

Pengaruh nilai UCS dan GSI dalam menentukan faktor keamanan lereng batuan

Correlation between UCS and GSI values to determine rock slope safety factor

Calvin Maharza*, S. Koesnaryo, Arief Pambudi Nugraha, Bestian P. Simarmata
Magister Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral, UPN Veteran Yogyakarta
e-mail: [*calvinmaharza94@gmail.com](mailto:calvinmaharza94@gmail.com)

ABSTRAK

Kawasan waduk sermo memiliki beberapa akses wisata yang cukup baik sehingga memungkinkan untuk warga sekitar mengunjungi tempat tersebut. Untuk menambah kenyamanan para wisatawan maka diperlukan kajian mengenai kestabilan lereng di Kawasan tersebut. Variasi dari nilai parameter sifat mekanik batuan yaitu nilai *Uniaxial Compressive Strength* (UCS) dan nilai *Geological Strength Index* (GSI) akan mempengaruhi perhitungan faktor keamanan suatu lereng sehingga perlu diteliti seberapa besar pengaruh dari masing-masing nilai tersebut. Lereng pada Kawasan Waduk Sermo memiliki klasifikasi GSI untuk massa batuan adalah berkisar antara 65-85 dan memiliki nilai UCS berkisar antara 50-100. Kemudian nilai tersebut disimulasikan ke dalam perhitungan kestabilan lereng dengan metode Bishop dalam *Limit Equilibrium Method*, didapatkan faktor keamanan lereng pesimis ialah 9.51. Hubungan nilai GSI terhadap Faktor Keamanan lereng adalah positif, semakin besar nilai GSI maka semakin Besar pula nilai FK pada suatu lereng. Hubungan nilai UCS terhadap Faktor Keamanan lereng adalah positif, semakin besar nilai GSI maka semakin Besar pula nilai FK pada suatu lereng. Pengaruh nilai UCS terhadap Faktor Keamanan lereng lebih stabil dibandingkan nilai GSI dengan kenaikan 1.42 nilai FK setiap kenaikan 10 nilai UCS.

Kata-kata kunci: *Uniaxial Compressive Strenth, Geological Strength Index, Limit Equilibrium Method*

ABSTRACT

The Sermo Reservoir area has several tourist access that is quite good, making it possible for local residents to visit the place. To increase the comfort of the tourists, it is necessary to study the stability of the slopes in the area. Variations of the mechanical properties parameter values of rock, namely the Uniaxial Compressive Strength (UCS) and Geological Strength Index (GSI) values will affect the calculation of the safety factor of a slope, so it is necessary to examine how much influence each of these values has. The slopes in the Sermo Reservoir Area have a GSI classification for rock masses ranging from 65-85 and have UCS values ranging from 50-100. Then this value is simulated into the slope stability calculation using the Bishop method in the Limit Equilibrium Method, the safety factor for the pessimistic slope is 9.51. The relationship between the GSI value and the slope safety factor is positive, the greater the GSI value, the greater the FK value on a slope. The relationship between the UCS value and the slope safety factor is positive, the greater the GSI value, the greater the FK value on a slope. The effect of the UCS value on the slope safety factor is more stable than the GSI value with an increase of 1.42 in the FK value for every 10 increase in the UCS value.

Keywords: *Uniaxial Compressive Strenth, Geological Strength Index, Limit Equilibrium Method*

PENDAHULUAN

Kondisi saat ini pada tempat penelitian ialah jalan raya yang sering dilalui oleh kendaraan warga sekitar serta dekat dengan wisata waduk sermo yang setiap harinya dipadati oleh penduduk untuk berwisata. Sehingga keamanan lereng pada daerah tersebut harus diperhatikan agar kenyamanan warga yang menikmati keindahan tempat wisata tersebut dapat terpenuhi.

Oleh karena itu, penulis ingin meneliti mengenai kestabilan lereng jalan pada Kawasan wisata waduk sermo tersebut. Variasi dari nilai parameter sifat mekanik batuan yaitu nilai *Uniaxial Compressive Strength* (UCS) dan nilai *Geological Strength Index* (GSI) akan mempengaruhi perhitungan faktor keamanan suatu lereng sehingga perlu diteliti seberapa besar pengaruh dari masing-masing nilai tersebut.

METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan dilapangan dengan mengukur arah kekar pada dinding lereng dengan geometri

lebar lereng 5 meter, tinggi lereng 15 meter, dan sudut lereng 65°. Metode analisis yang dilakukan pada penelitian ini adalah menggunakan metode empirik dan metode analitik.

Metode empirik yang digunakan adalah metode klasifikasi massa batuan *Geological Strength Index*. Metode Analitik yang digunakan dalam perhitungan kestabilan lereng adalah metode Bishop dengan menggunakan software *Slide*.

a. *Rock Mass Rating*

Kuat tekan

Pengukuran dilakukan dilapangan dengan menggunakan bantuan palu geologi, pisau lipat, dan kuku yang mendasarkan pada *Index Classification of Rock Material Strength* (ISRM, 1981).

Kondisi Kekar

Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan didapatkan beberapa parameter kondisi kekar seperti

kemenerusan bidang diskontinu (*Persistence*), Kekasaran (*Roughness*), Lebar Bukaannya (*Aperture*), Pengisi Kekar, serta pelapukan. Ditunjukkan pada Gambar-2.

b. *Geological Strength Index*

Berdasarkan kriteria runtuh *Hoek & Brown* untuk mendapatkan nilai kohesi dan sudut gesek dalam menggunakan parameter nilai GSI, m_i , Kuat Tekan Uniaksial, dan nilai D , dengan menggunakan parameter tersebut maka didapat nilai m_b , s , dan a yang kemudian digunakan untuk mendapatkan nilai kohesi dan sudut gesek dalam.

Berdasarkan tabel GSI didapatkan persamaan untuk menentukan nilai GSI secara kuantitatif yaitu sebagai berikut :

$$GSI = 1.5 JCond_{89} + RQD/2$$

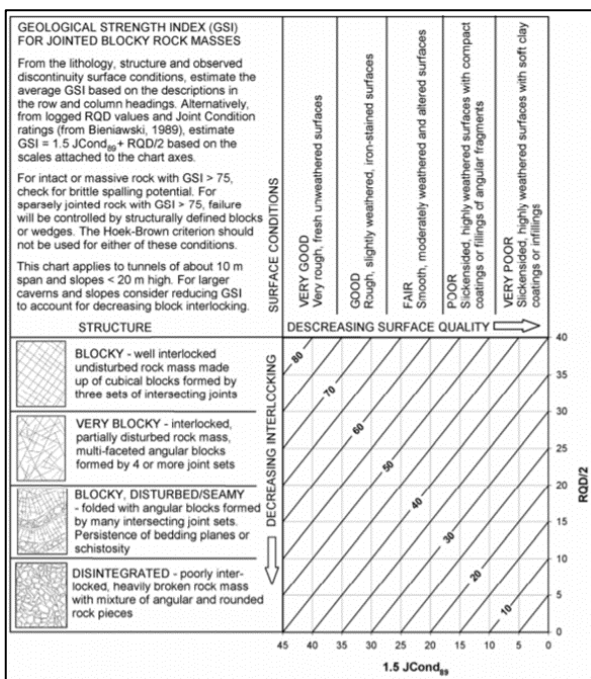
Kemudian setelah didapatkan nilai GSI secara kuantitatif, lalu nilai tersebut dimasukan kembali ke dalam tabel klasifikasi GSI untuk massa batuan sehingga mendapat rentang nilai GSI yang nantinya akan di simulasikan ke dalam perhitungan kestabilan lereng.

STRENGTH	CODE	TERM	FIELD ESTIMATE OF STRENGTH
>250 Mpa	R6	Extremely Strong	Specimen can only be chipped with a geological hammer.
100 - 250 Mpa	R5	Very Strong	Specimen requires many blows of a geological hammer to fracture it.
50 - 100 Mpa	R4	Strong	Specimen requires more than one blow of a geological hammer to fracture it.
25 - 50 Mpa	R3	Medium Strong	Cannot be scrapped or peeled with a pocket knife, specimen can be fractured with a single blow from a geological hammer.
5 - 25 Mpa	R2	Weak	Can be peeled with a pocket knife with difficulty, shallow indentation made by firm blow with point of a geological hammer.
1 - 5 Mpa	R1	Very Weak	Crumbles under firm blows with point of geological hammer, can be peeled by a pocket knife.
0.25 - 1 Mpa	R0	Extremely Weak	Indented by thumbnail.

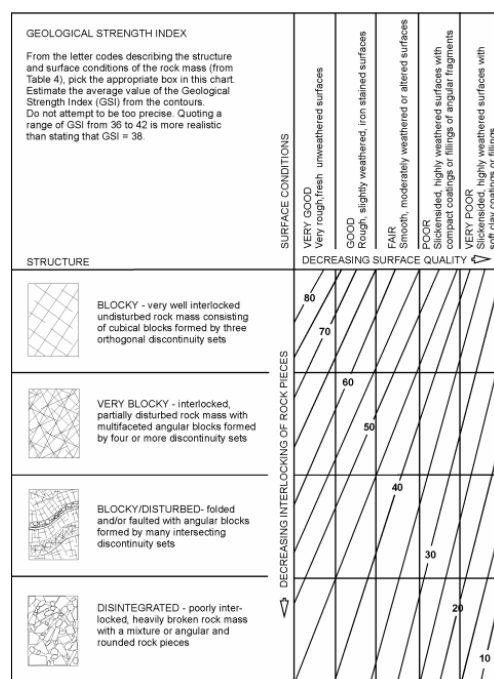
Gambar-1. Klasifikasi Kuat Tekan Batuan (ISRM, 1981)

E. GUIDELINES FOR CLASSIFICATION OF DISCONTINUITY conditions					
Discontinuity length (persistence) Rating	< 1 m 6	1-3 m 4	3-10 m 2	10-20 m 1	> 20 m 0
Separation (aperture) Rating	None 6	< 0.1 mm 5	0.1-1.0 mm 4	1-5 mm 1	> 5 mm 0
Roughness Rating	Very rough 6	Rough 5	Slightly rough 3	Smooth 1	Slickensided 0
Infilling (gouge) Rating	None 6	Hard filling < 5 mm 4	Hard filling > 5 mm 2	Soft filling < 5 mm 2	Soft filling > 5 mm 0
Weathering Ratings	Unweathered 6	Slightly weathered 5	Moderately weathered 3	Highly weathered 1	Decomposed 0

Gambar-2. Klasifikasi kondisi diskontinu (Bieniawski, 1989)



Gambar-3. Klasifikasi nilai GSI untuk massa batuan (Hoek, 2013)



Gambar-4. Klasifikasi nilai GSI untuk massa batuan (Hoek 1997)

HASIL DAN DISKUSI

Rock Mass Rating

Pengklasifikasian *Rock Mass Rating* memperhitungkan beberapa parameter seperti yang telah dijelaskan diatas. Berdasarkan pengklasifikasian RMR di lapangan didapatkan hasil bobot untuk kondisi kekar 20 dengan rincian Permukaan sedikit kasar, sedikit mengalami pelapukan, dan bukaan kekar 0,1 - 1 mm.

Geological Strength Index

Klasifikasi GSI merupakan klasifikasi massa batuan yang menggunakan kondisi kekar dan struktur batuan dengan persamaan :

$$GSI = 1.5 JCond_{89} + RQD/2$$

$$GSI = 1.5 (20) + (92)/2$$

$$GSI = 76$$

Setelah didapatkan nilai GSI, kemudian dimasukkan pada tabel GSI tahun 1997 sehingga didapatkan rentang nilai GSI antara 65-85.

Analisis Faktor Keamanan

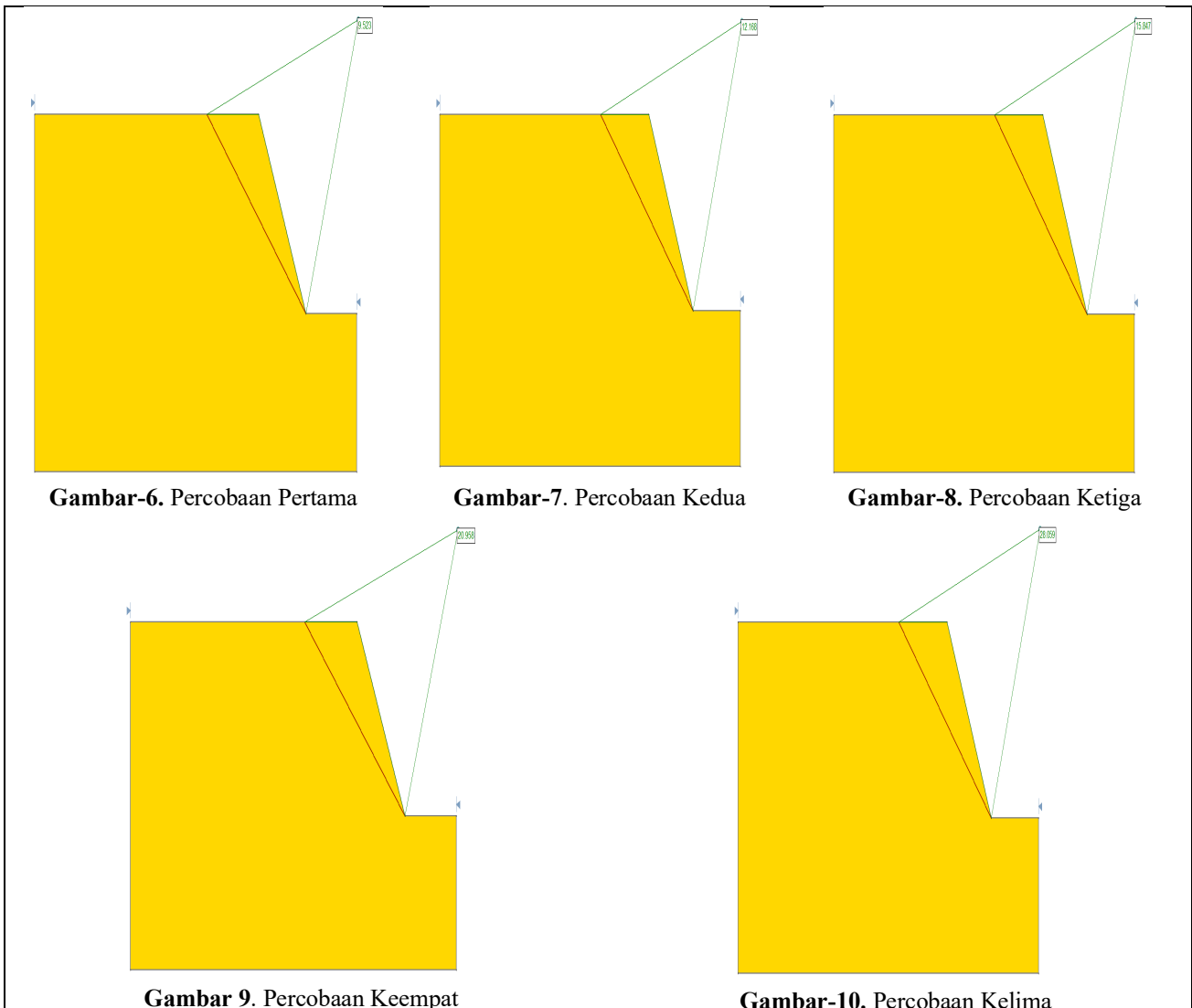
Nilai UCS dan GSI yang didapatkan kemudian digunakan untuk menghitung nilai faktor keamanan pada lereng tersebut.

Gambar 6 sampai dengan 10 menunjukkan pemodelan perhitungan faktor keamanan. Disetiap percobaan peneliti melakukan simulasi pada parameter GSI dan nilai pesimis pada nilai UCS terhadap nilai faktor keamanan lereng tersebut.

Gambar 11 sampai dengan 15 menunjukkan pemodelan perhitungan faktor keamanan. Disetiap percobaan peneliti melakukan simulasi pada parameter UCS dan nilai pesimis pada nilai GSI terhadap nilai faktor keamanan lereng tersebut.

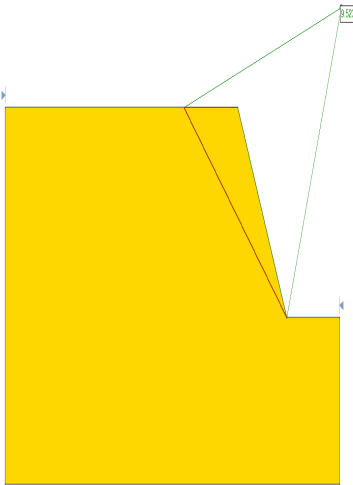
Tabel-1. Percobaan nilai GSI terhadap Faktor Keamanan

Percobaan	UCS	GSI	Faktor Keamanan
1	50	65	9.52
2		70	12.17
3		75	15.85
4		80	20.96
5		85	28.06

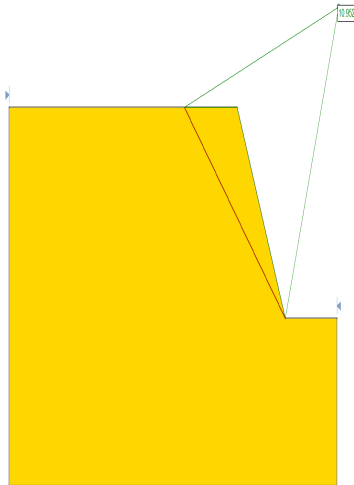


Tabel-2. Percobaan nilai GSI terhadap Faktor Keamanan

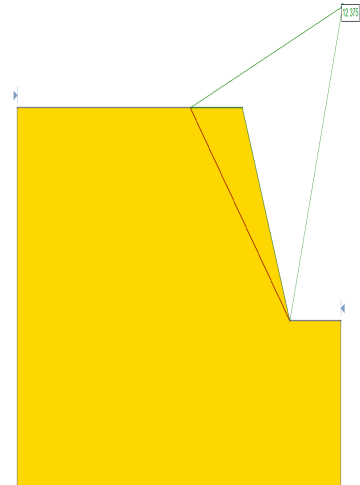
Percobaan	UCS	GSI	Faktor Keamanan
1	50	65	9.52
2	60		10.95
3	70		12.37
4	80		13.79
5	90		15.21



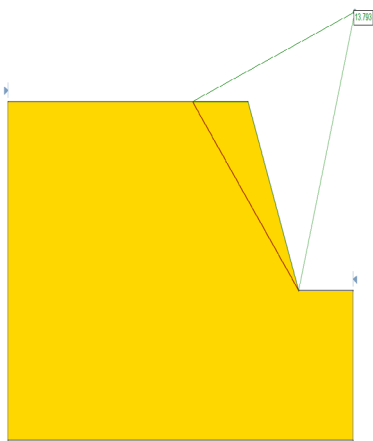
Gambar-12. Percobaan Pertama



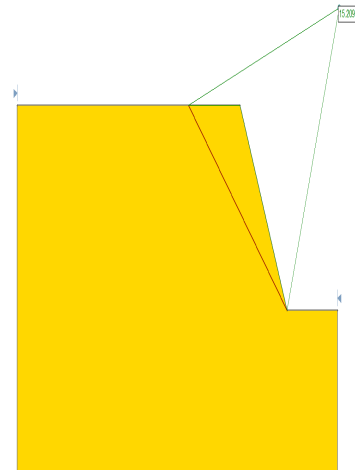
Gambar-12. Percobaan Kedua



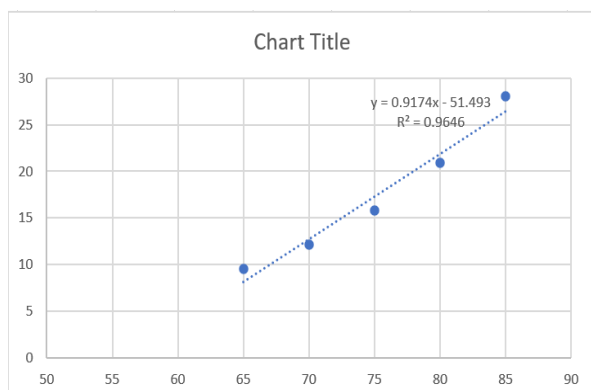
Gambar-13. Percobaan Ketiga



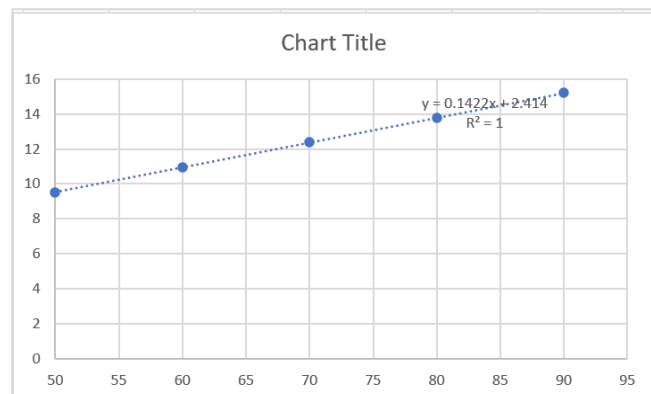
Gambar 14. Percobaan Keempat



Gambar-15. Percobaan Kelima



Gambar-16. Hubungan GSI dengan Faktor Keamanan



Gambar-17. Hubungan UCS dengan Faktor Keamanan

Pengaruh nilai UCS dan GSI terhadap Faktor Keamanan

Berdasarkan hasil hubungan diatas, hubungan antara GSI dengan FK dan hubungan antara UCS dengan FK memiliki hubungan yang positif, semakin besar nilai GSI dan UCS maka semakin besar pula nilai faktor keamanan suatu lereng.

KESIMPULAN

1. Lereng pada Kawasan Waduk Sermo memiliki klasifikasi GSI untuk massa batuan secara kuantitatif dengan memasukkan parameter kondisi kekar adalah 76.
2. Hubungan nilai GSI terhadap Faktor Keamanan lereng adalah positif, semakin besar nilai GSI maka semakin Besar pula nilai FK pada suatu lereng.
3. Hubungan nilai UCS terhadap Faktor Keamanan lereng adalah positif, semakin besar nilai GSI maka semakin Besar pula nilai FK pada suatu lereng.
4. Pengaruh nilai UCS terhadap Faktor Keamanan lereng lebih stabil dibandingkan nilai GSI dengan kenaikan 1.42 nilai FK setiap kenaikan 10 nilai UCS.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bieniawski Z. T. 1989. "Engineering Rock Mass Classification". John Wiley & Sons, Inc. New York
- [2] Priest, S. D., & Hudson, J. A. (1976, May). Discontinuity spacings in rock. In *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences &*

Geomechanics Abstracts (Vol. 13, No. 5, pp. 135-148). Pergamon.

- [3] Hoek, E. and Bray, J.W. 1981. *Rock Slope Engineering 3rd Edition*". The Institution Of Mining and Metallurgy London.
- [4] Hoek, E., & Brown, E. T. (1997). Practical estimates of rock mass strength. *International journal of rock mechanics and mining sciences*, 34(8), 1165-1186.
- [5] Hoek, E. Caranza Torres, C. And Corkum, B. 2002. "Hoek-Brown Failure Criterion – 2002 Edition". Vancouver, Canada.
- [6] Hoek, E., Carter, T. G., & Diederichs, M. S. (2013, January). Quantification of the geological strength index chart. In *47th US rock mechanics/geomechanics symposium*. American Rock Mechanics Association.
- [7] Zulfikar, R., Nurhakim, N., & Hakim, R. N. (2019). PENERAPAN METODE KLASIFIKASI MASSA BATUAN (RMR) DAN KRITERIA RUNTUH HOEK & BROWN DALAM MENENTUKAN FAKTOR KEAMANAN PADA ANALISA KESTABILAN LERENG PT BINUANG MITRA BERSAMA KABUPATEN TAPIN PROVINSI KALIMANTAN SELATAN. *Jurnal GEOSAPTA*, 5(1), 25-30.

