



**BEBAN KOGNITIF *INTRINSIC* DALAM PEMBELAJARAN MATERI *EKSISTENSI*
BILANGAN IRRASIONAL**

Barep Yohanes

Prodi. Pendidikan Matematika, FMIPA, Universitas PGRI Banyuwangi

Email Penulis: barepyohanes@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini merupakan penelitian kualitatif deskriptif yang bertujuan untuk mendeskripsikan munculnya beban kognitif *intrinsic* dalam pembelajaran materi eksistensi bilangan irrasional. Objek penelitian merupakan mahasiswa Universitas PGRI Banyuwangi prodi. Pendidikan Matematika angkatan 2018 tahun pembelajaran ganjil 2021/2022. Data yang diperoleh berasal dari observasi kegiatan pembelajaran, lembar catatan, wawancara, dan rekaman video pembelajaran. Penelitian mendapatkan hasil bahwa beban kognitif *intrinsic* dalam pembelajaran eksistensi bilangan irrasional disebabkan oleh elemen interaktivitas dan interaksi antar elemen interaktivitas. Elemen interaktivitas meliputi pembuktian kontradiktif, bilangan berpangkat, relatif prima, dan keterbagian bilangan. Interaksi antar elemen interaktivitas yaitu penarikan kesimpulan dari awal, keterbagian bilangan berpangkat 2 dan berpangkat 1, perbedaan nilai bilangan irrasional.

Kata Kunci: Beban Kognitif *Intrinsic*; Pembelajaran; Bilangan Irrasional

How to Cite. How to Cite : Barep Yohanes (2002). Beban Kognitif *Intrinsic* Dalam Pembelajaran Materi *Eksistensi* Bilangan Irrasional. Jurnal Edupedia Universitas Muhammadiyah Ponorogo, 6(1): 1-12.

© 2022 Universitas Muhammadiyah Ponorogo. All rights reserved

ISSN 2614-1434 (Print)

ISSN 2614-4409 (Online)

PENDAHULUAN

Belajar merupakan suatu proses pembentukan pengetahuan. Teori belajar konstruktivis membahas bahwa belajar adalah kegiatan mengkonstruksi pengetahuan melalui proses aktivitas. Teori behavioristik membahas bahwa belajar adalah suatu perubahan dari tidak bisa menjadi bisa, tidak tahu menjadi tahu, tidak mahir menjadi mahir, dan lain sebagainya. Teori kognitivis mengatakan

bahwa belajar merupakan suatu proses yang rumit dalam mental seseorang dalam membangun suatu pengetahuan (Subanji, 2015). Belajar dapat terjadi pada seseorang dimanapun dan kapanpun. Belajar secara formal dilakukan dilembaga pendidikan melalui suatu kegiatan aktivitas yang disebut dengan pembelajaran.

Pembelajaran merupakan suatu interaksi antara pendidik, peserta didik, dan sumber belajar (Lampiran

Permendikbud No 103 Tahun 2014, 2014). Pembelajaran memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk dapat belajar dengan optimal dan maksimal. Pembelajaran memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mengeksplorasi kreatifitas yang berhubungan dengan sumber belajar (Choppin, 2011; Murray, 2011; Tachie, 2019). Pembelajaran hanya memberikan kesempatan kepada pendidik sebagai fasilitator kepada peserta didik untuk dapat belajar.

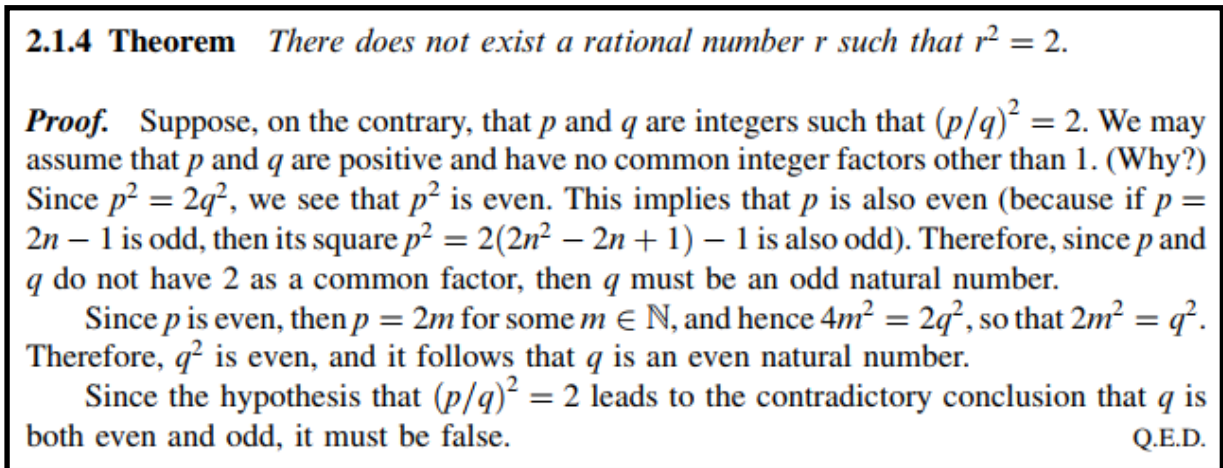
Pendidik sebagai fasilitator dalam pembelajaran tidak serta merta secara instan dapat terwujud. Perbaikan dalam pembelajaran harus selalu secara terus menerus dilakukan. Pendidik harus melihat karakteristik dari peserta didik dan juga sumber belajar yang digunakan dalam pembelajaran. Perbaikan pembelajaran dapat diupayakan melalui kajian teori-teori pembelajaran yang dapat mendukung perbaikan pembelajaran (Ahmed et al., 2020).

Teori beban kognitif merupakan salah satu teori yang berupaya untuk memperbaiki pembelajaran (Kalyuga, 2011). Teori beban kognitif memiliki kerangka pembahasan dari terbatasnya kapasitas memori kerja dan tak terbatasnya memori jangka panjang. Teori beban kognitif berasal dari beban yang telah diterima oleh memori kerja pada selang waktu tertentu dalam memproses suatu

informasi. Beban yang terjadi pada memori kerja inilah yang disebut beban kognitif (Plass et al., 2010; Sweller et al., 2011).

Beban kognitif dibedakan menjadi 3 (tiga), yaitu: beban kognitif *intrinsic*, beban kognitif *extraneous*, dan beban kognitif *germane* (Kalyuga, 2011; Plass et al., 2010; Sweller et al., 2011, 2019). Beban kognitif *intrinsic* merupakan beban yang disebabkan oleh elemen interaktivitas yang terkandung dalam bahan belajar. Beban kognitif *extraneous* merupakan beban yang berasal dari instruksional dan mengganggu proses belajar. Beban kognitif *germane* merupakan beban dari usaha yang dilakukan dalam memproses informasi. Beban kognitif tersebut berada dalam kegiatan pembelajaran matematika.

Pembelajaran matematika sebagian besar akan muncul ketiga beban kognitif tersebut. Pembelajaran matematika ditingkat SMK (Yohanes & Lusbiantoro, 2019), Pembelajaran materi Geometri (Yohanes et al., 2016), bahkan dalam pembelajaran dalam tingkat perguruan tinggi muncul beban kognitif. Pembelajaran dalam mata kuliah Matematika Sekolah yang dilakukan secara daring pun juga muncul beban kognitif (Yohanes & Yusuf, 2021b, 2021a). Begitu juga dalam pembuktian eksistensi bilangan irrasional juga muncul ketiga beban kognitif tersebut (Yohanes, 2022).



Gambar 1 Teorema eksistensi bilangan irrasional

Eksistensi bilangan irrasional memiliki kompleksitas tersendiri dalam pembelajaran mata kuliah Analisis Real. Eksistensi bilangan irrasional tertuang dalam pembahasan seperti gambar 1. Mahasiswa atau peserta didik mengalami kesulitan yang sangat sungguh sehingga dalam perkuliahan pembahasan pembuktian bilangan irrasional ini sempat diulang sampai 3 kali pertemuan. Ini menunjukkan bahwa elemen interaktivitas yang ada pada materi tersebut belum sepenuhnya dikuasai oleh mahasiswa. Kompleksitas dari materi yang dipelajari tersebut merupakan beban kognitif *intrinsic*.

Beban kognitif *intrinsic* dalam pembelajaran harus dikelola sebaik mungkin. Perlu diketahui bahwa beban kognitif *intrinsic* dan *extraneous* cenderung menghambat dalam belajar, sedangkan beban kognitif *germane* memfasilitasi dalam belajar (Lin & Lin,

2014). Selain itu beban kognitif *intrinsic* dalam pembelajaran harus dikelola, beban kognitif *extraneous* harus ditekan serendah mungkin, dan beban kognitif *germane* harus ditingkatkan (de Jong, 2010; Huang, 2018; Lin & Lin, 2014; Sweller et al., 2019). Beban kognitif *intrinsic* yang merupakan salah satu beban yang menghambat dan perlu dikelola.

Keberadaan beban kognitif *intrinsic* yang harus dikelola dalam pembelajaran maka penelitian ini membahas tentang munculnya beban kognitif *intrinsic*. Melihat munculnya beban kognitif *intrinsic* dalam pembuktian eksistensi bilangan irrasional diharapkan dapat menjadi acuan untuk mengelola elemen interaktivitas dalam perkuliahan Analisis Bilangan Real kedepannya. Melihat latar belakang diatas maka penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan munculnya beban

kognitif *intrinsic* dalam pembelajaran materi *eksistensi* bilangan irrasional.

METODE

Metode Penelitian ini merupakan penelitian kualitatif deskriptif yang bertujuan untuk melihat munculnya beban kognitif *intrinsic* dalam pembelajaran *eksistensi* bilangan irrasional. Data yang diperoleh dari penelitian ini berupa data kualitatif dari aktifitas pembelajaran dan hasil kerja dari pembuktian *eksistensi* bilangan irrasional.

Penelitian ini mengambil subjek penelitian mahasiswa prodi. Pendidikan Matematika, FMIPA, Universitas PGRI Banyuwangi angkatan 2018. Jumlah subjek penelitian ada 9 mahasiswa. Penelitian dilakukan pada pembelajaran mata kuliah Analisis Real pada topik materi pembahasan pembuktian teorema keberadaan bilangan irrasional yang tertuang pada gambar 1.

Peneliti dalam penelitian ini bertindak sebagai instrument utama yang melihat munculnya beban kognitif *intrinsic*

dan juga yang melakukan pembelajaran (dosen). Instrumen pendukung dalam penelitian ini berupa pedoman wawancara, buku catatan, dokumentasi foto hasil kerja, dan rekaman video.

Langkah –langkah penelitian diawali dengan dosen melakukan pembelajaran membahas teorema 2.1.4 seperti gambar 1. Pembahasan tersebut dilakukan untuk mengawali pembelajaran sehingga dapat memberikan pengetahuan awal bagi mahasiswa untuk membuktikan *eksistensi* bilangan irrasional. Pembahasan dilakukan dengan pembelajar secara Tanya jawab sehingga mengetahui tentang kesulitan yang dihadapi mahasiswa. Langkah selanjutnya mahasiswa diberikan soal yang berbeda untuk memperdalam pemahaman tentang materi *eksistensi* bilangan irrasional. Soal tersebut seperti pada gambar 2 yang dapat menggambarkan kesulitan dan beban kognitif *intrinsic* pada mahasiswa.

There does not exist a rational number r such that $r^2 = 7$

Gambar 2 Soal *eksistensi* bilangan irrasional

Penelitian ini mengambil langkah-langkah analisis yang dikemukakan (Creswell, 2009) meliputi: Pengumpulan data, mereduksi data, mentranskrip data,

menganalisis temuan, dan menyimpulkan. Setiap langkah analisis data ditujukan pada munculnya beban kognitif *intrinsic* dan didasarkan pada indikator munculnya

5 **Barep Yohanes, Beban Kognitif Intrinsic dalam Pembelajaran Materi Eksistensi Bilangan Irrasional**

beban kognitif *intrinsic* seperti pada gambar 3 (Sweller et al., 2019).

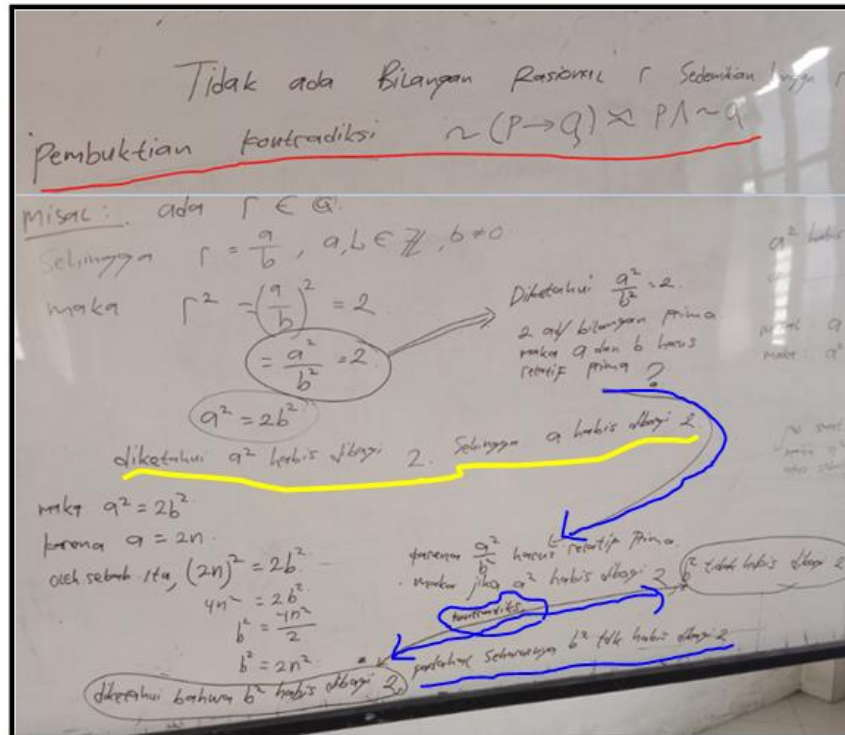
SITUASI MUNCULNYA BEBAN KOGNITIF <i>INTRINSIC</i>	TIDAKAN DOSEN	INDIKATOR BEBAN KOGNITIF <i>INTRINSIC</i> MAHASISWA
Jumlah Elemen Interaktivitas dan interaksi antar elemen interaktivitas	- Dosen menjelaskan tentang pembuktian Kontradiksi	- Mahasiswa mengalami kesulitan memahami tentang pembuktian kontradiksi karena sudah lupa - Mahasiswa dapat menunjukkan pembuktian dengan kontradiksi tetapi dalam kesimpulan pengerjaan kurang jelas atau salah
	- Dosen menjelaskan tentang Bilangan rasional	- Mahasiswa mengalami kesulitan tentang maksud hubungan bilangan bulat, bilangan rasional, dan bilangan prima - Mahasiswa dapat menunjukkan hubungan antar bilangan bulat, bilangan rasional, dan bilangan prima tetapi tidak bisa/ salah dalam menjelaskan maksud dan tujuan
	- Dosen menjelaskan langkah operasi persamaan dalam pembuktian	- Mahasiswa mengalami kesulitan saat menyaksikan langkah-langkah operasi persamaan dalam pembuktian - Mahasiswa dapat menunjukkan langkah operasi persamaan dalam pembuktian tetapi mengalami kesalahan saat pembuktian
	- Dosen menjelaskan tentang hubungan bilangan bulat yang relatif prime	- Mahasiswa mengalami kesulitan saat memahami maksud relative prime - Mahasiswa dapat menunjukkan hubungan bilangan bulat yang relatif prime tetapi tidak bisa/ salah menjelaskan maksud hubungan bilangan bulat yang relatif prime
	- Dosen menjelaskan tentang kesimpulan akhir dari pembuktian dan inti dari kontra yang dimaksudkan	- Mahasiswa mengalami kesulitan saat memahami maksud dari kesimpulan dan kontra yang dimaksud dalam pembuktian - Mahasiswa dapat menunjukkan kesimpulan dan kontra yang dimaksud dalam pembuktian tetapi tidak bisa/ salah dalam menyimpulkan dan menentukan kontra pada pembuktian

Gambar 3 Indikator munculnya beban kognitif *intrinsic* dalam pembahasan *eksistensi* bilangan irrasional

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembelajaran mata kuliah Analisis Real diawali dengan penjelasan pengantar dari dosen yang membahas tentang teorema eksistensi bilangan irrasional seperti pada gambar 1. Pembelajaran menggunakan media pembelajaran papan tulis yang secara langsung membahas langkah demi langkah dari pembuktian teorema tersebut. Pembahasan yang dilakukan oleh dosen memang tidak bisa dilakukan secara cepat karena mahasiswa mengalami beberapa kesulitan. Kesulitan-

kesulitan yang dirasakan oleh mahasiswa inilah yang dapat dijadikan salah satu indikator munculnya beban kognitif *intrinsic* (Sweller et al., 2019). Pembahasan yang telah dilakukan oleh dosen dapat tersaji dalam gambar 4 yang selanjutnya dibahas dengan mentriangulasi dari hasil wawancara pada saat pembelajaran berlangsung. Data yang juga menjadi pendukung dari munculnya beban kognitif *intrinsic* adalah hasil kerja mahasiswa saat mengerjakan soal pemantapan pemahaman seperti gambar 2.



Gambar 4 Hasil Pembahasan dari teorema *eksistensi* bilangan irrasional oleh dosen

Dosen melakukan pembelajaran dengan terlebih dahulu bertanya maksud dari terjemahan teorema yang ada pada gambar 1. Mahasiswa sebagian besar tidak mengalami kesulitan perihal maksud dari terjemahan teorema 2.1.4.

Dosen menjelaskan perihal pembuktian dari teorema 2.1.4 tersebut. Dari gambar 1 dinyatakan bahwa pembuktian dilakukan secara *contrary* atau kontradiksi. Mahasiswa mengalami kesulitan perihal maksud dari pembuktian kontradiksi tersebut.

Dosen : Bagaimana pendapat kalian tentang pembuktian secara kontradiksi ini?

Mahasiswa 1 : La ya itu pak, saya tidak tahu.

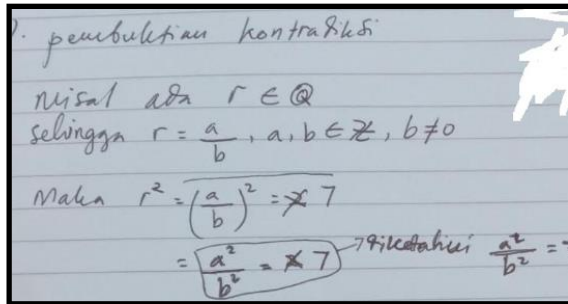
Dosen : Mungkin yang lainnya ada yang tahu?

Mahasiswa 2 : Kalau dari kata-katanya sih kontra, mungkin itu berlawanan pak. Tapi secara detail kurang paham saya.

Tanya jawab diatas terlihat bahwa mahasiswa tidak memahami bahwa pembuktian kontradiksi merupakan jenis pembuktian dengan bentuk negasi p maka q seperti pada gambar 4 garis merah. Kesulitan mahasiswa perihal konsep pembuktian kontradiksi juga terlihat dari hasil kerja mahasiswa yang hanya menunjukkan kalimat kontradiksi tanpa menunjukkan maksudnya. Seperti pada gambar 5 di bawah ini mahasiswa hanya

7 **Barep Yohanes, Beban Kognitif Intrinsic dalam Pembelajaran Materi Eksistensi Bilangan Irrasional**

menyebutkan pembuktian kontradiksi saja saat mengerjakan soal gambar 2.



Gambar 5 Hasil kerja mahasiswa dalam menjawab soal gambar 2

Kesulitan yang dialami mahasiswa merupakan munculnya beban kognitif *intrinsic* berdasarkan indikator pada gambar 3. Kesulitan menunjukkan beban kognitif *intrinsic* muncul saat membahas konsep pembuktian kontradiksi (Costley & Lange, 2017; Ginns & Leppink, 2019). Pupil mata mahasiswa yang mengarah pada papan tulis saat pembelajaran juga menunjukkan munculnya beban kognitif *intrinsic* (Wawan et al., 2019).

Dosen menjelaskan tentang definisi dari suatu bilangan rasional. Definisi tersebut mengarah kepada suatu keberadaan bilangan bulat yang merupakan komponen dari bilangan rasional. Seperti pada gambar 4 dengan garis bawah warna kuning menunjukkan bahwa ada hubungan bilangan pecahan pada bilangan a dan b . Di atas dari garis warna kuning dapat disimpulkan bahwa a^2 habis dibagi 2, sehingga a juga habis dibagi 2. Dari penjelasan tersebut maka mahasiswa

mengalami kebingungan dan terlihat gelisah. Dari catatan peneliti terlihat mahasiswa mulai menunjukkan gestur tidak nyaman dan saling bertatapan antara mahasiswa dengan mahasiswa. Situasi tersebut kemudian dosen bertanya kepada mahasiswa:

Dosen : Bagaimana mungkin ada yang ditanyakan sebelum saya lanjutkan?

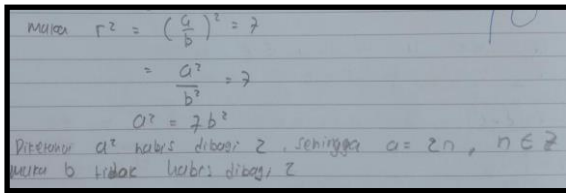
Mahasiswa 2 : Maaf pak, Saya bingung ini dengan teman-teman.

Dosen : Bagus, Kalau bingung berarti saudara sedang berpikir. Saya senang, silahkan apa yang dibingungkan?

Mahasiswa 3 : Itu kenapa pak, kok tiba-tiba a^2 habis dibagi 2, sehingga a juga habis dibagi 2.

Tanya jawab diatas terlihat bahwa mahasiswa mengalami kesulitan. Kegelisahan yang ditunjukkan menunjukkan bahwa mahasiswa bingung dan kesulitan.

Kesulitan juga terlihat dari hasil kerja mahasiswa dari soal gambar 2. Mahasiswa mengalami kesalahan dalam menjelaskan. Kesalahan terjadi karena berbedanya bilangan irrasional yang diberikan. Pada soal diberikan bilangan 7 tetapi mahasiswa menjelaskan dengan bilangan 2. Ini menunjukkan mahasiswa berpikir tetapi yang diingat pada waktu perkuliahan dan bukan soal yang dikerjakan. Kesalahan dapat terlihat dari gambar 6 berikut ini.



Gambar 6 kesalahan kerja mahasiswa dalam menjawab soal gambar 2

Kesulitan dan kebingungan yang dirasakan mahasiswa terlihat bahwa beban kognitif *intrinsic* muncul dari elemen interaktivitas yang ada pada soal atau materi (Skulmowski & Rey, 2017). Beban kognitif *intrinsic* muncul karena adanya pendefinisian dari bilangan rasional yang memiliki hubungan dengan sifat operasi bilangan bulat. Sifat keterbagian pada bilangan bulat. Ini menunjukkan adanya beban kognitif *intrinsic* dari interaksi antar elemen interaktivitas (Friedman et al., 2019).

Beban kognitif *intrinsic* muncul saat mahasiswa harus menghubungkan antara materi pembelajaran dengan soal. Beban kognitif *intrinsic* juga terjadi saat menghubungkan bilangan keterbagian dari 2 dan 7 yang berbeda antara pembuktian teorema dan soal. Beban kognitif *intrinsic* muncul karena adanya interaksi antar elemen interaktivitas yang berupa perbedaan nilai dan koneksi antara pembuktian teorema dengan keterbagian bilangan.

Penjelasan yang dilakukan oleh dosen tidak menunjukkan adanya kesulitan dalam melakukan operasi dalam

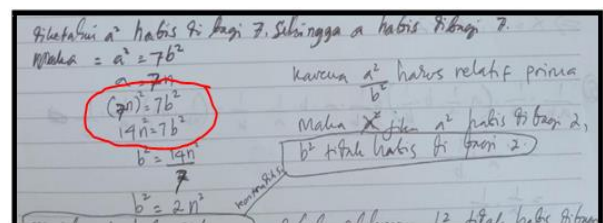
persamaan. Mahasiswa memahami setiap tahapan dalam melakukan operasi. Langkah demi langkah dalam mengoperasikan persamaan dapat diikuti oleh mahasiswa.

Kesulitan dan kesalahan terlihat saat mahasiswa mengerjakan soal gambar 2. Mahasiswa mengerjakan secara mandiri terlihat adanya kesulitan. Kesalahan yang dialami mahasiswa menunjukkan adanya beban kognitif. Terlihat saat mahasiswa mengoperasikan antara:

$$(7n)^2 = 7b^2$$

$$14n^2 = 7b^2$$

Pengerjaan mahasiswa di atas menunjukkan proses informasi pengetahuan yang kurang benar dari bilangan berpangkat. Kesalahan pengerjaan di atas dapat terlihat pada gambar 7 dengan tanda warna merah.



Gambar 7 kesalahan kerja mahasiswa tentang operasi persamaan dalam menjawab soal gambar 2

Kesalahan yang dialami mahasiswa menunjukkan proses adanya kesalahan tentang langkah penjabaran. Elemen interaktivitas yang ada antara bilangan berpangkat menunjukkan beban kognitif *intrinsic* (Costley & Lange, 2017). Elemen tersebut akan memberikan beban kepada

9 **Barep Yohanes, Beban Kognitif Intrinsic dalam Pembelajaran Materi Eksistensi Bilangan Irrasional**

sistem kognitif mahasiswa saat mengerjakan soal gambar 2.

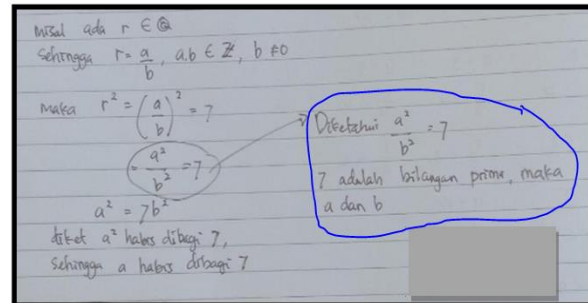
Penjelasan dosen tentang pembuktian teorema gambar 1 membahas tentang 2 bilangan yang memiliki faktor hanya bilangan 1 dan faktor lainnya tidak sama. Dosen menjelaskan bahwa hal tersebut namanya adalah *relative prime*. Mahasiswa mengalami kesulitan dan kebingungan perihal hal tersebut. Terlihat dari pertanyaan mahasiswa berikut.

Mahasiswa 1 : Maaf pak, Maksudnya bagaimana ya, tentang berbeda faktor kecuali 1?

Dosen : Dalam konsep bilangan ada yang disebut dengan relatif prima atau relative prime. Maksudnya adalah jika terdapat 2 bilangan, maka faktor kedua bilangan tersebut tidak ada yang sama kecuali faktor 1. Contohnya bilangan 4 dan 7, keduanya memiliki faktor yang berbeda kecuali 1. Bilangan 4 faktornya 1, 2, 4 sedangkan bilangan 7 faktornya 1, 7. Jadi faktor yang sama hanya 1 dan lainnya berbeda.

Penjelasan dosen tersebut membuat mahasiswa masih ada yang belum dipahami. Mahasiswa masih mengalami kesulitan dan terganggu dalam pemahaman. Kesulitan tersebut terlihat saat mahasiswa mengerjakan soal gambar 2. Gambar 8 dengan tanda biru menunjukkan bahwa mahasiswa terputus pemahamannya tentang keberadaan konsep relatif prima atau *relative prime*.

Mahasiswa teringat tentang penjelasan dosen tetapi kurang memahami pasti keberadaan relatif prima.



Gambar 8 terputusnya langkah mahasiswa tentang relative prime dalam menjawab soal gambar 2

Tanya jawab saat pembelajaran dan hasil kerja mahasiswa terlihat ada proses kognitif yang terjadi pada pemahaman mahasiswa. Mahasiswa mengetahui adanya konsep relatif prima dalam pembuktian tersebut tetapi belum sepenuhnya memahami maksud dan tujuan. Konsep relatif prima tersebut menjadi bagian dalam pembuktian kontradiktif sehingga dalam kesimpulan akan ada kontra. Beban kognitif *intrinsic* muncul dari kompleksitas elemen interaktifitas (Costley & Lange, 2017; Leppink, 2017; Sweller, 2016; Yohanes & Yusuf, 2021a).

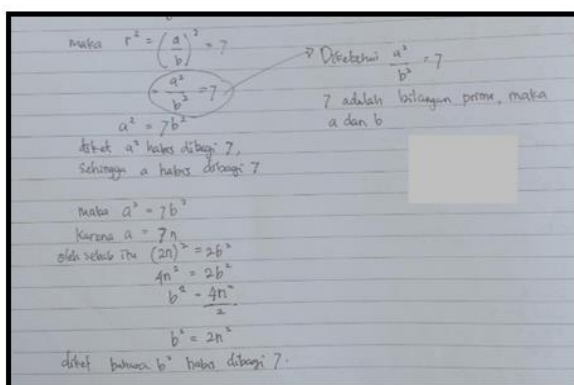
Beban kognitif yang dirasakan oleh mahasiswa adalah ketika diakhir harus menarik kesimpulan dalam pembuktian eksistensi bilangan irrasional. Penjelasan dosen diakhir memberikan kesulitan bagi mahasiswa untuk memahami letak kontra dari langkah-langkah pembuktian

eksistensi bilangan irrasional. Pertanyaan dari mahasiswa menunjukkan bahwa ada letak kesulitan dari penarikan kesimpulan.

Mahasiswa 3 : Saya kok bingung ya pak. Awalnya habis dibagi 2, kemudian tidak habis dibagi 2, sekarang tiba-tiba disimpulkan kontra dan terbukti.

Dosen : Baik sekarang silahkan diperhatikan lagi dipapan tulis (gambar 4 warna biru) dan saya akan jelaskan kembali.

Penarikan kesimpulan yang membuat mahasiswa mengalami kesulitan juga terlihat saat mahasiswa menyimpulkan hasil kerja mereka. Hasil kerja mahasiswa terlihat bahwa tidak ada kesimpulan dari akhir pengerjaan (gambar 9). Mahasiswa sebenarnya mengetahui adanya kesimpulan yang harus ditampilkan, tetapi mereka merasa bingung dan sulit untuk menyimpulkan tentang pembuktian tersebut.



Gambar 9 kesulitan mahasiswa dalam menyimpulkan pembuktian dalam menjawab soal gambar 2

Kesulitan dalam menyimpulkan memiliki kerumitan tersendiri karena berisi

dari rangkaian dari awal sampai akhir pada pembuktian. Kompleksitas dari elemen interaktifitas ini memberikan beban kognitif *intrinsic* (Kalyuga, 2011; Plass et al., 2010; Sweller et al., 2019) yang berasal dari pembuktian eksistensi bilangan irrasional. Penarikan kesimpulan mempunyai beban yang berasal dari elemen interaktivitas, kompleksitas, dan interaksi antar elemen interaktivitas yang terkandung dalam materi.

KESIMPULAN

Munculnya beban kognitif *intrinsic* dalam pembelajaran eksistensi bilangan irrasional disebabkan oleh elemen interaktivitas dan interaksi antar elemen interaktivitas. Elemen interaktivitas meliputi pembuktian kontradiktif, bilangan berpangkat, relatif prima, dan keterbagian bilangan. Interaksi antar elemen interaktivitas yaitu penarikan kesimpulan dari awal, keterbagian bilangan berpangkat 2 dan berpangkat 1, perbedaan nilai bilangan irrasional.

DAFTAR PUSTAKA

- Lampiran Permendikbud no 103 tahun 2014, (2014).
- Ahmed, E., El Khoribi, R. A., Darwish, G., Muzy, A., & Bernot, G. (2020). Modeling of the development of the fetus cognitive map from the sensorimotor system. *Egyptian Informatics Journal*, 21(4), 191–199. <https://doi.org/10.1016/j.eij.2020.01.002>
- Choppin, J. (2011). The role of local

- theories: Teacher knowledge and its impact on engaging students with challenging tasks. *Mathematics Education Research Journal*, 23(1), 5–25. <https://doi.org/10.1007/s13394-011-0001-8>
- Costley, J., & Lange, C. (2017). The effects of lecture diversity on germane load. *International Review of Research in Open and Distance Learning*, 18(2), 27–46. <https://doi.org/10.19173/irrodl.v18i2.2860>
- Creswell, J. W. (2009). *Research Design: Pendekatan Kualitatif, Kuantitatif, dan Mixed, edisi-3. Terjemahan Achmad Fawai*. Pustaka Pelajar.
- de Jong, T. (2010). Cognitive Load Theory, Educational research, and instructional design: some food for thought. *Instructional Science*, 38(2), 105–134. <https://doi.org/10.1007/s11251-009-9110-0>
- Friedman, N., Fekete, T., Gal, K., & Shriki, O. (2019). EEG-based prediction of cognitive load in intelligence tests. *Frontiers in Human Neuroscience*, 13(June). <https://doi.org/10.3389/fnhum.2019.00191>
- Ginns, P., & Leppink, J. (2019). Special Issue on Cognitive Load Theory: Editorial. *Educational Psychology Review*, 31(2), 255–259. <https://doi.org/10.1007/s10648-019-09474-4>
- Huang, Y. H. (2018). Influence of instructional design to manage intrinsic cognitive load on learning effectiveness. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(6), 2653–2668. <https://doi.org/10.29333/ejmste/90264>
- Kalyuga, S. (2011). Informing: A cognitive load perspective. *Informing Science: The International Journal of an Emerging Transdiscipline*, 14(1), 33–45. <https://doi.org/10.28945/1349>
- Leppink, J. (2017). Cognitive load theory: Practical implications and an important challenge. *Journal of Taibah University Medical Sciences*, 12(5), 385–391. <https://doi.org/10.1016/j.jtumed.2017.05.003>
- Lin, J. J. H., & Lin, S. S. J. (2014). Cognitive Load for Configuration Comprehension in Computer-Supported Geometry Problem Solving: an Eye Movement Perspective. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 12(3), 605–627. <https://doi.org/10.1007/s10763-013-9479-8>
- Murray, S. (2011). Declining participation in post-compulsory secondary school mathematics: Students' views of and solutions to the problem. *Research in Mathematics Education*, 13(3), 269–285. <https://doi.org/10.1080/14794802.2011.624731>
- Plass, J. L., Moreno, R., & Brünken, R. (2010). *COGNITIVE LOAD THEORY*. Cambridge University Press.
- Skulmowski, A., & Rey, G. D. (2017). Measuring cognitive load in embodied learning settings. *Frontiers in Psychology*, 8(AUG), 1–6. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01191>
- Subanji. (2015). *TEORI KESALAHAN KONSTRUKSI KONSEP DAN PEMECAHAN MASALAH MATEMATIKA*. Universitas Negeri Malang.
- Sweller, J. (2016). Working Memory, Long-term Memory, and Instructional Design. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*, 5(4), 360–367. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jarmac.2015.12.002>
- Sweller, J., Ayres, P., & Kalyuga, S. (2011). *COGNITIVE LOAD THEORY* (Vol. 82, Issue 1). Cambridge University Press.

- <http://www.springer.com/series/8640>
Sweller, J., van Merriënboer, J. J. G., & Paas, F. (2019). Cognitive Architecture and Instructional Design: 20 Years Later. *Educational Psychology Review*, 31(2), 261–292. <https://doi.org/10.1007/s10648-019-09465-5>
- Tachie, S. A. (2019). Meta-cognitive skills and strategies application: How this helps learners in mathematics problem-solving. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 15(5). <https://doi.org/10.29333/ejmste/105364>
- Wawan, Ningsih, E. F., Widodo, S. A., Leonard, Sary, R. M., & Retnowati, E. (2019). The Cognitive Load of Learners in the Learning Process of the Rotating Object Volume. *Journal of Physics: Conference Series*, 1315(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1315/1/012046>
- Yohanes, B. (2022). BEBAN KOGNITIF MAHASISWA DALAM PEMBELAJARAN PEMBUKTIAN TIDAK ADA BILANGAN RASIONAL r SEHINGGA. *Vol. 2 No. 1 (2022): SEMNAS KNMIPA II: STEAM (SOCIETY TECHNOLOGY, ENGINEERING, ART AND MATHEMATICS)*, 37–46. <https://ejournal.unibabwi.ac.id/index.php/knmipa/article/view/1720>
- Yohanes, B., & Lusbiantoro, R. (2019). Cognitive Load Theory: Interactivity Elements in Mathematics Learning. *INSPIRAMATIKA: Jurnal Inovasi Pendidikan Dan Pembelajaran Matematika*, 5(1), 1–8. <http://ejournal.unisda.ac.id/index.php/Inspiramatika/article/view/1477>
- Yohanes, B., Subanji, & Sisworo. (2016). Students' Cognitive Load in Geometry Learning. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian Dan Pengembangan*, 1(2), 187–195.
- Yohanes, B., & Yusuf, F. I. (2021a). Intrinsic Cognitive Load in Online Learning Model of School Mathematics 1 in Covid-19 Pandemic Period. *JIPM (Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika)*, 9(2), 59. <https://doi.org/10.25273/jipm.v9i2.7292>
- Yohanes, B., & Yusuf, F. I. (2021b). TEORI BEBAN KOGNITIF: PETA KOGNITIF DALAM PEMECAHAN MASALAH PADA MATEMATIKA SEKOLAH. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 10(4), 2215–2224. <https://doi.org/https://doi.org/10.24127/ajpm.v10i4.4033>