

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Integral dan turunan adalah konsep yang penting dalam matematika. Integral dan turunan merupakan dua operasi utama di dalam kalkulus. Prinsip-prinsip integral diformulasikan oleh Isaac Newton and Gottfried Leibniz pada abad 17 dengan memanfaatkan hubungan erat yang ada antara anti turunan dan integral tentu, yaitu suatu hubungan yang memungkinkan kita untuk menghitung secara mudah nilai yang sebenarnya dari banyak integral tentu tanpa perlu memakai jumlah Riemann. Hubungan ini disebut teorema dasar kalkulus. Melalui teorema dasar kalkulus mereka mengembangkan konsep integral yang dikaitkan dengan turunan. Sehingga integral dapat didefinisikan sebagai anti turunan.

Definisi secara modern tentang integral dikemukakan oleh Riemann dengan gagasan pertamanya adalah jumlah Riemann. Gagasan ini memunculkan kaitan antara integral tentu dengan luas daerah. Secara umum, integral tentu menyatakan batasan luas daerah yang tercakup di antara kurva $y = f(x)$ dan sumbu- x dalam selang $[a, b]$. Luas bagian-luas bagian yang berada di bagian atas sumbu- x diberikan tanda positif, sedangkan luas bagian-luas bagian yang berada di bagian bawah sumbu- x diberikan tanda negatif.

Integral memiliki aplikasi yang luas dalam bidang sains dan industri. Sebagai contoh integral banyak dilibatkan dalam berbagai situasi seperti: penggunaan laju tetesan minyak dari tangki untuk menentukan jumlah kebocoran selama selang waktu

Yani Ramdani, 2013

Pembelajaran Dengan Scientific Debate Untuk Meningkatkan Kemampuan Komunikasi, Penalaran, Dan Koneksi Matematis Mahasiswa Dalam Konsep Integral

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

tertentu, penggunaan kecepatan pesawat ulang-alik *Endeavour* untuk menentukan ketinggian yang dicapai pada waktu tertentu, penggunaan pengetahuan tentang konsumsi energi untuk menentukan energi yang digunakan di suatu tempat pada suatu hari. Selain itu, dalam beberapa bidang, integral juga digunakan untuk memecahkan persoalan yang berkaitan dengan volume, panjang kurva, perkiraan populasi, keluaran kardiak, gaya pada bendungan, usaha, surplus konsumen, bisbol, dan lain-lain.

Berdasarkan peta konsep integral, integral tak tentu diperoleh dari konsep turunan. Turunan digunakan untuk mendefinisikan konsep anti turunan yang menghasilkan sifat-sifat aljabar integral dan dengan teorema dasar kalkulus digunakan untuk mendefinisikan integral tentu dan memunculkan sifat-sifat aljabar integral tentu. Dari integral tentu dapat digunakan untuk mendefinisikan dan menghitung panjang, luas, volume yang memuat juga konsep volume benda putar, usaha/kerja, momen, dan pusat masa. Untuk menyelesaikan persoalan pada konsep integral tentu maka muncul teknik pengintegralan yang bersifat integral parsial dan dengan menggunakan aturan rantai maka muncul aturan substitusi yang mencakup juga substitusi trigonometri.

Di Perancis, konsep integral diperkenalkan pada siswa *secondary education* (17 - 18) tahun, yang disajikan dalam bentuk definisi secara tradisional dalam bentuk fungsi primitif. Pada tahun 1972, diperkenalkan integral kalkulus yang meliputi: definisi jumlah Riemann untuk fungsi numerik dari variabel real pada interval terbatas; teorema terintegrabel dari fungsi kontinu dan fungsi monoton. Setelah reformasi tahun 1982, kembali lagi melihat integral sebagai fungsi primitif dan sebagai daerah yang berada dibawah fungsi positif, serta memperkenalkan contoh pendekatan nilai integral dengan berbagai metode secara numerik.

Yani Ramdani, 2013

Pembelajaran Dengan Scientific Debate Untuk Meningkatkan Kemampuan Komunikasi, Penalaran, Dan Koneksi Matematis Mahasiswa Dalam Konsep Integral
Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Di Indonesia, konsep integral diberikan pada siswa-siswa Sekolah Menengah Atas (SMA) yang meliputi: (1) pengertian integral; (2) integral tak tentu; (3) integral tertentu; (4) menentukan luas daerah; dan (5) menentukan volume benda putar. Untuk tingkat Perguruan Tinggi, kalkulus integral merupakan bagian dari mata kuliah Kalkulus, materi yang diberikan meliputi: (1) integral tentu sebagai pengabstrakan berbagai permasalahan nyata; (2) definisi integral fungsi kontinu dengan aturan lima langkah dan interpretasi setiap langkah; (3) perumusan bentuk integral untuk berbagai situasi nyata; (4) aljabar integral: sifat kelinearan, integral pada suatu selang dan integral pada sub selangnya; (5) pengertian fungsi primitif dan sifatnya. Integral suatu fungsi sebagai fungsi batas atasnya, teorema dasar I dan II dalam kalkulus, primitif suatu fungsi sebagai integral tak tentu, primitif dan integral tentu fungsi-fungsi sederhana; (6) sifat kelinearan integral tak tentu, pengintegralan parsial, metode substitusi sederhana; serta (7) teknik pengintegralan yang meliputi: metode substitusi, substitusi trigonometri, integral fungsi rasional dengan menguraikan atas fungsi rasional sederhana (*partial fraction*), integral fungsi trigonometri yang dijadikan integral fungsi rasional, pengintegralan parsial.

Kemampuan integral yang diujikan untuk tingkat SMU dan sederajat adalah: (1) menghitung integral tak tentu; (2) menghitung integral tertentu fungsi aljabar dan fungsi trigonometri; (3) menghitung luas daerah; dan (4) menghitung volume benda putar. Kemampuan yang diujikan tersebut, masih berkisar sekitar pemahaman konsep, dan termasuk dalam kategori tingkat rendah dalam tingkat berfikir matematis tingkat tinggi. Hal ini dicirikan dengan soal yang berbentuk: mengingat, menerapkan rumus secara rutin, menghitung secara sederhana, serta menerapkan rumus atau konsep

dalam kasus sederhana atau dalam kasus serupa. Menurut Polya kemampuan yang diujikan ini termasuk pada: (1) pemahaman mekanikal yang dicirikan oleh mengingat dan menerapkan rumus secara rutin dan menghitung secara sederhana dan (2) pemahaman induktif, yaitu menerapkan rumus atau konsep dalam kasus sederhana atau dalam kasus serupa. Kemampuan ini tergolong pada kemampuan tingkat rendah. Padahal standar kompetensi lulusan (SKL) yang harus dicapai untuk konsep integral adalah memahami konsep integral dari fungsi aljabar dan fungsi trigonometri serta mampu menerapkannya dalam pemecahan masalah.

Walaupun kemampuan yang diujikan masih termasuk dalam kategori tingkat rendah dan belum sesuai dengan SKL, namun beberapa hasil penelitian membuktikan bahwa dalam tingkat rendah pun hasil belajar siswa untuk konsep integral ini masih termasuk dalam kategori rendah dibandingkan dengan materi matematika lainnya. Rendahnya kemampuan siswa dalam memahami konsep integral dikemukakan oleh Orton (1983) bahwa nilai rata-rata hasil evaluasi untuk materi integral memiliki nilai terendah, yaitu 1,895 untuk tingkat persekolahan dan 1,685 untuk tingkat perguruan tinggi pada skala 0 s.d 4, dibandingkan dengan materi dalam Kalkulus yang lainnya seperti: barisan, limit, dan turunan. Orton mengklasifikasi kesalahan siswa ke dalam tiga kategori yaitu: (1) *Structural errors*: muncul dari beberapa kesalahan dalam melihat hubungan-hubungan yang terlibat dalam masalah atau pada grafik beberapa prinsip-prinsip yang penting untuk menyelesaikan masalah. (2) *Arbitrary errors*: kesalahan tidak sesuai aturan atau muncul secara kebetulan dan kesalahan pada mengambil perhitungan dari pembatas. (3) *Executive errors*: melibatkan kesalahan-kesalahan melakukan manipulasi meskipun prinsip-prinsip yang dilibatkan telah dapat

dipahami. Selain itu, kesulitan lain yang muncul melibatkan kesulitan tentang penggunaan penyajian grafik yang relevan. Siswa biasanya dapat menghitung integral dari fungsi polinomial secara benar dan berhasil untuk soal-soal yang berbentuk tentukanlah atau hitunglah, tetapi untuk soal yang berupa aplikasi atau terapan pada umumnya mereka kesulitan dalam membentuk model matematikanya. Serta sangat minimnya siswa dalam memahami simbol yang digunakan.

Sabella dan Redish (2011) menyatakan bahwa kebanyakan mahasiswa di perguruan tinggi pada kelas konvensional memiliki pemahaman yang dangkal dan tidak lengkap tentang konsep dasar dalam kalkulus. Romberg and Tufte (1987) menyatakan bahwa para mahasiswa memandang matematika sebagai kumpulan dari konsep dan teknis yang statis untuk diselesaikan tahap demi tahap. Dalam pembelajaran matematika, mahasiswa hanya diminta untuk menyelesaikan, menggambarkan dalam bentuk grafik, menemukan, mengevaluasi, menentukan, dan menghitung dalam suatu model yang sudah jelas. Mereka jarang ditantang untuk menyelesaikan masalah-masalah matematika tingkat tinggi (Ferrini-Mundy 627).

Hasil uji coba UN 2010 yang diberikan kepada 879 siswa SMA di kota Bandung menunjukkan bahwa siswa yang mampu menjawab benar untuk konsep integral hanya 30,22%. Kondisi ini tentu saja belum mencapai ketuntasan secara kelompok, artinya suatu pembelajaran dikatakan berhasil bila ketuntasan belajar siswa secara kelompok mencapai 65%. Sedangkan hasil uji coba UN 2011 yang diikuti oleh 1578 siswa di kota Bandung, juga menunjukkan kemampuan siswa yang masih rendah dalam konsep integral yaitu hanya 6,7% siswa yang mampu menjawab benar dibandingkan dengan konsep kalkulus lainnya seperti limit 42,3% dan turunan 11,5%.

Yani Ramdani, 2013

Pembelajaran Dengan Scientific Debate Untuk Meningkatkan Kemampuan Komunikasi, Penalaran, Dan Koneksi Matematis Mahasiswa Dalam Konsep Integral
Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Hal ini merupakan masalah yang cukup serius tentang pemahaman siswa SMA untuk konsep integral. Kelemahan ini dapat dipandang dari berbagai aspek seperti: siswa, guru, materi, dan pendukung lainnya.

Mempelajari kecenderungan pembelajaran matematika saat ini, penerapan keempat pilar UNESCO, serta pentingnya penguasaan kompetensi matematika untuk kehidupan peserta didik, tentu saja kondisi di atas sangat memprihatinkan khususnya bagi siswa yang melanjutkan pendidikannya pada jurusan matematika. Ketidaktuntasan siswa dalam materi integral tersebut tentu saja akan berdampak pada perkuliahan Kalkulus. Padahal Kalkulus ini sangat terkait dengan mata kuliah lainnya dan merupakan pondasi untuk mempelajari mata kuliah selanjutnya seperti: Persamaan Differensial, Analisis Real, Aljabar, Statistika Matematika, juga untuk mata kuliah lain yang bersifat aplikasi seperti Fisika dan Kimia. Adapun tujuan yang ingin dicapai oleh mata kuliah Kalkulus adalah:

1. Pemahaman konsep dengan baik dan benar, meliputi: kemampuan mengungkapkan konsep dengan benar dengan kata-kata sendiri, mampu mengidentifikasi penerapan konsep yang benar dan yang salah, serta mampu menginterpretasikan konsep dalam berbagai situasi sehingga mampu menggunakannya dengan baik dan benar.
2. Penguasaan keterampilan teknis, yaitu kemampuan dalam berbagai manipulasi matematika yang tepat.
3. Terbiasa berfikir logis (*logical reasoning*), meliputi: mampu dan terbiasa memberikan alasan yang logis atas segala tindakan atau langkah yang

dilakukan serta mampu dan terbiasa mempertanyakan sesuatu yang baru dan berusaha mencari jawabannya dengan mengemukakan alasan yang logis.

Berdasarkan sasaran yang ingin dicapai tersebut, nampak bahwa kemampuan mahasiswa untuk materi kalkulus ini harus sampai pada kemampuan berfikir tingkat tinggi yang meliputi kemampuan pemahaman, pemecahan masalah, komunikasi, penalaran, dan koneksi matematis. Tetapi proses pembelajaran Kalkulus masih disajikan dalam bentuk konsep-konsep dasar, penjelasan konsep melalui contoh, dan latihan penyelesaian soal. Proses pembelajaran tersebut pada umumnya dilaksanakan sejalan dengan pola sajian seperti yang tersedia dalam buku rujukan. Proses pembelajaran seperti ini lebih cenderung mendorong proses berfikir reproduktif sebagai akibat dari proses penalaran yang dikembangkan lebih bersifat imitatif. Situasi seperti ini kurang memberikan ruang untuk meningkatkan kemampuan berfikir tingkat tinggi serta berfikir kritis dan kreatif bagi mahasiswa, karena mahasiswa cenderung untuk menyelesaikan masalah integral dengan melihat contoh yang sudah ada, sehingga ketika diberikan soal non rutin, mahasiswa kesulitan.

Pengembangan kemampuan berfikir matematika tingkat tinggi ini sangat penting bagi mahasiswa karena dalam semua disiplin ilmu dan dalam dunia kerja mensyaratkan seseorang untuk mampu: (1) Mengekspresikan gagasan melalui bicara, menulis, mendemonstrasikan, dan menggambarkan secara visual dalam berbagai penyajian yang berbeda; (2) Memahami, menginterpretasikan, dan mengevaluasi gagasan yang disajikan secara lisan, dalam bentuk tulisan, atau dalam bentuk visual; (3) Mengkonstruksi, menginterpretasi, dan menghubungkan representasi yang berbeda tentang gagasan dan hubungannya; (4) Membuat penyelidikan-penyelidikan dan

dugaan, memformulasikan pertanyaan, dan menarik kesimpulan serta mengevaluasi informasi; dan (5) Menghasilkan dan menyajikan argumentasi-argumentasi yang meyakinkan (*Secretary's Commission on Achieving Necessary Skills*, 1991).

Kemampuan-kemampuan di atas erat kaitannya dengan kemampuan komunikasi, penalaran, dan koneksi matematis. Dengan demikian, kemampuan mahasiswa dalam berkomunikasi, bernalar, dan kemampuan melakukan koneksi merupakan kompetensi yang harus dimiliki oleh setiap mahasiswa.

Dalam pendidikan matematika, kemampuan berkomunikasi, bernalar, dan melakukan koneksi merupakan kemampuan tingkat tinggi yang harus dimiliki oleh mahasiswa untuk menyelesaikan masalah matematika dan masalah kehidupannya yang dapat dialihgunakan pada setiap keadaan, seperti berfikir kritis, logis dan sistematis. Hal ini sesuai dengan karakteristik matematika sebagai ilmu yang bernilai guna yang tercermin dalam peran matematika sebagai bahasa simbolik serta alat komunikasi yang tangguh, singkat, padat, cermat, tepat, dan tidak memiliki makna ganda (Wahyudin, 2003). Pernyataan tersebut menunjukkan bahwa matematika mempunyai peranan yang sangat penting bagi pengembangan pola berfikir mahasiswa baik sebagai representasi pemahaman terhadap konsep matematika, alat komunikasi, maupun sebagai alat yang melayani bidang ilmu lainnya.

Melalui kemampuan komunikasi matematis, mahasiswa dapat saling bertukar pengetahuan dan mengklarifikasi pemahamannya. Proses komunikasi tersebut membantu mahasiswa membangun makna dan kelengkapan gagasan serta menghindari miskonsepsi. Aspek komunikasi juga membantu mahasiswa untuk dapat mengkomunikasikan gagasannya baik secara lisan maupun tertulis. Ketika seorang

mahasiswa ditantang dan diminta berargumentasi untuk mengkomunikasikan hasil pemikiran mereka kepada orang lain baik secara lisan maupun tertulis, maka mahasiswa belajar untuk menjelaskan dan meyakinkan orang lain, mendengarkan gagasan atau penjelasan orang lain, dan memberikan kesempatan kepada dirinya untuk mengembangkan pengalamannya.

Komunikasi matematis bisa terjadi dua arah di mana gagasan matematika dieksplorasi dari berbagai sudut pandang untuk membantu mahasiswa mempertajam pemikiran dan membuat hubungan-hubungan (koneksi) serta menilai kebenaran penyelesaian suatu masalah. Kondisi ini akan membantu mahasiswa mengembangkan bahasa untuk mengemukakan gagasan matematika dan apresiasi akan kebutuhan berbahasa secara tepat.

Selain kemampuan komunikasi, kemampuan lain yang harus dikembangkan adalah kemampuan bernalar. Kemampuan bernalar seseorang dapat terlihat dari kemampuannya mengatasi berbagai persoalan hidup. Seseorang dengan kemampuan bernalar tinggi akan selalu mampu dengan cepat mengambil keputusan dalam menyelesaikan berbagai persoalan dalam kehidupannya. Kemampuan ini didukung oleh kekuatan daya nalarnya sehingga mampu menghubungkan fakta dan bukti untuk sampai pada suatu kesimpulan yang tepat. Dengan demikian, pengembangan kemampuan bernalar menjadi esensial bagi setiap mahasiswa, sebagai bekal agar mampu melakukan analisis sebelum membuat keputusan dan mampu membuat argumen untuk mempertahankan pendapat.

Dalam matematika, penalaran diistilahkan sebagai penalaran matematis yang berarti kemampuan seseorang untuk berpikir secara logis dan sistematis. Kemampuan

penalaran matematis tidak hanya diperlukan untuk menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan bidang matematika, tetapi juga diperlukan dalam menyelesaikan persoalan yang dihadapi dalam kehidupan. Penalaran matematis diperlukan seseorang ketika dihadapkan pada persoalan, di mana kita harus mengevaluasi argumen dan menyeleksi beberapa solusi fisibel. Kondisi ini mengisyaratkan bahwa ketika seseorang dihadapkan pada sejumlah pernyataan atau argumen yang berkaitan dengan persoalan yang dihadapinya, kemampuan penalaran matematis diperlukan untuk membuat pertimbangan atau mengevaluasi pernyataan tersebut sebelum membuat keputusan. Dengan demikian, kemampuan matematis yang dimiliki seseorang tidak hanya digunakan untuk tujuan perhitungan tetapi juga untuk memberikan argumentasi atau mengklaim penyajian yang memerlukan kelogisan untuk meyakinkan bahwa cara berfikir yang dilakukan adalah benar.

Kemampuan lain yang juga penting untuk dikembangkan bagi mahasiswa adalah kemampuan untuk melakukan koneksi matematis. Kemampuan koneksi ini akan nampak pula pada kemampuan mahasiswa dalam melakukan komunikasi dan penalaran. Kemampuan koneksi matematis (*mathematical connection*) erat kaitannya dengan pemahaman relasional. Pemahaman relasional menuntut seseorang untuk dapat memahami lebih dari satu konsep dan melihat hubungan antara konsep-konsep tersebut serta mampu merelasikannya. Sedangkan kemampuan koneksi matematis adalah kemampuan seseorang untuk menghubungkan berbagai macam gagasan-gagasan atau ide-ide matematis yang ada pada dirinya baik dalam bidang matematika maupun dalam bidang lain serta dunia nyata. Dengan demikian, agar kemampuan pemahaman matematis bisa berkembang secara optimal, maka kemampuan koneksi

matematis juga harus dikembangkan. Hal ini didasarkan pada kenyataan bahwa dengan meningkatnya kemampuan koneksi matematis untuk menghubungkan antar konsep dan ide-ide matematika maka kemampuan pemahaman relasional siswa tersebut akan ikut bertambah.

Kemampuan matematika yang dikembangkan di atas, sesuai dengan kompetensi matematika yang dikemukakan oleh Niss (dalam Kusumah, 2012:3) yaitu: (1) Berfikir dan bernalar secara matematis (*mathematical thinking and reasoning*); (2) Berargumentasi secara matematis (*mathematical argumentation*); (3) Komunikasi matematis (*mathematical communication*); (4) Pemodelan (*modeling*); (5) *Problem posing* dan *problem solving*; (6) Penyajian (*representation*); (7) simbol; dan (8) Alat dan teknologi (*tool and technology*). NCTM (2000) telah mengidentifikasi bahwa, kemampuan komunikasi, penalaran (*reasoning*), dan *problem solving* merupakan proses yang penting dalam pembelajaran matematika dalam upaya menyelesaikan masalah-masalah matematika. Kemampuan-kemampuan yang dimiliki mahasiswa tersebut selanjutnya akan bermuara pada kemampuannya memecahkan masalah kehidupan yang dihadapinya.

Kemampuan komunikasi, penalaran, dan koneksi matematis ini, hanya dapat dicapai melalui pembelajaran yang dapat meningkatkan kemampuan-kemampuan khususnya dalam domain kognitif di samping kemampuan afektif dan psikomotor. Penelitian Suryadi (2005) tentang pengembangan berfikir tingkat tinggi melalui pendekatan tidak langsung, terdapat dua hal mendasar yang perlu mendapat pengkajian serta penelitian lebih lanjut dan mendalam yaitu hubungan siswa-materi dan hubungan siswa-guru. Dalam penelitian tersebut ditemukan bahwa untuk

mendorong terjadinya suatu aksi mental, proses pembelajaran harus diawali oleh sajian masalah yang memuat tantangan bagi mahasiswa untuk berfikir. Selain itu proses pembelajaran, juga harus dapat memfasilitasi mahasiswa untuk mengkonstruksi pengetahuan atau konsep secara mandiri sehingga mahasiswa akan mampu menemukan kembali pengetahuan (*reinvention*).

Salah satu model pembelajaran yang dapat memenuhi tuntutan di atas adalah model pembelajaran *scientific debate* (debat ilmiah). Hal ini didukung oleh hasil penelitian Legrand *et al.* (1986), yang mengungkapkan bahwa pengaruh dari penerapan pembelajaran *scientific debate* dalam pembelajaran dapat memperbaiki pemahaman mahasiswa dalam konsep integral pada saat ujian akhir. Hasil penelitian lain, ditunjukkan oleh Alibert *et al.* (1987) bahwa penerapan *scientific debate* dalam pembelajaran adalah mayoritas mahasiswa mencapai tingkat ketuntasan dalam memahami konsep integral, selain itu mahasiswa dapat mengetahui bagaimana mengeksplorasi pengetahuan mereka di mana penyelesaian secara algoritma tidak diterapkan.

Model pembelajaran *scientific debate* mampu menciptakan nuansa interaktivitas yang diharapkan dapat memunculkan *collaborative learning*, sehingga peranan dosen dalam kelas tidak lagi dominan tetapi berfungsi sebagai fasilitator yang akan berperan untuk mengarahkan dan membantu mahasiswa. Model pembelajaran *scientific debate* ini berbasis teori belajar konstruktivisme. Dalam implementasi pembelajarannya dicirikan antara lain: menganut model pembelajaran berbasis masalah, berorientasi pada mahasiswa, dosen lebih berperan sebagai fasilitator, menganut sistem asesmen yang bersifat menyatu dengan proses pembelajaran

(*authentic assessment*), serta mahasiswa dan dosen secara bersama-sama membentuk suatu *learning community*.

Dalam penerapan model pembelajaran *scientific debate*, mahasiswa dilatih untuk mengkomunikasikan pengetahuannya melalui debat, dan mahasiswa harus mampu mempertahankan argumen yang dimilikinya sesuai dengan kebenaran dalam konsep matematika. Kemampuan untuk berargumentasi ini akan memacu mengembangkan kemampuan penalaran dan koneksi matematisnya, karena dengan sendirinya mahasiswa harus mampu berfikir logis dan sistematis, serta mampu mengaitkan berbagai konsep untuk mempertahankan argumentasinya. Hal ini sesuai dengan teori konstruktivisme yang menyatakan bahwa pengetahuan diperoleh mahasiswa, dimana mahasiswa mengkonstruksi pengetahuan sendiri melalui interaksi, konflik, dan *re-equilibration* yang melibatkan pengetahuan matematika, mahasiswa lain, dan berbagai persoalan. Interaksi diatur oleh dosen untuk mengambil pilihan-pilihan persoalan yang mendasar. Teori belajar yang mendukung agar mahasiswa mampu mengkonstruksi sendiri konsep atau pengetahuannya, menemukan kembali (*reinvention*) dengan cara diskusi, berdebat, dan berbagi ide dengan temannya baik pada kelompok kecil maupun dalam seluruh kelas dengan bimbingan dosen, mengaitkan materi yang sedang dipelajari dengan pengetahuan yang telah ada pada mahasiswa adalah teori belajar dari Piaget, Vygostky, Bruner, Ausubel, dan Dubinsky.

Untuk menunjang keberhasilan penerapan model pembelajaran *scientific debate* dalam upaya meningkatkan kemampuan komunikasi, penalaran, dan koneksi matematis mahasiswa, maka diperlukan suatu bahan ajar dan rencana pembelajaran yang sesuai. Oleh karena itu, dalam tahapan mendesain dan mengembangkan bahan

ajar serta rencana pembelajaran diperlukan penekanan-penekanan pada mempertimbangkan materi matematika yang lebih bersifat pemecahan masalah, menyadari adanya *learning obstacles* (hambatan pembelajaran), model pembelajaran dengan *scientific debate*.

Berdasarkan kondisi di atas, peneliti tertarik untuk mengkaji dan menganalisis penerapan model pembelajaran *scientific debate* serta mengklasifikasi kesulitan-kesulitan mahasiswa dalam mempelajari konsep integral dalam upaya meningkatkan kemampuan komunikasi, penalaran, dan koneksi matematis. Adapun judul penelitian yang dilakukan adalah: “Pembelajaran dengan *Scientific Debate* untuk Meningkatkan Kemampuan Komunikasi, Penalaran, dan Koneksi Matematis Mahasiswa dalam Konsep Integral.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, peneliti dapat merformulasikan rumusan masalah penelitian sebagai berikut:

1. Apakah terdapat perbedaan peningkatan kemampuan komunikasi, penalaran, dan koneksi matematis antara mahasiswa yang pembelajaran matematikanya dengan model pembelajaran *Scientific Debate* dengan mahasiswa yang pembelajaran matematikanya dengan model pembelajaran konvensional?
2. Apakah terdapat perbedaan peningkatan kemampuan komunikasi dan koneksi matematis menurut interaksi antara mahasiswa yang pembelajaran matematikanya dengan model pembelajaran *Scientific Debate* dengan

mahasiswa yang pembelajaran matematikanya dengan model pembelajaran konvensional ditinjau dari pengetahuan awal matematika (PAM) mahasiswa?

3. Apakah terdapat perbedaan peningkatan kemampuan penalaran matematis antara mahasiswa yang pembelajaran matematikanya dengan model pembelajaran *Scientific Debate* dengan mahasiswa yang pembelajaran matematikanya dengan model pembelajaran konvensional ditinjau dari pengetahuan awal matematika (PAM) mahasiswa?
4. Apakah terdapat perbedaan peningkatan kemampuan komunikasi, penalaran, dan koneksi matematis antara mahasiswa yang pembelajaran matematikanya dengan model pembelajaran *Scientific Debate* dengan mahasiswa yang pembelajaran matematikanya dengan model pembelajaran konvensional ditinjau dari latar belakang pendidikan mahasiswa?
5. Bagaimana strategi penyelesaian mahasiswa terhadap permasalahan-permasalahan yang diberikan terkait dengan materi integral baik mahasiswa dengan model pembelajaran *Scientific Debate* maupun mahasiswa yang pembelajaran matematikanya dengan model pembelajaran konvensional?
6. Kesalahan, kekeliruan, atau kekurangan serta kesulitan apa yang dialami mahasiswa ditinjau dari proses penyelesaian soal matematika?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan yang ingin dicapai adalah sebagai berikut:

Yani Ramdani, 2013

Pembelajaran Dengan Scientific Debate Untuk Meningkatkan Kemampuan Komunikasi, Penalaran, Dan Koneksi Matematis Mahasiswa Dalam Konsep Integral
Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

1. Menganalisis secara komprehensif perbedaan peningkatan kemampuan komunikasi, penalaran, dan koneksi matematis antara mahasiswa yang pembelajaran matematikanya dengan model pembelajaran *Scientific Debate* dengan mahasiswa yang pembelajaran matematikanya dengan model pembelajaran konvensional ditinjau dari keragaman serta sifat berfikir matematis mahasiswa.
2. Menganalisis perbedaan peningkatan kemampuan komunikasi dan koneksi matematis menurut interaksi antara mahasiswa yang pembelajaran matematikanya dengan model pembelajaran *Scientific Debate* dengan mahasiswa yang pembelajaran matematikanya dengan model pembelajaran konvensional ditinjau dari pengetahuan awal matematika (PAM) mahasiswa?
3. Menganalisis perbedaan peningkatan kemampuan penalaran matematis antara mahasiswa yang pembelajaran matematikanya dengan model pembelajaran *Scientific Debate* dengan mahasiswa yang pembelajaran matematikanya dengan model pembelajaran konvensional ditinjau dari pengetahuan awal matematika (PAM) mahasiswa?
4. Menganalisis perbedaan peningkatan kemampuan komunikasi, penalaran, dan koneksi matematis antara mahasiswa yang pembelajaran matematikanya dengan model pembelajaran *Scientific Debate* dengan mahasiswa yang pembelajaran matematikanya dengan model pembelajaran konvensional dilihat dari latar belakang pendidikan mahasiswa.
5. Menganalisis strategi penyelesaian mahasiswa terhadap permasalahan-permasalahan yang diberikan terkait dengan materi integral baik mahasiswa

dengan model pembelajaran *Scientific Debate* maupun mahasiswa yang pembelajaran matematikanya dengan model pembelajaran konvensional.

6. Mengidentifikasi dan mendeskripsikan secara komprehensif kesalahan, kekeliruan, atau kekurangan serta kesulitan yang dialami mahasiswa ditinjau dari proses penyelesaian soal matematika.

D. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari hasil penelitian ini adalah:

1. Dengan penerapan model pembelajaran *scientific debate*, mahasiswa akan terlatih untuk mengkomunikasikan pengetahuannya melalui debat, sehingga mahasiswa akan mampu mempertahankan argumen yang dimilikinya sesuai dengan kebenaran dalam konsep matematika. Kemampuan untuk berargumentasi ini akan memacu mengembangkan kemampuan komunikasi, penalaran dan koneksi matematisnya, karena dengan sendirinya mahasiswa ditantang untuk mampu mengkomunikasikan pengetahuannya, berfikir logis dan sistematis, serta mampu mengaitkan berbagai konsep untuk mempertahankan argumentasinya.
2. Model pembelajaran *scientific debate* mampu menciptakan nuansa interaktivitas antara dosen dengan mahasiswa dan antara mahasiswa dengan mahasiswa, sehingga dapat memunculkan *collaborative learning*. Dalam kondisi ini dosen dapat pula memperoleh pengetahuan dari interaksi tersebut.
3. Bagi peneliti, dari hasil analisis terhadap perbedaan kemampuan serta kesulitan-kesulitan yang dihadapi mahasiswa dalam memahami konsep

integral diharapkan dapat mengantisipasinya melalui penerapan model pembelajaran *scientific debate* sehingga dapat menyusun dan mengembangkan bahan ajar serta buku ajar yang dapat digunakan sebagai acuan bagi para pengajar.

4. Pembuat kebijakan, agar lebih memahami bahwa model pembelajaran *scientific debate* dalam matematika merupakan model pembelajaran yang dapat meningkatkan aspek-aspek kognitif kemampuan matematis seperti pemahaman, pemecahan masalah, penalaran, komunikasi, dan koneksi matematis serta dapat meningkatkan aspek-aspek afektif ketika berkomunikasi dan berdebat dalam kelompok.

E. Definisi Operasional

Variabel-variabel dalam penelitian, didefinisikan sebagai berikut:

1. Kemampuan berfikir tingkat tinggi matematis adalah pemahaman matematis, problem solving matematis, komunikasi matematis, penalaran matematis, dan koneksi matematis. Adapun kemampuan berfikir tingkat tinggi matematis yang dikembangkan dalam penelitian disertasi ini meliputi: komunikasi matematis, penalaran matematis, dan koneksi matematis.
 - a. Komunikasi matematis adalah kemampuan untuk berkomunikasi yang meliputi kegiatan penggunaan keahlian menulis, menyimak, menelaah, menginterpretasikan, dan mengevaluasi ide, simbol, istilah, serta informasi matematika yang diamati melalui proses mendengar, mempresentasi, dan diskusi. Kemampuan komunikasi matematis yang dikembangkan meliputi:

(1) kemampuan merepresentasikan objek-objek nyata dalam gambar, diagram, atau model matematika; (2) kemampuan menjelaskan ide, situasi, dan relasi matematika secara tulisan dalam bentuk gambar, tabel, diagram, atau grafik; (3) kemampuan menyatakan peristiwa sehari-hari dalam bahasa atau simbol matematika; (4) kemampuan mengubah suatu bentuk representasi matematis ke bentuk representasi matematis lainnya.

- b. Penalaran diartikan sebagai proses berfikir sebagai upaya penjelasan dalam upaya memperlihatkan hubungan antara dua atau lebih berdasarkan sifat-sifat, atau hukum-hukum tertentu yang sudah terbukti kebenarannya melalui langkah-langkah tertentu dan berakhir dengan sebuah kesimpulan (Kusumah, 1986). Kemampuan penalaran matematis yang dikembangkan meliputi: (1) kemampuan memberikan penjelasan terhadap model, gambar, fakta, sifat, hubungan, atau pola yang ada; (2) kemampuan memperkirakan jawaban dan proses solusi, dan menggunakan pola dan hubungan untuk menganalisis situasi matematik, menarik analogi dan generalisasi; (3) kemampuan menyusun dan menguji konjektur, memberikan lawan contoh; (4) kemampuan mengikuti aturan inferensi. Menyusun argumen yang valid, memeriksa validitas argumen.
- c. Koneksi matematis adalah keterkaitan antara konsep matematika, matematika dengan ilmu lain, dan matematika dengan kehidupan sehari-hari. Kemampuan koneksi matematis yang dikembangkan meliputi: (1) kemampuan mencari dan memahami hubungan berbagai representasi konsep dan prosedur; (2) kemampuan menggunakan matematika dalam

bidang studi lain atau kehidupan sehari-hari; (3) kemampuan memahami representasi ekuivalen konsep atau prosedur yang sama; (4) kemampuan mencari koneksi satu prosedur ke prosedur lain dalam representasi yang ekuivalen; (5) kemampuan menggunakan koneksi antar topik matematika, dan antara topik matematika dengan topik lain.

2. Model pembelajaran *scientific debate* adalah model pembelajaran yang implementasinya menganut model pembelajaran berbasis masalah, berorientasi pada mahasiswa, guru lebih berperan sebagai fasilitator, menganut sistem asesmen yang bersifat menyatu dengan proses pembelajaran (*authentic assessment*), serta mahasiswa dan guru secara bersama-sama membentuk suatu *learning community*. Model pembelajaran *scientific debate* meliputi tiga tahap yaitu: (1) Guru memulai dan mengorganisir hasil-hasil pernyataan siswa. Hasil-hasil ini ditulis pada papan tulis tanpa mengevaluasi kebenaran pernyataan tersebut; (2) Pernyataan diberikan kembali pada siswa untuk mempertimbangkan dan mendiskusikannya. Kemudian siswa memberikan kembali kepada guru setelah mereka mendiskusikannya, di mana setiap persoalan telah didukung oleh beberapa cara, diberikan argumentasinya, dibuktikan, pembuktian bahwa sesuatu tidak benar, dengan *counter-examples*, dan lain-lain; (3) Pernyataan dibenarkan dengan menunjukkan teorema-teorema atau aturan yang berlaku, sedangkan beberapa yang dibangun sebagai pernyataan yang tidak benar disajikan sebagai “pernyataan yang salah”, dengan sebuah yang berhubungan dengan *counter-examples*.

3. Pengetahuan awal matematika adalah pengetahuan yang dimiliki mahasiswa sebelum pembelajaran berlangsung, pengetahuan ini diukur melalui hasil akhir mata kuliah Kalkulus 1.

