

PERBANDINGAN KOMPOSISI SLAG NIKEL POMALAA DAN BATU PECAH MORAMO UNTUK MENENTUKAN KUAT TEKAN OPTIMUM BETON

¹ Dwi Endang Wahyuni, ² Rini Sriyani, ³ Abd. Kadir

^{1,2} Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Halu Oleo

Koresponden Author : rini.sriyani@uho.ac.id

ABSTRAK

Beton merupakan salah satu material yang banyak dipilih dalam pembangunan infrastruktur karena dinilai memiliki banyak keunggulan. Disisi lain, Sulawesi Tenggara sebagai daerah tambang nikel, banyak memberikan hasil sampingan berupa slag nikel. Produksi dari slag selama kurun waktu periode 2011-2012 sekitar 1 juta ton slag, dengan kandungan nikel dalam umpan pengolahan biji nikel adalah antara 1,80% sampai 2,00%. Dan karena kebutuhan agregat dalam campuran beton cukup banyak sementara ketersediaan material akan semakin sulit diperoleh maka perlu memanfaatkan sumber alternatif bahan terbuang seperti slag nikel. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai kuat tekan beton akibat penggunaan variasi slag dalam campuran dan juga untuk mengetahui komposisi optimum untuk menghasilkan kuat tekan maksimal. Hasil penelitian dapat diperoleh data agregat halus sebagai berikut : berat jenis 2,63 gram/cm³, kadar lumpur 3,14%, berat isi padat 1,83 gram/cm³ dan pemeriksaan analisa saringan sebanyak 2000 gram. Data agregat kasar batu pecah Moramo sebagai berikut : berat jenis 2,60 gram/cm³, kadar lumpur 0,25%, berat isi padat 1,46 gram/cm³ dan analisa saringan sebanyak 2000 gram. Data agregat kasar slag nikel Pomala sebagai berikut : berat jenis 2,88 gram/cm³, kadar lumpur 0,30%, berat isi padat 1,52 gram/cm³ dan analisa saringan sebanyak 2000 gram. Hasil pengujian kuat tekan beton pada umur 28 hari untuk masing – masing variasi campuran sebesar 17,61 Mpa untuk (V1) untuk penggunaan slag 0%, 13,65 Mpa untuk (V2) untuk penggunaan slag 25%, 17,24 Mpa untuk (V3) penggunaan slag 50%, 17,34 Mpa untuk (V4) penggunaan slag 75% dan hasil kuat tekan optimum berada pada (V5) penggunaan slag 100% yaitu sebesar 21,95 Mpa.

Kata Kunci : Beton, Slag Nikel, Kuat Tekan Beton

ABSTRACT

Concrete is one of the many materials selected in infrastructure development because it is judged to have many advantages. On the other hand, Southeast Sulawesi as a nickel mine area, many provide a by-product of nickel slag. Production of the slag during the period 2011-2012 is about 1 million tons of slag, with the nickel content in the nickel ore processing feed is between 1.80% to 2.00%. And since aggregate demand in concrete mixes is considerable while the availability of materials will be increasingly difficult to obtain, it is necessary to utilize alternative sources of wasted materials such as nickel slag. This study aims to determine the value of compressive strength of concrete due to the use of variation of slag in the mix and also to know the optimum composition to produce the maximum compressive strength. The results of the research can be obtained from fine aggregate data as follows: specific gravity 2,63 gram / cm³, mud content 3,14%, solid weight 1,83 gram / cm³ and inspection of filter sieve as much as 2000 gram. Crude aggregate data of Moramo crushed stone as follows: density 2.60 gram / cm³, 0.25% sludge content, solid weight of 1.46 gram / cm³ and filter analysis of 2000 grams. Rough aggregate data of Pomala nickel slag are as follows: specific gravity 2,88 gram / cm³, mud content 0,30%, solid weight of 1.52 gram / cm³ and filter analysis of 2000 gram. The results of concrete compressive strength test at age 28 days for each mixed variation of 17,61 Mpa for (V1) for use of slag 0%, 13,65 Mpa for (V2) for 25% slag usage, 17,24 Mpa for (V3) the use of 50% slag, 17,34 MPa for (V4) the use of 75% slag and optimum compressive strength results are at (V5) 100% slag usage of 21.95 MPa.

Keywords : Concrete, Nickel Slag, Strong Concrete Press

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Beton merupakan salah satu material yang banyak dipilih dalam pembangunan infrastruktur karena dinilai memiliki banyak keunggulan, mulai dari sisi pemeliharaan yang memakan biaya yang

rendah, sisi kekuatan yang kuat dan awet, serta memberikan dampak lingkungan yang rendah. Permasalahan saat ini adalah ketersediaan material alami untuk campuran beton yang memenuhi persyaratan teknis semakin sulit diperoleh. Hal ini karena, tidak semua daerah mempunyai potensi batuan alami yang memenuhi

kualitas dan kuantitas yang dibutuhkan. Selain itu, deposit batuan alami akan semakin berkurang akibat penambangan untuk keperluan pembangunan, sehingga harganya akan semakin mahal dan sulit diperoleh.

Disisi lain, Sulawesi Tenggara sebagai daerah tambang nikel, banyak memberikan hasil sampingan berupa slag nikel. Produksi dari slag selama kurun waktu periode 2011-2012 sekitar 1 juta ton slag, dengan kandungan nikel dalam umpan pengolahan biji nikel adalah antara 1,80% sampai 2,00% (<http://www.antam.com>).

Karena kebutuhan agregat dalam campuran beton cukup besar sementara tingkat ketersediaan material akan semakin sulit diperoleh, maka perlu dipikirkan untuk memanfaatkan sumber alternatif bahan terbuang seperti slag nikel untuk dikombinasikan dengan agregat alami. Pemikiran ini dapat menjadi solusi dalam penyelesaian masalah lingkungan dengan mereduksi keberadaan limbah slag nikel serta menghasilkan konstruksi beton yang lebih murah.

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah :

- Untuk mengetahui nilai kuat tekan beton akibat penggunaan variasi slag.
- Untuk mengetahui komposisi slag yang menghasilkan kuat tekan maksimum dari penggunaan slag dalam campuran beton.

TINJAUAN PUSTAKA

Beton

Beton merupakan salah satu bahan konstruksi yang telah umum digunakan untuk bangunan gedung, jalan dan lain-lain. Beton merupakan satu kesatuan yang homogen. Beton ini didapatkan dengan cara mencampur agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil) atau jenis agregat lain dan air, dengan semen Portland atau semen hidrolik yang lain, kadang-kadang dengan bahan tambahan (additif) yang bersifat kimiawi atau fisikal pada perbandingan tertentu, sampai menjadi satu kesatuan yang homogen. Campuran tersebut akan mengeras seperti batuan. Pengerasan terjadi karena peristiwa reaksi kimia antara semen dengan air.

Kelebihan dan Kekurangan Beton

Kelebihan beton:

- Beton mampu menahan gaya tekan dengan baik, serta mempunyai sifat tahan terhadap korosi dan pembusukan oleh kondisi lingkungan.

- Beton segar dapat dengan mudah dicetak sesuai dengan keinginan. Cetakan dapat pula dipakai berulang kali sehingga lebih ekonomis.
- Beton segar dapat disemprotkan pada permukaan beton lama yang retak maupun dapat diisikan kedalam retakan beton dalam proses perbaikan.
- Beton segar dapat dipompakan sehingga memungkinkan untuk dituang pada tempat-tempat yang posisinya sulit.
- Beton tahan aus dan tahan bakar, sehingga perawatannya lebih murah.

Kekurangan beton:

- Beton dianggap tidak mampu menahan gaya tarik, sehingga mudah retak. Oleh karena itu perlu diberi baja tulangan sebagai penahan gaya tarik.
- Beton keras menyusut dan megebang bila terjadi perubahan suhu, sehingga perlu dibuat dilatasi (*expansion joint*) untuk mencegah terjadinya retakan-retakan akibat terjadinya perubahan suhu.
- Untuk mendapatkan beton kedap air secara sempurna, harus dilakukan dengan pengerjaan yang teliti.
- Beton bersifat getas (tidak daktil) sehingga harus dihitung dan diteliti secara seksama agar setelah dikomposisikan dengan baja tulangan menjadi bersifat daktil terutama pada struktur tahan gempa.

Slag Nikel

Slag (terak) adalah limbah hasil industri dalam proses peleburan logam. Slag berupa residu atau limbah yang berwujud gumpalan menyerupai logam, memiliki kualitas rendah karena bercampur dengan bahan-bahan lain yang susah untuk dipisahkan. Slag terjadi akibat penggumpalan mineral silica, potas dan soda dalam proses peleburan logam atau melelehnya mineral-mineral tersebut dari bahan wadah pelebur akibat proses panas tinggi.

Nickel slag (terak nikel) adalah limbah buangan dari industri pengolahan nikel membentuk liquid panas yang kemudian mengalami pendinginan sehingga membentuk batuan alam yang terdiri dari slag padat dan slag yang berpori. Berdasarkan bentuknya, slag nikel dapat dibedakan menjadi 3 tipe yaitu *high*, *medium*, dan *low slag*. Terak nikel yang masuk dalam kategori *high* diperoleh dari proses pemurnian di *converter* berbentuk pasir halus berwarna coklat tua, sedangkan kategori *medium* dan *low slag* diperoleh lewat tungku pembakaran (*furnace*).

Tabel 1. Hasil pengujian sifat fisik agregat terak nikel

Pengujian	Terak Nikel Berpori	Terak Nikel Padat	Beton Normal-Beton Berat
Berat Volume	1327	1913	2.402
Specific Gravity (SSD)	2.835	3.215	3.858
Spesific Gravity (Dry)	2.692	3.179	3.848
Kadar Air (%)	0.11	0.11	0.1
Absorpsi (%)	5.301	1.151	0.1

Sumber : Sugiri, 2005

Kuat Tekan Beton

Sifat yang paling penting dari beton adalah kuat tekan beton. Kuat tekan beton biasanya berhubungan dengan sifat-sifat lain, maksudnya apabila kuat tekan beton tinggi, sifat-sifat lainnya juga baik (Kardiyono Tjokrodimulyo, 1995). Kekuatan tekan beton dapat dicapai sampai 1000 kg/cm² atau lebih, tergantung pada jenis campuran, sifat-sifat agregat, serta kualitas perawatan. Kekuatan tekan beton yang paling umum digunakan adalah sekitar 200 kg/cm² sampai 500 kg/cm². Nilai kuat tekan beton didapatkan melalui tata cara pengujian standar, menggunakan mesin uji dengan cara memberikan beban tekan bertingkat dengan kecepatan peningkatan beban tertentu dengan benda uji berupa silinder dengan ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm. Selanjutnya benda uji ditekandengan mesin tekan sampai pecah. Beban tekan maksimum pada saat benda uji pecah dibagi luas penampang benda uji merupakan nilai kuat desak beton yang dinyatakan dalam MPa atau kg/cm². Tata cara pengujian yang umum dipakai adalah standar *ASTM C 39* atau menurut yang disyaratkan. Rumus yang digunakan untuk perhitungan kuat tekan beton adalah:

$$f'c = P/A \quad \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan :

- f'c = Kuat desak beton
- P = Beban maksimum
- A = Luas penampang benda uji

- Rumus Deviasi Standar

$$s = \sqrt{\frac{\sum_1^N (\sigma'b - \sigma'bm)^2}{N - 1}} \quad \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan :

- s = Deviasi standar (kg/cm²)
- 'b = Kuat tekan beton dari masing-masing benda uji (kg/cm²)
- 'bm = Kuat tekan beton rata-rata (kg/cm²)

menurut rumus :

$$\sigma'bm = \frac{\sum_1^N \sigma'b}{N} \quad \dots\dots\dots (3)$$

N = jumlah benda uji (minimum 20 buah).

- Kekuatan beton karakteristik

$$\sigma'bk = \sigma'bm - 1.64 s \quad \dots\dots\dots (4)$$

METODOLOGI PENELITIAN

Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1) Agregat kasar/split terdiri dari 2 (dua) jenis yaitu:

a) Batu Moramo

Agregat kasar dari batu moramo berupa batu pecah/split dengan diameter maksimum 20 mm sebagai batu standar untuk campuran beton normal.



Gambar 1. Batu Pecah Moramo

b) Slag Nikel Pomalaa

Agregat kasar dari bahan slag nikel diperoleh dari PT. Antam Pomalaa. Slag nikel yang didapat dilapangan masih berupa bongkahan pejal, dan diproduksi untuk mendapatkan ukuran agregat yang akan diteliti yaitu 20 mm. Untuk proses produksi slag sesuai ukuran tersebut, maka bongkahan-bongkahan slag diproses di mesin *stone crusher* di daerah Moramo.



Gambar 2. Slag Nikel Pomala

- 2) Agregat halus/pasir
Pasir yang digunakan adalah pasir alami dari kali Pohara dengan diameter maksimal 5 mm.
- 3) Semen
Semen yang digunakan adalah OPC Tipe I merek Tonasa yang banyak terdapat dipasaran.
- 4) Air Tawar
Air yang digunakan adalah air PDAM yang tersedia di Laboratorium

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Pengujian Bahan dan Konstruksi pada Fakultas Teknik Universitas Halu Oleo dan waktu pelaksanaan pengujian kurang lebih 45 (empat puluh lima) hari.

Perlakuan dan Perancangan Percobaan

Untuk mencapai tujuan penelitian maka percobaan laboratorium dirancang dengan perlakuan sebagai berikut:

1. Benda Uji Beton Normal (BN)
Benda uji beton normal adalah benda uji kubus beton yang dirancang menggunakan agregat batu Moramo. Benda uji beton normal dirancang dengan metode perbandingan berat 1:2:3.
2. Benda Uji Beton Slag (BS)
Benda uji beton slag adalah benda uji kubus beton yang dirancang menggunakan slag nikel sebagai agregat kasar pengganti batu Moramo. Benda uji beton slag dirancang dengan metode perbandingan berat 1:2:3.
Total Benda uji yang akan dibuat berdasarkan pengujian dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2. Jenis Pengujian dan Jumlah Benda Uji

No	Variasi Beton	Komposisi		Jumlah Benda Uji
		Batu Pecah Moramo	Slag Nikel Pomala	
1	Beton Normal 1 (V.1)	100%	0%	2
2	Beton Slag 2 (V.2)	75%	25%	2
3	Beton Slag 3 (V.3)	50%	50%	2
4	Beton Slag 4 (V.4)	25%	75%	2
5	Beton Slag 5 (V.5)	0%	100%	2

Prosedur Penelitian

Pengujian Karakteristik Agregat

Sebelum pembuatan benda uji beton, dilakukan pengujian terhadap karakteristik agregat halus dan kasar. Pemeriksaan karakteristik agregat yang dilakukan dalam penelitian ini mengacu pada SNI yang meliputi:

Tabel 3. Pemeriksaan Agregat Kasar

No	Jenis Pemeriksaan	Standar Yang Digunakan
1	Pemeriksaan Kadar Air	SNI-03-1971-1990
2	Pemeriksaan Kadar Lumpur	SNI-03-4142-1996
3	Pemeriksaan Berat Isi	SNI-03-4804-1998
4	Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan	SNI-03-1969-2008
5	Pemeriksaan Keausan Agregat Kasar dengan Mesin Los Angeles	SNI-03-2417-2008
6	Pemeriksaan Analisa Saringan	SNI-03-1968-1990

Tabel 4. Pemeriksaan Agregat Halus

No	Jenis Pemeriksaan	Standar Yang Digunakan
1	Pemeriksaan Kadar Air	SNI-03-1971-1990
2	Pemeriksaan Kadar Lumpur	SNI-03-4142-1996
3	Pemeriksaan Berat Isi	SNI-03-4804-1998
4	Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan	SNI-03-1970-2008
5	Pemeriksaan Analisa Saringan	SNI-03-1968-1990

Perencanaan Campuran Beton

Perencanaan campuran beton (*mix design*) yang dilakukan untuk menghitung kebutuhan air, semen, pasir, dan agregat (split moramo dan slag nikel) yang diperlukan untuk satu adukan atau untuk setiap meter kubik. Rancangan beton menggunakan perencanaan campuran beton metode perbandingan berat 1 : 2 : 3.

Pengujian Kuat Tekan Beton

1. Letakkan benda uji pada mesin tekan secara centris.
2. Jalankan mesin tekan dengan penambahan beban yang konstan berkisar antara 2 sampai 4 kg/cm².
3. Lakukan pembebanan sampai benda uji menjadi hancur dan catat angka maksimum

yang tertera pada mesin kuat tekan beton yang menunjukkan daya tahan benda uji.

- Menghitung kuat tekan benda uji dengan menggunakan rumus:

$$\text{Kuat tekan beton } (f_c') = \frac{P}{A}$$

Keterangan :

- f_c' = Kuat tekan beton (kg/cm²)
- P = Gaya tekan (N)
- A = Luas (mm²)

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan dilaksanakan di Laboratorium Uji Bahan dan Konstruksi Universitas Haluoleo. Jumlah sampel untuk pengujian kuat tekan sebanyak 10 sampel dengan bentuk sampel kubus (15 x 15 x 15).

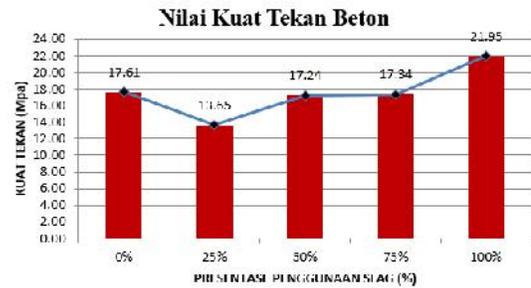
Pengujian kuat tekan pada penelitian ini dilakukan dengan metode *crushing test* ini menggunakan alat tekan hidrolis. Sebelum dilaksanakan uji tekan, benda uji ditimbang untuk mengetahui beratnya.

Pengujian dilaksanakan pada saat beton mencapai umur 28 hari. Pengujian dilaksanakan dengan meletakkan benda uji pada alat tekan hidrolis. Kemudian beban desak dinaikkan sedikit demi sedikit sampai beton mencapai kekuatan maksimalnya dan hancur. Data yang diperoleh berupa gaya tekan (kg) yang akan dibagi dengan luas penampang (cm²) untuk mendapatkan tegangan (kg/cm²).

Tabel 5. Hasil Kuat Tekan Umur Beton 28 Hari

No	Variasi Beton	Komposisi		Kuat Tekan (kg/cm ²)	Kuat Tekan MPa
		Batu Pecah Moramo	Slag Nikel Pomala		
1	Beton Normal 1 (V.1)	100%	0%	212.22	17.61
2	Beton Slag 2 (V.2)	75%	25%	164.44	13.65
3	Beton Slag 3 (V.3)	50%	50%	207.77	17.24
4	Beton Slag 4 (V.4)	25%	75%	208.88	17.34
5	Beton Slag 5 (V.5)	0%	100%	264.44	21.95

Sumber : Hasil Olah Data Perhitungan



Grafik 1. Hasil Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari

Berdasarkan dari grafik di atas kuat tekan dengan menggunakan batu Moramo 100% (V1) memiliki kuat tekan sebesar 17,61 MPa, sedangkan pada (V2) penggunaan slag 25% memiliki kuat tekan sebesar 13,65 MPa. Ini menunjukkan terjadinya penurunan kuat tekan sebesar 22% dari kuat tekan V1. Dan pada (V3) dengan penggunaan slag 50% kuat tekan mengalami penurunan sebesar 2% dari kuat tekan benda uji (V1) yaitu sebesar 17,24 MPa dan pada benda uji (V4) penggunaan slag 75% juga mengalami penurunan kuat tekan 1,5% dari benda uji (V1) dan memiliki kuat tekan sebesar 17,34 MPa. Sedangkan pada benda uji (V5) dengan menggunakan slag 100% memiliki kuat tekan maksimal dari benda uji lainnya yaitu sebesar 21,95 MPa dan mengalami kenaikan 24,6% dari benda uji (V1).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian terhadap slag nikel sebagai agregat dalam campuran beton yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

- Kuat tekan yang dihasilkan dari penggunaan variasi slag adalah sebagai berikut: Penggunaan 0% slag benda uji (V1) memiliki kuat tekan sebesar 17,61 MPa, penggunaan slag 25% benda uji (V2) memiliki kuat tekan sebesar 13,65 MPa, sedangkan pada benda uji (V3) dengan penggunaan slag sebanyak 50% memiliki kuat tekan sebesar 17,24 MPa dan pada benda uji (V4) penggunaan slag 75% memiliki kuat tekan sebesar 17,34 MPa. Kuat tekan tertinggi terdapat pada benda uji (V5) penggunaan slag 100% yaitu sebesar 21,95 MPa.
- Penggunaan slag nikel pada campuran beton dapat mempengaruhi nilai kuat tekan beton, semakin banyak komposisi slag yang digunakan maka semakin tinggi nilai kuat tekan pada beton. Hal ini dibuktikan pada hasil

kuat tekan benda uji (V5) dengan komposisi agregat kasar slag 100%.

Saran

1. Dari hasil penelitian yang dilakukan sebaiknya agregat kasar batu pecah Moramo dan slag nikel Pomala yang digunakan dalam campuran beton sebaiknya tidak divariasikan karena kuat tekan yang dihasilkan dari komposisi variasi tersebut cenderung menurun. Dari hasil penelitian yang dilakukan dengan menggunakan material 100% batu pecah Moramo dan 100% slag nikel Pomalaa kuat tekan yang dihasilkan lebih tinggi.
2. Berdasarkan hasil penelitian, kuat tekan yang dihasilkan masuk kedalam mutu beton kelas II. Untuk menghasilkan kuat tekan yang lebih tinggi perlu diteliti lebih lanjut tentang penggunaan zat aditif sebagai campuran tambahan beton.
3. Sebelum melakukan pencampuran beton agregat yang digunakan harus dicuci terlebih dahulu guna mendapatkan mutu beton yang diinginkan.
4. Perawatan beton merupakan salah satu pekerjaan yang penting, karena perawatan beton yang baik akan mempengaruhi kekuatan beton itu sendiri. Sehingga perawatan beton harus dilakukan dengan sebaik mungkin.