

KUAT TEKAN DAN LENTUR BETON MENGGUNAKAN TERAK NIKEL SEBAGAI AGREGAT KASAR

Paulus Ala¹⁾, Herman Arruan¹⁾

¹⁾ Dosen Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Ujung Pandang

ABSTRACT

Currently civil engineering construction particularly concrete structures in the area of building and water resources especially in developing regions where much concrete is used. Compressive strength of concrete is usually expected to meet commonly specified concrete quality K-250 for buildings and K-300 for district roads. This research aims at determining the characteristics of nickel slag as substitute of coarse aggregate and design characteristic compressive strength K-300 whether achievable or not. Then, concrete mix design was carried out to determine composition of concrete materials and make \varnothing 15-30 cm cylindrical concrete sample for characteristic compressive strength. The results showed characteristics of nickel slag as a good substitute of coarse aggregate for concrete materials. Characteristic compressive strength of concrete was 330,14 kg/cm² > specified concrete quality K-300 (300 kg/cm²), while flexural strength 4,22 N/mm² (42,2 kg/cm²), 12,78 % of characteristic compressive strength. This result showed that the nickel slag could be used as concrete aggregate and recommended that its grain size meets crushed natural aggregate.

Keywords: *compressive strength, flexural strength, coarse aggregate, nickel slag*

1. PENDAHULUAN

Beton adalah campuran agregat halus dan agregat kasar (pasir, kerikil, batu pecah, atau jenis agregat lain) dengan semen, dan bahan tambah lainnya. Beton banyak digunakan karena mudah dibentuk, tahan lama, ekonomis dan lain-lain. Dengan berkembangnya pembangunan jalan di Morowali dewasa ini sehingga menyebabkan kebutuhan pembangunan meningkat, diantaranya ialah kebutuhan material. Oleh karenanya, dalam rangka menunjang agar pembangunan jalan dapat terlaksana, diupayakan dengan cara memanfaatkan sumber daya alam lokal yang tersedia dan mendatangkan agregat dari tempat lain yang jumlahnya lebih banyak dibandingkan dengan material lokal. Namun mendatangkan material dari luar daerah tentu saja berdampak pada biaya konstruksi menjadi mahal dan waktu pelaksanaan terhambat. Sedangkan untuk menekan biaya konstruksi jalan yang besar maka upaya penggunaan agregat local seperti pasir alam merupakan pilihan yang paling ekonomis. Ketersediaan pasir alam di Morowali terbilang banyak dan memiliki penyebaran yang begitu luas.

Selain masalah mobilisasi material, batu pecah mengalami penurunan produksi akibat terbatasnya sumber daya alam yang tersedia karena semakin meningkatnya pembangunan, produksi beton yang dibutuhkan tentunya semakin banyak pula, sehingga berdampak pada material-material penyusun beton. Kondisi alam yang tidak selamanya menyediakan bahan, menuntut untuk pengembangan material baru yang berfungsi untuk menggantikan peran batu pecah sebagai agregat kasar, limbah terak nikel hadir sebagai salah satu bahan pengganti yang dapat digunakan untuk menggantikan peran batu pecah. PT COR Industri Indonesia Morowali merupakan perusahaan di Sulawesi Tengah yang bergerak dibidang pengelolaan dan pemurnian bijih nikel, pergerakan pabrik ini dapat menghasilkan berton-ton limbah terak nikel, limbah ini tanpa adanya solusi dan pemanfaatan berkelanjutan hanya akan menjadi masalah baru karena semakin banyaknya limbah yang tertimbun. Oleh karena itu pemanfaatan limbah terak nikel sebagai pengganti batu pecah campuran beton dianggap efektif untuk menanggulangi dampak yang ditimbulkan. Penggunaan limbah menjadi bahan dasar pembentukan beton, merupakan suatu jawaban terhadap pembangunan yang berwawasan lingkungan.

2. METODE PENELITIAN

Metode pelaksanaan penelitian meliputi pengambilan data dan analisis data.

1) Pengambilan Data

Sebelum pemeriksaan karakteristik material di laboratorium lebih dahulu diadakan pengambilan sejumlah sampel dilokasi material. Seperti yang telah kita ketahui bahwa material yang diuji sangat besar

¹ Korespondensi penulis: Paulus Ala, Telp 081343675496, paulus_ala@poliupg.ac.id

pengaruhnya terhadap ketelitian pengujian. Adapun cara pengambilan sampel dari hamparan lapangan untuk penelitian dilakukan sesuai dengan SNI 03-6889-2002 Metode Pengambilan Data.

Pada penelitian ini digunakan mutu beton K-300, sebagai dasar untuk menghitung rancangan campuran beton dengan benda uji silinder dan balok. Kemudian ditekan pada umur 28 hari untuk mengetahui kuat tekan dan lentur beton yang dicapai.

Adapun pelaksanaan dan prosedur pengumpulan data sebagai berikut:

- a. Melakukan pengujian awal terhadap agregat yang dipakai untuk mengetahui sifat-sifat karakteristiknya, apakah memenuhi syarat atau tidak.
 - b. Melakukan penggabungan agregat halus dan agregat kasar untuk mendapatkan komposisi campuran.
 - c. Merencanakan *mix design* beton K- 300.
 - d. Membuat benda uji silinder dengan ukuran d 15 dan tinggi 30 cm.
 - e. Menekan benda uji untuk mengetahui kuat tekan masing-masing benda uji.
- 2) Analisis Data

Penelitian dilakukan dengan melakukan serangkaian penelitian dilaboratorium. Metode pengujian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode rancangan campuran (*mix design*) digunakan metode DOE (*Departement of Environment*).

Proses penelitian dimulai dengan melakukan serangkaian uji karakteristik bahan yang digunakan dengan persyaratan yang telah ditentukan. Melakukan gradasi terhadap material yang ada menurut ukuran material seperti pada umumnya, tetapi material yang ada bercampur menjadi satu sehingga dalam pengujian penentuan persentase lolos agregat tiap saringan yang ada menurut spesifikasi yang telah ditentukan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pemeriksaan karakteristik agregat halus (pasir) dan terak nikel sebagai pengganti agregat kasar setelah dilakukan analisis data, makadiperolehhasilseperti yang ditunjukkan Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Hasil pemeriksaan parakteristik agregat halus (pasir)

| No | Karakteristik | Pedoman | Hasil | Spesifikasi (Syarat SNI) | Keterangan |
|----|------------------------|-----------|-------|--------------------------|------------|
| 1 | Kadar air | ASTM C117 | 2,21 | 3% - 5% | Memenuhi |
| 2 | Kadar lumpurlolos #200 | ASTM C131 | 4,63 | 0,5% - 6% | Memenuhi |
| 3 | Berat Volume | ASTM C558 | 1,56 | 1,4 – 1,9kg/lt | Memenuhi |
| 4 | BeratjenisSpesifik | ASTM C127 | 2,52 | 1,6 – 3,2 | Memenuhi |
| 5 | Absorpsi | ASTM C127 | 6,46 | 0,2% - 2% | AgakTinggi |
| 6 | Modulus kehalusan | ASTM C104 | 3,48 | 2,2 - 3,1 | AgakKasar |
| 7 | Kadar Organik | ASTM C27 | No.1 | <No.3 | Memenuhi |

Tabel 2. Hasil pemeriksaan karakteristik terak nikel

| No | Karakteristik | Pedoman | Hasil | Spesifikasi (Syarat SNI) | Keterangan |
|----|------------------------|-----------|-------|--------------------------|------------|
| 1 | Kadar air | ASTM C558 | 1,55 | 0,5% - 2,0% | Memenuhi |
| 2 | Kadar lumpurlolos #200 | ASTM C117 | 0,70 | 0,2% - 1,0% | Memenuhi |
| 3 | Berat Volume | ASTM C29 | 1,61 | 1,6 – 1,9kg/lt | Memenuhi |
| 4 | BeratjenisSpesifik | ASTM C127 | 2,56 | 1,6 – 3,2 | Memenuhi |
| 5 | Absorpsi | ASTM C127 | 6,14 | 0,2% - 4% | AgakTinggi |
| 6 | Modulus kehalusan | ASTM C104 | 7,88 | 5,5 – 8,5 | Memenuhi |
| 7 | Keausan | ASTM C131 | 18,16 | 15% - 50% | Memenuhi |

Hasil pengujian karakteristik Terak Nikel tidak diuji seperti agregat kasar (kerikil/ batu pecah) antara lain: kadar air, kadar lumpur, dan kehausan. Karena Terak Nikel dalam keadaan kering, bersih dan ringan. Dari hasil uji karakteristik diatas bila dibandingkan dengan spesifikasi dengan agregat kasar (kerikil/batu pecah) tidak masuk dalam spesifikasi agregat kasar kecuali modulus kehalusan 7,1, yang menggambarkan distribusi ukuran butiran. Karena memang produksinya dibuat sesuai dengan ukuran agregat batu pecah. Dalam penelitian ini yang ini diketahui hanya berat beton masuk dalam kategori beton ringan disamping kekuatan tekan karakteristik yang dicapai bila menggunakan bahan Terak Nikel.

Hasil kuat tekan setelah dilakukan analisis data diperoleh seperti yg di tunjukkan Tabel 3 berikut ini

Tabel 3. Hasil kuat tekan beton

| No. | Kode | Tanggal | | Umur Test (hari) | Berat (kg) | Luas (A) (cm ²) | Beban (P) | | Koef. Benda Uji | KuatTekan (f _c =P/A) (Kg/cm ²) 28 Hari | f _c -f _{cr} (kg/cm ²) | (f _c -f _{cr}) ² (kg ² /cm ⁴) |
|--|------|------------|------------|------------------|------------|-----------------------------|-----------|-------|-----------------|--|---|---|
| | | Cor | Tes | | | | KN | Kg | | | | |
| 1 | S1 | 06/06/2018 | 04/07/2018 | 28 | 11,84 | 176,625 | 663,1 | 66310 | 0,83 | 452,32 | 56,87 | 3234,25 |
| 2 | S2 | 06/06/2018 | 04/07/2018 | 28 | 11,89 | 176,625 | 634,2 | 63420 | 0,83 | 432,61 | 37,16 | 1380,63 |
| 3 | S3 | 06/06/2018 | 04/07/2018 | 28 | 11,65 | 176,625 | 505,3 | 50530 | 0,83 | 344,68 | -50,77 | 2577,62 |
| 4 | S4 | 06/06/2018 | 04/07/2018 | 28 | 11,95 | 176,625 | 485,4 | 48540 | 0,83 | 331,11 | -64,34 | 4140,24 |
| 5 | S5 | 06/06/2018 | 04/07/2018 | 28 | 11,90 | 176,625 | 505,3 | 50530 | 0,83 | 344,68 | -50,77 | 2577,62 |
| 6 | S6 | 06/06/2018 | 04/07/2018 | 28 | 12,12 | 176,625 | 629,2 | 62920 | 0,83 | 429,20 | 33,75 | 1138,80 |
| 7 | S7 | 06/06/2018 | 04/07/2018 | 28 | 12,31 | 176,625 | 635,6 | 63560 | 0,83 | 433,56 | 38,11 | 1452,51 |
| 8 | S8 | 07/06/2018 | 05/07/2018 | 28 | 11,60 | 176,625 | 490,5 | 49050 | 0,83 | 334,59 | -60,87 | 3704,65 |
| 9 | S9 | 07/06/2018 | 05/07/2018 | 28 | 12,10 | 176,625 | 660,2 | 66020 | 0,83 | 450,34 | 54,89 | 3013,16 |
| 10 | S10 | 07/06/2018 | 05/07/2018 | 28 | 11,90 | 176,625 | 510,0 | 51000 | 0,83 | 347,89 | -47,56 | 2262,36 |
| 11 | S11 | 07/06/2018 | 05/07/2018 | 28 | 11,85 | 176,625 | 505,5 | 50550 | 0,83 | 344,82 | -50,63 | 2563,79 |
| 12 | S12 | 07/06/2018 | 05/07/2018 | 28 | 12,10 | 176,625 | 630,2 | 63020 | 0,83 | 429,88 | 34,43 | 1185,31 |
| 13 | S13 | 07/06/2018 | 05/07/2018 | 28 | 12,20 | 176,625 | 640,1 | 64010 | 0,83 | 436,63 | 41,18 | 1695,91 |
| 14 | S14 | 07/06/2018 | 05/07/2018 | 28 | 12,10 | 176,625 | 635,0 | 63500 | 0,83 | 433,16 | 37,70 | 1421,48 |
| 15 | S15 | 07/06/2018 | 05/07/2018 | 28 | 11,95 | 176,625 | 630,0 | 63000 | 0,83 | 429,74 | 34,29 | 1175,93 |
| Jumlah | | | | | | | | | | 2768,17 | | 16501,68 |
| KuatTekan rata - rata (kg/cm²) | | | | | | | | | | 395,45 | | 34,33 |

$$f_{cr} = 395,45 \text{ kg/cm}^2$$

$$M = 1,64 \times 34,33 \times 1,16 = 65,31 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'_c = 395,45 - 65,31 = 330,14 \text{ kg/cm}^2$$

Dari hasil yang ditunjukkan pada tabel 5.4 diatas di peroleh kuat tekan rata – rata (f_{cr}) = 395,45 kg/cm², sedangkan hasil kuat tekan karakteristik (Mutu Beton) dari 15 benda uji dengan hasil kuat tekan dianggap menyebar secara normal diperoleh kuat tekan karakteristik beton 330,14 kg/cm² lebih besar dari mutu beton yang diisyaratkan K-300 (300 kg/cm²). Hasil ini menunjukkan bahwa dengan menggunakan terak nikel sebagai agregat kasar dan menggunakan pasir Morowali dapat digunakan untuk pekerjaan beton konstruksi jalan daerah bahkan masih bisa penelitian lebih lanjut untuk mencapai mutu beton K-350 sampai K-400 yang digunakan untuk konstruksi jalan nasional. Disamping penggunaan konstruksi jalan dapat juga digunakan untuk konstruksi bangunan gedung dan konstruksi bangunan air.

Hasil pembuatan benda uji untuk kuat lentur dengan komposisi sama dengan adukan kuat tekan beton dengan benda uji balok 100 x 100 x 400 mm dan setelah dilakukan pengujian di peroleh kuat lentur beton rata – rata seperti di perhatikan pada tabel 4 di bawah ini:

Tabel 4. Kuat lentur beton rata – rata

| No | Kode | Tanggal | | Umur Test (hari) | Berat (kg) | L (mm) | b (mm) | h (mm) | P (kN) | N | σ_{lt} (3PL/2bh ²) |
|---|------|------------|------------|------------------|------------|--------|--------|--------|--------|--------------|---------------------------------------|
| | | Cor | Tes | | | | | | | | (N/mm ²) |
| 1 | B1 | 06/06/2018 | 04/07/2018 | 28 | 9,30 | 300 | 100 | 100 | 8,7 | 8700 | 3,92 |
| 2 | B2 | 06/06/2018 | 04/07/2018 | 28 | 9,40 | 300 | 100 | 100 | 10,2 | 10200 | 4,59 |
| 3 | B3 | 06/06/2018 | 04/07/2018 | 28 | 9,35 | 300 | 100 | 100 | 9,5 | 9500 | 4,28 |
| 4 | B4 | 07/06/2018 | 04/07/2018 | 27 | 9,29 | 300 | 100 | 100 | 7,2 | 7200 | 3,24 |
| 5 | B5 | 07/06/2018 | 04/07/2018 | 27 | 9,40 | 300 | 100 | 100 | 10,4 | 10400 | 4,68 |
| 6 | B6 | 07/06/2018 | 04/07/2018 | 27 | 9,33 | 300 | 100 | 100 | 10,3 | 10300 | 4,64 |
| Jumlah | | | | | | | | | | 56300 | |
| σ_{lt} rata - rata (kg/cm²) | | | | | | | | | | | 4,22 |

Dari tabel 4 diperoleh kuat lentur rata – rata 4,22 N/mm² atau 42,20 kg/cm². Hasil ini bila dibandingkan terhadap kuat tekan karakteristik yang diperoleh 330,14 kg/cm² diperoleh prosentase kuat lentur terhadap kuat tekan karakteristik 12,78 %.

4. KESIMPULAN

Dari hasil uraian dan analisis data yang telah diolah, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa :

Hasil uji karakteristik Terak Nikel sebagai pengganti agregat kasar hasilnya tidak memenuhi syarat agregat kasar biasa karena ringan dan agregat halus memenuhi syarat sebagai bahan campuran beton. Komposisi rancangan campuran beton didasarkan pada perbandingan berat. Hasil kuat tekan karakteristik beton diperoleh 330,14 kg/cm² > K-300 (300 kg/cm²). Hasil kuat lentur rata – rata diperoleh 4,22 N/mm² (42,2 kg/cm²) hasil ini menunjukkan 12,78% terhadap kuat tekan karakteristik beton. Hasil penelitian ini Perlu pengolahan terak nikel dengan mesin pemecah batu untuk mendapatkan ukuran agregat kasar yang umum dipergunakan untuk agregat kasar beton yaitu ukuran 2/3, 1/2 0,5/1. Dan penelitian lebih lanjut untuk mendapatkan kuat tekan karakteristik beton optimal bila menggunakan agregat kasar terak nikel sesuai dengan ukuran agregat kasar untuk campuran beton. Serta perlu alternatif lain penggunaan pasir yang baik untuk campuran beton dengan modulus kehalusan memenuhi syarat 2,2 – 3,1 atau masuk dalam distribusi butiran zone 2.

5. DAFTAR PUSTAKA

Akkas, Abdul Majid,1996, *Rekayasa Bahan / Bahan Bangunan*, Jurusan Sipil, Makassar.
 Departemen Pekerjaan Umum, 1971, *Peraturan Beton Bertulang Indonesia (PBI1971)*, Departemen Pekerjaan Umum, Bandung.
 Departemen Pekerjaan Umum, 2011, *Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder SNI 1974-2011*, Badan Standarisasi Nasional.
 Departemen Pekerjaan Umum, 2002, *Spesifikasi Agregat Ringan untuk Beton Ringan Struktural SNI 03-2461-2002*, Badan Standarisasi Nasional
 Departemen Pekerjaan Umum, 2002, *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung dengan Standar SK SNI03-2487-2002*, Badan Standarisasi Nasional.
 Departemen Pekerjaan Umum, 2008, *Cara Uji Berat Isi Beton Ringan Struktural SNI 3402-2008*, Badan Standarisasi Nasional
 Dharmagiri, I.B, dkk. 2008, *Kuat Tekan dan Modulus Elastisitas Beton dengan Penambahan Styrofoam (Styrocon)*, Jurnal I lmiyah Teknik Sipil, Vo 112 No. 1.
 Paul Nugraha, Antoni. 2007, *Teknologi Beton*. Penerbit C.V Andi Offset, Yogyakarta.
 Samekto, Wuriyati dan Rahmadianto, Candra. 2001, *Teknologi Beton*, Penerbit Kanisius, Yogyakarta.