

REFLEKSI TERHADAP META-ISU DALAM PEMBELAJARAN SEJARAH MATEMATIKA DENGAN TUGAS PROYEK

Ulumul Umah

Universitas Pesantren Tinggi Darul Ulum Jombang, Jawa Timur, Indonesia

ulumul.umah@mipa.unipdu.ac.id

Article Info

Article history:

Received Dec 15th, 2016

Revised Dec 19th, 2016

Accepted Dec 20th, 2016

Keywords:

History of Mathematics

Project Task

Interdisciplinarity

Meta-issues

Kata kunci:

Sejarah Matematika

Tugas Proyek

Interdisipliner

Meta-isu

ABSTRACT

This study aimed to describe the learning activities and students' reflection on meta-issues in History of Mathematics courses with project task in Mathematics Study Program of Unipdu Jombang. Qualitative approach is used in this study. The subjects are students of 3rd semester of academic year 2014/2015 who participated in the History of Mathematics courses in Mathematics Study Program of Unipdu Jombang. The data were collected through observation, documentation, and interviews. Learning Activities in the History of Mathematics course include reviewing literature, writing and presenting the results of the literature review, selecting the project topic, as well as, producing and presenting the products. The obstacles of the learning process was the low quality on the reviewing literature activities. The results showed that, based on their reflection on meta issues, students' interdisciplinarity level was at crossdisciplinarity referring to Jantsch's taxonomy.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan aktivitas pembelajaran dan refleksi mahasiswa terhadap meta-isu dalam matakuliah Sejarah Matematika dengan tugas proyek di Program Studi Matematika Unipdu Jombang. Pendekatan kualitatif digunakan dalam penelitian ini. Subjek penelitian ini adalah mahasiswa semester ke-3 Tahun Akademik 2014/2015 yang sedang mengikuti matakuliah sejarah matematika di Program Studi Matematika Unipdu Jombang. Pengambilan data dilakukan melalui observasi, dokumentasi, dan wawancara. Aktivitas dalam pembelajaran Sejarah Matematika dengan tugas proyek pada mahasiswa Program Studi S1 Matematika Unipdu Jombang yaitu meliputi mengkaji literatur, menulis hasil kajian literatur dan mempresentasikannya, memilih topik proyek, menghasilkan produk, dan mempresentasikan produk. Hambatan pada pembelajaran yaitu kurang optimalnya aktivitas mengkaji literatur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa berdasarkan refleksi terhadap meta-isu, tingkat interdisipliner mahasiswa yaitu pada *crossdisciplinarity* merujuk pada taksonomi Jantsch.

Copyright © 2017 by the authors; licensee Department of Mathematics Education, University of Singaperbangsa Karawang.
All rights reserved.

PENDAHULUAN

Sejarah matematika menunjukkan asal mula munculnya suatu ide dari masalah kehidupan nyata yang kemudian berevolusi, termasuk melalui berbagai kegagalan para tokohnya, hingga menjadi konsep matematika modern. Selama perkembangannya, matematika tidak pernah lepas dari pengaruh perkembangan ilmu pengetahuan bidang lain.

Rogers dan Grugnetti (2002: 39 - 61) menjabarkan sudut pandang filosofis, interdisiplin, dan budaya terhadap matematika yang harus direfleksikan dalam pendidikan matematika. Sudut pandang tersebut saling mempertemukan pengajaran dengan sejarah matematika. Dari sudut pandang filosofis, matematika dipandang sebagai aktivitas manusia, bersama aspek budaya dan kreatifnya. Pendekatan sejarah memungkinkan kita menganggap matematika bukan sebagai produk statis, tetapi sebagai suatu proses intelektual. Dari sudut pandang interdisipliner, matematika terhubung dengan subjek lain. Kemajuan besar dalam disiplin matematika dan tingkat kecanggihan yang tinggi di semua cabangnya telah mengakibatkan spesialisasi yang menyebabkan sulitnya bagi seorang matematikawan untuk menguasai semua cabang matematika sekaligus. Namun, melalui sejarah matematika kita dapat melihat bahwa spesialisasi tersebut merupakan perkembangan baru dan situasi ini sangat berbeda pada masa lalu. Ketika kembali pada sejarah matematika kita tidak hanya akan melihat bahwa berbagai cabang matematika tersebut menyatu dan berhubungan, tetapi juga dibangun oleh manusia dalam usaha menjawab persoalan kehidupan nyata. Sementara berdasarkan sudut pandang budaya, kita dapat melihat bahwa perkembangan matematika tumbuh dengan kontribusi berbagai budaya.

Ide tentang peran sejarah matematika dalam pembelajaran telah muncul sejak tahun 1976-an. Siu (2012) memaparkan tiga aspek berbeda, namun sangat berkaitan, dalam kajian sejarah matematika yaitu (1) melakukan penelitian dalam sejarah matematika, (2) mengajarkan sejarah matematika, dan (3) mengintegrasikan sejarah matematika dengan belajar dan pengajaran matematika. Dalam perkembangan kajian sejarah matematika yang terkait dengan pembelajaran, sebagian besar penelitian berfokus pada pembelajaran matematika sekolah antara lain tentang pengintegrasian sejarah matematika dengan pembelajaran matematika sekolah, persepsi guru matematika terhadap sejarah matematika, serta pembelajaran sejarah matematika bagi calon guru. Sementara fokus penelitian ini yaitu pada pembelajaran sejarah matematika di perguruan tinggi. Meskipun demikian, pengetahuan mahasiswa tentang sejarah matematika di perguruan tinggi tidak bisa terlepas dari bagaimana peran sejarah dalam pembelajaran matematika sekolah yang mereka alami sebelumnya.

Bagi seseorang yang mempelajari matematika secara mendalam, dalam hal ini mahasiswa pada program studi matematika, tentu juga memerlukan adanya pandangan terhadap matematika dari berbagai aspek yang bisa diperoleh melalui pembelajaran sejarah matematika. Namun, pengetahuan tentang sejarah matematika yang diperoleh mahasiswa ketika dalam pembelajaran matematika sekolah masih terbatas. Pada umumnya, informasi sejarah matematika disajikan dalam bentuk *snippet* pada buku ajar. Informasi sejarah tersebut memiliki porsi kecil, tidak banyak menuntut keterlibatan aktif siswa, dan kurang merepresentasikan masalah yang terkait langsung dengan perkembangan konsep matematika.

Tuntutan pada padatnya muatan materi yang harus diajarkan pada siswa juga dapat menjadi alasan bagi guru untuk tidak memberikan banyak perhatian pada aspek sejarah dalam pembelajaran matematika. Hasil survei oleh Siu (2006) menunjukkan beberapa alasan guru untuk tidak menggunakan sejarah matematika di kelas di antaranya adalah tidak ada cukup waktu untuk menerapkannya di kelas matematika, sejarah matematika tidak tercakup dalam kurikulum, kesulitan menentukan bahan sumber, kurangnya pelatihan bagi guru, kesulitan menemukan naskah primer, kekhawatiran tentang tidak dapat membedakan antara “mitos” populer dengan sejarah “sebenarnya”, serta guru berpendapat bahwa siswa tidak memiliki latar belakang pengetahuan yang cukup. Panusuk dan Horton (2012) juga menunjukkan hasil survei bahwa kendala paling banyak yang dialami guru yaitu guru tidak mengerti bagaimana mengajarkan sejarah matematika dan tidak ada cukup

waktu mengajarkan sejarah matematika dalam kurikulum reguler. Hasil survei Siu (2006) serta Panusuk dan Horton (2012) ini nampak relevan dengan kurikulum matematika sekolah di Indonesia yang kurang menyediakan ruang untuk sejarah matematika.

Pada kurikulum berbasis KKNI yang diterapkan pada Program Studi S1 Matematika Universitas Pesantren Tinggi Darul Ulum (Unipdu) Jombang mulai tahun 2014, matakuliah Sejarah Matematika akan ditempuh oleh mahasiswa Program Studi S1 Matematika pada semester ke-tiga. Matakuliah ini memberikan kesempatan luas bagi mahasiswa untuk mengeksplorasi secara luas dan mendalam tentang perkembangan ide-ide matematis berdasarkan fakta-fakta sejarah. Proses pembelajaran pada matakuliah Sejarah Matematika tersebut juga diharapkan dapat menjadi bagian dari proses terwujudnya capaian pembelajaran bidang matematika yang diharapkan. Namun beberapa permasalahan yang muncul dalam pembelajaran sejarah di matematika sekolah seperti yang telah dipaparkan di atas, kecuali masalah ketersediaan waktu, juga mungkin dapat terjadi pada pembelajaran sejarah matematika di perguruan tinggi. Oleh karena itu, evaluasi terhadap pelaksanaan pembelajaran sejarah matematika merupakan hal yang penting untuk dilakukan.

Jankvist (2009) mengategorikan tujuan penggunaan sejarah dalam belajar dan mengajar matematika menjadi dua kategori, yaitu sejarah sebagai alat (*history as a tool*) dan sejarah sebagai tujuan (*history as a goal*). Sejarah sebagai alat mencakup tentang bagaimana peranan penggunaan sejarah dapat membantu peserta didik dalam belajar matematika. Sebagai contoh, pendapat Dubey & Singh (2013) mengenai peran sejarah dalam pemahaman matematika yaitu sejarah membantu menempatkan matematika pada perspektif yang lebih luas sehingga memperdalam pemahaman peserta didik. Berbeda dengan pandangan sejarah sebagai alat, menurut Jankvist (2009), dalam pandangan terhadap sejarah sebagai tujuan, mengetahui sejarah matematika bukan alat utama untuk meningkatkan kualitas pembelajaran meskipun masih tetap memiliki dampak positif bagi pembelajaran. Penggunaan sejarah sebagai tujuan memberikan tujuan dalam sejarah itu sendiri sekaligus memberikan gambaran tentang aspek historis dari bidang lain.

Hasil investigasi Siu (2006) menunjukkan bahwa sejarah matematika dalam pembelajaran lebih memberikan dampak positif pada aspek afektif daripada kognitif. Keefektifan sejarah matematika sebagai alat dalam pembelajaran matematika sulit untuk diukur, namun efek ini bersifat jangka panjang dalam membentuk pertumbuhan sebagai individu. Siu (2004) menyatakan bahwa penggunaan sejarah matematika di kelas tidak serta merta membuat peserta didik memperoleh skor tinggi dalam waktu semalam, tetapi dapat membuat belajar matematika sebagai suatu pengalaman yang bermakna sehingga diharapkan pembelajaran akan lebih mudah dan mendalam. Sedangkan Furinghetti (2007) menyimpulkan bahwa sejarah matematika yang digunakan dengan melihat masalah matematika kuno tidak hanya sebagai langkah dalam perkembangan budaya matematis, tetapi lebih sebagai wawasan yang kuat pada akar pengetahuan matematis.

Isu-isu yang berkaitan dengan matematika dikategorikan menjadi dua kategori oleh Jankvist (2009), yaitu “isu dalam (*in-issues*)” dan “meta-isu (*meta-issues*)”. “Isu dalam” menyangkut konsep, teori, metode, cabang, dan sebagainya pada internal matematika. Di sisi lain, “meta-isu” menyangkut berbagai perspektif tentang matematika sebagai suatu bidang studi sains berkaitan dengan sejarah, sosiologi, filosofi, dan epistemologinya. Jadi, penggunaan sejarah sebagai alat menyangkut pengajaran dan pembelajaran isu dalam matematika, sedangkan penggunaan sejarah sebagai tujuan menyangkut pengajaran meta-isu matematika tertentu.

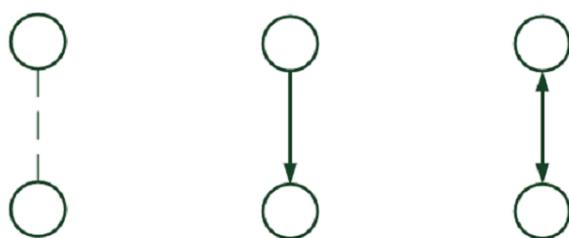
Jankvist (2011b) menyampaikan gagasan bahwa konstruksi *anchoring* di dalam refleksi mengenai meta-isu dapat digunakan untuk mengukur tingkat interdisipliner di dalam pengajaran berdasarkan taksonomi Eric Jantsch. *Anchoring* dalam hal ini

didefinisikan oleh Jankvist sebagai berikut

“something that solidifies and substantiates the treatment of meta-issues on a basis of knowledge and understanding of the related in-issues, for example, by revealing insights about the meta-issues that could not have been accessed or uncovered without knowing about the in-issues, or by providing in-issue evidence for meta-issue claims or viewpoints” (Jankvist, 2011a).

Ketika mahasiswa melakukan pembahasan terhadap isu-dalam dan meta-isu, refleksi mereka mungkin mengalami perubahan. Jika perubahan tersebut terjadi antara pembahasan meta-isu dan isu-dalam, maka hal itu merupakan titik potensial terjadinya *anchoring* dan untuk selanjutnya harus dikonfirmasi keberadaan yang sebenarnya dari *anchoring* tersebut (Jankvist, 2011b).

Interdisipliner merupakan subjek penelitian yang penting karena banyak permasalahan kompleks di dunia nyata yang tidak bisa diselesaikan dengan hanya pendekatan satu disiplin ilmu. Golding (2009) memberi contoh masalah perubahan iklim dan kemiskinan penuh dengan pemahaman tentang identitas, kesehatan masyarakat, hak asasi manusia, atau pengetahuan yang hanya bisa dibangun dengan menerapkan berbagai perspektif dan cara berpikir. Oleh karena itu, interdisipliner merupakan subjek penting bagi mahasiswa agar mereka mampu mengaplikasikan bidang keahliannya dan memanfaatkan IPTEKS pada bidangnya dalam penyelesaian masalah. Interdisipliner dapat dikategorikan menjadi 5 tingkat berdasarkan taksonomi Jantsch (1972) yaitu (1) *multidisciplinarity*, (2) *pluridisciplinarity*, (3) *crossdisciplinarity*, (4) *interdisciplinarity proper*, dan (5) *transdisciplinarity*. Di antara lima tingkat interdisipliner tersebut, merujuk pada Ulrichsen dalam Jankvist (2011b), tiga tipe tengah dianggap sebagai tipe interdisipliner yang tepat dalam setting pendidikan. Jankvist (2011b) kemudian mendefinisikan karakteristik ketiga tipe interdisipliner tersebut berdasarkan *anchoring* yang diilustrasikan seperti pada Gambar 1. Ketika aktivitas pengajaran melibatkan dua atau lebih subjek dan tidak terjadi *anchoring* maka aktivitas tersebut dikategorikan sebagai *pluridisciplinary*, ketika *anchoring* terjadi hanya pada satu subjek di dalam subjek yang lain maka aktivitas tersebut dikategorikan sebagai *crossdisciplinarity*, ketika *anchoring* terjadi pada satu subjek di dalam subjek yang lain dan sebaliknya maka aktivitas tersebut dikategorikan sebagai *interdisciplinarity proper*.



Gambar 1. Dari kiri ke kanan: *Pluridisciplinarity*, *crossdisciplinarity*, dan *interdisciplinarity proper* antara dua subjek (lingkaran) diilustrasikan dengan keberadaan *anchoring* (anak panah).

(Sumber: Jankvist, 2011b)

Sebagai refleksi terhadap meta-isu, mahasiswa perlu membahas dan menunjukkan koneksi antar topik di dalam dan luar matematika. Sriraman dkk (2008) melihat bahwa menyadari dan menggunakan koneksi antar ide-ide matematika, memahami bagaimana membangun keterkaitan ide-ide matematika ke dalam suatu kesatuan yang utuh, serta kapasitas aplikasinya dalam konteks yang berbeda di luar matematika merupakan kompetensi inti dari setiap individu yang dididik secara matematis. Untuk mendukung aktivitas mahasiswa dalam mengeksplorasi pengetahuan tersebut, tugas proyek diberikan

kepada mahasiswa dalam pembelajaran sejarah matematika. Menurut NCTM (1999), proyek merupakan tugas yang memungkinkan untuk mengkoneksikan matematika dengan bidang lain seperti seni bahasa, sains, kajian sosial, seni, atau musik. Proyek memberikan kesempatan yang luas bagi mahasiswa untuk menjadi kreatif dan berdaya cipta dalam menggabungkan bermacam-macam pengetahuan dan keterampilan. Melalui proyek, mahasiswa dituntut untuk menggunakan, menggabungkan, menerapkan, dan mentransfer variasi yang beragam dari informasi dan keterampilan ke dalam hasil akhir. Pemberian tugas proyek dapat mengoptimalkan berbagai kecerdasan mahasiswa ketika mengkaji masalah-masalah dalam meta-isu.

Peneliti pada penelitian ini akan mendeskripsikan aktivitas pembelajaran sejarah matematika dengan tugas proyek serta mendeskripsikan refleksi mahasiswa terhadap meta-isu dalam matakuliah Sejarah Matematika dengan tugas proyek di Program Studi Matematika Unipdu Jombang melalui pengaitan antar topik di luar dan di dalam matematika. Penelitian ini secara spesifik diharapkan dapat menjadi bahan kajian serta evaluasi dalam penyusunan kurikulum di Program Studi Matematika Unipdu. Secara lebih luas, penelitian ini diharapkan dapat menambah khazanah pengetahuan di bidang matematika dan pendidikan matematika.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan aktivitas mahasiswa dalam pembelajaran sejarah matematika dengan tugas proyek serta mendeskripsikan refleksi mahasiswa terhadap meta-isu dalam pembelajaran Sejarah Matematika. Berdasarkan karakteristik dan tujuan yang ingin dicapai, maka pendekatan kualitatif digunakan dalam penelitian ini. Subjek penelitian ini adalah mahasiswa semester ke-3 Tahun Akademik 2014/2015 yang sedang mengikuti matakuliah sejarah matematika di Program Studi S1 Matematika Unipdu Jombang.

Peneliti bertindak sebagai instrumen utama penelitian yang mengumpulkan data, menganalisis data, menafsirkan data, dan melaporkan hasil penelitian. Meskipun demikian, untuk menjaga fokus penelitian, peneliti juga menggunakan instrumen pedoman observasi, dokumentasi, dan pedoman wawancara. Observasi dilakukan selama pembelajaran untuk memperoleh data mengenai aktivitas mahasiswa selama pembelajaran. Untuk mendapatkan data titik *anchoring* dari refleksi mahasiswa tentang terhadap meta-isu mahasiswa, pada awal dan akhir rangkaian pembelajaran mahasiswa diminta menunjukkan koneksi antar topik dalam matematika dengan topik pada disiplin lain secara tertulis, untuk melakukan verifikasi terhadap data selanjutnya peneliti melakukan wawancara. Respon mahasiswa diminta pada awal dan akhir rangkaian pembelajaran dengan tujuan agar perkembangan koneksi antar topik mereka setelah pembelajaran dapat diamati. Analisis data dilakukan dengan teknik analisis data kualitatif. Untuk menganalisis pengaitan antar topik yang kemudian menjadi landasan untuk mendeskripsikan titik *anchoring* subjek, respon subjek dikategorikan seperti pada Tabel 1. Selanjutnya tingkat interdisipliner subjek dianalisis dengan kerangka kerja berdasarkan Jankvist (2011b).

Tabel 1. Kategori dan Pengkodean Respon Subjek

Kode	Kategori
TM	Topik pada bidang matematika
TL	Topik pada bidang lain
KT	Menyebutkan adanya hubungan antar topik tanpa disertai argumen pengaitan secara eksplisit atau dengan argumen yang tidak bermakna
KS	Menyebutkan adanya hubungan antar topik disertai argumen

KR pengaitan secara eksplisit tetapi tidak terstruktur
Menyebutkan adanya hubungan antar topik disertai argumen
pengaitan secara eksplisit dan terstruktur

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembelajaran Sejarah dengan Tugas Proyek meliputi beberapa kegiatan inti yaitu mengkaji literatur, menulis hasil kajian dalam makalah, mempresentasikan hasil kajian, memilih topik untuk proyek berdasarkan kajian, menghasilkan produk, dan mempresentasikan produk. Aktivitas mahasiswa dalam setiap kegiatan tersebut dideskripsikan sebagai berikut.

a) *Mengkaji Literatur*

Pada aktivitas mengkaji literatur, mahasiswa mengumpulkan bahan atau referensi berupa buku atau artikel pada internet kemudian mendiskusikannya dalam kelompok. Salah satu kendala pada aktivitas ini yaitu mahasiswa kesulitan menemukan referensi dalam Bahasa Indonesia yang menyajikan pembahasan mendalam tentang suatu topik dalam sejarah matematika. Sementara itu mereka memerlukan waktu lebih untuk menerjemahkan dan memahami referensi dalam bahasa asing. Kendala tersebut menyebabkan mahasiswa banyak menggunakan literatur yang kurang dapat dipertanggungjawabkan kevalidan informasi yang terkandung di dalamnya. Hal ini akan menimbulkan keraguan pada kebenaran informasi sejarah. Masalah ini menjadi berpengaruh besar terhadap pengembangan meta-perspektif mahasiswa karena pada aktivitas ini mahasiswa diharapkan dapat menyadari keberadaan meta-isu dengan mengkaji sejarah matematika secara mendalam. Lebih lanjut, kebenaran dan kelengkapan informasi ini akan mempengaruhi kualitas produk yang dihasilkan dari tugas proyek. Masalah ini serupa dengan hasil penelitian Panusuk (2012) yang mengidentifikasi masalah keterbatasan literatur sejarah dan kekhawatiran akan kebenaran informasi sejarah.

b) *Menulis hasil kajian dalam makalah dan mempresentasikannya*

Mahasiswa menyampaikan hasil kajian literatur melalui penyusunan makalah secara berkelompok. Kelemahan pada makalah yang mereka susun yaitu penulisan rujukan yang tidak lengkap. Setelah makalah selesai disusun, masing-masing mahasiswa mempresentasikan hasil kajian kelompok. Pada aktivitas ini mahasiswa memiliki kesempatan untuk berdiskusi dan menyampaikan meta-perspektif mereka terhadap sejarah matematika.

c) *Memilih topik untuk bahan proyek berdasarkan kajian literatur*

Pada awal pembelajaran, dosen menginformasikan kepada mahasiswa untuk merencanakan suatu proyek sejarah matematika. Mahasiswa dapat segera menentukan topik proyek setelah mereka melakukan kajian literatur. Topik yang dipilih oleh mahasiswa pada pembelajaran ini yaitu tokoh-tokoh matematika, dan sejarah perkembangan bilangan. Setelah menentukan topik, mahasiswa diminta menulis esai berdasarkan topik tersebut sebagai bahan untuk menghasilkan produk.

d) *Menghasilkan produk*

Penyusunan produk dapat dilakukan mahasiswa selama satu semester setelah menentukan topik. Produk yang dihasilkan pada pembelajaran ini seperti pada Gambar 2 yaitu: (a) video tentang sejarah perkembangan aljabar, (b) video tentang tokoh-tokoh matematika, (c) video tentang tokoh matematika islam, dan (d) buku berjudul “Sejarah Perkembangan Bilangan dan Alat Tulis”.



Gambar 2. Produk dari Tugas Proyek

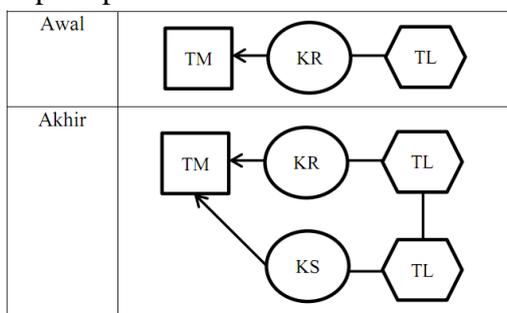
e) *Mempresentasikan produk*

Mahasiswa mempresentasikan produk serta menjelaskan spesifikasi, kelebihan, dan kekurangan produk mereka masing-masing. Melalui presentasi produk, mahasiswa dapat melakukan refleksi terhadap hasil kerja mereka.

Pada awal dan akhir rangkaian pembelajaran, mahasiswa yang terdiri Subjek 1 (S1), Subjek 2 (S2), Subjek 3 (S3), dan Subjek 4 (S4) diminta untuk mengungkapkan keterkaitan antara topik-topik dalam matematika dengan topik-topik di luar bidang matematika untuk memberikan gambaran tentang terjadinya suatu *anchoring*. Subjek memberikan respon tertulis berupa bagan koneksi antar topik dan tulisan pendukung. Peneliti juga melakukan wawancara untuk memeriksa dan melengkapi data dari respon tertulis subjek.

Subjek 1 (S1)

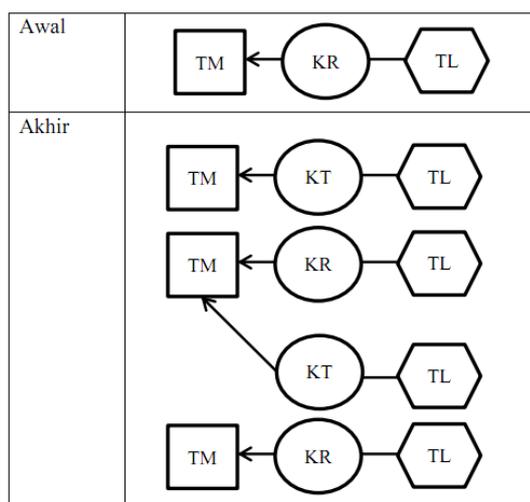
Pada awal rangkaian pembelajaran, S1 membuat pengaitan isu matematika pada topik program linier dengan isu ekonomi mengenai keuntungan maksimum, yaitu nilai minimum dan maksimum pada masalah penjualan dan dimodelkan dengan program linier. Pada akhir rangkaian pembelajaran, S1 membuat pengaitan topik geometri dengan arsitektur, yaitu penerapan sifat-sifat objek pada geometri pada rancangan model bangunan. Berdasarkan bagan koneksi yang ia buat, S1 kemudian mengembangkan pengaitan topik geometri dan arsitektur dengan topik ekonomi mengenai biaya minimum, yaitu perhitungan biaya bahan yang diperlukan untuk membuat suatu bangunan dengan mempertimbangkan sifat-sifat objek geometri, namun ia tidak dapat menjelaskan secara terstruktur tentang prosedur untuk menentukan biaya minimum tersebut. Secara umum, koneksi antar topik oleh S1 memiliki struktur seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Struktur Koneksi Antar Topik S1 di Awal dan Akhir Rangkaian Pembelajaran

Subjek 2 (S2)

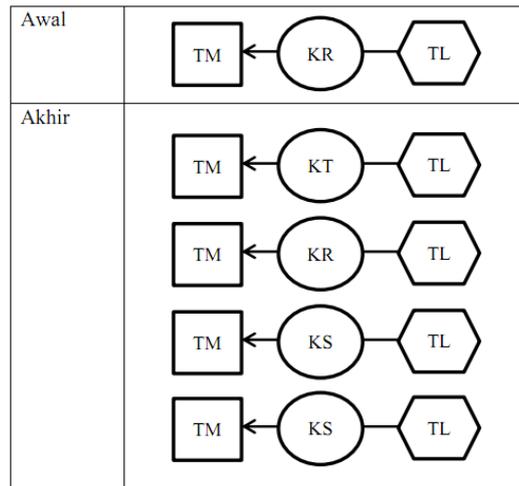
Pada awal rangkaian pembelajaran, S2 mengaitkan topik aritmatika dengan ekonomi, yaitu aritmatika diperlukan dalam perhitungan laba atau rugi pada suatu usaha produksi. Pada akhir rangkaian pembelajaran, S2 juga membuat pengaitan secara filosofis antara definisi limit dengan ajaran agama tentang adab pergaulan, tetapi argumen yang disampaikan tidak dapat diterima secara matematis. Melalui wawancara, S2 juga mengungkapkan pengaitan geometri dengan arsitektur dan dikaitkan dengan hal pembiayaan serta pengaitan antara geometri dan astronomi, tetapi tidak dapat menjelaskan detail penerapannya. S2 juga menunjukkan pengaitan lain yaitu antara statistik dengan sosial kependudukan. Secara umum, koneksi antar topik oleh S2 memiliki struktur seperti pada Gambar 4.



Gambar 4. Struktur Koneksi Antar Topik S2 di Awal dan Akhir Rangkaian Pembelajaran

Subjek 3 (S3)

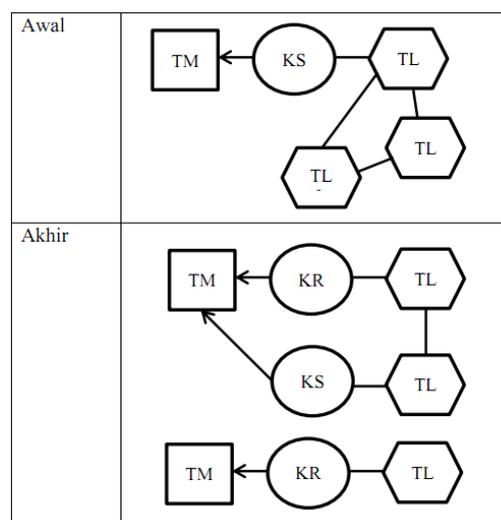
Pada awal rangkaian pembelajaran, S2 mengaitkan topik matematika dengan ekonomi, yaitu manajemen keuangan keluarga dan manajemen suatu usaha perdagangan. Pada akhir rangkaian pembelajaran, S3 membuat pengaitan antara matematika kalkulus dan ilmu kedokteran tetapi tidak mampu menjelaskan bagaimana penerapan kalkulus dilakukan. Ketika S3 diminta menyebutkan ide koneksi yang lain, S3 mengaitkan matematika dengan sosial kependudukan, genetika, dan kesehatan. Pada isu matematika-sosial, subjek menyatakan bahwa statistik dan representasi grafik dapat merepresentasikan pertumbuhan penduduk. Pada isu matematika kesehatan, subjek menunjukkan bahwa pengembangan alat untuk analisis penyebaran penyakit didasarkan pada ilmu matematika tetapi ia tidak mampu menjelaskan secara spesifik pada topik apa ilmu matematika yang digunakan tersebut. Selain itu, subjek juga menyebutkan penggunaan aritmatika untuk menunjukkan kandungan suatu zat pada makanan. Pada isu matematika-genetika, subjek menjelaskan hubungan antara teori peluang dengan ilmu genetika terkait bagaimana kemungkinan sifat gen suatu individu akan diwariskan pada generasi berikutnya. Secara umum, koneksi antar topik oleh S3 memiliki struktur seperti pada Gambar 5.



Gambar 5. Struktur Koneksi Antar Topik S3 di Awal dan Akhir Rangkaian Pembelajaran

Subjek 4 (S4)

Pada awal rangkaian pembelajaran, S4 membuat pengaitan antara sistem bilangan biner dengan teknologi komputer yang berpengaruh kepada teknologi informasi, transportasi, sosial, dan ekonomi. S4 menjelaskan dasar pengembangan teknologi komputer yaitu sistem bilangan biner. Pengembangan teknologi tersebut memacu pengembangan mesin peralatan produksi dan pertanian serta alat transportasi sehingga berdampak pada perekonomian dan kehidupan masyarakat. Subjek juga menunjukkan perkembangan teknologi komputer dan jaringan berdampak pada interaksi sosial dalam masyarakat. Namun ia tidak dapat menjelaskan secara lebih detail tentang bagaimana topik-topik tersebut dikaitkan. Pada akhir rangkaian pembelajaran, S4 membuat pengaitan ilmu dasar matematika dengan arsitektur serta mengaitkannya dengan isu ekonomi. S4 menjelaskan tentang bagaimana topik geometri dan pengukuran dibutuhkan untuk membuat desain bangunan yang selanjutnya dapat digunakan untuk memperkirakan biaya yang dibutuhkan. S4 juga menyatakan keterkaitan antara matematika dan sosial kependudukan yaitu terkait penerapan statistik. Secara umum, koneksi antar topik oleh S4 memiliki struktur seperti pada Gambar 6.



Gambar 6. Struktur Koneksi Antar Topik S4 di Awal dan Akhir Rangkaian Pembelajaran

Anak panah pada Gambar 3, 4, 5, dan 6 menunjukkan *anchoring* oleh masing-masing subjek dan arah panah yang mengarah dari topik di luar matematika menuju topik dalam matematika menunjukkan bidang di luar matematika berlabuh pada matematika. Temuan dalam penelitian ini yaitu subjek lebih berfokus pada penerapan matematika pada bidang lain, tetapi tidak menunjukkan bagaimana masalah pada bidang di luar matematika dapat mempengaruhi perkembangan matematika. *Anchoring* yang hanya terjadi pada satu arah ini berdasarkan kategorisasi oleh Jankvist (2011b) termasuk pada kategori *crossdisciplinarity*, yaitu subjek melabuhkan beberapa bidang di luar matematika ke dalam matematika dan tidak terjadi sebaliknya. Salah satu indikasi titik potensial *anchoring* satu arah tersebut dapat ditunjukkan dengan respon tertulis oleh S4 berikut.

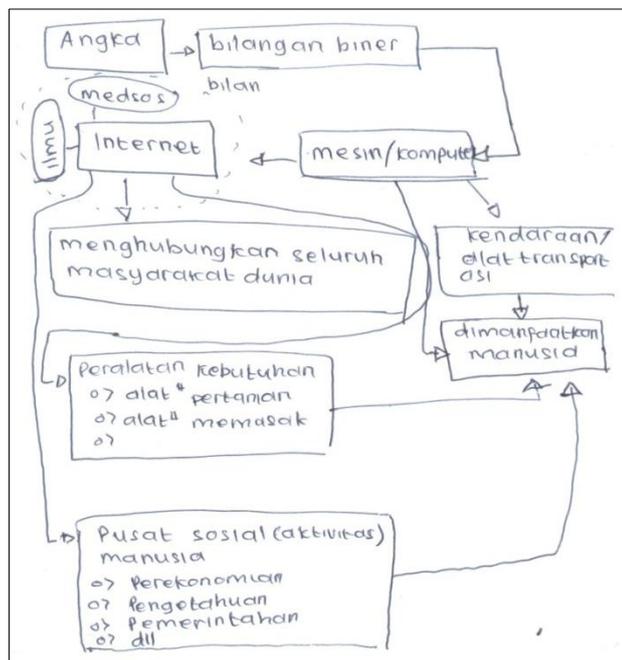
“... misalnya seorang arsitek diminta untuk merancang gedung dengan 20 lantai dalam waktu 1 tahun, maka arsitek tersebut akan memperkirakan berapa tinggi gedung, material apa saja yang dibutuhkan dan berapa banyaknya, berapa pekerja yang dibutuhkan ... Dari semua permasalahan di atas tentunya seorang arsitek harus mempunyai ilmu dasar matematika agar pekerjaannya dapat selesai tepat waktu dan dapat menguntungkan.”

Hasil analisis respon tertulis dan wawancara menunjukkan bahwa meskipun subjek penelitian menyadari adanya suatu keterkaitan topik pada bidang matematika dengan topik pada bidang lain namun sebagian besar mereka hanya memberikan gambaran umum tentang pengaitan tersebut dan tidak mampu memberikan penjelasan secara detail tentang bagaimana masing-masing topik tersebut terkait. Beberapa pengaitan oleh subjek tidak disertai argumen yang terstruktur jelas bahkan kadang tidak mampu menyampaikan argumen secara eksplisit. Salah satu hal yang berpotensi mempengaruhi tingkat kedalaman pemahaman mereka yaitu kurang optimalnya proses pengkajian literatur yang juga berakibat pada kurang mendalamnya diskusi hasil kajian antar mahasiswa

Kesulitan subjek untuk menjelaskan detail keterkaitan topik-topik antar bidang dapat dipahami ketika kita memperhatikan bahwa penerapan suatu cabang matematika hanya akan dikuasai dengan baik oleh seseorang yang mendalami cabang itu. Sebagaimana pendapat Rogers dan Grugnetti (2002: 39-61) bahwa spesialisasi pada cabang-cabang matematika saat ini telah menunjukkan kecanggihan yang tinggi. Sedangkan Golding (2009) menyebutkan bahwa interdisiplin tidak harus selalu disertai dengan kedalaman pada masing-masing disiplin, melainkan peserta didik harus belajar cara mengakses, memahami, menggunakan, dan melakukan sintesis pada kepakaran dari berbagai disiplin ilmu.

Perkembangan koneksi antar topik masing-masing subjek selama pembelajaran sejarah matematika dapat diamati dari perkembangan struktur koneksi mereka pada awal dan akhir rangkaian pembelajaran. Struktur koneksi subjek pada akhir rangkaian pembelajaran lebih luas dan kompleks dibandingkan pada awal rangkaian pembelajaran. Pada S1, S2, dan S3 perkembangan koneksi relatif signifikan, sedangkan S4 menunjukkan perkembangan tetapi kurang signifikan jika dibandingkan dengan ketiga subjek lainnya karena perbedaan tingkat kompleksitas koneksi mereka di awal rangkaian pembelajaran. Pada awal rangkaian pembelajaran, S4 menunjukkan struktur koneksi yang lebih kompleks dari pada subjek lainnya dan memandang keseluruhan isu menjadi satu kesatuan seperti yang terlihat pada Gambar 7. Pada akhir rangkaian pembelajaran, S4 lebih memberikan detail dari struktur yang ia hasilkan sebelumnya. Hal ini berbeda dengan S1, S2, dan S3 yang masing-masing mengembangkan struktur koneksinya dengan menambahkan isu-isu lain yang menghubungkan matematika dengan bidang lain tetapi tidak memberikan pandangan secara menyeluruh terhadap masing-masing isu. Adanya perkembangan terhadap kompleksitas koneksi tersebut menjadi indikasi adanya perkembangan meta

perspektif terhadap matematika melalui pembelajaran sejarah matematika dengan tugas proyek.



Gambar 7. Respon tertulis S4 pada awal rangkaian pembelajaran

Semua subjek penelitian ini menyebutkan isu keterkaitan matematika dan ekonomi pada awal rangkaian pembelajaran dan tetap mempertahankan fokus isu ini pada akhir rangkaian pembelajaran. Valeryevna (2015) menunjukkan pentingnya pengintegrasian bidang matematika dan ekonomi dalam pendidikan ekonomi modern untuk menunjang aktivitas profesional di masa depan. Fokus isu tersebut bisa menjadi salah satu indikator gambaran pengalaman belajar yang mereka alami sebelumnya, meskipun penelitian lebih lanjut masih tetap diperlukan untuk membuktikan dugaan tersebut. Rathburn (2015) mengungkapkan bahwa konten yang dikontekstualkan membantu siswa memahami dan membangun koneksi, bahkan ketika koneksi tersebut tidak diminta secara langsung. Menurut Rathburn (2015), hal ini berarti peserta didik melangkah dari konten, memperhatikan maknanya dan membuat koneksi sosial, akademik dan global dengan pembelajarannya. Selain isu matematika-ekonomi, isu yang paling banyak menjadi perhatian subjek yaitu keterkaitan geometri dengan arsitektur.

SIMPULAN

Aktivitas dalam pembelajaran Sejarah Matematika dengan tugas proyek pada mahasiswa Program Studi S1 Matematika Unipdu Jombang yaitu meliputi mengkaji literatur, menulis hasil kajian literatur dan mempresentasikannya, memilih topik proyek, menghasilkan produk, dan mempresentasikan produk. Refleksi subjek terhadap meta-isu menunjukkan *anchoring* yang hanya terjadi pada satu arah sehingga tingkat interdisipliner subjek tergolong dalam *crossdisciplinarity* yaitu beberapa disiplin ilmu sebagai pendukung bagi disiplin ilmu yang lain. Kemampuan koneksi subjek berkembang selama pembelajaran sejarah matematika yang dapat diamati dari struktur koneksi subjek pada awal dan akhir rangkaian pembelajaran. Aktivitas pengkajian literatur yang kurang optimal dalam pembelajaran ini menyebabkan kurangnya kedalaman pemahaman subjek terhadap hubungan antar topik. Kurangnya literatur sejarah matematika yang mudah diakses oleh

pemahaman subjek menjadi kendala dalam pembelajaran. Hasil penelitian ini membuka peluang bagi penelitian lanjutan mengenai perbandingan berbagai pendekatan dan metode yang dapat diterapkan dalam pembelajaran sejarah matematika sesuai dengan tujuan pembelajaran serta pengembangan bahan ajar sejarah matematika untuk perguruan tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Dubey, M. & Singh, B. (2013). Assessing the Effect of Implementing Mathematics History with Algebra. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 3 (8)
- Golding, C. (2009). Integrating the Disciplines: Successful Interdisciplinary, (Online), (http://melbourne-cshe.unimelb.edu.au/__data/assets/pdf_file/0007/1761190/Interdisc_Guide.pdf), diakses 10 Agustus 2016).
- Rogers, L. & Grugnetti, L. (2002). Philosophical, Multicultural and Interdisciplinary Issues. Dalam Fauvel, J. & Maenen, J. V. (Eds.). *History in Mathematics Education: The ICMI Study*. New York: Kluwer Academic Publishers.
- Jankvist, U.T. (2009). A Categorization of the “whys” and “hows” of Using History in Mathematics Education. *Educational Studies in Mathematics*, 71:235–261.
- Jankvist, U.T. (2010). An Empirical Study of Using History as a ‘Goal’. *Educational Studies in Mathematics*, 74: 53–74.
- Jankvist, U.T. (2011a). Anchoring Students’ Metaperspective Discussion of History in Mathematics. *Journal for Research in Mathematics Education*, 42 (4): 346-385.
- Jankvist, U.T. (2011b). The Construct of Anchoring: An Idea for ‘Measuring’ Interdisciplinarity in Teaching. *Philosophy of Mathematics Education Journal*, 26: 1-10.
- Jantsch, E. (1972). Inter- and Transdisciplinary University: A Systems Approach to Education and Innovation. *Higher Education*, 1(1), 7-37.
- NCTM. (1999). *Mathematics Assessment: a Practical Handbook*. Reston, Va.: NCTM
- Panusuk, R.M. & Horton, L. B. (2012). Integrating History of Mathematics into Curriculum: What are the Chances and Constrain?. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 7(1): 3-19.
- Rathburn, M.K. (2015). Building Connections Through Contextualized Learning in an Undergraduate Course on Scientific and Mathematical Literacy. *International Journal for the Scholarship of Teaching and Learning*, 9(1): Artikel 11.
- Siu, M-K & Tzanakis. (2004). History of Mathematics in Classroom Teaching — Appetizer? Main Course? Or Dessert?. *Mediterranean Journal for Research in Mathematics Education*, 3(1-2): v-xi.
- Siu, M-K. (2006). "No, I Don't Use History of Mathematics in My Class. Why?". Dalam Furinghetti, S. Kaijser, & C. Tzanakis (Eds.), *Proceedings of HPM2004 & ESU4*, ed. F. Furinghetti dkk., Uppsala Universitet, 268-277.
- Siu, M-K. (2012). "Zhi yi xing nan (knowing is easy and doing is difficult)" or vice versa? — A Chinese mathematician’s observation on HPM (History and Pedagogy of Mathematics) activities. Dalam Sriraman, B. dkk.(Eds.), *The First Sourcebook on Asian Research in Mathematics Education*.
- Sriraman, B., Michelsen, C., Beckmann, A., Viktor, F. (2008). *Interdisciplinarity in Mathematics, Science And Arts: State Of The Art*. Dalam Proceedings of the 2nd International Symposium on Mathematics and its Connections to the Arts and Sciences (MACAS2), Odense. Denmark: Centre for Science and Mathematics Education, University of Southern Denmark.

Valeryevna, S. L. (2015). The Interdisciplinary Integration of the Mathematical and Economic Disciplines within the Modern Economic Education. *Mediterranean Journal of Social Science*, 6(5): 122-127.