

TINJAUAN STABILITAS DINDING PENAHAN TANAH PADA LERENG JALAN POROS MAROS-BONE

Ashari Ibrahim^{1,*}, Andi Maal², Bustamin Abdul Razak³, Muh Fauzan B Ibrahim^{4,**}, Muh. Nur⁵
^{1,2,3,4,5} Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

ABSTRACT

This study aims to obtain the dimensions of the retaining wall and obtain the safety factor against shearing, overturning, and the bearing capacity of the soil. The data used for the design of the retaining wall in this study are traffic load, slope and soil test data. The traffic load used is 10 kN/m² based on average daily traffic conditions of 745 vehicles/hour. Based on the results of soil testing, the parameters of soil density, cohesion and internal shear angle were obtained from the fill and subgrade soil. The retaining wall is designed with a width of 3.7 meters and a total height of 6.0 meters with a slope angle of 20 degrees. The retaining wall material is designed from concrete. The collapse of the retaining wall structure is influenced by the forces of traffic and soil loads behind the retaining wall. To withstand this force, the stability of the retaining wall structure is reviewed for the effect of gravity on the retaining wall structure and the soil in front of the retaining wall leg. Stability to overturning obtained Fgl of 5.629, stability to shear obtained Fgs of 2.028 and stability to failure of soil bearing capacity obtained 35.820. From the three stability reviews, it shows that the retaining wall structure meets the requirements for safety against working loads.

Keywords: *Retaining Wall, Force control, Stabilitas*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan dimensi Dinding Penahan Tanah (DPT) dan mendapatkan faktor keamanan terhadap geser, guling, dan daya dukung tanah. Data-data yang digunakan untuk desain DPT pada penelitian ini adalah beban lalu lintas, kemiringan lereng dan data pengujian tanah. Beban lalu lintas yang digunakan adalah 10 kN/m² berdasarkan kondisi lalu lintas harian rata-rata sebesar 745 kendaraan/jam. Berdasarkan hasil pengujian tanah, diperoleh parameter berat isi tanah, kohesi dan sudut geser dalam dari tanah urugan dan tanah dasar DPT. Dinding penahan tanah didesain dengan lebar 3.7 meter dan total tinggi 6.0 meter dengan sudut kemiringan tanah sebesar 20 derajat. Material DPT didesain dari beton. Keruntuhan struktur DPT dipengaruhi oleh gaya dari beban lalu lintas dan tanah di belakang DPT. Untuk menahan gaya tersebut stabilitas struktur DPT ditinjau pengaruh gaya berat struktur DPT dan tanah di depan kaki DPT. Stabilitas terhadap guling diperoleh Fgl sebesar 5.629, stabilitas terhadap geser diperoleh Fgs sebesar 2.028 dan stabilitas terhadap keruntuhan kapasitas dukung tanah diperoleh 35.820. Dari ketiga tinjauan stabilitas tersebut menunjukkan bahwa struktur DPT memenuhi syarat aman terhadap beban-beban yang bekerja.

Kata Kunci: *Dinding Penahan Tanah, Kontrol gaya, Stabilitas*

1. PENDAHULUAN

Ruas jalan Maros-Bone merupakan jalur yang menghubungkan antara Kabupaten Maros dan Kabupaten Bone yang terletak di provinsi Sulawesi Selatan. Ruas jalan Maros-Bone terletak pada daerah perbukitan dan pegunungan yang menyebabkan terjadinya kelongsoran pada beberapa ruas jalan tersebut. Selain rawan longsor, tidak meratanya lebar badan jalan (terjadi penyempitan) juga menjadi penyebab terjadinya kemacetan.

Jalur jalan di KM 88.4 Kecamatan Mallawa Kabupaten Maros merupakan jalur pegunungan yang memiliki banyak tebing terjal dengan aktivitas transportasi yang padat. Kondisi ini memungkinkan terjadinya potensi longsor telah terjadi beberapa kali di sekitar KM 88.4. Perhatian khusus terhadap kondisi lereng ini tidak terlepas dari fungsinya sebagai jalan akses Maros-Bone sehingga risiko kerugian material ataupun korban jiwa dapat dicegah sejak dini [1].

Lereng terbentuk akibat adanya beda tinggi antara dua elevasi tanah yang menyebabkan munculnya daerah miring yang menghubungkan antara dua elevasi tanah yang berbeda. Dari proses terjadinya lereng dapat dibagi menjadi dua kategori yaitu yang terbentuk secara alami dan buatan. Lereng yang terbentuk secara alami seperti lereng pada daerah pegunungan, lereng di tepian sungai, dan lain sebagainya dan lereng yang sengaja dibuat oleh manusia untuk keperluan pembangunan baik itu berupa pembuatan jalan, gedung dan bangunan lainnya. Kestabilan pada lereng sangat penting untuk diperhatikan, lereng yang tidak stabil dapat berpotensi besar untuk terjadi longsor dan dapat menyebabkan adanya kerugian baik material dan nonmaterial

* Korespondensi penulis: Ashari Ibrahim, email ashariibrahim@poliupg.ac.id

** Mahasiswa tingkat Diploma (D3)

[2]. Penanganan longsor tebing dapat dilakukan teknis seperti perlindungan dengan pemasangan jaring kawat, *shotcrete* (penyemprotan semen), dinding penahan tanah, dan proteksi lainnya.

Dinding penahan tanah (*Retaining Wall*) adalah bangunan yang berfungsi menstabilkan tanah pada kondisi tanah tertentu khususnya untuk areal lereng alam dan lereng buatan serta lereng akibat urugan tanah. Ketika kondisi tanah terganggu akibat beberapa hal tertentu, seperti beban gempa, mesin yang menghasilkan getaran, peledakan, air tanah dan lain-lain yang dapat menurunkan sifat fisik dan sifat mekanik dari parameter tanah, akan terjadi kerusakan struktur dan membahayakan jiwa manusia. Untuk meminimalisir kondisi tersebut, kita harus mendesain kestabilan dari struktur dinding penahan tanah tersebut agar mampu menahan beban dari tanah dan pengaruh beban luar [3].

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan dimensi Dinding Penahan Tanah (DPT) dan mendapatkan faktor keamanan terhadap geser, guling, dan daya dukung tanah. Diharapkan dari penelitian ini bermanfaat sebagai informasi efektifitas dan efisiensi dinding penahan tanah sebagai proteksi pada lereng yang digunakan sebagai jalan raya di atasnya.

2. METODE PENELITIAN

Data yang digunakan untuk desain DPT pada penelitian ini adalah beban lalu lintas, kemiringan lereng dan data pengujian tanah. Survei lalu lintas dilakukan untuk mendapatkan nilai Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR) yang akan digunakan untuk menghitung beban lalu lintas. Survei dilaksanakan selama dua hari, yaitu hari Sabtu dan Minggu yang mewakili hari libur yang dinilai padat kendaraan, jenis kendaraan yang disurvei meliputi sepeda motor (MC), kendaraan ringan (LV), dan kendaraan berat (HV) sesuai dengan klasifikasi dalam buku MKJI 1997. Survei dimulai dari pukul 13.00 – 21.00 WITA dengan interval waktu 20 menit.

Data tanah diperoleh dengan mengambil contoh tanah secara langsung di lapangan. Contoh tanah diambil menggunakan tabung sampel, sehingga contoh tanah yang diambil adalah contoh tanah tidak terganggu (*undisturb sample*). Pengambilan contoh tanah dilakukan pada tiga tempat, yaitu bagian atas, tengah, dan bawah lereng. Contoh tanah yang sudah diambil selanjutnya dibawa ke laboratorium pengujian tanah untuk mendapatkan data tanah. Gambar 1 menunjukkan aktifitas pengambilan contoh tanah di lapangan dan pengujian contoh tanah di laboratorium pengujian tanah.

Data tanah ini dibutuhkan untuk mengetahui parameter-parameter dan jenis tanah yang ada dalam melakukan analisis perhitungan nantinya [4]. Parameter tanah yang dibutuhkan antara lain: berat isi tanah, sudut geser dalam, dan kohesi tanah.



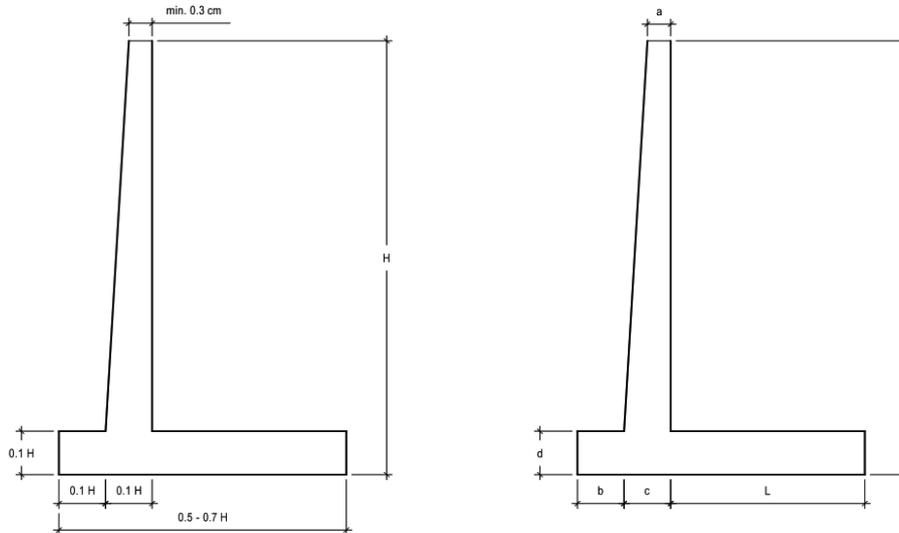
Gambar 1. Pengambilan contoh tanah di lapangan dan pengujian contoh tanah di laboratorium pengujian tanah

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil survei lalu lintas, didapatkan total jumlah satuan mobil penumpang di Jalan Poros Maros-Bone KM 88.4 tersebut sebesar 3.725 kendaraan. Dengan membagi jumlah lalu lintas dengan lamanya waktu pengamatan diperoleh Lalu lintas harian rata-rata (LHR) sebesar 745 kendaraan/jam. Berdasarkan Panduan Geoteknik 4 No. Pt T-10-2002-B tahun 2002, maka beban yang bekerja pada struktur jalan pada jalan Poros Maros-Bone KM 88 sebesar 10 kN/m.

Berdasarkan standar ukuran pada gambar 2, maka dilakukanlah perencanaan Dinding Penahan Tanah (DPT) setinggi 6 meter, dengan memasukkan nilai lebar alas sampai mendapatkan lebar alas yang paling

efisien. Percobaan dengan mengambil nilai $L = 2.5$ meter. Parameter lainnya diperoleh nilai a sebesar 0.3 meter, nilai b , c , dan d sebesar 0.6 meter, sehingga lebar B diperoleh 3.7 meter.



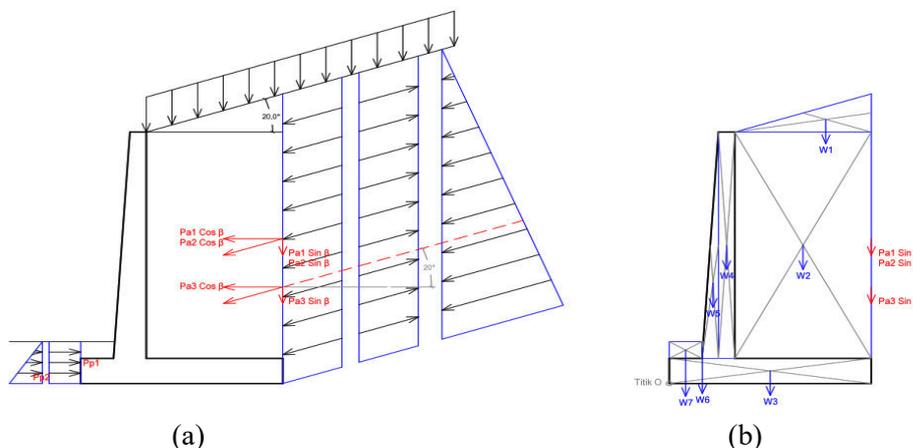
Gambar 2. Komposisi ukuran minimal dinding penahan tanah kantilever

Berdasarkan hasil pengujian tanah, diperoleh data tanah urug pada lapisan di belakang DPT adalah: berat isi tanah (γ) = 16.058 kN/m³, kohesi (c) = 4.746 kN/m², sudut geser dalam (ϕ) = 33.43 derajat. Data tanah dasar di bawah DPT adalah: berat isi tanah (γ) = 15.563 kN/m³, kohesi (c) = 4.335 kN/m², sudut geser dalam (ϕ) = 28.2 derajat. Tekanan tanah lateral dianalisis berdasar teori Rankine (1857), koefisien tekanan tanah aktif dan pasif dihitung dengan rumus (1) dan (2), dengan kemiringan tanah urug 20 derajat.

$$K_a = \cos \beta \frac{\cos \beta - \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}}{\cos \beta + \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}} \dots \dots \dots (1)$$

$$K_p = \cos \beta \frac{\cos \beta + \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}}{\cos \beta - \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}} \dots \dots \dots (2)$$

dengan K_a = koefisien tekanan tanah aktif, K_p = koefisien tekanan tanah pasif, β adalah sudut kemiringan tanah urug di belakang DPT, dan ϕ adalah sudut geser dalam. Dengan menggunakan rumus (1) dan (2), maka diperoleh koefisien tekanan tanah aktif (K_a) sebesar 0.348, dan koefisien tekanan tanah pasif (K_p) sebesar 1.938. Gaya-gaya yang bekerja pada DPT ditunjukkan dalam bentuk diagram gaya pada gambar 3. Diagram gaya terdiri dari diagram pengaruh beban q , diagram pengaruh kohesi tanah urug c_1 , diagram pengaruh berat isi tanah urug γ_1 , diagram pengaruh kohesi tanah dasar c_2 , dan diagram pengaruh berat isi tanah dasar γ_2 .



Gambar 3. (a) Diagram tekanan tanah aktif dan pasif, dan (b) diagram gaya berat konstruksi

Besaran gaya diperoleh dari luas diagram. Diagram gaya tanah aktif membentuk sudut sebesar β . Sehingga tekanan tanah P_a diuraikan menjadi $P_a \cos \beta$ dalam arah horizontal dan $P_a \sin \beta$ dalam arah vertikal. Besaran gaya-gaya yang bekerja ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Tekanan tanah aktif dan pasif

Gaya	Pp (kN/m)	P _a (kN/m)	P _{aH} = P _a Cos β (kN/m)	P _{aV} = Sin β (kN/m)
P _{a1} $Ka q H$		20.869	19.611	7.138
P _{a2} $-2c \sqrt{Ka} H$		-33.591	-31.565	-11.489
P _{a3} $\frac{1}{2} Ka \gamma H H$		100.538	94.475	34.386
P _{p1} $2c \sqrt{Kp} D$	12.070			
P _{p2} $\frac{1}{2} Ka \gamma D D$	15.084			
Jumlah	27.153		82.520	30.035

Berdasarkan dimensi DPT, selanjutnya dihitung gaya vertikal akibat berat konstruksi DPT dan tanah yang berada di atas DPT. Gaya vertikal dihitung dengan membagi DPT menjadi beberapa segmen. Demikian pula tanah yang turut serta memberikan gaya vertikal. Gambar segmen disajikan pada gambar 3b.

Tekanan tanah lateral yang diakibatkan oleh tanah di belakang dinding penahan, cenderung menggulingkan dinding dengan pusat rotasi pada ujung kaki depan pelat pondasi. Momen penggulingan ini, dilawan oleh momen akibat berat tanah di atas pelat pondasi [5]. Dengan tinjauan terhadap titik O (ujung depan kaki DPT), maka dihitung momen penyebab guling akibat tekanan tanah aktif pada tabel 2. Momen penahan guling akibat gaya vertikal dari berat konstruksi sebagaimana disajikan pada tabel 3. Momen penahan guling juga diperoleh dari tekanan tanah pasif (tabel 4).

Tabel 2. Momen penyebab guling akibat tekanan tanah aktif

Gaya	P _{aH} = P _a Cos β (kN/m)	Lengan(y) (m)	P _{aH} . y (kN)
P _{a1}	19.611	3.000	58.832
P _{a2}	-31.565	3.000	-94.696
P _{a3}	94.475	2.000	188.949
	82.520		153.085

Tabel 3. Momen penahan guling akibat gaya vertikal dari berat konstruksi DPT

Gaya	Luas (m ²)	γ (kN/m ³)	Berat (kN/m)	Lengan (x) (m)	Momen (kN)
W1	1.137	16.058	18.264	2.867	52.358
W2	13.500	16.058	216.788	2.450	531.130
W3	2.220	24.000	53.280	1.850	98.568
W4	1.620	24.000	38.880	1.050	40.824
W5	0.810	24.000	19.440	0.800	15.552
W6	0.004	15.563	0.069	0.607	0.042
W7	0.240	15.563	3.735	0.300	1.121
P _{aV} = Sin β			30.035	3.700	
		ΣV	350.457	ΣM_{W1}	739.595

Tabel 4. Momen penahan guling akibat tekanan tanah pasif

Gaya	Berat (kN/m)	Lengan (y) (m)	Momen (kN)
P _{p1}	12.070	0.500	6.035
P _{p2}	15.084	0.333	5.028
	27.154	ΣM_{W2}	11.063

Gaya-gaya yang menggeser DPT disebabkan oleh gaya tekanan tanah aktif pada arah horizontal (PaH), gaya tersebut akan ditahan oleh berat konstruksi, gesekan antara tanah dengan dasar DPT, dan tekanan tanah pasif dari tanah di depan DPT. Faktor aman terhadap penggeseran (Fgs), dihitung sebagai berikut:

$$Fgs = \frac{\Sigma Rh}{\Sigma pa H} = \frac{(350.457+ 30.035) \tan (2/3 \times 28.2) + (2/3 \times 4.335) + 27.154}{82.520} = 2.028 > 1.5$$

Tekanan tanah aktif arah lateral (PaH) cenderung menggulingkan DPT dengan pusat rotasi pada titik O, momen yang melawan penggulingan diperoleh dari momen akibat berat konstruksi ditambah momen akibat tekanan tanah aktif arah vertikal (PaV) dan momen dari tekanan tanah pasif.

Faktor aman akibat penggulingan (Fgl), dihitung sebagai berikut:

$$Fgl = \frac{\Sigma Mw}{\Sigma Mgl} = \frac{739.595 + (30.035 \times 3.7) + 11.063}{153.085} = 5.629 > 1.5$$

Titik kerja gaya resultan dihitung dari titik O adalah:

$$d = \frac{\Sigma Mw - \Sigma Mgl}{\Sigma V + PaV} = \frac{861.7875 - 153.085}{350.457 + 30.035} = 1.863 \text{ m}$$

Nilai eksentris:

$$e = \frac{B}{2} - d = \frac{3.7}{2} - 1.863 = 0.571 \text{ m} < \frac{B}{6} = \frac{3.7}{6} = -0.013\text{m}$$

Berarti lebar fondasi B = 3.7 meter memenuhi dan berada di antara 0.5H sampai 0.7H. Tekanan akibat beban struktur pada tanah dasar pondasi dihitung dengan memakai cara lebar efektif pondasi (asumsi Mayerhof):

$$q = \frac{\Sigma V + PaV}{B - 2e} = \frac{350.457+30.035}{3.7 + 2(0.013)} = 102.118 \text{ kN}$$

Kapasitas dukung ultimit dihitung dengan menggunakan persamaan Hansen (1970) dan Vesic (1975) untuk beban miring dan eksentris:

$$qu = dc \text{ ic } c Nc + dq \text{ iq } Df \gamma Nq + d\gamma \text{ iy } 0.5 B \gamma N\gamma \dots\dots\dots (3)$$

Nilai faktor kapasitas dukung untuk $\theta = 33.43^\circ$, yaitu $Nc = 40.169$, $Nq = 27.545$, dan $N\gamma = 26.321$. Perhitungan faktor kedalaman pondasi dan faktor kemiringan beban disajikan pada tabel 5 dan tabel 6.

Tabel 5. Nilai faktor kedalaman pondasi (Hansen, 1970)

Faktor kedalaman	Nilai	
dc	$1+0.4(D/B)$	1.108
dq	$1+2(D/B)\tan\theta(1-\sin\theta)^2$	1.072
dγ	1	1

Tabel 6. Nilai faktor kemiringan beban (Hansen, 1970)

Faktor kemiringan beban	Nilai	
iq	$\left[1 - \frac{0.5H}{V + A'Ca \cot \theta}\right]^5$	0.962
iy	$\left[1 - \frac{0.7H}{V + A'Ca \cot \theta}\right]^5$	0.948
ic	$iq - \frac{(1 - iq)}{Nq - 1}$	0.959

$$qu = (1.108) (0.959) (4.746) (40.169) + (1.072) (0.962) (6) (16.058) (27.545) + (1) (0.948) 0.5 (3.7) (15.563) (26.321)$$

$$qu = 3657.864 \text{ kN}$$

Faktor aman terhadap keruntuhan kapasitas dukung: $F = \frac{qu}{q} = \frac{3657.864}{102.118} = 35.820 > 3$

4. KESIMPULAN

Data yang digunakan untuk desain DPT pada penelitian ini adalah beban lalu lintas, kemiringan lereng dan data pengujian tanah. Beban lalu lintas yang digunakan adalah 10 kN/m² berdasarkan kondisi lalu lintas harian rata-rata sebesar 745 kendaraan/jam. Berdasarkan hasil pengujian tanah, diperoleh data tanah urugan pada lapisan di belakang DPT adalah: berat isi tanah (γ) = 16.058 kN/m³, kohesi (c) = 4.746 kN/m², sudut geser dalam (ϕ) = 33.43 derajat. Data tanah dasar di bawah DPT adalah: berat isi tanah (γ) = 15.563 kN/m³, kohesi (c) = 4.335 kN/m², sudut geser dalam (ϕ) = 28.2 derajat. Dinding penahan tanah didesain dengan lebar 3.7 meter dan total tinggi 6.0 meter dengan sudut kemiringan tanah sebesar 60 derajat. Material DPT didesain dari beton. Keruntuhan struktur DPT dipengaruhi oleh gaya dari beban lalu lintas dan tanah di belakang DPT. Untuk menahan gaya tersebut stabilitas struktur DPT ditinjau pengaruh gaya berat struktur DPT dan tanah di depan kaki DPT. Stabilitas terhadap guling diperoleh Fgl sebesar 5.629, stabilitas terhadap geser diperoleh Fgs sebesar 2.028 dan stabilitas terhadap keruntuhan kapasitas dukung tanah diperoleh 35.820. Dari ketiga tinjauan stabilitas tersebut menunjukkan bahwa struktur DPT memenuhi syarat aman terhadap beban-beban yang bekerja.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih disampaikan kepada P3M Politeknik Negeri Ujung Pandang, dan semua pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan kegiatan penelitian ini.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Y. I. Karim, A. Nawir, and A. S. Munir, "Analisis Probabilitas Kelongsoran pada Lereng Jalan Raya Km 88,4 Kecamatan Mallawa, Kabupaten Maros," *HIMASAPTA*, vol. 6, no. 2, pp. 117–121, 2021.
- [2] R. Prasetyo, "Analisis Stabilitas Dinding Penahan Tanah Kantilever pada Lereng Jalan Ponorogo-Trenggalek Stasiun 23+600 menggunakan Program Plaxis," Universitas Islam Indonesia, 2020.
- [3] M. Kalalo, J. H. Ticoh, and A. T. Mandagi, "Analisis Stabilitas Dinding Penahan Tanah (Studi Kasus: Sekitar Areal PT. Trakindo, Desa Maumbi, Kabupaten Minahasa Utara)," *J. Sipil Statik*, vol. 5, no. 5, pp. 285–294, 2017.
- [4] E. S. Wagola and M. Rasyid, "Analisis Stabilitas Dinding Penahan Tanah Tipe Kantilever pada Landfill TPA Kota Masohi Kabupaten Maluku Tengah Provinsi Maluku," *REKAYASA SIPIL*, vol. 14, no. 1, pp. 70–74, 2020.
- [5] C. Hardiyatmo, *Analisis dan Perancangan Fondasi I*, 3rd ed. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, 2017.