

# Pengaruh Slag Nikel Pada Beton Mutu Tinggi Dengan Perawatan Steam Curing

Effect of Nickel Slag on High Quality Concrete with Steam Curing

Hermana Kaselle<sup>1,a)</sup>, Syamsul Bahri Ahmad<sup>2)</sup>, Muhammad Idris<sup>3)</sup>, Muhammad Pasha<sup>4)</sup>, dan Mutiara Amanda<sup>5)</sup>

<sup>1,2,3,4,5)</sup> Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

Koresponden: <sup>a)</sup> [h.kaselle@poliupg.ac.id](mailto:h.kaselle@poliupg.ac.id)

## ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat mekanis beton mutu tinggi dengan penggunaan slag nikel dan metode perawatan *steam curing*. Penggunaan *Slag* nikel dalam campuran beton diharapkan memiliki pengaruh pada sifat mekanik beton, serta dapat meningkatkan nilai kuat tekan serta nilai modulus elastisitasnya. Pada penelitian persentase slag yang digunakan yaitu 10%, 30%, 50%, 70% dan 100% dan dilakukan pencampuran serta proses perawatan dengan metode *steam curing* setelah beton di cetak, dan dilanjutkan dengan perawatan biasa dan dilakukan pengujian tekan dan modulus elastisitas pada umur 28 hari. Hasil pengujian yang dilakukan diperoleh nilai kuat tekan yang memenuhi kuat tekan rencana yaitu pada variasi 30 % dengan rata – rata sebesar 40,37 Mpa, 50% dengan rata-rata sebesar 40,48 Mpa, 70% dengan rata-rata 45,01 Mpa dan 100% dengan rata-rata 47 Mpa. Dari penelitian ini disimpulkan bahwa *Slag* nikel dengan bentuk gradasinya yang seragam dapat mengisi rongga antara kerikil sehingga dapat memberikan material yang kompak dan memiliki kuat tekan yang tinggi. Selain itu penggunaan metode *steam curing* saat beton telah berumur 24 jam dapat menjaga proses hidrasi semen lebih baik dari pada metode perawatan biasa, sehingga dapat meningkatkan kinerja dari beton itu sendiri.

**Kata kunci :** Slag Nikel, Steam Curing, Beton Mutu Tinggi, Kuat Tekan

## PENDAHULUAN

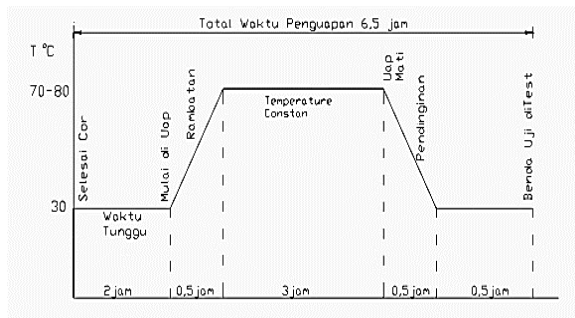
Beton adalah bahan bangunan yang biasanya masyarakat atau perusahaan kontraktor butuhkan untuk membangun fasilitas infrastruktur sehingga dari waktu ke waktu pemilihan beton sebagai bahan baku utama untuk membangun sebuah Gedung sangat penting. Telah banyak inovasi yang dilakukan untuk membuat agregat buatan dalam rangka menjawab kelangkaan dan eksploitasi pada material alam, salah satu agregat buatan yang dapat digunakan adalah limbah industri seperti slag. Daerah Sulawesi merupakan salah satu penghasil biji Nikel terbesar di Indonesia sehingga limbah Slag Nikel

sendiri cukup mudah ditemukan dan dapat digunakan kembali menjadi material baru.

Beton mutu tinggi memiliki beberapa keunggulan dibandingkan beton biasa, salah satunya adalah kuat tekan yang tinggi sehingga memungkinkan ukuran elemen struktur menjadi lebih kecil. Banyak jenis struktur lainnya, termasuk bangunan bertingkat, jembatan bentang panjang, bendungan, apron, tiang jembatan, silo, cerobong asap, terowongan, dll. telah dibangun menggunakan beton berkualitas tinggi. (Sumajouw, 2014).

Selain material, metode perawatan beton juga menjadi faktor penting dalam

menjaga kualitas beton. Salah satu metode perawatan adalah perawatan uap (*steam curing*). *Steam curing* merupakan suatu proses penguapan silinder beton dimana beton dimasukkan ke dalam unit steam (*curing tank*) setelah dilakukan pengecoran pada tekanan steam, temperatur dan waktu yang diinginkan. Keuntungan sistem ini adalah mempercepat produksi beton dan meningkatkan kualitas beton. Penelitian Rommel (2011) menyatakan bahwa suhu yang tepat yang digunakan dalam proses *steam curing* adalah 70 °C sampai 80°C dengan siklus *curing* dilakukan seperti pada Gambar 1 berikut.



**Gambar 1.** Tahapan Pemberian suhu dan uap bertekanan pada benda uji

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimental dengan material penelitian ini berupa agregat kasar berupa Cipping dan Slag nikel yang berasal dari PT. Huadi Nickel Alloy Indonesia. Kab Bantaeng, Agregat halus berupa pasir, bahan tambah Superplasticizer sika Viscocrete 3115N, dan semen PCC.

Pada penelitian ini benda uji yang digunakan untuk kuat tekan beton adalah benda uji berbentuk silinder dengan diameter 10 cm dan tinggi 20 cm serta silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm modulus beton elastisitas. Tabel 1 memperlihatkan identifikasi benda uji yang digunakan .

**Tabel 1.** Jumlah Benda Uji Untuk Pengujian

Presentasi slag nikel	Jumlah sampel /Hari			Kuat tekan 3, 14, 28 hari	Modulus elastisitas 28 hari
	3	14	28		
BS10	5	5	5	✓	✓
BS30	5	5	5	✓	✓
BS50	5	5	5	✓	✓
BS70	5	5	5	✓	✓
BS100	5	5	5	✓	✓
<b>Jumlah</b>	<b>75</b>				

## Perawatan Benda Uji

Proses perawatan dilakukan dengan memasukkan benda uji pada alat yang sudah di buat untuk proses *steam curing*, Selama 0,5 jam pertama peningkatan suhu mencapai 70 °C, kemudian menahan suhu tersebut selama 2 jam, kemudian sampel dikeluarkan. Kemudian mendinginkan benda uji selama 3, 14 dan 28 hari dengan melakukan pembungkusan menggunakan *plastic wrap* sampai hari pengujian. Proses perawatan *steam curing* ditunjukkan pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Perawatan Benda Uji

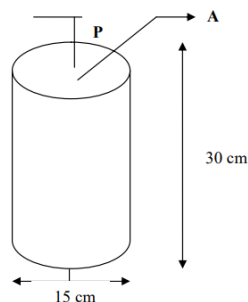


**Gambar 3.** Benda Uji Disimpan Hingga Umur Pengujian.

### Karakteristik Fisik Beton

#### Kuat Tekan

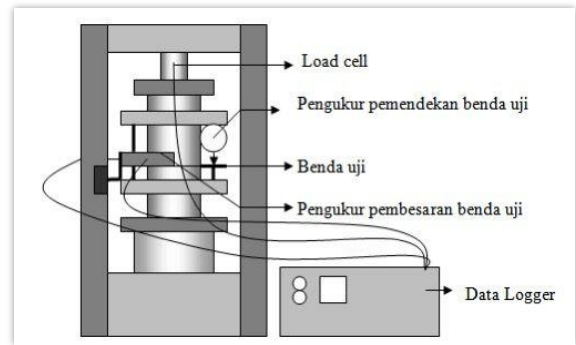
Kuat tekan sampel ditentukan dengan membagi gaya terbesar yang dicapai selama pengujian dengan luas permukaan sampel beton, sesuai dengan standar pengujian yang mengatur ASTM C 39-86 (Gambar 4).



**Gambar 4.** Pengujian Kuat Tekan

#### Modulus Elastisitas

Ketahanan suatu zat atau benda terhadap deformasi elastis ketika gaya diterapkan diukur dengan modulus elastisitasnya. Pengujian modulus elastisitas ditentukan oleh standar ASTM-C469-94, yang menghasilkan pengoperasian peralatan yang lebih sederhana dan peningkatan akurasi karena perekam data digunakan untuk pengukuran LVDT. Dengan meningkatkan berat secara bertahap dari satu ton menjadi empat puluh persen mutu beton maksimum, pengujian ini dapat mengidentifikasi regangan memanjang dan arah beban (Gambar 5).



**Gambar 5.** Pengujian Modulus Elastisitas

### ANALISIS PENELITIAN

#### Karakteristik Agregat Halus, Agregat Kasar

Agregat halus atau pasir yang di uji karakteristiknya berasal dari pasir di sungai Lasape Kab. Pinrang dan Agregat kasar cipping berasal dari sungai bili-bili sedangkan Slag Nickel diambil dari PT. Huadi Nickel alloy Indonesia, Kab. Bantaeng. Hasil dari pengujian karakteristik agregat dapat dilihat pada Tabel 2 menunjukkan bahwa material yang digunakan memenuhi persyaratan yang disyaratkan.

**Tabel 2.** Hasil Uji Karakteristik agregat

Uraian	Hasil Agregat Halus	Hasil Agregat kasar (cipping)	Hasil A. Kasar Slag Nickel
Kadar Air	8,3	1,88	0,66
Kadar Lumpur	1,28	2,70	0,66
Kadar Organik	2	1,35	2,1
Berat Isi/ Volume	1,49	2,36	2,8
Berat Jenis	2,44	3,65	1,4
Penyerapan	1,77	6,42	2,3
Modulus Kehalusan	2,73	36,82	38,4

#### Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada beton umur 3, 14 dan 28 hari, dengan jumlah sampel sebesar 9 buah

per variasi. Uji kuat tekan sampel berukuran diameter 10 cm dan tinggi 20 cm menggunakan mesin uji tekan berkapasitas 2000 kN sesuai standar ASTM C 39-86. Semua sampel diberi perlakuan uap untuk melihat pengaruh intensitas perlakuan uap. Rata-rata hasil uji kuat tekan tiap umur beton disajikan pada Tabel 3.

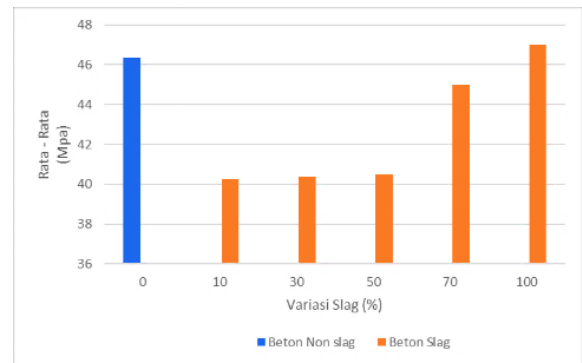
**Tabel 3.** Hasil Uji Tekan Beton Rata-Rata

Kode Sampel	Hari	Rata - Rata Berat Sampel (Kg)	f'c (Mpa)
BN	28	12,56	46,35
BS10	3	3,86	27,01
	14	3,82	34,71
	28	12,76	40,27
BS30	3	3,72	26,38
	14	3,68	34,3
	28	13,02	40,37
BS50	3	3,78	32,22
	14	3,90	36,66
	28	12,95	40,48
BS70	3	3,93	35,16
	14	3,94	37,56
	28	13,17	45,01
BS100	3	34,51	34,10
	14	3,91	36,06
	28	13,40	46,99

Hasil pengujian menunjukkan variasi slag umur 3 hari ke 14 hari mengalami peningkatan rata-rata sebesar 22% sedangkan pada hari ke 28 presentase kuat tekan meningkat sebesar 14%. Dari hasil ini menunjukkan kuat tekan dengan perlakuan perawatan *steam curing* cenderung hanya efektif pada umur awal beton.

Pada Gambar 6 presentase perbandingan kuat tekan yang mencapai kuat tekan rencana sebesar 40 Mpa berada pada variasi pada 50% dan meningkat pada penambahan slag hingga 100%. Hal ini

menunjukkan peluang besar slag nikel digunakan sebagai material dalam membuat beton utamanya beton mutu tinggi.



**Gambar 6.** Kuat Tekan Beton Rata-rata umur 28 hari

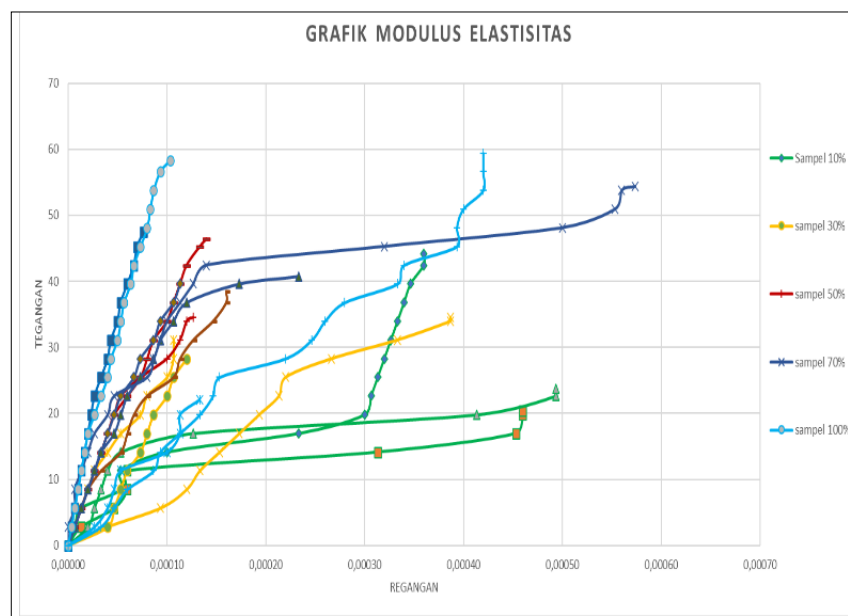
### Modulus Elastisitas Beton

Modulus elastisitas dapat didefinisikan sebagai perbandingan antara beban per satuan luas (regangan) dengan perubahan elastis per satuan panjang (regangan). Pengujian modulus elastisitas beton dilakukan untuk mengukur tingkat kekakuan material untuk menahan gaya atau tegangan sebelum mengalami deformasi. Hasil uji modulus elastisitas beton untuk tiap variasi ditunjukkan pada Tabel 4 dan Gambar 7.

Hasil yang diperoleh memperlihatkan nilai modulus elastisitas bervariasi pada tiap jenis sampel sebesar 32746,9 sampai 157550. Nilai ini lebih besar dari modulus elastisitas beton normal yang berada pada rentang 18527 Mpa sampai 31119 Mpa. Nilai inipun menunjukkan makin tinggi nilai kuat tekan beton, maka nilai modulus elastisitas beton meningkat. Selain itu dari Gambar 7 terlihat bahwa makin tinggi persentase penggunaan slag maka grafik tegangan regangan beton makin tegak mengindikasikan kekakuan yang sangat besar sehingga keruntuhan beton akan lebih getas dari variasi lainnya.

**Tabel 4.** Hasil Perhitungan Rata-Rata Modulus Elastisitas

Kode Variasi	Sampel	S1 (Mpa)	S2 (Mpa)	$\epsilon_1$	$\epsilon_2$	Modulus Elastisitas	Rata-rata
				$\mu$	$\mu$		
10%	1	8,49	17,66	0,00005	0,00030	36669,30	32746,91
	2	5,66	14,48	0,00005	0,00031	33523,27	
	3	14,15	16,30	0,00005	0,00013	28048,18	
30%	1	8,49	16,52	0,00005	0,00027	37087,18	35041,46
	2	16,98	17,43	0,00005	0,00007	19401,75	
	4	8,49	14,49	0,00005	0,00017	48635,46	
50%	1	8,49	16,98	0,00005	0,00004	51956,11	41358,69
	2	5,66	13,81	0,00005	0,00026	38027,42	
	3	14,15	15,39	0,00005	0,00005	41498,18	
	4	19,81	18,56	0,00005	0,00001	33953,05	
70%	1	5,66	15,84	0,00005	0,00019	71064,53	44856,03
	3	14,15	19,01	0,00005	0,00018	37435,42	
	4	16,98	16,30	0,00005	0,00003	40743,67	
	5	22,64	21,73	0,00005	0,00002	30180,49	
100%	1	8,49	8,83	0,00005	0,00005	101859,16	157550,61
	4	14,15	22,64	0,00005	0,00009	231498,1	
	5	5,66	23,77	0,00005	0,00018	139294,58	

**Gambar 7.** Modulus Elastisitas Beton

## KESIMPULAN

Berdasarkan data analisis diperoleh hasil pengujian beton dengan variasi terak nikel 10%, 30%, 50%, 70% dan 100%. Kesimpulan yang diperoleh sebagai berikut:

- 1) Pada hasil pengujian karakteristik agregat terak nikel pengganti agregat kasar, terak nikel ini mempunyai kadar air, kadar lumpur, serapan, abrasi dan berat jenis semuanya memenuhi standar, namun terak nikel ini mempunyai modulus massa jenis dan kehalusan itu tidak memenuhi standar. Oleh karena itu beton lebih berat dibandingkan beton biasa.
- 2) Dari hasil pengujian setiap variasi pada beton dengan campuran *slag* nikel, Beton *slag* dengan variasi 10%, 30%, 50%, 70%, dan 100% pada umur 28 hari tercapai mutu beton yang diharapkan sebesar 40Mpa. Dengan hasil yang telah didapatkan pada setiap pengujian tersebut, penggunaan *slag* nikel dapat dijadikan salah satu pertimbangan untuk dijadikan sebagai pengganti agregat kasar.
- 3) Hasil dari penelitian untuk penggunaan *slag* nikel ini, didapatkan hasil untuk pengaruh *slag* nikel yaitu dapat menjadi pengisi rongga di antara kerikil sehingga dapat menambah kuat tekan serta modulus elastisitasnya. Dan untuk perawatan dengan metode *steam curing* dapat disimpulkan bahwa *steam curing* dapat membantu agar air semen tidak cepat menguap saat perawatan beton, sehingga dapat menjaga kinerja pada beton.

## DAFTAR PUSTAKA

- Rommel, & Erwin. (2011). *Pengaruh Pemberian Perawatan Steam Curing Terhadap Kekuatan Dan Durabilitas Beton Dengan Semen Pozzolan*. Malang: Media Teknik Sipil, Volume 9, Nomor 2.
- Sumajouw, M. D., O.Dapas, S., & S.Windah, R. (2014). Pengujian Kuat Tekan Beton. *Jurnal Ilmiah Media Engineering Vol. 4 No. 4*.
- Zumar, L. O. (2018). *Analisis kuat Tekan Beton Menggunakan Iron Slag Sebagai Agregat Halus Dengan Bahan Tambah Zat Additive Superplasticizer*. Makassar.
- SNI 03 - 6468 - 2000, *Tata Cara Perencanaan Campuran Beton Mutu Tinggi Dengan Semen Portland Dengan AbuTerbang*.
- Annual Book of ASTM Sandards, 2002, *ASTM C39-86 Standard Test Method for Compressive Strenght of Cylindrical Concrete Specimens*, ASTM International, West Conshohocken, P A.
- ASTM C 469-94, *Standard Test Method for Static Modulus of Elasticity and Poisson`s Ratio of Concrete in Compression*, ASTM Book of Standard, West Conshohocken, P A, 7