

KARAKTERISTIK BETON DENGAN AGREGAT HALUS *SLAG* NIKEL SEBAGAI PENGGANTI SEBAGIAN PASIR PADA ZONA II DAN III

Nur Aisyah Jalali¹⁾, Agus Salim²⁾

^{1),2)} Dosen Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

ABSTRACT

This study aims to determine the characteristics of concrete using fine aggregate zones II and III and compare the results. The benefits of this research are expected to reduce the amount of waste that can pollute the environment and reduce the use of natural materials.

Cylinder specimens 10 cm high 20 cm for compressive and tensile strength testing. Beams (10x10x40 cm) for flexural strength, and cylinders 15 cm tall for 30 cm high for modulus of elasticity, and volume weight in all test variations. Fine nickel slag content used is 60% of the volume of sand, with changes in the fine aggregate zones in zones II and III. Concrete characteristics tested when the concrete is 28 days old.

The results show that concrete using sand and fine nickel slag in zone II is better than III. So it can be approved as using sand in making concrete.

Keywords: *fine aggregate, nickel slag, zone II, zone III, concrete characteristic*

1. PENDAHULUAN

Perkembangan di bidang industri yang maju pesat tak lepas dari dampak yang merugikan, diantaranya adalah limbah. Hal ini mendapat perhatian serius dari pemerintah maupun badan lingkungan hidup nasional dan internasional agar industri-industri tersebut tetap memperhatikan aspek lingkungan yang bersih dan berdaya guna. Telah banyak penelitian yang dilakukan dengan memanfaatkan limbah-limbah industri untuk digunakan sebagai campuran beton, salah satunya adalah *slag*. *Slag* merupakan limbah buangan dari industri pengolahan nikel, diantaranya adalah PT. Aneka Tambang (ANTAM). Selama ini limbah *slag* nikel dimanfaatkan sebagai bahan timbunan reklamasi pantai, akan tetapi hal ini menjadi penyebab musnahnya ekosistem pantai. Oleh karena itu *slag* harus ditangani dengan benar agar tidak berdampak buruk terhadap lingkungan [1]. *Slag* nikel tidak dikategorikan sebagai limbah B3 [2], sehingga *slag* dapat dijadikan sebagai alternatif untuk dimanfaatkan sebagai agregat kasar maupun agregat halus di dalam campuran beton. Dari uraian tersebut diatas perlu kiranya dilakukan penelitian tentang penggunaan limbah *slag* sebagai bahan campuran beton, khususnya yang berukuran seperti pasir (agregat halus).

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kuat tekan, kuat tarik-belah, kuat lentur, dan modulus elastisitas beton yang menggunakan agregat halus (pasir dan *slag* nikel) zona II dan III, serta membandingkan hasil pengujian dari kedua zona tersebut.

Adapun manfaat penelitian ini adalah sebagai salah satu cara mengurangi limbah industri maupun limbah lingkungan, mengatasi masalah pembuangan limbah pada wilayah pertambangan dan industri nikel, mengurangi pencemaran lingkungan akibat timbunan limbah *slag* nikel yang tidak tertangani dengan baik, serta menurunkan ketergantungan penggunaan material alam baik agregat halus maupun agregat kasar.

Telah dilakukan beberapa penelitian yang memanfaatkan *slag* nikel sebagai bahan bangunan, salah satunya penelitian tentang penggunaan terak nikel baik sebagai agregat kasar maupun agregat halus [3]. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagai agregat kasar, terak nikel meningkatkan nilai kuat tekan (42,27%), sebagai agregat halus, terak nikel mengakibatkan nilai kuat tarik-belah tertinggi (24,58%), dan terak nikel sebagai gabungan agregat kasar dan halus memberikan nilai kuat tekan tertinggi yakni 10,31%. Penelitian lainnya yakni kuat tekan mortar yang menggunakan *slag* nikel sebagai agregat halus (pengganti pasir) [4]. Variasi benda uji dibedakan atas variasi pasir 100% : slag 0% (MP), pasir 50% : slag 50% (MPS), pasir 0% : slag 100 (MS). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kuat tekan mortar meningkat seiring dengan penambahan umur. Peningkatan kuat tekan mortar dari MP ke MPS lebih besar dibanding dari MPS (pasir ke MS. Mortar yang menggunakan *slag* nikel (zona I) memiliki nilai kuat tekan yang lebih tinggi dibandingkan dengan mortar yang menggunakan pasir (zona IV). Jadi semakin banyak jumlah *slag* nikel yang ditambahkan pada mortar maka semakin tinggi pula kuat tekan yang dihasilkan. [5] meneliti tentang penggunaan *slag* nikel

¹ Korespondensi penulis: Nur Aisyah Jalali, Telp 085656978401, nuraisyahjalali@gmail.com

(halus) sebagai pengganti sebagian pasir dalam pembuatan beton, dimana variasi campuran terdiri atas beton tanpa kadar *slag* dan beton dengan kadar *slag* 20, 40, 60 dan 80% berdasarkan volume pasir. Hasil pengujian kuat tekan menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar *slag* nikel, maka semakin besar pula kuat tekannya. Hasil pengujian kuat lentur beton menunjukkan ketidakaturan, dimana terjadi kenaikan lalu menurun, lalu meningkat lagi, dan akhirnya menurun pada kadar 80%. Nilai optimum kuat tekan rata-rata pada kadar *slag* 40% (40,01 MPa), sedangkan kuat lentur rata-rata pada kadar *slag* 60% (9,01 MPa).

Hasil penelitian tersebut di atas menunjukkan bahwa adanya kadar *slag* di dalam campuran mortar, dan beton memberikan pengaruh positif. Dari hasil penelitian [5] direncanakan untuk melakukan penelitian lanjutan dengan kadar *slag* sebesar 60% dari volume agregat halus pada dua zona yang berbeda, yakni zona II (agak kasar) dan III (agak halus). Alasan penggunaan zona ini karena pasir dari daerah Sulawesi Selatan umumnya berada pada kedua zona tersebut. Diharapkan agar penelitian ini dapat memberikan informasi kepada masyarakat yang ingin memanfaatkan *slag* nikel (halus) sebagai campuran beton.

2. METODE PENELITIAN

Bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah Semen Portland (PCC) produksi PT.Semen Tonasa, agregat halus berupa pasir dan agregat kasar berupa batu pecah bersumber dari Bili-bili Kabupaten Gowa, air dari PDAM, dan *slag* nikel dari PT. ANTAM, Pomalaa Sulawesi Tenggara.

Adapun peralatan yang digunakan meliputi peralatan untuk mempersiapkan *slag* nikel agar sesuai dengan batasan agregat halus, peralatan untuk pengujian karakteristik agregat (pasir, *slag* nikel, dan batu pecah), peralatan untuk pembuatan dan perawatan benda uji (beton), serta peralatan untuk pengujian beton.

Benda uji dibuat menggunakan cetakan berbentuk silinder kecil (diameter 10 cm dan tinggi 20 cm) untuk pengujian kuat tekan dan kuat tarik-belah, cetakan berbentuk balok (10 x 10 x 40 cm) untuk pengujian kuat lentur, serta cetakan berbentuk silinder besar (diameter 15 cm tinggi 30 cm) untuk pengujian modulus elastisitas. Pada semua variasi dan bentuk benda uji dilakukan pula pengujian berat volume beton.

Pelaksanaan penelitian dilakukan dengan tahapan-tahapan sebagai berikut:

- a. Persiapan bahan dan peralatan
Persiapkan semua bahan dan peralatan yang akan digunakan, termasuk *slag* nikel. *Slag* nikel yang telah terkumpul diayak dengan saringan untuk agregat halus dengan besar butir maksimum 4,75 mm.
- b. Pengujian karakteristik material
Pengujian meliputi berat volume, berat jenis dan penyerapan, kadar lumpur, kadar organik, kadar air, analisa saringan serta modulus kehalusan pada pasir dan *slag* nikel. Pengujian karakteristik agregat mengacu pada SNI pengujian agregat [6]. Pemeriksaan untuk semen portland hanya dilakukan secara visual meliputi kemasan dan butiran semen, sedangkan pemeriksaan air meliputi bau dan warna. Hasil pengujian karakteristik agregat ditunjukkan pada Tabel 1.
- c. Perancangan campuran adukan beton (*mix design*) dan perhitungan bahan
Langkah-langkah perancangan campuran adukan beton normal didasarkan pada Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal [7]. Hasil perhitungan kebutuhan bahan (semen, batu pecah, pasir, dan air) dalam satuan berat (kg) dikonversi ke dalam satuan volume (liter) menggunakan Persamaan (1). Volume *slag* nikel dan bahan-bahan lainnya dikonversi kembali dalam satuan berat (kg) yang akan digunakan pada saat menakar/menimbang bahan-bahan campuran beton menggunakan Persamaan (2).

$$\text{Volume pasir} = \text{berat pasir} / \text{berat volume pasir} \quad (1)$$

$$\text{Berat slag} = (\% \text{ kadar slag} \times \text{volume pasir}) \times \text{berat volume slag} \quad (2)$$
 Kebutuhan bahan untuk seluruh bahan pencampur beton ditunjukkan pada Tabel 2 dan 3.
- d. Pembuatan benda uji, dan perawatan
Pembuatan benda uji disesuaikan dengan bentuk dan jumlah benda uji untuk setiap variasi beserta jenis pengujiannya. Perawatan benda uji di laboratorium dilakukan selama 28 hari.
- e. Pengujian beton pada umur 28 hari
Pengujian beton pada umur 28 hari atau setelah beton mengeras, meliputi pengujian berat volume, kuat tekan, kuat tarik belah, kuat lentur, dan modulus elastisitas menggunakan referensi [7] dan [8].
- f. Analisis hasil pengujian
Hasil pengujian berat berat volume, kuat tekan, kuat tarik belah, kuat lentur, dan modulus elastisitas beton dihitung lalu hasilnya dirata-ratakan untuk kemudian dianalisis (menurut [7] dan [8]).
- g. Kesimpulan

Hasil analisis disimpulkan dan diberikan saran-saran atau solusi atas penelitian yang telah dilaksanakan. Apabila terdapat kekurangan agar diberikan alternatif pemecahan masalah, dan jika terdapat kelebihan maka hal ini dapat dijadikan referensi untuk penelitian selanjutnya serta untuk pengembangan material bangunan pada masa yang akan datang.

Tabel 1. Rangkuman hasil pengujian karakteristik agregat

No	Agregat	Jenis pengujian	Hasil	Satuan	Spesifikasi	Keterangan
1	Pasir zona II	Berat volume	1,44	kg/l	1,5-1,8	lbh rendah
		Berat jenis SSD	2,45	-	2,5-2,7	lbh rendah
		Kadar lumpur	1,87	%	maks 5%	memenuhi
		Kadar organik	no. 2	-	≤ no. 2	memenuhi
		Modulus kehalusan	2,53	-	1,5-3,8	memenuhi
		Analisa saringan	zona II	-	-	-
2	Pasir zona III	Berat volume	1,55	kg/l	1,5-1,8	memenuhi
		Berat jenis SSD	2,46	-	2,5-2,7	memenuhi
		Kadar lumpur	2,79	%	maks 5%	memenuhi
		Kadar organik	no. 2	-	≤ no. 2	memenuhi
		Modulus kehalusan	2,46	-	1,5-3,8	memenuhi
		Analisa saringan	zona III	-	-	-
3	Slag nikel zona II dan III	Berat volume	1,72	kg/l	1,5-1,8	memenuhi
		Berat jenis SSD	2,98	-	2,5-2,7	lbh tinggi
		Kadar lumpur	0,26	%	maks 5%	memenuhi
		Kadar organik	no. 1	-	≤ no. 2	memenuhi
		Modulus kehalusan	2,98	-	1,5-3,8	memenuhi
		Analisa saringan	zona II	-	-	-
		Modulus kehalusan	2,53	-	1,5-3,8	memenuhi
		Analisa saringan	zona III	-	-	-
4	Batu pecah	Berat volume	1,42	kg/l	1,5-1,8	lbh rendah
		Berat jenis SSD	2,58	-	2,5-2,7	memenuhi
		Kadar lumpur	3,85	%	maks 1%	memenuhi
		Modulus kehalusan	6,73	-	6,0-7,1	memenuhi
		Analisa saringan	-	-	-	-

Tabel 2. Kebutuhan bahan campuran beton untuk zona pasir II (dalam keadaan SSD)

Kode sampel	Bentuk benda uji	Volume (m ³)	Berat bahan (kg)					Berat total (kg)
			Semen	Pasir	Slag	Batu pecah	Air	
BS.II-T	Silinder Ø10	0,00157	5,11	2,65	2,75	12,29	2,15	24,95
BS.II-B	Silinder Ø10	0,00157	5,11	2,65	2,75	12,29	2,15	24,95
BS.II-L	Balok	0,0040	13,03	6,74	12,07	31,31	5,47	68,62
BS.II-E	Silinder Ø15	0,0053	11,51	5,96	10,66	27,66	4,83	60,62

Tabel 3. Kebutuhan bahan campuran beton untuk zona pasir III (dalam keadaan SSD)

Kode sampel	Bentuk benda uji	Volume (m ³)	Berat bahan (kg)					Berat total (kg)
			Semen	Pasir	Slag	Batu pecah	Air	
BS.III-T	Silinder Ø10	0,00157	5,11	2,28	3,78	13,27	2,15	26,59
BS.III-B	Silinder Ø10	0,00157	5,11	2,28	3,78	13,27	2,15	26,59
BS.III-L	Balok	0,0040	13,03	5,80	9,67	33,82	5,47	67,79
BS.III-E	Silinder Ø15	0,0053	11,51	5,12	8,53	29,88	4,83	59,87

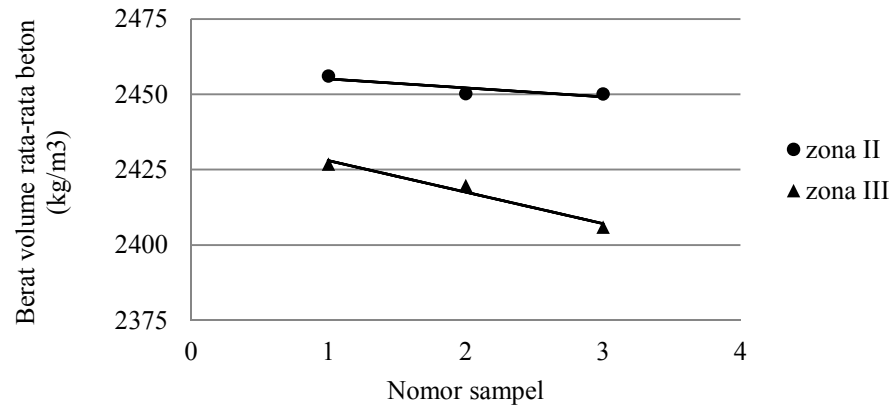
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian beton pada umur 28 hari adalah sebagai berikut:

a. Berat volume beton

Hasil pengujian berat volume beton ditunjukkan pada Gambar 2. Apabila dibandingkan, maka berat volume beton dengan pasir dan slag nikel pada zona II lebih tinggi daripada zona III. Hal ini terjadi

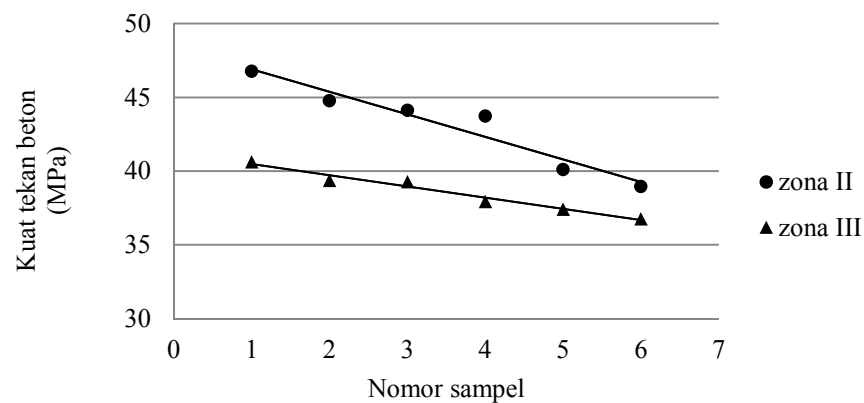
diduga karena modulus kehalusan pasir dan *slag* nikel pada zona II (2,53 dan 2,98) lebih tinggi daripada zona III (2,46 dan 2,53), yang berakibat pada tingginya kepadatan beton.



Gambar 2. Perbandingan berat volume beton

b. Kuat tekan beton

Gambar 3 menunjukkan hasil pengujian kuat tekan beton. Kuat tekan tertinggi pada agregat halus zona II dan III sebesar 2456,06 dan 2426,88 MPa. Pada gambar terlihat bahwa kuat tekan beton dengan pasir dan *slag* nikel pada zona II lebih tinggi daripada zona pasir III. Kemungkinan karena berat volume beton pada pasir zona II lebih tinggi (adukannya lebih padat) sehingga berpengaruh pada kekuatannya.



Gambar 3. Perbandingan kuat tekan beton

c. Kuat tarik belah beton

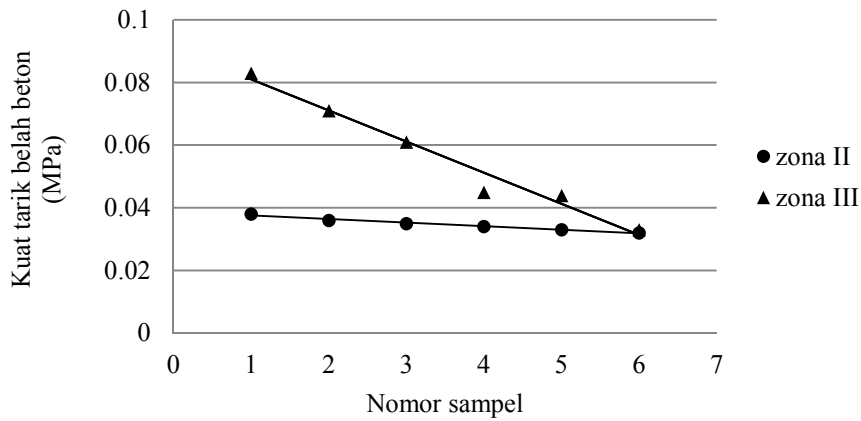
Hasil pengujian kuat tarik belah beton ditunjukkan pada Gambar 4. Apabila dibandingkan antara beton dengan pasir dan *slag* nikel pada zona II dan III, maka beton dengan zona pasir III memiliki nilai kuat tarik belah yang lebih tinggi dibandingkan dengan zona II.

d. Kuat lentur beton

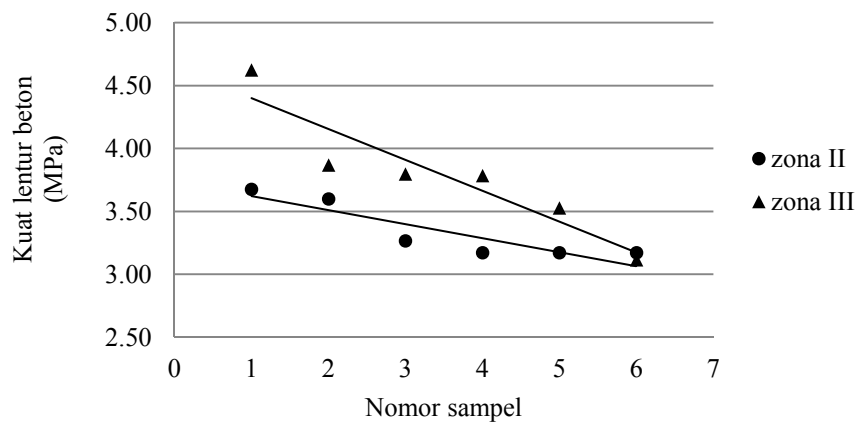
Hasil pengujian kuat lentur beton untuk zona pasir II dan III ditunjukkan pada Gambar 5. Perbandingan kuat lentur beton untuk pasir dan *slag* nikel pada zona II dan III menunjukkan bahwa kuat lentur zona II lebih rendah dari zona III, artinya zona III jauh lebih tinggi dalam menahan kekuatan lentur beton.

e. Modulus elastisitas beton

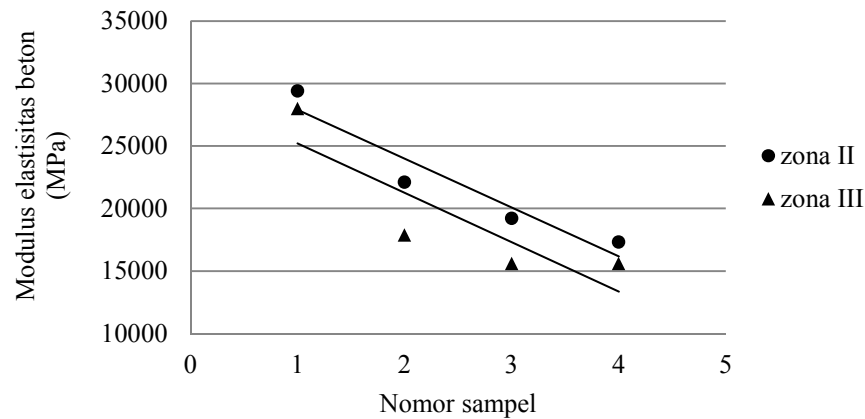
Gambar 6 adalah hasil pengujian modulus elastisitas beton dengan pasir dan slag nikel pada zona II dan III. Dari perbandingan pada kedua zona agregat halus, terlihat bahwa modulus elastisitas beton dengan pasir dan slag pada zona II lebih tinggi daripada zona III. Hal ini sejalan dengan pengujian kuat tekan beton yang ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 4. Perbandingan kuat tarik belah beton



Gambar 5. Perbandingan kuat lentur beton



Gambar 6. Perbandingan modulus elastisitas beton

4. KESIMPULAN

Dari penelitian tersebut di atas dapat disimpulkan bahwa beton yang menggunakan pasir dan *slag* nikel pada zona II memiliki berat volume, kuat tekan, dan modulus elastisitas yang lebih tinggi daripada zona III, tetapi kuat tarik belah dan kuat lenturnya lebih rendah daripada zona III. Ini artinya beton yang menggunakan pasir dan *slag* nikel pada zona II lebih baik daripada zona III, sehingga dapat direkomendasikan sebagai pengganti pasir pada pembuatan beton.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] PT. ANTAM, "Penanganan Limbah PT. Antam", Tersedia: http://www.antam.com/index.php?option=com_content&task=view&id=32&Itemid=38, [Online]. [Diakses: 26 September 2016).
- [2] Kementerian Lingkungan Hidup Surat Keputusan Kementerian Lingkungan Hidup No.B-6152/Dep.IV/LH/08/2010.
- [3] W. Mustika dkk, "Penggunaan Terak Nikel sebagai Agregat dalam Campuran Beton", Jurnal Spektran Vol. 4 No. 2 Juli 2016.
- [4] M. Rifaldi dan S. Peke, Uji Tekan Mortar dengan Menggunakan Slag Nikel sebagai Pengganti Agregat Halus,. Laporan Tugas Akhir, Makassar: Politeknik Negeri Ujung Pandang, 2016.
- [5] N.A. Jalali, dan A. Salim, "Agregat Halus Slag Nikel sebagai Pengganti Sebagian Pasir pada Pembuatan Beton", Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian UPPM PNU, pp. 142-147, November 10-11, 2018.
- [6] Anonim, Metoda Tata Cara dan Spesifikasi Bagian 2: Batuan, Sedimen, Agregat. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, 2003.
- [7] Anonim, Metoda Tata Cara dan Spesifikasi Bagian 13: Kayu, Bahan Lain, Lain-lain. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, 2003.
- [8] E. G. Nawy, Beton Bertulang: Suatu Pendekatan Dasar. Diterjemahkan oleh Bambang Suryoatmono dari Reinforced Concrete, A Fundamental Approach. Bandung: PT. Eresco, 1991.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Kepala Pusat Penelitian dan Pengabdian kepada masyarakat (P3M) Politeknik Negeri Ujung Pandang atas biaya yang dikeluarkan untuk penelitian ini.