 Definisi Literasi STEM.....	41
3.1 Indikator Disposisi Matematis.....	68
3.2 Cara Penskoran Skala Disposisi Matematis .....	73
3.3 Kriteria Penafsiran Skala Disposisi Matematis .....	73
4.1 Hasil Uji Homogenitas Data Awal .....	100
4.2 Hasil Uji Kesamaan Rata-Rata Data Awal.....	100
4.3 Hasil Uji Homogenitas Data Tes Pendahuluan .....	104
4.4 Hasil Uji Kesamaan Rata-Rata Data Tes Pendahuluan .....	104
4.5 Rincian Kegiatan Pembelajaran Kelas PjBL-STEM .....	106
4.6 Rekap Observasi Kemampuan Guru dalam Pembelajaran Project Based Learning dengan Strategi STEM .....	108
4.7 Rincian Kegiatan Pembelajaran Kelas PjBL-STEM .....	109
4.8 Hasil Angket Skala Disposisi Matematis Siswa Kelas VII-G.....	112
4.9 Hasil Penentuan Subjek Penelitian .....	112
4.10 Pelaksanaan Wawancara.....	114
4.11 Data Nilai <i>Post-test</i> Kemampuan Komunikasi Matematis.....	115
4.12 Hasil Uji Homogenitas Data <i>Post-test</i> Kemampuan Komunikasi Matematis .....	119
4.13 Hasil Uji Ketuntasan Minimal .....	120
4.14 Hasil Uji Ketuntasan Klasikal .....	121
4.15 Hasil Uji Perbedaan Dua Rata-Rata .....	123
4.16 Hasil Uji Proporsi .....	124

4.17 Hasil Observasi Kemampuan Guru dalam Pengelolaan Kelas dengan Project Based Learning dengan Strategi STEM .....	290
4.18 Hasil Observasi Aktivitas Siswa di Kelas dengan Project Based Learning dengan Strategi STEM.....	293
4.19 Rangkuman Pencapaian Indikator Kemampuan Komunikasi Matematis Ditinjau dari Disposisi Matematis Kelompok Tinggi.....	300
4.20 Rangkuman Pencapaian Indikator Kemampuan Komunikasi Matematis Ditinjau dari Disposisi Matematis Kelompok Sedang .....	301
4.21 Rangkuman Pencapaian Indikator Kemampuan Komunikasi Matematis Ditinjau dari Disposisi Matematis Kelompok Rendah .....	303
4.22 Hasil Kemampuan Komunikasi Matematis Subjek Penelitian.....	306

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1	Bagan kerangka berpikir penelitian..... 56
3.1	Bagan desain penelitian kuantitatif <i>the randomized posttest-only control design</i> ..... 59
3.2	Bagan rancangan penelitian keseluruhan ..... 60
3.3	Subjek penelitian ..... 64
4.1	<i>Output</i> Uji Normalitas Data Awal..... 100
4.2	<i>Output</i> Uji Normalitas Data Tes Pendahuluan ..... 103
4.3	<i>Output</i> Uji Normalitas Data Post-test Kemampuan Komunikasi Matematis Kelas Eksperimen..... 116
4.4	<i>Output</i> Uji Normalitas Data <i>Post-test</i> Kemampuan Komunikasi Matematis Kelas Kontrol ..... 117
4.5	<i>Output</i> Uji Normalitas Data <i>Post-test</i> Kemampuan Komunikasi Matematis Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol ..... 118
4.6	Hasil TKKM Subjek S-1 Butir Soal 1..... 126
4.7	Pekerjaan Subjek S-1 Nomor 1 Indikator 1 ..... 128
4.8	Pekerjaan Subjek S-1 Nomor 1 Indikator 2 ..... 129
4.9	Pekerjaan Subjek S-1 Nomor 1 Indikator 3 ..... 130
4.10	Pekerjaan Subjek S-1 Nomor 1 Indikator 4 ..... 132
4.11	Pekerjaan Subjek S-1 Nomor 1 Indikator 5 ..... 133
4.12	Hasil TKKM Subjek S-1 Butir Soal 2..... 134
4.13	Pekerjaan Subjek S-1 Nomor 2 Indikator 1 ..... 135
4.14	Pekerjaan Subjek S-1 Nomor 2 Indikator 2 ..... 136
4.15	Pekerjaan Subjek S-1 Nomor 2 Indikator 3 ..... 138
4.16	Pekerjaan Subjek S-1 Nomor 2 Indikator 4 ..... 139
4.17	Pekerjaan Subjek S-1 Nomor 2 Indikator 5 ..... 141
4.18	Hasil TKKM Subjek S-1 Butir Soal 3..... 142
4.19	Pekerjaan Subjek S-1 Nomor 3 Indikator 1 ..... 143
4.20	Pekerjaan Subjek S-1 Nomor 3 Indikator 2 ..... 144
4.21	Pekerjaan Subjek S-1 Nomor 3 Indikator 3 ..... 145

4.22	Pekerjaan Subjek S-1 Nomor 3 Indikator 4 .....	147
4.23	Pekerjaan Subjek S-1 Nomor 3 Indikator 5 .....	149
4.24	Hasil TKKM Subjek S-1 Butir Soal 4.....	150
4.25	Pekerjaan Subjek S-1 Nomor 4 Indikator 1 .....	151
4.26	Pekerjaan Subjek S-1 Nomor 4 Indikator 2 .....	152
4.27	Pekerjaan Subjek S-1 Nomor 4 Indikator 3 .....	153
4.28	Pekerjaan Subjek S-1 Nomor 4 Indikator 4 .....	155
4.29	Pekerjaan Subjek S-1 Nomor 4 Indikator 5 .....	157
4.30	Hasil TKKM Subjek S-2 Butir Soal 1.....	158
4.31	Pekerjaan Subjek S-2 Nomor 1 Indikator 1 .....	158
4.32	Pekerjaan Subjek S-2 Nomor 1 Indikator 2 .....	160
4.33	Pekerjaan Subjek S-2 Nomor 1 Indikator 3 .....	161
4.34	Pekerjaan Subjek S-2 Nomor 1 Indikator 4 .....	162
4.35	Pekerjaan Subjek S-2 Nomor 1 Indikator 5 .....	163
4.36	Hasil TKKM Subjek S-2 Butir Soal 2.....	164
4.37	Pekerjaan Subjek S-2 Nomor 2 Indikator 1 .....	165
4.38	Pekerjaan Subjek S-2 Nomor 2 Indikator 2 .....	167
4.39	Pekerjaan Subjek S-2 Nomor 2 Indikator 3 .....	168
4.40	Pekerjaan Subjek S-2 Nomor 2 Indikator 4 .....	169
4.41	Pekerjaan Subjek S-2 Nomor 2 Indikator 5 .....	171
4.42	Hasil TKKM Subjek S-2 Butir Soal 3.....	172
4.43	Pekerjaan Subjek S-2 Nomor 3 Indikator 1 .....	173
4.44	Pekerjaan Subjek S-2 Nomor 3 Indikator 2 .....	174
4.45	Pekerjaan Subjek S-2 Nomor 3 Indikator 3 .....	175
4.46	Pekerjaan Subjek S-2 Nomor 3 Indikator 4 .....	177
4.47	Pekerjaan Subjek S-2 Nomor 3 Indikator 5 .....	178
4.48	Hasil TKKM Subjek S-2 Butir Soal 4.....	179
4.49	Pekerjaan Subjek S-2 Nomor 4 Indikator 1 .....	180
4.50	Pekerjaan Subjek S-2 Nomor 4 Indikator 2 .....	181
4.51	Pekerjaan Subjek S-2 Nomor 4 Indikator 3 .....	182
4.52	Pekerjaan Subjek S-2 Nomor 4 Indikator 4 .....	183
4.53	Pekerjaan Subjek S-2 Nomor 4 Indikator 5 .....	184

4.54	Hasil TKKM Subjek S-3 Butir Soal 1.....	186
4.55	Pekerjaan Subjek S-3 Nomor 1 Indikator 1 .....	187
4.56	Pekerjaan Subjek S-3 Nomor 1 Indikator 2 .....	188
4.57	Pekerjaan Subjek S-3 Nomor 1 Indikator 3 .....	189
4.58	Pekerjaan Subjek S-3 Nomor 1 Indikator 4 .....	190
4.59	Pekerjaan Subjek S-3 Nomor 1 Indikator 5 .....	191
4.60	Hasil TKKM Subjek S-3 Butir Soal 2.....	192
4.61	Pekerjaan Subjek S-3 Nomor 2 Indikator 1 .....	192
4.62	Pekerjaan Subjek S-3 Nomor 2 Indikator 2 .....	193
4.63	Pekerjaan Subjek S-3 Nomor 2 Indikator 3 .....	195
4.64	Pekerjaan Subjek S-3 Nomor 2 Indikator 4 .....	196
4.65	Pekerjaan Subjek S-3 Nomor 2 Indikator 5 .....	197
4.66	Hasil TKKM Subjek S-3 Butir Soal 3.....	198
4.67	Pekerjaan Subjek S-3 Nomor 3 Indikator 1 .....	199
4.68	Pekerjaan Subjek S-3 Nomor 3 Indikator 2 .....	200
4.69	Pekerjaan Subjek S-3 Nomor 3 Indikator 3 .....	201
4.70	Pekerjaan Subjek S-3 Nomor 3 Indikator 4 .....	202
4.71	Pekerjaan Subjek S-3 Nomor 3 Indikator 5 .....	204
4.72	Hasil TKKM Subjek S-3 Butir Soal 4.....	205
4.73	Pekerjaan Subjek S-3 Nomor 4 Indikator 1 .....	205
4.74	Pekerjaan Subjek S-3 Nomor 4 Indikator 2 .....	206
4.75	Pekerjaan Subjek S-3 Nomor 4 Indikator 3 .....	207
4.76	Pekerjaan Subjek S-3 Nomor 4 Indikator 4 .....	209
4.77	Pekerjaan Subjek S-3 Nomor 4 Indikator 5 .....	210
4.78	Hasil TKKM Subjek S-4 Butir Soal 1.....	211
4.79	Pekerjaan Subjek S-4 Nomor 1 Indikator 1 .....	212
4.80	Pekerjaan Subjek S-4 Nomor 1 Indikator 2 .....	212
4.81	Pekerjaan Subjek S-4 Nomor 1 Indikator 3 .....	214
4.82	Pekerjaan Subjek S-4 Nomor 1 Indikator 4 .....	215
4.83	Pekerjaan Subjek S-4 Nomor 1 Indikator 5 .....	216
4.84	Hasil TKKM Subjek S-4 Butir Soal 2.....	217
4.85	Pekerjaan Subjek S-4 Nomor 2 Indikator 1 .....	218

4.86	Pekerjaan Subjek S-4 Nomor 2 Indikator 2 .....	219
4.87	Pekerjaan Subjek S-4 Nomor 2 Indikator 3 .....	220
4.88	Pekerjaan Subjek S-4 Nomor 2 Indikator 4 .....	222
4.89	Pekerjaan Subjek S-4 Nomor 2 Indikator 5 .....	223
4.90	Hasil TKKM Subjek S-4 Butir Soal 3.....	224
4.91	Pekerjaan Subjek S-4 Nomor 3 Indikator 1 .....	225
4.92	Pekerjaan Subjek S-4 Nomor 3 Indikator 2 .....	226
4.93	Pekerjaan Subjek S-4 Nomor 3 Indikator 3 .....	227
4.94	Pekerjaan Subjek S-4 Nomor 3 Indikator 4 .....	229
4.95	Pekerjaan Subjek S-4 Nomor 3 Indikator 5 .....	230
4.96	Hasil TKKM Subjek S-4 Butir Soal 4.....	231
4.97	Pekerjaan Subjek S-4 Nomor 4 Indikator 1 .....	232
4.98	Pekerjaan Subjek S-4 Nomor 4 Indikator 2 .....	233
4.99	Pekerjaan Subjek S-4 Nomor 4 Indikator 3 .....	234
4.100	Pekerjaan Subjek S-4 Nomor 4 Indikator 4 .....	236
4.101	Pekerjaan Subjek S-4 Nomor 4 Indikator 5 .....	237
4.102	Hasil TKKM Subjek S-5 Butir Soal 1.....	239
4.103	Pekerjaan Subjek S-5 Nomor 1 Indikator 1 .....	239
4.104	Pekerjaan Subjek S-5 Nomor 1 Indikator 2 .....	241
4.105	Pekerjaan Subjek S-5 Nomor 1 Indikator 3 .....	242
4.106	Pekerjaan Subjek S-5 Nomor 1 Indikator 4 .....	243
4.107	Pekerjaan Subjek S-5 Nomor 1 Indikator 5 .....	244
4.108	Hasil TKKM Subjek S-5 Butir Soal 2.....	245
4.109	Pekerjaan Subjek S-5 Nomor 2 Indikator 1 .....	246
4.110	Pekerjaan Subjek S-5 Nomor 2 Indikator 2 .....	247
4.111	Pekerjaan Subjek S-5 Nomor 2 Indikator 3 .....	248
4.112	Pekerjaan Subjek S-5 Nomor 2 Indikator 4 .....	249
4.113	Pekerjaan Subjek S-5 Nomor 2 Indikator 5 .....	251
4.114	Hasil TKKM Subjek S-5 Butir Soal 3.....	252
4.115	Pekerjaan Subjek S-5 Nomor 3 Indikator 1 .....	252
4.116	Pekerjaan Subjek S-5 Nomor 3 Indikator 2 .....	254
4.117	Pekerjaan Subjek S-5 Nomor 3 Indikator 3 .....	255

4.118	Pekerjaan Subjek S-5 Nomor 3 Indikator 4 .....	256
4.119	Pekerjaan Subjek S-5 Nomor 3 Indikator 5 .....	257
4.120	Hasil TKKM Subjek S-5 Butir Soal 4.....	258
4.121	Pekerjaan Subjek S-5 Nomor 4 Indikator 1 .....	259
4.122	Pekerjaan Subjek S-5 Nomor 4 Indikator 2 .....	260
4.123	Pekerjaan Subjek S-5 Nomor 4 Indikator 3 .....	261
4.124	Pekerjaan Subjek S-5 Nomor 4 Indikator 4 .....	262
4.125	Pekerjaan Subjek S-5 Nomor 4 Indikator 5 .....	263
4.126	Hasil TKKM Subjek S-6 Butir Soal 1.....	265
4.127	Pekerjaan Subjek S-6 Nomor 1 Indikator 1 .....	265
4.128	Pekerjaan Subjek S-6 Nomor 1 Indikator 2 .....	266
4.129	Pekerjaan Subjek S-6 Nomor 1 Indikator 3 .....	268
4.130	Pekerjaan Subjek S-6 Nomor 1 Indikator 4 .....	269
4.131	Pekerjaan Subjek S-6 Nomor 1 Indikator 5 .....	270
4.132	Hasil TKKM Subjek S-6 Butir Soal 2.....	271
4.133	Pekerjaan Subjek S-6 Nomor 2 Indikator 1 .....	271
4.134	Pekerjaan Subjek S-6 Nomor 2 Indikator 2 .....	273
4.135	Pekerjaan Subjek S-6 Nomor 2 Indikator 3 .....	274
4.136	Pekerjaan Subjek S-6 Nomor 2 Indikator 4 .....	275
4.137	Pekerjaan Subjek S-6 Nomor 2 Indikator 5 .....	277
4.138	Hasil TKKM Subjek S-6 Butir Soal 3.....	279
4.139	Pekerjaan Subjek S-6 Nomor 3 Indikator 1 .....	279
4.140	Pekerjaan Subjek S-6 Nomor 3 Indikator 2 .....	281
4.141	Pekerjaan Subjek S-6 Nomor 3 Indikator 3 .....	282
4.142	Pekerjaan Subjek S-6 Nomor 3 Indikator 4 .....	283
4.143	Pekerjaan Subjek S-6 Nomor 3 Indikator 5 .....	284
4.144	Hasil TKKM Subjek S-6 Butir Soal 4.....	285
4.145	Pekerjaan Subjek S-6 Nomor 4 Indikator 1 .....	286
4.146	Pekerjaan Subjek S-6 Nomor 4 Indikator 2 .....	287
4.147	Pekerjaan Subjek S-6 Nomor 4 Indikator 3 .....	288
4.148	Pekerjaan Subjek S-6 Nomor 4 Indikator 4 .....	289
4.149	Pekerjaan Subjek S-6 Nomor 4 Indikator 5 .....	291

4.150	Hasil Observasi Kemampuan Guru dalam Pengelolaan Pembelajaran Project Based Learning dengan Strategi STEM .....	293
4.151	Hasil Observasi Aktivitas Pembelajaran Siswa di Kelas yang Menggunakan Project Based Learning dengan Strategi STEM.....	294

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Daftar Kode Siswa Kelas Eksperimen (Kelas VII-G) .....	321
2. Daftar Kode Siswa Kelas Kontrol (Kelas VII-H).....	322
3. Daftar Kode Siswa Kelas Uji Coba (Kelas VII-F) .....	323
4. Data Nilai Penilaian Akhir Semester Gasal (PAS) Siswa Kelompok Sampel .....	324
5. Uji Normalitas Data Awal .....	325
6. Uji Homogenitas Data Awal.....	326
7. Uji Kesamaan Rata-Rata Data Awal .....	327
8. Lembar Validasi Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) Instrumen Penelitian .....	329
9. Lembar Validasi Tes Kemampuan Komunikasi Matematis.....	338
10. Lembar Validasi Skala Disposisi Matematis.....	357
11. Lembar Validasi Pedoman Wawancara Kemampuan Komunikasi Matematis .. ..	363
12. Kisi-kisi Tes Pendahuluan Kemampuan Komunikasi Matematis .....	366
13. Tes Pendahuluan Kemampuan Komunikasi Matematis.....	368
14. Rubrik Penilaian Tes Pendahuluan Kemampuan Komunikasi Matematis.....	369
15. Daftar Nilai Tes Pendahuluan Kemampuan Komunikasi Matematis....	375
16. Uji Normalitas Tes Pendahuluan Kemampuan Komunikasi Matematis.....	376
17. Uji Homogenitas Tes Pendahuluan Kemampuan Komunikasi Matematis.....	378
18. Uji Kesamaan Rata-rata Tes Pendahuluan Kemampuan Komunikasi Matematis ...	379
19. Kisi – kisi Tes Uji Coba Kemampuan Komunikasi Matematis .....	383
20. Soal Uji Coba Tes Kemampuan Komunikasi Matemati .....	382
21. Rubrik Penilaian Tes Uji Coba Kemampuan Komunikasi Matematis ..	389

22.	Daftar Nilai Uji Coba <i>Post-Test</i> Kemampuan Komunikasi Matematis.	406
23.	Perhitungan Validitas Butir Soal Uji Coba <i>Post-test</i> Kemampuan Komunikasi Matematis .....	407
24.	Perhitungan Reliabilitas Butir Soal Uji Coba <i>Post-test</i> Kemampuan Komunikasi Matematis .....	409
25.	Perhitungan Daya Pembeda Butir Soal Uji Coba <i>Post-test</i> Kemampuan Komunikasi Matematis .....	411
26.	Perhitungan Tingkat Kesukaran Butir Soal Uji Coba <i>Post-test</i> Kemampuan Komunikasi Matematis .....	412
27.	Rekap Analisis Butir Soal Soal Uji Coba <i>Post-test</i> Kemampuan Komunikasi Matematis .....	414
28.	Ringkasan Analisis Soal Uji Coba <i>Post-test</i> Kemampuan Komunikasi Matematis .....	417
29.	Kisi – kisi <i>Post Test</i> Kemampuan Komunikasi Matematis .....	418
30.	Soal <i>Post Test</i> Kemampuan Komunikasi Matematis .....	419
31.	Rubrik Penilaian <i>Post Test</i> Kemampuan Komunikasi Matematis.....	425
32.	Data Nilai <i>Post Test</i> Kemampuan Komunikasi Matematis .....	439
33.	Kisi – Kisi Uji Coba Skala Disposisi Matematis.....	440
34.	Skala Uji Coba Disposisi Matematis .....	443
35.	Hasil Uji Coba Skala Disposisi Matematis.....	448
36.	Perhitungan Validitas Butir Uji Coba Skala Disposisi Matematis Siswa .....	448
37.	Perhitungan Reliabilitas Butir Uji Coba Skala Disposisi Matematis Siswa .....	450
38.	Rekap Analisis Butir Uji Coba Skala Disposisi Matematis Siswa.....	454
39.	Kisi – kisi Skala Disposisi Matematis .....	455
40.	Skala Disposisi Matematis.....	457
41.	Hasil Skala Disposisi Matematis Kelas Ekperimen.....	460
42.	Analisis Pemilihan Subjek .....	462
43.	Penggalan Silabus Kelompok Ekperimen .....	464
44.	Penggalan Silabus Kelompok Kontrol.....	469
45.	Rencana Pelaksanaan Pembelajaran Kelas Eksperimen.....	472

46.	Rencana Pelaksanaan Pembelajaran Kelas Kontrol .....	494
47.	Lembar Kerja Siswa Kelas Ekperimen.....	520
48.	Pedoman Penilaian Proyek .....	544
49.	Pedoman Penskoran Proyek .....	547
50.	Lembar Kerja Siswa Kelas Kontrol.....	548
51.	Pedoman Wawancara Kemampuan Komunikasi Matematis.....	553
52.	Instrumen Wawancara Kemampuan Komunikasi Matematis .....	555
53.	Uji Normalitas Data <i>Post Test</i> Kemampuan Komunikasi Matematis Kelas Eksperimen .....	557
54.	Uji Normalitas Data <i>Post Test</i> Kemampuan Komunikasi Matematis Kelas Kontrol.....	559
55.	Uji Normalitas Data <i>Post Test</i> Kemampuan Komunikasi Matematis ...	561
56.	Uji Homogenitas Data <i>Post Test</i> Kemampuan Komunikasi Matematis	563
57.	Uji Hipotesis I.....	565
58.	Uji Hipotesis II .....	568
59.	Uji Hipotesis III .....	572
60.	Kriteria Kemampuan Komunikasi Matematis Subjek Penelitian .....	575
61.	Observasi Kemampuan Guru Dalam Pengelolaan Pembelajaran <i>Project Based Learning</i> dengan Strategi STEM .....	578
63.	Observasi Aktivitas Peserta Didik Dalam <i>Project Based Learning</i> dengan Strategi STEM.....	583
64.	Rekap Observasi Kemampuan Guru Dalam Pengelolaan Pembelajaran <i>Project Based Learning</i> dengan Strategi STEM .....	585
65.	Rekap Observasi Aktivitas Peserta Didik Dalam <i>Project Based</i> <i>Learning</i> dengan Strategi STEM.....	588
66.	Surat Penetapan Dosen Pembimbingan Skripsi .....	590
67.	Surat Izin Penelitian untuk Kepala Dinas Pendidikan Kota Semarang .	591
68.	Surat Izin Kepala Dinas Pendidikan Kota Semarang .....	592
69.	Surat Telah Melakukan Penelitian.....	593
70.	Dokumentasi Penelitian .....	594

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Pendidikan berperan penting dalam merubah peradaban manusia terutama pada era globalisasi seperti saat ini. Berdasarkan Undang-undang Sistem Pendidikan Nasional No 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional Bab I Pasal 1 Ayat 1 menyatakan bahwa pendidikan merupakan suatu usaha sadar dan terencana dalam rangka mewujudkan suasana belajar dan proses pembelajaran agar siswa aktif mengembangkan potensi diri guna memiliki kekuatan pengendalian diri, spiritual keagamaan, kepribadian, kecerdasan, akhlak mulia, serta ketrampilan yang diperlukan diri mereka sendiri, masyarakat, serta Bangsa dan Negara. Namun, menurut laporan daya saing global (*The Global Competitiveness Report*) yang dikeluarkan oleh Forum Ekonomi Dunia (*World Economic Forum*, 2016), posisi Indonesia untuk pilar pendidikan dan kesehatan menduduki posisi ke-100 dimana peroleh tersebut menunjukkan penurunan 20 level dari laporan tahun sebelumnya. Padahal pendidikan sendiri mempunyai peranan yang penting untuk memastikan generasi di masa yang akan datang mampu dan dibekali dengan baik guna menghadapi abad ke-21 yang penuh tantangan. Pendidikan itu sendiri juga merupakan pondasi dasar yang sangat dibutuhkan terutama bagi generasi muda dalam menghadapi tantangan global. Pondasi dasar yang kuat terhadap kemampuan dasar yang dimiliki siswa dapat membantu mengembangkan kecakapan-kecakapan dan kebiasaan-kebiasaan yang terdapat pada abad ke-21 yang mana dapat

mempersiapkan siswa terhadap kemampuan berpikir, pemecahan masalah, komunikasi, dan membuat suatu keputusan. *The North Central Regional Education Laboratory and Metiri Group* (NCREL & Metiri Group) telah membuat suatu skema pendidikan yang bernama kemampuan enGauge abad ke-21 (*enGauge 21st Century Skills*), salah satu kemampuan tersebut yaitu komunikasi yang efektif (*effective communication*). Komunikasi yang efektif perlu dikembangkan oleh setiap individu pada abad ke-21 yang mencakup penyampaian informasi, kerjasama tim, kemampuan interpersonal, tanggung jawab sosial, komunikasi yang interaktif dan komunikasi terhadap lingkungan sekitar.

Menurut Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 20 tahun 2016 dijelaskan bahwa dimensi keterampilan siswa SMP/MTs/SMPLB/Paket B salah satunya berpikir dan bertindak secara komunikatif. Pada pembelajaran matematika, komunikasi juga menjadi salah satu kemampuan yang perlu dimiliki oleh setiap siswa. Sejalan dengan hal tersebut, NCTM atau *National Council of Teachers Mathematics* (2003) menyatakan bahwa lima kemampuan matematis yang perlu dimiliki oleh siswa salah satunya adalah *mathematical communication* (komunikasi matematis). Kemampuan komunikasi matematis merupakan keterampilan dasar yang harus dimiliki seseorang agar mampu menempuh kehidupannya dengan lebih baik untuk penyelesaian masalah. Menurut Departemen Pendidikan Nasional (2006), kemampuan komunikasi matematis siswa dalam menyelesaikan suatu masalah menjadi pembahasan penting dalam standar isi kurikulum pendidikan matematika di Indonesia.

Standar komunikasi matematis menekankan pengajaran matematika pada kemampuan siswa dalam hal: (1) mengorganisasikan dan mengkonsolidasikan cara

berpikir matematis (*mathematical thinking*) melalui komunikasi; (2) mengkomunikasikan *mathematical thinking* secara koheren (tersusun secara logis) dan jelas kepada teman sekelas, guru, maupun orang lain; (3) menganalisis dan mengevaluasi cara berpikir matematis (*mathematical thinking*) serta strategi yang digunakan oleh orang lain; (4) menggunakan bahasa matematika untuk mengekspresikan ide-ide matematika secara benar (NCTM, 2000).

Mengembangkan kemampuan komunikasi matematis merupakan tujuan belajar matematika yang sesuai dengan hakikat matematika sebagai bahasa yang universal, esensial, simbol yang efisien, dan universal serta “ *mathematics as human activity*”(Ismayani & Nuryanti, 2016). Pada lampiran III Permendikbud No.58 tahun 2014 juga menyatakan bahwa tujuan pembelajaran matematika salah satunya siswa mampu mengkomunikasikan gagasan, penalaran, serta mampu menyusun bukti matematika dengan menggunakan kalimat lengkap, simbol, tabel, diagram atau media lain untuk memperjelas keadaan masalah.

Dua alasan utama yang menjadikan kemampuan berbahasa dan berkomunikasi diperlukan dalam pembelajaran matematika antara lain: (1) Matematika sebagai bahasa (*mathematics as language*), artinya pada pembelajaran matematika tersebut komunikasi tidak hanya digunakan sebagai alat bantu berpikir, menemukan pola atau menyelesaikan masalah, akan tetapi juga digunakan sebagai alat komunikasi dalam menyampaikan berbagai ide secara jelas, tepat, dan ringkas; (2) Pembelajaran matematika sebagai kegiatan sosial (*mathematics learning as social activity*), artinya matematika digunakan sebagai suatu kegiatan sosial dikarenakan dalam pembelajaran pasti akan timbul suatu interaksi baik antara siswa dengan siswa maupun antara siswa dengan guru. Akan tetapi, fakta

dilapangan menyatakan bahwa siswa belum memiliki kemampuan komunikasi matematis yang baik. Hal ini ditunjukkan pada skor prestasi Indonesia menurut *Programme for International Student Assessment (PISA)* yang diselenggarakan oleh Organisasi untuk Kerjasama dan Pengembangan Ekonomi (OECD) yang diselenggarakan pada tahun 2015. Prestasi matematika di Indonesia berdasarkan hasil survei PISA dapat dilihat berdasarkan data pada Tabel 1.1 berikut ini.

Tabel 1. 1 Prestasi Matematika di Indonesia Berdasarkan Survei PISA

<b>Tahun</b>	<b>Perolehan Skor Indonesia</b>	<b>Rata-rata Internasional</b>	<b>Peringkat Indonesia</b>	<b>Jumlah Negara Peserta</b>
2000	367	500	39	41
2003	360	500	38	40
2006	391	500	50	57
2009	371	500	61	65
2012	375	500	64	65
2015	386	500	65	72

Sumber : Argina, *et.al.*(2017)

Survei yang dilakukan oleh PISA mengkategorikan matematika menjadi 6 level kemampuan matematis. Komunikasi matematis merupakan kemampuan pada level ke-4 dengan siswa yang dikategorikan mampu mengkonstruksikan dan mengkomunikasikan penjelasan berdasarkan interpretasi-interpretasi, argumen-argumen, dan aksi-aksi yang mereka lakukan (OECD, 2016: 60). Skor negara Indonesia pada hasil PISA sendiri mengkategorikan siswa Indonesia berada pada level 2, sehingga masih jauh untuk dikatakan bahwa siswa Indonesia memiliki kemampuan komunikasi matematis yang baik. Lemahnya kemampuan komunikasi matematis juga dapat dilihat berdasarkan hasil PISA tahun 2015 dimana Indonesia menempati posisi 65 dari 72 negara dalam pemetaan kemampuan matematika, membaca, dan sains. Pada hasil survei diperoleh persentase kemampuan komunikasi siswa Indonesia hanya sekitar 8,2% dari keseluruhan skor rata-rata

Indonesia sebesar 386. Sehingga dapat dikatakan bahwa kemampuan komunikasi matematis siswa Indonesia cenderung masih sangat rendah.

Menurut hasil *Trend in Mathematics and Science Study* (TIMSS, 2015) , siswa Indonesia memiliki kemampuan komunikasi kurang dari 57% dibandingkan dengan negara lain yang 80% siswanya telah memiliki kemampuan komunikasi matematis dan Indonesia menempati posisi ke-45 dari 49 negara dengan skor 397. Pembelajaran matematika yang diberlakukan di Indonesia juga lebih menekankan pada ketrampilan dasar, hanya sedikit sekali penerapan terhadap soal kehidupan sehari-hari, berkomunikasi secara matematis maupun penalaran secara matematis. Akibatnya, siswa mengalami kesulitan dalam menyelesaikan soal pemecahan masalah serta menterjemahkan soal matematika yang memiliki kaitan dengan kehidupan sehari-hari ke dalam model matematika atau dalam hal ini dikatakan bahwa siswa mengalami kesulitan dalam mengkomunikasikan suatu permasalahan matematika.

Pembelajaran matematika sendiri diberikan kepada siswa dalam rangka untuk meningkatkan aspek kognitif maupun aspek afektif. Selain aspek kognitif seperti komunikasi matematis yang perlu dimiliki oleh siswa, aspek afektif juga perlu dikembangkan. Disposisi matematis merupakan salah satu aspek afektif yang mempengaruhi proses dan hasil belajar matematika. Sejalan dengan apa yang dikemukakan oleh Mandur *et.al* (2013), rendahnya hasil belajar siswa disebabkan oleh kurangnya rasa percaya diri, kurang gigih dalam mencari pemecahan masalah matematika, dan kurangnya keingintahuan siswa dalam belajar matematika. Kepercayaan diri siswa memberikan pengaruh pada penilaian kemampuan siswa terhadap kesediaan untuk mengerjakan tugas dan akhirnya pada disposisi

matematis. Ditinjau dari konteks pembelajaran, disposisi matematis berkaitan dengan cara siswa bertanya, menjawab pertanyaan, mengkomunikasikan ide-ide matematis, bekerja dalam kelompok, dan menyelesaikan masalah (Rahayu, 2017). Menurut Sefalianti (2014), disposisi matematis dari siswa sendiri dikatakan baik jika siswa menyukai masalah-masalah menantang yang melibatkan dirinya secara langsung dalam menemukan atau menyelesaikan permasalahan matematika. Keadaan tersebut terjadi apabila siswa terlibat langsung selama proses pembelajaran maka akan muncul kecenderungan terhadap rasa percaya diri, kesadaran, dan pengharapan untuk kembali melihat hasil berpikirnya.

Selain disposisi matematis yang berpengaruh terhadap kemampuan komunikasi matematika, berbagai upaya lain juga dapat mempengaruhi hasil belajar siswa. Pemberian media pembelajaran ataupun metode pengajaran yang sesuai dapat meningkatkan hasil belajar bagi siswa. Pemberian model pembelajaran mampu mengoptimalkan aktivitas pembelajaran siswa. Salah satu model pembelajaran yang dapat diberikan guna meningkatkan proses pembelajaran matematika yaitu model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL). Penerapan PjBL dapat meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa dengan cara pemberian tugas-tugas proyek yang menuntut siswa untuk bisa mengkomunikasikan ide matematis berdasarkan temuan-temuan mereka selama melakukan tugas-tugas proyek baik lisan maupun tulisan (Ismayani & Nuryanti, 2016). PjBL merupakan model pembelajaran yang dirancang untuk persoalan kompleks, investigasi pemahaman masalah, menekankan pada aktivitas siswa, serta berorientasi pada produk (Siwa *et al*, 2013). Penerapan model PjBL

juga dapat meningkatkan kualitas pembelajaran yang dirancang pada Kurikulum 2013.

PjBL memberikan kesempatan kepada guru untuk mengelola pembelajaran di kelas dengan melibatkan kerja proyek, yang mana memuat tugas-tugas yang kompleks berdasarkan permasalahan yang diberikan kepada siswa sebagai langkah awal dalam mengumpulkan dan mengintegrasikan pengetahuan baru berdasarkan pengalaman siswa dalam beraktivitas secara nyata, dan menuntut siswa untuk melakukan kegiatan merancang, melakukan kegiatan investigasi atau penyelidikan, memecahkan masalah, membuat keputusan, serta memberikan kesempatan kepada siswa untuk bekerja secara mandiri maupun kelompok (Widyantini, 2014). PjBL mempunyai potensi besar dalam memberikan pengalaman belajar yang lebih menarik dan bermanfaat karena siswa didorong untuk lebih aktif belajar dan guru hanya sebagai fasilitator serta mengevaluasi produk hasil kerja siswa yang ditampilkan dalam hasil proyek yang dikerjakan. Menurut Olson sebagaimana dikutip oleh Widyantini (2014), pada PjBL siswa merencanakan dan melaksanakan penyelidikan terhadap beberapa topik atau tema yang menggunakan lintas mata pelajaran atau lintas materi.

Selain menggunakan model PjBL pada pembelajaran matematika tentunya pembelajaran juga harus selaras dengan tren yang ada di era globalisasi, salah satunya adalah strategi pembelajaran dengan menggunakan STEM. STEM merupakan suatu akronim yang dapat digunakan untuk merujuk secara kolektif suatu pendekatan lintas disiplin ilmu, yaitu sains, teknologi, *engineering*, dan matematika yang dapat mendukung peningkatan hasil belajar siswa (Pangesti, *et.al*, 2017). Pendekatan dengan STEM menggunakan dua atau lebih subjek pada area

cakupan STEM (sains, teknologi, *engineering*, dan matematika) dan juga menggunakan satu atau lebih mata pelajaran lain di sekolah (Sanders, 2009:21). Sehingga dengan menggunakan strategi STEM, pembelajaran matematika dapat dikaitkan dengan mata pelajaran lainnya yang memiliki keterkaitan dengan pelajaran yang sedang diajarkan dikarenakan pembelajaran dengan STEM dibutuhkan untuk menekankan beberapa aspek dalam pembelajaran.

PjBL dengan strategi STEM di sekolah dapat memberikan motivasi kepada siswa dengan performa belajar rendah serta menurunkan jarak pada pencapaian hasil belajar (Breiner *et al.*, 2012). Berdasarkan *National Research Council* (NRC) sebagaimana dikutip oleh Beatty (2011) mengatakan bahwa strategi pembelajaran STEM menekankan beberapa aspek dalam pembelajaran antara lain: (1) mengajukan pertanyaan (sains) dan mendefinisikan masalah (teknik); (2) meningkatkan dan menggunakan model; (3) merencanakan dan menggunakan investigasi; (4) menganalisis dan menginterpretasikan data (matematika); (5) menggunakan matematika, informasi teknologi, komputer, dan atau komputasi berpikir; (6) membangun penjelasan (sains) dan merancang solusi (teknik); (7) ikut terlibat dalam argumen-argumen didasarkan dengan bukti-bukti; (8) memperoleh, mengevaluasi, dan mengkomunikasikan informasi. Oleh karena itu, PjBL dengan strategi STEM dapat digunakan untuk menumbuhkan kemampuan komunikasi matematis siswa.

Berdasarkan hasil wawancara yang telah dilakukan di SMP Negeri 12 Semarang dengan salah satu guru matematika diperoleh beberapa informasi dimana secara umum guru telah menggunakan pembelajaran dengan kurikulum 2013 dengan berbagai model pembelajaran. Akan tetapi, belum optimal bagi siswa

sendiri terutama bagi siswa kelas VII di SMP Negeri 12 Semarang. Selain itu, kemampuan komunikasi matematis siswa dan minat siswa (disposisi matematis) masih rendah sehingga hasil belajar siswa juga masih belum optimal. Hal ini terlihat dari keadaan berikut ini. (1) Rendahnya rasa ingin tahu siswa terhadap sesuatu yang baru; (2) Ketika diberikan pekerjaan rumah (*homework*), 50% siswa hanya menunggu dan mencontek jawaban teman lainnya; (3) Kemudian, 50% siswa masih ragu-ragu dan pasif dalam menyampaikan ide-ide matematis dengan bahasa mereka; (4) Banyak siswa yang mengalami kesulitan dalam menghubungkan ide-ide matematis yang dimiliki oleh mereka dengan ide-ide matematis yang dapat ditemukan pada permasalahan yang diberikan; (5) Ketika mereka diberikan soal kontekstual, siswa tidak terbiasa menuliskan apa yang diketahui dan ditanyakan pada soal, sehingga sering terjadi salah penafsiran ketika mereka menyelesaikan soal tersebut; (6) Masih kurangnya pemahaman siswa terhadap suatu konsep matematika dan kurangnya ketepatan siswa dalam menyebutkan simbol atau notasi matematika juga menjadi kendala dalam pembelajaran. Rendahnya kemampuan komunikasi matematis siswa kelas VII SMP Negeri 12 juga diperkuat dengan hasil tes studi pendahuluan yang dilakukan pada hari Kamis tanggal 10 Januari 2019. Tes tersebut dilakukan di kelas VII-G dan diikuti oleh dengan memberikan tes kemampuan komunikasi matematis yang terdiri atas 5 butir soal berbentuk uraian. Diperoleh hasil rata-rata dari tes pendahuluan tersebut dengan nilai rata-rata 56,9 dengan skor ideal yaitu 100, sehingga guru perlu merancang suatu pembelajaran yang bervariasi, melibatkan siswa secara aktif dalam belajar, serta menciptakan disposisi matematis siswa yang tinggi sehingga siswa mampu meningkatkan kemampuan komunikasi matematis.

Berdasarkan uraian diatas peneliti perlu melakukan suatu penelitian yang berjudul “**Analisis Kemampuan Komunikasi Matematis ditinjau dari Disposisi Matematis Siswa pada *Project Based Learning* dengan Strategi STEM**”.

## **1.2 Identifikasi Masalah**

Berdasarkan uraian pada latar belakang diatas, peneliti dapat mengidentifikasi beberapa masalah sebagai berikut:

- (1) Kemampuan komunikasi matematis merupakan salah satu kemampuan yang penting dimiliki oleh siswa. Akan tetapi, terdapat kesulitan pada siswa SMP Negeri 12 Semarang sehingga kemampuan komunikasi matematis siswa belum optimal.
- (2) Kemampuan Disposisi matematis sebagian siswa masih rendah, hal itu terlihat dengan rendahnya minat serta kepercayaan diri siswa dalam menyelesaikan masalah matematika.
- (3) Meskipun Kurikulum 2013 sudah diterapkan di sekolah dan berbagai macam model pembelajaran sudah diterapkan namun pelaksanaannya masih kurang optimal dalam proses pembelajaran, sehingga perlu diadakan inovasi pembelajaran matematika di kelas yang mendukung peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa.

## **1.3 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas maka rumusan masalah dari penelitian ini sebagai berikut.

- (1) Apakah pembelajaran dengan menerapkan metode PjBL dengan strategi STEM terhadap kemampuan komunikasi matematis efektif?

- (2) Apakah disposisi matematis berpengaruh terhadap kemampuan komunikasi matematika pada pembelajaran PjBL dengan strategi STEM ?
- (3) Bagaimana deskripsi kemampuan komunikasi matematis ditinjau dari disposisi matematis siswa pada PjBL dengan strategi STEM?

## **1.4 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah di atas maka tujuan dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut.

- (1) Menguji keefektifan kemampuan komunikasi matematis melalui PjBL dengan strategi STEM.
- (2) Mengetahui apakah disposisi matematis berpengaruh terhadap kemampuan komunikasi matematis pada PjBL dengan strategi STEM.
- (3) Mendeskripsikan kemampuan komunikasi matematis ditinjau dari disposisi matematis siswa pada PjBL dengan strategi STEM.

## **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang ingin diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

### **1.5.1 Manfaat Teoritis**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut. (1) Memberikan sumbangan terhadap peningkatan mutu pendidikan melalui proses belajar mengajar secara tepat guna di sekolah untuk menyiapkan sumber daya manusia yang berkualitas terutama pada pengajaran matematika, (2) Menambah pengetahuan khususnya pada pelajaran matematika untuk meningkatkan kemampuan komunikasi matematis ditinjau dari disposisi matematis siswa dengan PjBL dengan strategi STEM.

## **1.5.2 Manfaat Praktis**

### ***1.5.2.1 Manfaat Penelitian Bagi Siswa***

Penelitian ini diharapkan dapat memberi manfaat bagi siswa sebagai berikut. (1) Memberikan pengalaman baru kepada siswa dan lebih terlibat aktif dalam pembelajaran di kelas sehingga dapat meningkatkan kemampuan komunikasi matematis (2) Melatih kemampuan berinteraksi sehingga dapat meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa, (3) Meningkatkan ketuntasan hasil belajar siswa pada materi pelajaran matematika terutama pada materi aritmetika sosial, (4) Memberi pengaruh positif terhadap hasil belajar matematika siswa dalam mengikuti pembelajaran matematika, serta dapat memudahkan siswa dalam memahami suatu topik keterkaitannya dengan topik lain baik dalam pembelajaran matematika maupun dalam kehidupan sehari-hari.

### ***1.5.2.2 Manfaat Penelitian Bagi Guru***

Penelitian ini diharapkan dapat memberi manfaat bagi guru sebagai berikut. (1) Memberikan pengalaman dan pengetahuan bagi guru dalam pelaksanaan PjBL dengan strategi STEM, (2) Menambah pengalaman bagi guru dalam merencanakan dan menciptakan kegiatan pembelajaran efektif, variatif, dan inovatif yang mendorong partisipasi siswa dalam kegiatan belajar mengajar, (3) Memberi gambaran kepada guru untuk menerapkan pembelajaran matematika yang sesuai dengan kondisi siswa sehingga dapat meningkatkan ketuntasan belajar matematika, (4) Memberi alternatif pembelajaran matematika yang dapat dikembangkan menjadi lebih baik bagi guru sehingga dapat dijadikan sebagai pertimbangan ketika akan meningkatkan kemampuan komunikasi matematika dengan PjBL- STEM,

### ***1.5.2.3 Manfaat Penelitian Bagi Sekolah***

Penelitian ini diharapkan dapat memberi manfaat bagi sekolah sebagai berikut. (1) Pengaruh positif yang dihasilkan dari PjBL dengan strategi STEM dapat dijadikan acuan oleh sekolah sebagai salah satu masukan dalam mengambil suatu kebijakan untuk kemajuan sekolah, (2) Memberikan motivasi bagi sekolah dalam mengembangkan kualitas dan mutu hasil pembelajaran terutama pengajaran matematika, (3) Diharapkan dengan PjBL dengan strategi STEM dapat meningkatkan komunikasi matematis siswa sehingga berdampak positif terhadap nilai matematika siswa, sehingga dapat menjadi langkah awal dalam peningkatan hasil ujian nasional yang tentunya dapat berpengaruh terhadap prestasi dari sekolah tersebut.

### ***1.5.2.4 Manfaat Penelitian Bagi Peneliti***

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi peneliti sebagai berikut. (1) Memberikan referensi bagi peneliti terkait dalam pembelajaran matematika khususnya dalam peningkatan kemampuan matematis siswa, (2) Memberikan refleksi dalam proses belajar mengajar matematika ketika nantinya menjadi seorang pengajar matematika di masa yang akan datang, (3) Memberikan pengalaman dan pengetahuan dan mengetahui hasil kemampuan komunikasi matematis ditinjau dari disposisi matematis siswa pada PjBL- STEM.

## **1.6 Penegasan Istilah**

Untuk menyamakan persepsi terhadap judul proposal ini, diperlukan penegasan istilah sebagai berikut.

### **1.6.1 Kemampuan Komunikasi Matematis**

Lestari & Yudhanegara (2015:83), kemampuan komunikasi matematis adalah kemampuan menyampaikan gagasan atau ide matematis, baik secara lisan maupun tulisan serta kemampuan memahami dan menerima gagasan atau ide matematis orang lain secara cermat, analitis, kritis, dan evaluatif untuk mempertajam pemahaman. Menurut NCTM (2000) menyatakan bahwa kemampuan komunikasi matematis adalah suatu cara siswa untuk mengungkapkan ide-ide matematis mereka baik secara lisan, tertulis, gambar, diagram, menggunakan benda, menyajikan dalam bentuk aljabar, atau menggunakan simbol matematika (NCTM, 2000: 60). Pada penelitian ini, komunikasi matematis merupakan kemampuan matematika siswa untuk menggunakan matematika sebagai alat komunikasi dalam mengungkapkan ide matematis secara tulisan sebagai suatu isi pesan yang harus disampaikan.

### **1.6.2 Disposisi Matematis**

Menurut Sumarmo (2010) disposisi matematis adalah keinginan, kesadaran, kecenderungan, dan dedikasi yang kuat pada diri siswa untuk berpikir dan berbuat secara matematis. Disposisi matematis berkaitan dengan siswa dalam menyelesaikan masalah matematika yang mencakup sikap percaya diri, tekun, berminat, dan berpikir fleksibel untuk mengeksplorasi berpikir alternatif penyelesaian masalah (Sukanto, 2013).

### **1.6.3 Project Based Learning**

Menurut Lestari & Yudhanegara (2015:62), *Project Based Learning* (PjBL) adalah model pembelajaran yang berpusat pada proses, relatif berjangka waktu, berfokus pada masalah, unit pembelajaran bermakna dengan memadukan konsep-

konsep dari sejumlah komponen, baik itu pengetahuan, disiplin ilmu maupun pengalaman lapangan. Menurut Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidikan Tenaga Kependidikan (PPPPTK) sebagaimana dikutip oleh Widyantini (2014) menyatakan bahwa PjBL adalah model pembelajaran yang memberikan kesempatan kepada guru untuk mengelola pembelajaran di kelas dengan melibatkan kerja proyek, yang mana memuat tugas-tugas yang kompleks berdasarkan permasalahan yang diberikan kepada siswa sebagai langkah awal dalam mengumpulkan dan mengintegrasikan pengetahuan baru berdasarkan pengalaman siswa dalam beraktivitas secara nyata, dan menuntut siswa untuk melakukan kegiatan merancang, melakukan kegiatan investigasi atau penyelidikan, memecahkan masalah, membuat keputusan, serta memberikan kesempatan kepada siswa untuk bekerja secara mandiri maupun kelompok (kolaboratif). Berdasarkan pendapat di atas maka dapat diambil kesimpulan bahwa PjBL merupakan model pembelajaran yang memberikan kesempatan kepada guru melibatkan siswa secara aktif dalam menghasilkan produk atau proyek nyata yang memuat tugas-tugas yang kompleks berdasarkan permasalahan sebagai langkah awal mengintegrasikan pengetahuan baru dengan menggunakan kemampuan secara teknis dan praktis.

#### **1.6.4 Sains, Teknologi, Engineering, dan Matematika (STEM)**

STEM merupakan istilah yang digunakan secara kolektif untuk merujuk pengajaran lintas disiplin ilmu yang meliputi sains, teknologi, *engineering*, dan matematika. Integrasi pada aspek STEM tersebut memberikan dampak positif terhadap pembelajaran siswa (Becker & Park, 2011: 23-37).

### **1.6.5 Materi Aritmetika Sosial**

Materi yang diajarkan di SMP Negeri 12 Semarang untuk semester genap salah satunya adalah materi Aritmetika Sosial Kompetensi dasar yang diambil pada penelitian ini didasarkan pada Kurikulum 2013 yaitu terkait menyelesaikan masalah kontekstual pada aritmetika sosial (keuntungan, kerugian, suku bunga tunggal, neto, tara, dan bruto) menggunakan model pembelajaran PjBL dengan strategi STEM untuk materi SMP kelas VII semester genap.

### **1.6.6 Analisis**

Berdasarkan Depdiknas (2008: 78), analisis merupakan penyelidikan terkait dengan suatu peristiwa (karangan, perbuatan, dan sebagainya) untuk mengetahui keadaan yang sebenarnya (sebab-musabab, duduk perkaranya, dan sebagainya). Dalam penelitian ini, analisis diartikan sebagai penyelidikan terkait dengan permasalahan melalui beberapa percobaan dan atau pengujian sehingga dapat diketahui kebenaran pada keadaan atau peristiwa yang diselidiki yang difokuskan pada analisis bagaimana komunikasi matematis secara tertulis ditinjau dari disposisi matematis siswa kelas VII menggunakan PjBL dengan strategi STEM sehingga dapat diperoleh gambaran yang tepat dan sesuai.

### **1.6.7 *Discovery Learning***

*Discovery Learning* merupakan suatu model pembelajara yang dirancang sedemikian sehingga dapat menemukan konsep-konsep dan prinsip-prinsip melalui proses mentalnya sendiri (Lestari Yudhanegara, 2015: 63-64). Adapun tahapan pembelajarannya, yaitu: (1) *Stimulation*; (2) *Problem Statement*; (3) *Data Collection*; (4) *Data Processing*; (5) *Verification*; (6) *Generalization*.

### **1.6.8 Keefektifan**

Berdasarkan Depdiknas (2008: 374), keefektifan berasal dari kata efektif yang mempunyai arti yaitu membawa hasil, berhasil guna (usaha, tindakan) dan keefektifan berarti keberhasilan (usaha, tindakan). Keefektifan yang dimaksud dalam penelitian ini adalah keberhasilan penggunaan PjBL dengan strategi STEM terhadap kemampuan komunikasi matematis ditinjau dari disposisi matematis siswa. Pembelajaran dikatakan efektif apabila memenuhi indikator sebagai berikut.

- (1) Kemampuan komunikasi matematis ditinjau dari disposisi matematis pada PjBL dengan strategi STEM mencapai kriteria ketuntasan minimal (KKM) yang diharapkan yakni 74 dan mencapai ketuntasan belajar secara klasikal yakni 75% dari jumlah siswa yang terdapat di kelas tersebut.
- (2) Kemampuan komunikasi matematis ditinjau dari disposisi matematis siswa pada PjBL dengan strategi STEM lebih baik dari pada kelas dengan model *discovery learning* pada materi aritmetika sosial.

## **1.7 Sistematika Penulisan Skripsi**

Secara garis besar sistematika penulisan skripsi ini terbagi menjadi tiga bagian, yaitu bagian awal skripsi, bagian isi skripsi, dan bagian akhir skripsi.

### **1.7.1 Bagian Awal Skripsi**

Bagian awal skripsi berisi halaman judul, lembar pengesahan, abstrak, motto, halaman persembahan, kata pengantar, daftar isi, daftar tabel, dan daftar lampiran.

### **1.7.2 Bagian Isi Skripsi**

Bagian isi merupakan bagian pokok skripsi yang terdiri dari lima bab.

BAB 1: Pendahuluan yang meliputi latar belakang masalah, identifikasi masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, penegasan istilah, dan sistematika penulisan skripsi.

BAB 2: Landasan Teori dan Hipotesis. Bagian ini membahas teori yang melandasi permasalahan skripsi serta penjelasan yang merupakan landasan teoritis yang diterapkan dalam skripsi, pokok bahasan yang terkait dengan pelaksanaan penelitian, kerangka berpikir, dan hipotesis penelitian.

BAB 3: Metode Penelitian. Bab ini meliputi jenis dan desain penelitian, metode penelitian, prosedur penelitian, teknik pengumpulan data, instrument penelitian, analisis instrumen, analisis data, dan keabsahan data.

BAB 4: Hasil dan Pembahasan. Bab ini berisi hasil penelitian, dan pembahasan hasil penelitian.

BAB 5: Penutup. Bab ini berisi tentang simpulan dan saran yang diajukan dalam penelitian.

### **1.7.3 Bagian Akhir Skripsi**

Bagian akhir skripsi berisi daftar pustaka dan lampiran-lampiran.

## **BAB 2**

### **LANDASAN TEORI DAN HIPOTESIS**

#### **2.1 Landasan Teori**

##### **2.1.1 Belajar**

Belajar merupakan suatu aktivitas yang dilakukan oleh setiap manusia baik yang disadari maupun tidak. Keberhasilan seorang anak pada tingkat pendidikan bergantung kepada hasil belajar yang dicapai.

##### ***2.1.1.1 Pengertian Belajar***

Belajar mempunyai peranan yang sangat penting dalam kehidupan manusia. Menurut Rifa'i dan Anni (2015:64) mengungkapkan bahwa belajar merupakan proses penting bagi perubahan perilaku setiap orang dan belajar itu mencakup segala sesuatu yang dipikirkan dan dikerjakan oleh seseorang. Gagne sebagaimana yang dikutip oleh Rifa'i & Anni (2015:64), menyatakan bahwa belajar merupakan perubahan disposisi atau kecakapan manusia yang berlangsung selama periode waktu tertentu, dan perubahan perilaku itu tidak berasal dari proses pertumbuhan. Berdasarkan pengertian di atas, dapat disimpulkan bahwa belajar adalah suatu proses perubahan perilaku baik perilaku tampak maupun tidak tampak yang berlangsung selama periode waktu tertentu yang terjadi di lingkungan sekitar guna meningkatkan kualitas dan kuantitas berdasarkan pengalaman diberbagai bidang.

##### **2.1.2 Teori-Teori Belajar yang Relevan**

Secara umum terdapat tiga teori belajar yaitu teori belajar humanistik, teori belajar behavioristik, dan teori belajar kognitif. Berikut ini terdapat berbagai pengertian teori belajar yang dikemukakan oleh para ahli.

### ***2.1.2.1 Teori Belajar Piaget***

Jean Piaget merupakan tokoh psikologi yang mengembangkan teori belajar kognitif dimulai dari proses berpikir konkrit sampai dengan konsep berpikir abstrak dan logis. Pada teori belajar yang dikemukakan oleh Piaget terdapat empat konsep belajar yaitu skema, asimilasi, akomodasi, dan ekuilibrium. Skema merupakan suatu tindakan baik mental maupun fisik dalam mengetahui dan memahami objek tertentu. Menurut Sanjaya, sebagaimana yang dikutip oleh Ibda (2015), menyatakan bahwa asimilasi ialah penyatuan (pengintegrasian) informasi, persepsi, konsep, dan pengalaman baru kedalam yang sudah ada dalam pikiran seseorang. Yatim sebagaimana dikutip oleh Ibda (2015), mengemukakan bahwa akomodasi adalah proses penyesuaian atau penyusunan kembali skema ke dalam situasi yang baru. Ekuilibrium merupakan suatu proses untuk mencapai tingkat-tingkat berfungsi kognitif yang lebih tinggi melalui asimilasi dan akomodasi dengan bertahap berpindah dari satu tingkatan ke tingkatan yang lain (Ibda, 2015).

Menurut Piaget, sebagaimana dikutip oleh Rifa'i & Anni (2016: 153) terdapat tiga prinsip utama pembelajaran antara lain:

#### **(1) Belajar Aktif**

Proses pembelajaran adalah proses aktif karena pengetahuan terbentuk dari dalam subjek belajar. Untuk membantu perkembangan kognitif subjek belajar, perlu diciptakan suatu kondisi belajar yang memungkinkan sendiri, misalnya melakukan percobaan, manipulasi simbol-simbol, mengajukan pertanyaan dan mencari jawaban sendiri, atau membandingkan penemuan sendiri dengan penemuan temannya.

## (2) Belajar lewat interaksi sosial

Suasana yang memungkinkan terjadi masalah interaksi diantara subjek belajar perlu diciptakan dalam proses pembelajaran. Piaget percaya bahwa belajar bersama, baik diantara sesama, maupun dengan orang dewasa akan membantu perkembangan kognitif subjek bernalar. Apabila terjadi interaksi di antar subjek belajar maka khasanah kognitif subjek bernalar akan diperkaya dengan macammacam sudut pandang dan alternatif tindakan.

## (3) Belajar lewat pengalaman sendiri

Perkembangan kognitif subjek belajar akan lebih berarti apabila didasarkan pada pengalaman nyata daripada bahasa yang digunakan untuk berkomunikasi. Jika hanya menggunakan bahasa tanpa pengalaman sendiri, perkembangan kognitif subjek belajar cenderung mengarah ke verbalisme. Penelitian ini memiliki keterkaitan dengan teori belajar Piaget yaitu belajar aktif dengan berinteraksi sosial melalui kegiatan bekerjasama dengan teman sebaya dan belajar dengan pengalaman sendiri.

Pemahaman pada teori ini mendukung pembelajaran PjBL dengan strategi STEM, karena terdapat pembelajaran yang bertipe belajar kelompok sehingga dalam proses pelaksanaan pembelajaran akan terjadi interaksi sosial antar siswa maupun antar siswa dan guru. Selain itu, di dalam pelaksanaan pembelajaran siswa didorong aktif untuk bertanya, berdiskusi, belajar lewat pengalaman sendiri dalam kelompok untuk menemukan penyelesaian permasalahan yang berbasis komunikasi matematis.

### 2.1.2.2 Teori Belajar Vygotsky

Tindakan mental tertentu seperti menggunakan ucapan batin (*inner speech*) tidak bisa dilihat dengan tepat secara tersendiri tetapi harus dievaluasi sebagai salah langkah dalam proses perkembangan bertahap. Teori Vygotsky mengandung pandangan bahwa pengetahuan dipengaruhi oleh situasi dan bersifat kolaboratif, artinya pengetahuan didistribusikan di antara orang dan lingkungan, yang mencakup objek, alat, buku, dan komunitas tempat orang berinteraksi dengan orang lain (Rifa'i & Anni (2017: 37-38)).

Vygotsky mengemukakan empat prinsip teori belajar sebagai berikut: (1) *The sociocultural nature of learning*, prinsip ini menekankan pada prinsip interaksi sosial; (2) *Zone of Proximal Development (ZPD)*, pada prinsip ini suatu pelajaran yang sulit dipahami oleh anak secara sendirian dapat dipelajari bersama orang dewasa maupun dengan bantuan teman yang lebih mampu; (3) *Cognitive apprenticeship*, prinsip ini menekankan hakikat sosial siswa untuk menemukan solusi permasalahan melalui bimbingan dari teman sebaya maupun orang yang lebih ahli; (4) *Scaffolding*, merupakan prinsip yang memberikan bantuan di awal kemudian mengurangi bantuan pada siswa secara bertahap sehingga diharapkan siswa mampu mengambil tanggung jawab yang semakin besar dalam proses pembelajaran (Rifa'i & Anni (2015: 38)).

Prinsip yang dikemukakan oleh Vygotsky tersebut sesuai dengan PjBL dengan strategi STEM. Peran siswa dalam kerja kelompok diperlukan guna mengembangkan dan membangun kemampuan kognitif siswa. Dalam penelitian ini kemampuan yang dimaksud adalah kemampuan komunikasi matematis, karena di dalam kerja kelompok akan terbentuk suatu interaksi yang menghasilkan

komunikasi antar siswa maupun dengan guru. Selain itu, *Zone of Proximal Development* (ZPD) pada prinsip ini juga membantu siswa dalam memahami suatu persoalan kehidupan sehari-hari yang memiliki kaitan dengan STEM, karena terkadang siswa mengalami kesulitan dalam memahami permasalahan tersebut. Sehingga baik dengan bantuan pengajar maupun teman sebaya yang lebih mampu, siswa mampu menyelesaikan permasalahan tersebut.

### **2.1.3 Kemampuan Komunikasi Matematis**

#### ***2.1.3.1 Pengertian Kemampuan Komunikasi Matematis***

Salah satu kemampuan matematika yang perlu dimiliki oleh siswa dan pengajar adalah kemampuan komunikasi matematis. Menurut Lestari & Yudhanegara (2015:83) kemampuan komunikasi matematis adalah kemampuan menyampaikan gagasan atau ide matematis, baik secara lisan maupun tulisan serta kemampuan memahami dan menerima gagasan atau ide matematis orang lain secara cermat, analitis, kritis, dan evaluatif untuk mempertajam pemahaman. Sementara menurut NCTM (2000) menyatakan bahwa kemampuan komunikasi matematis adalah suatu cara siswa untuk mengungkapkan ide-ide matematis baik secara lisan, tertulis, gambar, diagram, menggunakan benda, menyajikan dalam bentuk aljabar, atau menggunakan simbol matematika. Menurut Sumirat (2014) dengan menggunakan komunikasi matematis siswa dapat mengorganisasikan dan mengkonsolidasikan pemikiran matematis yang mereka miliki. Melalui komunikasi matematis siswa dapat mengembangkan suatu pemahaman matematis ketika menggunakan bahasa matematika yang sesuai untuk menulis sesuatu terkait matematika, mengklarifikasi ide-ide, dan belajar untuk membuat argumen-argumen serta merepresentasikan ide matematika baik melalui lisan, gambar, maupun simbol-simbol (Paridjo & Waluya, 2017).

Berdasarkan pengertian di atas, diperoleh bahwa komunikasi matematis merupakan kemampuan matematika siswa untuk menggunakan matematika sebagai alat komunikasi dalam mengungkapkan ide matematis secara tulisan sebagai suatu isi pesan yang harus disampaikan.

Menurut Baroody, sebagaimana dikutip oleh Qohar (2011) mengemukakan bahwa terdapat lima aspek dalam komunikasi yang perlu dikembangkan, yaitu: (1) Representasi (*representing*), aspek ini dapat membantu siswa menjelaskan konsep atau ide dan memudahkan anak mendapatkan strategi pemecahan; (2) Menyimak (*listening*), merupakan aspek yang penting karena pada saat ini siswa menangkap topik yang sedang dibicarakan atau didiskusikan sehingga dapat memberikan tanggapan; (3) Membaca (*reading*), sebagai aspek kompleks yang terdapat aspek mengingat, memahami, membandingkan, menemukan, menganalisis, mengorganisasikan, dan mengaitkan apa yang terkandung di dalam bacaan; (4) Diskusi (*discussing*), aspek yang menjadi sarana bagi siswa untuk mengungkapkan dan mengkomunikasikan ide yang berkaitan dengan materi yang sedang dibicarakan; (5) Menulis (*writing*), merupakan kegiatan yang dilakukan dengan sadar untuk mengungkapkan dan merefleksikan pikiran, dipandang sebagai proses berfikir yang dituangkan dalam bentuk tulisan.

Menurut Aini, *et.al* (2015) menyatakan bahwa kemampuan komunikasi matematis dikembangkan dalam pembelajaran matematika setidaknya terdapat dua alasan utama, yaitu: (1) *mathematics as language*, artinya matematika tidak hanya sekedar alat bantu berpikir (*a tool to aid thinking*), alat untuk menemukan pola, menyelesaikan masalah atau mengambil kesimpulan, tetapi matematika juga alat yang sangat berharga untuk berkomunikasi dengan berbagai ide secara jelas, tepat,

dan ringkas; (2) *mathematics learning as social activity*, artinya sebagai aktivitas sosial dalam pembelajaran matematika, sebagai wahana interaksi antar siswa, serta sebagai alat komunikasi antara guru dan siswa.

Komunikasi matematis dapat dibedakan secara umum menjadi komunikasi lisan (*verbal*) dan komunikasi tulisan (*non-verbal*). Komunikasi matematis lisan (*verbal*) merupakan komunikasi matematis yang menekankan interaksi lisan siswa satu sama lain dan dengan guru ketika membangun tujuan dengan membuat pembagian yang sesuai. Komunikasi matematis *non-verbal* merupakan komunikasi matematis yang menekankan pada interaksi siswa dalam dunia yang kecil dan penafsiran *non-verbal* serentak terhadap interaksi yang lain. Komunikasi matematis tertulis (*non-verbal*) merupakan komunikasi yang dapat meningkatkan hasil belajar siswa dengan lebih efektif. Hal tersebut sejalan dengan yang diungkapkan Ahmad *et.al* (2008: 229) bahwa cara efektif untuk meningkatkan kemampuan komunikasi adalah secara tertulis karena secara formal penggunaan bahasa lebih mudah diimplementasikan dengan cara tertulis. Komunikasi matematis tertulis akan membantu siswa untuk mengekspresikan ide-ide matematis mereka untuk menjelaskan strategi, meningkatkan pengetahuan dalam menuliskan algoritma, dan secara umum dapat meningkatkan kemampuan kognitif (Kosko & Wilkins, 2012:81). Berdasarkan uraian diatas dijelaskan bahwa komunikasi matematis tertulis lebih efektif daripada komunikasi matematis lisan, sehingga pada penelitian akan diukur komunikasi matematis secara tulisan.

### **2.1.3.2 Kriteria Kemampuan Komunikasi Matematis**

Menurut IB (2012: 35) kriteria tingkat kemampuan komunikasi matematis dapat dilihat berdasarkan Tabel 2.1 berikut.

Tabel 2. 1 Kriteria Tingkat Kemampuan Komunikasi Matematis IB

<b>Tingkat Pencapaian</b>	<b>Deskripsi</b>
0	Siswa tidak mencapai standar yang dijelaskan oleh salah satu deskriptor yang diberikan di bawah.
1-2	Siswa menunjukkan penggunaan dasar bahasa matematika dan/ atau bentuk representasi matematis.
3-4	Siswa cukup dalam menunjukkan penggunaan bahasa matematika dan bentuk representasi. Memberikan alur pikiran yang jelas meskipun tidak selalu logis atau lengkap. Siswa menggunakan berbagai bentuk representasi dengan beberapa keberhasilan
5-6	Siswa menunjukkan dengan baik penggunaan bahasa matematika dan bentuk representasi matematis. Memberikan alur pikiran yang ringkas, logis, dan lengkap. Siswa menggunakan secara efektif berbagai bentuk representasi.

Adapun kriteria pencapaian kemampuan komunikasi subjek penelitian pada penelitan ini diadaptasi dari kriteria menurut IB. Untuk lebih jelasnya, kriteria kemampuan komunikasi matematis subjek penelelitian tersebut dapat dilihat pada *Lampiran* Berdasarkan kriteria tingkat pencapaian kemampuan komunikasi matematika tersebut, maka dalam penelitian ini dapat dilihat pencapaian hasil belajar siswa berada pada tingkat berapa. Sehingga dapat menentukan tingkatan kemampuan komunikasi dari setiap anak yang dijadikan subjek penelitian.

### ***2.1.3.3 Indikator Kemampuan Komunikasi Matematis***

Menurut NCTM (2000), Standar komunikasi matematis merupakan suatu pengajaran matematika yang menekankan pada kemampuan siswa dalam hal: (1) mengorganisasikan dan mengkonsolidasi ide matematis melalui komunikasi; (2) mengkomunikasikan ide matematis secara logis dan jelas kepada teman-teman mereka, guru, dan orang lain; (3) menganalisis dan mengevaluasi ide matematis dan

strategi lain; (4) menggunakan bahasa matematika untuk menyatakan ide matematis dengan benar.

Indikator kemampuan komunikasi menurut NCTM (1989), adalah sebagai berikut ini:

- (1) Menyatakan ide matematis secara lisan, tertulis, mendemonstrasikan, dan menggambarkan secara visual;
- (2) Memahami, menginterpretasikan, dan mengevaluasi ide matematis baik secara lisan, tertulis maupun dalam bentuk visual yang lain;
- (3) Menggunakan istilah-istilah, notasi-notasi matematik dan struktur-struktur untuk menyatakan ide-ide, menggambarkan hubungan-hubungan dengan model-model situasi.

Menurut Lestari & Yudhanegara (2015:83), indikator dari kemampuan komunikasi matematis sebagai berikut:

- (1) Menghubungkan benda nyata, gambar, dan diagram ke dalam ide matematika;
- (2) Menjelaskan ide, situasi dan relasi matematik, secara lisan atau tulisan, dengan benda nyata, gambar, grafik dan aljabar;
- (3) Menyatakan peristiwa sehari-hari dalam bahasa atau simbol matematika;
- (4) Mendengarkan, berdiskusi, dan menulis tentang matematika;
- (5) Membaca presentasi matematika tertulis dan menyusun pertanyaan yang relevan;
- (6) Membuat konjektur, menyusun argumen, merumuskan definisi dan generalisasi.

Elliot & Kenny (1996: 220 – 224) merumuskan empat indikator pada kemampuan komunikasi matematis sebagai berikut.

(1) Kemampuan tata bahasa (*grammatical competence*)

Kemampuan tata bahasa yaitu kemampuan siswa dalam menggunakan tata bahasa matematika. Tata bahasa dalam konteks ini meliputi kosakata dan struktur matematika yang terlihat dalam hal memahami definisi dari suatu istilah matematika serta menggunakan simbol atau notasi, serta operasi matematika secara tepat.

(2) Kemampuan memahami wacana (*discourse competence*)

Kemampuan memahami wacana yaitu kemampuan siswa untuk memahami serta mendeskripsikan informasi-informasi penting dari suatu wacana matematika.

(3) Kemampuan sosiolinguistik (*sociolinguistic competence*)

Kemampuan sosiolinguistik yaitu kemampuan siswa untuk mengetahui informasi-informasi kultural atau sosial yang biasanya muncul dalam konteks pemecahan masalah matematika seperti kemampuan dalam menginterpretasikan gambar, grafik, atau kalimat matematika ke dalam uraian yang kontekstual dan sesuai serta menyajikan permasalahan kontekstual ke dalam bentuk gambar, grafik, atau aljabar.

(4) Kemampuan strategis (*strategic competence*)

Kemampuan strategis yaitu kemampuan siswa untuk dapat menguraikan sandi atau kode dalam pesan-pesan matematika yang memiliki arti, menguraikan unsur-unsur penting dari suatu permasalahan matematika kemudian membuat prediksi atas hubungan antar konsep dalam matematika, menyampaikan ide atau realisasi matematika dengan gambar, grafik, atau aljabar, dan menyelesaikan persoalan secara runtut.

Berdasarkan uraian di atas, maka indikator yang digunakan di dalam penelitian ini mengacu pada indikator kemampuan komunikasi matematis yang disesuaikan dengan NCTM (1989) yaitu:

- (1) Kemampuan siswa merumuskan informasi yang diketahui dan ditanyakan dari masalah matematika.
- (2) Kemampuan siswa mengaitkan konsep atau rumus matematika untuk menyusun strategi dalam menyelesaikan masalah matematika.
- (3) Kemampuan siswa dalam menyajikan permasalahan matematika ke dalam bentuk tabel, grafik, atau aljabar dan sebaliknya.
- (4) Kemampuan siswa menggunakan simbol atau notasi matematika serta operasi hitung bilangan dalam menyelesaikan masalah matematika.
- (5) Kemampuan mengkomunikasikan jawaban dari permasalahan matematika yang diberikan dan menarik kesimpulan.

#### **2.1.4 Disposisi Matematis**

##### ***2.1.4.1 Pengertian Disposisi Matematis***

Menurut Sumarmo (2010) disposisi matematis (*mathematical disposition*) adalah keinginan, kesadaran, kecenderungan, dan dedikasi yang kuat pada diri siswa untuk berpikir dan berbuat secara matematis. Menurut Kilpatrick sebagaimana dikutip oleh Yulianti, *et.al*, (2013) juga mengemukakan, bahwa disposisi matematis merupakan sikap produktif atau sikap positif serta kebiasaan untuk matematika sebagai sesuatu yang logis, berguna, dan berfaedah. Berdasarkan uraian di atas, diperoleh bahwa disposisi matematis merupakan suatu keyakinan, kepercayaan, sikap, kemampuan, dan kebiasaan siswa dalam memandang matematika sebagai suatu pembelajaran yang positif.

Disposisi matematis merupakan aspek afektif yang dapat digunakan untuk meninjau kemampuan komunikasi dalam pembelajaran matematika. Hal itu sejalan dengan apa yang dinyatakan oleh Safitri, *et.al* (2017) bahwa mengembangkan disposisi matematis siswa harus dijalankan bersamaan dengan kemampuan berpikir lainnya seperti kemampuan menalar, penalaran, pemecahan masalah, dan komunikasi. Menurut Kilpatrick sebagaimana dikutip oleh Rahayu & Kartono (2012) juga mengatakan bahwa disposisi matematika juga menjadi salah satu faktor penting dalam pencapaian hasil belajar matematika siswa. Sehingga terdapat keterkaitan yang kuat antara disposisi matematika dengan pembelajaran matematika di dalam kelas yang harus dipersiapkan dengan baik sehingga selain meningkatkan hasil belajar juga terjadi peningkatan disposisi matematis siswa.

#### ***2.1.4.2 Indikator Disposisi Matematis***

Penelitian ini menggunakan indikator kriteria disposisi matematis yang disesuaikan menurut Polking sebagaimana dikutip Sumarmo (2010) berikut.

- (1) Rasa percaya diri dalam menggunakan matematika, menyelesaikan masalah, memberikan alasan, dan mengkomunikasikan gagasan,
- (2) Fleksibilitas dalam menyelidiki gagasan matematis dan berusaha mencari metode alternatif dalam menyelesaikan masalah,
- (3) Tekun mengerjakan tugas matematika,
- (4) Memiliki minat, rasa ingin tahu, dan daya temu dalam melakukan tugas matematika,
- (5) Memonitor dan merefleksikan *performance* yang dilakukan,
- (6) Menilai aplikasi matematika ke situasi lain dalam matematika dan pengalaman sehari-hari,

(7) Mengapresiasi peran matematika dalam kultur dan nilai matematika sebagai alat dan bahasa.

## **2.1.5 Pembelajaran**

### ***2.1.5.1 Pengertian Pembelajaran***

Pembelajaran adalah proses belajar mengajar yang bukan saja terfokus pada hasil belajar yang dicapai oleh siswa. Menurut UU Sisdiknas No. 20 tahun 2003 Bab I Pasal 1 Ayat 20, menyatakan bahwa pembelajaran merupakan proses interaksi siswa dengan pendidik dan sumber belajar pada suatu lingkaran belajar. Menurut Briggs, sebagaimana dikutip oleh Rifa'i & Anni (2015: 85), pembelajaran adalah seperangkat peristiwa yang mempengaruhi siswa sedemikian rupa sehingga siswa dapat memperoleh kemudahan dalam berinteraksi dengan lingkungan. Proses pembelajaran tersebut merupakan proses komunikasi antara pendidik dengan siswa, atau antar siswa yang dapat dilakukan secara lisan (*verbal*) maupun tertulis (*non-verbal*) dan juga pembelajaran tersebut dapat dilaksanakan secara mandiri (*self-instructing*) maupun secara berkelompok (Rifa'i & Anni, 2015: 85-86). Berdasarkan pengertian tersebut diperoleh, bahwa pembelajaran merupakan suatu interaksi yang dilakukan oleh pengajar dan siswa serta terjadi suatu komunikasi baik lisan (*verbal*) maupun tertulis (*non-verbal*) yang berisi suatu sistem atau rancangan untuk mencapai tujuan belajar.

## **2.1.6 Project Based Learning (PjBL)**

### ***2.1.6.1 Pengertian PjBL***

Lestari & Yudhanegara (2015:62) menyatakan, bahwa *Project Based Learning* (PjBL) adalah model pembelajaran yang berpusat pada proses, relatif

berjangka waktu, berfokus pada masalah, unit pembelajaran bermakna dengan memadukan konsep-konsep dari sejumlah komponen, baik itu pengetahuan, disiplin ilmu maupun pengalaman lapangan. Menurut Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidikan Tenaga Kependidikan (PPPPTK) sebagaimana dikutip oleh Widyantini (2014), mengemukakan bahwa PjBL adalah model pembelajaran yang memberikan kesempatan kepada guru untuk mengelola pembelajaran di kelas dengan melibatkan kerja proyek, yang mana memuat tugas-tugas yang kompleks berdasarkan permasalahan yang diberikan kepada siswa sebagai langkah awal dalam mengumpulkan dan mengintegrasikan pengetahuan baru berdasarkan pengalaman siswa dalam beraktivitas secara nyata, dan menuntut siswa untuk melakukan kegiatan merancang, melakukan kegiatan investigasi atau penyelidikan, memecahkan masalah, membuat keputusan, serta memberikan kesempatan kepada siswa untuk bekerja secara mandiri maupun kelompok (kolaboratif). Model pembelajaran yang berlangsung secara kolaboratif dalam kelompok yang heterogen pada PjBL berkaitan dengan kekuatan individu dan cara belajar yang diacu dapat memperkuat kerja tim sebagai suatu keseluruhan.

*Buck Institute for Education* sebagaimana dikutip oleh Sutirman, (2013: 145), menyatakan bahwa PjBL adalah suatu metode pengajaran sistematis yang melibatkan para siswa dalam mempelajari pengetahuan dan keterampilan melalui proses yang terstruktur, pengalaman nyata dan teliti yang dirancang untuk menghasilkan produk. Model tersebut dapat membantu memberikan kemudahan atau menerapkan ide-ide mereka sendiri, dan mengajar siswa menjadi sadar dan secara sadar menggunakan strategi mereka sendiri untuk belajar. Guarasa *et.al.* sebagaimana dikutip oleh Sutirman (2013: 43), menyatakan bahwa pembelajaran

berbasis proyek merupakan model pembelajaran yang berpusat pada siswa dan mendorong inisiatif dan fokus mereka terhadap permasalahan yang memiliki kaitan dengan dunia nyata serta dapat meningkatkan motivasi belajar siswa.

Berdasarkan pendapat di atas maka dapat diambil kesimpulan bahwa PjBL merupakan model pembelajaran yang memberikan kesempatan kepada guru melibatkan siswa secara aktif dalam menghasilkan produk atau proyek nyata yang memuat tugas-tugas yang kompleks berdasarkan permasalahan sebagai langkah awal mengintegrasikan pengetahuan baru dengan menggunakan kemampuan secara teknis dan praktis.

#### ***2.1.6.2 Karakteristik PjBL***

Menurut *Buck of Institute* sebagaimana dikutip Wena dalam Sutirman (2013: 44), mengemukakan bahwa karakteristik dari PjBL sebagai berikut: (1) Siswa membuat keputusan dan membuat kerangka kerja; (2) Terdapat masalah yang pemecahannya tidak ditentukan sebelumnya; (3) Siswa merancang proses untuk mencapai hasil; (4) Siswa bertanggung jawab mendapatkan dan mengelola informasi yang dikumpulkan; (5) Siswa melakukan evaluasi secara kontinu; (6) Siswa secara teratur melihat kembali apa yang mereka kerjakan; (7) Hasil akhir berupa produk dan dievaluasi kualitasnya; (8) Atmosfir kelas memberi toleransi kesalahan dan perubahan.

Selain itu Moursund sebagaimana dikutip oleh Lou, *et.al*, (2011: 163) mengatakan, bahwa karakteristik PjBL berdasarkan perspektif siswa antara lain: (1) berpusat pada guru; (2) meningkatkan kerjasama dan pembelajaran kooperatif; (3) memberikan siswa kesempatan untuk meningkatkan hasil kerja; (4) siswa dapat secara aktif menemukan dan tidak sebatas belajar pengetahuan;

(5) siswa menciptakan produk, laporan, dan hasil; (6) pembelajaran yang menantang dan tergantung kepada kemampuan level tinggi. Karakteristik PjBL berdasarkan perspektif guru antara lain; (1) pembelajaran berfokus pada konten dan tujuan yang realistis (*reality-related*); (2) pembelajaran berfokus pada evaluasi yang realistis; (3) mendefinisikan guru sebagai pembantu pembelajaran daripada pengajar langsung; (4) mempunyai tujuan pendidikan; (5) berdasarkan pembelajaran konstruktivisme; (6) membiarkan guru sebagai mendapatkan pengetahuan (*as learner*).

### **2.1.6.3 Langkah-Langkah PjBL**

Pada PjBL siswa diberikan suatu tugas dengan mengembangkan topik ataupun tema tertentu untuk mengembangkan suatu produk atau proyek. Menurut Widyantini (2014) menyatakan, bahwa langkah-langkah yang dapat dilaksanakan pada proses pembelajaran PjBL, antara lain:

#### **(1) Penentuan Pertanyaan Mendasar (*start with the essential question*)**

Pembelajaran dimulai dengan memberikan pertanyaan yang essential maksudnya adalah pertanyaan yang diberikan kepada siswa memiliki keterkaitan dengan realitas dunia nyata dan relevan dengan pembelajaran yang sedang diajarkan dimana diawali dengan investigasi yang mendalam pada pertanyaan,

#### **(2) Mendesain Perencanaan Proyek (*design a Plan for the project*)**

Pada perencanaan proyek siswa dan pengajar saling berkolaborasi dalam menentukan aturan main, pemilihan aktivitas yang dapat mendukung dalam menjawab pertanyaan essential dengan mengintegrasikan berbagai subjek serat menentukan alat dan bahan yang akan digunakan dalam proyek,

#### **(3) Menyusun Jadwal (*create a schedule*)**

Secara kolaboratif siswa menyusun jadwal pelaksanaan proyek yang mencakup *timeline*, *dateline*, mengarahkan siswa menentukan metode alternatif, membimbing siswa ketika mereka membuat proyek yang tidak berkaitan dengan proyek, dan meminta siswa memberikan alasan tentang pemilihan suatu cara,

(4) Memonitor siswa dan kemajuan proyek (*Monitor the Students and the progress of the project*)

Pengajar sebagai fasilitator memiliki tanggung jawab dalam mengawasi pelaksanaan proyek dengan cara memfasilitasi siswa pada setiap proses,

(5) Menguji Hasil (*Asses the outcome*)

Pada tahap ini pengajar melakukan penilaian terhadap proyek yang digunakan untuk mengukur tingkat ketercapaian hasil belajar, mengevaluasi kemajuan siswa, memberi umpan balik, dan membantu menyusun strategi pembelajaran berikutnya.

(6) Mengevaluasi Pengalaman (*Evaluate the Explore*)

Pada akhir pembelajaran, pengajar dan siswa melakukan refleksi terhadap aktivitas dan hasil proyek siswa baik secara individu maupun kelompok sehingga pada akhirnya ditemukan temuan baru (*new inquiry*) untuk menjawab permasalahan yang diajukan pada tahap pertama.

Penerapan PjBL dalam penelitian ini terdiri dari enam tahap dengan karakteristik siswa merancang proses untuk mencapai hasil, siswa bertanggung jawab untuk memperoleh dan mengelola informasi yang dikumpulkan, merefleksikan kembali apa yang diperoleh, dan hasil akhir berupa proyek atau produk siswa.

Sehingga dalam penelitian ini langkah-langkah dalam PjBL dapat dilihat pada Tabel 2.2 berikut ini.

Tabel 2. 2 Langkah-langkah PjBL

<b>Fase</b>	<b>Tingkah Laku Guru</b>
Fase-1 Menganalisis Masalah	Guru membuka pelajaran dengan memberikan suatu pertanyaan esensial yang memiliki kaitan dengan realita kehidupan sehari-hari. Kemudian menyampaikan tujuan dan motivasi untuk membangun <i>mood</i> siswa. Setelah itu guru memberikan kepada siswa LKPD yang berisi proyek yang nantinya akan dilaksanakan oleh siswa
Fase-2 Membuat Desain dan Jadwal Pelaksanaan Proyek	Guru bersama siswa saling berkolaborasi untuk menentukan proyek yang tepat untuk dilaksanakan berdasarkan permasalahan pada LKPD dimulai dengan menentukan aktivitas yang mendukung pelaksanaan proyek
Fase-3 Melaksanakan pembelajaran	Guru meminta siswa untuk mengisi LKPD yang berisi <i>timeline</i> , <i>dateline</i> , serta metode yang akan digunakan untuk mengerjakan proyek dari permasalahan yang diberikan
Fase-4 Penyelesaian proyek dengan difasilitasi dan dimonitor oleh guru	Guru sebagai fasilitator mengawasi jalannya pembelajaran
Fase-5 Penyusunan laporan dan presentasi atau publikasi hasil proyek	Guru meminta siswa untuk menyusun laporan yang telah disediakan pada Lembar Laporan Proyek. Kemudian meminta siswa untuk mempersiapkan presentasi hasil unjuk kerja
Fase-6 Evaluasi proses dan hasil proyek	Guru bersama dengan siswa melakukan refleksi terhadap aktivitas dan hasil kerja proyek secara individu dan juga kelompok. Kemudian meminta siswa untuk membuat kesimpulan pada LKPD yang telah diberikan sebelumnya.

#### **2.1.6.4 Keunggulan PjBL**

PjBL merupakan pembelajaran yang bersifat kolaboratif sehingga mempunyai keunggulan dapat memperkuat kerjasama tim dengan keseluruhan

(Lestari & Yudhanegara, 2015: 62). Keuntungan dari penggunaan PjBL antara lain: (Widyantini, 2014: 5-6)

- (1) Meningkatkan motivasi. Melalui pembelajaran pada model PjBL terbukti meningkatkan minat siswa terhadap pelajaran karena peserta merasa lebih senang dan lebih rajin dalam mengikuti pelajaran.
- (2) Meningkatkan kemampuan pemecahan masalah. Pada penelitian ketrampilan kognitif tingkat tinggi menunjukkan bahwa perlunya keterlibatan siswa dalam tugas pemecahan masalah dan pembelajaran khususnya bagaimana menemukan dan memecahkan masalah.
- (3) Meningkatkan kolaborasi. Teori-teori kognitif dan konstruktivisme terbaru menunjukkan bahwa belajar merupakan suatu fenomena sosial dan siswa akan lebih tertarik untuk belajar pada lingkungan yang kolaboratif
- (4) Mengembangkan dan mempraktekkan ketrampilan komunikasi. Kegiatan kelompok yang dilakukan selama pembelajaran pada PjBL menciptakan beberapa aspek pembelajaran antara lain kerja kooperatif, evaluasi terhadap siswa, serta pertukaran informasi.
- (5) Meningkatkan keterampilan mengelola sumber informasi. Pada PjBL yang diimplementasikan dengan baik memberikan kesempatan bagi siswa untuk mengorganisasikan proyek, membuat alokasi waktu serta menambah pengetahuan untuk menyelesaikan tugas-tugas melalui sumber-sumber yang diberikan.
- (6) Meningkatkan keterampilan mengelola sumber.
- (7) Meningkatkan keaktifan siswa.

- (8) Memberikan pengalaman dalam membuat alokasi waktu untuk menyelesaikan tugas.
- (9) Menyediakan pengalaman belajar yang melibatkan siswa sesuai dunia nyata.
- (10) Membuat suasana belajar menjadi menyenangkan.

## 2.1.7 STEM (Sains, Teknologi, *Engineering*, dan Matematika)

### 2.1.7.1 Pengertian STEM

STEM merupakan suatu akronim dari Sains, Teknologi, *Engineering*, dan Matematika. STEM pertama kali diperkenalkan oleh *National Science Foundation* (NSF) Amerika Serikat pada tahun 1990-an. STEM berfokus pada sains dan matematika serta mengkombinasikan dua disiplin ilmu tersebut dengan menggunakan teknologi dan *engineering* yang dapat didefinisikan dengan berbagai cara (Acar, *et.al*, 2018: 506). Subjek dari sains, teknologi, *engineering*, dan matematika sangat berkaitan satu sama lain (Tseng, *et.al.*, 2013). Hal itu sejalan dengan Jorgenson *et.al* sebagaimana dikutip oleh Acar *et.al* (2018: 506), mengemukakan bahwa STEM didasarkan pada kepercayaan bahwa pencapaian pada sains dan matematika sangat penting dan juga teknologi serta *engineering* harus dengan benar diintegrasikan. Pembelajaran yang diterapkan dengan STEM didasarkan pada masalah kehidupan sehari-hari yang menuntun siswa untuk mencari solusi dari masalah sosial, ekonomi, dan lingkungan (Acar, *et.al*, 2018). Komponen dari STEM dalam pembelajaran dapat dilihat pada Tabel 2.3 berikut.

Tabel 2. 3 Komponen STEM dalam Pembelajaran

Komponen STEM dalam Pembelajaran	Penjelasan
Pengetahuan STEM	Pengetahuan STEM merupakan sebuah ide, konsep, prinsip dan pemahaman dalam ranah STEM yang

Komponen STEM dalam Pembelajaran	Penjelasan
Ketrampilan STEM	<p>diformulasikan dalam kurikulum dalam seluruh subjek STEM.</p> <p>Keterampilan STEM merupakan kecakapan dan kompetensi untuk mengeksplora, memecahkan masalah, mendesain, dan menciptakan. Keterampilan ini dapat dilihat melalui aktifitas, proyek atau tugas-tugas yang telah dirancang di dalam kurikulum dari semua subjek STEM. Keterampilan STEM terdiri atas keterampilan proses dan keterampilan teknis. Keterampilan proses digunakan dalam proses pembelajaran dan proses dalam mengaplikasikan pengetahuan untuk menyelesaikan masalah. Keterampilan teknis melibatkan keterampilan psikomotorik yang mencakup keterampilan manipulatif, keterampilan manajemen, keterampilan mengendalikan materi, alat-alat, dan mesin dengan cara yang tepat.</p>
Nilai STEM	<p>Nilai STEM merupakan karakter atau moral positif yang harus dimiliki oleh siswa.. Nilai yang ditekankan disini yaitu sistematis, objektif, konsisten, rasional, berkomitmen, punya rasa ingin tahu, berani mencoba, terbuka, inovatif, dan lainnya.</p>

Menurut Sanders sebagaimana dikutip oleh Fadzilah,*et.al*, (2016: 6) mengemukakan bahwa integrasi STEM dalam pendidikan merupakan integrasi pada konsep teknologi dan *engineering* dalam proses pembelajaran serta pengajaran sains dan matematika. Hal itu juga sesuai dengan pernyataan Ceylan, sebagaimana dikutip oleh Acar,*et.al*, (2018) bahwa STEM dapat meningkatkan hasil belajar siswa di matematika dan sains pada kemampuan berpikir kritis, berpikir kreatif dan

pemecahan masalah. Pada kemampuan pemecahan masalah juga menuntut siswa dalam mengkomunikasikan hasil dari pekerjaan siswa dalam menyelesaikan suatu soal. Hal itu sejalan dengan Beers, sebagaimana dikutip oleh Pertiwi (2017) yang mengemukakan bahwa STEM melibatkan kemampuan “4C” dalam pembelajaran dari keterampilan abad ke-21 yang meliputi *creativity* (kreatifitas), *critical thinking* (berpikir kritis), *collaboration* (kolaborasi), dan *communication* (komunikasi).

STEM pada pembelajaran, memiliki hasil pencapaian lebih baik daripada penggunaan pembelajaran secara konvensional (Lou *et.al*, 2011). Integrasi pada aspek STEM juga memberikan dampak positif terhadap siswa pada pembelajaran matematika. Hal itu sejalan dengan pendapat dari English & King sebagaimana dikutip oleh Fadzilah (2016: 6), bahwa dengan mengintegrasikan STEM pada suatu konsep dapat membantu siswa dengan baik untuk memecahkan masalah, menunjukkan pembelajaran yang lebih positif dan lebih termotivasi, dan meningkatkan pencapaian sains dan matematika siswa. Menurut *Ministry of National Education* (MoNE) pemerintah Turki sebagaimana dikutip oleh Acar, *et.al* (2018) menyebutkan, bahwa agar diperoleh hasil TIMSS dan PISA yang memuaskan sangat direkomendasikan untuk memprioritaskan strategi STEM dalam pembelajaran. Sehingga dengan STEM pada pembelajaran dapat menghasilkan siswa yang siap terjun di masyarakat, mampu mengembangkan kompetensi yang telah dimiliki untuk diaplikasikan pada berbagai situasi dan permasalahan di kehidupan sehari-hari.

*National Governor's Association Centers for Best Practices* mengemukakan definisi literasi STEM (Asmuniv dalam Pertiwi, 2017) berdasarkan Tabel 2.4 berikut ini.

Tabel 2. 4 Definisi Literasi STEM

<b>Subjek STEM</b>	<b>Penjelasan</b>
<i>Science</i> (Sains)	Kemampuan untuk menggunakan pengetahuan saintifik (dalam fisika, kimia, biologi, IPA, dan ilmu kebumihan/semesta) dan proses-proses untuk memahami dunia alam serta kemampuan untuk berpartisipasi dalam mengambil keputusan yang saling memengaruhi
<i>Technology</i> (Teknologi)	Teknologi pada kehidupan modern bermakna untuk menggunakan, memanajemen, memahami, dan menilai teknologi. Siswa harus tahu bagaimana cara untuk menggunakan teknologi yang baru, memahami bagaimana teknologi yang baru dikembangkan, dan mempunyai kemampuan untuk menganalisa bagaimana teknologi berpengaruh pada kehidupan manusia, negara, dan dunia.
<i>Engineering</i>	<i>Engineering</i> merupakan pemahaman bagaimana teknologi dikembangkan melalui proses desain <i>engineering</i> .
<i>Mathematics</i> (Matematika)	Matematika merupakan kemampuan siswa untuk menganalisis, memahami, dan mengkomunikasikan ide-ide secara efektif berdasarkan <i>pose</i> , formulasi, penyelesaian, dan interpretasi penyelesaian untuk masalah matematika dalam situasi yang beragam.

#### **2.1.7.2 Karakteristik STEM**

Menurut Moore, Johnson, Peter-Burton, & Guzey sebagaimana dikutip oleh Bahrum, *et.al.* (2013) mengemukakan, bahwa terdapat 6 karakteristik utama yang terdapat pada integrasi STEM antara lain:

- (1) Menggunakan pembelajaran bermakna dan berhubungan dengan kehidupan sehari-hari siswa,

- (2) Menantang potensi siswa menggunakan rancangan pendekatan *Engineering* untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan kreatif melalui aktifitas yang saling terkait,
- (3) Siswa dibantu dengan rancangan teknologi dan belajar dari kegagalan didalam merancang solusi-solusi di dalam rancangan *engineering* dengan rancangan yang sudah ada,
- (4) Mengimplementasikan proses belajar mengajar yang diselaraskan dengan sains dan matematika dan subjek yang relevan seperti pelajaran bahasa, humanisme, dan sosial,
- (5) Melatih siswa untuk mengkolaborasikan dan mengkomunikasikan permasalahan dalam aktifitas pembelajaran.

Penggunaan STEM dalam pendidikan memiliki karakteristik dalam pendekatan yang digunakan (Pertiwi, 2017) antara lain:

- (1) Silo (terpisah), pada pendidikan STEM mengacu pada pembelajaran yang terisolasi dengan setiap mata pelajaran diajarkan secara terpisah atau individu, sehingga memungkinkan siswa mendapatkan lebih mendalam pemahaman tentang isi dari masing-masing mata pelajaran,
- (2) Tertanam (*embedded*), dengan pendekatan ini tidak difokuskan pada interdisiplin mata pelajaran dan lebih menekankan untuk mempertahankan integrasi antar materi pelajaran,
- (3) Terpadu (*integrated*), dengan pendekatan ini pembelajaran memiliki tujuan untuk menghapus segala dinding pemisah pada masing-masing bidang STEM dan mengajarkannya sebagai satu subjek.

## 2.1.8 PjBL dengan Strategi STEM

### 2.1.8.1 Pengertian PjBL dengan Strategi STEM

PjBL dengan strategi STEM dalam pembelajaran merupakan suatu pengembangan pembelajaran yang baru di era saat ini. Perpaduan dengan menerapkan STEM pada PjBL dapat mendorong terjalin kerjasama antara lembaga pendidikan dengan industri dan dapat mengaktualisasi capaian pembelajaran yang beririsan dengan literasi dan kreativitas serta kemampuan pemecahan masalah (Permanasari, 2016). STEM sebagai strategi PjBL menekankan pada permasalahan didasarkan pada kehidupan sehari-hari dan melibatkan siswa dalam situasi yang realistis dengan cara mengkombinasikan pembelajaran sains, desain teknologi, teknologi *engineering*, dan analisis matematika (Lou, *et.al*, 2011).

Pada pelaksanaan PjBL dengan strategi STEM menurut Lou (2011) terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pelaksanaannya antara lain:

(1) Sikap positif siswa terhadap PjBL dengan strategi STEM harus ditanamkan

Menanamkan sikap positif berdasarkan PjBL dengan strategi STEM antara siswa akan meningkatkan tujuan kognitif dan behavioral. Faktor-faktor yang menentukan sikap siswa tersebut seperti persepsi kegunaan dari PjBL dengan strategi STEM. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pengajar dan pengawas sangat diperlukan dalam pelaksanaan pembelajaran.

(2) Siswa perlu didampingi agar mempelajari PjBL dengan strategi STEM dengan efisien

Pada PjBL dengan strategi STEM semakin dalam siswa memahami pembelajaran kognitif maka akan semakin berpengaruh pada kebiasaan mereka. Sehingga suatu kerangka kognitif dari pengetahuan sains, teknologi, *engineering*,

dan matematika harus di analisis didasarkan pada konten dari proyek dari pada untuk mendesain serangkain pembelajaran didasarkan pada serangkain pertanyaan.

(3) Kebiasaan siswa untuk berpartisipasi di PjBL dengan strategi STEM harus di tingkatkan

Berdasarkan hasil dari PjBL dengan strategi STEM, memahami kebiasaan siswa dapat meningkatkan kecenderungan behavioral. Sehingga pembelajaran pada PjBL dengan strategi STEM harus diintegrasikan dengan pengalaman hidup siswa dalam rangka meningkatkan keinginan siswa untuk berpartisipasi secara aktif dalam pembelajaran.

(4) PjBL dengan strategi STEM harus di populerkan pada pendidikan dasar hingga pendidikan tinggi

Dengan membiasakan siswa pada model PjBL dengan strategi STEM, akan menghasilkan siswa yang mampu belajar prinsip-prinsip dari aplikasi sains dan membangun stimulasi potensi kreatif siswa dan juga memberikan suatu tes matematika dan sains.

(5) PjBL dengan strategi STEM dapat membantu siswa mengembangkan beberapa keahlian

Pada PjBL dengan strategi STEM memberikan suatu strategi belajar yang baru untuk menggantikan tipe belajar konvensional. Dengan pembelajaran ini, siswa dapat dikelompokkan dalam suatu tim untuk belajar dan melengkapi semua jenis tugas, termasuk yang berkaitan dengan sains, teknologi, *engineering*, dan matematika.

PjBL dengan strategi STEM memberikan rancangan kurikulum bagi pengajar untuk mengkombinasikan teori dan praktek pada situasi kehidupan nyata dan juga menambahkan integrasi antar disiplin ilmu (Lou, *et.al*, 2011: 162). Setiap

disiplin ilmu harus secara bersamaan digunakan dan diintegrasikan agar siswa dapat melihat hubungan antara konsep dan prinsip-prinsip sehingga mereka dapat menggunakan pengetahuan dan keterampilan yang mereka miliki di dalam kehidupan sehari-hari. Selain itu, ketrampilan pada abad ke-21 juga harus ditekankan dalam proses dengan tugas yang diberikan tidak boleh terlalu mudah untuk diselesaikan tapi juga tidak terlalu sulit untuk dilanjutkan dan siswa diberikan kesempatan di akhir proses pembelajaran untuk menjelaskan alasan mereka menggunakan cara tersebut (Acar, *et.al*, 2018).

#### **2.1.8.2 Langkah-Langkah PjBL- STEM**

Langkah-langkah pada penelitian PjBL strategi STEM dilakukan menurut Laboy-Rush dalam Afriana (2016) seperti berikut.

##### **(1) *Reflection* (Refleksi)**

Tahap refleksi merupakan tahap pembelajaran yang membawa siswa ke dalam konteks masalah dan memberikan inspirasi kepada siswa agar dapat segera mulai menyelidiki masalah. Pada tahap ini siswa juga diarahkan untuk menghubungkan apa yang diketahui dan apa yang perlu dipelajari oleh siswa.

##### **(2) *Research* (Penyelidikan)**

Siswa melakukan penyelidikan terhadap masalah dan guru membimbing pembelajaran matematika, memilih sumber belajar, atau metode lain untuk mengumpulkan sumber referensi yang relevan. Pada tahap ini proses belajar siswa lebih banyak terjadi dimulai dari belajar sesuatu yang bersifat konkrit hingga menjadi sesuatu yang bersifat abstrak. Peran guru disini yaitu membimbing kegiatan diskusi untuk menentukan apakah siswa telah mengembangkan pemahaman konseptual sesuai proyek yang ditentukan.

(3) *Discovery* (Penemuan)

Proses penjabatan tahap penyeldikan dan penemuan serta informasi yang telah diketahui dalam penyusunan proyek terjadi pada tahap ini. Pada tahap ini mulai terjadi proses belajar mandiri untuk mengevaluasi proses pemahaman siswa terhadap materi yang ada.

(4) *Application* (Penerapan)

Tahap yang memiliki tujuan untuk menguji produk atau solusi dalam pemecahan masalah dari siswa. Siswa melakukan pengujian dari produk berdasarkan ketentuan yang telah ditetapkan sebelumnya, temuan yang diperoleh digunakan untuk memperbaiki temuan sebelumnya. Pada tahap ini siswa belajar konteks yang lebih luas di luar dari STEM atau menghubungkan antar disiplin STEM.

(5) *Communication* (Komunikasi)

Tahap akhir pada setiap proyek yaitu presentasi yang dilakukan oleh siswa terkait dengan produk ataupun solusi yang ditawarkan dengan cara mengkomunikasikannya kepada teman. Seringkali pula penilaian dilakukan pada tahap ini.

### **2.1.9 *Discovery Learning***

*Discovery Learning* merupakan suatu model pembelajaran yang dirancang sedemikian sehingga dapat menemukan konsep-konsep dan prinsip-prinsip melalui proses mentalnya sendiri (Lestari & Yudhanegara, 2015: 63-64). Adapun tahapan pembelajaran sebagai berikut ini.

(1) *Stimulation* (Pemberian stimulasi)

Tahap ini diawali dengan memberikan stimulasi yang menimbulkan rasa ingin tahu siswa untuk melakukan penyelidikan terhadap suatu permasalahan matematika. Pembelajaran dapat diawali dengan guru memberikan pertanyaan atau stimulasi yang lainnya.

(2) *Problem Statement* (Identifikasi Masalah)

Tahap ini dilakukan guna mengidentifikasi masalah yang diberikan pada saat pemberian stimulasi kepada siswa kemudian membuat suatu rumusan dalam bentuk hipotesis.

(3) *Data Collecting* (Pengumpulan Data)

Pada tahap ini siswa diberikan kesempatan untuk mengumpulkan informasi terkait permasalahan atau stimulus yang diberikan sebelumnya. Pada tahap ini peserta belajar secara aktif guna mengumpulkan informasi baik dari membaca literatur, wawancara, maupun cara pengumpulan data lainnya sehingga secara tidak langsung siswa menghubungkan materi yang akan dipelajari dengan materi yang telah dipelajari sebelumnya.

(4) *Data Processing* (Pengolahan Data)

Pada tahap ini siswa mengelola informasi yang telah diperoleh baik dihitung maupun ditafsirkan tingkat kepercayaan dari informasi yang telah diperoleh. Kemudian pada tahap ini siswa memperoleh alternatif penyelesaian dari masalah yang diberikan.

(5) *Verification* (Pembuktian)

Pada tahap ini siswa melakukan pemeriksaan secara cermat untuk membuktikan benar atau tidaknya hipotesis yang ditetapkan tadi dengan temuan alternatif kemudian dihubungkan dengan hasil dari pengolahan data.

(6) *Generalization* (Menarik Kesimpulan)

Pada tahap ini siswa menarik kesimpulan untuk mendapatkan prinsip umum dan berlaku untuk semua kejadian atau masalah yang sama dengan memperhatikan hasil dari verifikasi.

### 2.1.10 Materi Pokok Aritmetika Sosial

Pada Kurikulum 2013 untuk siswa kelas VII semester genap, salah satu materi yang diajarkan adalah materi Aritmetika Sosial.. Kompetensi dasar pada materi pokok Aritmetika Sosial yaitu, (1) Mengenal dan menganalisis berbagai situasi terkait aritmetika sosial (penjualan, pembelian, potongan, keuntungan, kerugian, bunga tunggal, persentase, bruto, neto, tara); (2) Menyelesaikan masalah berkaitan dengan aritmetika sosial (penjualan, pembelian, potongan, keuntungan, kerugian, bunga tunggal, persentase, bruto, neto, tara). Pada penelitian ini peneliti memfokuskan pada kompetensi dasar terkait menyelesaikan masalah kontekstual terkait aritmetika sosial pada model pembelajaran PjBL dengan strategi STEM untuk materi SMP kelas VII semester genap.

(1) Keuntungan

Misal :  $U$  = Keuntungan

$HB$  = Harga beli (modal)

$HJ$  = Harga jual (total pemasukan)

Keuntungan dapat ditentukan dengan rumus

$$U = HJ - HB, \text{ dengan } HJ > HB$$

(2) Kerugian

Misal :  $R$  = Kerugian

$HB$  = Harga beli (modal)

$HJ$  = Harga jual (total pemasukan)

Kerugian dapat ditentukan dengan rumus

$$R = HB - HJ, \text{ dengan } HB > HJ$$

## (3) Persentase Keuntungan

Misal :  $U$  = Keuntungan

$HB$  = Harga beli (modal)

$HJ$  = Harga jual (total pemasukan)

Persentase keuntungan dapat ditentukan dengan rumus

$$\%U = \frac{(HJ - HB) \times 100}{HB} \%$$

## (4) Persentase Kerugian

Misal :  $R$  = Kerugian

$HB$  = Harga beli (modal)

$HJ$  = Harga jual (total pemasukan)

Persentase kerugian dapat ditentukan dengan rumus

$$\%R = \frac{(HB - HJ) \times 100}{HB} \%$$

## (5) Diskon

Diskon dapat digitung dengan menggunakan rumus berikut.

$$\%Diskon = \frac{\text{Besar Diskon}}{\text{Harga Semula}} \times 100\%$$

## 2. 2 Kajian Penelitian yang Relevan

Penelitian Husna, *et.al* (2016) yang berjudul “ Implementasi Model *Project Based Learning* untuk Meningkatkan Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa” menunjukkan hasil penelitian bahwa dengan model *project based learning*, kemampuan komunikasi matematis siswa dapat semakin meningkat dengan cara pemberian tugas-tugas proyek yang menuntut siswa untuk bisa mengkomunikasikan ide matematis berdasarkan temuan-temuan mereka selama melakukan tugas-tugas proyek baik lisan maupun tulisan. Penelitian ini relevan karena terdapat kesamaan aspek kemampuan matematika yang dipelajari.

Penelitian Mutakinati, *et.al* (2018) berjudul “*Analysis of Students’ Critical Thinking Skill of Middle School Through STEM Education Project-Based Learning*” menggunakan subjek penelitian siswa sekolah menengah di negara Jepang sebanyak empat kelas dengan jumlah 160 siswa. Penelitian ini bertujuan untuk melihat kemampuan berpikir kritis siswa dengan menggunakan pendidikan STEM melalui PjBL pada subjek materi pengolahan pembuangan air limbah. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, penggunaan PjBL dengan strategi STEM mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. Penelitian ini relevan karena terdapat penggunaan metode pembelajaran yang sama pada proses pembelajaran.

Fadzilah, *et.al.*(2016) dalam jurnalnya yang berjudul “*Fostering students’ 21st century skills through Project Oriented Problem Based Learning (POPBL) in integrated STEM Education Program*” juga telah melakukan penelitian terkait penggunaan PjBL dengan strategi STEM. Hasil dari penelitian ini diperoleh bahwa dengan mengintegrasikan STEM pada POPBL dapat meningkatkan 5 keterampilan abad ke-21 salah satunya kemampuan komunikasi yang efektif serta mampu meningkatkan sikap positif siswa dalam pembelajaran yang diberikan atau dalam hal ini meningkatkan disposisi siswa terhadap pembelajaran. Penelitian ini relevan karena terdapat penggunaan integrasi STEM meskipun untuk model yang digunakan terdapat modifikasi dengan *problem-based learning*.

Afriana, *et. al* (2016) dalam penelitian yang berjudul “*Project Based Learning Integrated STEM to Enhance Elementary School’s Students Scientific Literacy*” merupakan penelitian dengan menggunakan model pembelajaran PjBL berbasis STEM dengan mengembangkan proyek terkait polusi udara pada mata

pelajaran siswa sekolah dasar. PjBL yang dikembangkan dalam pembelajaran ini mampu meningkatkan pembelajaran kognitif siswa, membentuk lingkungan yang menyenangkan baik sikap maupun perilaku dari siswa. Penelitian ini relevan karena terdapat kesamaan model pembelajaran yang digunakan yaitu PjBL dengan mengintegrasikan dengan STEM.

Sumarmo (2010) dalam jurnalnya yang berjudul “Berpikir dan Disposisi Matematik: Apa, Mengapa, dan Bagaimana Dikembangkan pada Siswa”, memaparkan bahwa disposisi matematis yang tinggi diperlukan oleh siswa untuk menyelesaikan persoalan matematika yang kompleks. Sehingga beberapa cara perlu dilakukan guna meningkatkan disposisi matematis siswa. Penelitian ini relevan karena terdapat kesamaan aspek yang diteliti yaitu disposisi matematis.

Chalim, *et.al.* (2018) dalam penelitiannya yang berjudul “Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa SMK Ditinjau dari *Self Efficacy* Pada *Setting* Pembelajaran *Project Based Learning* Terintegrasi STEM” dengan populasi yaitu siswa kelas XI SMK Negeri 7 Semarang menunjukkan bahwa kemampuan komunikasi matematis siswa pada PjBL dengan strategi STEM lebih baik dari kemampuan komunikasi matematis dengan model *discovery learning*. Perbedaan dengan penelitian sebelumnya adalah peneliti ingin menganalisis kemampuan komunikasi matematis siswa ditinjau dari disposisi matematis siswa pada *Project Based Learning* dengan strategi STEM.

### **2.3 Kerangka Berpikir**

Kerangka berpikir merupakan arahan penalaran untuk sampai pada jawaban sementara atas masalah yang telah dirumuskan sebelumnya. Sejalan dengan judul penelitian yang diambil oleh peneliti, yaitu “ Analisis Kemampuan Komunkasi

Matematis Ditinjau dari Disposisi Matematis Siswa pada PjBL dengan Strategi STEM”, maka dapat diidentifikasi bahwa fokus dalam penelitian ini adalah guru belum menemukan model pembelajaran yang tepat untuk meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa terhadap mata pelajaran matematika. Hal tersebut sesuai dengan NCTM (2003) yang menyebutkan bahwa satu dari lima kemampuan dasar matematika yang harus dimiliki oleh setiap siswa adalah kemampuan komunikasi matematis (*mathematical communication ability*). Apabila siswa memiliki kemampuan komunikasi yang baik, maka ia mampu mengemukakan ide-ide matematis sebagai suatu alat komunikasi secara tertulis pada suatu permasalahan matematis. Kemampuan komunikasi matematis tersebut akan membantu siswa dalam mengungkapkan ide matematis mereka (Paridjo & Waluya, 2017). Melihat pentingnya kemampuan komunikasi matematis, maka perlunya suatu cara guna meningkatkan kemampuan komunikasi matematis tersebut dengan cara menciptakan suasana belajar yang aktif, efektif, serta menyenangkan.

Metode pembelajaran dapat digunakan sebagai suatu inovasi guna mendukung peningkatan kemampuan komunikasi matematis. Salah satu metode yang mengikuti era pendidikan globalisasi yang dapat diterapkan yaitu PjBL dengan strategi STEM. Metode ini mengintegrasikan sains, teknologi, *engineering*, dan matematika ke dalam pembelajaran berbasis proyek. PjBl dengan strategi STEM menekan siswa dengan memberikan siswa masalah yang realistik dan mengkombinasikan pembelajaran sains, desain teknologi, *engineering*, dan analisis matematika (Lou *et.al*, 2011). Sains dalam pembelajaran ini mendukung siswa untuk meningkatkan ketrampilan dalam mengaplikasikan pengetahuan ilmiah

siswa dalam menyusun strategi terhadap penyelesaian masalah matematika. *Engineering* pada pembelajaran mendukung siswa guna merancang suatu benda yang nantinya dapat digunakan untuk menjelaskan suatu masalah atau konsep matematika. Teknologi pada pembelajaran berguna untuk mengajak siswa untuk melibatkan perkembangan teknologi sebagai alat atau media belajar. Integrasi matematika dengan sains memiliki tujuan untuk mendukung siswa memahami masalah-masalah yang berkaitan dengan alam sekitar dan kehidupan sehari-hari kemudian melakukan observasi guna menggali informasi yang terkandung dan menjelaskan secara objektif keadaan alam yang disajikan dikarenakan di dalam matematika terdapat bahasa yang digunakan pada saing, teknologi, *engineering*. Integrasi dari keempat disiplin ilmu dengan model PjBL nantinya diharapkan agar mampu meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa.

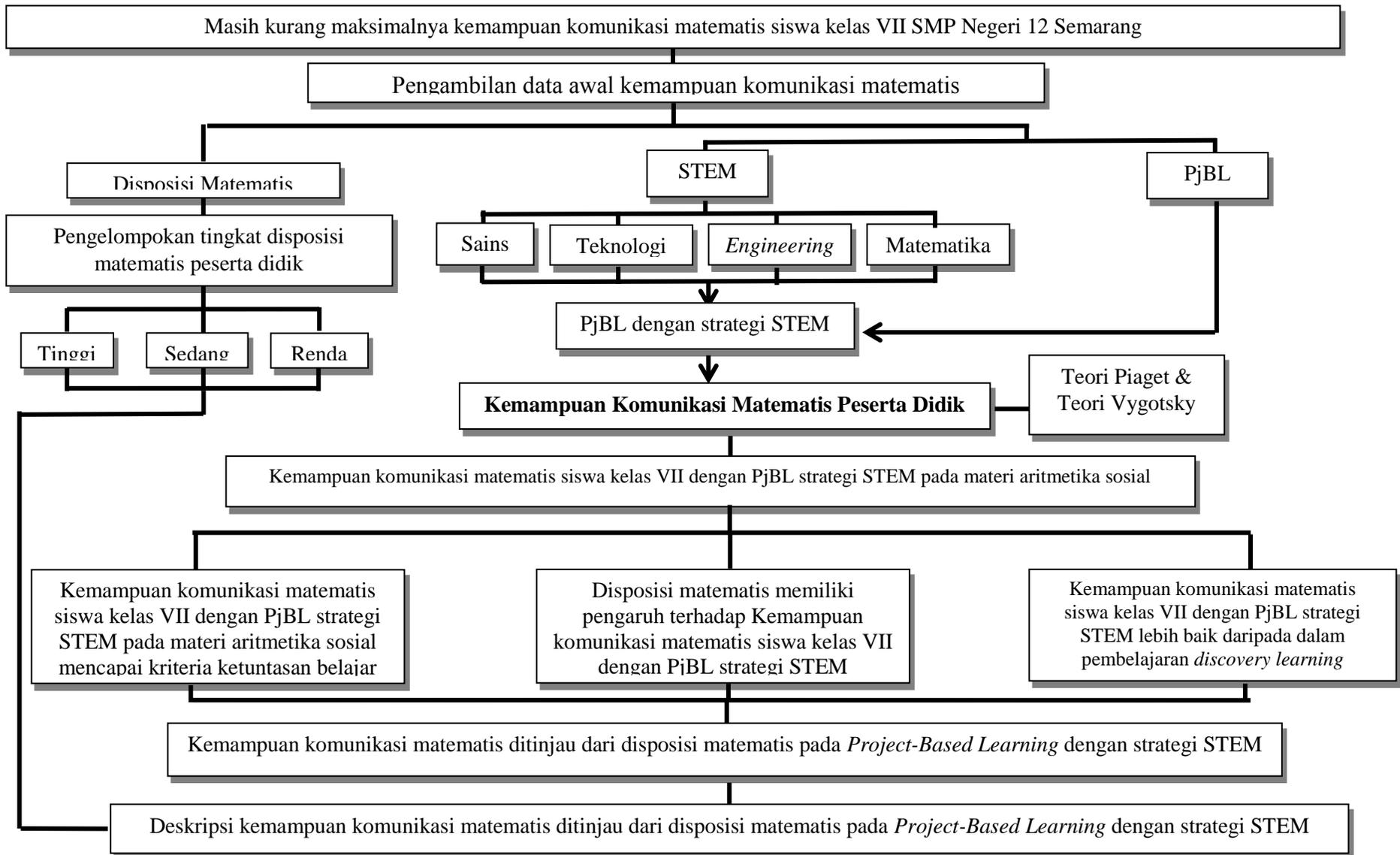
Pembelajaran menggunakan PjBL dengan strategi STEM mendukung siswa untuk aktif dalam pembelajaran serta meningkatkan interaksi sosial antar siswa maupun siswa dengan guru. Hal ini sesuai dengan prinsip utama yang dikemukakan oleh Piaget. Peran guru yang menjadi fasilitator dalam proses pembelajaran juga sesuai dengan teori belajar yang diungkapkan oleh Vygotsky. Pada teori belajar Vygotsky yaitu terkait konsep ZPD menyatakan bahwa dalam proses belajar siswa membutuhkan bantuan dari orang dewasa atau pun orang yang lebih mampu dari dirinya terkait apa yang sedang dipelajari. Pada pembelajaran yang demikian, siswa didorong untuk dapat menemukan konsep yang sedang dipelajari secara mandiri maupun kelompok yang tentunya dapat mendukung siswa dalam mengkomunikasikan ide-ide matematis.

Tahap pembelajaran yang digunakan pada PjBL dengan strategi STEM dalam penelitian ini adalah *refleksi, research, discovery, application, dan communication* (Afriana, 2016). Tahap refleksi merupakan tahap pembelajaran yang membawa siswa ke dalam konteks masalah dan memberikan inspirasi kepada siswa agar dapat segera mulai menyelidiki masalah. Pada tahap ini siswa juga diarahkan untuk menghubungkan apa yang diketahui dan apa yang perlu dipelajari oleh siswa. Kedua yaitu tahap penyelidikan dimana siswa melakukan penyelidikan terhadap masalah dan guru membimbing pembelajaran matematika, memilih sumber belajar, atau metode lain untuk mengumpulkan sumber referensi yang relevan. Pada tahap ini proses belajar siswa lebih banyak terjadi dimulai dari belajar sesuatu yang bersifat konkrit hingga menjadi sesuatu yang bersifat abstrak. Peran guru disini yaitu membimbing kegiatan diskusi untuk menentukan apakah siswa telah mengembangkan pemahaman konseptual sesuai proyek yang ditentukan. Pada tahap penemuan, terjadi proses penjabaran tahap penyelidikan dan penemuan serta informasi yang telah diketahui dalam penyusunan proyek terjadi pada tahap ini. Pada tahap ini mulai terjadi proses belajar mandiri untuk mengevaluasi proses pemahaman siswa terhadap materi yang ada. Tahap kelima yaitu tahap penerapan yang memiliki tujuan untuk menguji produk atau solusi dalam pemecahan masalah dari siswa. Siswa melakukan pengujian dari produk berdasarkan ketentuan yang telah ditetapkan sebelumnya, temuan yang diperoleh digunakan untuk memperbaiki temuan sebelumnya. Pada tahap ini siswa belajar konteks yang lebih luas di luar dari STEM atau menghubungkan antar disiplin STEM. Tahap terakhir yaitu tahap komunikasi yang dilakukan oleh siswa terkait dengan produk ataupun solusi yang ditawarkan dengan cara

mengkomunikasikannya kepada teman. Seringkali pula penilaian dilakukan pada tahap ini. Sehingga pada PjBL dengan strategi STEM mendukung siswa untuk mengemukakan ide-ide matematis yang diperoleh sehingga dapat meningkatkan kemampuan komunikasi matematis.

Aspek kognitif dimana dalam penelitian ini yaitu kemampuan komunikasi matematis sangat penting untuk diperhatikan. Selain aspek kognitif yang perlu diperhatikan, aspek afektif juga perlu dikembangkan dan salah satunya yaitu disposisi matematis siswa. Disposisi matematis (*mathematical disposition*) adalah aspek afektif yang mempengaruhi tinggi rendahnya hasil belajar siswa dikarenakan rendahnya kepercayaan diri dan rasa ingin tahu siswa terhadap matematika (Mandur *et.a*, 2013). Disposisi matematis sendiri adalah keinginan, kesadaran, kecenderungan, dan dedikasi yang kuat pada diri siswa untuk berpikir dan berbuat secara matematis. Disposisi matematis sendiri dapat digunakan untuk meninjau kemampuan komunikasi matematis dari siswa. Tingkat disposisi matematis dikategorikan menjadi tiga, yaitu disposisi matematis tinggi, disposisi matematis sedang, dan disposisi matematis rendah.

Tingkat disposisi matematis tersebut berkaitan dengan tingkat kesulitan tugas proyek yang diberikan oleh guru. Semakin mudah proyek yang diberikan maka tingkat disposisi matematis siswa cenderung akan semakin tinggi. Sebaliknya, semakin tinggi tingkat kesulitan proyek yang diberikan maka akan semakin rendah tingkat disposisi matematis siswa. Akibatnya kemampuan siswa untuk mengemukakan ide-ide matematis akan semakin menurun, sehingga kemampuan komunikasi matematis juga ikut menurun. Secara lebih detailnya, kerangka berpikir dari penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.2 berikut ini.



Gambar 2.1 Bagan kerangka berpikir penelitian

## 2.4 Hipotesis Penelitian

Hipotesis merupakan sebuah jawaban dalam penelitian yang bersifat sementara terhadap permasalahan yang harus diuji kebenarannya berdasarkan data yang terkumpul. Berdasarkan rumusan masalah, kajian teori, dan kerangka berpikir, maka hipotesis dari penelitian ini dirumuskan sebagai berikut.

- (1) Kemampuan komunikasi matematis melalui PjBL dengan Strategi STEM dapat mencapai kriteria ketuntasan belajar.
- (2) Kemampuan komunikasi matematis melalui PjBL dengan Strategi STEM lebih baik daripada Kemampuan komunikasi matematis melalui model *discovery learning*.
- (3) Terdapat pengaruh positif disposisi matematis terhadap kemampuan komunikasi matematis pada PjBL dengan STEM.

## **BAB 5**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Simpulan**

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan mengenai kemampuan komunikasi matematis ditinjau dari disposisi matematis siswa pada PjBL dengan strategi STEM, diperoleh simpulan sebagai berikut.

- (1) Kemampuan komunikasi matematis siswa yang menggunakan PjBL dengan strategi STEM efektif ditandai dengan (i) hasil tes kemampuan komunikasi matematis siswa yang menggunakan PjBL dengan strategi STEM mencapai ketuntasan minimal dan ketuntasan klasikal, (ii) kemampuan komunikasi matematis siswa yang menggunakan PjBL dengan strategi STEM lebih baik daripada kemampuan komunikasi matematis siswa yang menggunakan model pembelajaran *discovery learning*.
- (2) Disposisi matematis berpengaruh positif terhadap kemampuan komunikasi matematis siswa pada PjBL dengan strategi STEM.
- (3) Deskripsi kemampuan komunikasi matematis ditinjau dari disposisi matematis siswa pada PjBL dengan strategi STEM adalah sebagai berikut.
  - (i) Hasil disposisi matematis siswa kelas VII-G SMP Negeri 12 Semarang menunjukkan bahwa jumlah siswa dengan disposisi matematis kategori sedang lebih banyak dari pada jumlah siswa dengan disposisi matematis kategori tinggi dan rendah. Jumlah siswa dengan disposisi matematis kategori tinggi sama dengan jumlah siswa dengan disposisi matematis kategori rendah.

- (ii) Dua subjek dengan disposisi matematis tinggi memiliki kemampuan komunikasi matematis kategori sedang. Kedua subjek tersebut mampu memenuhi kelima indikator komunikasi matematis yaitu kemampuan merumuskan informasi yang diketahui dan ditanyakan dari masalah matematika, kemampuan mengaitkan konsep atau rumus matematika untuk menyusun strategi dalam menyelesaikan masalah matematika, kemampuan menyajikan permasalahan matematika ke dalam bentuk tabel, grafik, atau aljabar dan sebaliknya, kemampuan menggunakan simbol atau notasi matematika serta operasi hitung bilangan dalam menyelesaikan masalah matematika, dan kemampuan mengkomunikasikan jawaban dari permasalahan matematika yang diberikan dan menarik kesimpulan.
- (iii) Dua subjek dengan disposisi matematis kategori sedang memiliki kemampuan komunikasi matematis kategori sedang. Keduanya mampu memenuhi empat indikator kemampuan komunikasi matematis yaitu kemampuan merumuskan informasi yang diketahui dan ditanyakan dari masalah matematika, kemampuan mengaitkan konsep atau rumus matematika untuk menyusun strategi dalam menyelesaikan masalah matematikadengan dijumpai beberapa kesalahan, kemampuan menggunakan simbol atau notasi matematika serta operasi hitung bilangan dalam menyelesaikan masalah matematika meskipun menuliskan proses perhitungan dengan kurang begitu jelas dan lengkap, dan kemampuan

mengkomunikasikan jawaban dari permasalahan matematika yang diberikan dan menarik kesimpulan.

- (iv) Dua subjek dengan disposisi matematis rendah, 1 subjek memiliki kemampuan komunikasi matematis kategori sedang dan 1 subjek memiliki kemampuan komunikasi matematis kategori rendah. Kedua subjek tersebut hanya mampu memenuhi tiga indikator kemampuan komunikasi matematis yaitu kemampuan merumuskan informasi yang diketahui dan ditanyakan dari masalah matematika, kemampuan mengaitkan konsep atau rumus matematika untuk menyusun strategi dalam menyelesaikan masalah matematikadengan dijumpai beberapa kesalahan, dan kemampuan mengkomunikasikan jawaban dari permasalahan matematika yang diberikan dan menarik kesimpulan. Meskipun dalam penulisan pekerjaan dijumpai kesalahan dan kurang jelas serta tepat.

## 5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, saran yang dapat direkomendasikan peneliti adalah sebagai berikut.

- (1) Guru dapat menggunakan PjBL dengan strategi STEM sebagai salah satu alternatif model pembelajaran khususnya untuk materi aritmetika sosial.
- (2) Kemampuan komunikasi matematis berkaitan dengan disposisi matematis, maka diperlukan suatu pembelajaran yang mampu meningkatkan disposisi matematis siswa.
- (3) Dalam penelitian ini ditemukan fakta bahwa kemampuan komunikasi matematis siswa terutama pada siswa dengan disposisi matematis kategori

sedang dan rendah dalam menyajikan bentuk aljabar dan proses perhitungan matematika masih lemah, oleh karena itu guru dapat memberikan bimbingan kepada siswa dengan lebih intensif.

- (4) Untuk penelitian serupa berikutnya, sebaiknya di awal pembelajaran siswa perlu diberikan angket disposisi matematis agar guru mengetahui disposisi matematis awal siswa.
- (5) Pada penelitian serupa berikutnya, komunikasi matematis secara lisan juga perlu dipertimbangkan untuk melihat kemampuan siswa secara oral dikarenakan pada penelitian ini peneliti hanya berfokus pada kemampuan komunikasi matematis secara tertulis
- (6) Pertimbangan dalam pembentukan kelompok di kelas sangat diperlukan. Tujuannya agar kelompok yang terbentuk terdiri atas siswa yang heterogen
- (7) Bagi peneliti lain, hasil dari penelitian ini dapat digunakan sebagai salah satu referensi penelitian selanjutnya, yaitu terkait kemampuan komunikasi matematis dengan memodifikasi model pembelajaran yang digunakan maupun dengan ditinjau dari aspek afektif lain yang relevan yang dapat meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa.

## DAFTAR PUSTAKA

- Acar, D., Tertemiz, N., & Tasdemir, A. 2018. The Effect of STEM Training on Academic Achievement of 4th Graders in Science and Mathematics and Their Views on STEM Training Teacher. *International Electronic Journal of Elementary Education (IEJEE)*. 10(4): 505-513.
- Afriana, J., Permanasari, A. & Fitriani, A. 2016. Project Based Learning Integrated To STEM to Enhance Elementary School's Students Scientific Literacy. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*. 5(2) :261-267
- Ahmad, A., Salim S.S., & Zainuddin, R.. 2008. A Cognitive Tool to Support Mathematical Communication in Fraction Word Problem Solving. *WSEAS Transactions on Computers, Vol.4, No.7, hal.228-236*.
- Aini, N.N., Sukestiyarno, & Waluya, S.B. 2015. Analisis Komunikasi Matematis dan Tanggung Jawab Pada Pembelajaran Formulate Share Listen Create Materi Segiempat. *Unnes Journal of Mathematics Education Research (UJMER)*. 4(2) : 115-121.
- Ambarwati, R., Dwijanto, & Hendikawati, P. 2015. Keefektifan Model Project-Based Learning Berbasis GQM Terhadap Kemampuan Komunikasi Matematis dan Percaya Diri Siswa Kelas VII. *Unnes Journal of Mathematics Education (UJME)*. 4(2) : 180 – 186.
- Argina, A.W., Mitra, D., Ijabah, N., & Setiawan, R. 2017. Indonesia PISA Result: What Factors and What Should be Fixed?. *The 1st Education and Language International Conference Proceedings Center for International Language Development of Unissula*.
- Arikunto, S. 2010. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Saintifik*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Bahrum, S., Wahid, N., & Ibrahim, N. 2017. Integration of STEM in Malaysia and Why to STEAM. *International Journal of Academic Research in Business and Social Science*. Vol : 7(6): 645-654.
- Beatty, A. 2011. *Successful STEM Education: A Workshop Summary*. Washington D.C: National Academies Press.
- Becker, K. & Park, K. 2011. Effect of Integrative Approach among Science Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Subject on Student's Learning: A Primary Meta-analysis. *Journal of STEM Education*. 12(5/6): 23-37.

- Breiner, J. M., Harkness, S. S., Johnson, C. C., & Koehler, C. M. 2012. What is STEM? A discussion about conceptions of STEM in education and partnerships.
- Chalim, M.N., Mariani, S., & Wijayati, K. 2018. Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa SMK Ditinjau dari Self Efficacy Pada Setting Pembelajaran Project Based Learning Terintegrasi STEM. *Unnes Journal of Mathematics Education (UJME)*. 7(1): 910-919.
- Depdiknas. 2003. *Kegiatan Belajar Mengajar yang Efektif*. Jakarta: Pusat Kurikulum, Depdiknas.
- \_\_\_\_\_. 2003. UU Nomor 20 Tahun 2003 tentang *Sistem Pendidikan Nasional*. Jakarta: Depdiknas.
- \_\_\_\_\_. 2006. *Permendiknas Nomor 22 Tahun 2006 Tentang Standar Isi Sekolah Menengah Atas*. Jakarta: Depdiknas.
- \_\_\_\_\_. 2008. *Kamus Besar Bahasa Indonesia Pusat Bahasa*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Elliot, P. C., & Kenny, M. J. 1996. *Communication in Mathematics, K-12 and Beyond*. USA: NCTM.
- Erdogan, N., Navruz, B., Younes, R., & Capraro, R.M. 2016. Viewing How STEM Project-Based Learning Influences Students' Science Achievement Through the Implementation Lens: A Latent Growth Modeling. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*. 12(8): 2139 – 2154.
- Fadzilah, W.N, Arsad, N.M., Othman, O., Halim, L., Rasul, M.S., ... , Iksan, Z. 2016. Fostering students' 21st century skills through Project Oriented Problem Based Learning (POPBL) in integrated STEM education program. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*. 17(1) : 3.
- Fauziah, E., Winarti, R., & Kartono. 2017. Keefektifan Pembelajaran SAVI pada Pencapaian Kemampuan Komunikasi dan Disposisi Matematis Siswa Kelas VIII. *Unnes Journal of Mathematics (UJME)*, 6(1) : 1 – 9.
- Han, S., Capraro, R., & Capraro, M.M. 2015. How Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Project Based Learning (PBL) Affect High, Middle, and Low Achieve Differently: The Impact of Student Factors on Achievement. *International Journal of Science and Mathematics Education*. 13(5): 1089 – 1113.
- Hendikawati, P. 2015. *Statistika Metode dan Aplikasinya dengan Excel dan SPSS*. Semarang: FMIPA Unnes.

- Hesti, N. 2017. Pengaruh Model Project Based Learning Terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Matematika Siswa. *Jurnal Edumath*, 3(2): 110 – 117.
- Herawati, E., Imas, & Ismunandar, D. 2018. Pengaruh Motivasi Pada Pembelajaran Menggunakan Model Project Based Learning Pada Kelas VII Terhadap Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa. *Wacana Didaktika*. 10(3): 1-7.
- Husna, N., Mariyam, & Maudi, N. 2016. Implementasi Model Project Based Learning untuk Meningkatkan Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa. *Jurnal Pendidikan Matematika Indonesia (JPMI)*. 1(1): 39-43.
- IB. 2012. *MYP Mathematics Guide*. United Kingdom: IB
- Ibda, F. 2015. *Perkembangan Kognitif: Teori Jean Piaget*. Inteletualita. 3(1) : 27-38.
- Ismayani, A. & Nuryanti. 2016. Penerapan Project-Based Learning dalam Pembelajaran Matematika untuk Meningkatkan Kemampuan Komunikasi Matematis dan Aktivitas Belajar Siswa. *Konferensi Nasional Penelitian Matematika dan Pembelajaran (KNPMP I)*. 713-721.
- Jamali, S.M., Zain, A.N.Md., Samsudin, M.A., & Ebrahim, N.A. 2017. Self-Efficacy, Scientific Reasoning, And Learning Achievement in The STEM Project-Based Learning Literature. *Journal of Nusantara Studies*. 2(2): 29-43.
- Kosko, K., & Wilkins, J. 2012. Mathematical Communication and Its Relation to the Frequency of Manipulative Use. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 2(5): 1-12.
- Lestari, K.E. & Yudhanegara, M.R.. 2015. *Penelitian Pendidikan Matematika*. Bandung: Refika Aditama.
- Lou, S.J., Shih,R.C., Diez, C.R., & Tseng,K.H. 2011. The Impact of Problem Based Learning Startegies on STEM Knowledge Integration and Attitudes: An Exploratory Study among Female Taiwanese Senior High School Students.*Int J Technol Des Educ*. 21: 195-215
- 
- \_\_\_\_\_ . 2011. The Senior High School Students' Learning Behavioral Model of STEM in PBL. *Int J Technol Des Educ*. 21: 161-183
- Mandur, K., Sadra, W. & Suparta, N. 2013. Kontribusi Kemampuan Koneksi, Kemampuan Representasi, dan Disposisi Matematis terhadap Prestasi Belajar Matematika Siswa SMA Swasta di Kabupaten Manggarai, *e-Journal Program Pascasarjana Universitas Pendidikan Ganesha*. 2.

- Mariana, I., Fahinu, & Ruslan. 2018. Pengaruh Model PBL dengan Pendekatan Saintifik Terhadap Kemampuan CPS Ditinjau dari Disposisi Matematis Siswa. *Jurnal Pendidikan Matematika*. 9(1): 73 – 80.
- Mutakinati, L., Anwari, I., & Yoshisuke, K. 2018. Analysis of Students' Critical Thinking Skill of Middle School Through STEM Education Project-Based Learning. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia (JPPI)*. 7(1): 54-65.
- NCTM. 1989. *Curriculum and Evaluation Standard for School Mathematics*. Reston: National Council of Teacher of Mathematics.
- \_\_\_\_\_. 2000. *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston: The National Council of Teachers of Mathematics, Inc.
- \_\_\_\_\_. 2003. *Programs for Initial Preparation of Mathematics Teacher*. Reston, VA: NCTM
- OECD. 2016. *PISA 2015 Result (Volume I): Excellence and Equity in Education*, PISA, OECD Publishing, Paris.
- Oktaviani, R., Suyitno, H., & Mashuri. 2015. Keefektifan Model-Eliciting Activities Berbantuan LKPD Terhadap Kemampuan Komunikasi Matematis dan Disposisi Matematis Siswa Kelas VII. *Unnes Journal of Mathematics Education (UJME)*. 5(3): 190 – 198.
- Pangesti, K.I., Yulianto, D., & Sugianto. 2017. Bahan Ajar Berbasis STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Siswa SMA. *Unnes Physic Education Journal (UPEJ)*. 6(3): 53-58.
- Paridjo & Waluya, S.B. 2017. Analysis Mathematical Communication Skill Students in The Matter Algebra Based NCTM. *IOSR Journal of Mathematics (IOSR-JM)*. 13(1): 60-66.
- Permanasari, A. 2016. *STEM Education: Inovasi dalam Pembelajaran Sains*. Seminar Nasional Pendidikan Sains.
- Pertiwi, R.S., 2017. *Pengalaman Lembar Kerja Siswa dengan Pendekatan STEM (Science, Technology, Engineeering, Mathematics) untuk Melatih Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa Pada Materi Fluida Statis*. Tesis. Lampung: Universitas Lampung.
- Qohar, A. 2011. Mathematical Communication: What And How To Develop It in Mathematics Learning?. *Proceeding International Seminar and the Fourth National Conference on Mathematics Education 2011*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.

- Rahayu, R. 2017. Pembelajaran Matematika Realistik Indonesia Berbasis Keunggulan Lokal untuk Membangun Disposisi Matematis dan Karakter Cinta Tanah Air. *Prosiding Seminar Nasional*. 152-163.
- Rahayu, R., & Kartono. 2012. The Effect of Mathematical Disposition toward Problem Solving Ability Based On IDEAL Problem Solver. *International Journal of Science and Research (IJSR)*. 3(10) : 1315-1318.
- Rifa'I, R.C.A. & Anni, C.T.. 2015. *Psikologi Pendidikan*. Semarang: Pusat Pengembangan MKU/MKDK-LP3 Universitas Negeri Semarang.
- Riyani, A., Jami'ah, Y., & Hamdani. 2019. Hubungan Antara Disposisi Matematis dan Kemampuan Komunikasi Matematis dalam Materi Statistika di SMA. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran*. 8(1).
- Rustaman, N.Y., 2016. Pembelajaran Sains Masa Depan Berbasis STEM Education. *Prosiding Seminar Nasional Biologi Edukasi 2016*. 1(1): 1-17.
- Safitri, A., Armanto, D., & Syahputra, E. 2017. Analysis of Mathematical Disposition of Nursing Class XII Students SMK Swasta Sartika Rantau Prapat. *Journal of Research & Method in Education (IOSR-JRME)*. 7(5): 73-76.
- Saija, L.M. 2012. Analyzing The Mathematical Disposition and Its Correlation with Mathematical Achievement of Senior High School Students. *Jurnal Ilmiah Program Studi Matematika STKIP Siliwangi Bandung*. 1(2): 148 – 152.
- Sanders, M. 2009. STEM, STEM education, STEM mania. *Technology Teacher*, 68(4), 20-26.
- Sanjaya, W. 2011. *Strategi Pembelajaran Berorientasi Standar Proses Pendidikan*. Jakarta: Kencana Prenada Media.
- Santoso, J.T.B. 2013. *Evaluasi Pembelajaran*. Semarang: Kanthil.
- Sefalianti, B. 2014. Penerapan Pendekatan Inkuiri Terbimbing terhadap Kemampuan Komunikasi dan Disposisi Matematis Siswa. *Jurnal Pendidikan dan Keguruan*, 1(2): 11-20.
- Siwa, I., Muderawan, W. & Tika, N. 2013. Pengaruh Pembelajaran Berbasis Proyek Dalam Pembelajaran Kimia Terhadap Keterampilan Proses Sains Ditinjau Dari Gaya Kognitif Siswa. *E-Journal Program Pascasarjana Universitas Pendidikan Ganesha*. 3: 1-13.
- Sugiyono. 2013. *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: Alfabeta.
- Suharjo, B. 2013. *Statistika Terapan Disertai Contoh Aplikasi dengan SPSS*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

- Sukamto. 2013. Strategi Quantum Learning dengan Pendekatan Konstruktivisme untuk Meningkatkan Disposisi dan Penalaran Matematis Siswa. *Journal of Primary Educational*. 2(2): 92-98.
- Sukestiyarno. 2015. *Olah Data Penelitian Berbantuan SPSS*. Semarang : Universitas Negeri Semarang.
- Sumarmo, U. 2010. *Berpikir dan Disposisi Matematik: Apa, Mengapa, dan Bagaimana Dikembangkan pada Siswa*. Artikel pada FMIPA UPI Bandung.
- Sumirat, L. A. 2014. Efektifitas Strategi Pembelajaran Kooperatif Tipe Think-Talk-Write (TTW) Terhadap Kemampuan Komunikasi dan Disposisi Matematis Siswa. *Jurnal Pendidikan dan Keguruan*. 1(2): 21-29.
- Sutirman. 2013. *Media dan Model-Model Pembelajaran Inovatif*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS). 2015. *TIMSS 2015 International Results in Mathematics: Fourth Grade Mathematics*.
- Tseng, K.H, Chang, C.C., Lou, S.J., & Chen, W.P. 2013. *Attitude Towards Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) in a Project-Based Learning Environment*. *Int J Technol Des Educ*. Vol 23: 87-102.
- Wardani, S., Sumarmo,U., & Nishitani, I. 2011. *Mathematical Creativity and Disposition: Experiment with Grade 10 Students using Silver Inquiry Approach*.
- Wardono. 2017. *Statistika Penelitian Pendidikan*. Semarang: FMIPA Unnes Press.
- Widyantini, T. 2014. *Penerapan Model Project Based Learning (Model Pembelajaran Berbasis Proyek) dalam Materi Pola Bilangan Kelas VII*. Artikel Pusat Pengembangan Dan Pemberdayaan Pendidikan Dan Tenaga Kependidikan (PPPPTK) Matematika.
- World Economic Forum. 2016. *The Global Competitiveness Report 2016-2017*. Geneva.
- Yulianti, D.E., Wuryanto, & Darmo. 2013. Keefektifan Model-Eliciting Activities pada Kemampuan Penalaran dan Disposisi Matematis Siswa. *Unnes Journal of Mathematics Education (UJME)*. 1(1) : 15-23.