

PEMANFAATAN SERBUK TERAK *BLAST FURNACE NICKEL PIG IRON* (NPI) SEBAGAI SUBSTITUSI PASTA SEMEN

TUGAS AKHIR

NURUL INTAN DWI RAMADHANI

123.13.012



PROGRAM STUDI TEKNIK METALURGI DAN MATERIAL

FAKULTAS TEKNIK DAN DESAIN

INSTITUT TEKNOLOGI DAN SAINS BANDUNG

KOTA DELTAMAS

FEBRUARI 2018

PEMANFAATAN SERBUK TERAK *BLAST FURNACE NICKEL PIG IRON* (NPI) SEBAGAI SUBSTITUSI PASTA SEMEN

TUGAS AKHIR

NURUL INTAN DWI RAMADHANI

123.13.012

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Pada Program Studi Teknik Metalurgi dan Material



**PROGRAM STUDI TEKNIK METALURGI DAN MATERIAL
FAKULTAS TEKNIK DAN DESAIN
INSTITUT TEKNOLOGI DAN SAINS BANDUNG
KOTA DELTAMAS
FEBRUARI 2018**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Tugas Akhir ini adalah hasil karya Saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip atau dirujuk
telah Saya nyatakan dengan benar.**

Nama : Nurul Intan Dwi Ramadhani

NIM : 123.13.012

Tanda tangan :

Tanggal : 7 Februari 2018

PEMANFAATAN SERBUK TERAK *BLAST FURNACE NICKEL PIG IRON* (NPI) SEBAGAI SUBSTITUSI PASTA SEMEN

TUGAS AKHIR

NURUL INTAN DWI RAMADHANI

123.13.012

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Pada Program Studi Teknik Metalurgi dan Material

Menyetujui,

Kota Deltamas, 7 Februari 2018

Pembimbing I,



Andrie Harmaji, S.T., M.T
NIDN. 0407019103

Pembimbing II,



Prof. Ir. Syoni Soepriyanto, M.Sc., Ph.D
NIP. 195203181976031001

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Metalurgi dan Material



Dr. Eng. Akhmad Ardian Korda, S.T., M.T
NIP. 197412042008011011

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbil'alamin, atas rahmat dan hidayah yang telah dilimpahkan oleh Allah SWT sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul **“Pemanfaatan Serbuk Terak Blast Furnace Nickel Pig Iron (NPI) Sebagai Substitusi Pasta Semen”** sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi dan memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Metalurgi dan Material Fakultas Teknik dan Desain Institut Teknologi dan Sains Bandung.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, tentunya hal ini disebabkan oleh keterbatasan ilmu serta kemampuan yang dimiliki penulis, sehingga dengan segala keterbukaan penulis mengharapkan masukan berupa kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak.

Perjalanan yang dilalui penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini tidak lepas dari tangan-tangan berbagai pihak yang senantiasa memberikan bantuan, baik berupa materi maupun dorongan moril. Sehingga pada kesempatan kali ini dengan segala kerendahan hati, ucapan terima kasih, penghormatan serta penghargaan penulis ucapkan kepada semua pihak yang telah membantu, yaitu kepada:

1. Dr. Eng Akhmad Ardian Korda S.T., M.T. selaku ketua program studi Teknik Metalurgi dan Material ITSBS dan sebagai dosen penguji tugas akhir yang telah memberikan saran dan masukan kepada penulis.
2. Andrie Harmaji, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing I yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan mulai dari awal hingga akhir.
3. Prof. Ir. Syoni Soepriyanto M.Sc, Ph.D selaku dosen pembimbing II yang telah mengarahkan serta memberikan dukungan penuh kepada penulis
4. Kedua orang tua serta seluruh keluarga yang senantiasa mendoakan dan tak kenal lelah serta tanpa pamrih telah memberikan perhatian, motivasi, dan dukungan baik moril maupun materil.
5. Seluruh dosen Teknik Metalurgi dan Material ITSBS yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat kepada penulis.

6. Teman-teman seperjuangan TMM 13 yang telah memberikan dukungan serta cerita dan kenangan indah selama masa perkuliahan.

1. Karib terdekat Akmalul Hilmi S.N S.T, Khairul Fahmi S.T, Surya Atmaja ST, Muhammad Agus Bahri, Nico Febri .R, Muhammad Iqbal S.T, Muhammad Agus Shulton S.T, Titis Gayuh S.T, Roudlotum Minriyadlil Jannah S.T, Nindy Paramita Masduki S.T, Nur Desri S.P S.T, Bella Nastiti S.T, Isma Ariyanti Fadillah, Neneng Anisa S.T yang telah memberikan dukungan serta cerita dan kenangan indah selama masa perkuliahan.
2. Seluruh masa HIMATAMA ITSB atas doa dan dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Teman-teman semua yang tidak bisa disebutkan satu persatu, atas doa, dukungan serta bantuannya.

Kota Deltamas, 7 Februari 2018

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIK**

Sebagai sivitas akademik Institut Teknologi dan Sains Bandung, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Nurul Intan Dwi Ramadhani
NIM : 123.13.012
Program Studi : Teknik Metalurgi dan Material
Fakultas : Teknik dan Desain
Jenis Karya : Tugas Akhir

demikian demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Institut Teknologi dan Sains Bandung **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Rights*)** atas karya ilmiah yang berjudul :

“Pemanfaatan Serbuk Terak Blast Furnace Nickel Pig Iron (NPI) Sebagai Substitusi Pasta Semen”

berserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Institut Teknologi dan Sains Bandung berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Kota Deltamas
Pada Tanggal : 7 Februari 2018

Yang Menyatakan,

Nurul Intan Dwi Ramadhani

ABSTRAK

Ketersediaan limbah hasil peleburan bijih nikel berupa terak sudah semakin meningkat, hal ini disebabkan oleh tingginya produksi nikel untuk memenuhi kebutuhan pembangunan yang semakin meningkat serta untuk bahan unsur pemadu untuk bahan konstruksi. Apabila terak yang dihasilkan tidak dikelola dengan baik maka dapat menimbulkan masalah lingkungan. Hal ini tentu tidak diharapkan baik oleh perusahaan maupun oleh masyarakat. Penelitian ini adalah membuat pasta dari campuran terak *Nickel Pig Iron* (NPI) dari PT Indoferro yang digunakan sebagai substitusi pada pembuatan pasta semen. Dengan penelitian ini diperoleh manfaat adanya alternatif pemanfaatan limbah terak nikel dari PT Indoferro untuk didaur ulang menjadi bahan substitusi pada pasta semen, sehingga dapat mengurangi dampak kerusakan lingkungan.

Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen, terak nikel, air, *waterglass*. Pasta semen dibuat dengan dimensi 5 cm x 5 cm x 5 cm dengan masing-masing terak yang digunakan sebagai penguat pada pasta dengan variasi volume 10%, 20%, 30%, 40%, 50%. Material masing-masing di timbang sesuai dengan *mix design* kemudian di lakukan pencampuran bahan setelah homogen, bahan di masukkan kedalam cetakan lalu di diamkan selama 24 jam sampai pasta memadat dan mengeras, setelah 24 jam sampel pasta dilepas dari cetakan lalu dilakukan perawatan pada suhu ruangan 28°C, setelah umurnya memenuhi dilakukan pengujian pada sampel pasta.

Hasil pengujian tekan menunjukkan bahwa variasi penambahan terak pada campuran pasta yang memberikan kuat tekan maksimum adalah varian 10% untuk terak NPI 44.87MPa pada pasta C90T10-0.6 dengan umur 28 hari dibandingkan dengan pasta normal sebesar 14.88 MPa dan 14.56 MPa maka dapat dikatakan pasta kontrol dengan substitusi memiliki kekuatan yang setara. Peningkatan kuat tekan pasta campuran terak ini dapat terjadi karena terak mengandung senyawa sementik yang secara kimiawi dapat bereaksi dengan senyawa *Calcium Hydroxide* hasil reaksi hidrasi semen dengan air membentuk senyawa *Calcium Silicate Hydrate (C-S-H)* dari hasil hidrasi antara air dengan semen yang berperan untuk meningkatkan daya rekat dan kuat tekan pada pasta semen.

KATA KUNCI : *Nickel Pig Iron* (NPI) terak, *Calcium Silicate Hydrate* (CSH), *Calcium Hydroxyde* (CH).

ABSTRACT

Availability waste remelting of nickel ore in the form of slag is increasing, this is caused by the high nickel production to meet the development needs and to increase the alloying element material for construction materials. If the slag produced is not managed properly, it can cause environmental problems. It is certainly not expected either by the company or by the community. This research is making a paste of a mixture of slag Nickel Pig Iron (NPI) from PT Indoferro used as a substitute in the manufacture of cement paste. With this study showed the benefit of an alternative utilization of waste slag nickel from PT Indoferro to be recycled into material substitution in cement paste, so as to reduce environmental damage.

The material used in this study are cement, nickel slag, water, water glass. Cement paste made with dimensions of 5 cm x 5 cm x 5 cm with each slag used as an amplifier on pasta with variations in volume of 10%, 20%, 30%, 40%, 50%. Material each weighed in accordance with the mix design and then done mixing the material after the homogeneous material to be put into the mold and then on let stand for 24 hours until the paste solidifies and hardens, after 24 hours of sample paste is removed from the mold and then do the treatment at room temperature 28°C, after age meets conducted testing on samples of paste.

The test results showed that the variation additions press slag on pasta mixture that gives the maximum compressive strength is 10% for slag variant NPI 44.87MPa on paste C90T10-0.6 by 28 days compared with normal paste amounted to 14.88 MPa MPa and 14:56 it can be said with the control paste substitutions have equal power. The increase in compressive strength of the pasta mixture of slag can occur because the slag contains compounds cementik that chemically react with compounds Calcium Hydroxide results hydration reaction of cement with water to form compounds Calcium Silicate Hydrate (CSH) from the hydration of water with cement that acts to increase the adhesiveness and the compressive strength in the cement paste.

KEYWORDS : *Nickel Pig Iron (NPI) slag, Calcium Silicate Hydrate (CSH), Calcium Hydroxyde (CH).*

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iii
KATA PENGANTAR.....	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Ruang Lingkup Penelitian.....	3
1.4 Metodologi Penelitian.....	3
1.5 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Pasta Semen.....	6
2.1.1 Semen Portland	7
2.1.2 Reaksi Hidrasi.....	15
2.1.3 Air Campuran	19
2.1.4 Bahan Tambahan (Admixture).....	20
2.2 Material Pozzolan	21
2.3 Terak Hasil Pemurnian nikel.....	22
2.3.1 Sumber Daya Nickel Pig Iron	24
2.3.2 Proses Pembuatan NPI Blast Furnace	24
2.3.3 Pemanfaatan Terak Blast Furnace NPI	29
2.4 X-RayDifraction (XRD)	31
2.5 Pengujian Tekan	31
2.6 SEM (Scanning Electron Microscope)	32

BAB III PROSEDUR DAN HASIL PERCOBAAN	34
3.1 Bahan dan Peralatan.....	34
3.1.1 Alat dan Bahan	34
3.1.2 Prosedur Percobaan.....	35
3.1.3 Pembuatan Benda Uji	37
3.1.4 Perawatan Benda Uji	39
3.2 Faktor Kekuatan Pasta Semen.....	39
3.2.1 Jumlah Semen	40
3.2.2 Jumlah Terak dalam Pasta	40
3.2.3 Umur Pasta	40
3.3 Pengaruh Terak dan Umur Kuat Tekan.....	41
3.3.1 Pengaruh Terak Terhadap Kuat Tekan.....	41
3.3.2 Pengaruh Umur Pasta Terhadap Kuat Tekan	42
3.5 Hasil Percobaan	43
3.4.1 Hasil Uji Tekan.....	43
BAB IV PEMBAHASAN.....	44
4.1 Analisis Visual Pasta Semen.....	44
4.1.1 Analisis Fisik Pasta Semen	44
4.1.2 Pola Runtuhan Uji Tekan Pasta Semen	45
4.2 Analisis Karakterisasi Material Penyusun Pasta	46
4.2.1 Pengaruh Komposisi Senyawa Terak dan Semen	46
4.2.2 Karakterisasi SEM EDS.....	47
4.3 Pengaruh Terhadap Substitusi.....	49
4.3.1 Hasil Karakterisasi XRD.....	50
4.3.2 Pengaruh w/c Terhadap Kuat Tekan Pasta	51
4.3.3 Pengaruh % Terak Terhadap Kuat Tekan.....	55
4.3.4 Pengaruh % WG terhadap Kuat Tekan	58
4.3.5 Pengaruh Umur terhadap Kuat Tekan	60
4.3.6 Perbandingan Kuat Tekan Pasta NPI dan Pasta Kontrol	61
4.4 Prospek Aplikasi Penggunaan Substitusi Pasta	63
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	66
5.1 Kesimpulan.....	66

5.2	Saran.....	67
DAFTAR PUSTAKA	68
Bibliography	68
LAMPIRAN	70

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Diagram alir metodologi penelitian	4
Gambar 2.1 Bahan baku semen (Nugroho,2007)	6
Gambar 2.2 Manufacturing Cement (Taylor,1997)	8
Gambar 2.3 Senyawa dan oksida dalam partikel semen(Taylor,1997).....	14
Gambar 2.4 Grafik proses evolusi hidrasi (Nugroho,2007).....	19
Gambar 2.5 Proses pemurnian nikel (Indoferro,2016)	28
Gambar 2.6 Reduksi karbon dioksida (Indoferro,2007)	31
Gambar 2.7 Alat XRD (Pribadi,2018).....	32
Gambar 2.8 Concrete compression testing (Pribadi, 2018)	33
Gambar 2.9 Karakterisasi SEM EDS	33
Gambar 3.1 Diagram alir prosedur percobaan.....	54
Gambar 3.2 Perawatan pasta semen	39
Gambar 3.3 Hasil karakterisasi SEM EDS	63
Gambar 4.1 Visual pasta semen	47
Gambar 4.2 Patahan pasta semen	47
Gambar 4.3 Karakterisasi SEM EDS	50
Gambar 4.4 Hasil XRD C100 dan C90T1	50
Gambar 4.5 Uji tekan (i) w/c0.6 (ii) w/c0.5 (iii) w/c0.4	53
Gambar 4.6 %Terak terhadap Kuat Tekan.....	55
Gambar 4.7 % WG terhadap Kuat Tekan	58
Gambar 4.8 Umur terhadap Kuat Tekan	60
Gambar 4.9 Kuat Tekan Pasta Kontrol, Pasta Substitusi	61
Gambar 4.10 Aplikasi Pasta Semen	64

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Senyawa Utama Semen (indoferr, 2016).....	14
Tabel 2.2 Kontribusi senyawa utama semen(indoferro,2016)	46
Tabel 2.3 Susunan yang membentuk semen (indoferro,2016).....	49
Tabel 3.1 Variasi campuran pasta semen	38
Tabel 3.2 Hasil Pengujian Tekan	44
Tabel 4.1 Senyawa pada terak dan semen	48
Tabel 4.2 Analisa SEM EDS.....	51

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A.....	71
Lampiran B.....	72
Lampiran C.....	790
Lampiran D.....	80
Lampiran E.....	82
Lampiran F.....	82