

Studi Literatur tentang Jenis Koneksi Matematika pada Aljabar Abstrak

Junarti^{a,*}, YL. Sukestiyarno^b, Mulyono^c, Nur Karomah Dwidayati^d

^{a,b,c,d} FMIPA, PPS UNNES, Semarang, Indonesia

* Alamat Surel: junarti@ikipgribojonegoro.ac.id

Abstrak

Studi ini dimaksudkan untuk membangun kemampuan koneksi matematika mahasiswa pada aljabar abstrak dengan menggali jenis koneksi matematika dari kajian pustaka. Kajian ini menelusuri 25 artikel internasional dan 6 artikel nasional sebagai bagian dari literatur penyusunan disertasi melalui hasil download. Jenis data yang digunakan adalah data sekunder dari artikel tentang koneksi matematika pada aljabar abstrak universitas, aljabar sekolah menengah maupun materi matematika lain. Metode pengumpulan data yakni dengan membaca, mengidentifikasi, dan menganalisis, kemudian mengategorikan, mengklasifikasi serta mendeskripsikan. Hasil penelitian menunjukkan jenis koneksi matematika yang sesuai untuk pemahaman aljabar abstrak pada mahasiswa program studi pendidikan matematika adalah jenis koneksi matematika antar konten. Sedangkan jenis koneksi yang kedua koneksi matematika dengan bidang ilmu lain dan koneksi matematika dalam kehidupan sehari-hari belum begitu diperkukan jika diperuntukkan membantu pemahaman mahasiswa dalam aljabar abstrak.

Kata kunci:

Jenis koneksi matematika, membangun koneksi matematika, pemahaman aljabar abstrak

© 2020 Dipublikasikan oleh Jurusan Matematika, Universitas Negeri Semarang

1. Pendahuluan

Koneksi sebagai hubungan, dimana seseorang, bagian atau ide terkait dengan sesuatu yang lain, sehingga koneksi matematis dapat dinyatakan sebagai hubungan antara ide matematika yang terkait, atau berhubungan dengan ide matematika yang lainnya (The Oxford English Dictionary, 2014). Koneksi matematika telah didefinisikan dan diklasifikasikan dalam berbagai cara oleh para peneliti yang berbeda. Hiebert dan Carpenter (1992) menggambarkan hubungan matematika, yang penting dan mendasar untuk pengembangan pemahaman matematika, sebagai bagian dari jaringan yang terstruktur sebagai jaring laba-laba (Zengin, 2019). Manfaat koneksi matematika dapat digambarkan sebagai keterampilan dan proses yang dapat digunakan untuk terhubung dengan disiplin ilmu lain dan dunia nyata (Özgen, 2016).

Menurut Hiebert & Carpenter (di dalam Garcia-Garcia, 2019, hal. 130) pemahaman matematika ditentukan oleh kemampuan mahasiswa untuk membuat koneksi matematika dengan mengeksplorasi koneksi matematika yang mereka buat secara berkualitas dengan rumusan indikator yang operasional dan terukur, maka akan dapat menggali kemampuan koneksi matematika yang diharapkan. Dengan cara ini, diharapkan kemampuan untuk membuat koneksi matematika berfungsi sebagai jembatan yang sangat penting untuk mencapai pemahaman matematika mahasiswa (Garcia-Garcia, 2019).

Pentingnya koneksi matematika ini dapat membantu memahami hubungan antar konsep pada aljabar abstrak dengan matematika sekolah (Wasserman, 2018; Suominen, 2018; Murray et al, 2017; Alvarez & White, 2018). Koneksi matematika menjadi bagian penting bagi mahasiswa dalam memfasilitasi kemampuan membangun pengetahuan yang terkoneksi dengan ruang lingkup matematika (NCTM, 2014). Hal ini sangat penting pula dalam mendukung integrasi pengetahuan dan interdisipliner, sehingga berguna untuk menyelesaikan masalah aplikasi dan masalah non-matematika, selain menjadi dasar untuk mencapai kompetensi matematika (García-Garcia, 2019). Sebagai kumpulan bagian yang terintegrasi akan tetapi bukan sebagai bagian yang terpisah dalam pemikiran mahasiswa (Jaijan & Loipha, 2012) maupun dalam objek belajar-mengajar matematika. Selain hubungan yang terintegrasi, jumlah dan kekuatan koneksi dapat mendasari tingkat pemahaman (Zengin, 2019).

To cite this article:

Junarti, Sukestiyarno, YL., Mulyono, & Dwidayati, N.K. (2020). Studi Literatur tentang Jenis Koneksi Matematika pada Aljabar Abstrak. *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika* 3, 343-352

Ditemukan bahwa calon guru matematika memiliki tingkat keterampilan koneksi matematika yang rendah (Özgen dalam Zengin, 2019). Ditemukan pula bahwa calon guru tidak dapat secara efektif mengajar siswa dengan proses yang standar yakni seperti pembuatan koneksi matematika, penalaran, dan pemecahan masalah, tanpa memahami koneksi mana yang akan digunakan (Eli et al, 2013). Kesulitan dan kebingungan lain pada aljabar abstrak terutama pada komposisi fungsi selain mengganggu bukan sebagai operasi tetapi sebagai bentuk ambiguitas notasi (Wasserman, 2017). Hasil penelitian lain menunjukkan bahwa kualitas koneksi yang dibuat oleh siswa mempunyai hubungan negatif dengan pemecahan masalah dan transfer berikutnya (Fyfe et al, 2017). Ketidakkampuan untuk membuat koneksi ini menghambat pembelajaran mahasiswa terhadap matematika yang akan ditingkatkan, juga berpotensi melukai kemampuan guru masa depan untuk mengajar matematika sekolah (Suominen, 2018).

Koneksi matematika yang terintegrasi ke dalam pemikiran mahasiswa untuk objek matematika tergantung dari kemampuan kognitifnya. Kesulitan kognitif dan ide-ide matematika yang terkait dengan gagasan struktur dalam aljabar abstrak banyak dialami oleh mahasiswa calon guru (Murray et al, 2017). Keterkaitan kesulitan kognitif dalam berpikir seperti dalam bahasa struktur memungkinkan untuk menggeneralisasi banyak sifat-sifat ke berbagai objek matematika yang berbeda (Murray et al, 2017) menjadi kelemahan mahasiswa.

Aljabar abstrak merupakan topik matematika yang mempelajari tentang struktur-struktur matematika yang menuntut kemampuan kognitif yang tinggi. Karena keterstrukturannya, maka banyak dibutuhkan koneksi matematika untuk membantu mengantarkan pemikiran mahasiswa menjadi lebih sederhana dan mudah dipahami. Salah satu peran koneksi matematika dalam pembelajaran mempengaruhi jenis koneksi matematika. Wasserman (2018) mengelompokkan menjadi empat titik koneksi yang berbeda antara studi matematika lanjutan dan pengajaran sekunder: (1) koneksi konten; (2) koneksi praktek kedisiplinan; (3) koneksi pengajaran kelas; dan (4) koneksi pengajaran yang dimodelkan. Dari empat titik ini, membantu mahasiswa mampu membedakan keterkaitan materi matematika sesuai kebutuhan untuk pemahaman materi atau untuk pengajaran atau mentransfer pengetahuan.

García-García dan Dolores-Flores (2018) membedakan jenis koneksi dilihat dari keterkaitan dalam matematika dan keterkaitan luar matematika yang diistilahkan dengan koneksi intra-matematika, dan koneksi yang dihubungkan dengan disiplin ilmu lain atau kehidupan nyata, mereka disebut koneksi ekstra-matematis.

Kemampuan koneksi matematika tidak menutup kemungkinan terjadi pada mahasiswa maupun pada siswa di sekolah, seperti kemampuan siswa dalam memecahkan masalah matematika masih rendah (Kenedi et al, 2019). Rendahnya kemampuan memecahkan masalah dikarenakan faktor kognitif dari pemahaman siswa secara umum maupun khusus yang memungkinkan dapat membantu atau menghambat kemampuan siswa untuk memperoleh pemahaman yang kuat secara matematis dari beberapa konsepsi aljabar abstrak (Wasserman, 2017). Kelemahan lain mialnya dalam pembelajaran matematika, siswa sering diberikan masalah yang tertutup (Maharani et al, 2017). Dari kajian Cook (2012) menjelaskan kesulitan pengalaman siswa dalam belajar aljabar abstrak adalah karena kurangnya hubungan yang mapan antara matematika sarjana dan matematika sekolah.

Pengetahuan koneksi memperkuat ke dalaman pemahaman individu tentang konten matematika tertentu dan kemampuan untuk terlibat dalam praktik matematika (Murray et al, 2017). Selain itu mempertimbangkan dampak pedagogis dari setiap koneksi antara matematika lanjutan dan sekunder, artinya salah satu tujuannya adalah untuk mengidentifikasi bagian-bagian dari aljabar abstrak yang sangat menonjol untuk pembelajaran sarjana karena terlalu sering sarjana tidak melihat tujuan, dan banyak fakultas matematika setuju, akan tetapi koneksi yang diidentifikasi dalam kursus matematika lanjutan dapat membantu praktik pedagogis di masa depan (Murray et al, 2017).

Flores dan García-García (2017) melaporkan penelitiannya dalam mengidentifikasi koneksi yang dibentuk oleh kelompok mahasiswa untuk menyelesaikan masalah dalam suatu konteks, masalah-masalah ini dapat diselesaikan dengan menggunakan hubungan antara turunan dan integral yang didirikan dalam Teorema Dasar Kalkulus. Kemudian Flores dan García-García (2017) membangun koneksi ekstra-matematika dan intra-matematika ketika memecahkan masalah matematika, tetapi jenis koneksi prosedural dan representasi yang berbeda mempunyai hubungan yang kuat antara pengetahuan siswa sebelum dipelajari di tingkat pendidikan sebelumnya daripada di tingkat universitas.

Kajian penelitian lain yakni Yosopranata, Zaenuri, dan Mashuri (2018) menganalisis kelengkapan kemampuan koneksi matematis pada kreatifitas pada pemecahan masalah dengan model pembelajaran nuansa etnomatematika untuk menganalisis pengaruh sikap cinta budaya terhadap kemampuan koneksi matematis pada materi persegi panjang, bujur sangkar, dan trapesium. Fokus koneksi matematika yang dimunculkan pada kreatifitas dalam pemecahan masalah geometri akan berbeda dengan aljabar abstrak, namun mempunyai keterkaitan dalam mentransisikan dari aljabar abstrak ke geometri dan terdapat

muatan budaya. Latar belakang siswa akan ikut berperan dalam menggunakan koneksi matematika yang dimunculkan. Koneksi yang muncul juga akan berbeda dengan yang dikaji oleh Jaijan dan Loipha (2012) yakni berkaitan dengan transformasi di tingkat pendidikan dasar menggunakan pendekatan terbuka.

Koneksi lain yang dikaji Ormond (di dalam Ormond, 2016) dengan menggali rasa koneksi matematika. Selanjutnya Ormond (2016) mengkaji *scaffolding* “koneksi” matematika sebagai pendekatan baru untuk mempersiapkan guru dalam pelatihan aljabar menengah bawah.

Berbagai hal dari kajian penelitian terdahulu sudah diupayakan untuk membangun koneksi matematika dan keperuntutkannya dari berbagai jenis koneksi matematika. Maka tujuan dari kajian ini adalah untuk mengklasifikasi jenis koneksi matematika pada materi aljabar abstrak, untuk membantu pemahaman mahasiswa dalam membangun kemampuan koneksi matematika khususnya pada aljabar abstrak. Melalui kajian ini diharapkan dapat menyusun indikator koneksi matematika dalam membangun kemampuan koneksi matematika.

Pertanyaan dalam kajian ini adalah:

- Apakah semua jenis koneksi matematika pada NCTM diperlukan dalam membantu pemahaman aljabar abstrak?
- Manakah jenis koneksi matematika yang sesuai dengan materi aljabar abstrak?

2. Metode

Jenis penelitian ini sebagai studi pustaka atau studi literatur. Dengan mengkaji melalui penelusuran 25 artikel internasional dan 6 artikel nasional yang diambil dari bagian literatur penyusunan disertasi melalui hasil download. Studi ini diperuntukkan mendapatkan kekuatan kajian ilmiah dalam membangun kerangka kerja kemampuan koneksi matematika melalui jenis koneksi matematika yang sesuai dengan kebutuhan pada materi aljabar abstrak.

Jenis data yang digunakan adalah data sekunder dari artikel tentang koneksi matematika pada aljabar abstrak universitas, aljabar sekolah menengah maupun materi matematika lain. Metode pengumpulan data yakni dengan membaca artikel tentang koneksi matematika, kemudian diklasifikasi lagi lebih spesifik tentang aljabar abstrak dan aljabar sekolah menengah, serta pada materi lain yang terkait pada aljabar abstrak misalnya terkait dengan geometri atau fungsi. Selanjutnya melakukan identifikasi yang terkait dengan jenis-jenis koneksi matematika dan peruntutkannya dalam pembelajaran aljabar abstrak. Dari hasil identifikasi kemudian dianalisis melalui proses mengkategorikan dan mengklasifikasi. Agar data valid dilakukan triangulasi sumber asli dari artikel pada penulis pertama. Langkah terakhir mendeskripsikan hasil kajian pustaka dan menyimpulkan.

2.1 Kajian pada buku kumpulan artikel dan artikel pada jurnal ilmiah tentang Koneksi antara Aljabar Abstrak dengan Matematika Sekolah

Kajian pada buku terkait koneksi antara aljabar abstrak dengan matematika sekolah dari buku: Wasserman, N.H. (2018). *Research in Mathematics Education*. Series Editor: Jinfa Cai, James A. Middleton. Springer, yang terdiri dari 20 judul artikel. Dari 4 bab keseluruhan, terdapat satu bab yang menjelajahi koneksi matematika antara aljabar abstrak dan matematika sekunder yang terdiri dari 5 artikel. Lima Artikel mengulas: (1) menggali koneksi matematika pada Matematika Sekolah (McCallum, 2018); (2) membahas tentang gagasan bayangan dalam Aljabar Abstrak sebagai Refleksi dari Studi Peningkatan Kurikulum Matematika Sekolah Menengah (Smith, 2018); (3) memahami matematika sekolah dalam hal pengukuran linier dan grup aditif nyata pada diskrit (Bass, 2018); (4) aljabar abstrak dan koneksi matematika sekolah menengah sebagaimana dibahas oleh matematikawan dan pendidik matematika (Suominen, 2018); (5) membuat koneksi matematika antara aljabar abstrak dan matematika sekolah menengah bentuk implikasinya untuk pengembangan kurikulum, riset, dan profesionalitas fakultas.

Jenis koneksi yang diinginkan antara konten lanjutan dan sekunder tidak dibuat (misalnya Cofer, 2015; Goulding, Hatch, & Rodd, 2003; Rhoads, 2014; Wasserman, 2017). Beberapa kajian sebagian ada yang meninjau jenis koneksi dari konten matematika yang berkaitan dengan objek matematika atau ide/gagasan matematika, dan sebagian meninjau kemanfaatan koneksi matematika terhadap kelancaran pengajaran bagi mahasiswa.

Jenis koneksi dari artikel lain yaitu terdapat 6 jurnal yang mengkaji koneksi matematika tidak semua nya pada materi aljabar abstrak. Terdapat empat jurnal mengkaji koneksi matematika pada aljabar abstrak

yaitu Baldinger, dkk. (2015), Christy & Sparks (2015), Suominen (2015), Wasserman (2015). Selibuhnya mengkaji aljabar abstrak yang terkait dengan pemahaman struktur.

Koneksi konten bersifat matematis, sehingga aspek matematika dari pengajaran dosen sangat mempengaruhi munculnya koneksi yang tersembunyi untuk dimunculkan kembali melalui apersepsi di awal perkuliahan maupun pada saat pengajaran melalui contoh-contoh berikut keterkaitannya dengan materi sebelumnya; di sisi lain pengajaran menjadi suatu model yang bertujuan pada aspek pedagogis.

2.2 Pengembangan Jenis Koneksi matematika dari NCTM

Disadari atau tidak, tiga jenis koneksi dari NCTM menjadi dasar pengembangan jenis koneksi yang lainnya. Kajian artikel jenis koneksi matematika banyak dikembangkan pada materi matematika di sekolah menengah. Mengapa banyak dikembangkan pada materi matematika di sekolah menengah, alasannya adalah matematika disekolah mempunyai spesifikasi yang lebih mudah untuk dikembangkan ke dalam soal non-rutin, daripada soal pada materi aljabar abstrak pada perguruan tinggi.

Karakteristik aljabar awal, lebih implikatif daripada aljabar universitas. Aljabar pada universitas, cenderung konseptual kompetensi yang harus dicapai untuk membantu pemahaman mahasiswa. Sehingga untuk pengembangan jenis koneksi matematika

Jenis koneksi matematika dikembangkan untuk kepentingan kurikulum matematika. Seperti pada kajian Mwakapenda (2008) mengidentifikasi dan mendiskusikan cara-cara di mana berbagai jenis koneksi dijelaskan dalam Pernyataan Kurikulum Nasional matematika Afrika Selatan dan dokumen terkaitnya, khususnya di tingkat Pendidikan dan Pelatihan Lanjutan, serta koneksi dimaknai sebagai cara untuk disiplin dalam matematika, untuk mencapai hasil belajar yang lebih baik, dan sebagai standar penilaian secara konseptual.

Taylor & Rowe (2012) mengkaji kelas trigonometri perguruan tinggi menyatukan beragam penelitian untuk mempertimbangkan efek kognitif temporal dari intervensi musik pasif dalam menilai pembelajaran dalam matematika terkait dalam memunculkan koneksi matematika.

3. Hasil dan Pembahasan

Dari kajian 31 artikel yang terdiri dari 20 artikel aljabar abstrak yang tergabung dalam edisi buku seri Wasserman (2018) dalam mengkoneksikan materi aljabar abstrak dengan matematika sekolah menengah terdapat enam artikel yang mengkaji koneksi matematika dengan domain pengkajian ke pengajaran dan domain lain.

Pada tabel 1 menyajikan skenario cara mengeksplorasi koneksi matematika, sedangkan pada tabel 2 menyajikan kategori koneksi matematika dan deskripsinya, di bawah ini dari artikel Garcia-Garcia (2018) hasil download.

Tabel 1. Skenario untuk mengeksplorasi koneksi matematika (Garcia-Garcia, 2018)

No	Skenario
1.	Koneksi matematika yang dimanifestasikan oleh mahasiswa dan profesor ketika menyelesaikan tugas yang berhubungan dengan domain matematika yang berbeda.
2.	Koneksi matematika ada dalam buku teks sekolah matematika dan yang dipromosikan dalam kurikulum dan kurikulum.
3.	Koneksi matematika yang dipromosikan guru dalam praktik mengajar mereka ketika mereka mengelola pengajaran konsep matematika yang berbeda.
4.	Mengembangkan intervensi pengajaran yang membantu siswa mengembangkan kemampuan untuk menggunakan koneksi matematika dalam domain matematika dan ekstra-matematika yang berbeda.
5.	Keyakinan bahwa siswa dan guru mengaitkan dengan penggunaan dan pentingnya koneksi matematika dan persepsi mereka tentang peran yang mereka mainkan dalam proses belajar-mengajar.
6.	Membangun dan memvalidasi kerangka acuan untuk mempelajari pemahaman matematika dari koneksi matematika

Tabel 2. Kategori koneksi matematika dan deskripsinya (García-Garcia, 2018) dan (García-García & Dolores-Flores, 2018)

Kategori	Deskripsi
Prosedural	Koneksi Ini dimanifestasikan ketika menggunakan aturan, algoritma atau formula yang ditetapkan secara default, dalam catatan semiotik, untuk sampai pada hasil.
Representasi yang berbeda	Koneksi ini dapat diidentifikasi ketika siswa mengekspresikan konsep matematika yang sama menggunakan representasi yang berbeda seperti aljabar-grafis, verbalalgebraik, aljabar-grafis, dll. disebut representasi alternatif atau, mentransformasikan satu representasi ke representasi lain dalam register yang sama, misalnya: aljabar-aljabar, grafik-grafik, dll. disebut representasi yang setara.
Karakteristik	Koneksi ini muncul ketika siswa mengidentifikasi karakteristik atau sifat tertentu untuk konsep matematika. Adalah penting ketika mengidentifikasi perbedaan dan persamaan di antara mereka, antara simbologi matematika, antara representasi mereka atau untuk mengidentifikasi urutan tertentu di mana beberapa perhitungan dapat dibuat.
Reversibilitas	Koneksi matematika ini muncul ketika siswa dapat menghargai hubungan dua arah antara konsep matematika, yaitu, mereka dapat mulai dari konsep A untuk mencapai B dan membalikkan proses mulai dari B untuk kembali ke A.
Arti (pengertian/ definisi)	Ini bermanifestasi ketika siswa menghubungkan makna dengan konsep matematika selama apa artinya bagi mereka (yang membuatnya berbeda dari yang lain) dan apa yang diwakilinya; Anda dapat memasukkan definisi yang telah mereka buat untuk konsep-konsep ini. Ini berbeda dari koneksi matematika karakteristik karena tidak ada properti atau kualitas yang dijelaskan. Sebagai gantinya, siswa mengungkapkan apa yang bagi mereka adalah konsep matematika itu sendiri yang dapat mencakup konteks penggunaannya, serta definisi.
Bagian-semua	Koneksi ini dapat dieksternalisasi setiap kali siswa membangun hubungan logis antara konsep-konsep matematika, baik generalisasi (antara kasus-kasus umum dan khusus) atau inklusi (ketika satu konsep matematika terkandung dalam yang lain).
Pemodelan	Koneksi ini terjadi ketika siswa, berdasarkan masalah dalam konteks atau kehidupan nyata, membangun model matematika untuk menyelesaikannya.

Sedangkan jenis koneksi dari artikel Evitts (di dalam Jaijan & Suttiamporn, 2012, hal. 1) disajikan pada tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3. Kategori koneksi matematika dan deskripsinya

Kategori	Deskripsi
Koneksi Memodelkan	Koneksi yang dibangun melalui para siswa mencoba mengingat hal-hal yang akrab baik dari kehidupan sehari-hari mereka dan kelas-kelas sebelumnya sebagai dasar untuk memasuki dunia matematika.
Koneksi struktural	Koneksi yang dibentuk ketika siswa belajar untuk melengkapi gambar dengan memotong, memindahkan dan menggambar yang menghubungkan garis untuk membuat gambar lengkap.
Koneksi representasional	Koneksi yang terbentuk dari hubungan matematika dalam bentuk angka dan pernyataan verbal yang dibuat dari pemahaman siswa untuk mengkomunikasikan gagasan.
Koneksi-Konsep Prosedur	Koneksi yang dibentuk ketika siswa mencoba untuk membangun formula untuk jajaran genjang sendiri melalui prosedur yang mengarah pada akuisisi konsep pada unit.
Koneksi antara konten Matematika	Koneksi yang isinya tertanam dalam situasi masalah bagi siswa untuk menemukannya sendiri.

3.1. Hasil Penelitian

Jenis koneksi matematika dari berbagai materi matematika yang diperoleh dari sumber artikel jurnal dan buku kumpulan artikel terkait koneksi matematika pada materi aljabar abstrak maupun pada materi matematika yang lain disajikan pada tabel 4 berikut ini.

Tabel 4. Jenis-Jenis Koneksi Matematika dari berbagai materi matematika

Sumber	Jenis Koneksi
(NCTM, 2000)	(1) koneksi matematika antar konten (2) koneksi matematika dengan bidang ilmu lain (3) koneksi matematika dengan kehidupan sehari-hari
(García-García & Dolores-Flores, 2018)	(1) Koneksi intra-matematika yaitu koneksi yang diidentifikasi ketika siswa mengekspresikan konsep matematika, (2) koneksi ekstra-matematis yaitu koneksi yang dihubungkan dengan disiplin ilmu lain atau kehidupan nyata
(Suominen, 2015)	Jenis koneksi matematika pada 9 buku aljabar abstrak: Ada 5 kategori koneksi di 9 buku aljabar abstrak: (1) Representasi alternative, (2) Perbandingan melalui fitur-fitur umum, (3) Generalisasi, (4) Hubungan hirarkis, (5) Aplikasi dunia nyata Koneksi matematika dibedakan atas dua perspektif koneksi yakni: koneksi matematika sebagai metode pembelajaran dan koneksi matematika sebagai kegiatan matematika
(Suominen, 2018)	(1) Representasi alternatif (2) Perbandingan melalui fitur umum (3) Generalisasi (4) Hubungan hierarkis (5) Aplikasi dunia nyata
(Alvarez & White, 2018)	Tidak membagi ke dalam jenis koneksi namun menyampaikan gagasan untuk menghubungkan aljabar abstrak dengan matematika sekolah untuk guru sekolah menengah dengan penekanan pada pemikiran struktural dari matematika sekolah
(Zbiek & Heid, 2018)	Membuat koneksi matematika antara aljabar abstrak dan aljabar sekolah menengah dengan menggunakan pendekatan alternatif
(Bass, 2018)	(1) koneksi melintasi domain matematika, (2) koneksi struktural antara masalah yang tampaknya tidak terkait.
(García-García, 2018)	(1) Prosedural, (2) Representasi yang berbeda, (3) Karakteristik, (4) Reversibilitas, (5) Arti (pengertian/ definisi), (6) Bagian-semua, (7) Pemodelan
Evitts (dalam Jaijan & Suttiamporn, 2012, hal. 1)	(1) Koneksi Memodelkan, (2) Koneksi struktural, (3) Koneksi representasional, (4) Koneksi-Konsep Prosedur, (5) Koneksi antara konten Matematika
(Saminanto, 2015)	Koneksi ini dapat dieksternalisasi setiap kali siswa membangun hubungan logis antara konsep-konsep matematika, baik generalisasi (antara kasus-kasus umum dan khusus) atau inklusi (ketika satu konsep matematika terkandung dalam yang lain). abstraksi sebagai bentuk koneksi
(Noss & Hoyle, 1996, dalam Mhlolo et al, 2012)	
(Zazkis, 2000, dalam Mhlolo et al, 2012)	konsep ke tautan konsep
(Coxford, 1995, Mhlolo et al, 2012),	tema pemersatu
(Evitts, 2004, Mhlolo et al, 2012)	pemecahan masalah
(Boaler, 2002, Mhlolo et al, 2012)	representasi fungsional yang berbeda

Tabel 4. (Lanjutan)

Sumber	Jenis Koneksi
(Baldinger, 2018)	Selain koneksi konten ini, aljabar abstrak dan matematika sekolah dihubungkan oleh praktik matematika
(Businkas, 2008)	(1) Representasi berbeda. (2) Implikasi. (3) Sebagian-seluruh hubungan (part-whole relationships) (4) Prosedural. (5) Koneksi yang berorientasi pada pengajaran
(Mhlolo, 2011)	pada 20 subjek yang diamati menunjukkan tiga kategori koneksi yakni (1) representasi yang berbeda, (2) koneksi prosedural, dan (3) koneksi berorientasi pada pengajaran
(Mhlolo, 2012)	Lima jenis koneksi: (1) Representasi Berbeda (2) Hubungan Part-whole (3) Koneksi “Jika-maka” (4) Koneksi Prosedural (5) Koneksi Berorientasi pada pengajaran
(Jingga et al, 2019)	Temuan menunjukkan bahwa hubungan antara matematika dan kehidupan sehari-hari muncul sebagai koneksi matematika dalam bentuk representasi yang berbeda
(Sumarmo, 2002)	Jenis koneksi dilihat dari beberapa indikator dalam koneksi matematika: (1) Menemukan hubungan berbagai representasi konsep dan prosedural, (2) Memahami hubungan antara topik matematika, (3) Menggunakan matematika di bidang studi lain atau kehidupan sehari-hari, (4) Memahami representasi dari konsep yang setara atau prosedural yang serupa, (5) Menemukan hubungan antara satu prosedural dengan lainnya dalam representasi yang setara. (6) Menggunakan koneksi antara topik matematika dan antara matematika dengan subjek lain.
(Cook, 2012)	mampu mengidentifikasi fitur dan struktur yang serupa untuk mengembangkan koneksi matematika antara konsep-konsep.
(Coxford, 2014)	Merumuskan indikator kemampuan koneksi matematika: (1) Menghubungkan pengetahuan konseptual dan prosedural. (2) Menggunakan matematika untuk topik lain. (3) Gunakan matematika dalam kehidupan sehari-hari. (4) Lihat matematika sebagai keseluruhan yang terintegrasi. (5) Menerapkan keterampilan berpikir matematis dan membuat model untuk memecahkan masalah dalam mata pelajaran lain seperti musik, sains, seni, psikologi dan bisnis. (6) Mengetahui hubungan antara topik dalam matematika. (7) Tahu berbagai representasi dari konsep yang sama
(Wasserman, 2018)	Terdapat empat titik koneksi yang berbeda antara studi matematika lanjutan dan pengajaran sekunder: (1) koneksi konten; (2) koneksi praktik kedisiplinan; (3) koneksi pengajaran kelas; dan (4) koneksi pengajaran yang dimodelkan
(Ramdani, 2012)	Kemampuan koneksi matematis meliputi: (1) mencari dan memahami hubungan berbagai representasi konsep bidang studi lain atau kehidupan sehari-hari; (2) memahami representasi ekuivalen konsep atau prosedural yang sama; (3) mencari koneksi satu prosedural ke prosedural lain dalam representasi yang ekuivalen; dan (4) menggunakan koneksi antar topik matematika, dan antara topik matematika dengan topik lain.

3.2. *Pembahasan*

Beberapa artikel pada tabel 4 menggunakan kerangka kerja Businkas (2008) antara lain (Garcia-Garcia, 2018; Garcia-Garcia, 2019; Flores & García-García, 2017) dan (Mhlolo, dkk., 2011, 2012). Sebagian lagi mengklasifikasikan sendiri berdasarkan domain yang dikaji dari sudut pandang konseptual dan pedagogis. Selanjutnya terdapat beberapa jenis koneksi berkaitan dengan kepentingan menumbuhkan koneksi matematika dari sudut pandang untuk kepentingan motivasi belajar.

Dalam bukunya Wasserman (2018) dari 20 judul artikel tentang kajian aljabar abstrak, terdapat kajian koneksi matematika yang mengarah pada kajian tentang keterkaitan antara aljabar abstrak dengan matematika sekolah menengah yang mengutamakan aspek pedagogis. Aspek pedagogis menjadi sorotan pada penelitiannya, karena mahasiswa diharapkan tidak hanya mampu untuk dirinya sendiri, tetapi juga harus mampu mentransfer pengetahuannya kepada siswa kelak jika menjadi guru.

Ada enam jenis koneksi matematika Soemarmo (2000) yakni: (1) Menemukan hubungan dari berbagai representasi konsep dan prosedur matematis, (2) Memahami hubungan antara topik dalam matematika. (3) Mampu menggunakan matematika dalam memecahkan masalah dalam kehidupan sehari-hari. (4) Memahami representasi konsep yang setara, (5) Menemukan hubungan antara prosedur satu dengan yang lainnya yang setara, (6) Menggunakan koneksi antara matematika dengan matematika itu sendiri dan dengan sains lainnya. Beberapa artikel di Indonesia yang menggunakan kerangka kerja Soemarmo antara lain: Soemarmo (2003); Jihad (2008); Rohendi (2013).

Jika dikaitkan antara karakteristik aljabar abstrak yang kompetensi capainnya untuk kepentingan pemahaman secara konseptual, maka jenis koneksi matematika yang pertama dari NCTM yakni koneksi antar konten lebih sesuai kompetensinya. Jika dikaji secara implikasi aljabar abstrak pada bidang ilmu lain misalnya pada kriptografi tidak dimungkinkan mahasiswa LPTK diberikan materi kriptografi dalam mata kuliah aljabar abstrak. Demikian juga implikasi keterkaitan koneksi matematika dalam kehidupan sehari-hari, misalnya permainan penentuan hari weton dalam kebiasaan pada budaya Jawa, atau permainan suit yang sering digunakan permainan anak-anak. Dari kedua jenis koneksi yang kedua dan ketiga dari NCTM, tidak dimungkinkan untuk dibangun dalam membantu pemahaman konsep aljabar abstrak. Sehingga sesuai kepentingan dari kompetensi pada aljabar abstrak, maka jenis koneksi yang sesuai yakni koneksi antar konten.

Jenis koneksi matematika pada aljabar abstrak yang sesuai dari hasil kajian di atas, yaitu lima jenis koneksi matematika dari Businkas (2008). Jenis koneksi yang kelima Businkas terkait dengan pengajaran lebih tepatnya mahasiswa prodi Pendidikan matematika (LPTK).

Koneksi berorientasi pada pengajaran menjelaskan bahwa objek matematika dihubungkan bukan karena asosiasi matematika tetapi karena berbagi kepentingan pedagogis, dimanifestasikan dalam dua bentuk utama yakni (1) Pertama, guru membuat referensi umum tentang pentingnya menghubungkan topik baru dengan pengetahuan siswa sebelumnya; (2) Kedua, kelompok konsep dan prosedur matematika dikaitkan dengan mendapatkan syarat-konsep, keterampilan atau kosa kata yang seharusnya dikuasai siswa sebelum memulai topik baru (Businkas, 2008).

4. **Simpulan**

Masing-masing peneliti menggunakan jenis Koneksi matematika dibedakan atas maksud dan tujuan pembahasan. Kerangka kerja dalam kepentingan penelitian menjadi pertimbangan untuk menggunakan jenis koneksi didasarkan pada karakteristik materi (topik) matematika. Tiga jenis koneksi matematika pada NCTM menjadi acuan dalam pengajaran maupun dalam penelitian beberapa ahli. Akan tetapi banyak dikembangkan menjadi bagian yang lebih rinci dari tiga jenis koneksi NCTM.

Karakteristik topik matematika mempengaruhi jenis koneksi matematika yang dibangunnya. Karakteristik aljabar abstrak merupakan materi yang mempelajari struktur-struktur matematika, maka jenis koneksi matematika yang dibangun untuk pemahaman mahasiswa materi aljabar abstrak mengutamakan jenis koneksi antar konten. Sedangkan jenis koneksi yang akan digunakan pada pengajaran matematika atau praktek matematika (Wasserman, 2018, Mhlolo, 2011; 2012; Businkas, 2008) koneksi yang digunakan ketika mahasiswa melakukan praktek mengajar di sekolah dengan menggunakan konsep sebelumnya untuk membantu pemahaman siswa.

Dari kajian 31 artikel di bagian sebelumnya dan karakteristik aljabar abstrak menjadi pertimbangan untuk membangun kemampuan koneksi matematika dan pemahaman aljabar abstrak mahasiswa dalam kajian ini merekomendasi lima jenis koneksi matematika (Businkas, 2018) yang dapat digunakan mengakomodasi koneksi antar konten: (1) Koneksi representasi berbeda, (2) koneksi implikasi, (3) koneksi sebagian-seluruh, (4) koneksi prosedural, (5) koneksi yang berorientasi pada pengajaran.

Daftar Pustaka

- Alvarez, J.A. & White, D. (2018). "Making Mathematical Connections Between Abstract Algebra and Secondary Mathematics Explicit: Implications for Curriculum, Research, and Faculty Professional Development". dalam Wasserman, N.H. (Ed.), *Connecting Abstract Algebra to Secondary Mathematics, for Secondary Mathematics Teachers* (pp: 175-188). New York, NY, USA: Springer.
- Baldinger, E. Broderick, S. Murray, E. Wasserman, N. & White, D. (2015). *Connections between Abstract Algebra and High School Algebra: A Few Connections Worth Exploring. Advance Research Creating Connection (AMS Blogs On Teaching and Learning*
- Baldinger, E.E. (2018). "Learning Mathematical Practices to Connect Abstract Algebra to High School Algebra" dalam Wasserman, N.H. (Ed.), *Connecting Abstract Algebra to Secondary Mathematics, for Secondary Mathematics Teachers* (pp: 124-147). New York, NY, USA: Springer.
- Bass, H. (2018). "Understanding School Mathematics in Terms of Linear Measure and Discrete Real Additive Groups", dalam Wasserman, N.H. (Ed.), *Connecting Abstract Algebra to Secondary Mathematics, for Secondary Mathematics Teachers* (pp: 124-147). New York, NY, USA: Springer.
- Christy, D. & Sparks, R. (2015). *Abstract Algebra to Secondary School Algebra: Building Bridges. Journal of Mathematics Education at Teachers College, 6(2): 37-42.*
- Cook, J. P. (2012). *A guided reinvention of ring, integral domain, and field.* (Doctoral dissertation, University of Oklahoma, Norman, Oklahoma). Available from ProQuest Dissertations and Theses database. (UMI No. 3517320).
- Coxford, A. F. 1995. The Case for Connections. Dalam Peggy A. Hourse & Arthur F. Coxford (Eds), 1995 Yearbook, *Connecting Mathematics Across The Curriculum* (hlm. 312). Reston, VA: The National Council of Theachers of Mathematics, Inc.
- Flores, C.D. & García-García, J. (2017). Intra-mathematics and extra-mathematics connections that occur when solving calculus problems in a context: a case study in higher level education. *31(57): 158-180.* DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1980-4415v31n57a08>
- Fyfe, E.R. Alibali, M.W. & Nathan, M.J. (2017). The promise and pitfalls of making connections in mathematics. In Galindo, E., & Newton, J., (Eds.). *Proceedings of the 39th annual meeting of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education.* (pp. 717-724). Indianapolis, IN: Hoosier Association of Mathematics Teacher Educators.
- García, J. (2018). *Mathematical connections and alternative conceptions associated with the derivative and the integral in pre-university students. (Doctoral Thesis).* Autonomous University of Guerrero, Mexico. Available in https://www.researchgate.net/profile/Javier_GarciaGarcia4
- García-García, J. & Dolores-Flores, C. (2018). Intra-mathematical connections made by high school students in performing Calculus task. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology, 49(2), 227-252.* DOI: 10.1080/0020739X.2017.1355994
- García, J. (2019). Scenarios for exploring mathematical connections. *Sociedad Canaria Isaac Newton de Profesores de Matemática. 100: 129-133.* <http://www.sinewton.org/numeros>. ISSN: 1887-1984.
- Jingga, A.A. Mardiyana & Triyanto. (2019). Mathematical connections made by teacher in linear program: an ethnographical study. *Journal of Educational and Social Research. 9(2): 25-34.* Doi: 10.2478/jesr-2019-0010
- Jaijan, W., & Loipha, S. (2012). Making mathematical connections with transformations using open approach. *HRD Journal, 3(1): 91-100.*
- Jaijan, W. & Suttiamporn, W. (2012). Mathematical connections of students in lesson study and open approach. http://www.journal.rmutsb.ac.th/th/data_news/file/rmutsb-journal-2012-10-pdf-589.pdf.
- Kenedi, A.K. Helsa, Y., Ariani, Y., Zainil, M., & Hendri, S. (2019). ,Mathematical Connection Of Elementary School Students to solve Mathematical Problems. *Journal on Mathematics Education. 10(1): 69-80.* (diunduh 12 Maret 2019).
- Maharani, H. R., Sukestiyarno, S., & Waluya, B. (2017). Creative thinking process based on Wallas model in solving mathematics problem. *International Journal on Emerging Mathematics Education, 1(2): 177-184*
- Mhlolo, M. K., Venkat, H. & Schäfer, M. (2012). The nature and quality of the mathematical connections teachers make. *Pythagoras, 33(1).* Recuperado de <http://dx.doi.org/10.4102/pythagoras.v33i1.22>

- Murray, E. Baldinger, E. & Wasserman, N., Broderick, S., White, D. (2017). Connecting Advanced and Secondary Mathematics. *IUMPST*. 1 : 2-10. ISSN 2165-7874. (diunduh 12 April 2019).
- Mwakapenda, W. (2008). Understanding connections in the school mathematics curriculum. *South African Journal of Education*. 28(2):189-202.
- NCTM. (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Tersedia di www.nctm.org
- Ormond, C.A. (2016). Scaffolding the Mathematical “Connections”: A New Approach to Preparing Teachers for the Teaching of Lower Secondary Algebra. *Australian Journal of Teacher Education*. 41(6): 122-164.
- Ramdani, S. 2012. Pembelajaran matematika dengan Pendekatan Problem posing untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Dan Koneksi Matematis siswa. Universitas Pendidikan Indonesia. repository.upi.edu
- Rohendi, D.&Jojon, D. 2013. Connected Mathematics Project (CMP) Model Based on Presentation Media to the Mathematical Connection Ability of Junior High School Student. *Journal of Education and Practice*: 4(4).
- Saminanto & Kartono. 2015. Analysis of Mathematical Connection Ability in Linear Equation with One Variable Based on Connectivity Theory. *International Journal of Education and Research*. 3(4): 259-270.
- Suominen, L. A. 2018. Abstract Algebra and Secondary School Mathematics Connections as Discussed by Mathematicians and Mathematics Educators” dalam Wasserman, N.H. (Ed.), Connecting Abstract Algebra to Secondary Mathematics, for Secondary Mathematics Teachers. New York, NY, USA: Springer.
- Suominen, L. A. (2015). Abstract Algebra and Secondary School Mathematics: identifying and classifying mathematical connections. Unpublished PhD thesis, The University of Georgia.
- Sumarmo, U. (2002). alternatif pembelajaran matematika dalam menerapkan kurikulum berbasis kompetensi. Makalah pada Seminar Tingkat Nasional FPMIPA UPI. Bandung: Tidak diterbitkan.
- Taylor, J.M. & Rowe, B.J. (2012). The “Mozart Effect” and the Mathematical Connection. *Journal of College Reading and Learning*, 42(2): 51-66. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ972860.pdf>
- Wasserman, N. H. 2016. Abstract algebra for algebra teaching: Influencing school mathematics instruction. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 1–20. <http://doi.org/10.1080/14926156.2015.1093200>. (diunduh 7 Desember 2018).
- Wasserman, N. H. (2017) Making Sense of Abstract Algebra: Exploring Secondary Teachers’ Understandings of Inverse Functions in Relation to Its Group Structure, *Mathematical Thinking and Learning*, 19:3, 181-201, DOI: 10.1080/10986065.2017.1328635. (Diunduh 20 Juni 2019)
- Wasserman, N.H. 2018. “Exploring Advance Mathematics Courses and Content for Secondary Mathematics Teachers” dalam Wasserman, N.H. (Ed.), Connecting Abstract Algebra to Secondary Mathematics, for Secondary Mathematics Teachers. New York, NY, USA: Springer.
- Yosopranata, D. Zaenuri. & Mashuri. 2018. Mathematical connection ability on creative problem solving with ethnomathematics nuance learning model. *Unnes Journal of Mathematics Education*. 7(2): 108-113. .DOI <https://doi.org/10.15294/ujme.v7i2.25399>
- Zbiek, R.M. & Heid, M.K. (2018). “Making Connections from the Secondary Classroom to the Abstract Algebra Course: A Mathematical Activity Approach” dalam Wasserman, N.H. (Ed.), Connecting Abstract Algebra to Secondary Mathematics, for Secondary Mathematics Teachers (pp. 187-209). New York, NY, USA: Springer.
- Zengin, Y. 2019. Development of mathematical connection skills in a dynamic learning environment. *Education and Information Technologies*, 24(3) page: 2175-219 <https://doi.org/10.1007/s10639-019-09870-x>. (diunduh 20-6-2019)