



Model SPACE (Simulation, Posing, Action, Communication, Evaluation) Berorientasi STEM

UNTUK MENINGKATKAN KEMANDIRIAN DAN
PROBLEM SOLVING PADA MATA KULIAH
KALKULUS DIFERENSIAL



Promotor:
Prof. Dr, Ahmad Fauzan, M.Pd., M.Sc.
Dr. Armiati, M.Pd.

KATA PENGANTAR

Puji syukur selalu penulis haturkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan buku model pembelajaran Problem Posing berorientasi STEM ini. Penghargaan yang tinggi dan bantuan dari semua pihak terutama promotor penulis Prof. Dr. Ahmad Fauzan, M.Sc, M.Pd dan Dr. Armiami, M.Pd, yang memberikan saran, arahan dan kontribusi dalam penyusunan buku ini.

Buku model ini disusun untuk meningkatkan kemandirian belajar dan kemampuan problem solving mahasiswa. Model pembelajaran problem posing memerlukan aktifitas mahasiswa dalam mengajukan masalah atau pertanyaan sedangkan STEM merupakan singkatan dari *Science Technology, Engineering Mathematics* yang akan diterapkan pada mata kuliah Kalkulus Diferensial untuk mahasiswa Strata Satu (S1).

Buku model ini berbasis komputer dan memerlukan dukungan buku mahasiswa, buku dosen serta aplikasi Phat Colorado dan Geogebra yang dapat diambil secara free didownload. Dosen disarankan menguasai penggunaan aplikasi Geogebra, meskipun tidak perlu pada tingkat mahir agar dapat menjalankan simulasi dan animasi dalam pembelajaran.

Terimakasih penulis ucapkan kepada promotor, copromotor, dosen-dosen dilingkungan pasca sarjana S3, expert dan rekan-rekan yang telah membantu terbentuknya buku model ini. Kritik dan saran sangat terbuka untuk kesempurnaan buku ini sehingga bermanfaat bagi pengembangan ilmu kedepan.

Padang, Agustus 2022

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR.....	v
DAFTAR TABEL.....	vi
BAB I RASIONALMODEL.....	1
1.1. Pendahuluan.....	1
1.2. Landasan Filosofi.....	7
1.3. Landasan Yuridis.....	13
1.4. Landasan Teoritis.....	14
1.4.1. Model Problem Posing.....	15
1.4.2. Pendekatan STEM.....	20
1.4.3. Kemandirian Belajar (<i>Self Regulated Learning</i>).....	26
1.4.4. Kemampuan Pemecahan Masalah (<i>Problems Solving Skill</i>).....	31
1.5. Kerangka Awal Pembelajaran Problem Posing Berorientasi <i>STEM (SPACE)</i>	33
1.6. Hipotetik Model Pembelajaran Problem Posing berorientasi STEM.....	34
BAB II KOMPONEN MODEL.....	36
2.1. Sintaks Model.....	36
2.2. Sistem Sosial.....	45
2.3. Prinsip Reaksi.....	53
2.4. Sistem Pendukung (<i>Support System</i>).....	57
2.5. Dampak Instruksional.....	59

2.7. Perbandingan Model <i>Problem Posing</i> dengan <i>PBL-STEM</i> dan <i>APOS</i>	61
BAB III PELAKSANAAN MODEL	65
3.1. Panduan untuk dosen	67
3.2. Panduan untuk mahasiswa	75
3.3. Penilaian Pembelajaran Pada Model <i>Problem Posing</i> Berorientasi STEM	78
DAFTAR PUSTAKA	84

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Tahapan Langkah Problem Solving	16
Gambar 2. Pendekatan Embedded	25
Gambar 3. Enam Keterampilan untuk membentuk siswa di abad 21	31
Gambar 4. Konseptual Model Pembelajaran Problem Posing berorientasi STEM	34
Gambar 5. Hipotetik Model Pembelajaran Problem Posing berorientasi STEM	35
Gambar 6. Sintaks Model Problem Posing Berorientasi STEM	45
Gambar 7. Komponen Model	64
Gambar 8. Hypotetik Model Uji Coba.....	66

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Sintaks Model Problem Posing Menurut Ahli.....	17
Tabel 2. Implementasi model Problem Posing Berorientasi STEM.....	47
Tabel 3. Perbedaan Sintaks Model Problem Posing berorientasi STEM dengan model PBL-STEM dan APOS	63
Tabel 4. Materi Kalkulus diferensial yang memuat Unsur STEM dalam Pembelajaran model Problem posing.....	72
Tabel 5. Angket Kemandirian Belajar	79
Tabel 6. Kriteria Interpretasi Skor	83
Tabel 7. Rubrik Skala Penilaian problem Solving.....	83

BAB I RASIONALMODEL

1.1.Pendahuluan

Kemandirian belajar merupakan sikap yang harus dikembangkan pada abad 21 ini atau yang dikenal dengan era Revolusi Industri 4.0. *Partnership for 21st century learning* (2019) menyatakan bahwa ada 3 bagian pokok keterampilan (*skills*) yang harus dimiliki siswa, yaitu 1. *learning & innovation skill(4'Cs)*, 2. *information, media & technology skills*, dan 3. *life & career skills*, dan kemandirian termasuk didalam keterampilan *life & career* . Selain itu, pengembangan kemandirian ini juga terdapat dalam Permenristek Dikti nomor 3 tahun 2020 tentang SNPT pasal 11 ayat 10 menyatakan bahwa pembelajaran harus berpusat pada mahasiswa yang berarti bahwa capaian pembelajaran lulusan diraih melalui proses pembelajaran yang mengutamakan pengembangan kreativitas, kapasitas, kepribadian, dan kebutuhan mahasiswa, serta mengembangkan kemandirian dalam mencari dan menemukan pengetahuan.

Pentingnya kemandirian belajar juga dibutuhkan pada kondisi pandemi Covid-19 saat ini serta mendukung kebijakan pemerintah dengan konsep Merdeka Belajar- Kampus Merdeka (MBKM). Melalui Kemandirian belajar, mahasiswa akan memperoleh pilihan serta kebebasan untuk memilih mata kuliah yang sesuai dengan pengembangan kapasitasnya. Selain itu, mahasiswa memperoleh materi dan proses pembelajaran yang lebih berkualitas yang mereka inginkan.

Meskipun kemandirian belajar sangat menentukan keberhasilan dalam belajar dan kelangsungan karir dimasa depan, namun kenyataannya beberapa hasil studi menunjukkan bahwa kemandirian belajar mahasiswa masih belum baik (Khairudin dkk ,2020; Astuti, 2019). Padahal langkah pertama yang harus dipersiapkan seorang pebelajar dalam memahami materi adalah dengan terlebih dahulu menunjukkan sikap kemandirian (Jeong & Frye, 2020). Bahkan dengan suatu strategi pembelajaran dengan kemandirian yang baik dapat mengurangi gap antara siswa yang memiliki kemampuan awal tinggi dengan siswa yang memiliki kemampuan awal rendah (Yang, et al, 2018). Selanjutnya dinyatakan bahwa kemandirian sangat berpengaruh terhadap kemampuan menulis (Zimmerman, 1994) dan kemandirian belajar dapat digunakan untuk memprediksi indeks prestasi mahasiswa (Quarter, 2015).

Dipihak lain, kemampuan pemecahan masalah (*Problem solving skills*) merupakan salah satu keterampilan matematika yang harus dimiliki peserta didik setelah mengikuti pembelajaran Matematika. Seorang *problem solver* yang handal memiliki kemampuan melakukan unjuk kerja dengan menggunakan konsep, teori, metode, strategi dan instrument yang tepat. *Problem Solving* atau pemecahan masalah merupakan proses utama dan tujuan umum pembelajaran matematika, sehingga disebutkan bahwa *problem solving* sebagai jantungnya matematika. Hal ini sesuai dengan pendapat (Widjajanti, 2009; Pujiastuti, et al, 2014) dan

diperkuat lagi oleh (Liljedahl, et al, 2016) bahwa pemecahan masalah matematika merupakan aspek penting dalam matematika, pengajaran matematika, pembelajaran matematika dan pemecahan masalah bukan hanya sebagai tujuan pembelajaran matematika tetapi juga sarana utama dalam proses pembelajaran Matematika (Ulandari, et al, 2019).

Kemampuan pemecahan masalah atau *Problem solving skill* merupakan keterampilan yang direkomendasikan oleh NCTM (2000) dan Permendikbud RI tahun 2020 yang mengharuskan guru atau dosen untuk melatih kemampuan *problem solving* pada peserta didik dari dasar hingga perguruan tinggi, karena peserta didik harus memiliki keterampilan yang mampu menerapkan pemikiran logis, kritis, sistematis dan inovatif dalam konteks pengembangan atau implementasi ilmu pengetahuan dan teknologi dan ini merupakan bagian dari *problem solving*.

Walaupun kemampuan pemecahan masalah sangat dibutuhkan dalam pembelajaran Matematika, namun beberapa hasil studi menunjukkan bahwa kemampuan pemecahan masalah Matematika masih rendah (Afriansyah, 2016; Nugroho & Ida Dwijayanti, 2019; Yohanes, 2019; Gözde, 2020), diperkuat lagi dengan kemampuan pemecahan masalah pada mata kuliah Kalkulus yang berada pada tingkat yang

belum baik (Ranti & Budiarti, 2018; Dahlan, 2014; Siahaan & Sianipar, 2020).

Faktor-faktor yang menyebabkan masih kurang baiknya tingkat kemandirian dan kemampuan pemecahan masalah Matematika karena pembelajaran masih bersifat *lecture center* dan belum menumbuhkan aktifitas dan kreatifitas mahasiswa dalam memahami konsep. Dipihak lain, belum adanya model pembelajaran yang mampu membuat mahasiswa belajar secara mandiri, memancing aktifitas mahasiswa untuk mengajukan pertanyaan atau permasalahan, mencoba untuk menemukan sendiri penyelesaian permasalahan, tidak memahami manfaat materi pembelajaran serta masih minimnya penggunaan berbagai bidang ilmu dan teknologi yang mendukung pemahaman konsep materi pembelajaran.

Hal ini terjadi karena tidak ada proses evaluasi disetiap sesi kuliah serta belum mengintegrasikan unsur *STEM* dalam materi pembelajaran. *STEM* merupakan singkatan dari *Science, Techlonogy, Engineering* dan *Mathematics* merupakan rancangan kegiatan pembelajaran yang langsung diaplikasikan ke dalam dunia nyata. Pendekatan *STEM* dapat menyelesaikan masalah dalam kehidupan sehari-hari melalui sebuah disain berbasis pemecahan masalah. Khususnya dalam *STEM* menggunakan proses Simulasi komputer yang dapat membuat mahasiswa tertarik dan menumbuhkan minat

mengikuti pembelajaran. Penggunaan Simulasi Komputer, penambahan langkah Evaluasi serta unsur *STEM* merupakan *novelty* peneliti untuk dapat meningkatkan kemandirian dan kemampuan problem solving mahasiswa.

Beberapa penelitian yang menggunakan pendekatan *STEM* dan pengaruhnya terhadap pembelajaran telah dikembangkan diantaranya (Suryani & Khairudin, 2020; Cohen, 2016; Yu 2017; Permanasari, 2016 ; Utami dkk,2017), dan sudah ada beberapa peneliti yang memadukan *STEM* dengan model *Problem based Learning* dan *Project based learning* (Afriana dkk, 2016; Sari et al, 2017 ; Afriana dkk, 2016 ; Han et al, 2016 ; Kuo et al, 2019). Disamping itu terdapat beberapa peneliti juga telah membuat media pembelajaran yang berbasis *STEM* untuk mendukung pembelajaran (Vanorika dkk, 2016 ; Utami dkk, 2018).

Hasil riset terkini penggunaan pendekatan *STEM* dapat mempengaruhi motivasi, dan kemandirian belajar serta prestasi matematika (León et al, 2015), Demikian juga *STEM* berpengaruh terhadap Sikap, persepsi dan minat karir pada lingkungan *problem based learning* (Sari et al., 2017) dan akhirnya *STEM* memberikan dampak yang signifikan terhadap prestasi akademik mahasiswa (Khoiri, 2019).

Sebagai salah satu alternatif model pembelajaran untuk meningkatkan Kemandirian belajar dan kemampuan problem solving pada mata kuliah Kalkulus adalah model *Problem*

Posing berorientasi *STEM* atau disingkat *SPACE* (*simulation, Posing, Action, Communication, Evaluation*). Khususnya pembelajaran di perguruan tinggi saat ini, membutuhkan seseorang yang memiliki kemandirian belajar, berpikir kritis dan kreatif untuk bertanya dan mengajukan ide-ide cemerlang bagi pengembangan ilmu dan pengetahuan. Selain itu, *Problem Posing* dapat mengembangkan pemikiran dan penalaran dalam Matematika (Silver, 1994) dan juga digunakan dalam mengukur kemampuan pemahaman konsep (Syahriani Sirait, 2019), kemampuan menulis (Afriansyah, 2017) dan kemampuan berpikir kritis (Sapta, dkk, 2019). Selain itu model *problem posing* dapat meningkatkan kemampuan pemecahan masalah (Astriyani, 2016; Rosli dkk, 2014; Suarsana et al., 2019), dapat meningkatkan berpikir kreatif dalam Matematika (Ayllon dkk, 2016) dan meningkatkan keterampilan komunikasi (Sugito dkk, 2017; Anim et al., 2018).

Model *Problem Posing* berorientasi *STEM* sangat sesuai dengan karakteristik mahasiswa yang sudah terbiasa belajar secara mandiri dan sudah familiar dengan penggunaan komputer. Ditambah lagi dengan kondisi pembelajaran selama Covid 19 yang mengharuskan dilakukan secara daring. Bahkan beberapa mahasiswa juga ada yang sudah terbiasa menggunakan beberapa aplikasi komputer seperti Geogebra serta mengenal unsur *STEM* dalam pembelajaran ketika di Sekolah Menengah Atas.

1.2.Landasan Filosofi

Model pembelajaran *Problem Posing* beorientasi *STEM* atau model *SPACE* dikembangkan berdasarkan atas beberapa landasan yaitu landasan filosofis, landasan yuridis, landasan teoritis dan landasan empiris. Sesuai dengan filsafat yang mendasari setiap pembelajaran bahwa pengetahuan terbentuk karena adanya peran pembelajar (guru atau dosen) dan keaktifan pebelajar (mahasiswa). Oleh karena itu proses pembelajaran harus dirancang dan dikelola sedemikian rupa sehingga mampu mendorong siswa mengorganisasi cara belajarnya, sehingga diperlukan teori-teori yang menjadi pondasi pembentukan model pembelajaran. Ada beberapa teori belajar yang menjadi landasan dalam pembentukan model diantaranya; teori belajar Kognitivisme, teori Konstruktivisme, teori Pragmatisme, teori Instruksional dan teori sistim informasi.

Teori belajar kognitif merupakan teori belajar yang lebih mementingkan proses daripada hasil belajar itu sendiri. Belajar tidak hanya melibatkan hubungan antara stimulus dan respons. Namun lebih dari itu, belajar melibatkan proses berpikir yang sangat kompleks. Schunk (2012) menyatakan proses kognitif merupakan proses di mana individu mengaktifkan dan mempertahankan perilaku, kognisi, dan afeksi yang secara sistematis berorientasi pada pencapaian tujuan dan hal ini merupakan bagian dari kemandirian belajar.

Teori kognitif ini digunakan sebagai landasan dalam pembentukan model *SPACE* karena dapat membangun aspek kognisi mahasiswa sebagai makhluk individu dan sosial. Hal ini sesuai dengan pendapat Piaget yang lebih menekankan pada perkembangan kognitif mahasiswa sebagai manusia individu yang mandiri, sementara Vygotsky mementingkan perkembangan kognitif mahasiswa sebagai makhluk sosial yang merupakan bagian integral dari masyarakat.

Selanjutnya teori belajar konstruktivisme yang melibatkan partisipasi dosen bersama mahasiswa dalam membentuk pengetahuan, membuat makna, mencari kejelasan, bersikap kritis, dan mengadakan justifikasi. Menurut prinsip konstruktivisme, seorang pembelajar berperan sebagai mediator dan fasilitator yang membantu agar proses belajar mahasiswa berjalan dengan baik. Teori inilah yang mendukung pembentukan model *SPACE* dengan berbantuan komputer sehingga akan memberikan makna setiap konsep abstrak didalam Kalkulus. Dick Carey, dkk (2015) menyatakan bahwa tugas seorang guru atau dosen adalah menciptakan lingkungan belajar, yang sering diistilahkan sebagai "*scenario of problems*", yang mencerminkan adanya pengalaman-pengalaman belajar yang bersifat otentik atau nyata dan dapat diaplikasikan dalam sebuah situasi pembelajaran. Senada dengan itu Uba Umbara (2017) menyatakan bahwa guru tidak lagi menduduki tempat

sebagai pemberi ilmu dan sebagai satu-satunya sumber belajar, namun guru lebih diposisikan sebagai fasilitator yang memfasilitasi siswa untuk dapat belajar dan mengkonstruksi pengetahuannya sendiri.

Teori Konstruktivisme ini memiliki andil yang besar dalam pembentukan model *SPACE* karena manusia secara aktif membangun pengetahuan baru saat berinteraksi dengan lingkungannya. Apapun yang seseorang lakukan baik membaca, melihat, mendengar, merasakan, menyentuh atau mempraktekan selalu dihubungkan dengan pengetahuan yang telah didapatkan sebelumnya (*prior knowledge*). Pengetahuan ini dapat diperkuat bila seseorang dapat menggunakannya dengan sukses dalam lingkungan yang lebih luas. Khususnya dalam model ini melibatkan simulasi *Phat* dan program *Geogebra* untuk membantu menemukan konsep dalam Kalkulus.

Landasan filosofi berikutnya adalah teori Pragmatisme pendidikan yang dipelopori oleh filsuf Amerika John Dewey. Teori ini didasarkan pada perubahan, proses, relatifitas, dan rekonstruksi pengalaman. Pragmatisme pendidikan Dewey dipengaruhi oleh teori evolusi Charles Darwin bahwa semua makhluk hidup baik secara biologis maupun sosiologis memiliki naluri untuk bertahan hidup dan untuk berkembang. Dalam proses kehidupan, organisme manusia mengalami situasi-situasi yang problematik sebagai ancaman bagi

kelanjutan eksistensinya. Manusia yang sukses dalam hal ini adalah yang mampu memecahkan masalah-masalah itu dan menambahkan rincian-rincian dari proses-proses pemecahan masalah yang berbeda-beda kedalam gudang pengalaman-pengalamannya untuk digunakan menghadapi masalah-masalah yang mungkin saja mirip di masa akan datang.

Pragmatisme menafsirkan pengetahuan sebagai proses di mana realitas terus berubah. Belajar terjadi saat orang tersebut terlibat dalam pemecahan masalah, yang dapat dialihkan ke berbagai variasi dari subjek dan situasi (Ornstein & Hunkins, 2018). Hal ini yang melandasi teori ini dalam rekonstruksi model *SPACE* karena mahasiswa belajar lebih banyak dan lebih cepat ketika dosen mendorong rasa keingintahuan alaminya. Untuk dapat bertahan dalam proses pembelajaran dan karir kedepan maka mahasiswa harus dilatih memiliki kemampuan memecahkan masalah-masalah dengan baik dan kemandirian belajar yang tinggi, sesuai dengan Pendidikan abad 21 yang mengharuskan mahasiswa memiliki kemampuan untuk dapat memecahkan berbagai permasalahan yang dihadapi dalam kehidupannya.

Teori belajar Instruksional menjadi dasar pembentukan model ini karena sesuai dengan perkembangan teknologi yang begitu pesat dalam pembelajaran yang menggunakan berbagai multi media, aplikasi online yang berbasis komputer, sehingga menghasilkan bentuk-bentuk

baru pembelajaran. Hal ini berakibat terhadap terfasilitasinya dan meningkatnya kemandirian belajar bila dibandingkan dengan bentuk pembelajaran tradisional. Banyak kasus pembelajaran daring pebelajar dapat mengambil materi dan konten yang mereka sukai, kapan pun dan di mana pun mereka mau dengan cepat. Dengan instruksi-instruksi dalam pembelajaran, kemampuan untuk belajar mandiri menjadi lebih penting bagi mereka untuk mencapai tujuan pembelajaran dan mencapai hasil pembelajaran yang diinginkan. Hal ini sesuai dengan pendapat (Reigeluth et al, 2017) menyatakan bahwa metode pembelajaran yang dapat membangkitkan kemandirian belajar harus selalu memenuhi kriteria-kriteria:

- a. Memberikan sebanyak mungkin kendali kepada pebelajar atas apa yang harus dipelajari, bagaimana mempelajarinya, kapan dan di mana mempelajarinya lebih efektif.
- b. Mendorong setiap pebelajar untuk lebih mengembangkan kemandirian belajarnya.
- c. Mendorong pebelajar untuk kemandirian belajar satu sama lain
- d. Memperlakukan setiap pebelajar dengan rasa hormat dan penuh perhatian.
- e. Menghormati perbedaan individu, memanfaatkan kekuatan individu, dan membantu individu yang lemah.

Lebih lanjut disebutkan bahwa Instruksi-instruksi yang diberikan dalam pembelajaran dapat membangun kemandirian belajar mahasiswa jika menggunakan proses simulasi masalah atau tugas yang diberikan lebih berorientasi pemecahan masalah di mana pebelajar memainkan peran sentral dan aktif dalam pembelajaran. Dosen harus menyediakan cukup waktu dan bimbingan dalam setiap proses pembelajaran dan dosen harus memberikan kesempatan kepada pebelajar untuk mempraktikkan keterampilan dan pengetahuan dengan memberi umpan balik. Hal inilah yang melandasi penggunaan teori ini dalam merekonstruksi model *SPACE*.

Teori terakhir yang melandasi model *SPACE* adalah Teorinsistim Informasi. Suatu sistem adalah suatu jaringan kerja dan prosedur-prosedur yang saling berhubungan, berkumpul bersama-sama untuk melakukan suatu kegiatan atau usaha untuk menyelesaikan suatu sasaran tertentu (Jogiyanto, 2001). Menurut (Joyce, dkk, 2015), informasi-informasi ini dikumpulkan dan diolah sehingga membentuk konsep-konsep. Hal ini termasuk dalam model pembelajaran induktif yang memiliki 4 (empat) tahapan, yaitu 1) mengidentifikasi dan menghitung data relevan dengan topik atau masalah, 2) mengelompokkan objek-objek ini menjadi kategori-kategori yang anggotanya memiliki sifat umum, 3) menafsirkan data dan mengembangkan label untuk kategori-

kategori tadi sehingga data tersebut dapat dimanipulasi secara simbolis, dan 4) mengubah kategori-kategori menjadi keterampilan atau hipotesis-hipotesis.

Berdasarkan definisi-definisi yang dijabarkan oleh para ahli di atas, maka dapat disimpulkan bahwa pembelajaran induksi merupakan pembelajaran yang menggunakan sekumpulan komponen informasi yang saling terkait yang berfungsi mengumpulkan, mengolah, menyimpan, dan menyediakan output untuk mencapai tujuan tertentu dalam pembelajaran. Hal ini menjadi landasan model *SPACE* karena dalam setiap langkah pembelajaran selalu diajak mahasiswa berpikir induktif untuk menemukan konsep-konsep.

1.3.Landasan Yuridis

Sistem Pendidikan Nasional diatur dalam Undang-undang No. 20 tahun 2003, tentang fungsi dan tujuan pendidikan nasional. Pendidikan nasional berfungsi mengembangkan kemampuan dan membentuk watak serta peradaban bangsa yang bermartabat dalam rangka mencerdaskan kehidupan bangsa. Sementara pendidikan nasional bertujuan untuk berkembangnya potensi peserta didik agar menjadi manusia yang beriman dan bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, berakhlak mulia, sehat, berilmu, cakap, kreatif, mandiri, dan menjadi warga negara yang demokratis serta bertanggung jawab. Dalam Undang-Undang Dasar 1945 Amandemen ke IV Pasal 31, dinyatakan bahwa:

Setiap warga negara berhak mendapat pendidikan; Setiap warga negara wajib mengikuti pendidikan dasar dan pemerintah wajib membiayainya; Pemerintah mengusahakan dan menyelenggarakan satu sistem pendidikan nasional, yang meningkatkan keimanan dan ketakwaan serta akhlak mulia dalam rangka mencerdaskan kehidupan bangsa yang diatur dengan undang-undang.

Selanjutnya Permenristek Dikti nomor 3 tahun 2020 tentang SNPT pasal 11 ayat 4,6 dan 10 menyatakan bahwa karakteristik pembelajaran bersifat interaktif, integrative yaitu untuk memenuhi capaian pembelajaran lulusan secara keseluruhan dalam satu kesatuan program melalui pendekatan antardisiplin dan multidisiplin, bersifat kontekstual, yaitu capaian pembelajaran lulusan diraih melalui proses pembelajaran yang disesuaikan dengan tuntutan kemampuan menyelesaikan masalah dalam ranah keahliannya serta pembelajaran berpusat pada mahasiswa yang berarti bahwa capaian pembelajaran lulusan diraih melalui proses pembelajaran yang mengutamakan pengembangan kreativitas, kapasitas, kepribadian, dan kebutuhan mahasiswa, serta mengembangkan kemandirian dalam mencari dan menemukan pengetahuan.

1.4.Landasan Teoritis

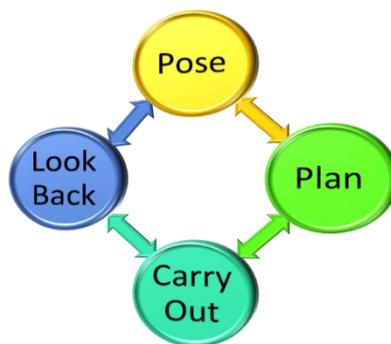
Teori-teori utama yang melandasi pengembangan model pembelajaran problem posing berorientasi *STEM* di

antaranya model pembelajaran *problem posing*, Pendekatan *STEM*, Kemandirian Belajar (*Self Regulated Learning*), dan kemampuan pemecahan masalah (*problem solving skill*).

1.4.1. Model Problem Posing

Problem posing terdiri dari dua kata yaitu "*problem*" yang artinya masalah dan "*posing*" berasal dari kata "*pose*" artinya mengajukan atau membentuk. Model pembelajaran *Problem posing* dapat diartikan sebagai proses pembentukan soal atau merumuskan soal atau menyusun soal yang berorientasi tugas atau proyek. Terdapat beberapa pengertian model problem posing diantaranya; Model pembelajaran *problem posing* mempunyai arti yaitu *Mathematical Problem Posing* (MPP), yaitu merupakan proses merumuskan dan mengekspresikan masalah dalam domain matematika (Cai dan Hwang, 2019). *Problem posing* merupakan pembelajaran dimana siswa diminta untuk mengajukan masalah (soal) berdasarkan situasi tertentu. Sedangkan menurut Silver dalam Kılıç (2017) mengklasifikasikan situasi *problem posing* berdasarkan apakah mereka terjadi sebelum, selama (sedang), atau setelah pemecahan masalah yang terdiri atas tiga kategori, yaitu adalah (1) Presolusi, di mana seseorang menghasilkan masalah asli dari situasi stimulus yang disajikan; (2) Dalam solusi, di mana seseorang merumuskan kembali masalah saat sedang diselesaikan; dan (3) post solusi, di mana seseorang memodifikasi tujuan atau kondisi dari

masalah yang sudah dipecahkan untuk menghasilkan masalah baru. Menurut Leung, (2013) pengajuan masalah dipandang terkait dengan pemecahan masalah (*Problem Solving*). Ada empat tahapan dalam pemecahan masalah (Polya, 1945) seperti yang ditunjukkan oleh gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Langkah Problem Solving

Keempat fase tersebut adalah; memahami masalah, menyusun rencana, melaksanakan rencana, dan melihat ke belakang. Aspek-aspek ini dapat dilihat pada Gambar 1, dengan panah searah jarum jam mewakili kasus paling sederhana. Namun, *problem solving* (pemecahan masalah) berarti lebih dari sekadar prosedur langsung melewati empat fase ini. Hal yang umum terjadi adalah proses bolak-balik pada setiap peralihan ke fase yang berbeda yang menandakan evaluasi seseorang tentang apa yang dia lakukan dalam setiap fase ini. Ketika sebuah langkah tidak berhasil, si pemecah masalah (*solver*) akan mundur, terlihat oleh tanda panah yang

berlawanan dengan arah jarum jam. Jika seseorang memecahkan masalahnya sendiri, daripada masalah yang telah diberikan, fase memahami awal dianggap fase Pose. Selanjutnya, *problem posing* dapat terjadi di banyak titik, sebelum atau setelah penyelesaian. Keputusan dan tindakan untuk *posing* dan *solving* terdapat keterkaitan antara satu dengan lainnya.

Beberapa hasil riset tidak ditemukan langkah-langkah yang terstruktur untuk melaksanakan pembelajaran *problem posing* dari awal hingga akhir, asalkan terdapat langkah *Posing* dalam pembelajaran. Namun peneliti dapat mengelompoknya atas 4 (empat) bagian pokok yang terdapat dalam pembelajaran *problem posing* menurut beberapa pendapat ahli, yaitu; 1. *Stimulation*, 2. *Posing*, 3. *Exploring* dan 4. *Sharing*. diantara beberapa langkah pembelajaran *problem posing* yang telah dikembangkan oleh para ahli terlihat pada tabel 1.

Tabel 1. Sintaks Model Problem Posing Menurut Ahli

Peneliti	Sintaks
Lowrie (1999) dalam Leung (2013)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mendorong siswa untuk mengajukan masalah bagi teman-teman yang berada di dekat mereka sehingga mereka menjadi lebih kompeten dalam menghasilkan masalah. 2. Memastikan bahwa siswa bekerja secara kooperatif dalam menyelesaikan masalah sehingga pembuat masalah mendapatkan umpan balik tentang kesesuaian masalah yang telah mereka rancang; 3. Meminta individu untuk menunjukkan jenis pemahaman dan strategi yang perlu digunakan oleh pemecah masalah untuk menyelesaikan masalah

	<p>dengan sukses sebelum teman lainnya menghasilkan solusi.</p> <ol style="list-style-type: none"> 4. Mendorong tim penyelesaian masalah berdiskusi satu sama lain, sehingga mereka menemukan masalah menjadi lebih sulit, membingungkan, atau menantang 5. Memberikan kesempatan bagi siswa yang kurang mampu untuk bekerja sama dengan teman lainnya agar setiap individu terlibat dalam matematika pada tingkat yang lebih tinggi daripada yang biasa mereka lakukan sebelumnya. 6. Menantang siswa untuk melampaui masalah tradisional dengan merancang masalah yang terbuka dan terkait dengan pengalaman kehidupan nyata. 7. Mendorong siswa untuk menggunakan teknologi (kalkulator, CD, komputer) dalam mengembangkan keterampilan berpikir matematis mereka, sehingga mereka dapat menggunakan teknologi ini untuk menghasilkan situasi matematika baru.
Thobroni, M., & Mustofa (2012)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Guru menjelaskan materi pelajaran kepada siswa menggunakan alat peraga untuk memfasilitasi siswa dalam mengajukan pertanyaan, 2. Siswa diminta untuk mengajukan pertanyaan secara berkelompok, 3. Siswa saling menukarkan soal yang telah diajukan, 4. Kemudian menjawab soal-soal tersebut dengan berkelompok.
Cai & Hwang (2019)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Guru sendiri mengajukan masalah matematika berdasarkan situasi tertentu atau ekspresi atau diagram matematika (stimulation) 2. Guru memprediksi jenis masalah yang dapat diajukan siswa berdasarkan situasi tertentu atau ekspresi atau diagram matematika. (posing dan exploring) 3. Guru merancang tugas pengajuan masalah matematika untuk siswa sebagai <i>Problem Pose</i>. (exploring)

Selanjutnya Suarsana dkk (2019) sudah melaksanakan Pembelajaran *Problem Posing* melalui online dengan langkah-langkah:

1. Guru memperkenalkan materi baru
2. Guru memberikan informasi untuk merumuskan solusi pasca masalah yang diajukan.
3. Pengelompokan siswa atas 4-5 orang.
4. Melakukan undian untuk yang mengajukan pertanyaan atau masalah
5. Memformulasi masalah; siswa secara kelompok memecahkan masalah dalam lembar kerja(*worksheet*) untuk menemukan konsep materi, memahami contoh masalah yang diberikan dalam lembar kerja untuk merumuskan satu atau dua masalah pasca solusi sesuai dengan undian dan kemudian menyelesaikannya.
6. Pengalihan Masalah(*Swicthing*); siswa mengalihkan masalah yang mereka rumuskan dengan kelompok-kelompok lain kemudian menyelesaikannya.
7. Kelompok terpilih mempresentasikan masalah mereka sendiri dan menunjukkan kelebihanannya dari kelompok lain
8. Guru mengupload tugas individu di LMS Edmodo; siswa merumuskan solusi dari Pengajuan masalah dengan memilih salah satu cara yang ada dan kemudian mengumpulkannya di Edmodo.
9. Guru memberikan umpan balik segera setelah siswa mengumpulkan tugas, maka siswa memperbaikinya dan mengumpulkan revisi. Selain itu, siswa dapat membahas

tugas atau materi pada Edmodo di luar jam belajar kapanpun dan dimanapun.

Karena model ini menggunakan bantuan Geogebra , maka langkah yang lebih tepat seperti yang dikemukakan oleh Lowrie dikombinasikan dengan sistim *online* yang dikembangkan oleh Suarsana. Namun peneliti menambahkan pendekatan *STEM* pada langkah pembelajaran.

1.4.2. Pendekatan STEM

STEM diluncurkan oleh *National Science Foundation AS* pada tahun 1990-an sebagai tema gerakan reformasi pendidikan dalam keempat bidang disiplin (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*) untuk menumbuhkan angkatan kerja bidang-bidang *STEM*, mengembangkan warga negara yang melek *STEM*, serta meningkatkan daya saing global AS dalam inovasi iptek (Hanover Research, 2011).

Wu dan Anderson (2015) serta Nessa, dkk.(2017) berpendapat *Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM)* adalah suatu pendekatan yang dibentuk berdasarkan perpaduan beberapa disiplin ilmu yaitu Sains, Teknologi, Teknik, dan Matematika. Sementara Sari dkk.(2017) menyatakan pembelajaran *STEM* didefinisikan sebagai sistem pendidikan yang menciptakan koneksi disiplin ilmu diantaranya sains, teknologi, teknik(*engineering*) dan matematika. Kolaborasi dalam proses pembelajaran *STEM* akan membantu mahasiswa untuk mengumpulkan dan

menganalisis serta memecahkan permasalahan yang terjadi serta mampu untuk memahami hubungan antara suatu permasalahan dan masalah lainnya.

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) online terdapat makna yang berbeda diantara keempat domain tersebut;

- a. Sains ; adalah 1) ilmu pengetahuan pada umumnya , 2) pengetahuan sistematis tentang alam dan dunia fisik, termasuk di dalamnya, botani, fisika, kimia, geologi, zoologi, dan sebagainya serta ilmu pengetahuan alam. 3) pengetahuan sistematis yang diperoleh dari sesuatu observasi, penelitian, dan uji coba yang mengarah pada penentuan sifat dasar atau prinsip sesuatu yang sedang diselidiki, dipelajari, dan sebagainya. Sementara menurut Pauline Ladiges dan Oliver Mayo (2017) “ *Science can be thought of as both a body of knowledge (the things we have already discovered), and the process of acquiring new knowledge (through observation and experimentation— testing and hypothesising). Both knowledge and process are interdependent, since the knowledge acquired depends on the questions asked and the methods used to find the answers*” yang artinya Sains dapat dianggap sebagai tubuh pengetahuan (hal-hal yang telah kita temukan), dan proses memperoleh pengetahuan baru (melalui observasi dan eksperimen — pengujian dan hipotesis). Baik

pengetahuan dan proses saling tergantung satu sama lain, karena pengetahuan yang diperoleh tergantung pada pertanyaan yang diajukan dan metode yang digunakan untuk menemukan jawabannya

- b. Teknologi ;1) metode ilmiah untuk mencapai tujuan praktis, 2) ilmu pengetahuan terapan, 3). keseluruhan sarana untuk menyediakan barang-barang yang diperlukan bagi kelangsungan dan kenyamanan hidup manusia. Menurut Ramey (2013) Teknologi adalah sekumpulan pengetahuan yang ditujukan untuk menciptakan alat, memproses aksi/tindakan, dan mengambil bahan, lebih lanjut dinyatakan teknologi adalah penerapan dari sains untuk memecahkan masalah, tujuan praktis atau aplikasi.
- c. Enjiniring (Teknik); 1). pengetahuan dan kepandaian membuat sesuatu yang berkenaan dengan hasil industri (bangunan, mesin), 2).Cara (kepandaian dan sebagainya) membuat atau melakukan sesuatu yang berhubungan dengan seni. 3). metode atau sistem mengerjakan sesuatu. Sementara menurut Lucas (2014) mengatakan “ *Engineering is the application of science and math to solve problems. Engineers figure out how things work and find practical uses for scientific discoveries. Scientists and inventors often get the credit for innovations that advance the human condition, but it is engineers who*

are instrumental in making those innovations available to the world, yang artinya Enjiniring/teknik adalah aplikasi sains dan matematika untuk memecahkan masalah. Para insinyur memikirkan bagaimana bekerja dan menemukan kegunaan praktis untuk penemuan ilmiah. Para ilmuwan dan penemu sering mendapatkan pujian atas inovasi yang memajukan keadaan manusia, tetapi para insinyurlah yang membuat inovasi yang tersedia di dunia.

- d. Matematika; Ilmu tentang bilangan, hubungan antara bilangan, dan prosedur operasional yang digunakan dalam penyelesaian masalah mengenai bilangan. Lewis (2011) mengatakan “ *Learning to think in mathematical terms is an essential part of becoming a liberally educated person* “, Belajar berpikir dalam matematika adalah bagian penting untuk menjadi orang yang berpendidikan bebas. Sementara Knorr et al.(2019) mengatakan “*Mathematics, the science of structure, order, and relation that has evolved from elemental practices of counting, measuring, and describing the shapes of objects*”, yang berarti Matematika, ilmu struktur, keteraturan, dan hubungan yang telah berevolusi dari praktik unsur penghitungan, pengukuran, dan menggambarkan bentuk objek.

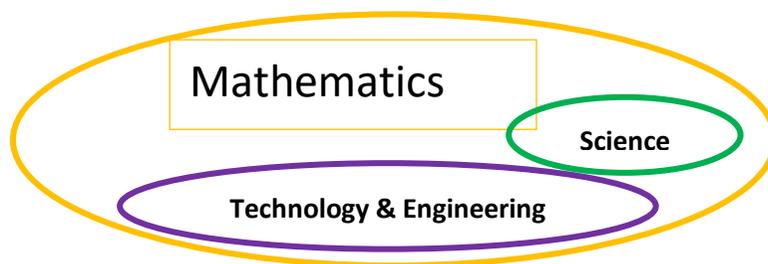
Pembelajaran berbasis *STEM* membentuk sumber daya manusia (SDM) yang mampu bernalar dan berpikir kritis, logis, dan sistematis, sehingga peserta didik nantinya mampu

menghadapi tantangan global serta mampu meningkatkan perekonomian negara. *STEM* mengacu pada kemampuan individu untuk menerapkan pemahaman tentang bagaimana ketatnya persaingan bekerja di dunia real yang membutuhkan empat domain yang saling terkait. Pada domain mathematics, dampak pada pembelajaran dengan bantuan jenis tertanam (*embedded*) menjanjikan mendapatkan pengetahuan di bidang *technology* dan *engineering*. Literasi sains seseorang sangat terkait dengan literasi teknologi dan matematika. Literasi sains dapat pula didefinisikan sebagai kemampuan membaca dan menulis tentang sains dan teknologi.

Lebih lanjut, kemampuan seseorang dalam sains sangat dipengaruhi oleh cara berpikir sistematis, logis dan rasional, yang sangat potensial dilatihkan dalam matematik. Kedua kemampuan ini akan digunakan untuk melakukan analisis kritis terhadap suatu fenomena dalam sains, menggunakannya pula pada saat seseorang melakukan pemecahan masalah terkait konteks sains. Kemampuan berpikir logis dan rasional merupakan salah satu aspek literasi matematik. Seorang yang literat terhadap matematika, biasanya akan memiliki kemampuan untuk memikirkan fenomena yang ditemukan dengan logis, sistematis, dan dilandasi dengan pemikiran-pemikiran kritis. Menurut Kelley & Knowles (2016) menyatakan bahwa pendidikan *STEM* yang berkualitas tinggi harus mencakup (a) integrasi teknologi dan teknik menjadi

ilmu pengetahuan dan matematika; (b) mengedepankan penyelidikan ilmiah dan desain teknik, termasuk matematika dan instruksi sains; (c) pendekatan kolaboratif terhadap belajar, menghubungkan siswa dan pendidik dengan *STEM*; (d) Menyediakan sudut pandang global dan multi perspektif; (e) Menggabungkan strategi seperti pembelajaran berbasis proyek, menyediakan pengalaman belajar formal dan informal; dan (f) Memasukkan Teknologi yang sesuai untuk meningkatkan pembelajaran.

Terdapat 3 (tiga) pendekatan *STEM* menurut Roberts dan Cantu (2012), yaitu pendekatan; 1. Pendekatan *SILO* (*SILO Approach*), 2. Pendekatan Terpadu (*Intregated Approach*) dan 3. Pendekatan Tertanam (*Embedded Approach*). Dalam model ini menggunakan pendekatan tertanam karena lebih fokus terhadap pemahaman materi Matematika atau Kalkulus Diferensial seperti terlihat pada gambar 2.



Gambar 2. Pendekatan *Embedded*

1.4.3. Kemandirian Belajar (*Self Regulated Learning*)

Pengertian Kemandirian Belajar dalam kamus besar Bahasa Indonesia yaitu, berasal dari kata mandiri, adalah keadaan yang dapat berdiri sendiri, tidak tergantung pada orang lain. Kemandirian adalah hal atau keadaan dapat berdiri sendiri tanpa bergantung pada orang lain. Pengertian mandiri diartikan sebagai sikap untuk tidak menggantungkan keputusan kepada orang lain. Pengertian lainnya Kemandirian dapat diartikan sebagai sikap (perilaku) dan mental yang memungkinkan seseorang untuk bertindak bebas, benar, dan bermanfaat; berusaha melakukan segala sesuatu dengan jujur dan benar atas dorongan dirinya sendiri dan kemampuan mengatur diri sendiri, sesuai dengan hak dan kewajibannya, sehingga dapat menyelesaikan masalah-masalah yang dihadapinya; serta bertanggung jawab terhadap segala keputusan yang telah diambilnya melalui berbagai pertimbangan sebelumnya. Pengertian mandiri berarti mampu bertindak sesuai keadaan tanpa meminta atau tergantung pada orang lain. Mandiri adalah seseorang mau dan mampu mewujudkan kehendak/keinginan dirinya yang terlihat dalam tindakan/perbuatan nyata guna menghasilkan sesuatu (barang/jasa) demi pemenuhan kebutuhan hidupnya dan sesamanya.

Menurut Bandura (1986) dalam Dibenedetto (2018), Kemandirian melibatkan tiga proses: pengamatan diri, penilaian diri, dan reaksi diri. Pengamatan diri melibatkan perhatian pada aspek tertentu dari perilaku seseorang seperti kemajuan pemantauan diri menuju pencapaian tujuan; misalnya, melacak jumlah masalah matematika yang diselesaikan dengan benar atau strategi yang digunakan untuk membantu dalam pemahaman bacaan. Penilaian diri melibatkan membandingkan kinerja seseorang dengan standar seperti apakah saya telah berlari sesuai tujuan saya tiga mil sehari. Reaksi diri, seperti keyakinan *self-efficacy* tentang kemampuan seseorang untuk berhasil melakukan tugas, hasil dari kesimpulan yang dibuat dari kemajuan yang dirasakan menuju pencapaian tujuan atau hasil kinerja. Ketiga proses ini bersifat siklus dan mempengaruhi kinerja di masa depan.

Sementara menurut Torrano (2016) menyampaikan karakteristik yang membedakan siswa yang mengatur pembelajaran dengan *SRL* dengan yang tidak adalah; a) Mereka tahu bagaimana menggunakan berbagai strategi kognitif (latihan, elaborasi dan organisasi) yang membantu mereka untuk memproses, mengelaborasi, dan menyimpan informasi. b) Mereka tahu bagaimana merencanakan, mengendalikan, dan mengarahkan proses mental mereka untuk mencapai tujuan pribadi mereka (metakognisi). c)

Mereka menghadirkan keyakinan dan emosi motivasi adaptif seperti: rasa kemampuan akademik yang tinggi, adopsi tujuan pembelajaran, pengembangan emosi positif untuk tugas-tugas (kesenangan, kepuasan, antusiasme, dll.) serta kapasitas untuk mengendalikan dan memodifikasinya. d) Mereka merencanakan dan mengendalikan waktu dan upaya untuk digunakan dalam tugas. Mereka tahu bagaimana menciptakan dan menyusun lingkungan belajar yang menyenangkan (tempat yang tepat untuk belajar dan mencari guru dan kolega ketika mereka mengalami kesulitan). e) Jika konteksnya memungkinkan, mereka berpartisipasi dalam pemilihan, kontrol, dan pengaturan aspek-aspek yang berkaitan dengan tugas akademik, iklim, dan struktur kelas. f) Mereka membuat strategi kehendak yang berbeda, yang bertujuan menghindari gangguan eksternal dan internal untuk mempertahankan konsentrasi, upaya, dan motivasi mereka selama pelaksanaan tugas akademik.

Beberapa penelitian tentang *SRL* akhir-akhir ini seperti Gafoor dan Kurukkan (2016) Menganalisis tentang *SRL* yang fokus pada faktor-faktor yang memengaruhi *SRL* dan hasil belajar siswa dengan menerapkan strategi *SRL*. Faktor-faktor seperti penggunaan strategi kognitif, meta-kognisi, self-efficacy dan keyakinan motivasi lainnya dan beberapa perbedaan individu dipertimbangkan, dan mereka memperoleh hubungan antara self-efficacy dan self-

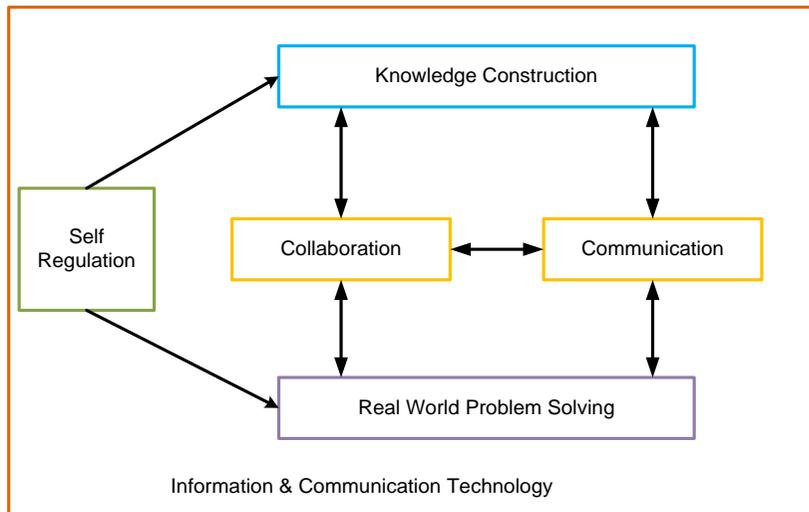
regulated learning adalah nyata. Selanjutnya Cerezo et al., (2019), menganalisis bagaimana pelatihan strategi SRL terkait dengan peningkatan pengetahuan, self-efficacy, Pemanfaatan yang dirasakan(*perceived usefulness*), dan efektivitas penggunaannya dalam tugas-tugas pembelajaran akademik. Fahrudina dkk.(2014) menyatakan bahwa adanya peningkatan kemampuan komunikasi matematis dan kemandirian belajar siswa dengan menggunakan model pembelajaran investigasi kelompok yang lebih baik dibandingkan dengan pembelajaran konvensional baik secara keseluruhan maupun berdasarkan level siswa. Dan tidak terdapat interaksi antara pembelajaran dengan level siswa (tinggi, sedang, rendah) terhadap peningkatan kemampuan komunikasi matematis dan kemandirian belajar siswa. Namun terdapat hubungan/korelasi yang positif antara kemampuan komunikasi matematis siswa dan kemandirian belajar siswa. Isnaeni dkk.(2018) menganalisis kemampuan penalaran dan kemandirian belajar pada materi persamaan garis lurus siswa SMP. Metode penelitian ini menggunakan metode deskriptif kualitatif. Masih banyak riset tentang SRL diantaranya (Yasmin,et.al, 2019;Jayawardena et al, 2018; Heirweg,et.al 2019;Van Laer dan Elen, 2019;Yang, et al., 2018;Garcia,et.al., 2018).

Para ahli yang telah melakukan pengukuran terhadap *SRL* pertama kali adalah Zimmerman (2008) mengukur *SRL*

melalui kuis online, yaitu dengan melalui 3 tahap siklik; tahap Kinerja (performance), tahap pemikiran dan tahap refleksi diri. Selanjutnya Barnard,dkk,(2009) mengukur self-regulation dengan kuis online dalam lingkungan pembelajaran Blended learning, dan Leeuwen dkk (2017) memvalidasi kuis online dengan menggunakan analisis faktor. Chumbley dkk (2018) mengukur *SRL* melalui online, Torrano, (2008) juga memformulasi metoda dan cara mengukur *SRL*, (Oz & dan Sen, 2018; Schunk dan Ertmer, 1999; dan Yangyu Xiao, 2019). Dalam semua instrument *SRL*, terlihat beberapa pokok indikator, yaitu (1) Ketidaktergantungan terhadap orang lain, (2) Memiliki kepercayaan diri, (3) Berperilaku disiplin, (4) Memiliki rasa tanggung jawab, (5) Berperilaku berdasarkan inisiatif sendiri, dan (6) Melakukan kontrol diri. Dalam Penelitian ini akan menggunakan indikator-indikator tersebut untuk mengukur tingkat Kemandirian belajar mahasiswa.

Kemandirian merupakan keterampilan yang dibutuhkan pada abad 21 ini. Khususnya dalam pembelajaran berorientasi *STEM*. Hal ini dikemukakan oleh Stehle et.al(2019) bahwa terdapat enam keterampilan abad ke 21 pada pendidikan *STEM*, yaitu; (a) konstruksi pengetahuan, (b)pemecahan masalah dunia nyata, (c) komunikasi terampil, (d) kolaborasi, (e) penggunaan TIK dalam pembelajaran, dan (f) Kemandirian. Keenam keterampilan ini bersama-sama

untuk membangun generasi abad 21 seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 3.



Gambar 3. Enam Keterampilan untuk membentuk siswa di abad 21

1.4.4. Kemampuan Pemecahan Masalah (*Problems Solving Skill*)

Sebuah masalah tidak lepas dari Matematika, karena dikaitkan pengertian masalah dengan soal atau tugas, padahal pengertian soal juga berbeda antara soal rutin dan nonrutin. Suatu masalah terkadang tidak menjadi masalah bagi yang lain. Hal ini sependapat dengan (Widjajanti, 2009) menyatakan bahwa jika suatu masalah diberikan kepada seorang anak dan anak tersebut langsung mengetahui cara menyelesaikannya dengan benar, maka soal tersebut tidak dapat dikatakan sebagai masalah bagi anak tersebut.

Sedangkan pemecahan masalah adalah upaya atau proses untuk dapat menyelesaikan masalah dalam berbagai situasi. Hal ini senada dengan (Kirkley, 2003) yang menyatakan proses banyak langkah bagi si pemecah masalah harus menemukan hubungan antara pengalaman (skema) masa lalunya dengan masalah yang dihadapinya sekarang dan kemudian bertindak untuk menyelesaikannya.

NCTM (2000) menyatakan bahwa memecahkan masalah bukan saja merupakan suatu sasaran belajar matematika, tetapi sekaligus merupakan sarana atau alat utama untuk belajar. Meskipun pemecahan masalah merupakan tujuan utama dalam pembelajaran matematika, namun tujuan tersebut tetap salah satunya adalah kemampuan kognitif yang paling sulit dipahami oleh siswa (Tambychik & Meerah, 2010 ; Căprioară, 2015). Jadi pemecahan masalah adalah suatu proses yang memiliki banyak langkah yang dialami oleh seseorang dengan menggunakan pola berpikir, mengorganisasikannya dan melaksanakan pembuktian logis untuk mengatasi masalah.

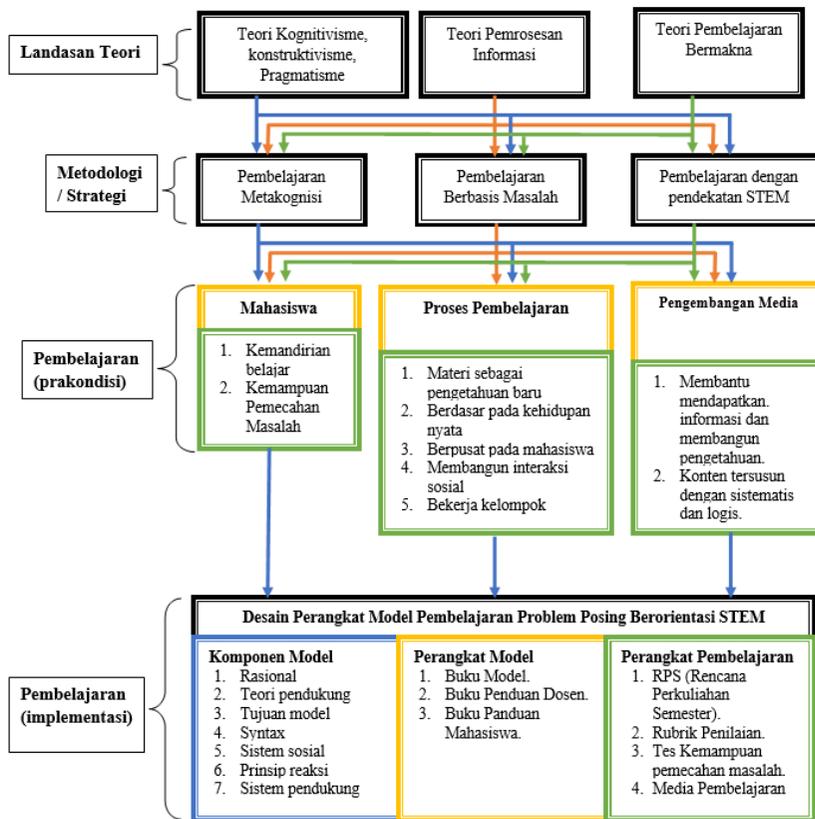
Terkait dengan pengertian masalah maka pentingnya siswa belajar pemecahan masalah, langkah-langkah dan strategi pemecahan masalah, seperti telah dikemukakan sebelumnya menurut 4 (empat) langkah Polya, yaitu; *pose*, *plan*, *carry out* dan *look back*, maka memiliki kemampuan pemecahan masalah sangat penting untuk mahasiswa.

Demikian juga pentingnya kemampuan pemecahan masalah (*problem solving ability/skills*) bagi seorang mahasiswa matematika, disamping kemampuan yang lainnya, yaitu penalaran dan pembuktian, komunikasi, koneksi, serta representasi matematik, terbukti dari ditentukannya standar untuk kemampuan-kemampuan tersebut (NCTM, 2000).

Beberapa studi terdahulu telah menyebutkan bahwa terdapat hubungan antara model problem posing terhadap peningkatan kemampuan problem solving diantaranya (Afriansyah, 2016; Yuntawati, 2017; Suratno et al, 2020).

1.5. Kerangka Awal Pembelajaran Problem Posing Berorientasi STEM (SPACE)

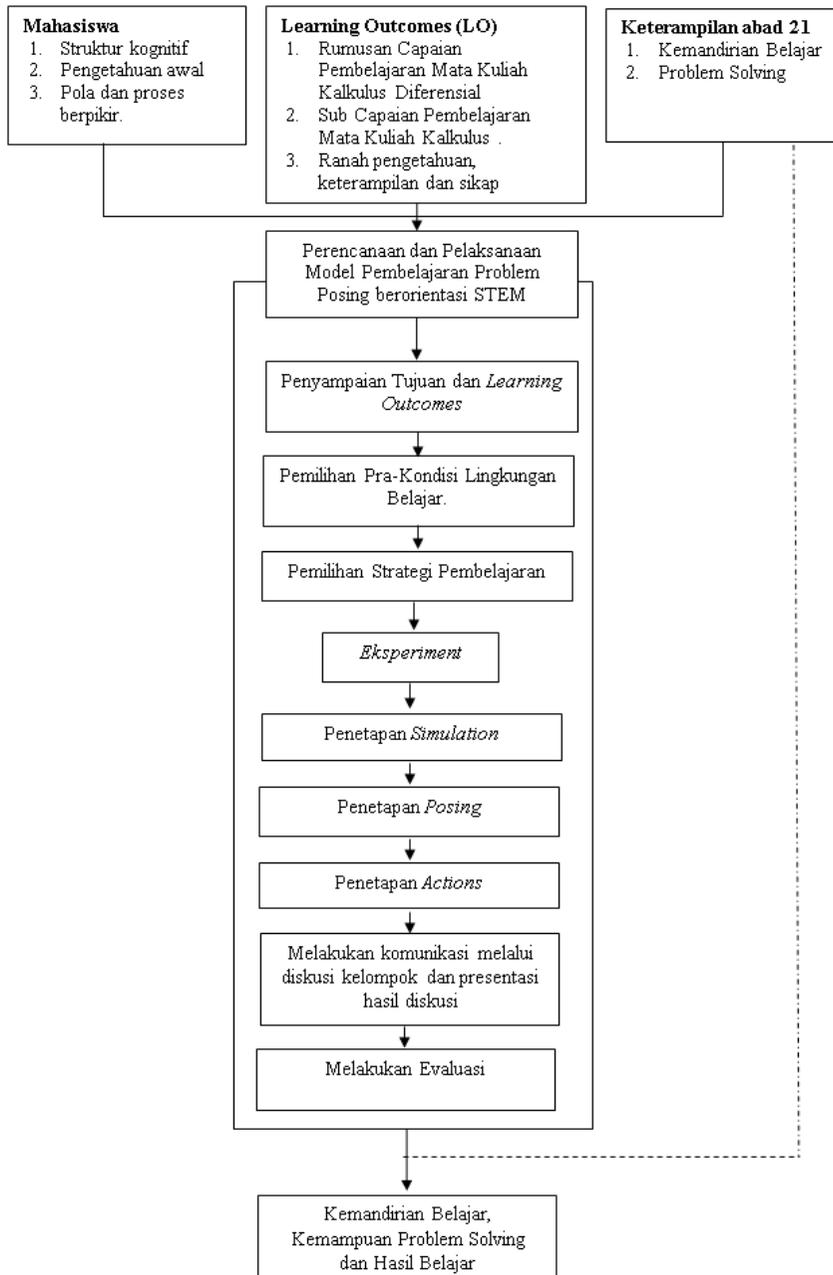
Berdasarkan teori pengembangan model pembelajaran, secara konseptual dikembangkan melalui beberapa aktivitas, yaitu dengan memperhatikan landasan teori yang mendukung terbentuknya model, Metodologi atau strategi pembelajaran yang diterapkan serta pembelajaran yang diprakondisikan serta desain perangkat pembelajaran yang akan digunakan dalam implementasi. Hal ini terlihat pada gambar 4 tentang konseptual pengembangan model.



Gambar 4. Konseptual Model Pembelajaran Problem Posing berorientasi STEM

1.6. Hipotetik Model Pembelajaran Problem Posing berorientasi STEM

Model Hipotetik pembelajaran model *problem posing* berorientasi STEM (*SPACE*) dikembangkan berdasarkan kajian teori yang telah dilakukan , dan disesuaikan dengan kondisi penelitian dan pengembangan dilapangan. Secara lebih ringkas terlihat pada gambar 5



Gambar 5. Hipotetik Model Pembelajaran Problem Posing berorientasi STEM

BAB II KOMPONEN MODEL

Joyce and Weil mengemukakan terdapat lima unsur utama yang harus ada pada sebuah model pembelajaran yaitu sintaks, sistem sosial, prinsip reaksi, sistem pendukung, serta dampak instruksional dan dampak pengiring. Dengan memperhatikan aktivitas pembelajaran pada mata kuliah Kalkulus Diferensial menggunakan model *SPACE* serta merujuk komponen model Joyce dan Weil, maka komponen model Problem Posing berorientasi STEM dapat diuraikan berikut ini.

2.1. Sintaks Model

Sintaks merupakan urutan aktivitas atau fase dalam pembelajaran yang dilalui oleh mahasiswa. Sintaks tersebut menjadi panduan bagi dosen dan mahasiswa dalam melaksanakan langkah-langkah dan tugas dalam pembelajaran Kalkulus Diferensial. Sintaks model Problem Posing berorientasi STEM (*SPACE*) diadopsi dari pendapat Lowrie (1999) dalam Leung (2013), Thobroni, dan Mustofa (2012), Cai & Hwang (2019), Suarsana dkk (2019), Ornek & Soyulu, (2021) yang dapat dirumuskan atas 4 (empat) tahapan, yaitu; 1. *Stimulation/Simulation*, 2. *Posing*, 3. *Action/Exploring*, 4. *Colaboration/Sharing/ Comunication*. Namun peneliti

menambahkan satu tahapan yaitu *Evaluation* serta memasukkan unsur *STEM* dengan Langkah-langkah:

1. *Simulation* (simulasi)

Pada tahapan ini, dosen membimbing mahasiswa untuk melakukan simulasi berdasarkan buku panduan mahasiswa. Metode simulasi menurut Sudjana (2013) adalah metode pembelajaran yang membuat suatu peniruan terhadap sesuatu yang nyata, terhadap keadaan sekelilingnya (*state of affaris*) atau proses. Terbentuknya sintaks ini disusun berdasarkan teori konstruktivisme yang dikemukakan oleh Piaget, dimana dengan melakukan proses simulasi mahasiswa dapat menemukan teori atau pengetahuan yang dibangun dari kondisi realita yang dialaminya. Lebih lanjut teori sistim informasi juga diperlukan karena proses simulasi mengumpulkan informasi-informasi sehingga membentuk suatu konsep dalam Matematika.

Sementara teori instruksional juga mempengaruhi sintaks karena pada langkah simulasi ini diberikan instruksi-instruksi yang dapat membangun kemandirian belajar mahasiswa. Demikian juga teori pragmatis John Dewey menyatakan bahwa suatu teori dinyatakan benar jika telah berhasil dipraktekkan. Melalui teori ini maka konsep-konsep Matematika yang abstrak dan penuh dengan simbol-simbol dapat dibuktikan kebenarannya dengan melakukan simulasi praktek komputer.

Simulasi dilakukan dengan bantuan komputer atau laptop. Sesuai dengan pendapat Padmanthara (2004), menyatakan pembelajaran dalam kategori ini merupakan pembelajaran berbantuan komputer (PBK) yang bertujuan untuk mengembangkan intuisi tentang situasi, konsep untuk mengembangkan penggunaan kemampuan memecahkan masalah melalui pendekatan *discovery* atau *exploratory*.

PBK yang menggunakan simulasi komputer merupakan proses pembelajaran yang menggunakan teori piramid pembelajaran Edgard Dale (Masters, 2013) yang dapat membuat pemahaman konsep dengan tingkat keterlibatan berbuat dan daya ingat siswa mencapai 90%. Senada dengan hal tersebut, Taylor (1980) menyatakan terdapat 3 (tiga) *framework* keuntungan yang diperoleh pembelajaran dengan simulasi komputer, yaitu komputer sebagai *tutor*, komputer sebagai *tool* dan komputer sebagai *tutee*. Demikian juga Wilson dan Besnoy (2010), Srinivasan (2021) berpendapat bahwa teknologi komputer sebagai alat simulasi mewakili sumber daya instruksional yang dapat mendorong eksplorasi dan pemeriksaan. Pada langkah simulasi ini mahasiswa melakukan simulasi dari aplikasi *Phat Colorado* pada pertemuan pertama dan aplikasi *Geogebra* untuk materi pada pertemuan selanjutnya. Beberapa ahli yang mengemukakan model *problem posing*, masih didominasi oleh peran dosen dalam menjelaskan materi diawal pembelajaran atau

guru/dosen sendiri yang mengajukan masalah untuk dikembangkan oleh mahasiswa untuk mengajukan masalah baru. Aktivitas simulasi ini diperlukan sebagai langkah awal pembelajaran karena berfungsi sebagai stimulan permainan untuk memperkenalkan aspek *STEM* dan sebagai orientasi agar mahasiswa dapat memandang suatu konsep berawal dari masalah sains dan teknologi. Lebih lanjut simulasi sudah terbukti berpengaruh terhadap hasil belajar (Angraeni & Puspitasari, 2019), berpengaruh terhadap penguasaan konsep (Kaniawati, 2017) serta berpengaruh terhadap keterampilan pemecahan masalah (Risnawati et al., 2019). Dengan demikian, pentingnya langkah simulasi diawal pembelajaran dapat memancing mahasiswa untuk menemukan konsep materi sehingga berakibat terhadap kemampuan pemecahan masalah sebagaimana yang diharapkan dalam model *SPACE* ini.

2. *Posing* (Mengajukan)

Sintaks kedua ini adalah langkah inti dari model karena sintaks ini merupakan yang menjadi karakteristik model *problem posing* berorientasi *STEM*. Dalam langkah kedua model ini diwajibkan setiap mahasiswa untuk mengajukan satu masalah setelah proses simulasi. Pengalaman mengajukan masalah (*problem posing*) dapat berkontribusi kepada siswa untuk mengembangkan hubungan secara personal dengan matematika. Sintaks ini disusun berdasarkan

teori kognitif dan konstruktivistik Piaget yang menyatakan bahwa dalam belajar, khususnya di perguruan tinggi selalu melibatkan proses berpikir yang sangat kompleks. Lebih lanjut Piaget berpendapat bahwa pengetahuan berasal dari adaptasi individu pada lingkungannya. Melalui pengajuan masalah memberikan kesempatan pada mahasiswa mengkonstruksi pengetahuannya sendiri berdasarkan pengetahuan yang telah dimiliki sebelumnya.

Peran *problem posing* dalam pembelajaran sangat dominan karena dengan adanya *problem posing* menunjukkan kemampuan Matematis seseorang (Afriansyah,2017), dapat meningkatkan kemampuan pemahaman konsep Matematika (Syahriani Sirait, 2019), meningkatkan kemampuan penalaran dan komunikasi (Enika Wulandari, 2011; Anim et al., 2018) serta kemampuan pemecahan masalah (Astriyani, 2016; Suarsana et al., 2019; Ünlü, 2017). Posing dapat dilakukan ketika di awal, di dalam dan di akhir pembelajaran. Menurut Silver(1994), proses mempersonalisasikan dan memanusiakan matematika bagi siswa melalui penggunaan *problem posing yang open-ended* akan dapat mengekspresikan pengalaman hidupnya. Sementara English & Lesh (2003) menyatakan bahwa pembelajaran yang menggunakan *problem posing* dengan kriteria tertentu berdampak signifikan terhadap kualitas masalah yang dihasilkan.

3. *Action* (Aksi/ Tindakan)

Aksi atau tindakan adalah proses menyelesaikan masalah yang diajukan mahasiswa pada langkah posing dengan cara berdiskusi dalam kelompok kecil (3 sampai 5 orang). Pemecahan masalah akan memberi kesempatan terhadap mahasiswa melakukan aksi untuk menyelesaikan masalah berikutnya dengan pengetahuan yang dimilikinya agar dapat membuat masalah baru. Menurut Gall & Gillett (1980), banyak hasil penelitian telah menemukan bahwa penyelesaian masalah melalui diskusi kelompok lebih efektif daripada perindividu.

Dalam memecahkan masalah mahasiswa memanfaatkan bakat beragam rekan-rekan mereka, memiliki banyak alternatif solusi, dan membuat siswa berkomitmen untuk melakukan tindakan. Selain itu Paterson (1970) menyatakan bahwa ada kriteria objektif dan dapat dikenali dari keunggulan diskusi; mengingat subjek yang dipelajari, dan dalam diskusi terbaik dapat dihimpun apa yang tidak dapat dicakup dengan cara lain. Hal ini menjadi dasar dilakukan *Action* pada sintaks ke 3 karena mahasiswa bertukar pikiran memecahkan masalah yang diajukan pada sintaks kedua menurut langkah-langkah *problem solving* (langkah Polya), yaitu memahami masalah, menyusun rencana, melaksanakan rencana dan memeriksa kembali pada kelompok kecil. Tujuan langkah ini adalah untuk memperoleh

gambaran pengetahuan yang utuh dan komprehensif dari proses pengajuan masalah dengan melakukan dialog dan tanya jawab sesama anggota kelompok untuk saling tukar informasi sekaligus saling melengkapi pengetahuan yang diperolehnya satu sama lain. Mahasiswa mempersiapkan hasil diskusi untuk dipresentasikan dalam diskusi pleno. Menurut Joyce. et al (2015), pembelajaran dengan sistem pengelompokan dapat menyebabkan berpindahannya motivasi dari tataran eksternal kepada tataran internal. Lebih lanjut pembelajaran dengan pengelompokan juga memuat studi yang mandiri yang dapat meningkatkan pengetahuan.

4. *Comunication* (Komunikasi)

Komunikasi dapat diartikan sebagai pengiriman dan penerimaan pesan atau berita antara dua orang atau lebih sehingga pesan yang dimaksud dapat disampaikan dan dipahami dengan baik. Pada tahap keempat ini, kelompok mempresentasikan hasil diskusinya dan saling sumbang saran untuk melengkapi hasil pembahasan di kelompok kecil. Menurut Ausubel (dalam Joyce et al., 2015) model pembelajaran yang berpihak pada strategi penguasaan materi adalah melalui presentasi. Berdasarkan hal tersebut maka sintaks *Communication* menjadi langkah keempat dalam model *SPACE*. Selanjutnya Bruner menyatakan bahwa komunikasi interpersonal perlu untuk perkembangan kemampuan. Hal ini sejalan dengan pendapat Laboy & Rush

(2015) bahwa tahap terakhir dalam model dan proyek apa pun adalah menyajikan solusi kepada rekan-rekan komunitas yang merupakan langkah kritis dalam proses pembelajaran. Selain dapat mengembangkan keterampilan komunikasi dan kolaborasi dan kemampuan untuk menerima dan menerapkan umpan balik yang konstruktif (Diaz & King, 2007).

5. *Evaluation* (Evaluasi)

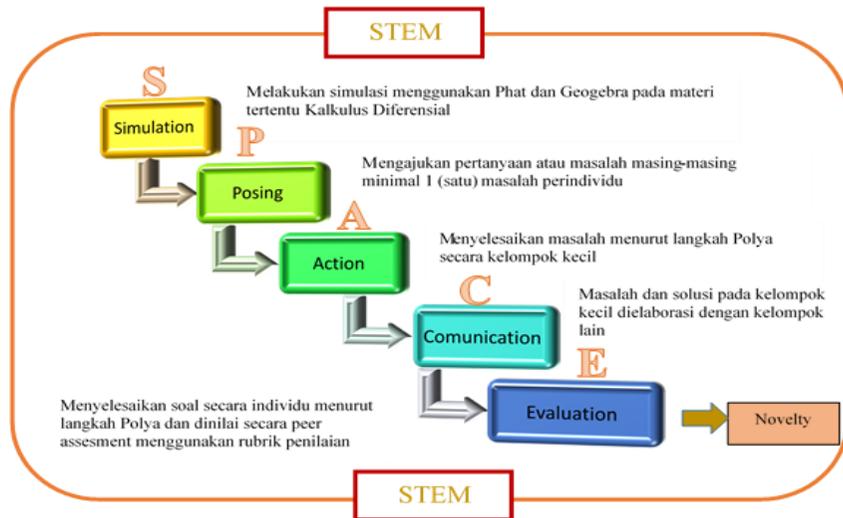
Model *problem posing* termasuk dalam kelompok model yang menggunakan pendekatan pembelajaran berbasis masalah. Langkah terakhir model *SPACE* ini adalah evaluasi yang bertujuan untuk menyelesaikan soal atau masalah dalam modul secara individu dengan menggunakan langkah Polya dan hasil pengerjaan soal tersebut dinilai secara peer assesment dengan bantuan rubrik penilaian. Sintaks ini disusun melalui teori konstruktivistik yang menjadikan penyelesaian masalah awal untuk membangun masalah baru yang lebih kompleks dan menyelesaikannya. Sementara teori pragmatis berperan dalam mengarahkan mahasiswa untuk menyelesaikan masalah yang dihadapi saat ini berdasarkan pengalaman yang memiliki kemiripan dengan masalah sebelumnya.

Salah satu ciri khas pada langkah ini adalah mahasiswa dapat memeriksa dan menilai pekerjaan mahasiswa lain yang kemudian digunakan sebagai bagian dari penilaian berkelanjutan. Hal ini sesuai dengan pendapat Noonan &

Duncan (2005), “penilaian sejawat memang salah satu cara terbaik untuk mengoperasionalkan prinsip-prinsip penilaian formatif. Penilaian sejawat juga digambarkan sebagai strategi yang melibatkan keputusan siswa tentang pekerjaan orang lain yang terjadi ketika kegiatan pembelajaran”. Sejalan dengan itu, Wilson (2002) berpendapat penilaian sejawat didefinisikan sebagai penilaian terhadap karya orang lain dengan status yang sama dan memiliki unsur kebersamaan. Frankland (2007) memberikan pengenalan metode evaluasi yang khas agar masing-masing kelompok untuk mengevaluasi hasil kelompok lain.

Hasil evaluasi digabungkan dan digunakan sebagai bagian dari kontinuitas penilaian untuk suatu materi sehingga secara konsisten menunjukkan hasil yang sangat baik sebagai kegiatan pembelajaran. Pada tahap ini mahasiswa diberikan soal yang dikerjakan secara individu dalam buku panduan mahasiswa untuk dikerjakan menurut langkah Polya dan menilai hasil pekerjaannya menurut rubrik yang diberikan oleh dosen. Selanjutnya siswa saling bertukar jawaban untuk dinilai oleh rekan sejawatnya. Evaluasi bertujuan untuk menggambarkan keefektifan pembelajaran juga untuk melihat apakah komponen pembelajaran dapat berfungsi dengan baik. Langkah Evaluasi ini tidak dilakukan oleh peneliti sebelumnya dan merupakan bagian yang dikembangkan dalam model pembelajaran *problem posing* berorientasi *STEM*. Model yang

dikembangkan dapat disingkat dengan *SPACE* dan lebih praktis langkah-langkah model problem posing berorientasi *STEM* untuk tercapainya tujuan pembelajaran, dapat terlihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Sintaks Model Problem Posing Berorientasi STEM

2.2. Sistem Sosial

Sistim sosial model *SPACE* meliputi peran dan tugas dosen serta aktifitas mahasiswa dalam pembelajaran. Sistem sosial yang dirancang dalam model *Problem posing* berorientasi *STEM* adalah pembelajaran yang berpusat pada mahasiswa (*student center*) dan pola interaksi antar mahasiswa dibentuk dalam suasana pembelajaran kolaboratif sehingga dapat membangun interaksi, komunikasi, kerjasama, saling bertukar pendapat dan saling menghargai pendapat.

Sistem sosial yang menggambarkan bentuk hubungan atau interaksi antar mahasiswa dalam melakukan simulasi dan diskusi kelompok serta dosen menerapkan konsep dasar dalam pemecahan masalah dalam proses pembelajaran. Sistem sosial yang terbentuk dari proses pembelajaran dalam model *SPACE* adalah mahasiswa dapat berpartisipasi aktif dalam kegiatan pembelajaran dalam melakukan simulasi, mengajukan masalah dan menyelesaikannya. Mahasiswa mampu menyelesaikan soal atau masalah tentang materi yang diajarkan serta dapat menunjukkan kemampuannya pada kelompok lain dan apabila mengalami kesulitan maka dosen dapat memberi bantuan seperlunya.

Dosen berperan sebagai fasilitator, motivator, evaluator, reflektor dan pembimbing dalam pembelajaran. Sebagai fasilitator, dosen berfungsi sebagai orang yang memfasilitasi agar aktifitas pembelajaran terlaksana dengan baik. Sebagai motivator, dosen harus mampu membangkitkan motivasi yang tinggi kepada mahasiswa agar belajar dengan giat dan sungguh-sungguh. Sebagai evaluator, dosen sebagai penentu keberhasilan dalam mencapai tujuan pembelajaran yang telah diprogramkan dan mengumpulkan semua informasi tentang berbagai kelemahan dalam proses pembelajaran untuk dijadikan umpan balik. Dosen sebagai reflektor berperan mengaktifkan mahasiswa untuk merefleksi diri dan evaluasi diri tentang sejauh mana kemajuan yang telah

dicapainya. Dosen sebagai pembimbing (*guided*) berperan sebagai orang yang memberikan bantuan kepada mahasiswa dalam pemecahan masalah yang dihadapinya. Secara lebih rinci untuk implementasi model pembelajaran problem posing berorientasi *STEM* untuk setiap pertemuan dapat dilihat seperti terlihat pada tabel 2.

Tabel 2. Implementasi model Problem Posing Berorientasi STEM

No	Tahapan/Fase Pembelajaran	Peran/ Tugas Dosen	Aktivitas Mahasiswa	Media
1	Pra-Pembelajaran	<ol style="list-style-type: none"> 1. Membagikan Buku Mahasiswa 2. Membentuk kelompok belajar yang heterogen 3. Menyiapkan Instalasi aplikasi Phat dan Geogebra versi 5.0 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menerima buku pedoman mahasiswa 2. Menginstal aplikasi Phat dan Geogebra di Laptop atau Android 3. Mencatat nama-nama kelompoknya 	Buku ajar, White board, LCD, Laptop. Aplikasi Phat, aplikasi Geogebra
2	Kegiatan Awal (Pendahuluan) (± 5 Menit)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dosen membuka pembelajaran dengan memberi salam dan mengecek kehadiran mahasiswa 2. Memberikan acuan: 3. Penyampaian RPS , materi pokok dan submateri pokok serta tujuan pembelajaran 4. Melakukan apersepsi: Mengaitkan materi yang pernah diterima 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Siswa menjawab salam dari dosen 2. Memperhatikan dan mencatat informasi penting yang disampaikan dosen 	White board, LCD, Laptop.

No	Tahapan/Fase Pembelajaran	Peran/ Tugas Dosen	Aktivitas Mahasiswa	Media
		dengan materi yang akan dipelajari		
3	Pengenalan Model Pembelajaran (Hanya untuk Pertemuan I) (\pm 5 menit)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengenalkan Model <i>Problem Posing</i> Berorientasi <i>STEM</i>; 2. Menginformasikan prinsip, Langkah-langkah model pembelajaran 3. Menyampaikan jenis-jenis aktivitas yang akan dilaksanakan mahasiswa dalam model pembelajaran 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Memperhatikan dan mencatat informasi penting yang disampaikan dosen 2. Menanyakan aktivitas yang belum dipahami 	White board, LCD, Laptop
4	<p>Kegiatan Inti: (Membangun Konsep Matematika dengan Kemandirian belajar dan kemampuan problem solving Mahasiswa)</p> <p>Fase 1. Simulasi dengan media (Phat dan Geogebra) (Simulation) (\pm 15 Menit untuk 1 Pertemuan)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Meminta Mahasiswa membaca Buku Mahasiswa dengan cermat 2. Memandu mahasiswa melakukan simulasi dengan tahapan langkah-langkah dan petunjuk di buku mahasiswa. 3. Meminta mahasiswa untuk mempersiapkan 1 (satu) pertanyaan setiap orang yang diajukan ke dalam ruang kerja atau dikertas tersendiri yang terkait dengan materi 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Membaca Buku Mahasiswa dengan cermat 2. Melakukan simulasi yang sesuai dengan langkah-langkah pada buku mahasiswa. 3. Memikirkan masalah atau pertanyaan yang akan di catat dalam Ruang kerja buku atau kertas tersendiri sebagai LKM yang terkait dengan materi. 	Buku Panduan mahasiswa, White board, LCD, Laptop. Aplikasi Phat, aplikasi Geogebra
5	Fase 2.	1. Meminta mahasiswa untuk menuliskan minimal 1 (satu)	1. Menuliskan 1 masalah yang diisi dalam buku	Buku Panduan

No	Tahapan/Fase Pembelajaran	Peran/ Tugas Dosen	Aktivitas Mahasiswa	Media
	Mengajukan Masalah (Posing) (± 10 menit)	<p>masalah atau pertanyaan setiap individu dari proses Simulasi materi yang sudah dilakukan kedalam ruang yang sudah diberikan dalam buku atau kertas tersendiri sebagai LKM</p> <p>2. Apabila mahasiswa masih kesulitan dalam mengajukan pertanyaan atau masalah, dosen memberikan pertanyaan pancingan untuk mengarahkan mahasiswa dapat mengajukan masalah</p>	<p>mahasiswa atau pada kertas tersendiri.</p> <p>2. Menanyakan kepada dosen jika belum menemukan dan mengajukan masalah</p>	<p>mahasiswa, White board, LCD, Laptop.</p>
6	Fase 3. Menyelesaikan Masalah (Action) (± 40 menit)	<p>1. Membentuk kelompok kecil untuk membahas masalah yang diajukan secara individu.</p> <p>2. Mendorong mahasiswa untuk menyelesaikan masalah dalam kelompok kecil pada ruang kerja dalam buku atau kertas tersendiri, menurut langkah-langkah Polya dalam kelompok kecil</p> <p>3. Jika ada masalah yang sama cukup diwakili satu masalah dan jika masalah tidak</p>	<p>1. Mahasiswa duduk pada kelompoknya</p> <p>2. Mengidentifikasi jika ada masalah yang sama maka hanya ditulis sekali</p> <p>3. Berusaha menyelesaikan masalah secara berkelompok pada buku mahasiswa atau kertas tersendiri sebagai LKM dalam kelompok kecil menurut langkah Polya</p>	<p>Buku Panduan mahasiswa, White board, LCD, Laptop.</p>

No	Tahapan/Fase Pembelajaran	Peran/ Tugas Dosen	Aktivitas Mahasiswa	Media
		<p>terselesaikan dalam kelompok kecil maka dibahas dalam kelompok besar</p> <p>4. Memberikan Mahasiswa waktu yang cukup untuk menyelesaikan masalah yang dibahas dalam kelompok kecil sambil mengarahkan mahasiswa dalam menyelesaikan masalah</p> <p>5. Jika dalam waktu yang dipandang cukup, mahasiswa tidak ada satupun yang dapat menemukan cara pemecahan, berilah guide atau petunjuk seperlunya</p> <p>6. Meminta Mahasiswa mencatat hasil yang dibuat secara kelompok kecil</p>	<p>4. Mendengar dan mencermati petunjuk dari dosen bagi yang belum menemukan penyelesaian masalah</p> <p>5. Menulis rangkuman masalah dan penyelesaiannya dalam kertas tersendiri</p>	
7	<p>Fase 4. Komunikasi (Komunikasi) (± 35 menit)</p>	<p>1. Meminta perwakilan kelompok untuk mempresentasikan temuan atau hasil pemecahan masalah yang diperoleh kepada teman atau kelompok lain dan menyampaikan masalah yang tidak dapat dipecahkan dalam kelompok kecil.</p> <p>2. Membangun interaksi dinamis antara mahasiswa</p>	<p>1. Perwakilan kelompok mempresentasikan hasil kelompoknya (pleno)</p> <p>2. Berpartisipasi memberikan kontribusi selama diskusi pleno</p> <p>3. Memperhatikan dan menghargai sumbangan</p>	<p>Buku Panduan mahasiswa, White board, LCD, Laptop</p>

No	Tahapan/Fase Pembelajaran	Peran/ Tugas Dosen	Aktivitas Mahasiswa	Media
		<p>dengan mahasiswa dan mahasiswa dengan dosen</p> <p>3. Memberikan penguatan atau apresiasi kepada mahasiswa atau kelompok yang tampil dan kepada mahasiswa atau kelompok lain yang memberikan tanggapan atau pertanyaan</p> <p>4. Memberikan penegasan materi terhadap hasil diskusi mahasiswa</p>	<p>atau gagasan dari teman.</p> <p>4. Memberikan apresiasi kepada teman atau kelompok yang tampil dan kepada teman atau kelompok lain yang memberikan tanggapan atau pertanyaan</p>	
8	<p>Fase 5. Evaluation (Evaluasi) (±20 menit)</p>	<p>1. Meminta Mahasiswa menyelesaikan soal pada langkah evaluasi dibuku mahasiswa dalam ruang kerja atau kertas tersendiri sebagai LKM secara individu, dalam upaya pemantapan pemahaman konsep Kalkulus sekaligus penguatan kemandirian belajar dan kemampuan problem solving mahasiswa</p> <p>2. Memberikan Mahasiswa waktu yang cukup untuk menyelesaikan soal dan membuat batas jawaban dikertas dengan memberi paraf serta menukar jawaban kepada teman disebelahnya</p>	<p>1. Menyelesaikan soal-soal dalam buku pada tahap akhir dalam ruang kerja atau kertas tersendiri sebagai LKM secara individu dan menukarkan jawabannya dengan teman sebelahnya</p> <p>2. Mengerjakan soal dan masalah yang diberikan dan memberi garis dan paraf diakhir jawaban</p> <p>3. mengevaluasi jawaban temannya berdasarkan rubrik yang ada pada buku mahasiswa</p> <p>4. Mengembalikan hasil evaluasi kepada dosen</p>	<p>Buku Panduan mahasiswa, White board, LCD, Laptop</p>

No	Tahapan/Fase Pembelajaran	Peran/ Tugas Dosen	Aktivitas Mahasiswa	Media
		3. Menukar hasil jawaban mahasiswa ke teman disebelahnya dan memandu mahasiswa untuk mengevaluasi hasil pekerjaan temannya dengan menggunakan rubrik dalam buku menurut pemahaman mereka. 4. Meminta hasil evaluasi yang dikerjakan oleh mahasiswa untuk diserahkan ke dosen.		
9	Kegiatan Akhir (Penutup) (± 10 Menit)	1. Memandu mahasiswa untuk menyimpulkan materi kuliah dengan meminta mahasiswa mengungkapkan konsep-konsep penting terhadap apa yang sudah ditemukan 2. Memberikan Pekerjaan Rumah	1. Membuat kesimpulan materi pelajaran dengan mengungkapkan konsep-konsep penting apa yang sudah ditemukan 2. Menerima Pekerjaan Rumah.	
10	Pasca Pembelajaran	1. Mengoreksi hasil tes Mahasiswa 2. Mendokumentasikan hasil tes 3. Menganalisis hasil tes		

2.3.Prinsip Reaksi

Prinsip reaksi dalam model *SPACE* adalah dosen memfasilitasi mahasiswa dalam proses pembelajaran yaitu 1) mendorong mahasiswa untuk menemukan masalah dalam proses simulasi, 2) memotivasi setiap mahasiswa untuk aktif dalam diskusi dan melaksanakan tugasnya dalam kelompok, 3) menciptakan suasana yang mendukung terjadinya interaksi dalam diskusi, 4) membimbing dan membantu mahasiswa untuk melaksanakan pemecahan masalah dengan menggunakan langkah-langkah Polya, 5) membuat aturan dalam presentasi dan menciptakan situasi yang kondusif untuk menyimak presentasi, 6) membimbing mahasiswa untuk refleksi dan mengevaluasi penyelesaian masalah, 7) memberi penguatan terhadap jawaban mahasiswa dan hasil evaluasi

Pembelajaran bermakna dapat terwujud dengan cara dosen mampu untuk bereaksi terhadap aksi-aksi yang dilakukan mahasiswa saat pembelajaran berlangsung. Dosen harus mampu menanggapi hasil pemikiran mahasiswa berupa pertanyaan atau kesulitan yang dialami dalam menyelesaikan masalah. Dosen sebagai fasilitator pembelajaran harus dapat mengarahkan, membimbing, memotivasi, dan membangkitkan semangat belajar. Reaksi yang ditimbulkan oleh dosen tidak tergantung pada situasi tertentu, oleh karena itu dosen dituntut untuk mampu mempersiapkan diri untuk bereaksi secara cepat dan tepat. Dosen memahami fungsinya sebagai

Fasilitator, Motivator dan Komunikator. Menurut Affandi dan Samsudin (2021), ada beberapa hal yang perlu diperhatikan oleh guru atau dosen untuk menjadi seorang fasilitator yang sukses antara lain adalah:

1. Guru harus sabar dalam menghadapi berbagai karakter peserta didik salah satunya proses pembelajaran yang dilakukan secara mandiri. Oleh karena itu, guru harus sabar ketika menemukan beberapa hambatan dan kendala dalam kegiatan belajar mengajar yang dihadapi oleh peserta didik.
2. Guru harus menghargai dan rendah hati dalam menghadapi peserta didik. Salah satu upaya yang dilakukan guru dalam menghargai peserta didik dengan cara menunjukkan minat yang sangat sungguh-sungguh terhadap peserta didik yang memiliki potensi pengetahuan dan pengalaman.
3. Guru harus bisa memahami karakter dan potensi yang dimiliki oleh peserta didik agar memudahkan guru dalam berinteraksi dan berkomunikasi dengan peserta didik. Karakter itu akan membentuk motivasi, yang dibentuk dengan metode dan proses yang bermartabat. Karakter bukan hanya penampilan lahiriah, melainkan mengungkapkan secara implisit hal-hal yang tersembunyi.
4. Guru harus dekat dan akrab dengan peserta didik. Dalam menjalin dan menjaga hubungan yang harmonis sebaiknya dilakukan dengan penuh keakraban, tenang, nyaman, penuh cinta dan kasih sayang (interpersonal relationship),

dengan demikian, peserta didik dalam berhubungan dengan gurunya merasa nyaman dan tidak merasa sungkan dan kaku.

5. Guru harus bersifat kooperatif dengan peserta didik, guru tidak perlu bersikap bahwa dirinya yang paling pintar, paling tahu dan paling berpengalaman, akan tetapi bagaimana guru bisa bersikap kooperatif untuk saling berbagi baik dalam pengetahuan dan pengalaman terhadap peserta didik. Dengan demikian sikap yang saling pengertian ini akan memberikan dampak yang positif dalam kegiatan belajar mengajar yang pada akhirnya akan berdampak terhadap keberhasilan peserta didik dalam belajar.
6. Guru harus memiliki kewibawaan. Walaupun kegiatan belajar mengajar dilaksanakan dengan penuh suasana keakraban dan santai, guru sebagai fasilitator agar tetap menunjukkan komitmen yang tinggi di dalam memberikan pembelajaran terhadap peserta didik, dengan demikian, peserta didik akan tetap menjaga hubungan yang harmonis serta menghargai keberadaan gurunya yang menjadi panutan.
7. Guru tidak memihak terhadap peserta didik, peserta didik yang merupakan tanggung jawab dari guru, tentu guru dalam memperlakukan peserta didik dengan perhatian yang sama. Bila mana dalam kegiatan belajar mengajar

antar peserta didik terjadi perbedaan pendapat dan pertentangan, maka diharapkan kehadiran guru mampu untuk meredam segala perbedaan pendapat dan guru agar bisa menjadi mediasi di antara peserta didik tersebut menemukan dan memastikan untuk berdamai dan menemukan kesepakatan serta jalan keluar dari hal-hal yang menjadi perbedaan pendapat di antara mereka.

8. Guru memiliki sikap terbuka terhadap peserta didik. Keterbukaan dari seorang guru akan menjadikan peserta didik semakin semangat dalam mengikuti kegiatan belajar mengajar dan juga meambah rasa percaya terhadap gurunya. Dengan demikian, guru diharapkan tidak segan-segan dalam menunjukkan keterbukaan terhadap peserta didik dan berterus terang bila mana ada hal-hal yang belum dipahami dan diketahui oleh peserta didik, oleh karena itu, peserta didik akan tetap konsisten belajar dan semangat dalam mengikuti kegiatan belajar mengajar.
9. Guru selalu berpenampilan energik dan bersikap positif. Seorang guru secara terbuka dan transparan berkomunikasi dengan peserta didik dan mengajak mereka untuk mamahami dan mengetahui tentang keberadaan dirinya yang sebenarnya dengan menonjolkan sikap dan sifat yang positif dan potensi-potensi yang dimiliki oleh guru tersebut, dan tidak diperkenankan bagi guru untuk menampilkan sikap-sikap yang negatif dan berkeluh kesah

terhadap dirinya. Hal-hal yang menyangkut sikap positif perlu untuk diperhatikan oleh setiap guru profesional agar peran-peran guru profesional sebagai fasilitator bisa berjalan dengan baik dan bijaksana

Selain itu, Guru sebagai komunikator yang baik terdapat tiga kemampuan yang sangat esensial yang tentunya harus dilaksanakan oleh guru, yaitu:

1. Kemampuan guru dalam merencanakan kegiatan belajar mengajar
2. Kemampuan guru dalam melaksanakan kegiatan belajar mengajar
3. Kemampuan guru dalam menciptakan iklim yang komunikatif.

Tiga kemampuan yang dimiliki guru tersebut di atas sering disebut sebagai *generic essential*. Dari ketiga kemampuan tersebut sama-sama urgen, karena bagi setiap guru yang terpenting tidak hanya mempunyai kemampuan merencanakan sesuai rancangan saja, namun guru juga harus memiliki kemampuan dalam keterampilan pelaksanaan kegiatan belajar mengajar dan guru juga mempunyai kemampuan dalam menciptakan iklim yang komunikatif dalam kegiatan belajar mengajar.

2.4.Sistem Pendukung (*Support System*)

Sistem pendukung dalam model *problem posing* berorientasi *STEM (SPACE)* adalah syarat atau kondisi yang

dibutuhkan untuk terlaksananya model. Perangkat pembelajaran yang diperlukan terdiri atas buku model, buku panduan dosen, buku panduan mahasiswa dan lembar kerja mahasiswa (LKM). Disamping buku panduan mahasiswa atau dosen berbentuk hard copy namun juga diperlukan buku dalam soft yang disertai oleh file pendukung setiap materi pembelajaran. Khususnya yang utama adalah perangkat komputer atau laptop sangat diperlukan dalam model *SPACE* beserta aplikasi *Phat Colorado* dan *Geogebra*.

Buku panduan dosen dan buku panduan mahasiswa digunakan untuk memudahkan dosen dan mahasiswa dalam setiap aktifitas pembelajaran. Sementara LKM sebagai alat bantu bagi dosen untuk mempermudah mencatat respon mahasiswa terhadap setiap langkah pembelajaran dan membantu mahasiswa menemukan kembali konsep dari materi yang diajarkan serta berfungsi sebagai lembar jawab buku panduan mahasiswa khususnya karena model problem posing berorientasi STEM merupakan pembelajaran kelompok maka ketua kelompok mempunyai peran penting ketika berdiskusi dan dapat mengontrol semua aktivitas yang dilaksanakan.

Disamping itu terdapat sistim pendukung keterlaksanaan model adalah buku model, buku panduan mahasiswa dan buku panduan Dosen. Buku model berisi teori-teori pendukung dalam melaksanakan pembelajaran,

komponen-komponen model, petunjuk pelaksanaan dan seluruh perangkat pembelajaran yang digunakan. seperti rencana pembelajaran, panduan sintaks atau langkah-langkah penggunaan model dan seluruh perangkat pembelajaran misalnya Rencana Perkuliahan Semester (RPS). Selain itu juga dibutuhkan beberapa file simulasi phat dan yang didownload di <http://Geogebra.org>. Buku pedoman bagi dosen dan mahasiswa agar perkuliahan menjadi terarah dan sistematis yang memuat materi, kompetensi yang ingin dicapai instruksi simulasi serta rubrik untuk evaluasi.

Kesiapan dosen dalam pembelajaran berkaitan dengan kompetensi yang dimiliki karena model yang digunakan terintegrasi dengan teknologi. Dosen mempersiapkan dan menguasai program simulasi dan aplikasi Geogebra yang sederhana agar tujuan akhir dari pembelajaran tercapai. Sementara kesiapan mahasiswa berkaitan dengan penguasaan teknologi dan pengetahuan yang berkaitan dengan materi. Kesiapan mahasiswa juga berhubungan dengan perangkat yang dimiliki mahasiswa seperti laptop, aplikasi Geogebra, perangkat online dan buku panduan.

2.5. Dampak Instruksional

Model pembelajaran problem posing berorientasi STEM(SPACE) memiliki dampak instruksional (langsung) pada proses pembelajaran. Model ini dapat membantu mahasiswa untuk belajar secara mandiri yang ditandai dengan

perubahan perilaku, baik dalam aspek pengetahuan, tingkah laku maupun keterampilan. Dampak langsung yang diperoleh mahasiswa dengan model pembelajaran problem posing berorientasi STEM adalah terjadi peningkatan kemandirian belajar dan kemampuan problem solving mahasiswa setelah pembelajaran. Demikian juga peningkatan domain kognitif yaitu pengetahuan, pemahaman dan penerapan. Ketiga aspek ini terlihat dari perolehan hasil belajar mahasiswa di akhir semester.

2.6. Dampak Pengiring

Dampak pengiring merupakan dampak tidak langsung yang dirasakan oleh mahasiswa yang ditimbulkan karena pengaruh lingkungan belajar. Mahasiswa mampu menemukan kembali berbagai konsep Kalkulus Diferensial dan menyadari betapa pentingnya manfaat Kalkulus Diferensial bagi kehidupan sehingga siswa tidak merasa terasing dari lingkungannya. Kalkulus Diferensial sebagai mata kuliah di semester awal sebagai ilmu pengetahuan tidak lagi dipandang sebagai hasil pemikiran dunia luar tetapi berada pada lingkungan siswa yang bermanfaat dalam menyelesaikan permasalahan di lingkungannya. Dengan demikian terbentuk dengan sendirinya rasa memiliki, sikap, dan persepsi positif mahasiswa terhadap lingkungannya. Jika Kalkulus Diferensial adalah bagian dari lingkungan mahasiswa, maka suatu saat diharapkan mahasiswa memiliki cara tersendiri

memeliharanya dan menjadikannya sebagai landasan. Dampak pengiring dalam kegiatan pembelajaran bisa lebih dari satu diantaranya motivasi, tanggung jawab, kerjasama, kolaborasi dan berkomunikasi.

2.7. Perbandingan Model *Problem Posing* dengan *PBL-STEM* dan *APOS*

Beberapa model pembelajaran yang termasuk dalam kelompok model pemecahan masalah dan yang telah dikembangkan menggunakan aplikasi teknologi diantaranya adalah model Problem Based Learning dan APOS. Namun masalah yang muncul hanya berasal dari pebelajar (guru) yang disampaikan ke peserta didik.

Dalam model *PBL-STEM* terdapat 5 (lima) langkah dalam pembelajaran, yaitu pada tahap *Identification of the problems* masalah disajikan dalam bentuk skenario atau masalah yang disajikan secara langsung dengan cara mengajukan pertanyaan yang tepat kepada siswa. Selanjutnya submasalah ditentukan melalui brainstorming. Selanjutnya tahap *Collection of the necessary data* melakukan penelitian terhadap apa yang harus dipelajari untuk menemukan solusi dari masalah serta pengumpulan informasi dan sumbernya. Tahap *Research stage* adalah melibatkan proses aktif seperti membentuk hipotesis untuk solusi masalah, merencanakan dan melakukan eksperimen untuk menguji hipotesis atau menentukan variabel, peralatan dan perlengkapannya. Tahap

Transffering and designing adalah tahap di mana desain masalah terbentuk dengan mempertimbangkan hasil yang diperoleh pada tahap sebelumnya, termasuk menghasilkan ide pemecahan masalah dengan cara brainstorming, memilih ide yang paling ideal, membuat skema, menentukan alat dan perlengkapan serta kondisi yang diperlukan, menciptakan juga menguji desain. Akhirnya tahap *Comunication* adalah kegiatan menghasilkan ide-ide untuk meningkatkan desain, mengembangkan desain yang sejalan dengan ide-ide dalam pengujian ulang. Pada tahap ini, kelompok mempresentasikan desain masing-masing. Pada tahap terakhir ini memiliki kemiripan dengan model problem posing berorientasi *STEM*, yaitu pada langkah ke 4 (empat).

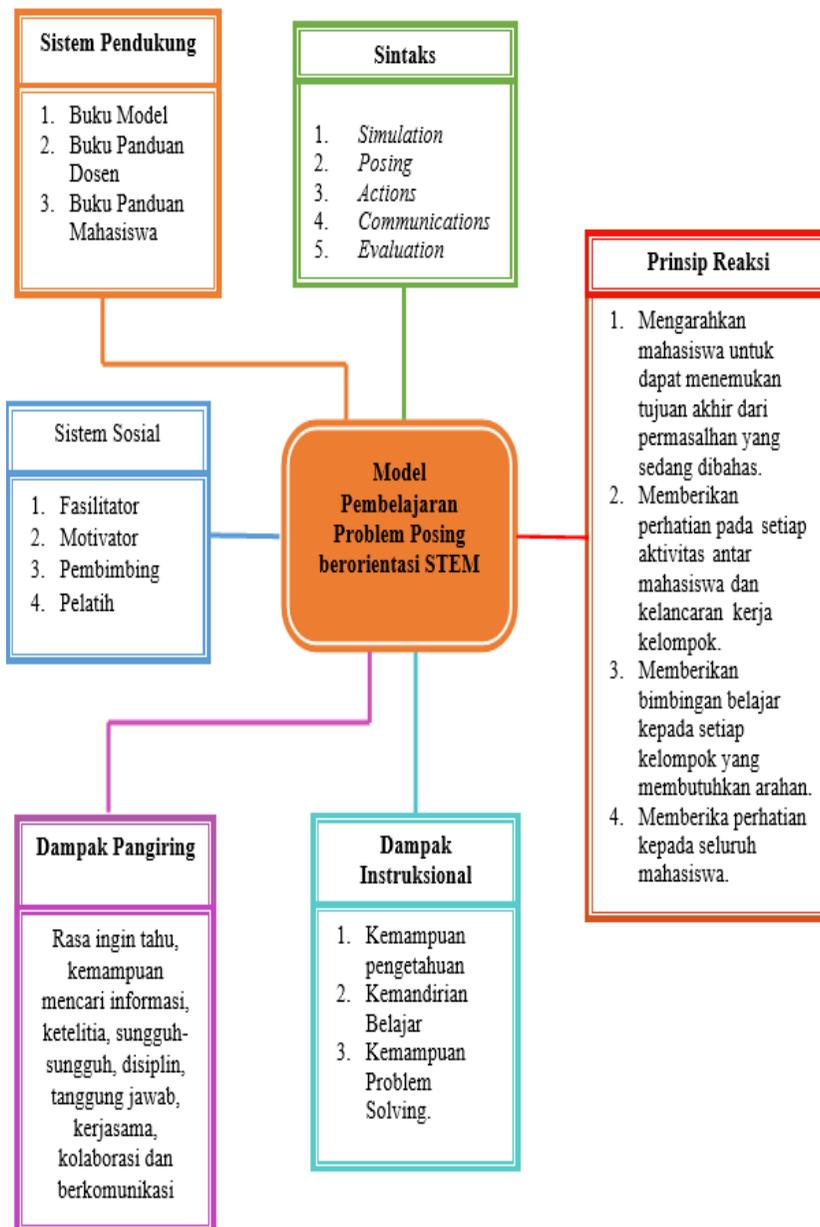
Sementara model APOS yang dikemukakan oleh Dubinsky diawali dengan langkah *Action* (Tindakan) suatu aktivitas berupa pengulangan fisik atau manipulasi mental yang dilandasi pada beberapa algoritma secara eksplisit. Aksi ini merupakan reaksi dari rangsangan yang subjek terima dari eksternal. Selanjutnya tahap *Process* (Proses) suatu konstruksi internal yang dilakukan pada aksi yang sama tetapi tidak membutuhkan rangsangan eksternal. *Object* (Objek), pada tahap ini dikatakan bahwa proses di-enkapsulasi (encapsulated) menjadi objek. Akhirnya *Schema* (Skema) , yaitu koleksi individu dari aksi, proses, objek, dan skema lainnya yang dihubungkan oleh beberapa prinsip umum untuk

membentuk kerangka kerja dalam pikiran individu. Alur proses menemukan konsep dalam Matematika memiliki kemiripan antara model APOS dengan model Problem Posing berorientasi STEM, namun berbeda dalam setiap sintak yang dilakukan seperti yang diperlihatkan pada tabel 3.

Tabel 3. Perbedaan Sintaks Model Problem Posing berorientasi STEM dengan model PBL-STEM dan APOS

Tahapan	Model Pembelajaran		
	PBL-STEM (Sari Uighur, 2017)	APOS (Tokgoz,2015)	Problem Posing berorientasi STEM
Tahap 1	<i>Identification of the problem</i>	<i>Action</i>	<i>Simulation</i>
Tahap 2	<i>Collection of the necessary data</i>	<i>Process</i>	<i>Posing</i>
Tahap 3	<i>Research stage</i>	<i>Object</i>	<i>Action</i>
Tahap 4	<i>Transferring and designing</i>	<i>Schema</i>	<i>Communication</i>
Tahap 5	<i>Communication</i>		<i>Evaluation</i>

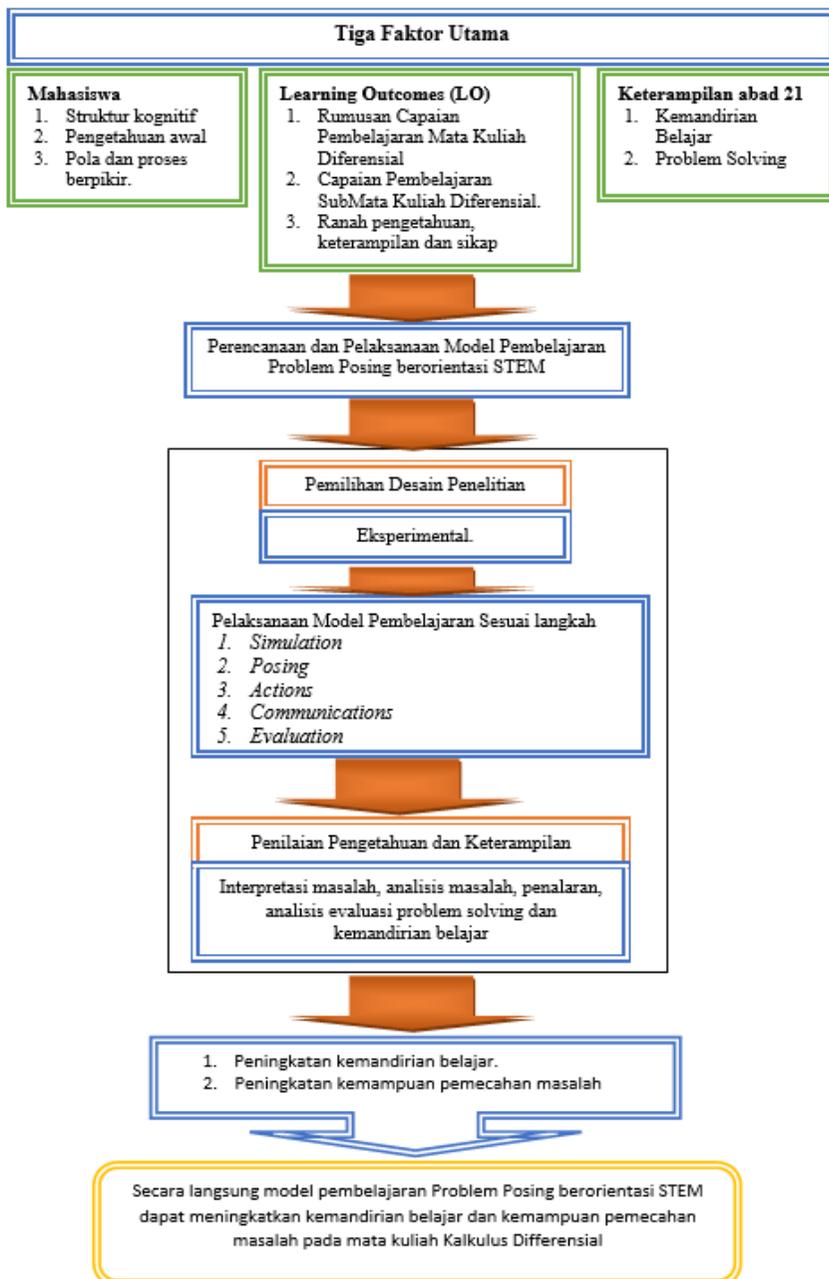
Setelah melalui telaah dan kajian teoritik yang mendalam pengembangan model pembelajaran problem posing berorientasi STEM yang terdapat pada landasan filosofis, landasan yuridis dan landasan teori pembentukan model, khususnya dikaitkan dengan kebutuhan di era Revolusi Industri 4.0 maka komponen-komponen model dapat terlihat seperti gambar 7.



Gambar 7. Komponen Model

BAB III PELAKSANAAN MODEL

Implementasi model pembelajaran Problem posing berorientasi STEM dapat terlaksana dengan baik dan efektif jika didukung oleh panduan untuk dosen dan mahasiswa. Model yang sudah mendapat masukan pakar dan praktisi melalui uji validasi dan focus group discussion (FGD) diuji coba kelengkapan untuk mendapatkan model final. Terdapat 3 (tiga) faktor utama yang harus dipertimbangkan dalam implementasi model, yaitu aspek mahasiswa, aspek learning outcome dan keterampilan yang dibutuhkan di abad 21 ini. Tahapan ini dilakukan pengumpulan Hipotetik model pembelajaran Problem Posing berorientasi STEM untuk uji coba seperti terlihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Hypotetik Model Uji Coba

Berdasarkan Gambar 8 dapat diuraikan proses pelaksanaan pembelajaran sebagai berikut:

3.1. Panduan untuk dosen

Kegiatan yang harus dilakukan dosen untuk tiap pertemuan sebelum melaksanakan model Problem posing berorientasi STEM adalah;

- 1) Dosen harus mempelajari buku model problem posing berorientasi STEM dan buku panduan dosen yang memuat silabus, RPS, materi ajar disertai contoh serta kunci jawaban soal-soal latihan di buku mahasiswa.
- 2) Dosen hendaknya terlebih dahulu mencobakan simulasi setiap materi sesuai instruksi yang terdapat di buku mahasiswa.
- 3) Dosen menyempurnakan langkah-langkah yang ada dalam buku jika sekiranya masih ada beberapa kemungkinan langkah yang lebih praktis yang ditemukan.
- 4) Dosen menginstal aplikasi Geogebra dan Phat Colorado dan pada mahasiswa untuk melakukan praktek simulasi dengan komputer dengan menggunakan langkah-langkah di buku panduan mahasiswa.
- 5) Sebagai fasilitator, dosen harus disiplin dalam mengatur penggunaan waktu dan selalu mengingatkan mahasiswa akan keterbatasan waktu yang mereka miliki.

- 6) Dosen memberi test kemampuan awal Kalkulus dan sebagai dasar untuk membentuk kelompok kecil mahasiswa dalam pembelajaran.
- 7) Dosen harus siap memberikan bantuan kapan pun mahasiswa membutuhkannya dan menyediakan sarana virtual meeting jika pembelajaran dilaksanakan secara daring.

Adapun tahapan kegiatan yang dilakukan dosen untuk setiap fase pembelajaran menggunakan model Problem posing berorientasi STEM dapat diuraikan sebagai berikut:

- 1) Kegiatan dosen pada tahap Simulation;
 - a. Mengajak mahasiswa ke dalam konteks masalah sesuai topik masalah yang disimulasikan, khususnya pada pertemuan pertama memperkenalkan konsep Fungsi melalui aplikasi Phat Colorado. Untuk pertemuan selanjutnya menggunakan aplikasi Geogebra.
 - b. Mengarahkan mahasiswa melakukan simulasi dan membantu proses simulasi jika terjadi kendala.
 - c. Membimbing mahasiswa untuk memahami langkah penyelesaian masalah dengan menggunakan langkah-langkah Polya.
- 2) Kegiatan dosen pada tahap Posing;
 - a. Membimbing mahasiswa untuk mengidentifikasi masalah atau pertanyaan yang timbul dari penyajian materi

- b. Memancing masalah atau pertanyaan yang mungkin timbul dari proses simulasi dan penyajian materi.
- c. Menyuruh setiap mahasiswa mencatat masalah tersebut pada kolom yang disediakan di buku mahasiswa minimal satu masalah atau pada kertas tersendiri

3) Kegiatan dosen pada tahap Action:

- a. Membentuk mahasiswa atas beberapa kelompok yang terdiri atas 3 sampai 5 orang. Jika pembelajaran dilaksanakan secara daring maka di rancang dalam ruang Breakout.
- b. Menyuruh mahasiswa untuk berdiskusi dalam kelompoknya dan menunjuk salah seorang sebagai jurubicara atau ketua kelompok.
- c. Membimbing mahasiswa untuk menemukan solusi yang mungkin atas permasalahan yang diajukan secara individu dan jika terdapat masalah yang sama cukup diwakili satu masalah.
- d. Memberikan kesempatan dan waktu kepada mahasiswa untuk berkolaborasi dan membangun kerjasama antar sesama mahasiswa

4) Kegiatan dosen pada tahap Communication:

- a. Meminta perwakilan kelompok untuk mempresentasikan temuan atau hasil pemecahan masalah yang diperoleh kepada teman atau kelompok lain dan menyampaikan masalah yang tidak dapat

dipecahkan dalam kelompok kecil. Jika dalam kuliah daring maka dinonaktifkan ruang Breakout dan memberi penjelasan kepada siswa tentang aturan presentasi

- b. Memberikan penguatan atau apresiasi kepada mahasiswa atau kelompok yang tampil dan kepada mahasiswa atau kelompok lain yang memberikan tanggapan atau pertanyaan
- c. Memberikan kesempatan kepada setiap kelompok untuk mempresentasikan hasil diskusinya sesuai waktu yang ditentukan.

5) Kegiatan dosen pada tahap Evaluation:

- a. Menyuruh mahasiswa menyelesaikan soal pada langkah evaluasi dibuku mahasiswa dalam ruang kerja atau kertas tersendiri secara individu menurut langkah-langkah Polya dalam upaya pematapan pemahaman konsep Kalkulus sekaligus penguatan kemandirian belajar dan kemampuan problem solving mahasiswa.
- b. Memberikan mahasiswa waktu yang cukup untuk menyelesaikan soal dan membuat batas jawaban dikertas dengan membuat garis dan memberi paraf.
- c. Menyuruh mahasiswa untuk menukar jawaban kepada teman disebelahnya
- d. Memandu mahasiswa untuk mengevaluasi hasil pekerjaan temannya dengan menggunakan rubrik dalam buku menurut pemahaman mahasiswa.

- e. Meminta hasil evaluasi yang dikerjakan oleh mahasiswa untuk diserahkan ke dosen.

Selanjutnya dalam pembelajaran dikelas (daring atau Luring) sebagai implementasi setiap materi kuliah Kalkulus Diferensial yang sesuai dengan tujuan pembelajaran dan memuat unsur STEM dapat diuraikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Materi Kalkulus diferensial yang memuat Unsur STEM dalam Pembelajaran model Problem posing.

Materi Problem Posing Berorientasi STEM	Tujuan Pembelajaran	Science	Technology	Engineering	Mathematics
Fungsi bagian pertama	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengidentifikasi suatu fenomena Gerak peluru dalam bidang Sains serta dalam bidang Matematika yang dapat membentuk fungsi. 2. Menentukan Df & Rf untuk fungsi-fungsi Aljabar; f. polinom, f. akar dan f. Rasional dan Fungsi Transendent; fungsi trigonometri, fungsi eksponen dan fungsi logaritma, 3. Menganalisis grafik fungsi dengan menggunakan Geogebra 	Melakukan simulasi gerak peluru	Komputer dengan aplikasi Phat University Colorado dan Geogebra	Mendisain fungsi dengan Langkah-langkah simulasi dalam buku Panduan Mahasiswa untuk merekonstruksi fungsi dan menentukan unsur pendukungnya.	Konsep Fungsi, Daerah Definisi, Range (Daerah Hasil)), Fungsi aljabar dan fungsi Transendent,
Fungsi bagian kedua	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengidentifikasi sifat-sifat fungsi Trigonometri 2. Menentukan sifat-sifat fungsi , fungsi genap atau fungsi ganjil, fungsi Terbatas. 3. Menentukan komposisi dua fungsi atau lebih dan fungsi invers. 4. Mengidentifikasi grafik fungsi yang mengalami transformasi 	Melakukan simulasi gerak partikel	Komputer dengan aplikasi Geogebra	Mendisain animasi gerak partikel dengan langkah-langkah dalam buku Panduan Mahasiswa	Sifat-sifat operasi pada fungsi, fungsi genap dan fungsi ganjil, fungsi periodik dan fungsi terbatas, fungsi Komposisi, fungsi invers, Transformasi fungsi, bentuk implisit dan Parameter

	secara <i>translation, stretching, compress</i> dan <i>reflecting</i>				
Limit	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengidentifikasi Keberadaan nilai limit suatu fungsi 2. Membuktikan limit fungsi dengan definisi limit 3. Menentukan limit dengan menggunakan teorema limit utama 4. Menganalisis kekontinuan fungsi disuatu titik dan pada suatu selang. 	Jarak antara dua objek atau dimensi dan simulasi titik sebagai partikel kecil yang melewati lintasan	Komputer dengan aplikasi Geogebra	Mendisain gerak partikel yang tidak ada pada suatu titik dengan Langkah-langkah dan instruksi di buku Panduan Mahasiswa	Definisi Limit fungsi, Limit kiri dan limit kanan, Teorema Limit Utama, Kontinu dan diskontinu, Teorema nilai antara,
Derivative	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menemukan konsep turunan dengan Geogebra 2. Membuktikan Turunan fungsi di satu titik 3. Menentukan fungsi turunan dengan definisi Turunan 4. Menentukan fungsi turunan dengan aturan pencarian turunan 5. Menentukan Turunan implisit dan Turunan bentuk parameter 	Simulasi laju perubahan dan kecepatan rata-rata	Komputer dengan aplikasi Geogebra	Mendisain laju perubahan dan gradien garis singgung dengan Langkah-langkah dan instruksi di buku Panduan Mahasiswa	Definisi Turunan(Derivative), Fungsi Turunan, Aturan pencarian Turunan, Turunan Implisit dan turunan dengan bentuk Parameter.
Derivative bagian 2(dua)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menentukan Turunan fungsi invers 2. Menentukan Turunan invers trigonometri 3. Menentukan Turunan fungsi Eksponen dan Logaritma 	Melakukan simulasi gerak partikel dan menentukan kecepatan di suatu titik	Komputer dengan aplikasi Geogebra	Mendisain turunan invers dengan Langkah-langkah dan instruksi simulasi di buku Panduan Mahasiswa	Turunan Invers, Invers Trigonometri, turunan eksponen dan inversnya Logaritma, turunan hiperbolis dan inversnya

	<p>4. Menentukan Turunan menggunakan sifat-sifat logaritma</p> <p>5. Menentukan Turunan hiperbolis dan invers</p>				
Aplikasi Turunan	<p>1. Menentukan nilai maksimum dan Minimum</p> <p>2. Menentukan interval kemonotonan fungsi</p> <p>3. Menentukan interval kecekungan fungsi</p> <p>4. Menggambar grafik dengan Turunan</p>	Simulasi konsep naik dan turun serta nilai maksimum dan minimum gerak partikel	Komputer dengan aplikasi Geogebra	Mendisain grafik dengan Langkah-langkah dan instruksi di buku Panduan Mahasiswa	Nilai maksimum dan minimum, kemonotonan fungsi, Kecekungan fungsi, menggambar grafik
Aplikasi Turunan Bagian kedua	<p>1. Menganalisis masalah Kecepatan dan Percepatan gerak benda</p> <p>2. Menentukan penyelesaian masalah Optimasi</p> <p>3. Menentukan penyelesaian masalah yang berkaitan (<i>Related Problem</i>)</p>	Simulasi gerak benda dan menentukan kecepatan dan percepatan	Komputer dengan aplikasi Geogebra	Mendisain gerak partikel yang mengalami kecepatan dan percepatan dengan langkah-langkah dan instruksi di buku Panduan Mahasiswa	Menentukan kecepatan dan percepatan, masalah laju yang berkaitan

3.2. Panduan untuk mahasiswa

Model Problem Posing berorientasi STEM dapat berjalan dengan baik maka mahasiswa perlu memperhatikan hal-hal berikut ini.

1) Persiapan

- a. Mahasiswa membaca buku panduan yang diberikan dosen dengan topik yang terdapat dalam buku tersebut.
- b. Mahasiswa menyadari bahwa pembelajaran Problem posing berorientasi STEM untuk meningkatkan kemandirian dan kemampuan problem solving. Oleh karena itu, mahasiswa harus mengikuti secara utuh setiap aktifitas pembelajaran dengan sungguh-sungguh di samping menambah ilmu pengetahuan.
- c. Mahasiswa menganggap temannya adalah satu tim dalam berkolaborasi dan bekerjasama dalam berdiskusi.

2) Pelaksanaan

- a. Mahasiswa mengikuti kegiatan pembelajaran sesuai arahan dosen dan alokasi waktu yang disediakan untuk setiap langkah pembelajaran.
- b. Mahasiswa membaca bahan ajar atau buku panduan
- c. Mahasiswa melakukan simulasi sesuai langkah-langkah yang ada pada buku.

- d. Mencatat dibuku atau kertas tersendiri masalah yang akan diajukan dan didiskusikan pada kelompok.
- e. Berdiskusi dan berperan aktif dalam kelompok kecil
- f. Memahami langkah-langkah penyelesaian masalah menurut Polya

Adapun tahapan kegiatan yang dilakukan siswa untuk setiap fase pembelajaran model Pobleem Posing berorientasi STEM diuraikan berikut ini;

- 1) Kegiatan mahasiswa pada tahap Simulation;
 - a. Membaca Buku Panduan Mahasiswa dengan cermat
 - b. Melakukan simulasi yang sesuai dengan langkah-langkah pada buku mahasiswa.
 - c. Menanyakan kepada dosen jika terjadi kendala dalam melakukan simulasi atau tentang topik yang sedang disampaikan dosen.
- 2) Kegiatan mahasiswa pada tahap Posing;
 - a. Mengajukan permasalahan atau pertanyaan dengan menuliskannya di buku mahasiswa atau pada kertas tersendiri minimal 1(satu) masalah untuk dibahas dalam diskusi kelompok.
 - b. Menanyakan kepada dosen jika belum dapat menemukan dan mengajukan masalah
- 3) Kegiatan mahasiswa pada tahap Action:

- a. Mahasiswa duduk pada kelompoknya atau dalam ruang yang sama dalam ruang virtual jika pembelajaran daring.
 - b. Menyelesaikan masalah secara berkelompok pada buku mahasiswa atau kertas tersendiri sebagai sesuai waktu yang ditentukan dosen dengan menggunakan langkah Polya.
 - c. Mendengar dan mencermati petunjuk dari dosen bagi yang belum menemukan penyelesaian masalah
 - d. Menulis rangkuman masalah dan penyelesaiannya dalam kertas tersendiri untuk dibawa dalam diskusi pleno
- 4) Kegiatan mahasiswa pada tahap Communication:
- a. Perwakilan kelompok mempresentasikan hasil kelompoknya dalam pleno
 - b. Berpartisipasi memberikan kontribusi selama diskusi pleno
 - c. Memperhatikan dan menghargai sumbangan atau gagasan dari teman.
 - d. Memberikan apresiasi kepada teman atau kelompok yang tampil dan kepada teman atau kelompok lain yang memberikan tanggapan atau pertanyaan
- 5) Kegiatan mahasiswa pada tahap Evaluation:

- a. Menyelesaikan soal-soal dalam buku pada tahap akhir dalam ruang kerja atau kertas tersendiri sebagai LKM secara individu.
- b. Mengerjakan soal atau masalah yang diberikan dosen dalam buku mahasiswa dan memberi garis dan paraf diakhir jawaban.
- c. Menukarkan hasil jawabannya dengan teman sebelahnya
- d. Mengevaluasi jawaban temannya berdasarkan rubrik yang ada pada buku mahasiswa
- e. Mengembalikan hasil evaluasi berdasarkan rubrik kepada dosen

3.3. Penilaian Pembelajaran Pada Model Problem Posing Berorientasi STEM

Penilaian dalam pembelajaran Kalkulus diferensial dilakukan diawal, saat proses pembelajaran dan setelah akhir pembelajaran. Penilaian diawal pembelajaran menggunakan tes kemampuan awal Kalkulus diferensial untuk mengetahui kemampuan awal (prior Knowledge) Kalkulus dan non tes tentang persepsi kemandirian awal mahasiswa sebelum menggunakan model dengan menggunakan angket. Penilaian saat proses pembelajaran yaitu pada langkah Evaluasi untuk mengetahui

perkembangan kemampuan problem solving mahasiswa disetiap pertemuan dengan menggunakan langkah-langkah Polya. Selanjutnya tes diakhir pembelajaran dengan menggunakan tes kemampuan problem solving dan non tes angket kemandirian belajar untuk melihat sejauh mana ketercapaian tujuan pembelajaran.

Penilaian dampak pembelajaran model problem posing berorientasi STEM menggunakan 2 (instrumen), yaitu angket kemandirian dan soal Problem Solving. Adapun instrumen penilaian kemandirian memiliki indikator 1). keterampilan metakognitif, 2). manajemen waktu yang baik, 3). penataan lingkungan, 4). ketekunan (Persistence) serta 5) mencari bantuan ketika mengalami kesulitan dalam belajar. Terdapat 36 butir pernyataan dengan menggunakan 5 (lima) tingkat skala Likert, yaitu 1= Sangat Tidak Setuju, 2= Tidak Setuju, 3= Cukup Setuju, 4= Setuju dan 5= Sangat Setuju. Untuk kemampuan problem solving dengan menggunakan pretest dan posttest yang terdiri dari 2 (dua) soal yang sudah divalidasi.

Instrumen kemandirian berupa angket yang dikembangkan oleh Jansen et al. (2017) dan diterjemahkan kedalam tabel 5.

Tabel 5. Angket Kemandirian Belajar

No	Pernyataan	Skor Penilaian
----	------------	----------------

		1	2	3	4	5
1	Saya memikirkan tentang apa yang benar-benar perlu saya pelajari sebelum memulai tugas-tugas mata kuliah Kalkulus.					
2	Saya bertanya pada diri sendiri pertanyaan tentang apa yang harus saya pelajari sebelum saya mulai belajar Kalkulus.					
3	Saya menetapkan tujuan jangka pendek (harian atau mingguan) serta tujuan jangka panjang (bulanan) untuk mata kuliah Kalkulus.					
4	Saya menetapkan tujuan untuk membantu saya mengatur waktu belajar saya pada Kuliah Kalkulus					
5	Saya menetapkan tujuan khusus sebelum saya memulai tugas dalam mata kuliah ini.					
6	Saya memikirkan cara alternatif untuk memecahkan masalah dan memilih yang terbaik untuk kuliah Kalkulus ini					
7	Saya mencoba menggunakan strategi dalam materi Kalkulus ini yang telah berhasil di masa lalu.					
8	Saya memiliki tujuan khusus untuk setiap strategi yang saya gunakan dalam kuliah Kalkulus ini.					
9	Saya mengetahui strategi apa yang saya gunakan ketika saya belajar untuk kuliah Kalkulus.					
10	Meskipun saya tidak menghadiri kelas tatap muka, saya tetap berusaha mendistribusikan waktu belajar saya untuk Kalkulus ini secara proporsional.					
11	secara berkala, Saya mereview (tinjau ulang) kembali materi untuk membantu saya memahami hubungan penting dalam materi Kalkulus ini.					
12	Saya sering merenung sejenak secara teratur untuk memeriksa pemahaman saya tentang materi Kalkulus ini					

13	Saya bertanya pada diri sendiri pertanyaan tentang seberapa baik yang saya lakukan saat mempelajari sesuatu di mata kuliah ini.					
14	Saya memikirkan tentang apa yang telah saya pelajari setelah saya menyelesaikan materi kuliah ini.					
15	Saya bertanya pada diri sendiri, seberapa baik saya mencapai tujuan, setelah saya menyelesaikan materi Kuliah ini.					
16	Saya mengubah strategi ketika saya tidak membuat kemajuan saat belajar Kalkulus ini.					
17	Saya sendiri menemukan analisis kegunaan strategi saat saya belajar mata kuliah ini					
18	Saya bertanya pada diri sendiri apakah ada cara lain untuk melakukan sesuatu setelah saya menyelesaikan pembelajaran Kalkulus ini.					
19	Saya merasa sulit untuk mengikuti jadwal belajar mata Kuliah Kalkulus ini.					
20	Saya memastikan bahwa saya membaca dan mengerjakan tugas setiap minggu untuk mata kuliah ini.					
21	Saya sering menemukan bahwa saya tidak punya banyak waktu pada kuliah Kalkulus ini dikarenakan kegiatan lain.					
22	Saya memilih lokasi tempat saya belajar untuk kuliah Kalkulus untuk menghindari terlalu banyak gangguan.					
23	Saya mencari tempat yang nyaman untuk belajar pada mata kuliah Kalkulus.					
24	Saya tahu di mana saya bisa belajar paling efisien untuk kuliah Kalkulus.					
25	Saya memiliki tempat biasa yang dikhususkan untuk belajar Kalkulus ini.					

26	Saya tahu apa yang instruktur harapkan untuk saya pelajari dalam mata kuliah ini.					
27	Saat merasa bosan belajar Kalkulus ini, saya memaksakan diri untuk memperhatikan.					
28	Ketika pikiran saya mulai berkelana selama sesi pembelajaran Kalkulus ini, saya melakukan upaya khusus untuk tetap berkonsentrasi.					
29	Ketika saya tidak berminat untuk kuliah Kalkulus, saya mendorong diri saya untuk mengikutinya.					
30	Saya bekerja keras untuk belajar dengan baik dalam kuliah Kalkulus ini meskipun saya tidak menyukai apa yang harus saya pelajari.					
31	Meskipun materi Kalkulus ini membosankan dan tidak menarik, saya terus belajar hingga selesai.					
32	Ketika saya tidak sepenuhnya memahami sesuatu, saya meminta mahasiswa lain dalam kuliah ini untuk mendapatkan ide.					
33	Saya berbagi masalah saya dengan teman sekelas saya dalam kuliah Kalkulus ini sehingga saya tahu apa yang dipelajari dan bagaimana memecahkan masalah tersebut.					
34	Saya sangat tekun dan gigih mendapatkan bantuan dari dosen mata kuliah ini.					
35	Ketika saya tidak yakin tentang beberapa materi dalam Kalkulus ini, saya mendiskusikannya dengan orang lain.					
36	Saya berkomunikasi dengan teman sekelas saya untuk mengetahui bagaimana kinerja saya dalam mata kuliah ini.					

Berdasarkan skor yang diperoleh setiap individu dan skor total yang diperoleh maka kriteria tingkat kemandirian dapat dianalisis dengan menggunakan tabel 6 (Arikunto, 2018):

Tabel 6. Kriteria Interpretasi Skor

Skor	Kriteria
$x \geq \bar{x} + SD$	Tinggi
$\bar{x} - SD < x < \bar{x} + SD$	Sedang
$x \leq \bar{x} - SD$	Rendah

$$SD = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}, \quad x_i = \text{skor kemandirian}$$

mahasiswa ke-i

\bar{x} = rata-rata skor

n = banyak data

Penilaian kemampuan problem solving menggunakan skor rubrik kemampuan pemecahan masalah seperti yang terlihat pada tabel 7.

Tabel 7. Rubrik Skala Penilaian problem Solving

No	Indikator	Skor	Deskripsi
1	Memahami masalah (Understanding the Problem)	0	Tidak menuliskan atau mengidentifikasi apa yang diketahui dan apa yang tidak diketahui atau ditanyakan terkait masalah
		1	Menyebutkan apa yang diketahui tanpa menyebutkan apa yang ditanyakan atau sebaliknya.
		2	Menyebutkan apa yang diketahui dan apa yang ditanyakan serta data tetapi kurang tepat
		3	Menyebutkan apa yang diketahui dan apa yang ditanyakan, kondisi serta gambar yang terkait dengan masalah dengan tepat
2	Menyusun Rencana	0	Tidak merencanakan penyelesaian masalah sama sekali

		1	Merencanakan penyelesaian dengan membuat data kondisi masalah (variabel2 terkait), gambar berdasarkan masalah tetapi kondisi data dan gambar tersebut kurang tepat
		2	Merencanakan penyelesaian dengan membuat data kondisi masalah (variabel2 terkait), gambar berdasarkan masalah tetapi kondisi data dan gambar tersebut dengan tepat
3	Melaksanakan Rencana (Carrying Out the Plan)	0	Tidak ada jawaban sama sekali
		1	Melaksanakan rencana dengan menuliskan jawaban tetapi jawaban salah atau hanya sebagaian kecil jawaban benar
		2	Melaksanakan rencana dengan menuliskan jawaban setengah atau sebagian besar dengan benar
		3	Melaksanakan rencana dengan menuliskan jawaban dengan lengkap dan benar
4	Memeriksa Kembali (Looking Back)	0	Tidak menuliskan kesimpulan atau mencek kembali hasil penyelesaian
		1	Menafsirkan hasil yang diperoleh dengan membuat kesimpulan atau mencek kembali hasil penyelesaian tetapi kurang tepat
		2	Menafsirkan hasil yang diperoleh dengan membuat kesimpulan atau mencek kembali hasil penyelesaian dengan tepat
Skor Total		

DAFTAR PUSTAKA

- 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. <https://doi.org/10.15294/jpii.v5i2.5493>
- Afriana, Jaka, Permanasari, A., & Fitriani, A. (2016). Penerapan project based learning terintegrasi STEM untuk meningkatkan literasi sains siswa ditinjau dari gender. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 2(2), 202–212. <https://doi.org/10.21831/jipi.v2i2.8561>
- Afriansyah, E. A. (2016). Investigasi Kemampuan Problem Solving dan Problem Posing Matematis Mahasiswa via Pendekatan Realistic. *Jurnal Pendidikan Matematika STKIP Garut*, 5(3), 269–280.
- Afriansyah, E. A. (2017). Problem Posing Sebagai Kemampuan Matematis. *Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika*, 6(1), 163–180.
- Allan C. Ornstein & Francis P. Hunkins. (2018). Curriculum: Foundation, Principles, and Issues. In *Pearson* (Seventh).
- Angraeni, L., & Puspitasari, H. (2019). Pengaruh Media Simulasi Komputer Terhadap Hasil Belajar Mahasiswa Pada Materi Kinematika Gerak. *Jurnal Pendidikan Matematika Dan IPA*, 10(1), 1–10. <https://doi.org/10.26418/jpmipa.v10i1.29659>
- Anim, Rahmadani, E., & Prasetyo, Y. D. (2018). Peningkatan

Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa Menggunakan Model Problem Posing Berbantuan Software Autograph. *Matematics Paedagogic*, III(1), 65–74.

Astriyani, A. (2016). Peningkatan Kemampuan Pemecahan Masalah Peserta Didik Dengan Penerapan Model Pembelajaran Problem Posing. *FIBONACCI: Jurnal Pendidikan Matematika Dan Matematika*, 2(1), 23–30.

Astuti, B. (2019). Profil Kemandirian Belajar Mahasiswa Bimbingan dan Konseling. *Jurnal Penelitian Ilmu Pendidikan*, 12(1), 63–74.
<https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

Ayllon, M., Gomez, I., & Ballesta-Claver, J. (2016). Mathematical thinking and creativity through mathematical problem posing and solving. *Propósitos y Representaciones*, 4(1), 169–218.
<https://eric.ed.gov/?id=EJ1126306%250Ahttp://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=eric&AN=EJ1126306&site=ehost-live>

Barnard, L., Lan, W. Y., To, Y. M., Osland, V., & Lai, S. (2009). Internet and Higher Education Measuring self-regulation in online and blended learning environments. *The Internet and Higher Education*, 12(1), 1–6.
<https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2008.10.005>

Cai, J., & Hwang, S. (2019). Learning to teach through mathematical problem posing: Theoretical considerations, methodology, and directions for future research. *International Journal of Educational Research*, January, 0–1.
<https://doi.org/10.1016/j.ijer.2019.01.001>

Căprioară, D. (2015). Problem Solving - Purpose and Means

of Learning Mathematics in School. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 191, 1859–1864. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.04.332>

Cerezo, R., Fernández, E., Amieiro, N., Valle, A., Rosário, P., & Núñez, J. C. (2019). Mediating Role of Self-efficacy and Usefulness Between Self-regulated Learning Strategy Knowledge and its Use. *Revista de Psicodidactica*, 24(1), 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.psicod.2018.08.001>

Çetin, B. (2015). Academic Motivation And Self-Regulated Learning In Predicting Academic Achievement In College. *Journal of International Education Research*, 11(2), 95–106.

Chumbley, S. B., Haynes, J. C., Hainline, M. S., & Sorensen, T. (2018). *A Measure of Self-Regulated Learning in Online Agriculture Courses*. 58(4), 153–170.

Cohen, B. (2016). Teaching STEM after school : Correlates of instructional comfort. *The Journal of Educational Research*, 1(2), 1–10. <https://doi.org/10.1080/00220671.2016.1253537>

Dahlan, M. (2014). Kemampuan Problem Solving Materi Kalkulus I pada Mahasiswa Prodi Pendidikan Matematika FKIP Unidar Ambon. *Bimafika*, 5, 614–617.

Diaz, D., & King, P. (2007). Adapting a post-secondary STEM instructional model to K-5 mathematics instruction. *ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings*. <https://doi.org/10.18260/1-2--3054>

DiBenedetto, M. K. (2018). *Connecting Self-regulated Learning and Performance with Instruction Across High School Content Areas*. elsevier.

- Dick, W., Carey, L., & Cary, J. O. (2015). *The Systematic Design of Instruction* (Eighth Edi). Pearson.
- English, L., & Lesh, R. (2003). Models and Modeling Perspectives on Mathematics Problem Solving, Learning, and Teaching. In *Lawrence Erlbaum Associates*.
- Enika Wulandari. (2011). Meningkatkan Kemampuan Penalaran Matematis Siswa Melalui Pendekatan Problem Posing Di Kelas VIII A SMP Negeri 2 Yogyakarta. *Pendidikan*.
- Fahradina, N., Ansari, B., & Saiman. (2014). Peningkatan Kemampuan Komunikasi Matematis dan Kemandirian Belajar Siswa SMP dengan Menggunakan Model Investigasi Kelompok. *Jurnal Didaktik Matematika*, 1(1), 54–64. <http://jurnal.unsyiah.ac.id/index.php/DM/article/download/2077/2031>
- Fan, S. C., & Yu, K. (2017). How an integrative STEM curriculum can benefit students in engineering design practices. *International Journal Technol Gy and Design Education*, 27, 107–129. <https://doi.org/10.1007/s10798-015-9328-x>
- Frankland, S. (2007). Enhancing teaching and learning through assessment. In *Enhancing Teaching and Learning through Assessment*. <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6226-1>
- Gall, M. D., & Gillett, M. (1980). The discussion method in classroom teaching The Discussion Method in Classroom Teaching. *Theory Into Practice*, 19(2), 98–103. <https://doi.org/10.1080/00405848009542881>
- Garcia, R., Falkner, K., & Vivian, R. (2018). Systematic literature review: Self-Regulated Learning strategies

using e-learning tools for Computer Science. *Computers and Education*, 123, 150–163. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.05.006>

González, M.-C. T., & Torrano, F. (2008). Methods and Instruments For Measuring Self-Regulated Learning. In A. V. & J. C. Nunez (Ed.), *Handbook of Instructional Resources & Applications* (pp. 1–19). Nova Science Publishers, Inc.

Gözde, A. (2020). Non-routine problem solving performances of mathematics teacher candidates. *Educational Research and Reviews*, 15(5), 214–224. <https://doi.org/10.5897/err2020.3907>

Han, S., Rosli, R., Capraro, M. M., & Capraro, R. M. (2016). The effect of Science, technology, engineering and mathematics (STEM) project based learning (PBL) on students' Achievement in four mathematics topics. *Journal of Turkish Science Education*, 13(Specialissue), 3–30. <https://doi.org/10.12973/tused.10168a>

Heirweg, S., De Smul, M., Devos, G., & Van Keer, H. (2019). Profiling upper primary school students' self-regulated learning through self-report questionnaires and think-aloud protocol analysis. *Learning and Individual Differences*, 70(December 2017), 155–168. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2019.02.001>

Isnaeni, S., Fajriyah, L., Risky, E. S., Purwasih, R., & Hidayat, W. (2018). Analisis Kemampuan Penalaran Matematis dan Kemandirian Belajar Siswa SMP pada Materi Persamaan Garis Lurus. *Journal of Medives : Journal of Mathematics Education IKIP Veteran Semarang*, 2(1), 107. <https://doi.org/10.31331/medives.v2i1.528>

Jansen, R. S., Leeuwen, A. Van, Janssen, J., Kester, L., & Kalz, M. (2017). Validation of the self-regulated online

learning questionnaire. *Journal of Computing in Higher Education*, 29, 6–27.
<https://doi.org/10.1007/s12528-016-9125-x>

Jayawardena, P. R., van Kraayenoord, C. E., & Carroll, A. (2018). Science teachers' practices: Teaching for self-regulated learning in relation to Pintrich and Zusho's (2007) model. *International Journal of Educational Research*, September, 1–13.
<https://doi.org/10.1016/j.ijer.2018.09.022>

Jeong, J., & Frye, D. (2020). Self-regulated learning: Is understanding learning a first step? *Early Childhood Research Quarterly*, 50, 17–27.
<https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2018.12.007>

Jogiyanto, H. (2001). *Analisis Perancangan Sistem Informasi*. Yogyakarta: Andi Offset.

Joyce, B., Weil, M., & Calhoun, E. (2015a). *Models of Teaching* (ninth edit). Pearson Education, Inc.

Joyce, B., Weil, M., & Calhoun, E. (2015b). Models of Teaching. In *Pearson Education, Inc., 501 Boylston Street, Boston, MA 02116* (Vol. 9).
https://www.researchgate.net/publication/269107473_What_is_governance/link/548173090cf22525dcb61443/download%0Ahttp://www.econ.upf.edu/~reynal/Civilwars_12December2010.pdf%0Ahttps://think-asia.org/handle/11540/8282%0Ahttps://www.jstor.org/stable/41857625

K, A. G., & Kurukkan, A. (2016). Self-Regulated Learning_A Motivational_A. *International Journal of Education and Psychological Research*, 5(3), 60–65.

Kaniawati, I. (2017). Pengaruh Simulasi Komputer

Terhadap Peningkatan Penguasaan Konsep Impuls-Momentum Siswa SMA. *Jurnal Pembelajaran Sains*, 1(1), 24–26. <http://journal2.um.ac.id/index.php/>

KarehkaRamey. (2013). *What is Technology –meaning of Technology and its use*. <https://Www.Useoftechnology.Com/What-Is-Technology/>.
<https://www.useoftechnology.com/what-is-technology/>

Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3(1), 1–11. <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z>

Khairudin, Suryani, K., Fauzan, A., & Armiami. (2020). Self Regulated Learning of Mathematics Education Students of Bung Hatta University. *Journal of Physics: Conference Series*, 1429, 1–8. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1429/1/012003>

Khoiri, A. (2019). Meta Analysis Study: Effect of STEM (Science Technology Engineering and Mathematic) towards Achievement. *Formatif: Jurnal Ilmiah Pendidikan MIPA*, 9(1), 71–82. <https://doi.org/10.30998/formatif.v9i1.2937>

Kirkley, J. (2003). Principles for Teaching Problem Solving: Technical Paper #4. In *PLATO Learning* (Issue January 1998). <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.117.8503&rep=rep1&type=pdf>

Kılıç, Ç. (2017). A new problem-posing approach based on problem-solving strategy: Analyzing pre-service primary school teachers' performance. *Educational*

Sciences: Theory & Practice, 17(3), 771–789.
<https://doi.org/10.12738/estp.2017.3.0017>

Knorr, M., R., F., Berggren, J. L., FraserWilbur, Gray, J. J., & G., C. (2019). *Mathematics*.
<https://www.Britannica.Com/Science/Mathematics/The-Three-Classical-Problems>.

Kuo, H., Tseng, Y., & Yang, Y. C. (2019). Promoting College Student's Learning Motivation and Creativity through a STEM Interdisciplinary PBL Human-Computer Interaction System Design and Development Course. *Thinking Skills and Creativity*, review in.
<https://doi.org/10.1016/j.tsc.2018.09.001>

Laboy, D., & Rush. (2015). Integrated steM Education through Project Based Learning. In *Learning.com*.
<https://doi.org/10.26711/007577152790036>

León, J., Núñez, J. L., & Liew, J. (2015). Self-determination and STEM education: Effects of autonomy, motivation, and self-regulated learning on high school math achievement. *Learning and Individual Differences*, in review. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2015.08.017>

Leung, S. kwan S. (2013a). Teachers implementing mathematical problem posing in the classroom: Challenges and strategies. *Educational Studies in Mathematics*, 83(1), 103–116.
<https://doi.org/10.1007/s10649-012-9436-4>

Leung, S. kwan S. (2013b). Teachers implementing mathematical problem posing in the classroom: Challenges and strategies. *Educational Studies in Mathematics*, 83(1), 103–116.
<https://doi.org/10.1007/s10649-012-9436-4>

Lewis, R. H. (2011). *What is Mathematics?, The Most Misunderstood Subject*.

https://www.fordham.edu/info/20603/what_is_mathematics.

- Liljedahl, P., Santos-Trigo, M., Malaspina, U., & Bruder, R. (2016). Problem solving in mathematics education. In *Research in Mathematics Education*. <https://doi.org/10.1080/14794802.2020.1731577>
- Lucas, J. (2014). *What is Engineering? | Types of Engineering*. <https://www.livescience.com/47499-what-is-engineering.html>.
- Masters, K. (2013). Edgar Dale's Pyramid of Learning in medical education: A literature review. *Medical Teacher*, 35(11). <https://doi.org/10.3109/0142159X.2013.800636>
- Mendikbud RI. (2020). Peraturan Menteri Pendidikan Dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 3 Tahun 2020 Tentang Standar Nasional Pendidikan Tinggi. *Menteri Pendidikan Dan Kebudayaan RI*, 1–76.
- NCTM. (2000). *NCTM: Principles & Standards for School Mathematics (PSSM) Est: 2000*. NCTM.
- Nessa, W., Hartono, Y., & Hiltrimartin, C. (2017). Pengembangan Buku Siswa Materi Jarak pada Ruang Dimensi Tiga Berbasis Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Problem-Based Learning di Kelas X. *Jurnal Elemen*, 3(1), 1–14. <https://doi.org/10.29408/jel.v3i1.273>
- Noonan, B., & Duncan, C. R. (2005). Peer and self-assessment in high schools. *Practical Assessment, Research and Evaluation*, 10(17), 1–8.
- Nugroho, A. A., & Ida Dwijayanti. (2019). Analisis Kemampuan Pemecahan Masalah Mahasiswa Calon Guru Pada Mata kuliah Program Linear. *AKSIOMA*:

Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika, 10(2), 227–284.

- Ornek, T., & Soylu, Y. (2021). A model design to be used in teaching problem posing to develop problem-posing skills. *Thinking Skills and Creativity*, 41(July), 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2021.100905>
- Oz, E., & Sen, H. S. (2018). *Self Regulated Learning Questionnaire: Reliability and Validity Study*. 13(4). <https://doi.org/10.29329/epasr.2018.178.6>
- Padmanthara, S. (2004). Pembelajaran berbantuan komputer (PBK) dan manfaat sebagai media pembelajaran. *Tekno*, 1(2), 15–22.
- Partnership for 21st century learning. (2019). *Framework for 21st Century Learning*. Partnership for 21st Century Learning. http://static.battelleforkids.org/documents/p21/P21_Framework_Brief.pdf
- Paterson, R. W. K. (1970). The Concept of Discussion: a Philosophical Approach. *Studies in Adult Education* ISSN:, 2(1), 29–50. <https://doi.org/10.1080/02660830.1970.11771869>
- Pauline Ladiges, & Oliver Mayo. (2017). *What is science?* <https://www.science.org.au/curious/people-medicine/what-science>
- Permanasari, A. (2016). STEM Education: Inovasi dalam Pembelajaran Sains. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Sains*, 2016–2023. <https://doi.org/10.1017/S0029665113003923>
- Pujiastuti, H., Kusumah, Y. S., Sumarmo, U., & Dahlan, J. A.

- (2014). Inquiry Co-operation Model for Enhancing Junior High School Students ' Mathematical Problem Solving Ability. *International Journal of Contemporary Educational Research*, 1(1), 51–60.
- Ranti, M. G., & Budiarti, I. (2018). Kemampuan Pemecahan Masalah Mahasiswa pada Mata Kuliah Kalkulus Diferensial. *Math Didactic: Jurnal Pendidikan Matematika*, 4(2), 110–120.
- Reigeluth, C. M., J.Beatty, B., & D.Myers, R. (2017). Instructional-Design Theories and Models, Volume IV. In *Instructional-Design Theories and Models, Volume IV*. Taylor and Francis. <https://doi.org/10.4324/9781315795478>
- Risnawati, W., Hutahaean, J., & Simanjuntak, M. P. (2019). Pengaruh Model Problem Based Learning Berbantuan Simulasi Komputer terhadap Keterampilan Pemecahan Masalah siswa pada Materi Getaran Harmonik Sederhana di kelas X Semester II SMAN 10 Medan T.A. 2017/2018. *Jurnal Inovasi Pembelajaran*, 7(2), 61–66.
- Roberts, A., & Cantu, D. (2012). Applying STEM Instructional Strategies to Design and Technology Curriculum. *PATT 26 Conference; Technology Education in the 21st Century; Stockholm; Sweden; 26-30 June; 2012*, 111–118.
- Rosli, R., Capraro, M. M., & Capraro, R. M. (2014). The effects of problem posing on student mathematical learning: A meta-analysis. *International Education Studies*, 7(13), 227–241. <https://doi.org/10.5539/ies.v7n13p227>
- Sapta, A., Pakpahan, S. P., & Sirait, S. (2019). Using The Problem Posing Learning Model Based On Open Ended

To Improve Mathematical Critical Thinking Ability. *Journal of Research in Mathematics Trends and Technology*, 1(1), 13–17.
<https://doi.org/10.32734/jormtt.v1i1.752>

Sarı, U., Alıcı, M., & Şen, Ö. F. (2017). The Effect of STEM Instruction on Attitude, Career Perception and Career Interest in a Problem-based Learning Environment and Student Opinions. *Electronic Journal of Science Education*, 22(1), 1–20.

Schunk, D. H. (2012). *Learning Theories An Educational Perspective* (Sixth Edit). Pearson.
<https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

Schunk, D. H., & Ertmer, P. A. (1999). Self-Regulatory Processes During Computer Skill Acquisition: Goal and Self-Evaluative Influences. *Journal of Educational Psychology*, 91(2), 251–260.

Siahaan, T., & Sianipar, H. F. (2020). Peningkatan Kemampuan Pemecahan Masalah Mahasiswa pada Matakuliah Kalkulus Diferensial Melalui Model Problem Based Learning. *MAJU*, 7(2), 150–155.

Silver, E. A. (1994). On Mathematical Problem Posing. In *FLM Publishing Association, Vancouver British Columbia, Canada* (Vol. 14, Issue 1, pp. 19–28).

Srinivasan, B. (2021). Words of advice: teaching enzyme kinetics. *FEBS Journal*, 288(7), 2068–2083.
<https://doi.org/10.1111/febs.15537>

Stehle, S. M., & Peters-Burton, E. E. (2019). Developing student 21st Century skills in selected exemplary inclusive STEM high schools. *International Journal of STEM Education*, 6(1), 1–15.
<https://doi.org/10.1186/s40594-019-0192-1>

- Suarsana, I. M., Lestari, I. A. P. D., & Mertasari, N. M. S. (2019). The effect of online problem posing on students' problem-solving ability in mathematics. *International Journal of Instruction*, 12(1), 809–820. <https://doi.org/10.29333/iji.2019.12152a>
- Sudjana, N. (2013). *Dasar-Dasar Proses Belajar Mengajar* (1st ed.). Sinar Baru Algensindo.
- Sugito, S., Susilowati, S. M. E., Hartono, H., & Supartono, S. (2017). Enhancing Students' Communication Skills Through Problem Posing and Presentation. *International Journal of Evaluation and Research in Education (IJERE)*, 6(1), 17. <https://doi.org/10.11591/ijere.v6i1.6342>
- Suratno, Wahono, B., Chang, C.-Y., Retnowati, A., & Yushardi. (2020). Exploring a Direct Relationship between Students' Problem - Solving Abilities and Academic Achievement : A STEM Education at a Coffee Plantation Area. *Journal of Turkish Science Education*, 17(2), 211–224. <https://doi.org/10.36681/tused.2020.22>
- Suryani, K., & Khairudin. (2020). Implementasi Model STEMPROCSI Studi Kasus Pada Program Studi Pendidikan Teknik Informatika dan Komputer. *Jurnal Inovasi Vokasional Dan Teknologi*, 20(1), 103–113. <https://doi.org/10.24036/invotek.v20i1.663>
- Syahriani Sirait. (2019). Peningkatan Kemampuan Pemahaman Konsep Matematik Mahasiswa Melalui Pembelajaran Problem Possing. *Matematics Paedagogic*, IV(1), 66–74. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Tambychik, T., & Meerah, T. S. M. (2010). Students' difficulties in mathematics problem-solving: What do they say? *Procedia - Social and Behavioral Sciences*,

8(5), 142–151.
<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.12.020>

Taylor, P. M. (1980). The Computer in School: Tutor, Tool, Tutee. In *The computer in school: Tutor, tool, tutee* (pp. 240–252).

<https://doi.org/10.4324/9781315255019-16>

Thobroni, M., & Mustofa, A. (2012). (2012). *Belajar dan Pembelajaran*. Ar-Ruzz Media.

Torrano, M.-C. G.-T. and F. (2016). *METHODS AND INSTRUMENTS FOR MEASURING SELF-REGULATED LEARNING* (Issue November).

Uba Umbara. (2017). Implikasi Teori Belajar Konstruktivisme Dalam Pembelajaran Matematika. *Jurnal Matematika Ilmiah STKIP Muhammadiyah Kuningan*, 3(1), 31–38.

Ulandari, L., Amry, Z., & Saragih, S. (2019). Development of Learning Materials Based on Realistic Mathematics Education Approach to Improve Students' Mathematical Problem Solving Ability and Self-Efficacy. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 14(2), 331–340.
<https://doi.org/10.29333/iejme/5721>

Ünlü, M. (2017). Investigating mathematics teachers candidates' knowledge about problem solving strategies through problem posing. *Journal of Education and Practice*, 8(8), 218–236.
<https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1138829.pdf>

Utami, I. S., Septiyanto, R. F., Wibowo, F. C., & Suryana, A. (2017). Pengembangan stem-a (science, technology, engineering, mathematic and animation) berbasis kearifan lokal dalam pembelajaran fisika. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-BiRuNi*, 06(1), 67–73.

<https://doi.org/10.24042/jipf>

- Utami, T. N., Jatmiko, A., & Suherman. (2018). Pengembangan Modul Matematika dengan Pendekatan Science, Technology, Engineering, And Mathematics (STEM) pada Materi Segiempat. *Desimal: Jurnal Matematika*, 1(2), 165–172.
- Van Laer, S., & Elen, J. (2019). The effect of cues for calibration on learners' self-regulated learning through changes in learners' learning behaviour and outcomes. *Computers and Education*, 135, 30–48. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.02.016>
- Vanorika, I. K. B., Santyadiputra, G. S., & Sindu, I. G. P. (2016). Pengembangan E-Modul Berbasis Project Based Learning Pada Mata Pelajaran Sistem Operasi Jaringan Kelas XI di SMK Negeri 3 Singaraja. *Jurnal Pendidikan Teknologi Dan Kejuruan*, 13(2), 212–224.
- Widjajanti, D. B. (2009). Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Mahasiswa Calon Guru Matematika: Apa dan Bagaimana Mengembangkannya. *Prosiding Seminar Nasional Matematika Dan Pendidikan Matematika Jurusan Pendidikan Matematika FMIPA UNY*, 402–413.
- Wilson, E., & Besnoy, K. (2010). Technology integration, Using Technology to Prepare Critically Thinking Global Citizens. *Social Studies Research and Practice*, 5(3), 119–138. <https://doi.org/10.4324/9780429427930-7>
- Wilson, S. (2002). Comparing Peer, Self and Tutor Assessment in a course for University Teaching staff. *Leraning Communities and Assessment Cultures Conference, Northumbria*, 9–11.
- Wu, Y.-T., & Anderson, O. R. (2015). Technology-enhanced

stem (science, technology, engineering, and mathematics) education. *Journal of Computers in Education*, 2(3), 245–249.
<https://doi.org/10.1007/s40692-015-0041-2>

Yang, T. C., Chen, M. C., & Chen, S. Y. (2018). The influences of self-regulated learning support and prior knowledge on improving learning performance. *Computers and Education, in review*.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.06.025>

Yangyu Xiao, M. Y. (2019). Formative assessment and self-regulated learning: How formative assessment supports students' self-regulation in English language learning. *System*.
<https://doi.org/10.1016/j.system.2019.01.004>

Yasmin, M., Naseem, F., & Masso, I. C. (2019). Teacher-directed learning to self-directed learning transition barriers in Pakistan. *Studies in Educational Evaluation*, 61(January), 34–40.
<https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2019.02.003>

Yohanes, R. S. (2019). Analisis Kemampuan Memecahkan Masalah Matematika Sekolah Mahasiswa Program Studi Pendidikan Matematika Universitas Katolik Widya Mandala Madiun. *Journal of The Indonesian Mathematics Education Society*, 1(1), 26–39.

Yuntawati. (2017). Pengaruh Problem Posing Terhadap Kemampuan Penyelesaian Masalah Matematika Mahasiswa Calon Guru Matematika IKIP Mataram. *Jurnal Ilmu Sosial Dan Pendidikan*, 1(2), 126–133.

Zimmerman, B. J. (1994). Impact of Self-Regulatory Influences on Writing Course Attainment. *American Educational Research Journal*, 31(4), 845–862.
<https://doi.org/10.2307/1163397>

Zimmerman, B. J. (2008). *Investigating Self-Regulation and Motivation: Historical Background, Methodological Developments, and Future Prospects*. 45(1), 166–183.
<https://doi.org/10.3102/0002831207312909>