

**PERBANDINGAN MUTU BETON MENGGUNAKAN
METODE UJI *HAMMER TEST* DENGAN UJI KUAT TEKAN
PADA BETON CAMPURAN LIMBAH NIKEL (*SLAG*)**

SKRIPSI

- | | |
|----------------------------------|-------------|
| 1. Risma Nurfalah | 20200010056 |
| 2. Muhammad Alfiyan Nur Setiawan | 20200010036 |
| 3. Ujang Septian | 20200010041 |

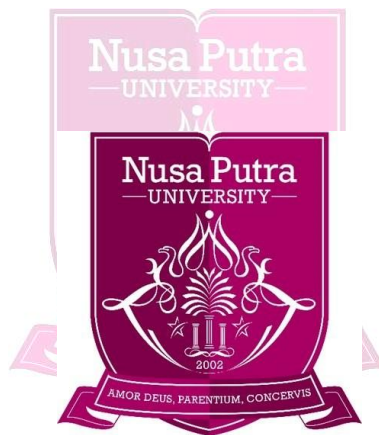


**FAKULTAS KOMPUTER TEKNIK DAN DESAIN
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
2024**

**PERBANDINGAN MUTU BETON MENGGUNAKAN
METODE UJI *HAMMER TEST* DENGAN UJI KUAT TEKAN
PADA BETON CAMPURAN LIMBAH NIKEL (*SLAG*)**

SKRIPSI

- | | |
|----------------------------------|-------------|
| 1. Risma Nurfalah | 20200010056 |
| 2. Muhammad Alfiyan Nur Setiawan | 20200010036 |
| 3. Ujang Septian | 20200010041 |



**FAKULTAS KOMPUTER TEKNIK DAN DESAIN
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
2024**

PERNYATAAN PENULIS

JUDUL : PERBANDINGAN MUTU BETON MENGGUNAKAN METODE
UJI *HAMMER TEST* DENGAN UJI KUAT TEKAN PADA
BETON CAMPURAN LIMBAH NIKEL (*SLAG*)

NAMA : RISMA NURFALAH

NIM 20200010056

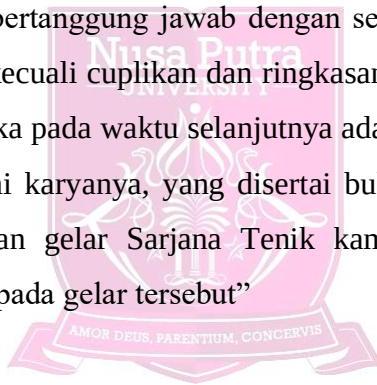
NAMA : MUHAMMAD ALFIYAN NUR SETIAWAN

NIM 20200010036

NAMA : UJANG SEPTIAN

NIM 20200010041

“Saya menyatakan dan bertanggung jawab dengan sebenarnya bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya kecuali cuplikan dan ringkasan yang masing-masing telah dijelaskan sumbernya. Jika pada waktu selanjutnya ada pihak lain yang mengklaim bahwa skripsi ini sebagai karyanya, yang disertai bukti yang cukup, maka saya bersedia untuk dibatalkan gelar Sarjana Teknik kami beserta segala hak dan kewajiban yang melekat pada gelar tersebut”



Sukabumi, September 2024

Risma Nurfalah
Penulis

Muhammad Alfiyan Nur Setiawan
Penulis

Ujang Septian
Penulis

PERSETUJUAN SKRIPSI

JUDUL : PERBANDINGAN MUTU BETON MENGGUNAKAN METODE
UJI *HAMMER TEST* DENGAN UJI KUAT TEKAN PADA
BETON CAMPURAN LIMBAH NIKEL (*SLAG*)

NAMA : RISMA NURFALAH

NIM 20200010056

NAMA : MUHAMMAD ALFIYAN NUR SETIAWAN

NIM 20200010036

NAMA : UJANG SEPTIAN

NIM 20200010041

Skripsi ini telah diperiksa dan disetujui
Sukabumi, September 2024

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Cece Suhendi, S.T., M.T.
NIDN. 0402037401

Ir. Utamy Sukmayu Saputri, S.T., M.T., IPP
NIDN. 0422108804
Ketua Program Studi Teknik Sipil

Ir. Utamy Sukmayu Saputri, S.T., M.T., IPP
NIDN. 0422108804

PENGESAHAN SKRIPSI

JUDUL : PERBANDINGAN MUTU BETON MENGGUNAKAN METODE
UJI *HAMMER TEST* DENGAN UJI KUAT TEKAN PADA
BETON CAMPURAN LIMBAH NIKEL (*SLAG*)

NAMA : RISMA NURFALAH

NIM 20200010056

NAMA : MUHAMMAD ALFIYAN NUR SETIAWAN

NIM 20200010036

NAMA : UJANG SEPTIAN

NIM 20200010041

Skripsi ini telah diujikan dan dipertahankan di depan Dewan Penguji pada Sidang Skripsi tanggal 10 Juli 2024 menurut pandangan kami, Skripsi ini memadai dari segi kualitas untuk tujuan penganugerahan gelar Sarjana Teknik (S.T)

Sukabumi, September 2024

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Cece Suhendi, S.T., M.T.
NIDN. 0402037401

Ketua Dewan Penguji

Ir. Utamy Sukmayu Saputri, S.T., M.T., IPP
NIDN. 0422108804

Kepala Program Studi

Rizkita Rahmadayanti, S.T., M.T
NIDN.

Ir. Utamy Sukmayu Saputri, S.T M.T., IPP
NIDN. 0422108804

Plh. Dekan Fakultas Teknik, Komputer dan Desain

Ir. Paikun, S.T., M.T., IPM., ASEAN Eng
NIDN. 0422108804

HALAMAN PERUNTUKAN

Skripsi ini kami tunjukan untuk keluarga, dan diri sendiri sebagai wujud apresiasi kerja keras kami selama ada di dunia perkuliahan, berjuang sebagai mahasiswa sekaligus karyawan di perusahaan tempat kami bekerja.



ABSTRACT

Indonesia is the largest nickel producer in the world, in 2022 Indonesia produced 1,600,000 metric tonnes of nickel. The processing of nickel ore which is used as a base material for stainless metals, industrial products, military, transportation, aviation, marine and architecture is by melting at high temperatures. This smelting process produces waste in the form of liquid slag which then undergoes cooling and changes shape into granules. Nickel waste (slag) is classified as toxic hazardous waste that is not environmentally friendly, therefore research was conducted to utilise slag as a substitute for fine aggregate in concrete which aims to be an effort to reduce environmental pollution and improve the quality of concrete. The purpose of this study was to determine the effect of using slag as a fine aggregate substitute on the compressive strength of concrete, and to determine the comparison of concrete quality in the two test equipment used. This test is a laboratory test with fine aggregate substitution with slag of 10%, 20%, and 30% for K-250 concrete quality and compressive strength testing using the Hammer Test and Compression Machine Test methods. The concrete mix is based on ASTM with the composition of cement, coarse aggregate, fine aggregate and water. The mix design is based on SNI 03-2843-2000 and concrete quality testing using hammer test based on SNI 03-4430-1997 and compressive strength testing based on SNI 03-1974-1990. The test results using the Hammer Test method that the percentage increase in concrete with 10% slag variation is 3.88% with an average concrete quality of 264.78 kg/cm², 20% slag variation is 12.96% with an average concrete quality of 287.95 kg/cm², and 30% slag variation is 18.29% with an average concrete quality of 301.53 kg/cm². While in the concrete compressive strength test at 10% slag variation did not experience an increase in compressive strength as planned, the average compressive strength was 205.41 kg/cm². While the concrete variation with 20% slag mixture increased by 9,52% with an average compressive strength of 257.12 kg/cm², and an increase of 14,29% in 30% slag variation concrete with an average compressive strength of 268.29 kg/cm² when compared to normal concrete (without slag mixture) which has an average compressive strength of 238.95 kg/cm².

Keywords: compressive strength, slag, K-250.

ABSTRAK

Indonesia merupakan produsen nikel terbesar di dunia, pada tahun 2022 Indonesia menghasilkan 1.600.000 metrik ton nikel. Proses pengolahan biji nikel yang dijadikan sebagai bahan dasar logam anti karat, produk industri, militer, transportasi, penerbangan, kelautan serta arsitektur yaitu dengan cara dileburkan dengan suhu tinggi. Proses peleburan ini menghasilkan limbah berupa *slag* cair yang selanjutnya mengalami pendinginan dan berubah bentuk menjadi butiran. Limbah nikel (*slag*) tergolong pada limbah Bahan Berbahaya Beracun yang tidak ramah lingkungan, oleh sebab itu dilakukan penelitian untuk pemanfaatan *slag* sebagai bahan substitusi agregat halus pada beton yang bertujuan menjadi upaya mengurangi pencemaran lingkungan dan meningkatkan kualitas beton. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh penggunaan *slag* sebagai substitusi agregat halus terhadap kuat tekan beton, serta mengetahui perbandingan mutu beton pada kedua alat uji yang digunakan. Pengujian ini merupakan uji laboratorium dengan substitusi agregat halus dengan *slag* sebesar 10%, 20%, dan 30% untuk mutu beton K-250 dan pengujian kuat tekan menggunakan metode *Hammer Test* dan *Compression Machine Test*. Campuran beton berdasar pada ASTM dengan komposisi semen, agregat kasar, agregat halus dan air. Perancangan rencana campuran beton (*mix design*) berdasar pada SNI 03-2843-2000 dan pengujian mutu beton menggunakan *hammer test* berdasar pada SNI 03-4430-1997 serta pengujian kuat tekan berdasar pada SNI 03-1974-1990. Hasil pengujian menggunakan metode *Hammer Test* bahwa presentase kenaikan pada beton dengan variasi slag 10% sebesar 3,88% dengan rata-rata mutu beton 264,78 kg/cm², variasi slag 20% sebesar 12,96% dengan rata rata mutu beton 287,95 kg/cm², dan variasi slag 30% sebesar 18,29% dengan rata-rata mutu beton 301,53 kg/cm². Sedangkan pada pengujian kuat tekan beton pada variasi slag 10% tidak mengalami kenaikan kuat tekan sesuai rencana, rata-rata kuat tekan sebesar 205,41 kg/cm². Sedangkan pada variasi beton dengan campuran slag 20% mengalami kenaikan sebesar 9,52% dengan rata-rata kuat tekan 257,12 kg/cm², dan kenaikan sebesar 14,29% pada beton variasi slag 30% dengan rata-rata kuat tekan sebesar 268,29 kg/cm² jika dibandingkan dengan beton normal (tanpa *slag*) yang memiliki kuat tekan rata-rata 238,95 kg/cm². Kata Kunci: kuat tekan, slag, K-250.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan kepada Allah SWT, atas rahmat dan karuniaNya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul **“Perbandingan Mutu Beton Menggunakan Metode Uji *Hammer Test* dengan Uji Kuat Tekan pada Beton Campuran Limbah Nikel (*Slag*)”** pada waktu yang tepat. Solawat serta salam semoga tercurah pada Nabi Muhammad SAW, para keluarga, para sahabat, serta umat muslim hingga akhir zaman.

Adapun tujuan dari penulisan skripsi ini yaitu untuk memenuhi salah satu syarat dalam menempuh gelar sarjana, khususnya sarjana teknik bagi penulis. Kami ingin berterima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu, khususnya untuk:

1. Bapak Dr. Kurniawan, S.T., M.Si., MM selaku Rektor Universitas Nusa Putra Sukabumi
2. Ibu Ir. Utamy Sukmayu Saputri, M.T., IPP selaku Kepala Program Studi Teknik Sipil Universitas Nusa Putra Sukabumi
3. Bapak Cece Suhendi, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing I
4. Ibu Ir. Utamy Sukmayu Saputri, M.T., IPP selaku Dosen Pembimbing II
5. Ibu Rizkita Rahmadayanti, S.T., M.T selaku Dosen Penguji
6. Para Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Nusa Putra yang tidak bisa disebutkan satu persatu
7. Orang tua dan keluarga kami

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini jauh dari kata sempurna, maka dari itu kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak sangat kami harapkan.

Sukabumi, September 2024

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIK**

Sebagai civitas akademik Universitas Nusa Putra, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Risma Nurfalah
NIM : 20200010056
Nama : Muhammad Alfiyan Nur Setiawan
NIM : 20200010036
Nama : Ujang Septian
NIM : 20200010041
Program Studi : Teknik Sipil
Jenis Karya : Skripsi

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, dengan ini saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Nusa Putra ***Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-Exclusive Royalty-Free Right)*** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**PERBANDINGAN MUTU BETON MENGGUNAKAN METODE UJI
HAMMER TEST DENGAN UJI KUAT TEKAN PADA BETON
CAMPURAN LIMBAH NIKEL (SLAG)**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak bebas royalti non-eksklusif ini Universitas Nusa Putra berhak menyimpan, mengalih media/format, mengolah dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Sukabumi
Pada : September 2024

Yang Menyatakan,

Risma Nurfalah
Penulis

Muhammad Alfiyan Nur Setiawan
Penulis

Ujang Septian
Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PERNYATAAN PENULIS.....	i
PERSETUJUAN SKRIPSI	iii
PENGESAHAN SKRIPSI	iv
HALAMAN PERUNTUKAN.....	v
ABSTRACT.....	vi
ABSTRAK.....	vii
KATA PENGANTAR	viii
HALAMAN PERNYATAAN PUBLIKASI	viii
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN	18
1.1 Latar Belakang	18
1.2 Rumusan Masalah.....	20
1.3 Batasan Masalah.....	20
1.4 Tujuan Penelitian	20
1.5 Manfaat Penelitian.....	20
1.6 Sistematika Penulisan.....	21
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	22
2.1 Penelitian Terkait	23
2.2 Landasan Teori.....	24
BAB III METODE PENELITIAN.....	29
3.1 Diagram Alir Skripsi	29
3.2 Tinjauan Umum	29
3.3 Waktu dan Tempat Riset.....	30
3.4 Diagram Alir Penelitian	31
3.5 Tahapan Pengujian Material	32
3.6 Perencanaan Campuran Beton Sesuai SNI 03-2834-2000	35
3.7 Langkah Perancangan	35

3.8	Perlakuan Terhadap <i>Slag</i>	38
3.9	Tahap Pencetakan Sampel Beton	38
3.10	<i>Slump Test</i>	39
3.11	Perawatan Benda Uji (<i>Curing</i>).....	40
3.12	Pengujian Sampel dengan Metode <i>Hammer Test</i>	40
3.13	Pengujian Sampel dengan Metode <i>Compression Machine Test</i>	42
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	43
4.1	Data Hasil Pengujian Material	43
4.1.1	Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus	43
4.1.2	Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar.....	43
4.1.3	Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan <i>Slag</i>	44
4.1.4	Analisa Saringan Agregat Halus (Pasir).....	45
4.1.5	Analisa Saringan Agregat Kasar	46
4.1.6	Analisa Saringan <i>Slag</i>	47
4.1.7	Analisa Kadar Air Agregat Halus	48
4.1.8	Analisa Kadar Air Agregat Kasar	48
4.1.9	Analisa Kadar Air <i>Slag</i>	49
4.2	Data Rencana Campuran Beton (<i>Mix Design</i>)	49
4.3	Hasil Uji Mutu Menggunakan Metode <i>Hammer Test</i>	59
4.3.1	Hasil Uji Mutu Beton Tanpa Campuran <i>Slag</i>	60
4.3.2	Hasil Uji Mutu Beton Variasi <i>Slag</i> 10%.....	66
4.3.3	Hasil Uji Mutu Beton Variasi <i>Slag</i> 20%.....	72
4.3.4	Hasil Uji Mutu Beton Variasi <i>Slag</i> 30%.....	78
4.4	Hasil Uji Kuat Tekan Menggunakan Metode <i>Compression Machine Test</i>	84
4.4.1	Hasil Uji Kuat Tekan Beton Tanpa Campuran <i>Slag</i>	84
4.4.2	Hasil Uji Kuat Tekan Beton Variasi <i>Slag</i> 10%.....	85
4.4.3	Hasil Uji Kuat Tekan Beton Variasi <i>Slag</i> 20%.....	86
4.4.4	Hasil Uji Kuat Tekan Beton Variasi <i>Slag</i> 30%.....	87
4.5	Hasil Komparasi Pengujian Mutu Beton Menggunakan <i>Hammer Test</i> dan Kuat Tekan Menggunakan <i>Compression</i>	

	<i>Machine Test</i>	88
BAB V	PENUTUP	90
5.1	Kesimpulan	90
5.2	Saran	91
DAFTAR PUSTAKA		92
LAMPIRAN		95



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Penelitian Terkait.....	22
Tabel 3. 1	Rencana Sampel Penelitian.....	30
Tabel 4. 1	Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus.....	43
Tabel 4. 2	Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar	43
Tabel 4. 3	Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan <i>Slag</i>	44
Tabel 4. 4	Analisa Saringan Agregat Halus (Pasir)	45
Tabel 4. 5	Analisa Saringan Agregat Kasar.....	46
Tabel 4. 6	Hasil Analisa Saringan <i>Slag</i>	47
Tabel 4. 7	Hasil Analisa Kadar Air Agregat Halus	48
Tabel 4. 8	Hasil Analisa Kadar Air Agregat Kasar	49
Tabel 4. 9	Hasil Analisa Kadar Air <i>Slag</i>	49
Tabel 4. 10	Nilai Deviasi Standar untuk berbagai tingkat pengendalian mutu pekerjaan.....	49
Tabel 4. 11	Perkiraan Kekuatan Tekan (Mpa) beton dengan faktor air semen 0,5 dan agregat kasar yang biasa di Indonesia.....	51
Tabel 4. 12	Persyaratan fas dan jumlah semen minimum untuk berbagai pembetonan dan lingkungan khusus	52
Tabel 4. 13	Nilai Slump Rencana	53
Tabel 4. 14	Proporsi Campuran Beton.....	58
Tabel 4. 15	Hasil Pengujian <i>Hammer Test</i> pada Beton Tanpa Campuran <i>Slag</i> umur 14 Hari.....	60
Tabel 4. 16	Hasil Uji Mutu Sampel Beton Tanpa Campuran <i>Slag</i> Kubus ke-satu pada Umur 14 Hari	61
Tabel 4. 17	Hasil Uji Mutu Sampel Beton Tanpa Campuran <i>Slag</i> Kubus ke-dua pada Umur 14 Hari	61
Tabel 4. 18	Hasil Uji Mutu Sampel Beton Tanpa Campuran <i>Slag</i> Kubus ke-tiga pada Umur 14 Hari	62
Tabel 4. 19	Hasil Pengujian <i>Hammer Test</i> pada Beton Tanpa Campuran <i>Slag</i> umur 28 Hari.....	63
Tabel 4. 20	Hasil Uji Mutu Sampel Beton Tanpa Campuran <i>Slag</i> Kubus ke-satu pada Umur 28 Hari	64

Tabel 4. 21	Hasil Uji Mutu Sampel Beton Tanpa Campuran <i>Slag</i> Kubus ke-dua pada Umur 28 Hari	64
Tabel 4. 22	Hasil Uji Mutu Sampel Beton Tanpa Campuran <i>Slag</i> Kubus ke-tiga pada Umur 28 Hari	65
Tabel 4. 23	Hasil Pengujian <i>Hammer Test</i> pada Beton Variasi <i>Slag</i> 10% umur 14 Hari	66
Tabel 4. 24	Hasil Uji Mutu Sampel Beton Variasi <i>Slag</i> 10% Kubus ke-satu pada Umur 14 Hari	67
Tabel 4. 25	Hasil Uji Mutu Sampel Beton Variasi <i>Slag</i> 10% Kubus ke-dua pada Umur 14 Hari	67
Tabel 4. 26	Hasil Uji Mutu Sampel Beton Variasi <i>Slag</i> 10% Kubus ke-tiga pada Umur 14 Hari	68
Tabel 4. 27	Hasil Pengujian <i>Hammer Test</i> pada Beton Variasi <i>Slag</i> 10% umur 28 Hari	69
Tabel 4. 28	Hasil Uji Mutu Sampel Beton Variasi <i>Slag</i> 10% Kubus ke-satu pada Umur 28 Hari	70
Tabel 4. 29	Hasil Uji Mutu Sampel Beton Variasi <i>Slag</i> 10% Kubus ke-dua pada Umur 28 Hari	70
Tabel 4. 30	Hasil Uji Mutu Sampel Beton Variasi <i>Slag</i> 10% Kubus ke-tiga pada Umur 28 Hari	71
Tabel 4. 31	Hasil Pengujian <i>Hammer Test</i> pada Beton Variasi <i>Slag</i> 20% umur 14 Hari	72
Tabel 4. 32	Hasil Uji Mutu Sampel Beton Variasi <i>Slag</i> 20% Kubus ke-satu pada Umur 14 Hari	72
Tabel 4. 33	Hasil Uji Mutu Sampel Beton Variasi <i>Slag</i> 20% Kubus ke-dua pada Umur 14 Hari	73
Tabel 4. 34	Hasil Uji Mutu Sampel Beton Variasi <i>Slag</i> 20% Kubus ke-tiga pada Umur 14 Hari	74
Tabel 4. 35	Hasil Pengujian <i>Hammer Test</i> pada Beton Variasi <i>Slag</i> 20% umur 28 Hari	75
Tabel 4. 36	Hasil Uji Mutu Sampel Beton Variasi <i>Slag</i> 20% Kubus ke-satu pada Umur 28 Hari	76
Tabel 4. 37	Hasil Uji Mutu Sampel Beton Variasi <i>Slag</i> 20% Kubus ke-dua pada Umur 28 Hari	76

Tabel 4. 38	Hasil Uji Mutu Sampel Beton Variasi <i>Slag</i> 20% Kubus ke-tiga pada Umur 28 Hari.....	77
Tabel 4. 39	Hasil Pengujian <i>Hammer Test</i> pada Beton Variasi <i>Slag</i> 30% umur 14 Hari.....	78
Tabel 4. 40	Hasil Uji Mutu Sampel Beton Variasi <i>Slag</i> 30% Kubus ke-satu pada Umur 14 Hari.....	79
Tabel 4. 41	Hasil Uji Mutu Sampel Beton Variasi <i>Slag</i> 30% Kubus ke-dua pada Umur 14 Hari.....	79
Tabel 4. 42	Hasil Uji Mutu Sampel Beton Variasi <i>Slag</i> 30% Kubus ke-tiga pada Umur 14 Hari.....	80
Tabel 4. 43	Hasil Pengujian <i>Hammer Test</i> pada Beton Variasi <i>Slag</i> 30% umur 28 Hari	81
Tabel 4. 44	Hasil Uji Mutu Sampel Beton Variasi <i>Slag</i> 30% Kubus ke-satu pada Umur 28 Hari.....	82
Tabel 4. 45	Hasil Uji Mutu Sampel Beton Variasi <i>Slag</i> 30% Kubus ke-dua pada Umur 28 Hari.....	82
Tabel 4. 46	Hasil Uji Mutu Sampel Beton Variasi <i>Slag</i> 30% Kubus ke-tiga pada Umur 28 Hari.....	83
Tabel 4. 47	Hasil Uji Kuat Tekan Beton Tanpa Campuran <i>Slag</i>	84
Tabel 4. 48	Hasil Uji Kuat Tekan Beton Variasi <i>Slag</i> 10%.....	85
Tabel 4. 49	Hasil Uji Kuat Tekan Beton Variasi <i>Slag</i> 20%.....	86
Tabel 4. 50	Hasil Uji Kuat Tekan Beton Variasi <i>Slag</i> 30%.....	87
Tabel 4. 51	Hasil Komparasi Pengujian Mutu Beton menggunakan <i>Hammer Test</i> dan Uji Kuat Tekan.....	88

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Diagram Alir Skripsi.....	29
Gambar 3.2	Diagram Alir Penelitian	31
Gambar 3.3	Grafik Faktor Air Semen.....	37
Gambar 3.3	Grafik Faktor Kadar Air Bebas.....	38
Gambar 4.1	Grafik Analisa Saringan Agregat Halus	45
Gambar 4.2	Grafik Analisa Saringan Agregat Kasar	46
Gambar 4.3	Grafik Hasil Analisa Saringan <i>Slag</i>	47
Gambar 4.4	Hubungan antara kuat tekan rata-rata dan faktor air semen (Benda Uji Berbentuk Kubus dengan Diameter 150 mm x 150 mm x 150 mm).....	52
Gambar 4.5	Persen Pasir Terhadap Kadar Total Agregat yang Dianjurkan Untuk Ukuran Butir Maksimum 20 mm.....	55
Gambar 4.6	Perkiraan Berat Isi Beton Basah yang telah selesai dipadatkan.....	56



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Dokumentasi Persiapan Material	95
Lampiran 2 Dokumentasi Pembuatan Campuran Beton dan <i>Uji Slump</i>	96
Lampiran 3 Dokumentasi Pencetakan Benda Uji dan Perawatan Beton (<i>Curing</i>).....	97
Lampiran 4 Dokumentasi Uji Mutu menggunakan <i>Hammer Test</i>	97
Lampiran 5 Dokumentasi Pengujian Kuat Tekan Beton	98
Lampiran 6 Hasil Turnitin Skripsi	99



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan produsen nikel terbesar di dunia, pada tahun 2022 Indonesia menghasilkan 1.600.000 metrik ton nikel [1]. Nikel adalah unsur logam yang terbentuk secara alami dan memiliki bentuk fisik yang mengkilap serta berwarna putih keperak-perakan [2]. Manfaat nikel adalah sebagai bahan pembuatan logam anti karat dan menjadi bahan dasar produk industri, militer, transportasi, penerbangan, kelautan serta arsitektur [3]. Proses pengolahan nikel yaitu dengan meleburkan bijih nikel menggunakan suhu tinggi, proses ini disebut dengan pirometalurgi (*smelting*) [4]. Dari proses peleburan tersebut akan menghasilkan limbah berupa *slag* cair dengan temperatur kurang lebih 1550° celcius, kemudian *slag* cair ini mengalami pendinginan dan pada akhirnya akan berubah bentuk menjadi *slag* yang berbentuk seperti butiran/batuan [5].

Limbah nikel yang selanjutnya disebut dengan *slag* menjadi limbah Bahan Berbahaya Beracun (B3) yang dapat berdampak buruk pada lingkungan jika produsen tidak mengelola limbah tersebut dengan baik dan benar [6]. Limbah ini tidak bernilai ekonomis tinggi bagi perekonomian, oleh sebab itu berbagai sektor industri harus memiliki inovasi untuk memanfaatkan *slag* sebaik mungkin [7]. Dalam hal ini, bidang konstruksi terus berkembang pesat dalam melakukan inovasi campuran beton, sehingga para peneliti telah melakukan penelitian untuk memanfaatkan *slag* di bidang konstruksi untuk dijadikan substitusi dalam penggunaan agregat [8].

Beton merupakan campuran semen *portland* atau semen hidrolis, agregat kasar, agregat halus, dan air dengan atau tanpa bahan campuran tambahan [9]. Dewasa ini, definisi beton sudah semakin luas, di mana beton adalah bahan yang terbuat dari campuran berbagai tipe semen, agregat dan juga bahan pozzoolan, abu terbang, terak dapur tinggi, sulfur, serat dan lain sebagainya [10]. Semua bahan tambahan memiliki tujuan untuk menyempurnakan kualitas beton baik dalam segi kekuatan maupun keawetan [11]. Penggunaan *slag* dalam bahan campuran beton menjadi suatu upaya untuk meningkatkan kualitas beton dan mengurangi

pencemaran lingkungan yang diakibatkan oleh limbah nikel yang terus bertambah [12].

Penelitian sebelumnya telah dilakukan oleh Universitas Islam Indonesia untuk menginvestigasi pengaruh *slag* sebagai bahan substitusi agregat kasar terhadap mutu beton, dan hasilnya adalah kuat tekan beton meningkat. Tetapi seiring dengan meningkatnya kuat tekan, massa beton pun meningkat, sehingga diperlukan penelitian lanjutan yang memberikan solusi agar kuat tekan beton bertambah dan massa beton tidak memiliki perbedaan yang signifikan dengan beton tanpa campuran *slag* jika disubstitusi dengan salah satu agregat yang menjadi campuran beton. Sedangkan untuk perbandingan dalam uji kuat tekan menggunakan *Hammer Test* dan *Compression Machine Test* telah dilakukan oleh Muhammad Icsan, Darnina Tanjung, M. Husni Malik Hasibuan di Universitas Islam Sumatera Utara dalam penelitiannya berjudul “Analisa Perbandingan *Hammer Test* dan *Compression Testing Machine* Terhadap Uji Kuat Tekan Beton”, dan hasil dari penelitiannya menyatakan bahwa *hammer test* bukanlah suatu alternatif untuk melakukan metode pengujian kuat tekan beton, tetapi sebagai indikator penilaian mutu beton berdasarkan SNI. Pada praktiknya di lapangan, *hammer test* digunakan untuk menentukan apakah benda uji memiliki mutu yang seragam atau presisi [13]. Apabila ditemukan ketidakseragaman pada nilai pembacaan *rebound number* pada *hammer test*, maka diharuskan melakukan pengambilan *sample core* dari benda uji untuk diuji kelayakan, mutu hingga kuat tekan di laboratorium [14].

Dalam konteks ini, penulis akan mensubstitusikan *slag* dengan variasi sebanyak 10%, 20% dan 30% dari campuran agregat halus dan menganalisa perbedaan uji kuat tekan menggunakan *hammer test* dan *compression machine testing* sebagai perbandingan uji kuat tekan. Campuran beton yang terdiri dari campuran semen, agregat kasar, agregat halus dan air berdasar pada campuran standar ASTM.

Uji Kuat Tekan menggunakan *Compression Machine Testing* berdasar pada SNI 03-1974-1990, serta pengujian menggunakan alat *Hammer Test* berdasar pada SNI 03-4430-1997 untuk beton dengan mutu K-250

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, penulis merumuskan masalah sebagai bahan acuan penelitian sebagai berikut:

1. Apakah penggunaan limbah nikel (*slag*) sebagai substitusi agregat halus mempengaruhi peningkatan kuat tekan beton?
2. Bagaimana pengaruh presentase *slag* sebagai substitusi agregat halus dengan variasi sebesar 10%, 20% dan 30%?
3. Bagaimana perbandingan nilai kuat tekan beton dengan campuran *slag* sebagai substitusi agregat halus dengan pengujian *hammer test* dan *compression machine test*?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah ini bertujuan untuk membatasi penelitian dan pembahasan agar tepat sasaran. Berikut merupakan batasan masalah pada penelitian:

1. *Mix design* pada beton yang diuji menggunakan SNI 03-2843-2000.
2. Beton yang diuji memiliki mutu rencana K-250.
3. Pengujian dilakukan di laboratorium Universitas Nusa Putra Sukabumi.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui apakah penggunaan *slag* sebagai substitusi agregat halus mempengaruhi kuat tekan beton.
2. Untuk mengetahui bagaimana presentase substitusi *slag* pada agregat halus mempengaruhi kuat tekan beton.
3. Untuk mengetahui perbandingan nilai kuat tekan beton dengan campuran *slag* sebagai substitusi agregat halus dengan pengujian *hammer test* dan *compression machine test*.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Menambah wawasan dan pengetahuan dalam pengelolaan *slag* sebagai substitusi dari agregat halus.
2. Memberikan informasi yang berguna untuk pengembang beton
3. Memberikan kontribusi dan simpati pada isu lingkungan khususnya pada pengelolaan limbah nikel.

4. Menjadi penelitian lanjutan atau menjadi dasar untuk penelitian lebih lanjut tentang pengaruh limbah nikel sebagai substitusi agregat ataupun sebagai bahan bangunan lainnya.
5. Memberikan informasi untuk dunia *quality control* beton dalam metode pengujian kuat tekan beton.

1.6 Sistematika Penulisan

Materi yang ada dalam skripsi ini terdiri dari beberapa bagian. Tujuannya adalah untuk mempermudah pemahaman bagi pembaca dan penulis. Adapun bagian-bagian tersebut adalah sebagai berikut:

BAB I: PENDAHULUAN

Pada bab pendahuluan, terdapat pembahasan yang menjadi latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II: TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini memuat studi literatur dari penelitian terdahulu dengan topik penelitian yang sama, landasan teori yang berisi tentang pengertian – pengertian material pembentuk beton.

BAB III: METODELOGI PENELITIAN

Bab ini membahas tentang kerangka pikiran dari penelitian serta metode penelitian yang digunakan.

BAB IV: HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini, hasil dari penelitian serta analisa data akan dijelaskan.

BAB V: KESIMPULAN DAN SARAN

Merupakan bab penutup yang membahas tentang simpulan penelitian yang menjawab tercapai atau tidaknya tujuan penelitian



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan yang dilaksanakan, dapat diketahui bahwa.

1. Penggunaan limbah nikel (*slag*) sebagai substitusi agregat halus dapat mempengaruhi peningkatan mutu dan kuat tekan beton,
2. Berdasarkan hasil uji mutu beton menggunakan *hammer test* menunjukkan bahwa presentase kenaikan dengan variasi *slag* 10% sebesar 3,88% dengan rata-rata mutu beton 264,78 kg/cm², variasi *slag* 20% sebesar 12,96% dengan rata rata mutu beton 287,95 kg/cm², dan variasi *slag* 30% sebesar 18,29% dengan rata-rata mutu beton 301,53 kg/cm² jika dibandingkan dengan mutu beton tanpa campuran slag. Sedangkan pada pengujian kuat tekan beton menggunakan *compression machine test* pada variasi *slag* 10% tidak mengalami kenaikan kuat tekan sesuai rencana, rata-rata kuat tekan sebesar 205,41 kg/cm². Sedangkan pada variasi beton dengan campuran *slag* 20% mengalami kenaikan sebesar 9,52% dengan rata-rata kuat tekan 257,12 kg/cm², dan kenaikan sebesar 14,29% pada beton variasi *slag* 30% dengan rata-rata kuat tekan sebesar 268,29 kg/cm² jika dibandingkan dengan beton tanpa campuran slag (tanpa campuran slag) yang memiliki kuat tekan rata-rata 238,95 kg/cm².
3. Nilai yang diperoleh dari pengujian *hammer test* tidak selalu bernilai sama dengan hasil pengujian kuat tekan beton menggunakan *compression machine test*, presentase substitusi *slag* merupakan faktor utama dari peningkatan kuat tekan dan mutu beton pada penelitian ini.
4. Penggunaan *slag* untuk substitusi agregat halus berhasil dianalisa dan dapat disimpulkan bahwa *slag* dapat mempengaruhi kuat tekan dan mutu beton baik jika diuji menggunakan *hammer test* ataupun *compression machine test*. Semakin tinggi presentase *slag* yang di gunakan maka kuat tekan pada beton akan semakin mengalami kenaikan.

5. Hasil pengujian dengan metode *hammer test* menunjukkan mutu beton lebih tinggi pada setiap variasi dikarenakan pengujian menggunakan metode ini hanya dipengaruhi oleh kekuatan pada permukaan beton saja, sedangkan pengujian dengan menggunakan metode *compression machine test* menguji kuat tekan beton hingga beton mengalami keretakan atau bahkan pecah.

5.2 Saran

1. Dari hasil penelitian yang dapat, *slag* sebagai substusi agregat halus pada campuran beton memepengaruhi kuat tekan beton, maka bagi peneliti selanjutnya harus lebih meningkatkan variasi yang digunakan. Untuk mengetahui hasil yang lebih maksimal.
2. Perlu dilakukan pengujian lanjutan dengan lebih banyak spesimen yang dicoba untuk mengetahui variasi-variasi lain yang lebih baik dari penelitian ini.
3. Perlu adanya pengujian spesimen beton dengan umur (18 jam, 3 hari, 7 hari) sampai umur tertinggi 28 hari, untuk mengevaluasi kenaikan kuat tekan beton dari mulai *setting*.



DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. C. S. US. Geological Survey, “Nickel,” Jan. 2023.
- [2] A. Pasali, “ESTIMASI SUMBERDAYA TERUKUR ENDAPAN BIJIH NIKEL LATERIT MENGGUNAKAN METODE INVERSE DISTANCE WEIGTING (IDW),” *NIKEL*, 2023.
- [3] D. Agustian, “Metode simple kriging untuk estimasi sumberdaya nikel laterit menggunakan data assay (3D) pada Daerah Tanjung Buli Halmahera Timur,” 2018.
- [4] J. Kyle, “Nickel laterite processing technologies—where to next?,” in *ALTA 2010 Nickel/Cobalt/Copper Conference*, ALTA Metallurgical Services, 2010.
- [5] N. K. Siregar, “Ekstraksi nikel laterit soroako menggunakan asam sulfat,” 2017.
- [6] Y. Ressa, A. T. Mangesa, K. Pratama, and F. A. A. R. Putri, “Studi Kasus Pengelolaan Limbah B3 (Slag Nikel) Pada Industri Pertambangan Nikel di Indonesia,” in *Prosiding SENASTITAN: Seminar Nasional Teknologi Industri Berkelanjutan*, 2024.
- [7] S. N. Ahmad *et al.*, “TOHAR MEDIA,” *Pemanfaatan Material Alternatif (Sebagai Bahan Kontruksi)*, 2021.
- [8] R. D. Putra, “Studi Karakteristik Kekuatan Tekan Beton Substitusi Pasir dengan Variasi Limbah Glass Powder,” *Universitas Hasanuddin*, 2023.
- [9] F. P. Pane, H. Tanudjaja, and R. S. Windah, “Pengujian kuat tarik lentur beton dengan variasi kuat tekan beton,” *Jurnal sipil statik*, vol. 3, no. 5, 2015.
- [10] A. M. Neville and J. J. Brooks, *Concrete technology*, vol. 438. Longman Scientific & Technical England, 1987.
- [11] A. C. Yuwono, “Pemanfaatan Limbah Granit dan Fly Ash dalam Penerapan Beton Mutu Tinggi dengan Minim Semen yang Ramah Lingkungan dan Ekonomis,” 2020.
- [12] Y. Ressa, A. T. Mangesa, K. Pratama, and F. A. A. R. Putri, “Studi Kasus Pengelolaan Limbah B3 (Slag Nikel) Pada Industri Pertambangan Nikel di Indonesia,” in *Prosiding SENASTITAN: Seminar Nasional Teknologi Industri Berkelanjutan*, 2024.

- [13] M. Ichsan, D. Tanjung, and M. H. M. Hasibuan, "Analisa Perbandingan Hammer Test dan Compression Testing Machine terhadap Uji Kuat Tekan Beton," *Buletin Utama Teknik*, vol. 17, no. 1, pp. 41–45, 2021.
- [14] W. I. Dharmawan, D. Oktarina, and M. Safitri, "Perbandingan Nilai Kuat Tekan Beton Menggunakan Hammer Test dan Compression Testing Machine terhadap Beton Pasca Bakar," *Media Komunikasi Teknik Sipil*, vol. 22, no. 1, pp. 35–42, 2016.
- [15] Badan Standardisasi Nasional, "Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung," *SNI 2847:2013*, 2013.
- [16] S. U. Dewi and F. Prasetyo, "Analisa Penambahan Bottom Ash Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Belah Beton," *Journal of Infrastructural in Civil Engineering*, vol. 2, no. 02, pp. 31–45, 2021.
- [17] S. Permatasari, "PENGARUH BAHAN TAMBAH BATU BATA MERAH TERHADAP KUAT TEKAN BETON FCTM 21 MENGGUNAKAN AGREGAT KASAR PT.1AMR1 DAN AGREGAT HALUS DESA SUNGGUP KOTA BARU," *TAPAK (Teknologi Aplikasi Konstruksi): Jurnal Program Studi Teknik Sipil*, vol. 8, no. 2, pp. 155–161, 2019.
- [18] M. Reza, R. Karolina, and J. Tarigan, "Pengaruh Limbah Abu Boiler Dan Fly Ash Sebagai Bahan Pengganti Semen Dalam Campuran Beton," *Universitas Sumtera Utara*, 2014.
- [19] Wahyudi. R, M. Ayinul Yaqin Hamzah, Ashad Hanafi, Fadhil Arsyad, and Anwar Mappiasse. Muh, "Aplikasi Serbuk Limbah Nikel Sebagai Bahan Substitusi Semen Untuk Produksi Beton Struktural," *JILMATEKS (Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik Sipil)*, 2022.
- [20] Y. Aprianto and R. D. Triastianti, "Pemanfaatan Limbah Padat Slag Nikel, Abu Sekam Padi, dan Fly Ash Menjadi Paving Block," *Jurnal Rekayasa Lingkungan*, vol. 18, no. 1, 2018.
- [21] F. Manguma and C. Kamba, "Pengaruh Penggunaan Slag Nikel Terhadap Indeks Kekuatan Sisa Campuran HRS-WC," *Paulus Civil Engineering Journal*, vol. 2, no. 3, pp. 197–204, 2020.

- [22] H. Kaselle and R. B. Allo, “Pengaruh Penggunaan Slag Nikel Pada Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton Geopolimer,” *Journal of Applied Civil and Environmental Engineering*, vol. 1, no. 2, pp. 67–73, 2021.
- [23] Badan Standardisasi Nasional, “Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal,” *SNI-03-2834-2000*, 2000.
- [24] F. M. Van Gobel, “Nilai Kuat Tekan Beton Pada Slump Beton Tertentu,” *RADIAL: Jurnal Peradaban Sains, Rekayasa dan Teknologi*, vol. 5, no. 1, pp. 22–33, 2017.
- [25] Badan Standardisasi Nasional, “Metode Pengujian Elemen Struktur Beton Dengan Alat Palu Beton Tipe N Dan NR,” *SNI-03-4430-1997*, 1997.
- [26] Badan Standardisasi Nasional, “Metode Pengujian Kuat Tekan Beton,” *SNI-03-1974-1990*, 1990.



