

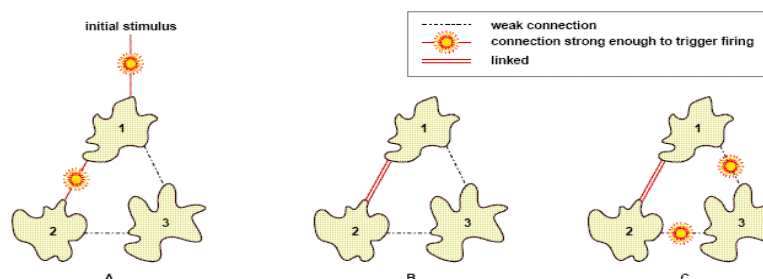
MODEL ANTISIPASI DAN SITUASI DIDAKTIS DALAM PEMBELAJARAN MATEMATIKA KOMBINATORIK BERBASIS PENDEKATAN TIDAK LANGSUNG

Didi Suryadi, Kartika Yulianti, Enjun Junaeti
Jurusan Pendidikan Matematika FPMIPA UPI

A. Latar Belakang

Berdasarkan hasil penelitian Suryadi (2005) tentang pengembangan berpikir matematis tingkat tinggi melalui pendekatan tidak langsung, terdapat dua hal mendasar yang perlu pengkajian serta penelitian lebih lanjut dan mendalam yaitu hubungan siswa-materi dan hubungan guru-siswa. Dalam penelitian tersebut ditemukan bahwa untuk mendorong terjadinya suatu aksi mental, proses pembelajaran harus diawali sajian masalah yang memuat tantangan bagi siswa untuk berpikir. Masalah tersebut dapat berkaitan dengan penemuan konsep, prosedur, strategi penyelesaian masalah, atau aturan-aturan dalam matematika. Jika aksi mental yang diharapkan tidak terjadi, yakni ditandai oleh ketidakmampuan siswa menjelaskan keterkaitan antar obyek mental yang berhubungan dengan masalah yang dihadapi, maka guru dapat melakukan intervensi tidak langsung melalui penerapan teknik *scaffolding* (tindakan didaktis) serta dorongan untuk terjadinya interaksi antar siswa (tindakan pedagogis).

Proses terbentuknya pengetahuan baru (khususnya dalam matematika) diyakini sebagai hasil dari suatu rangkaian proses yang diperkenalkan Dubinsky sebagai *Action-Process-Object-Schema (APOS)*. *Object* yang telah tersimpan dalam memori seseorang sebagai pengetahuan akan diproses manakala terjadi *action* yang diakibatkan adanya stimulus tertentu. Proses ini dijelaskan oleh Tall (1999) melalui diagram seperti di bawah ini (*Gambar 1*).



Gambar 1. Kerangka Keraja Teori APOS

APOS adalah sebuah teori konstruktivis tentang bagaimana seseorang belajar suatu konsep matematika. Teori tersebut pada dasarnya berlandaskan pada hipotesis tentang hakekat pengetahuan matematis (*mathematical knowledge*) dan bagaimana pengetahuan tersebut berkembang. Pandangan teoritik tersebut dikemukakan oleh Dubinsky (2001) yang menyatakan bahwa pengetahuan matematis seseorang pada hakekatnya merupakan kecenderungan yang dimilikinya untuk merespon situasi masalah matematis yang dihadapi melalui refleksi atas masalah serta solusinya dalam suatu konteks sosial. Refleksi tersebut dilakukan melalui konstruksi aksi, proses, dan obyek matematis serta mengorganisasikan hal tersebut dalam skema yang dapat digunakan dalam kaitannya dengan situasi masalah yang dihadapi.

Istilah-istilah aksi (*action*), proses (*process*), obyek (*object*), dan skema (*Schema*) pada hakekatnya merupakan suatu konstruksi mental seseorang dalam upaya memahami sebuah ide matematik. Menurut teori tersebut, manakala seseorang berusaha memahami suatu ide matematik maka prosesnya akan dimulai dari suatu aksi mental terhadap ide matematik tersebut, dan pada akhirnya akan sampai pada konstruksi suatu skema tentang konsep matematik tertentu yang tercakup dalam masalah yang diberikan.

Aksi adalah suatu transformasi obyek-obyek mental untuk memperoleh obyek mental lainnya. Hal tersebut dialami oleh seseorang pada saat menghadapi suatu permasalahan serta berusaha menghubungkannya dengan pengetahuan yang telah dimiliki sebelumnya. Seseorang

dikatakan mengalami suatu aksi, apabila orang tersebut memfokuskan proses mentalnya pada upaya untuk memahami suatu konsep yang diberikan. Seseorang yang memiliki pemahaman lebih mendalam tentang suatu konsep, mungkin akan melakukan aksi yang lebih baik atau bisa juga terjadi bahwa fokus perhatiannya keluar dari konsep yang diberikan sehingga aksi yang diharapkan tidak terjadi.

Ketika suatu aksi diulangi, dan kemudian terjadi refleksi atas aksi yang dilakukan, maka selanjutnya akan masuk ke dalam fase **proses**. Berbeda dengan aksi, yang mungkin terjadi melalui bantuan manipulasi benda atau sesuatu yang bersifat kongkrit, *proses* terjadi secara internal di bawah kontrol individu yang melakukannya. Seseorang dikatakan mengalami suatu proses tentang sebuah konsep yang tercakup dalam masalah yang dihadapi, apabila berpikrinya terbatas pada ide matematik yang dihadapi serta ditandai dengan munculnya kemampuan untuk membicarakan (*to describe*) atau melakukan refleksi atas ide matematik tersebut. Proses-proses baru dapat dikonstruksi dari proses lainnya melalui suatu koordinasi serta pengaitan antar proses.

Jika seseorang melakukan refleksi atas operasi yang digunakan dalam proses tertentu, menjadi sadar tentang proses tersebut sebagai suatu totalitas, menyadari bahwa transformasi-transformasi tertentu dapat berlaku pada proses tersebut, serta mampu untuk melakukan transformasi yang dimaksud, maka dapat dinyatakan bahwa individu tersebut telah melakukan konstruksi proses menjadi sebuah **obyek** kognitif. Dalam hal ini dapat dinyatakan bahwa proses-proses yang dilakukan telah terangkum (*encapsulated*) menjadi sebuah obyek kognitif. Seseorang dapat dikatakan telah memiliki sebuah **konsepsi obyek** dari suatu konsep matematik manakala dia telah mampu memperlakukan ide atau konsep tersebut sebagai sebuah obyek kognitif yang mencakup kemampuan untuk melakukan aksi atas obyek tersebut serta memberikan alasan atau penjelasan tentang sifat-sifatnya. Selain itu, individu tersebut juga telah mampu melakukan penguraian kembali (*de-encapsulate*) suatu obyek menjadi proses sebagaimana asalnya pada saat sifat-sifat dari obyek yang dimaksud akan digunakan.

Sebuah **skema** dari suatu materi matematik tertentu adalah suatu koleksi aksi, proses, obyek, dan skema lainnya yang saling terhubung sehingga membentuk suatu kerangka kerja saling terkait di dalam pikiran atau otak seseorang.

Untuk mendapatkan gambaran lebih jelas tentang penjelasan teori APOS di atas, berikut kita pandang sebuah konsep fungsi sebagai contoh. Seseorang yang belum mampu menginterpretasikan suatu situasi sebagai sebuah fungsi kecuali memiliki sebuah formula tunggal serta mampu menentukan nilai fungsi tersebut, dapat dinyatakan telah memiliki kemampuan untuk melakukan aksi atas fungsi tersebut. Dengan kata lain, individu tersebut telah memiliki suatu konsepsi aksi dari sebuah fungsi. Seseorang yang telah memiliki konsepsi proses tentang sebuah fungsi, berarti telah mampu berpikir tentang masukan yang bisa diterima, memanipulasi masukan tersebut dengan cara-cara tertentu, serta mampu menghasilkan keluaran yang sesuai. Selain itu, pemilikan konsepsi proses juga bisa meliputi kemampuan untuk menentukan balikan atau komposisi fungsi-fungsi yang diberikan. Indikator bahwa seseorang telah memiliki konsepsi obyek suatu fungsi adalah telah mampu membentuk sekumpulan fungsi serta mampu melakukan operasi-operasi pada fungsi-fungsi tersebut. Sementara indikator bahwa seseorang telah memiliki suatu skema tentang konsep fungsi, adalah mencakup kemampuan untuk mengkonstruksi contoh-contoh fungsi sesuai dengan persyaratan yang diberikan.

Kalau proses pembentukan schema disepakati seperti uraian di atas, maka langkah selanjutnya adalah bagaimana proses pembelajaran berpikir matematik harus dilakukan sehingga diperoleh hasil yang lebih optimal. Salah satu landasan yang dapat digunakan untuk mencapai tujuan tersebut antara lain adalah teori *Zone of Proximal Development (ZPD)* dari Vygotsky. Menurut Vygotsky, belajar dapat membangkitkan berbagai proses mental tersimpan yang hanya bisa dioperasikan manakala seseorang berinteraksi dengan orang dewasa atau berkolaborasi dengan sesama teman. Pengembangan kemampuan yang diperoleh melalui proses belajar sendiri (tanpa bantuan orang lain) pada saat melakukan pemecahan masalah disebut sebagai *actual development*, sedangkan perkembangan yang terjadi sebagai akibat adanya interaksi dengan guru atau siswa lain yang mempunyai kemampuan lebih tinggi disebut *potential development*. *Zone of proximal development* selanjutnya diartikan sebagai jarak antara *actual development* dan *potential development*.

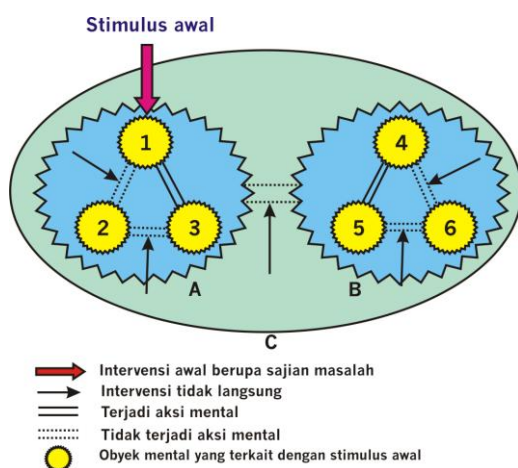
Vygotsky (1978) selanjutnya menjelaskan bahwa proses belajar terjadi pada dua tahap: tahap pertama terjadi pada saat berkolaborasi dengan orang lain, dan tahap berikutnya dilakukan

secara individual yang di dalamnya terjadi proses internalisasi. Selama proses interaksi terjadi baik antara guru-siswa maupun antar siswa, kemampuan berikut ini perlu dikembangkan: saling menghargai, menguji kebenaran pernyataan pihak lain, bernegosiasi, dan saling mengadopsi pendapat yang berkembang.

Melalui interaksi antar siswa, diharapkan terjadi pertukaran pengalaman belajar berbeda sehingga aksi mental dapat terus berlanjut sesuai dengan yang diharapkan. Sementara itu, teknik *scaffolding* dapat digunakan selain untuk mengarahkan proses berpikir, juga untuk memberikan tantangan lanjutan sehingga aksi mental yang diharapkan dapat terjadi dengan baik. Aktivitas seperti ini dapat terus berlanjut sampai siswa memiliki kemampuan untuk melakukan refleksi atas aksi-aksi mental yang dilakukan. Hal tersebut antara lain dapat dilihat dari kemampuan siswa membicarakan atau menjelaskan hasil dari aksi mental yang telah dilakukan terhadap sejumlah obyek kognitif terkait. Kemampuan siswa untuk melakukan refleksi atas aksi-aksi mental yang telah dilakukannya dalam teori *Action-Process-Object-Schema (APOS)* sudah masuk ke dalam tahapan *proses*.

Sebagaimana halnya dalam mendorong aksi-aksi mental sehingga terjadi proses, maka dalam pembentukan obyek-obyek mental baru yang dilakukan siswa, guru dapat melakukan intervensi secara tidak langsung dengan cara yang sama. Melalui intervensi tersebut, siswa diarahkan agar memiliki kemampuan untuk melakukan refleksi atas sejumlah *proses mental* yang telah dilakukan sehingga mereka mampu merangkumnya (*encapsulate*) menjadi suatu obyek mental baru. Hal tersebut antara lain dapat dilakukan dengan meminta siswa untuk menjelaskan kinerja mereka melalui diskusi kelas. Lebih dari itu, dengan cara yang sama, yakni melalui intervensi tidak langsung, siswa dapat didorong untuk memiliki kemampuan menguraikan kembali (*de-encapsulate*) suatu obyek mental baru menjadi bagian-bagiannya. Hal ini dapat diimplementasikan dalam bentuk sajian argumentasi tentang obyek mental yang baru terbentuk melalui tanya jawab dalam diskusi kelas yang dilakukan.

Berdasarkan model intervensi tidak langsung yang diterapkan pada kerangka kerja teori *APOS* seperti yang dikemukakan Tall (1999), selanjutnya Suryadi (250) mengembangkan model kerangka kerja baru yang merupakan integrasi dari model intervensi bersifat tidak langsung ke dalam kerangka kerja teori tersebut yaitu seperti Gambar 2. Pada gambar tersebut, stimulus awal yang disediakan berkaitan dengan obyek-obyek mental yang sudah dimiliki seseorang yakni obyek-obyek bernomor 1, 2, 3, 4, 5, dan 6. Obyek mental C terbentuk sebagai akibat terjadinya rangkaian aksi mental pada proses A yang dihubungkan dengan rangkaian aksi mental lainnya yaitu proses B.



Gambar 2. Model Intervensi pada Kerangka Kerja Teori *APOS*

Pada Gambar 2 tersebut, antara obyek 1 dan 2, 2 dan 3, 4 dan 6, 5 dan 6, serta antara proses A dan B, tidak terjadi aksi mental. Dengan demikian guru melakukan intervensi tidak langsung sampai terjadi aksi mental yang diinginkan. Rangkaian intervensi yang dilakukan secara berkelanjutan pada akhirnya akan menghasilkan obyek mental C yang diperoleh berdasarkan proses A dan B. Model pengembangan skema melalui intervensi tidak langsung pada kerangka kerja teori

APOS tersebut selanjutnya disebut sebagai model Pengembangan Skema (PS). Model ini kemudian diintegrasikan ke dalam kerangka kerja teori *Zone of Proximal Development (ZPD)* dari Vygotsky.

Dalam penelitian Suryadi (2005), proses pencapaian perkembangan aktual difasilitasi melalui sajian masalah bersifat tidak rutin. Melalui penerapan model PS, selanjutnya dapat terjadi rangkaian perkembangan aktual dan potensial berkelanjutan yang disebut sebagai *Model Pengembangan ZPD (MP-ZPD)*. Model Pengembangan ZPD yang merupakan integrasi model Pengembangan Skema melalui Intervensi Tidak Langsung ke dalam kerangka teori ZPD adalah teori pembelajaran matematika baru yang merupakan implikasi teoritik penting dari penelitian Suryadi (2005) tersebut.

Matakuliah Matematika Kombinatorik memiliki karakteristik yang cukup unik jika dilihat dari kajiannya yang lebih menonjolkan pemecahan masalah. Dengan demikian, substansi kajian yang lebih bersifat tidak rutin tersebut sangat memungkinkan untuk menciptakan situasi didaktis yang mengarah pada pengembangan skema dengan memanfaatkan pendekatan pembelajaran sebagaimana dijelaskan pada penelitian Suryadi (2005) tersebut. Penciptaan situasi didaktis tersebut antara lain bisa dilakukan melalui proses pembelajaran dengan pendekatan bersifat tidak langsung. Sebagai contoh, pada kajian kombinatorik berorientasi *counting process* dimungkinkan munculnya multi representasi dari konteks masalah yang sama atau sebaliknya suatu representasi terwujud dari konteks permasalahan berbeda-beda. Situasi variatif seperti ini berpotensi mendorong terjadinya proses diskusi yang didasarkan atas intervensi dosen bersifat tidak langsung misalnya melalui *questioning* atau teknik *scaffolding*. Hal menarik seperti ini tentu saja dapat membuka peluang untuk mengembangkan cara-cara pembelajaran baru khususnya terkait dengan pengembangan model antisipasi dan situasi didaktis yang kondusif mendorong kemandirian serta produktivitas berpikir tingkat tinggi mahasiswa. Dengan demikian, hal yang perlu dilakukan terkait permasalahan tersebut adalah kajian tentang model antisipasi dan situasi didaktis dalam perkuliahan matematika kombinatorik berbasis pendekatan tidak langsung.

B. Perumusan Masalah

Perkuliahan Matematika Kombinatorik biasanya dilakukan melalui sajian konsep-konsep dasar, penjelasan konsep melalui sajian contoh, serta latihan penyelesaian soal. Proses perkuliahan tersebut pada umumnya dilaksanakan sejalan dengan pola sajian sebagaimana yang tersedia pada buku rujukan utama. Proses perkuliahan seperti ini lebih cenderung mendorong proses berpikir reproduktif sebagai akibat dari proses penalaran yang dikembangkan lebih bersifat imitatif. Hal utama yang menjadi penyebab terjadinya proses tersebut adalah tidak tersedianya cukup ruang untuk berkembangnya proses berpikir kreatif pada proses belajar di kelas. Untuk mendorong proses berpikir kreatif tersebut, pada perkuliahan Matematika Kombinatorik yang diselenggarakan bagi para mahasiswa calon guru dikembangkan sebuah pendekatan tidak langsung yang diadaptasi dari hasil penelitian Suryadi (2005). Dengan menerapkan hasil penelitian tersebut, selanjutnya dilakukan pengkajian yang berfokus pada permasalahan lintasan belajar hipotetis serta situasi-situasi didaktis yang berkembang sebagai akibat diterapkannya pendekatan tidak langsung. Untuk lebih memperdalam proses kajian, cakupan materi yang menjadi perhatian utama dalam penelitian (kajian pembelajaran) ini adalah berkenaan dengan kajian kombinatorik *counting*. Dengan demikian, fokus kajiannya adalah sebagai berikut.

- 1) Lintasan belajar hipotetis yang dapat dikembangkan pada materi kombinatorik *counting*.
- 2) Strategi penyelesaian mahasiswa terhadap permasalahan-permasalahan yang diajukan terkait materi kombinatorik *counting*.
- 3) Kesulitan-kesulitan mahasiswa (*learning obstacles*) pada proses penyelesaian permasalahan yang diajukan terkait materi kombinatorik *counting*.
- 4) Dampak situasi didaktis berbasis pendekatan tidak langsung terhadap keragaman serta sifat berpikir matematis mahasiswa.
- 5) Model antisipasi dan situasi didaktis yang dapat dikembangkan berdasarkan hasil analisis respon mahasiswa serta kecenderungan pola pikir mereka.

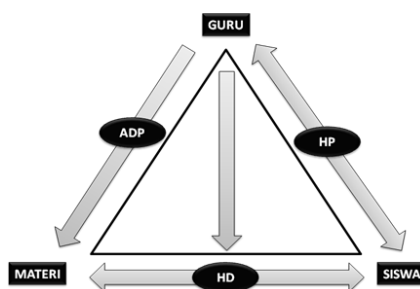
C. Landasan Teoritis

Dalam penelitian Suryadi (2005), aspek-aspek mendasar sekitar proses pembentukan obyek mental baru belum dikaji secara lebih mendalam misalnya dari sudut pandang teori situasi

didaktis sebagaimana yang dikemukakan Brousseau (1997). Menurut teori ini, aksi seorang guru dalam proses pembelajaran akan menciptakan sebuah situasi yang dapat menjadi titik awal bagi terjadinya proses belajar. Walaupun situasi yang tersedia tidak serta merta menciptakan proses belajar, akan tetapi dengan suatu pengkondisian misalnya melalui teknik *scaffolding*, proses tersebut sangat mungkin bisa terjadi. Jika proses belajar terjadi, maka akan muncul situasi baru yang diakibatkan aksi siswa sebagai respon atas situasi sebelumnya. Situasi baru yang terjadi bisa bersifat tunggal atau beragam tergantung dari *milieu* atau setting aktivitas belajar yang dirancang guru. Semakin beragam *milieu* yang terbentuk, maka akan semakin beragam pula situasi yang terjadi sehingga proses pembelajaran menjadi sangat kompleks.

Kompleksitas situasi didaktis sangat potensial untuk menciptakan interaktivitas antar individu dalam suatu *milieu* atau antar *milieu*. Interaktivitas tersebut pada dasarnya merupakan hal yang baik, akan tetapi perlu diingat bahwa tidak setiap interaksi dapat memunculkan *collaborative learning* yang mampu menjamin terjadinya lompatan belajar. Selain itu, perlu diingat pula bahwa dalam setiap situasi didaktis serta interaktivitas yang menyertainya akan muncul proses *coding* dan *decoding* yang tidak tertutup kemungkinan bisa menyebabkan terjadinya distorsi informasi. Hal ini tentu saja akan menjadi masalah sangat serius dalam proses belajar selanjutnya dan secara psikologis bisa menjadi penyebab terjadinya prustasi pada diri siswa atau mereka menjadi tidak fokus dalam belajar. Dengan demikian, permasalahan yang muncul di luar situasi didaktis yakni yang terkait dengan hubungan guru-siswa merupakan hal yang tidak kalah pentingnya untuk dikaji sehingga kualitas pembelajaran matematika dapat senantiasa ditingkatkan. Situasi yang terkait dengan hubungan guru-siswa selanjutnya disebut sebagai situasi pedagogis (*pedagogical situation*).

Dua aspek mendasar dalam proses pembelajaran matematika sebagaimana dikemukakan di atas yaitu hubungan siswa-materi dan hubungan guru-siswa, ternyata dapat menciptakan suatu situasi didaktis maupun pedagogis yang tidak sederhana bahkan seringkali terjadi sangat kompleks. Hubungan Guru-Siswa-Materi digambarkan oleh Kansanen (2003) sebagai sebuah Segitiga Didaktik yang menggambarkan hubungan didaktis (HD) antara siswa dan materi, serta hubungan pedagogis (HP) antara guru dan siswa. Ilustrasi segitiga didaktik dari Kansanen tersebut belum memuat hubungan guru-materi dalam konteks pembelajaran. Dalam pandangan saya, hubungan didaktis dan pedagogis tidak bisa dipandang secara parsial melainkan perlu dipahami secara utuh karena pada kenyataannya kedua hubungan tersebut dapat terjadi secara bersamaan. Dengan demikian, seorang guru pada saat merancang sebuah situasi didaktis, sekaligus juga perlu memikirkan prediksi respons siswa atas situasi tersebut serta antisipasinya sehingga tercipta situasi didaktis baru. Antisipasi tersebut tidak hanya menyangkut hubungan siswa-materi, akan tetapi juga hubungan guru-siswa baik secara individu maupun kelompok atau kelas. Atas dasar hal tersebut, maka pada segitiga didaktis Kansanen perlu ditambahkan suatu hubungan antisipatif guru-materi yang selanjutnya bisa disebut sebagai Antisipasi Didaktis dan Pedagogis (ADP) sebagaimana diilustrasikan pada gambar segitiga didaktis Kansanen yang dimodifikasi berikut ini (*Gambar 3*).



Gambar 3. Segitiga Didaktis yang Dimodifikasi

Peran guru yang paling utama dalam konteks segitiga didaktis ini adalah menciptakan suatu situasi didaktis (*didactical situation*) sehingga terjadi proses belajar dalam diri siswa. Ini berarti bahwa seorang guru selain perlu menguasai materi ajar, juga perlu memiliki pengetahuan lain yang terkait dengan siswa serta mampu menciptakan situasi didaktis yang dapat mendorong proses belajar secara optimal. Dengan kata lain, seorang guru perlu memiliki kemampuan untuk

menciptakan relasi didaktis (*didactical relation*) antara siswa dan materi ajar sehingga tercipta suatu situasi didaktis ideal bagi siswa.

Proses belajar matematika pada hakekatnya dapat dipandang sebagai suatu proses pembentukan obyek-obyek mental baru yang didasarkan atas proses pengaitan antar obyek mental yang sudah dimiliki sebelumnya. Proses tersebut dipicu oleh ketersediaan materi ajar rancangan guru atau dosen sehingga terjadi situasi didaktis yang memungkinkan siswa atau mahasiswa melakukan aksi-aksi mental tertentu. Adanya keragaman respon yang diberikan atas situasi didaktis yang dihadapi, menuntut guru atau dosen untuk melakukan tindakan didaktis melalui teknik *scaffolding* yang bervariasi sehingga tercipta beberapa situasi didaktis berbeda. Kompleksitas situasi didaktis, merupakan tantangan tersendiri bagi guru atau dosen untuk mampu menciptakan situasi pedagogis yang sesuai sehingga interaktivitas yang berkembang mampu mendukung proses pencapaian kemampuan potensial masing-masing siswa atau mahasiswa.

Untuk menciptakan situasi didaktis maupun pedagogis yang sesuai, dalam menyusun rencana pembelajaran guru atau dosen perlu memandang situasi pembelajaran secara utuh sebagai suatu obyek (Brousseau, 1997). Dengan demikian, berbagai kemungkinan respon baik yang memerlukan tindakan didaktis maupun pedagogis, perlu diantisipasi sedemikian rupa sehingga dalam kenyataan proses pembelajaran dapat tercipta dinamika perubahan situasi didaktis maupun pedagogis sesuai kapasitas, kebutuhan, serta percepatan proses belajar.

Menyadari bahwa situasi didaktis dan pedagogis yang terjadi dalam suatu pembelajaran merupakan peristiwa yang sangat kompleks, maka guru atau dosen perlu mengembangkan kemampuan untuk bisa memandang peristiwa tersebut secara komprehensif, mengidentifikasi dan menganalisis hal-hal penting yang terjadi, serta melakukan tindakan tepat sehingga tahapan pembelajaran berjalan lancar dan sebagai hasilnya siswa belajar secara optimal. Kemampuan yang perlu dimiliki guru tersebut selanjutnya disebut Suryadi (2008) sebagai *metapedadidaktik* yang dapat diartikan sebagai kemampuan guru atau dosen untuk: (1) memandang komponen-komponen segitiga didaktis yang dimodifikasi yaitu ADP, HD, dan HP sebagai suatu kesatuan yang utuh, (2) mengembangkan tindakan sehingga tercipta situasi didaktis dan pedagogis yang sesuai kebutuhan, (3) mengidentifikasi serta menganalisis respon siswa atau mahasiswa sebagai akibat tindakan didaktis maupun pedagogis yang dilakukan, (4) melakukan tindakan didaktis dan pedagogis lanjutan berdasarkan hasil analisis respon siswa atau mahasiswa menuju pencapaian target pembelajaran.

Metapedadidaktik meliputi tiga komponen yang terintegrasi yaitu kesatuan, fleksibilitas, dan koherensi. Komponen kesatuan berkenaan dengan kemampuan guru atau dosen untuk memandang sisi-sisi segitiga didaktis yang dimodifikasi sebagai sesuatu yang utuh dan saling berkaitan erat. Sebelum peristiwa pembelajaran terjadi, guru atau dosen tentu melakukan proses berpikir tentang skenario pembelajaran yang akan dilaksanakan yang oleh Suryadi (2008) disebut sebagai *prospective analysis*. Hal terpenting yang dilakukan dalam proses tersebut adalah berkaitan dengan prediksi respon siswa atau mahasiswa sebagai akibat tindakan didaktis maupun pedagogis yang akan dilakukan. Berdasarkan prediksi tersebut selanjutnya guru atau dosen juga berpikir tentang antisipasi atas berbagai kemungkinan yang akan terjadi, yakni, bagaimana jika respon siswa atau mahasiswa sesuai dengan prediksi, bagaimana jika hanya sebagian yang diprediksikan saja yang muncul, dan bagaimana pula jika apa yang diprediksikan ternyata tidak terjadi. Semua kemungkinan ini tentu harus sudah terpikirkan oleh guru atau dosen sebelum peristiwa pembelajaran terjadi.

Dalam suatu peristiwa pembelajaran, guru atau dosen tentu saja akan memulai aktivitas sesuai skenario yang memuat antisipasi didaktis dan pedagogis. Pada saat guru atau dosen menciptakan sebuah situasi didaktis, terdapat tiga kemungkinan yang bisa terjadi terkait respon atas situasi tersebut yaitu seluruhnya sesuai prediksi, sebagian sesuai prediksi, atau tidak ada satupun yang sesuai prediksi. Walaupun secara keseluruhan hanya ada tiga kemungkinan seperti itu, akan tetapi pada kenyataannya respon tersebut tidak mungkin muncul seragam untuk setiap siswa atau mahasiswa. Artinya apabila respon yang diberikan seluruhnya sesuai dengan prediksi, bukan berarti setiap siswa atau mahasiswa memberikan respon yang sama melainkan secara akumulasi respon yang diberikan sesuai prediksi. Dengan kata lain, jika dilihat dari sisi siswanya, maka akan ada siswa yang memberikan respon sesuai prediksi, ada siswa yang sebagian responnya sesuai prediksi, ada yang responnya tidak sesuai prediksi, dan mungkin pula ada yang tidak memberikan respon. Situasi seperti ini tentu menjadi tantangan bagi guru untuk mampu

mengidentifikasi setiap kemungkinan yang terjadi, menganalisis situasi tersebut, serta mengambil tindakan secara cepat dan tepat.

Tindakan yang diambil guru atau dosen setelah melakukan analisis secara cepat terhadap berbagai respon yang muncul, bisa bersifat didaktis maupun pedagogis. Dalam kenyataannya, yang menjadi sasaran tindakan tersebut juga bisa bervariasi tergantung hasil analisis guru atau dosen yaitu bisa kepada individu, kelompok, atau kelas. Akibat dari tindakan yang dilakukan tersebut tentu akan menciptakan situasi baru yang sangat tergantung pada jenis tindakan serta sasaran yang dipilih. Pada saat suatu situasi didaktis dan atau pedagogis terjadi, maka pada saat yang sama guru akan berpikir tentang respon siswa yang mungkin beragam, keterkaitan respon dengan prediksi serta antisipasinya, dan tindakan apa yang akan diambil setelah sebelumnya melakukan identifikasi serta analisis yang cermat. Dengan demikian, selama proses pembelajaran berjalan guru atau dosen akan senantiasa berpikir tentang keterkaitan antara tiga hal yaitu antisipasi didaktis-pedagogis, hubungan didaktis, dan hubungan pedagogis.

Komponen kedua dari metapedadidaktik adalah fleksibilitas. Skenario, prediksi respon, serta antisipasinya yang sudah dipikirkan sebelum peristiwa pembelajaran terjadi pada hakekatnya hanyalah sebuah rencana yang belum tentu sesuai kenyataan. Sebagaimana dijelaskan sebelumnya, respon tidak selalu sesuai prediksi sehingga berbagai antisipasi yang sudah disiapkan perlu dimodifikasi sepanjang perjalanan pembelajaran sesuai dengan kenyataan yang terjadi. Hal ini sangat penting untuk dilakukan sebagai konsekuensi logis dari pandangan bahwa pada hakekatnya siswa atau mahasiswa memiliki otoritas untuk mencapai suatu kemampuan atas kapasitasnya sendiri. Sementara guru atau dosen sebagai fasilitator, hanya bisa melakukan tindakan didaktis atau pedagogis pada saat siswa benar-benar membutuhkan yaitu ketika berusaha mencapai kemampuan potensialnya. Dengan demikian, antisipasi yang sudah disiapkan perlu senantiasa disesuaikan dengan situasi didaktis maupun pedagogis yang terjadi.

Komponen ketiga adalah koherensi atau pertalian logis. Situasi didaktis yang diciptakan guru sejak awal pembelajaran tidaklah bersifat statis karena pada saat respon siswa atau mahasiswa muncul yang dilanjutkan dengan tindakan didaktis atau pedagogis yang diperlukan, maka akan terjadi situasi didaktis dan pedagogis baru. Karena kejadian tersebut berkembang sepanjang proses pembelajaran dan sasaran tindakan yang diambil bisa bersifat individual, kelompok, atau kelas, maka *milieu* yang terbentuk pastilah akan sangat bervariasi. Dengan demikian, situasi didaktis pun akan berkembang pada tiap *milieu* sehingga muncul situasi yang berbeda-beda. Namun demikian, perbedaan-perbedaan situasi yang terjadi harus dikelola sedemikian rupa sehingga perubahan situasi sepanjang proses pembelajaran dapat berjalan secara lancar mengarah pada pencapaian tujuan. Untuk mencapai hal tersebut, maka guru harus memperhatikan aspek pertalian logis atau koherensi dari tiap situasi sehingga proses pembelajaran dapat mendorong serta memfasilitasi aktivitas belajar siswa secara kondusif mengarah pada pencapaian hasil belajar yang optimal.

Gagasan tentang *tacit pedagogical knowing* dalam konteks profesionalitas guru yang diteliti oleh Toom (2006) memberikan gambaran bahwa *tacit pedagogical knowledge* yang diperoleh guru atau dosen selama melaksanakan proses pembelajaran merupakan pengetahuan sangat berharga sebagai bahan refleksi untuk perbaikan kualitas pembelajaran berikutnya. Toom juga menjelaskan bahwa proses berpikir didaktis dan pedagogis dapat terjadi pada tiga peristiwa yaitu sebelum pembelajaran berlangsung, pada saat pembelajaran berlangsung, dan setelah pembelajaran berlangsung. Namun demikian, *tacit didactical and pedagogical knowledge* hanya bisa diperoleh melalui peristiwa pembelajaran yang dialami guru secara langsung. Dengan demikian, metapedadidaktik pada hakekatnya merupakan strategi yang bisa digunakan guru untuk memperoleh *tacit didactical and pedagogical knowledge* sebagai bahan refleksi pasca pembelajaran (*Retrospective analysis*). Jika seorang guru atau dosen mampu mengidentifikasi, menganalisis, serta mengaitkan proses berpikir pada peristiwa sebelum pembelajaran (antisipasi didaktis dan pedagogis), *tacit knowledge* yang diperoleh pada peristiwa pembelajaran, dan hasil refleksi atau *Retrospective analysis* pasca pembelajaran, maka hal tersebut akan menjadi suatu strategi yang sangat baik untuk melakukan pengembangan diri sehingga kualitas pembelajaran dari waktu ke waktu senantiasa dapat ditingkatkan.

D. Hasil dan Pembahasan

Pada bagian ini akan disajikan pembahasan hasil penelitian berdasarkan analisis kaitan respon siswa dengan prediksi respon yang diajukan sebelumnya. Pembahasan tersebut akan meliputi karakteristik kesulitan belajar mahasiswa, dampak situasi didaktis dan pendekatan tidak langsung yang diterapkan, serta alternatif model situasi didaktis serta antisipasinya untuk perbaikan pembelajaran yang akan datang.

Karakteristik Kesulitan Mahasiswa (Jenis *Learning Obstacle*)

Berdasarkan analisis terhadap cara-cara penyelesaian yang diajukan mahasiswa terhadap seluruh masalah yang diberikan, secara umum dapat digambarkan bahwa mereka cenderung terpengaruh oleh pengalaman belajar sebelumnya. Hal ini antara lain terlihat dari cara penyelesaian masalah yang memiliki kemiripan atau merupakan pengembangan dari masalah sebelumnya. Untuk penyelesaian masalah bersifat seperti itu, pengaruh penggunaan strategi yang pernah digunakan sebelumnya sangat terlihat pada upaya penyelesaian masalah berikutnya. Selain itu, pada penyelesaian masalah-masalah yang bersifat baru bagi mereka nampaknya menjadi sangat kesulitan sehingga perlu banyak diberikan bantuan. Bantuan-bantuan yang diberikan secara tidak langsung yakni melalui teknik *scaffolding*, secara bertahap mampu membangun perubahan kebiasaan berpikir atau pola penalaran dari kecenderungan pola imitatif ke pola pikir yang lebih kreatif. Contoh-contoh keberhasilan menemukan strategi sendiri untuk beberapa masalah menunjukkan bahwa mahasiswa sebenarnya memiliki potensi untuk mampu menemukan sendiri strategi penyelesaian dari masalah yang diajukan.

Jika kesulitan-kesulitan yang diperlihatkan mahasiswa pada penyelesaian masalah yang diajukan dilihat dari sudut pandang karakteristik *learning obstacle*, maka jenis kesulitan yang muncul tersebut lebih bersifat *didactical* struktural dan *epistemological*. Kesulitan belajar jenis pertama nampaknya lebih diakibatkan pengalaman pembelajaran matematika dalam kurun waktu yang cukup lama sehingga mereka kurang terbiasa berhadapan dengan masalah-masalah bersifat terbuka yang seringkali tidak memerlukan konsep atau rumus tertentu untuk penyelesaiannya. Situasi-situasi didaktis yang dikembangkan lebih terbuka baik sifat masalah maupun pola intervensinya pada pembelajaran kombinatorik ini, telah menjadi kesulitan tersendiri sehingga mahasiswa memerlukan waktu yang cukup untuk melakukan penyesuaian. Kesulitan bersifat didaktis struktural ini tentu saja tidak mudah untuk diatasi karena bukan hanya strategi pembelajarannya saja yang perlu dibiasakan berubah melainkan juga memerlukan waktu yang cukup.

Kesulitan bersifat epistemologis terutama sangat terlihat dari kergantungan mahasiswa pada pengalaman penyelesaian masalah sebelumnya. Kemampuan untuk mengembangkan strategi heuristik pada penyelesaian masalah bersifat tidak rutin, nampaknya masih menjadi titik lemah utama dalam proses pembelajaran matematika kombinatorik. Berdasarkan penelitian ini, model intervensi tidak langsung yang telah diterapkan ternyata cukup efektif mendorong terjadinya perubahan pola pikir kearah yang lebih terbuka atau tidak selalu harus terfokus pada cara yang sudah diketahui. Dari masalah-masalah yang diajukan dalam penelitian ini, mahasiswa mampu menggunakan beberapa strategi penyelesaian berbeda walaupun masih tergantung pada pemberian sejumlah hints yang diajukan secara bertahap.

Dampak Situasi Didaktis Berbasis Pendekatan Tidak Langsung

Sifat masalah yang diajukan dalam penelitian ini semuanya bersifat terbuka khususnya jika dilihat dari kemungkinan solusi yang bisa dibuat mahasiswa. Masalah seperti ini ternyata sangat potensial menciptakan situasi didaktis yang mendorong pola pikir mahasiswa lebih terbuka. Melalui pendekatan tidak langsung yang digunakan dalam proses pembelajaran diperoleh gambaran bahwa secara bertahap mahasiswa menjadi lebih terbiasa untuk berpikir terbuka sehingga strategi heuristiknya juga semakin berkembang. Dari analisis respon mahasiswa terhadap sepuluh masalah yang disediakan pada penelitian ini dapat diperoleh gambaran bahwa untuk sebagian besar masalah paling sedikit terdapat dua cara penyelesaian yang bisa ditemukan mahasiswa. Hal ini menunjukkan bahwa keragaman pola pikir mahasiswa dalam penyelesaian masalah-masalah yang diberikan secara bertahap telah berkembang dengan baik.

Model Antisipasi dan Situasi Didaktis

Berdasarkan analisis respon mahasiswa terhadap masalah-masalah yang diajukan, jenis *learning obstacles* yang teridentifikasi, serta dampak situasi didaktis dan pendekatan tidak langsung terhadap keragaman pola pikir mahasiswa dalam penyelesaian masalah, maka model situasi didaktis serta antisipasinya yang perlu dikembangkan dalam pembelajaran matematika kombinatorik *counting*, adalah sebagai berikut:

- 1) Mempertimbangkan materi matematika kombinatorik *counting* lebih bersifat *problem solving* terbuka, maka alternatif situasi didaktik yang bisa dikembangkan adalah melalui sajian-sajian masalah terbuka dengan tingkat kesulitan yang bervariasi serta disajikan secara bertahap. Masalah yang dikembangkan sebaiknya juga terkait konteks yang beragam sehingga memungkinkan adanya tuntutan variasi strategi heuristik yang bisa diterapkan.
- 2) Menyadari adanya *learning obstacles* bersifat didaktis dan epistemologis yang muncul dalam proses pembelajaran yang telah dilakukan, maka proses pembelajaran yang lebih mempertimbangkan adanya otoritas belajar pada setiap mahasiswa serta memperhitungkan ketepatan waktu maupun jenis intervensi yang diberikan, menjadi bagian yang sangat penting dalam mendesain situasi didaktis serta antisipasi kemungkinan-kemungkinan respon yang diberikan mahasiswa.
- 3) Alternatif model intervensi yang bisa dikembangkan adalah pendekatan tidak langsung, khususnya teknik *scaffolding*, yang dikaitkan dengan situasi didaktis bersifat terbuka.

D. Kesimpulan dan Saran

Penelitian ini berfokus pada pendisainan situasi serta antisipasi didaktis yang didasarkan pada pendekatan tidak langsung. Dari analisis kaitan antara lintasan belajar hipotetis serta respon mahasiswa terhadap situasi didaktis yang dikembangkan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Dilihat dari sudut pandang karakteristik *learning obstacle*, jenis kesulitan yang muncul dalam pembelajaran matematika kombinatorik sebagaimana yang dilakukan dalam penelitian ini lebih bersifat *didactical* struktural dan *epistemological*. Kesulitan belajar jenis pertama nampaknya lebih diakibatkan pengalaman pembelajaran matematika dalam kurun waktu yang cukup lama sehingga mereka kurang terbiasa berhadapan dengan masalah-masalah bersifat terbuka yang seringkali tidak memerlukan konsep atau rumus tertentu untuk penyelesaiannya. Situasi-situasi didaktis yang dikembangkan lebih terbuka baik sifat masalah maupun pola intervensinya pada pembelajaran kombinatorik ini, telah menjadi kesulitan tersendiri sehingga mahasiswa memerlukan waktu yang cukup untuk melakukan penyesuaian. Kesulitan bersifat didaktis struktural ini tentu saja tidak mudah untuk diatasi karena bukan hanya strategi pembelajarannya saja yang perlu dibiasakan berubah melainkan juga memerlukan waktu yang cukup.
- 2) Kesulitan bersifat epistemologis terutama sangat terlihat dari kergantungan mahasiswa pada pengalaman penyelesaian masalah sebelumnya. Kemampuan untuk mengembangkan strategi heuristik pada penyelesaian masalah bersifat tidak rutin, nampaknya masih menjadi titik lemah utama dalam proses pembelajaran matematika kombinatorik. Berdasarkan penelitian ini, model intervensi tidak langsung yang telah diterapkan ternyata cukup efektif mendorong terjadinya perubahan pola pikir kearah yang lebih terbuka atau tidak selalu harus terfokus pada cara yang sudah diketahui. Dari masalah-masalah yang diajukan dalam penelitian ini, mahasiswa mampu menggunakan beberapa strategi penyelesaian berbeda walaupun masih tergantung pada pemberian sejumlah hints yang diajukan secara bertahap.
- 3) Masalah yang diajukan dalam penelitian memiliki karakteristik sangat potensial menciptakan situasi didaktik yang mendorong pola pikir mahasiswa lebih terbuka. Melalui pendekatan tidak langsung yang digunakan dalam proses pembelajaran diperoleh gambaran bahwa secara bertahap mahasiswa menjadi lebih terbiasa untuk berpikir terbuka sehingga strategi heuristiknya juga semakin berkembang. Dari analisis respon mahasiswa terhadap sepuluh masalah yang disediakan pada penelitian ini dapat diperoleh gambaran bahwa untuk sebagian besar masalah paling sedikit terdapat dua cara penyelesaian yang bisa ditemukan mahasiswa. Hal ini menunjukkan bahwa keragaman pola pikir mahasiswa dalam penyelesaian masalah-masalah yang diberikan secara bertahap telah berkembang dengan baik.

- 4) Alternatif situasi didaktik yang bisa dikembangkan untuk pembelajaran matematika kombinatorik adalah melalui sajian-sajian masalah terbuka dengan tingkat kesulitan bervariasi serta disajikan secara bertahap. Masalah yang dikembangkan sebaiknya juga terkait konteks yang beragam sehingga memungkinkan adanya tuntutan variasi strategi heuristik yang bisa diterapkan. Adanya learning obstacles bersifat didaktis dan epistemologis yang muncul dalam proses pembelajaran mendorong kita untuk menciptakan pembelajaran yang lebih mempertimbangkan adanya otoritas belajar pada setiap mahasiswa serta memperhitungkan ketepatan waktu maupun jenis intervensi yang diberikan, menjadi bagian yang sangat penting dalam mendesain situasi didaktis sertaantisipasi kemungkinan-kemungkinan respon yang diberikan mahasiswa.

Berdasarkan kesimpulan di atas, maka dapat diajukan beberapa saran berikut: (1) Untuk mendorong kemandirian dalam melakukan eksplorasi masalah matematika kombinatorik serta kemampuan mengembangkan strategi heuristik sesuai permasalahan yang diberikan, maka situasi didaktis yang dikembangkan selama proses pembelajaran harus lebih bersifat terbuka dengan konteks masalah bervariasi; (2) Model intervensi yang sesuai untuk mengembangkan kemampuan sebagaimana dikemukakan pada poin pertama, adalah pendekatan yang bersifat tidak langsung misalnya dengan menerapkan teknik *scaffolding*; (3) Penelitian ini belum melibatkan data wawancara serta catatan argumentasi lisan selama pembelajaran berlangsung sehingga masih perlu pengkajian lebih mendalam.

DAFTAR PUSTAKA

- Akker, J.V.D, dkk. (2005). *Educational Design Research*. University of Twente The Netherland
- Ben-Zeev, T. Dan Star, J.(2002). *Intuitive Mathematics: Theoretical and Educational Implications*. Michigan: University of Michigan
- Brousseau, G. (1997). *Theory of Didactical Situation in Mathematics*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers
- Dubinsky, E. (2001). *Using a Theory of Learning in College Mathematics Courses*. Coventry: University of Warwick
- Kansanen, P. (2003). Studying-theRealistic Bridge Between Instruction and Learning. An Attempt to a Conceptual Whole of the Teaching-Studying-Learning Process. *Educational Studies, Vol. 29, No. 2/3, 221-232*
- Suryadi, D. (2005). *Penggunaan Pendekatan Pembelajaran Tidak Langsung serta Pendekatan Gabungan Langsung dan Tidak Langsung dalam Rangka Meningkatkan Kemampuan Berpikir Matematika Tingkat Tinggi Siswa SLTP*. Bandung: SPS UPI
- Suryadi, D. (2008). *Metapedadidaktik dalam Pembelajaran Matematika: Suatu Strategi Pengembangan Diri Menuju Guru Matematika Profesional*. Pidato Pengukuhan Guru Besar, UPI.
- Tall, D. (1999). *Reflections on APOS theory in Elementary and Advanced Mathematical Thinking*. Haifa: PME23
- Toom, A. (2006). *Tacit Pedagogical Knowing At the Core of Teacher's Professionality*. Helsinki: University of Helsinki
- Vygotsky, L.S. (1978). *Mind in society*. Cambridge, MA: Harvard University Press