

PENGGUNAAN TULANG IKAN TUNA UNTUK MEMPERBAIKI MUTU BETON

Jopy Oraplawal¹, Tonny Sahusilawane², Abraham Tuanakotta³

joraplawal@gmail.com¹, tonnysahusilawane@gmail.com², tuanakottaabraham@gmail.com³

Politeknik Negeri Ambon

ABSTRAK

Proyek konstruksi memerlukan perhatian khusus terhadap pemilihan bahan bangunan, karena kualitasnya secara langsung memengaruhi hasil akhir bangunan. Dalam konteks ini, beton menjadi bahan konstruksi kunci dengan keunggulan seperti ketersediaan bahan alam dan kemudahan penggunaan. Faktor-faktor seperti jenis semen, kualitas pasir, dan kelembaban pada saat pengeringan turut menentukan mutu beton. Dalam usaha peningkatan kuat tekan beton, penelitian terfokus pada penggunaan tulang ikan tuna sebagai tambahan agregat kasar. Tulang ikan tuna, yang berasal dari Nelayan Menengah di Negeri Latuhalat, Maluku, memiliki kandungan kimia yang berpotensi memperkuat beton. Variasi komposisi tulang ikan tuna dalam beton, mulai dari 0% hingga 1,5%, menjadi fokus penelitian untuk mengevaluasi dampaknya terhadap kuat tekan beton dan menjawab tantangan lingkungan terkait pengelolaan limbah tulang ikan tuna. Dengan penggunaan tulang ikan tuna dalam beton, tidak hanya menghadirkan solusi inovatif untuk meningkatkan mutu konstruksi, tetapi juga memberikan kontribusi positif terhadap pengelolaan limbah dan lingkungan sekitar. Hasil yang diperoleh pada penelitian ini yaitu penambahan tulang ikan tuna sebesar 0,2% dapat meningkatkan kuat tekan beton, tetapi penambahan lebih banyak dapat menyebabkan penurunan kuat tekan. Perbandingan nilai kuat tekan beton normal dengan berbagai variasi tulang ikan tuna pada umur 28 hari adalah sebagai berikut: beton normal 27,72 MPa, trial mix 0,2% 28,45 MPa, trial mix 0,5% MPa, trial mix tambahan 1% 20,32 MPa, dan trial mix tambahan 1,5% 15,67 MPa. Dengan demikian, penelitian ini memberikan informasi komprehensif mengenai perbandingan komposisi material dan performa beton pada berbagai persentase pecahan tulang ikan tuna.

Kata Kunci: Penggunaan, Tulang Ikan Tuna, Mutu Beton.

ABSTRACT

Construction projects require special attention to the selection of building materials, as their quality directly affects the final result of the building. In this context, concrete is a key construction material with advantages such as the availability of natural materials and ease of use. Factors such as the type of cement, sand quality, and humidity during drying also determine the quality of the concrete. In an effort to increase the compressive strength of concrete, research focuses on the use of tuna bones as an additional coarse aggregate. Tuna fish bones, which come from Middle Fishermen in Latuhalat State, Maluku, contain chemicals that have the potential to strengthen concrete. Variations in the composition of tuna bones in concrete, ranging from 0% to 1.5%, are the focus of research to evaluate their impact on the compressive strength of concrete and address environmental challenges related to managing tuna bone waste. By using tuna fish bones in concrete, it not only presents an innovative solution to improve construction quality, but also makes a positive contribution to waste management and the surrounding environment. The results obtained in this research are that the addition of 0.2% tuna fish bone can increase the compressive strength of concrete, but adding more can cause a decrease in compressive strength. Comparison of the compressive strength values of normal concrete with various variations of tuna fish bones at 28 days is as follows: normal concrete 27.72 MPa, trial mix 0.2% 28.45 MPa, trial mix 0.5% MPa, additional trial mix 1 % 20.32 MPa, and additional trial mix 1.5% 15.67 MPa. Thus, this study provides comprehensive information regarding the comparison of material composition and performance of concrete at various percentages of tuna bone fragments.

Keywords: Use, Tuna Fish Bones, Concrete Quality.

PENDAHULUAN

Proyek konstruksi merupakan serangkaian kegiatan terkait dengan pembangunan bangunan, yang melibatkan pekerjaan utama di bidang teknik sipil dan arsitektur. Dalam setiap proyek, pemilihan bahan bangunan menjadi aspek krusial karena kualitasnya berpengaruh pada hasil akhir bangunan. Seiring dengan pesatnya perkembangan teknologi, beton menjadi bahan konstruksi yang sangat penting dalam infrastruktur. Kualitas beton dipengaruhi oleh komposisi bahan, termasuk jenis semen, kualitas pasir, dan agregat yang digunakan, serta faktor lain seperti kelembaban dan suhu saat pengeringan.

Dalam upaya meningkatkan mutu beton, penelitian mengenai penggunaan tulang ikan tuna sebagai tambahan agregat kasar dilakukan. Tulang ikan tuna dipilih karena dapat mempengaruhi kuat tekan beton, dan ketersediaannya di Maluku menjadi nilai tambah. Tulang ikan tuna diperoleh dari nelayan di Negeri Latuhalat, Maluku, dengan menggunakan peralatan pancing tonda dan perahu berbahan fiber. Setiap harinya, sekitar 70 dari 107 rumah tangga nelayan berhasil menangkap ikan tuna, menghasilkan sekitar 140 kg tulang ikan per hari. Kandungan keratin fosfat, seng, besi, dan tembaga dalam tulang ikan tuna membuatnya menjadi pilihan menarik untuk memperbaiki mutu beton. Oleh karena itu, penelitian ini akan mengevaluasi pengaruh penambahan tulang ikan tuna dalam variasi komposisi 0%, 0,2%, 0,5%, 1%, dan 1,5% terhadap kuat tekan beton.

Tinjauan Pustaka

1. Penelitian terdahulu

a. Penelitian Sahara berjudul 'Uji Kekuatan Tekan dan Serapan Air Batako dengan Penambahan Limbah Tulang Ikan' bertujuan untuk mengevaluasi dampak penambahan tulang ikan terhadap kuat tekan dan daya serap air pada batako. Penelitian ini melibatkan pembuatan tujuh sampel uji dengan variasi komposisi tulang ikan dalam campuran semen. Hasilnya menunjukkan peningkatan kuat tekan pada penambahan 5% dan 10% tulang ikan, sementara penambahan di atas 25% menyebabkan penurunan kuat tekan. Sampel B1, B2, dan B4 memenuhi standar SNI beton kelas III dan IV, sementara daya serap air pada semua sampel mematuhi standar SNI dengan nilai maksimal 25%.

b. Penelitian Syafuddin berjudul 'Pembuatan dan Pengujian Kuat Tekan Batu Bata dengan Penambahan Tulang Ikan' mencakup analisis kandungan mineral tulang ikan menggunakan XRD, yang menghasilkan komposisi dengan kandungan gamping (CaO) sebesar 65%, seng (ZnO) 11%, besi (Fe₂O₃) 22%, dan tembaga (Cu₄O₃) 2%. Pengujian kuat tekan menunjukkan nilai sebesar 25,21 kg/cm² hingga 40,16 kg/cm² pada komposisi 10% hingga 15%, sesuai dengan standar SNI kategori 3-0349-1989 untuk beton kelas IV dan III.

2. Pengertian Beton

Beton, suatu campuran bahan yang melibatkan semen hidrolik, agregat kasar, agregat halus, dan air, dengan atau tanpa bahan tambah, mengeras seiring bertambahnya usia dan mencapai kekuatan rencana pada usia 28 hari. Faktor Air Semen (FAS) dan suhu selama perawatan memengaruhi kecepatan kekuatan beton. Berat volume beton, yang bergantung pada berbagai faktor seperti bentuk agregat, gradasi, dan berat jenis, dihitung dengan rumus $Y_c = w/V$. Kinerja beton sering diukur melalui kekuatan tekan, kemampuan beton menerima gaya per satuan luas. Faktor-faktor seperti FAS, sifat agregat, proporsi dan jenis semen, serta bahan tambah, memengaruhi mutu kekuatan beton. Sifat agregat yang perlu diperhatikan meliputi serapan air, kadar air, berat jenis, gradasi, modulus halus butir, kekekalan, kekasaran, dan kekerasan. Proporsi semen dan jenis semen yang digunakan juga menentukan karakteristik beton, dan bahan tambah dapat digunakan untuk perbaikan kinerja beton.

3. Bahan Penyusun Beton

1. Semen Portland

Semen Portland merupakan semen hidrolis yang dihasilkan melalui penggilingan terak semen Portland bersama dengan bahan tambahan, seperti kristal senyawa kalsium sulfat. Menurut Sagel dkk. (1994), semen berperan sebagai bahan ikat hidrolis untuk pembuatan beton, bereaksi dan membentuk batuan masa yang kedap air. Pabrik semen memproduksi berbagai jenis semen dengan sifat dan karakteristik berbeda. Jenis semen Portland meliputi Semen Portland, Semen Portland abu terbang, Semen Portland berkadarnya besi, Semen tanur-tinggi, Semen Portland tras/puzzolan, dan Semen Portland putih. Jenis dan penggunaan semen Portland dibagi menjadi Jenis I untuk penggunaan umum, Jenis II untuk ketahanan terhadap sulfat atau kalor hidrasi sedang, Jenis III untuk kekuatan tinggi pada tahap permulaan, Jenis IV untuk kalor hidrasi rendah, dan Jenis V untuk ketahanan tinggi terhadap sulfat (SNI 15-2049-2004).

2. Agregat

Agregat dalam beton merupakan bahan yang diikat oleh perekat semen, menyumbang sekitar 65% hingga 80% volume total beton. Agregat harus bergradasi sehingga seluruh massa beton menjadi utuh, homogen, dan rapat. Dua jenis agregat utama adalah agregat halus, seperti pasir alami atau buatan, dan agregat kasar, seperti kerikil, batu pecah, atau pecahan dari blast furnace. Agregat halus disebut pasir dan dapat berasal dari sungai, tanah galian, atau hasil pemecahan batu. Agregat kasar memiliki ukuran butir lebih dari 5 mm dan harus keras, tidak berpori, tidak pecah atau hancur oleh cuaca, bebas zat-zat yang merusak beton, dan tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1%. Persyaratan mengenai gradasi saringan untuk campuran beton mengikuti standar ASTM C 33/03 "Standard Specification for Concrete Aggregates."

3. Air

Air memiliki peran penting dalam pembuatan beton sebagai bahan yang tidak dapat diabaikan. Semen memerlukan air untuk membentuk pasta, dan air juga berfungsi sebagai pelumas antara butiran agregat, memudahkan proses pemadatan dan pengolahan beton. Penggunaan air yang bersih, bebas dari lumpur, minyak, garam, dan zat-zat lain yang dapat merusak beton sangat penting. Kombinasi air dari berbagai sumber harus dicampur merata sebelum atau selama digunakan sebagai air pencampur beton. Air tidak hanya sebagai pelarut, tetapi juga menstabilkan hidrasi dengan melambatkan pengikatan semen pada beton. Spesifikasi air untuk produksi beton mengacu pada ASTM C 1602, yang juga diadopsi oleh SNI 7974:2013, sebagai panduan yang identik dalam mencapai kualitas mutu yang tepat dalam pembuatan beton di pabrik maupun lapangan.

4. Tulang Ikan

Limbah tulang ikan, sering diabaikan dan berakhir sebagai sampah, meskipun sebenarnya memiliki manfaat potensial yang besar. Tulang ikan kaya akan kalsium, fosfor, dan karbonat, terutama dalam bentuk kalsium fosfat dan keratin fosfat. Pemanfaatan limbah tulang ikan dalam pembuatan beton dapat menjadi solusi berkelanjutan, mengurangi limbah dan memberikan nilai tambah pada industri konstruksi. Sementara itu, berat volume beton, yang mengukur perbandingan berat beton terhadap volumenya, dipengaruhi oleh sejumlah faktor termasuk bentuk agregat, gradasi agregat, dan berat jenis agregat. Perhitungan berat volume beton melibatkan rumus tertentu, dengan ketentuan tertentu untuk menjaga kualitasnya.

5. Kekuatan Tekan Beton

Kekuatan tekan beton adalah tegangan yang terjadi saat benda uji beton terhancurkan akibat beban. Kuat tekan beton diukur sebagai beban per satuan luas yang menyebabkan

kerusakan pada beton. Nilainya dihitung menggunakan rumus $f'c = P/A$, di mana $f'c$ adalah kuat tekan beton (N/mm^2), P adalah beban maksimum (N), dan A adalah luas penampang (mm^2). Rumus ini penting dalam menentukan karakteristik mekanis beton.

6. Pemeriksaan Agregat

Pemeriksaan kualitas agregat melibatkan beberapa parameter esensial. Pemeriksaan gradasi (agregat kasar dan halus) melibatkan analisis saringan untuk mengevaluasi distribusi ukuran agregat dan modulus kehalusan yang diperlukan. Berat jenis dan penyerapan agregat berkaitan dengan perbandingan berat agregat terhadap volume dan kemampuan agregat menyerap air. Pemeriksaan bobot isi mengukur berat agregat terhadap volume tempatnya, penting untuk perhitungan campuran beton. Kadar air agregat, yang mencerminkan perbandingan berat air dalam agregat terhadap berat keringnya, serta pemeriksaan kadar lumpur, yang mempengaruhi daya ikat semen terhadap agregat, juga menjadi fokus penilaian. Semua pemeriksaan ini krusial untuk memastikan kualitas agregat dan, pada gilirannya, kualitas beton yang dihasilkan.

7. Tata Cara Rencana Campuran Beton Normal (SNI 03-2834-2000)

Persyaratan umum untuk campuran beton mencakup kekentalan yang memungkinkan pengerjaan beton dengan mudah, keawetan, kuat tekan, dan ekonomis. Bahan yang digunakan dalam perencanaan harus memenuhi persyaratan tertentu, dan proporsi campuran beton harus dipilih berdasarkan hubungan antara kuat tekan dan faktor air semen. Pemilihan proporsi ini dapat berdasarkan berat bahan atau volume, tergantung pada kuat tekan beton yang diinginkan. Perhitungan proporsi campuran melibatkan perhitungan kuat tekan rata-rata yang ditargetkan, deviasi standar, nilai tambah, dan pemilihan faktor air semen. Parameter lain seperti slump, besar butir agregat maksimum, dan kadar air bebas juga perlu diperhatikan sesuai dengan kondisi pekerjaan yang diusulkan. Semua langkah ini penting untuk memastikan kualitas beton yang dihasilkan.

METODE PENELITIAN

1. Tempat Penelitian

Laboratorium Teknik Sipil Politeknik Negeri Ambon

HASIL DAN PEMBAHASAN

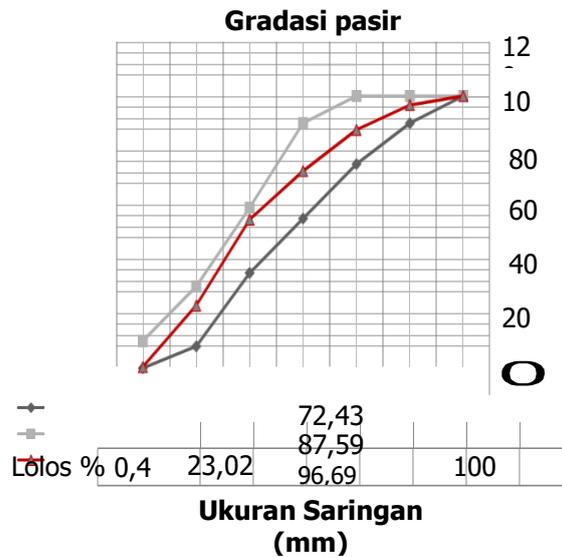
Analisis Pengujian Material

Pengujian material melibatkan pemeriksaan agregat, baik agregat halus (pasir) maupun agregat kasar (batu pecah). Agregat halus diuji untuk gradasi, berat jenis, penyerapan air, kadar air, kandungan lumpur, bobot isi, dan kandungan organik. Sementara itu, agregat kasar diuji untuk gradasi, berat jenis, penyerapan air, kadar air, kandungan lumpur, dan bobot isi. Pengujian dilakukan di Laboratorium Politeknik Negeri Ambon, mengikuti panduan SNI untuk pemeriksaan agregat, serta mengacu pada Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Manajemen Proyek Konstruksi Politeknik Negeri Ambon.

Hasil Pengujian Agregat Halus (Pasir)

Agregat halus yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasir Gunung, khususnya pasir yang berasal dari Wayame. Secara umum, mutu pasir Gunung telah memenuhi syarat sebagai bahan bangunan. Pengujian gradasi pasir dilakukan dengan menggunakan satu set ayakan berdiameter 9,50 mm hingga 0,075 mm, diurutkan dari lubang terbesar hingga terkecil. Pasir diayak menggunakan sieve shaker, dan hasil ayakan ditimbang. Hasil pengujian ini, yang terdokumentasi dalam Tabel 4.1, akan digunakan untuk membuat grafik zona gradasi agregat berdasarkan nilai kumulatifnya.

Gambar 1 Grafik zona gradasi agregat halus



sumber : hasil pengolahan data yb

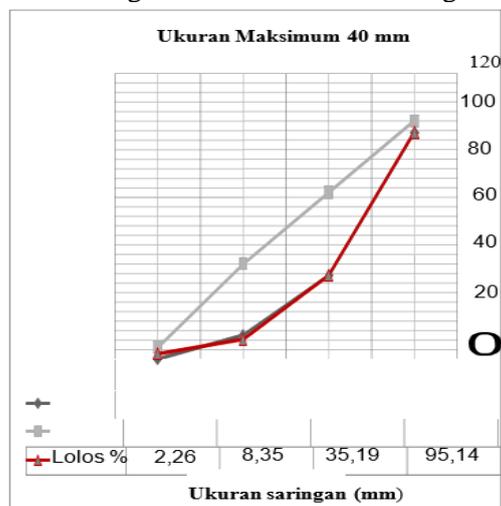
Hasil pengujian saringan pada agregat halus dari Wayame menunjukkan bahwa pasir masuk dalam kategori agak kasar (Zona II) dengan modulus kehalusan 2,65. Nilai modulus kehalusan tersebut memenuhi standar SNI 03-1750-1990, yang mensyaratkan nilai antara 1,5 hingga 3,8. Dengan demikian, pasir ini dapat dianggap memenuhi persyaratan sebagai bahan utama dalam campuran beton.

Hasil Pengujian Agregat Kasar

Agregat kasar (batu pecah) yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari lahar dan telah menjalani serangkaian pengujian sebelum digunakan dalam campuran beton. Pengujian tersebut melibatkan analisis saringan dengan satu set ayakan berdiameter 50,00 mm hingga pan/sisa. Pasir diayak menggunakan sieve shaker, dan hasilnya ditimbang untuk mendapatkan analisis gradasi. Tabel hasil pengujian ini akan digunakan untuk membuat grafik zona gradasi agregat berdasarkan nilai kumulatif agregat.

Setelah melakukan pengujian dasar maka nilai-nilai diatas tersebut dapat digunakan untuk perencanaan campuran beton (Mix Design) dengan kuat tekan disyaratkan sebesar 25 MPa berdasarkan Perencanaan SNI 03- 2834-2000.

Gambar 2 grafik ukuran maximum Agrerat



Sumber : hasil pengolahan data yb

Berdasarkan hasil dari pengujian gradasi batu pecah asal laha ini menunjukkan bahwa mempunyai bentuk ukuran yang bervariasi dengan ukuran maksimal 40 mm. Hasil untuk modulus kehalusan yang didapat sebesar 4,73 dimana nilai modulus kehalusan tersebut memenuhi syarat menurut SNI 03-2461- 2014 yakni nilai modulus kehalusan tidak boleh lebih dari 7 sehingga agregat kasar ini memenuhi syarat sebagai material utama campuran beton.

Perencanaan Campuran Beton

Dalam hal ini penulis telah menganalisis data-data yang telah diperoleh saat penelitian berlangsung sehingga didapat campuran beton yang diinginkan.

Data-data ketentuan material sebagai berikut:

Tabel 4. 15 Hasil Analisis Data pengujian Agregat Halus

No	Keterangan	Hasil Pengujian	Spesifikasi	Referensi
1	Modulus kehalusan Pasir	3,68	1,5 – 3,8	SNI 03-1750-1990
2	Kategori Jenis Pasir	Zona 2	Zona 1,2,3,4	SNI 03-2834-2000
3	Berat jenis pasir (SSD)	2,64 Gr/cm ³	2,5 - 2,7	ASTM C.128-79
4	Penyerapan Air	2,88 %	< 3 %	SNI 1970-2008
5	Kadar Air	2,45 %	3% - 5 %	SNI 03-1971-2011
6	Kadar Lumpur	0,7 %	< 5 %	SK-SNI S-04-1989-F
7	Bobot isi Padat	1,50 kg/m ³	0,4 – 1,9	SNI 03-1973-2008
8	Bobot isi Lepas	1,40 kg/m ³	0,4 – 1,9	SNI 03-1973-2008
9	Kadar Organik	Berwarna Kuning	Baik	SNI 2816-2014

Sumber : Hasil pengujian laboratorium

Perencanaan Mix Desain Beton (Sni 03-2834-2000)

Metode perhitungan yang digunakan adalah Metode SNI 03- 2834-2000. Adapun tahapan yang dilakukan dalam perencanaan campuran beton adalah sebagai berikut:

1. Penetapan kuat tekan beton yang disyaratkan ($f'c$) Kuat tekan beton yang direncanakan yaitu 25 MPa.
2. Menetapkan nilai deviasi standar (Sd).
3. Penetapan nilai tambah Margin (M)

Nilai tambah dihitung menggunakan rumus:

$$M = 1,64 \times Sd.$$

$$= 1,64 \times 7 = 11,48 \text{ Mpa} = 11,5 \text{ Mpa}$$

Keterangan:

- M adalah nilai tambah
- b1,64 adalah tetapan statistic yang nilainya tergantung pada persentase kegagalan hasil uji sebesar maksimum 5 %
- Sd adalah deviasi standar rencana.

4. Menghitung Kuat Tekan Rata-Rata Yang Disyaratkan

Kuat tekan beton rata-rata yang direncanakan dapat diperoleh dengan rumus :

$$f'_{cr} = f'_{c} + M$$

$$= 25 + 11,5$$

$$= 36,5 \text{ Mpa}$$

Keterangan: f'_{cr} = Kuat tekan rata-rata (MPa)

f'_{c} = Kuat tekan rata-rata (MPa)

M = Nilai tambah (MPa)

5. Menetapkan jenis semen yang digunakan adalah semen Portland type I

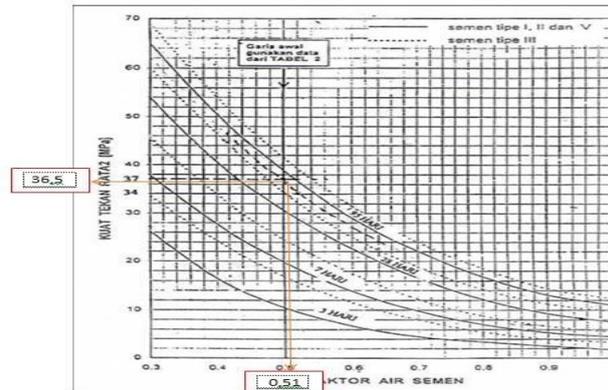
6. Menetapkan jenis agregat yang dipakai adalah :

oAgregat halus : Pasir alami

oAgregat kasar : Batu pecah ukuran maksimal 40 mm

7. Menentukan nilai faktor air semen dengan cara menggunakan grafik hubungan antara

kuat tekan rata-rata dan faktor air semen berdasarkan umur benda uji dan jenis semen.
Gambar 3 Grafik Hubungan antara kuat tekan dan factor air semen benda uji berbentuk silinder diameter 15cm x tinggi 30 cm



sumber: SNI-03-2834-2000

8. Menentukan nilai faktor air semen maksimum
Setelah ditentukan nilai fas dari gambar diatas, kemudian dilanjutkan dengan menentukan faktor air semen (fas) maksimum yang dapat ditentukan.
9. Menetapkan nilai slump
Tinggi slump perencanaan yang ditetapkan adalah sebesar 60-180 mm.
10. Menetapkan ukuran besar butir agregat maksimum.
Ukuran besar butir agregat maksimum yang digunakan yaitu sebesar 40 mm.
11. Menetapkan nilai kadar air bebas.
Kadar air bebas dapat ditentukan dengan menggunakan data ukuran agregat maksimum, jenis batuan, dan slump rencana. Setelah didapatkan hasil perkiraan kebutuhan air per meter kubik beton, kemudian jumlah kebutuhan air dapat dihitung menggunakan rumus tersebut.
12. Menghitung kebutuhan semen

Jumlah kebutuhan semen dihitung dengan rumus:

$$W_{\text{semen}} = (W_{\text{air}}) / \text{fas}$$

$$W_{\text{semen}} = 185 / 0.51 = 362,7 \text{ kg/m}^3$$

Keterangan : W_{Air} = Kadar Air Bebas

Fas = Faktor Air Semen

13. Menentukan Jumlah Semen Minimum

Kebutuhan kadar semen minimum dapat ditentukan dengan melihat Tabel.

4.17 Dari tabel tersebut didapatkan nilai kebutuhan semen minimumnya adalah sebesar 325 kg/m³.

14. Jika kebutuhan semen yang diperoleh dari perhitungan ternyata lebih sedikit dari pada kebutuhan semen minimum berdasarkan Tabel 4.17 maka yang digunakan adalah kebutuhan semen dengan nilai yang terbesar dari kedua cara tersebut yaitu sebesar 362,7 kg/m³

15. Menentukan persentase agregat halus dan agregat kasar

Untuk menentukan persentase dapat dilihat pada Gambar dibawah tentukan ukuran butir maksimum yang digunakan yaitu 40mm dan slump yang digunakan. Selain itu, digunakan gradasi daerah nomor 2 yang dihasilkan dari pengujian modulus halus butir agregat halus pada sub bab 4.1.a.

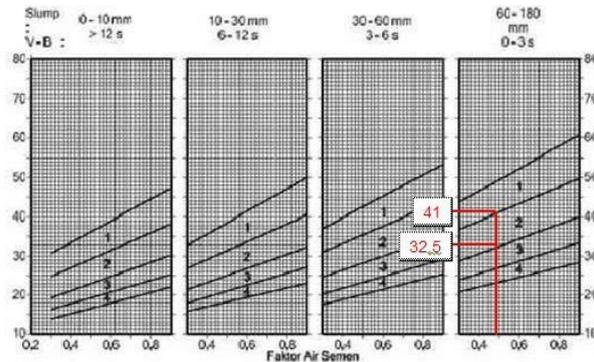
1. Tarik garis tegak lurus ke atas melalui faktor air semen yang sudah didapatkan sebelumnya sebesar 0,51 sampai memotong kurva bagian atas pada daerah gradasi no 2.

2. Kemudian dari titik perpotongan batas lengkung kurva atas dan batas lengkung kurva bawah pada daerah gradasi no 2, ditarik garis mendatar ke kiri sampai memotong sumbu

tegak.

3. Dari penarikan garis atas dan garis bawah dapat diketahui nilai garis atas sebesar 41 dan nilai garis bawah sebesar 32,5.

Gambar 4 Persen Pasir Terhadap Kadar Total Agregat yang Dianjurkan Untuk Ukuran Butir Maksimum 40 mm



Sumber: SNI 03-2834-2000

4. Nilai persentase agregat halus dan agregat kasar dapat dihitung dengan menggunakan rumus dibawah ini.

$$Ah\% = (\text{Nilai garis atas} + \text{Nilai Garis Bawa})/2$$

$$Ah\% = (41 + 32,5)/2 = 37\%$$

$$Ak\% = 100\% - \%AH$$

$$= 100\% - \% 37 = 63\%$$

Dari perhitungan di atas didapatkan nilai persentase agregat halus (%AH) sebesar 37 % dan agregat kasar (%AK) sebesar 63 %.

16. Menentukan berat jenis relative agregat SSD Dihitung dengan rumus:

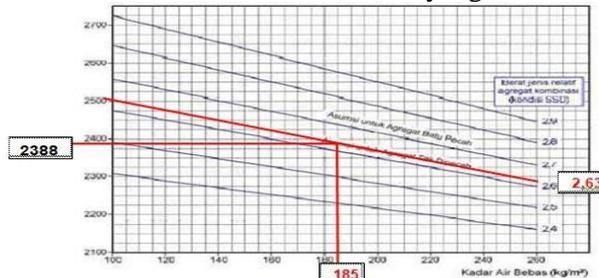
$$\begin{aligned} BJ \text{ gabungan} &= Ah\% \times BJAH + Ak\% \times BJK \\ &= 0,37 \times 2,64 + 0,63 \times 2,63 \\ &= 2,63 \end{aligned}$$

17. Menentukan Berat isi beton

- Buat kurva baru sesuai dengan berat jenis relatif agregat gabungan sebesar 2,63 secara proporsional dengan memperhatikan kurva sebelah atas dan bawahnya yang sudah ada.
- Lalu tarik garis tegak lurus ke atas dari nilai kadar air yang digunakan yaitu 185 kg/m³ sampai memotong kurva baru berat jenis gabungan tersebut.
- Kemudian dari titik potong tersebut, ditarik garis mendatar kearah kiri sampai memotong sumbu tegak.

Dari penarikan garis tersebut didapatkan nilai berat isi beton sebesar 2388 kg/m³.

Gambar 5 Grafik Perkiraan Berat Isi Beton Basah yang Telah Selesai Dipadatkan



Sumber: SNI 03-2834-2000

18. Menentukan berat agregat gabungan

Kebutuhan berat agregat campuran dihitung dengan rumus: $W_{agr\ camp} = W_{btn} -$

Wair - Wsmn

$$\begin{aligned} \text{Wagr camp} &= 2388 - 185 - 362,7 \\ &= 1840,3 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

Keterangan:

Wagr camp = Kebutuhan berat agregat campuran per meter kubik beton (kg/m³).

Wbtn = Berat beton per meter kubik beton (kg/m³). Wair = Berat air per meter kubik beton (kg/m³).

Wsmn = Berat semen per meter kubik beton (kg/m³).

19. Menentukan berat agregat halus $\text{Wagr h} = \text{Wagr camp} \times \text{Ah}\%$
 $= 1840,3 \times 0,37 = 680,9 \text{ kg/m}^3$

20. Menentukan berat agregat kasar $\text{Wagr k} = \text{Wagr camp} - \text{Wagr h}$
 $= 1840,3 - 680,91 = 1159,3 \text{ kg/m}^3$

21. Rekap proporsi campuran beton per-m³ (kg) :

- Semen = 362,7 kg/m³
- Agregat Halus = 680,9 kg/m³
- Agregat Kasar = 1159,3 kg/m³
- Air = 185 L

Rasio Perbandingan:

- Semen = 362,7 : 362,7 = 1
- Agregat Halus = 680,9 : 362,7 = 1,87
- Agregat Kasar = 1159,3 : 362,7 = 3,19
- Air = 185 : 362,7 = 0,51L

Perhitungan Jumlah Kebutuhan Bahan Material Campuran Beton

Pada penelitian ini sampel beton yang akan dibuat ada 3 variasi yaitu 0%, 0,2%, 0,5%, 1%, dan 1,5% dari berat agregat kasar dimana tiap variasi dibuat 3 benda uji silinder. Jadi, total sampel beton yang akan dibuat sebanyak 3 x 5

= 15 benda uji silinder. Berikut perhitungan jumlah kebutuhan bahan material:

Jumlah Volume kebutuhan material pembentuk beton:

• Volume 1 benda uji silinder (diameter 15cm x 30cm):

$$V = 3,14 \times d:2 \times t$$

$$\begin{aligned} V &= 3,14 \times 0,075 \times 0,075 \times 0,30 \\ &= 0,0052 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

• Volume kebutuhan 1 variasi (3 silinder) + Faktor aman 15% terjadinya penyusutan:

$$\begin{aligned} &= \text{Volume silinder} \times 3 \text{ Benda uji} \\ &= 0,0052 \text{ m}^3 \times 3 \\ &= 0,0156 \text{ m}^3 + 0,15 \times 0,0156 \text{ m}^3 \\ &= 0,0179 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

23. Komposisi material untuk variasi 1 persentase 0% Tulang ikang tuna dari berat agregat kasar :

• Untuk 1 benda uji silinder :

- Pecahan Tulang ikan tuna = 0 kg
- Semen = 362,7 kg/m³ × 0,0052 m³ = 1,886 kg
- Agregat Halus = 718,8 kg/m³ × 0,0052 m³ = 3,737 kg
- Agregat Kasar = 1153,4 kg/m³ × 0,0052 m³ = 5,997 kg
- Air = 153 kg/m³ × 0,0052 m³ = 0,796 L

• Untuk 3 benda uji silinder (Faktor aman 15 % terjadinya penyusutan) :

- Pecahan tulang ikan tuna = 0 kg
- Semen = 362,7 kg/m³ × 0,0179 m³ = 6,492 kg

- Agregat Halus = $718,8 \text{ kg/m}^3 \times 0,0179 \text{ m}^3 = 12,866 \text{ kg}$
- Agregat Kasar = $1153,4 \text{ kg/m}^3 \times 0,0179 \text{ m}^3 = 20,645 \text{ kg}$
- Air = $153 \text{ kg/m}^3 \times 0,0179 \text{ m}^3 = 2,738 \text{ L}$

Maka, dapat disimpulkan jumlah kebutuhan material campuran beton yang digunakan untuk 3 benda uji silinder persentase 0 % pecahan tulang ikan tuna yaitu:

- Semen : 6,492 kg
- Agregat Halus (Pasir) : 12,866 kg
- Agregat Kasar (Batu Pecah) : 20,645 kg

24. Komposisi material untuk variasi 2 persentase 0,2 % pecahan tulang ikan tuna dari berat agregat kasar :

•Untuk 1 benda uji silinder :

□ Air: 2,738 L

□ Pecahan tulang ikan tuna: 0 kg

$$\text{Pecahan Tulang Ikan Tuna } 0,2\% = (\text{Berat Agregat Kasar})/100 \times 0,2\%$$

$$= (5,997 \text{ kg})/100 \times 0,2 \%$$

$$= 0,007 \text{ kg}$$

- Semen = $362,7 \text{ kg/m}^3 \times 0,0052 \text{ m}^3 = 1,886 \text{ kg}$
- Agregat Halus = $718,8 \text{ kg/m}^3 \times 0,0052 \text{ m}^3 = 3,737 \text{ kg}$
- Agregat Kasar = $1153,4 \text{ kg/m}^3 \times 0,0052 \text{ m}^3 = 5,997 \text{ kg} - 0,007 \text{ kg} = 5,99 \text{ kg}$
- Air = $153 \text{ kg/m}^3 \times 0,0052 \text{ m}^3 = 0,795$

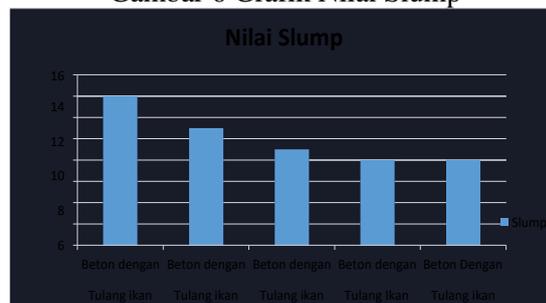
Pembuatan Benda Uji

Dalam penelitian ini, menggunakan 15 benda uji silinder dengan ukuran diameter 15 x 30 cm. Tahapan pembuatan benda uji melibatkan pengadukan beton menggunakan mesin pengaduk dengan tiga tahap pemberian air. Air dituang secara bertahap ke dalam mixer, diikuti oleh agregat kasar, agregat halus, dan semen. Setelah campuran merata, beton dituang ke dalam cetakan. Sebelumnya, dilakukan pengukuran kelecakan (slump test) untuk memastikan konsistensi beton. Adukan beton dimasukkan ke dalam cetakan dengan menggunakan sekop, diikuti dengan pemadatan menggunakan tusukan batang besi. Setelah pemadatan selesai, cetakan ditutup dengan kaca untuk mencegah penguapan air, dan setelah 20 jam (dan tidak lebih dari 48 jam) cetakan dilepas.

Pengujian Slump Test

Pengujian slump dilakukan dengan kerucut abrams dengan cara mengisi kerucut abrams dengan beton segar sebanyak 3 lapis, tiap lapis kira-kira 1/3 dari isi kerucut pada tiap lapisan dilakukan penusukan sebanyak 25 kali, tongkat penusuk harus masuk sampai bagian bawah tiap-tiap lapisan setelah pengisian selesai ratakan permukaan kerucut lalu angkat cetakan dengan jarak 300 mm dalam waktu 5 ± 2 detik tanpa gerakan lateral atau torsional. Selesaikan seluruh pekerjaan pengujian dari awal pengisian hingga pelepasan cetakan tanpa gangguan dalam waktu tidak lebih 2,5 menit, ukur tinggi adukan selisih tinggi kerucut dengan adukan adalah nilai dari slump.

Gambar 6 Grafik Nilai Slump



Dari grafik tersebut dapat ditarik kesimpulan penurunan nilai slump terjadi karena pengaruh bahan tambah sika Tulang Ikan Tuna ,yaitu karena Tulang Ikan Tuna menyerap zat cair dan ion-ion yang terdapat dalam campuran beton sehingga campuran beton menjadi lebih kering dan kental.

Pemeliharaan Benda Uji Beton

Setelah benda uji mengeras atau beton tersebut berumur 1 x 24 jam, beton dibuka dari cetakan. Pada saat membuka cetakan usahakan tidak ada getaran yang dapat mengganggu proses pengerasan dan pengikatan beton. Setelah beton dibuka dari cetakan kemudian beton-beton itu mendapat perawatan sederhana. Perawatan beton dengan cara pembasahan yaitu merendam beton selama 7 hari di dalam kolam berisikan air bersih. Ruang penyimpanan harus bebas getaran selama 48 jam pertama setelah perendaman.

Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian tekan beton dilakukan pada saat beton berumur 7 hari dengan menggunakan mesin tekan dengan kapasitas 1500 KN. Benda uji yang akan dites adalah berupa silinder dengan ukuran 15 x 30 cm sebanyak 15 buah pada umur rendaman 7 hari dengan pengelompokan benda uji sesuai dengan variasi campurannya.

Gambar 7 Grafik Kuat Tekan Beton



Dari grafik diatas menunjukkan bahwa kuat tekan beton meningkat pada penambahan tulang ikan tuna sebesar 0,2%.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian, analisa dan pembahasan yang telah dilakukan terhadap Beton dengan penambahan sebagian Tulang ikan tuna dengan beton normal, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil pengujian ini kuat tekan beton akan meningkat apabila adanya penambahan tulang ikan tuna sebesar 0,2% dan kuat tekan beton akan menurun apabila semakin banyak penambahan tulang ikan tuna.
2. Pengaruh perbandingan nilai kuat tekan beton normal dan beton menggunakan tulang ikan tuna :
 - a. Pada beton normal memberikan kuat tekan sebesar 27,72 MPa pada umur beton 28 hari
 - b. Trial mix tulang ikan tuna 0,2% memberikan kuat tekan sebesar 28,45 MPa pada umur beton 28 hari
 - c. Trial mix tulang ikan tuna 0,5 % memberikan kuat tekan sebesar MPa.
 - d. Trial mix tambahan tulang ikan tuna 1% pada kuat tekan hancur memberikan kuat tekan sebesar 20,32 MPa pada umur brton 28 hari

- e. Trial mix tambahan tulang ikan tuna 1,5% pada kuat tekan memberikan kuat tekan 15,67 MPa pada umur beton 28 hari.

Saran

Berdasarkan kesimpulan diatas maka, dapat disarankan sebagai berikut :

1. Dalam pembuatan benda uji nilai kuat tekan beton meningkat pada penambahan tulang ikan tuna sebesar 0,2% dan kuat tekan beton mengalami penurunan pada penambahan tulang ikan tuna yang terlalu banyak ,hal ini mungkin disebabkan oleh cara pembuatan benda uji, serta perawatan benda uji yang belum maksimal.
2. Tulang ikan tuna disarankan hanya 0.2% untuk meningkatkan mutu beton atau kuat tekan beton.
3. Untuk penelitian selanjutnya disarankan Tulang ikan Tuna dipakai sebagai bahan tambah dalam pembuatan beton sebesar 0,2% dan abilah ingin menggunakan tulang ikan yang banyak haruslah benda uji di buat dan dirawat secara teliti .sehingga mungkin mendapatkan hasil yang baik.

DAFTAR PUSTAKA

- A Mukhlis, T Sriana, 2021-103.52.61.43, Pemanfaatan Tulang Ikan Sebagai Penganti Agregat Pada Kuat Tarik Belah Beton. Prosiding SEMDI-UNAYA.
- ACI 211.1-91. 2002. Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete. Amerika.
- American Society For Testing And Matrial, Standar Specificatio Of Porland Cemen (ASTMC 150), 1992, USA
- Badan Standarisasi Nasional, SNI 15-2049-2004. Semen portland. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional, SNI 2847:2013. Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional, SNI 7974:2013. Spesifikasi Air Pencampur yang digunakan dalam Produksi Beton Semen Hidraulis (ASTM C1602 – 06, IDT). Jakarta.
- Erlangga : Jakarta.
- GR Attamimi, RA Kinseng, I Agusta. "Kelas dan ketimpangan Stukturalal masyarakat nelayan di kota Ambon" J Sosiologi Pedesaan, 2018- jurnal.ipb.ac.id
- Murdock, L. J., Btook, K. M., & Hindarko, Stephanus. (1999). Bahan dan Praktek Beton Edisi Keempat. Erlangga : Jakarta.
- Sagel, R., Kole, P., & Kusuma, G. H., (1994). Pedoman Pengerjaan Beton.
- Sahara, Sahara. "Uji Kuat Tekan dan Daya Serap Air Pada Batako Dengan Penambahan LimbahTulang Ikan." JFT: Jurnal Fisika dan Terapannya 6.2: 140-147.
- Syaifuddin, Syaifuddin. "Pembuatan dan Pengujian Kuat Tekan Batako Dengan Penambahan Limbah Tulang Ikan." JFT: Jurnal Fisika Dan Terapannya 5.1 (2018): 1-6.