

## HUBUNGAN ANTARA KEMAMPUAN *UNPACKING* DAN KONSTRUKSI NEGASI PERNYATAAN MATEMATIKA

Kimura Patar Tamba<sup>1\*</sup>

<sup>1\*</sup> Pendidikan Matematika, Universitas Pelita Harapan, Tangerang, Indonesia.

*\*Corresponding author*

E-mail: [kimura.tamba@uph.edu](mailto:kimura.tamba@uph.edu)<sup>1\*)</sup>

Received 11 January 2021; Received in revised form 18 June 2021; Accepted 29 June 2021

### Abstrak

Kemampuan *unpacking* dan konstruksi negasi dari pernyataan matematika merupakan hal penting dalam pemahaman mengenai pernyataan matematika, pembuktian bahkan memahami konsep matematika dibaliknya. Kemampuan *unpacking* diasumsikan berhubungan dengan kemampuan konstruksi negasi. Penelitian ini bertujuan untuk menguji hubungan antara kemampuan *unpacking* dan konstruksi negasi dari pernyataan matematika. Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan metode survey terhadap 35 calon guru matematika, yaitu 28 perempuan dan 7 laki-laki. Calon guru matematika ini sedang mengikuti perkuliahan logika dan teori himpunan. Penelitian ini menggunakan tes yang memuat delapan pernyataan yang diminta untuk di-*unpacking* dan dikonstruksi negasinya. Data hasil tes dianalisis secara kuantitatif menggunakan statistik deskriptif dan inferensial. Statistik deskriptif menggunakan rata-rata, maksimum, minimum dan standar deviasi. Statistik inferensial menggunakan korelasi *pearson's product-moment*. Hasil penelitian menunjukkan tingkat kemampuan *unpacking* calon guru matematika berada pada kategori sedang dan kemampuan konstruksi negasi pada kategori sedang. Hasil penelitian juga menunjukkan tidak adanya hubungan signifikan antara kemampuan *unpacking* dengan kemampuan konstruksi negasi pernyataan matematika. Temuan penelitian mengimplikasikan pentingnya mengembangkan proses dimana calon guru matematika didorong untuk melakukan evaluasi mengenai pernyataan matematika.

**Kata kunci:** Logika; negasi; pernyataan matematika; *unpacking*.

### Abstract

The ability to *unpack* and construct the negation of mathematical statements is important in understanding mathematical statements, proving and even understanding the mathematical concepts behind them. The *unpacking* ability is assumed to be related to the negation construction capability. This study aims to examine the relationship between *unpacking* abilities and the negation construction of mathematical statements. This research is a quantitative study with a survey method of 35 pre-service mathematics teachers. This study uses a test that contains eight statements which are asked to be *unpacked* and constructed for negation. Data were analyzed quantitatively using descriptive and inferential statistics. Descriptive statistics use mean, maximum, minimum and standard deviation. Inferential statistics use *product-moment correlation*. The results showed the level of *unpacking* ability of prospective mathematics teachers was in the medium category and the negation construction ability was in the medium category. The results also showed that there was no significant relationship between *unpacking* ability and the negation construction ability of mathematical statements. The research findings imply the importance of developing a process by which pre-service mathematics teachers are encouraged to evaluate mathematics statements.

**Keywords:** Logic; mathematical statement; negation; *unpacking*.



This is an open access article under the [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

### PENDAHULUAN

Buku teks matematika sering menuliskan pernyataan matematika secara implisit. Misalnya, buku teks sering tidak menuliskan kuantifikasi

(kuantor) dalam menulis definisi ataupun teorema, meskipun kuantor masih melekat pada konsep matematika tersebut (Morgan, 2020; Stewart, 2012) Penyajian konsep matematika (dalam

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v10i2.3474>

bentuk definisi ataupun teorema) dengan pernyataan yang tidak memiliki struktur logika formal yang eksplisit sering melahirkan ambiguitas (Morgan, 2020; Ngansop, 2018; Shipman, 2016).

Pernyataan yang tidak memiliki struktur logika formal yang eksplisit perlu di-*unpacking* sehingga ambiguitas dalam memaknainya dapat dihindarkan. Untuk itu calon guru matematika harus memiliki kemampuan melakukan *unpacking* pernyataan matematika. *Unpacking* pernyataan matematika artinya kemampuan menulis ulang pernyataan matematika informal menjadi pernyataan formal (Morgan, 2020; Ngansop, 2018; Uygur-Kabael, 2017). Contoh *unpacking* yaitu mengubah pernyataan informal seperti “fungsi kontinu ketika ia terdiferensialisasi” menjadi pernyataan formal “*untuk setiap fungsi  $f$ , jika  $f$  terdiferensialkan maka  $f$  kontinu*”. Pernyataan formal hasil *unpacking* ini memiliki struktur yang jelas dan eksplisit yaitu kuantor dinyatakan secara eksplisit (*untuk setiap*), predikat juga dituliskan secara eksplisit dengan simbolik (*fungsi  $f$* ) dan struktur penghubungannya terlihat jelas (*jika...maka...*). Dengan melakukan *unpacking* struktur dan makna dari pernyataan lebih mudah dipahami. Hal ini memiliki implikasi pada konstruksi negasi dari pertanyaan tersebut.

Meskipun belum menjadi topik umum, beberapa penelitian mengenai *unpacking* telah dilakukan (misalnya, Morgan, 2020; Ngansop, 2018; Shipman, 2016; Uygur-Kabael, 2017). Penelitian dari Morgan (2020) dan Uygur-Kabael (2017) menunjukkan mahasiswa kesulitan memahami dan menginterpretasi pernyataan berkuantor yang strukturnya implisit. Mahasiswa cenderung sulit melakukan *unpacking* atas pernyataan berkuantor yang

strukturnya implisit. Temuan yang sama juga diungkap oleh penelitian Ngansop (2018) bahwa kemampuan *unpacking* (mengetahui struktur logis) dari sebuah pernyataan memungkinkan mahasiswa untuk mengklarifikasi ambiguitas yang diakibatkan oleh bahasa. Bahkan penelitian dari Shipman (2016) kurangnya kemampuan *unpacking* menimbulkan kesulitan dalam mengkonstruksi bukti.

Berbagai penelitian tersebut mengungkapkan mahasiswa kesulitan dalam melakukan *unpacking* pernyataan matematika. Namun, penelitian tersebut belum menganalisis mengenai hubungan kemampuan *unpacking* dengan konstruksi negasi pernyataan matematika secara kuantitatif dan spesifik (Morgan, 2020; Ngansop, 2018; Shipman, 2016; Uygur-Kabael, 2017). Dengan demikian, penting melihat hubungan kemampuan *unpacking* dan kemampuan mengkonstruksi negasi penting dilakukan.

Kemampuan mengkonstruksi negasi penting karena agar dapat mengevaluasi dan menentukan nilai kebenaran serta mengembangkan bukti logis dari suatu pernyataan, mahasiswa harus memahami negasinya (Morgan, 2020). Sementara itu, penelitian mengenai topik negasi pernyataan matematika belum juga melihat hubungan kemampuan mengkonstruksi negasi dengan kemampuan *unpacking* (misalnya, Macbeth et al., 2013; Morgan, 2020; Nurjanah et al., 2019). Dengan demikian, penting dilakukan suatu studi mengenai hubungan kemampuan mengkonstruksi negasi dengan kemampuan *unpacking*. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menguji dan menganalisis hubungan antara kemampuan *unpacking* pernyataan matematika dan kemampuan mengkonstruksi negasi dari pernyataan

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v10i2.3474>

matematika. Analisis hubungan ini dilihat dalam dua hal yaitu analisis korelasi (asosiasi) dan analisis pengaruh. Secara detail, penelitian ini akan menguji dan menganalisis: (1) deksripsi kemampuan *unpacking* pernyataan matematika dan kemampuan mengkonstruksi negasi pernyataan matematika; (2) hubungan antara kemampuan *unpacking* pernyataan matematika dengan kemampuan mengkonstruksi negasi pernyataan matematika.

### METODE PENELITIAN

Penelitian ini adalah penelitian kuantitatif dengan menggunakan metode survei dan desain *cross-sectional*. Desain ini dipilih karena kebutuhan untuk memperoleh data dari beberapa variabel secara bersamaan (Cohen et al., 2018). Penelitian ini dimulai dengan menganalisis indikator kemampuan *unpacking* dan konstruksi negasi pada mata kuliah logika dan teori himpunan. Lalu, instrumen disusun dan dilakukan validasi. Kemudian survei dilakukan dengan menggunakan kedua tes secara bersamaan.

Sebanyak 35 orang calon guru matematika (28 perempuan dan 7 laki-laki) menjadi partisipan dalam penelitian ini. Penelitian ini dilaksanakan di Universitas Pelita Harapan, Tangerang, Indonesia. Pemilihan partisipan dilakukan secara *purposive sampling*, karena penelitian bertujuan menguji hubungan kemampuan *unpacking* dan mengkonstruksi negasi

dari pernyataan matematika. Oleh karena itu partisipan yang dipilih adalah calon guru yang telah memiliki pemahaman mengenai *unpacking* dan negasi pernyataan matematika. Partisipan telah menyelesaikan mata kuliah logika dan teori himpunan. Partisipan juga telah lulus pada mata kuliah Kalkulus I. Pemilihan ini dilakukan karena pernyataan matematika yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah teorema-teorema dalam Kalkulus I.

Survei dilakukan untuk mengumpulkan data kemampuan *unpacking* dan kemampuan mengkonstruksi negasi pernyataan matematika. Instrumen yang digunakan adalah tes yang terdiri dari dua permasalahan. Permasalahan pertama bertujuan menguji kemampuan *unpacking* pernyataan matematika. Pada permasalahan pertama ini, calon guru matematika diminta untuk melakukan *unpacking* 8 (delapan) pernyataan matematika. Pernyataan yang digunakan adalah teorema-teorema mengenai fungsi (kontinuitas, turunan) dari kalkulus I. Pernyataan ini diambil dari buku teks Kalkulus I. Permasalahan kedua adalah mengkonstruksi negasi dari 8 (delapan) pernyataan matematika yang digunakan pada permasalahan pertama. Artinya permasalahan pertama dan kedua menggunakan pernyataan matematika yang sama. Kedelapan pernyataan tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Pernyataan yang digunakan dalam tes

No	Pernyataan
1.	Untuk $a < b$ terdapat $c$ sehingga $f(c) = y$ bilamana $f(a) < y$ dan $y < f(b)$
2.	Terdapat sebuah fungsi $g$ sedemikian sehingga $g' = y$ bilamana $f$ kontinu untuk setiap $x$
3.	Jika $f$ terdefinisi pada $a$ , maka $\lim_{x \rightarrow a} f(x)$ ada, akibatnya $f$ kontinu pada $a$

No	Pernyataan
4.	Fungsi $f$ naik pada interval $I$ artinya bahwa untuk setiap bilangan $x_1$ dan $x_2$ dalam $I$ , jika $x_1 < x_2$ maka $f(x_1) < f(x_2)$
5.	Jika $\lim_{x \rightarrow c} f(x)$ adalah bernilai positif, maka terdapat interval terbuka sedemikian sehingga $f(x) > 0$ untuk setiap $x \neq c$ dalam interval
6.	Jika $f'(x) = g'(x)$ untuk setiap $x$ dalam interval $I$ maka $f$ dan $g$ berbeda oleh sebuah konstanta $k$ sedemikian sehingga $f(x) - g(x) = k$ , untuk semua $x$ dalam $I$
7.	Jika $f(c)$ tidak merupakan maksimum lokal atau minimum lokal dari $f$ maka antara $f'(c) = 0$ atau $f'(c)$ tidak terdefinisi
8.	Jika $g$ kontinu pada $c$ dan $f$ kontinu pada $g(c)$ maka $f \circ g$ kontinu pada $c$

Validasi tes dilakukan dengan menggunakan korelasi *Pearson's product moment*. Nilai koefisien korelasi item soal tes kemampuan *unpacking* dan kemampuan konstruksi negasi berada pada rentang 0,374 sampai 0.796 dan signifikan pada  $\alpha = 0,05$ . Ini menunjukkan item tes valid. Uji reliabilitas dilakukan dengan menggunakan *Cronbach-Alpha*. Nilai koefisien  $r$  *Cronbach-Alpha* sebesar 0,350 untuk tes kemampuan *unpacking* dan 0,586 untuk tes kemampuan konstruksi negasi. Nilai ini lebih besar dari nilai  $r$ -tabel = 0,33. Ini menunjukkan instrument tes memiliki reliabilitas yang dapat diterima, meskipun tidak sangat kuat.

Analisis data dilakukan dengan tiga tahap. Tahap pertama adalah memberikan skor pada jawaban calon guru matematika untuk tes yang diberikan. Pedoman penskoran untuk permasalahan pertama dan kedua dilakukan secara berbeda. Pada permasalahan pertama, penskoran dilakukan dengan menggunakan kerangka kalkulus predikat. Dalam kalkulus predikat, bahasa formal terdiri dari huruf untuk variabel dan predikat, simbol untuk konektor logis, dan kuantor eksistensial dan universal (Morgan, 2020; Ngansop, 2018). Oleh karena itu, skor 1 akan diberikan jika masing-masing unsur bahasa formal

matematika muncul dalam jawaban calon guru matematika. Dengan demikian total skor yang dapat diperoleh untuk masing-masing pernyataan adalah 3. Pada permasalahan kedua, penskoran dilakukan dengan skala 0-2. Skor 0 diberikan jika tidak ada jawaban, skor 1 diberikan jika negasi yang diberikan tidak tepat dan 2 jika negasi yang diberikan tepat.

Tahap kedua, data kemampuan *unpacking* dan kemampuan konstruksi negasi pernyataan matematika yang diperoleh dari penskoran dianalisis secara statistik deskriptif. Statistik deskriptif meliputi nilai mean, maksimum, minimum dan standar deviasi. Untuk kemampuan *unpacking*, analisis statistik deskriptif juga akan dilakukan berdasarkan komponen kalkulus predikat. Selain itu data kemampuan *unpacking* dan kemampuan konstruksi negasi akan dikategorikan dalam tinggi, sedang dan rendah. Kategorisasi ini menggunakan teknik statistik hipotetik (Sugiyono, 2012) seperti terlihat pada Tabel 2.

Tahap ketiga, analisis dilakukan dengan menghitung nilai korelasi *pearson's moment product* dan analisis regresi antar kemampuan *unpacking* dan kemampuan konstruksi negasi. Analisis dilakukan dengan menggunakan batuan software SPSS 20.0.

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v10i2.3474>

Tabel 2. Kategorisasi skor

Kategori	Kemampuan Unpacking	Kemampuan Konstruksi Negasi
Tinggi	$X > 16,00$	$X > 10,67$
Sedang	$8,00 < X \leq 16,00$	$5,33 < X \leq 10,67$
Rendah	$X \leq 8,00$	$X \leq 5,33$

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian akan dipaparkan dalam dua bagian yaitu pertama mengenai analisis deskriptif kemampuan *unpacking* dan kemampuan konstruksi negasi pernyataan matematika. Bagian kedua, memaparkan hasil analisis korelasi antar kemampuan *unpacking* dan kemampuan konstruksi negasi pernyataan matematika. Bagian kedua juga mengungkapkan hasil

analisis regresi untuk melihat hubungan fungsi interaktif antar kemampuan *unpacking* dan kemampuan konstruksi negasi pernyataan matematika. Data kemampuan *unpacking* dan kemampuan konstruksi negasi dilakukan dengan menggunakan kerangka yang telah dipaparkan di atas. Tabel 3 adalah contoh penskoran atas tes yang diberikan.

Tabel 3. Contoh penskoran yang dilakukan pada jawaban calon guru matematika

No	Soal	Contoh jawaban calon guru matematika	Skor	Deskripsi pemberian skor
1a	Untuk $a < b$ terdapat $c$ sehingga $f(c) = y$ bilamana $f(a) < y$ dan $y < f(b)$	$\forall a, b \in R, \exists c \in R, f$ fungsi pada $R, a < b, f(a) < y < f(b) \rightarrow f(c) = y$ (Partisipan No 8)	3	Pada jawaban ini, predikat, kuantor dan konektor logika dituliskan secara eksplisit dan benar
1b	Terdapat sebuah fungsi $g$ sedemikian sehingga $g' = y$ bilamana $f$ kontinu untuk setiap $x$	$\{\exists g(x) \exists g' = y\} \leftrightarrow \{\exists (\lim_{x \rightarrow a} f(x) = f(a)), \forall a \in R\}$ (Partisipan No 6)	1	Konektor logika dan kuantor yang digunakan tidak tepat, sementara predikat dituliskan secara eksplisit
2c	Jika $f$ terdefinisi pada $a$ , maka $\lim_{x \rightarrow a} f(x)$ ada, akibatnya $f$ kontinu pada $a$	$f$ terdefinisi pada $C \rightarrow \lim_{x \rightarrow a} f(x) \wedge f$ tidak kontinu pada $a$ (Partisipan No 28)	1	Negasi tidak tepat

Pertama, hasil analisis deskriptif kemampuan *unpacking* dan kemampuan konstruksi negasi pernyataan matematika terlihat pada Tabel 4. Rata-rata skor kemampuan *unpacking* pernyataan matematika sebesar 17,11. Dari Tabel 3, skor maksimum yang diperoleh adalah 23, dengan skor total yang dapat diperoleh adalah skor 24. Artinya tidak ada calon guru matematika yang mampu mengubah pernyataan matematika informal menjadi pernyataan formal untuk semua pernyataan. Jika dilihat berdasarkan komponen *unpacking*, rata-rata kemam-

puan menulis kuantor secara eksplisit sebesar 5,6. Sementara rata-rata kemampuan menulis konektor logika secara eksplisit dan benar sebesar 5,14. Kemampuan menulis predikat secara eksplisit dan tepat sebesar 6,37. Rata-rata skor kemampuan konstruksi negasi pernyataan matematika sebesar 8,20. Nilai ini menunjukkan kemampuan konstruksi negasi calon guru matematika berada pada kategori sedang. Skor maksimum sebesar 11,00 (dari skor total 16) artinya tidak ada calon guru matematika yang dapat mengkonstruksi negasi dengan tepat

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v10i2.3474>

dari semua pernyataan matematika. Dengan demikian, Tabel 4 bermakna kemampuan *unpacking* calon guru

matematika dan kemampuan mengkonstruksi negasi berada pada kategori sedang.

Tabel 4. Deskripsi kemampuan *unpacking* dan konstruksi negasi pernyataan matematika

	Min.	Max.	Mean	Std.Dev.
Kemampuan <i>unpacking</i>	1,00	23,00	17,11	0,51
Kemampuan menulis kuantor secara eksplisit dan tepat	1,00	8,00	5,60	1,88
Kemampuan menulis konektor logika secara eksplisit dan tepat	2,00	8,00	5,14	1,67
Kemampuan menulis predikat secara eksplisit dan tepat	0,00	8,00	6,37	1,52
Kemampuan mengkonstruksi negasi	8,00	11,00	8,20	0,63

Berdasarkan rata-rata, kategori kemampuan *unpacking* berada pada kategori sedang (Tabel 5). Sementara kategori kemampuan mengkonstruksi negasi pada kategori sedang. Jika dilihat berdasarkan skor individu, sebagian besar (60%) calon guru matematika memiliki kemampuan *unpacking* pada kategori sedang. Kategori sedang artinya tidak semua pernyataan matematika dapat di-*unpacking* oleh calon guru matematika. Begitu juga dalam hal kemampuan konstruksi negasi, semua (100%) calon guru matematika pada kategori sedang. Sama seperti kemampuan *unpacking*, kategori sedang di sini artinya, tidak semua pernyataan dapat dikonstruksi negasinya oleh calon guru matematika. Tabel 5 menunjukkan bahwa sebagian besar calon guru matematika berada pada kategori sedang dalam kemampuan *unpacking* dan mengkonstruksi.

Tabel 5. Kategori kemampuan *unpacking* dan mengkonstruksi negasi

Kemampuan	Kategori		
	Rendah	Sedang	Tinggi
<i>Unpacking</i>	0	60 %	40 %
Mengkonstruksi negasi	0	100%	0

Kedua, hasil analisis korelasi antar kemampuan *unpacking* dan konstruksi negasi pernyataan matematika ditunjukkan pada Tabel 6. Sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 6, korelasi antara kemampuan *unpacking* dan konstruksi negasi pernyataan matematika bernilai negatif (-0.039) dan tidak signifikan. Artinya tidak terdapat hubungan antara kemampuan *unpacking* pernyataan matematika dengan kemampuan mengkonstruksi negasinya. Jika dilihat berdasarkan komponen kemampuan *unpacking* pernyataan matematika juga tidak terdapat korelasi positif dan signifikan kemampuan menulis kuantor secara eksplisit dan tepat dengan kemampuan mengkonstruksi negasi. Bahkan nilai korelasi keduanya negatif (-0.223). Sementara korelasi antar kemampuan menulis konektor logis secara eksplisit dan tepat dengan kemampuan mengkonstruksi negasi juga tidak signifikan. Begitu juga korelasi kemampuan menulis predikat secara eksplisit dan tepat dengan kemampuan mengkonstruksi negasi bernilai positif dan tetapi tidak signifikan.

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v10i2.3474>

Tabel 6. Matrik korelasi bivariat antar kemampuan *unpacking* dengan kemampuan konstruksi negasi

	KU	KU-K	KU-KL	KU-P	KN
Kemampuan <i>unpacking</i> (KU)	1	0.772**	0.374*	0.796**	-0.039
Kemampuan menulis kuantor secara eksplisit dan tepat (KU-K)		1	-0.068	0.544**	-0.223
Kemampuan menulis konektor logis secara eksplisit dan tepat (KU-KL)			1	-0.080	0.012
Kemampuan menulis predikat secara eksplisit dan tepat (KU-P)				1	0.119
Kemampuan mengkonstruksi negasi (KN)					1

\*\*Korelasi signifikan pada level 0,01; \*Korelasi signifikan pada level 0,05

Berdasarkan hasil analisis di atas, ada dua temuan yang menjawab pertanyaan penelitian. Pertama, kemampuan calon guru matematika dalam *unpacking* pernyataan matematika berada pada kategori sedang. Artinya tidak semua pernyataan matematika dapat di-*unpacking* oleh calon guru matematika. Hasil ini sesuai dengan penelitian sebelumnya (Morgan, 2020; Uygur-Kabael, 2017) bahwa mahasiswa kesulitan dalam melakukan *unpacking*. Kemampuan calon guru matematika dalam mengkonstruksi negasi pernyataan berada pada kategori sedang. Artinya tidak semua pernyataan matematika dapat dikonstruksi negasi oleh calon guru matematika. Hasil penelitian ini sejajar dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan mahasiswa masih kesulitan dalam mengkonstruksi negasi dari suatu pernyataan (Dawkins & Cook, 2017; Macbeth et al., 2013; Morgan, 2020; Nurjanah et al., 2019).

Kedua, penelitian ini menunjukkan tidak adanya hubungan signifikan antara kemampuan *unpacking* dan kemampuan mengkonstruksi negasi dari pernyataan matematika. Artinya, meskipun calon guru matematika mampu melakukan *unpacking* pernyataan matematika dari pernyataan informal menjadi pernyataan

formal, tidak menjamin mereka dapat melakukan konstruksi negasinya. Temuan ini berbeda dengan hasil penelitian sebelumnya. Penelitian sebelumnya menunjukkan adanya hubungan antara kemampuan *unpacking* dengan kemampuan menyusun negasi (Morgan, 2020; Ngansop, 2018). Namun penelitian sebelum menguji hubungan secara kualitatif. Berbeda dengan hasil pada penelitian ini, secara kuantitatif (analisis data secara statistik inferensial) tidak terdapat hubungan yang signifikan. Faktor yang mungkin menyebabkan tidak adanya hubungan signifikan antara kemampuan *unpacking* dengan kemampuan mengkonstruksi negasi pemaknaan calon guru matematika mengenai penghubung logis dan predikat tidak selalu konsisten atau berubah-ubah. Hal ini diungkapkan oleh penelitian sebelumnya bahwa makna kata penghubung bagi siswa sering berubah dari waktu ke waktu dan dari tugas ke tugas (Dawkins, 2017; Dawkins & Cook, 2017). Ketidakmapanan makna kata penghubung logis ini menyebabkan meskipun mampu mengubah struktur pernyataan informal ke formal, tetapi calon guru matematika tidak memahami makna dari struktur tersebut. Perubahan yang terjadi hanya pergantian kata menjadi simbol. Misalnya pada soal 2c,

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v10i2.3474>

kata “akibatnya” dipahami oleh calon guru sebagai bentuk logika implikasi, tetapi mereka tidak memahami makna implikasi itu sendiri.

Faktor lain yang mungkin menjadi penyebab tidak signifikannya korelasi antara kemampuan *unpacking* dengan kemampuan mengkonstruksi negasi adalah proses penalaran dibalik negasi yang tidak sederhana. Konstruksi negasi dari suatu pernyataan dengan tidak hanya sekedar menambahkan kata “tidak” pada predikat, lebih rumit dari cara normatif yang disarankan matematikawan (Dawkins, 2017). Hal ini juga terjadi pada penelitian ini, calon guru matematika kesulitan untuk mengkonstruksi negasi pernyataan dalam bentuk yang eksplisit, yakni tidak sekedar menambahkan kata tidak pada predikat. Dengan kata lain proses konstruksi negasi bukanlah proses yang sederhana atau dangkal. Temuan menunjukkan tidak signifikannya korelasi antara kemampuan *unpacking* dengan konstruksi negasi dapat disebabkan pemahaman mengenai negasi. Pemahaman prosedural yang hanya menggunakan aturan (yang mungkin hanya tepat pada konteks tertentu) dapat mengakibatkan ketidakmampuan mengkonstruksi negasi meskipun mampu mengubah pernyataan dalam bentuk formal (Morgan, 2020; Uygur-Kabael, 2017). Selain itu, proses yang dangkal (*shallow processing*) adalah faktor yang menyebabkan calon guru tidak dapat menghubungkan hasil *unpacking* dengan proses mengkonstruksi negasi (Macbeth et al., 2013). Hal ini menimbulkan meskipun calon guru mampu melakukan *unpacking*, namun karena adanya *shallow processing* membuat mereka tidak mampu melakukan proses deduktif (menghubungkan informasi yang lalu dengan informasi baru).

Berdasarkan temuan dan diskusi di atas, penelitian ini berkontribusi pada khasanah pengetahuan dan penelitian mengenai *unpacking* dan konstruksi pernyataan matematika. Pertama, penelitian ini memberikan pemahaman yang lebih dalam mengenai relasi antara kemampuan *unpacking* dan kemampuan konstruksi negasi pernyataan matematika. Penelitian ini menunjukkan bahwa kemampuan *unpacking* yang hanya sekedar membuat eksplisit komponen pernyataan matematika (predikat, penghubung logis dan kuantor) tanpa pemahaman mengenai kuantor tersebut tidak akan membantu calon guru matematika dalam mengkonstruksi negasi. Hal ini memberikan klarifikasi pada temuan penelitian sebelumnya mengenai *unpacking* dan hubungannya dengan negasi (Morgan, 2020) bahwa kemampuan *unpacking* tidak bisa dilihat hanya sekedar prosedural mengubah pernyataan informal ke pernyataan informal. Sebaliknya, *unpacking* harus dilihat juga sebagai proses evaluasi pernyataan matematika. Sebagaimana yang dilakukan oleh penelitian sebelumnya dalam topik kuantor, *unpacking* pernyataan berkuantor haruslah suatu bentuk evaluasi pada pernyataan tersebut (Levenson et al., 2012; Tabach et al., 2012; Tamba, 2020). Kedua, hasil penelitian ini memberikan kontribusi metodologis dalam memberikan gambaran hubungan antara kemampuan *unpacking* dengan kemampuan konstruksi negasi. Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang secara kualitatif (Morgan, 2020), penelitian ini memberikan gambaran hubungan secara kuantitatif. Implikasi hasil penelitian ini pada pembelajaran logika adalah dalam mengembangkan kemampuan *unpacking* harus mendorong pemahaman konseptual,

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v10i2.3474>

tidak hanya prosedural, dalam mengubah pernyataan matematika ke dalam bentuk struktur logika yang eksplisit.

Meskipun demikian, penelitian ini memiliki keterbatasan. Pertama, menggunakan metodologi kuantitatif hanya menggambarkan hubungan antar kemampuan *unpacking* dengan kemampuan mengkonstruksi negasi. Penalaran dibalik fenomena-fenomena dari temuan tidak dapat dieksplorasi dengan temuan ini. Kedua, kerangka dalam mengevaluasi dan memberikan skor pada proses konstruksi negasi hanya terbatas pada benar-salah. Penelitian ini belum memberikan gambaran mengenai proses berpikir dibalik konstruksi negasi yang dilakukan oleh calon guru matematika. Padahal berbagai penelitian sebelumnya mengungkapkan bentuk-bentuk pemahaman yang berbeda mengenai negasi (Dawkins & Roh, 2016; Macbeth et al., 2013; Morgan, 2020).

### KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan dari hasil penelitian dapat disimpulkan tiga hal. Pertama, kemampuan *unpacking* calon guru matematika berada pada kategori sedang. Kedua, kemampuan konstruksi negasi pernyataan matematika calon guru matematika berada pada kategori sedang. Ketiga, tidak terdapat hubungan positif dan signifikan antara kemampuan *unpacking* dan kemampuan konstruksi negasi pada calon guru matematika. Hasil penelitian ini memberikan implikasi praktis pada pembelajaran logika, khususnya pernyataan matematika. Pembelajaran logika perlu mengembangkan proses untuk mendorong melakukan evaluasi mengenai pernyataan matematika. Pemahaman mengenai negasi penting proses pembelajaran logika.

Berdasarkan hasil dan pembahasan, ada dua saran yang dapat dipertimbangkan untuk penelitian selanjutnya. Pertama, penelitian berikutnya perlu mengeksplorasi lebih lanjut faktor-faktor dibalik temuan penelitian ini dengan pendekatan penelitian yang lebih komprehensif. Misalnya, studi kualitatif melihat cara calon guru menggunakan kemampuan dan hasil *unpacking* dalam mengkonstruksi negasi dari pernyataan matematika. Kedua, penelitian selanjutnya perlu dilakukan dengan mempertimbangkan kerangka yang lebih komprehensif dalam mengevaluasi kemampuan konstruksi negasi calon guru matematika. Misalnya, penelitian selanjutnya perlu menganalisis cara berpikir (*ways of thinking*) dan cara memahami (*ways of understanding*) dibalik proses konstruksi negasi calon guru matematika.

### DAFTAR PUSTAKA

- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2018). *Research Methods in Education*. Routledge.
- Dawkins, P. C. (2017). On the Importance of Set-Based Meanings for Categories and Connectives in Mathematical Logic. *International Journal of Research in Undergraduate Mathematics Education*, 3(3), 496–522. <https://doi.org/10.1007/s40753-017-0055-4>
- Dawkins, P. C., & Cook, J. P. (2017). Guiding reinvention of conventional tools of mathematical logic: students' reasoning about mathematical disjunctions. *Educational Studies in Mathematics*, 94(3), 241–256. <https://doi.org/10.1007/s10649-016-9722-7>
- Dawkins, P. C., & Roh, K. H. (2016). Promoting Metalinguistic and

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v10i2.3474>

- Metamathematical Reasoning in Proof-Oriented Mathematics Courses: a Method and a Framework. *International Journal of Research in Undergraduate Mathematics Education*, 2(2), 197–222.  
<https://doi.org/10.1007/s40753-016-0027-0>
- Levenson, E., Tsamir, P., Tirosh, D., Dreyfus, T., Barkai, R., & Tabach, M. (2012). Focusing on the Interactive Development of Secondary School Teachers' Knowledge of Mathematical Statements. *Investigations in Mathematics Learning*, 5(2), 44–56.  
<https://doi.org/10.1080/24727466.2012.11790322>
- Macbeth, G., Razumiejczyk, E., Crivello, M. del C., Fioramonti, M., & Girardi, C. I. P. (2013). The Shallow Processing of Logical Negation. *Psychology and Behavioral Sciences*, 2(5), 196.  
<https://doi.org/10.11648/j.pbs.20130205.15>
- Morgan, M. E. (2020). *Students' Quantifications, Interpretations, and Negations of Complex Mathematical Statements from Calculus* [Arizona State University].  
[https://www.researchgate.net/publication/343999913\\_Students'\\_Quantifications\\_Interpretations\\_and\\_Negations\\_of\\_Complex\\_Mathematical\\_Statements\\_from\\_Calculus](https://www.researchgate.net/publication/343999913_Students'_Quantifications_Interpretations_and_Negations_of_Complex_Mathematical_Statements_from_Calculus)
- Ngansop, J. N. (2018). Relevance of Learning Logical Analysis of Mathematical Statements. In G. Kaiser, H. Forgasz, M. Graven, A. Kuzniak, & E. S. B. Xu (Eds.), *Invited Lectures from the 13th International Congress on Mathematical Education* (pp. 441–462). Springer Open.  
[https://doi.org/10.1007/978-3-319-72170-5\\_32](https://doi.org/10.1007/978-3-319-72170-5_32)
- Nurjanah, Wahyudin, & Prabawanto, S. (2019). Overcoming students' difficulties in understanding the negation concepts by providing contextual-based student worksheet. *AIP Conference Proceedings*, 2194(1), 1–9.  
<https://doi.org/10.1063/1.5139807>
- Shipman, B. A. (2016). Subtleties of hidden quantifiers in implication. *Teaching Mathematics and Its Applications*, 35(1), 41–49.  
<https://doi.org/10.1093/teamat/hrv007>
- Stewart, J. (2012). *Calculus: Early Transcendentals* (7E ed.). Brooks/Cole.
- Sugiyono. (2012). Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D. In *Alfabeta*. Alfabeta.
- Tabach, M., Levenson, E., Barkai, R., Tsamir, P., Tirosh, D., & Dreyfus, T. (2012). An organizer of mathematical statements for teachers: The six-cell matrix. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 43(6), 765–777.  
<https://doi.org/10.1080/0020739X.2012.662287>
- Tamba, K. P. (2020). Analisis Kesalahan pada Materi Kuantifikasi Menggunakan Matriks Enam Sel. *Jumlahku: Jurnal Matematika Ilmiah*, 6(2), 1–14.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.33222/jumlahku.v6i2.1053>
- Uygur-Kabael, T. (2017). Ortaokul matematik öğretmen adaylarının informalden formal matematik diline çevirme Transfer Skills of Middle School Pre-service Mathematics Teachers from Informal to Formal Mathematical Language: Turkey and United States Cases. *Hacettepe Eğitim Dergisi*, 32(4), 1013–1031.  
<https://doi.org/10.16986/HUJE.2016023349>