

Pembangunan Struktur Bangunan Air Menggunakan Limbah Slag Nikel sebagai Agregat Kasar

Ahmad Rifqi Asrib¹, Arjoansyah²

^{1,2}Fakultas Teknik, Universitas Negeri Makassar

Email: rifqiasrib@unm.ac.id

Abstrak. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui Pemanfaatan limbah slag nikel PT. Antam Pomalaa sebagai pengganti agregat kasar, perbandingan berat campuran beton basah, perbandingan berat volume beton antara beton beragregat kasar slag nikel dan beton normal, dan untuk mengetahui nilai kuat tekan beton beragregat slag nikel berdasarkan lama perendamannya. Penelitian ini termasuk dalam kategori penelitian eksperimen yang dilakukan di laboratorium Uji Bahan dan Beton Fakultas Teknik Universitas Negeri Makassar. Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah slag nikel, kerikil, pasir, semen dan air. Slag nikel diambil diambil dari limbah hasil pembakaran PT. Antam Pomalaa Sulawesi Tenggara. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemeriksaan karakteristik slag nikel masuk dalam kategori yang disyaratkan untuk digunakan sebagai agregat kasar pada beton. Pada berat campuran beton normal diperoleh berat isi 2270 kg/m². Untuk penggunaan variasi 50% slag nikel. Nilai berat isi campuran meningkat sebesar 16 %. kemudian Meningkatkan 24% pada penggunaan agregat 100% slag nikel. Pada hasil pengujian kuat tekan. Beton alami pada umur 56 hari lama perendaman 55 hari memiliki kenaikan 12,27 %. Pada umur 90 hari, perendaman 89 hari memiliki kenaikan sebesar 16,29%. Sedangkan Beton 50% slag pada umur 56 hari, perendaman 55 hari memiliki kenaikan 14,28%. Pada umur 90 hari, perendaman 89 hari memiliki kenaikan sebesar 20,29 %. Kemudian Beton 100% slag nikel pada umur 56 hari lama perendaman 55 hari memiliki kenaikan 17 %. Pada umur 90 hari lama perendaman 89 hari memiliki kenaikan sebesar 26,63%. Hasil penelitian menggambarkan penggunaan limbah slag nikel dapat dijadikan pengganti agregat kasar untuk struktur bangunan air

Kata Kunci: limbah, slag nikel, kuat tekan dan lama perendaman, bangunan air

PENDAHULUAN

Dalam proses perkembangannya beton seringkali menggunakan limbah sebagai bahan pengganti material baik pada agregat kasar, agregat halus maupun semen. Agregat kasar pada campuran beton adalah material yang paling banyak mengisi volume beton. terdiri dari 60% sampai 75% dari volume totalnya. Dengan begitu kerikil atau batu pecah harus tersedia dalam jumlah banyak di lapangan dibandingkan dengan bahan pembentuk beton lainnya. Untuk menjaga ketersediaan kerikil atau batu pecah maka perlu mengembangkan khusus mencari alternatif pengganti kerikil pada agregat kasar pada campuran beton. Penggunaan slag nikel sebagai pengganti agregat kasar pada beton menunjukkan kuat tekan beton slag nikel jauh lebih kuat dari pada beton yang menggunakan agregat kasar alami dengan proporsi campuran yang samadi Beton masih melakukan proses hidrasi setelah 28 hari. Sedangkan beton yang menggunakan bahan limbah seperti *fly ash*, abu sekam padi atau slag sebagai bahan pengganti materialnya dalam proses kenaikan kuat tekannya memerlukan waktu lebih lama jika dibandingkan dengan beton yang menggunakan material alami. Hal ini di akibatkan karena bahan-bahan limbah tersebut mengandung unsur-unsur tertentu yang mengakibatkan lambatnya bereaksi untuk mendapatkan kekuatan

yang di isyaratkan. Dengan komposisi Silika yang cukup besar pada slag nikel, diharapkan proses yang terjadi antara pasta semen dan agregat akan membentuk *interface* yang lebih sempurna. dengan menjaga kebutuhan hidrasi dengan cara merendamnya . Dengan begitu diharapkan mutu yang didapatkan jauh lebih kuat dengan bantuan perendaman. Maka di dalam penelitian ini ingin dianalisis efek perendaman lanjutan beton yang menggunakan slag nikel sebagai agregat kasarnya

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen, yang dilaksanakan pada Laboratorium Uji Bahan dan Beton Jurusan Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan Fakultas Teknik Universitas Negeri Makassar

Populasi dalam penelitian ini yaitu slag nikel yang berada disekitar area pengolahan nikel di Kabupaten Kolaka. Sampel yang digunakan yaitu slag nikel dengan jumlah disesuaikan terhadap kubutuhan pengujian. Seperti jumlah kebutuhan slag nikel yang dibutuhkan dalam pengujian karakteristik material, dan jumlah kebutuhan slag nikel pada pembuatan benda uji.

Penelitian ini dimulai dengan penyiapan sampel yang digunakan berupa agregat kasar (slag nikel), agregat halus, semen dan air serta sampel slag sebagai agregat kasar dan halus, selanjutnya

dilakukan pengujian sifat karakteristik agregat yang digunakan berdasarkan metode SNI yang relevan meliputi pengujian kadar air, kadar lumpur, berat volume, berat jenis dan penyerapan air, dan pengujian keausan atau abrasi agregat kasar

Teknik Pengumpulan Data

- a. Metode Pengujian Bahan

Sebelum dilakukan pembuatan benda uji beton, dilakukan pengujian terhadap karakteristik agregat kasar dan halus serta slag nikel. Untuk sifat-sifat *Portland Cement* (PC) tidak dilakukan pengujian karena menggunakan semen yang telah umum digunakan dan dianggap telah memenuhi persyaratan untuk semen (PCC). Data yang dikumpulkan adalah (1) Kadar Air, (2) Berat Jenis, (3) Kadar Lumpur, (4) Berat Volume, (5) Analisa Saringan, (6) Abrasi.
- b. Pengumpulan Data Nilai Kuat Tekan dan Berat Benda Uji

Data nilai kuat tekan diperoleh dari uji kuat tekan beton dengan menggunakan alat UTM (*Universal Testing Machine*). Sedangkan berat benda uji didapatkan dari penimbangan benda uji tersebut. dimana total benda uji ini berjumlah 27 buah. Di mana 9 sampel di tekan pada umur 28 hari sebagai tolak ukur pengukuran awal. Dan sembilan sampel di tekan pada umur 56 hari dan sisanya 9 sampel di tekan pada umur 90 hari. Masing-masing lama perendaman adalah mines 1 hari umur penekanan.

Sebelum melakukan penekan benda uji terlebih dahulu menimbang sampel yang akan ditekan. Setelah penekanan dan diperoleh beban maksimum (KN) dari tiap-tiap benda uji, maka data diolah rumus sebagai berikut:

$$f'c = \frac{P}{A}$$

$f'c$ = Kuat Tekan Beton (Mpa)
 P = Beban (N)
 A = Luas Penampang (mm²)

Teknik Pengolahan Data

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis deskriptif, yaitu bentuk analisis yang memberikan gambaran data yang diperoleh dari hasil penggunaan Slag nikel sebagai pengganti agregat kasar dan hubungan antara kuat tekan dan lama perendaman beton slag nikel

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Laboratorium

Rekapitulasi dari pemeriksaan agregat:

a. Rekapitulasi Pemeriksaan Pasir

Rekapitulasi Hasil Pemeriksaan Pasir

Pengujian	Hasil Pengujian	Satuan
Kadar air	3.91	%
Kadar Lumpur	3.85	%
berat volume		
Keadaan gembur	1.40	Kg
Keadaan padat	1.52	Kg
berat jenis		
<i>Apparent spesivic gravity</i>	2.58	
<i>Bulk spesivic gravity on dry basic</i>	2.46	
<i>Bulk spesivic gravity SSD basic</i>	2.51	
<i>Water absorption</i>	1.781	%
Kadar Organik	Kuning mudah	

b. Rekapitulasi Hasil Pemeriksaan Batu Pecah

Rekapitulasi Hasil Pemeriksaan Batu Pecah

Pengujian	Hasil Pengujian	Satuan
Kadar air	1.69	%
Kadar Lumpur	0.93	%
Berat volume		
Keadaan gembur	1.66	Kg
Keadaan padat	1.83	Kg
Berat jenis		
<i>Apparent spesivic gravity</i>	2.75	
<i>Bulk spesivic gravity on dry basic</i>	2.55	
<i>Bulk spesivic gravity SSD basic</i>	2.62	
<i>Water absorption</i>	2.838	%
Abrasi	22.4	%

c. Rekapitulasi Hasil Pemeriksaan Slag Nikel

Rekapitulasi Hasil Pemeriksaan Slag nikel

Pengujian	Hasil Pengujian	Satuan
Kadar air	0.53	%
Kadar Lumpur	0.472	%
Berat volume		
Keadaan gembur	1.72	Kg
Keadaan padat	1.89	Kg
Berat jenis		
<i>Apparent spesivic gravity</i>	3.01	
<i>Bulk spesivic gravity on dry basic</i>	2.93	
<i>Bulk spesivic gravity SSD basic</i>	2.96	
<i>Water absorption</i>	0.88	%
Abrasi	17.02	%

Desain Campuran Beton

Desain campuran beton pada pengujian ini menggunakan standar sni 03 – 2000. Dengan data sebagai berikut:

Rekapitulasi Hasil Pemeriksaan Slag nikel

Bahan Beton	Berat/M 3 Beton (Kg)	Rasio Terhadap Jumlah Semen	Berat Untuk 1 Sampel (Kg)	Berat Untuk 9 Sampel (Kg)	Berat Untuk 9 Sampel (Kg) Normal +30 %	Berat Untuk 9 Sampel (Kg) 50 +30 %	Berat Untuk 9 Sampel (Kg) 100 +30 %
Air	201.79	0.47	0.32	2.85	3.56	3.56	3.56
Semen	427.08	1.00	0.67	6.03	7.54	7.54	7.54
Pasir	609.42	1.43	0.96	8.61	10.76	10.76	10.76
Kerikil	926.41	2.17	1.45	13.09	16.36	8.18	0
slag	0	0	0	0	0	8.18	16.36

Nilai Slump

Nilai slump ditentukan berdasarkan peruntukan beton atau kemudahan dalam pengerjaan (workability) seperti pengadukan, menuangan dan memadatkan, namun nilai slump harus di batasi karena jika terlalu besar akan mengakibatkan beton memiliki banyak rongga karena disebabkan oleh air yang terperangkap dalam campuran kemudian menguap setelah beton kering. Nilai slump yang di rencanakan pada penelitian ini menggunakan 8 – 10 cm. namun setelah beton dicampur dan di uji. nilai slumpnya di dapatkan untuk beton alami sebesar 7 saja. Hal ini diakibatkan karena perubahan kadar air ataupun kerikil yang di uji baik pada suhu atau perlakuan tertentu pada proses pencampuran.

Nilai Slump test

Persentase Penggantian Agregat Kasar	Nilai Slump Tes (cm)
0% slag nikel 100% kerikil	7
50% slag nikel 50% kerikil	7.5
100% slag nikel 0% kerikil	7.8

Faktor Kepadatan

Pada pembuatan benda uji beton, pemeriksaan factor kepadatan beton segar sangat diperlukan karena merupakan salah satu indicator kekentalan campuran. Pemadatan yang tidak baik akan menyebabkan menurunnya kekuatan beton, karena tidak terjadi pencampuran yang homogen. Pemadatan yang berlebih pun akan menyebabkan terjadinya bleeding, sehingga pemadatan harus dilakukan sesuai dengan syarat mutu, dimana hal lain yang dapat dilakukan adalah melihat manual pematat yang digunakan sehingga pemadatan pada campuran beton dapat dilakukan secara efisien dan efektif. Criteria factor kepadatan ; 85% - 90% (cukup),

90% - 94% (baik), 95% - 100% (baik sekali).

Hasil pemeriksaan berat volume beton basah dan nilai kepadatan

Persentase penggantian agregat kasar	Volume mould (L)	berat volume			Derajat kepadatan (density) % = A / B x 100 %
		Lepas (kg)/m ²	Padat (kg)/m ²	Rata 2 (kg)/m ²	
0% slag nikel	5.299	2176	2365	2270	92.02
50% slag nikel	5.299	2553	2704	2629	94.42
100% slag nikel	5.299	2780	2931	2855	94.85

Hasil Pengujian Kuat Tekanan

Kekuatan tekan beton adalah salah satu kinerja utama beton. Kekuatan tekan adalah kekuatan yang kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Walaupun dalam beton terdapat tegangan tarik yang kecil, diasumsikan bahwa semua tegangan tekan didukung oleh beton

tersebut. Penentuan kekuatan tekan dapat dilakukan dengan menggunakan alat uji tekan dan benda uji berbentuk silinder dengan prosedur uji ASTM C-39 atau kubus dengan prosedur BS-1881 Part 115; Part 116 pada umur 28 hari. Menurut BS.1881, rasio kubus terhadap silinder untuk semua kelas adalah 1,25.

Hasil Pengujian Kuat tekan Pada Umur 28 Hari Lama Perendaman 27 hari

No	Variasi	% Slag	Lama Perendaman (Hari)	Berat Beton Silinder	Kuat Tekan (Kn)	Mutu Beton (Mpa)
1	V 01	0%	27	12.31	478	27.1
2	V 01	0%	27	12.23	499	28.3
3	V 01	0%	27	12.42	478	27.1
4	V 02	50%	27	12.99	587.5	33.3
5	V 02	50%	27	12.89	600	34.0
6	V 02	50%	27	12.97	609	34.5
7	V 03	100%	27	13.31	631.5	35.8
8	V 03	100%	27	13.24	598	33.9
9	V 03	100%	27	13.27	627.5	35.5

Hasil Pengujian Kuat tekan Pada Umur 56 Hari Lama Perendaman 55 hari

No	Variasi	% Slag	Lama Perendaman (Hari)	Berat Beton Silinder	Kuat Tekan (Kn)	Mutu Beton (Mpa)
1	V 01	0%	55	12.30	539.5	30.5
2	V 01	0%	55	12.41	521	29.5
3	V 01	0%	55	12.40	523	29.6
4	V 02	50%	55	12.85	653	37.0
5	V 02	50%	55	12.89	678	38.4
6	V 02	50%	55	12.90	668	37.8
7	V 03	100%	55	13.20	699	39.6
8	V 03	100%	55	13.27	721.5	40.8
9	V 03	100%	55	13.19	684	38.7

Hasil Pengujian Kuat tekan Pada Umur 90 Hari Lama Perendaman 89 hari

No	Variasi	% Slag	Lama Perendaman (Hari)	Berat Beton Silinder	Kuat Tekan (Kn)	Mutu Beton (Mpa)
1	V 01	0%	89	12.38	561.5	31.8
2	V 01	0%	89	12.40	586.5	33.2
3	V 01	0%	89	12.35	574	32.5
4	V 02	50%	89	12.95	722	40.9
5	V 02	50%	89	13.08	718	40.7
6	V 02	50%	89	12.87	728	41.2
7	V 03	100%	89	13.28	767	43.4
8	V 03	100%	89	13.12	753	42.6
9	V 03	100%	89	13.22	756	42.8

Pembahasan Hasil Data Pengujian

a. Karakteristik Slag Nikel sebagai agregat kasar pada beton

Slag nikel yang di gunakan dalam penelitian ini adalah slag nikel yang berasal dari limbah Pembakaran batu alam tambang PT. ANTAM Pomalaa. Yang berada pada Provinsi Sulawesi Tenggara Kab. Kolaka. Kec. Pomalaa.

Perbandingan Karakteristik Slag dan Kerikil Berdasarkan Interval Yang Ada

Pengujian	kerikil	slag	Interval	Satuan
Kadar air	1.69	0.53	0,5% - 2%	%
Kadar Lumpur	0.93	0.472	0,2% - 1%	%
Berat volume				
Keadaan gembur	1.66	1.72	1,6 - 1,9 kg/liter	Kg/liter
Keadaan padat	1.83	1.89	1,6 - 1,9 kg/liter	Kg/liter
Berat jenis				
Apparent spesific gravity	2.75	3.01	1,6 - 3,2	
Bulk specific gravity on dry basic	2.55	2.93	1,6 - 3,2	
Bulk specific gravity SSD basic	2.62	2.96	1,6 - 3,2	
Water absorption	2.838	0.88	0,2% - 4%	%
Analisa saringan				
modulus kehalusan	6.8	6.53	5,5 - 7,1	
Abrasi	22.4	17.02	15% - 50%	%

b. Perbandingan Berat Beton basah slag nikel

Semakin tinggi jumlah penggunaan slag nikel sebagai agregat kasar maka semakin meningkat pula berat beton basah yang dihasilkan. Hal ini disebabkan karena berat volume slag itu sendiri yang lebih besar dibandingkan berat volume kerikil walaupun dengan jumlah material pengisi dan pengikat lainnya sama.

c. Perbandingan berat isi beton slag nikel

Maka dapat disimpulkan berat volume beton yang menggunakan persentase slag lebih besar memiliki berat volume lebih besar juga.

d. Hubungan lama perendaman lanjutan beton slag nikel terhadap kuat tekan beton slag nikel.

Beton normal pada pengujian ini memperoleh nilai rasio kuat tekan pada umur 56 dan 90 hari berturut turut 1.12 dan 1.16, kemudian pada beton 50% agregat kasar slag nikel rasio umur kuat tekan 1.14 pada umur 56 dan 1.20 pada umur 90 hari . sedangkan beton yang memiliki nilai rasio umur kuat tekan tertinggi adalah beton yang 100% menggunakan slag nikel sebagai agregat kasarnya yaitu rasio pada umur 56 hari sebesar 1.18 dan rasio umur 90 hari yaitu 1.26.

Dari hasil analisis diatas dapat disimpulkan bahwa semakin banyak slag nikel yang digunakan maka semakin tinggi pula nilai rasio kenaikan kuat tekan. Walaupun dalam penelitian ini dibatasi hanya sampai 90 hari saja.

Slag dapat meningkatkan nilai rasio kuat tekan dibandingkan beton agregat alami pada umur penekanan di atas 28 hari. Hal ini juga sesuai dengan teori Lewis (1982) bahwa slag dapat mempertinggi nilai kuat tekan karena kecendrungan lambatnya kenaikan kuat tekan

SIMPULAN

- a) Berdasarkan pengujian agregat pada karakteristik slag nikel sebagai pengganti

agregat kasar yaitu pengujian Kadar Air, Kadar lumpur, Berat Volume, Kadar Air SSD, Berat Jenis Asli Berat Jenis SSD, Analisa Saringan, dan Abrasi (*los angeles*). Slag nikel dapat di gunakan sebagai agregat kasar pada campuran beton karena memenuhi persyaratan sesuai pengujian yang ada.

- b) Beton beragregat kasar 100 % slag nikel mempunyai berat volume beton basah (campuran beton) lebih besar dibanding dengan berat volume beton normal maupun beton yang menggunakan 50% slag agregat kasar.
- c) Berat volume beton kering yang menggunakan agregat alami lebih ringan dibanding beton yang menggunakan slag nikel. Baik pada persentase agregat 50 % maupun 100%.
- d) Semakin lama beton slag nikel direndam maka semakin kecil kenaikan nilai rasio kenaikan kuat tekan yang diperoleh akan tetapi jika dibandingkan dengan rasio kenaikan kuat tekan beton normal maka nilai rasio kenaikan beton slag nikel jauh lebih besar

DAFTAR PUSTAKA

Atkins, 2003. *Highway Materials, Soils, and Concretes fourth edition*. Pearson Education Inc: Upper Saddle River, New Jersey.

Kang. S. S., Park K. & Kim D. 2014. Potensial soil contaminatiaon in areas where ferronickel slag is used for reclamation work. *Journal Material* 1 (7): 7157- 7172

Khosama, L. K. (2008). Penggunaan Terak Nikel Sebagai Agregat pada Beton Mutu Tinggi.

Lomboan F. O., Kumaat E. J. & Windah R. S. 2016. Pengujian kuat tekan mortar dan beton ringan dengan menggunakan agregat ringan batu apung dan abu sekam padi sebagai substitusi parsial semen. *Jurnal Sipil Statik* 4 (4): 2337-6732.

Mustika, W., Salain, I. M. A. K., & Sudarsana, I. K. (2016). Penggunaan Terak Nikel Sebagai Agregat dalam Campuran Beton. *Jurnal Spektran Vol, 4*(2).

Paul, N. dan Antoni. 2007. *Teknologi Beton*. Andi. Yogyakarta.

Polii, R. A., Sumajouw, M. D., & Windah, R. S. (2015). Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Agregat Yang Berasal Dari Beberapa Tempat Di Sulawesi Utara. *Jurnal Sipil Statik, 3*(3).

Samekto, W., & Rahmadiyahanto, C. (2001). *Teknologi beton. Kanisius, Yogyakarta*.

Sugiri, S., & ITB, D. T. S. (2005). Penggunaan Terak Nikel sebagai Agregat dan Campuran Semen untuk Beton Mutu Tinggi. *Jurnal Infrastruktur dan Lingkungan Binaan, 1*(1).



- Suprpto, H., & Mardiono, M. (2013). Pengaruh pemanfaatan Abu Terbang (Fly Ash) Dalam Beton Mutu Tinggi. *Jurnal Ilmiah Desain dan Konstruksi*, 9(1).
- Tampenawas, R. J., Manalip, H., Pandaleke, R., & Khosama, L. K. (2013). Optimalisasi Konsentrasi Tailing Sebagai Substitusi Parsial Semen Terhadap Kuat Tekan Beton Beragregat Halus Pecahan Kaca dan Pasir. *Jurnal Sipil Statik*, 1(2).
- Tjakra Andreas, 2012. *"Kuat Tarik Beton Ringan Dengan Bahan Tambahan Fly Ash yang Menggunakan Pecahan Kaca Sebagai Substitusi Parsial Agregat Halus"*. Skripsi Fakultas Teknik UNSRAT, Manado