

Penggunaan Sebagian Pasir Laut Sebagai Pengganti Agregat Halus Dalam Campuran Beton Dapat Meningkatkan Mutu Beton

*)Mikael Wora ¹, Arnold S. Da'o ²

¹ Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Flores Ende

² Alumni Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Flores Ende

*) Correspondence e-mail : ata_kelisoke@yahoo.co.id

ABSTRAK

Studi eksperimental kekuatan beton dengan menggunakan pasir laut sebagai pengganti agregat halus dalam campuran beton. Perencanaan Campuran beton berdasarkan metode SK-SNI-T-15-1990-03. Persentase pasir laut yang digunakan adalah 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, dan 50%. Benda uji yang berbentuk kubus ukuran 15 cm x 15 cm x 15 cm berjumlah 120 buah, masing-masing perilaku berjumlah 20 buah dan mutu beton rencana K-200. Pengujian kekuatan beton pada umur 3, 7, 14, 21, dan 28 hari. Hasil penelitian pemeriksaan fisik bahan terhadap pasir Pasir laut Pantai Ndao Ende; kadar lumpur yang terkandung 3,9% dari yang ditentukan < 5%, berat jenis pasir 3.07 kg/cm³ dari yang disyaratkan 2,50 kg/cm³ dan masuk dalam zona III. Hasil kuat tekan menggunakan pasir laut 0% 234,48 kg/cm², Kuat tekan menggunakan pasir laut 10% 273,94 kg/cm², Kuat tekan menggunakan pasir laut 20% 244,98 kg/cm², Kuat tekan menggunakan pasir laut 30% 232,30 kg/cm², Kuat tekan menggunakan pasir laut 40% 205,59 kg/cm², Kuat tekan menggunakan pasir laut 50% 165,66 kg/cm². Hasil menunjukkan bahwa pasir laut dapat digunakan dalam campuran beton sebesar 10-20% dan meningkatkan mutu beton mencapai 16,83 % dari beton normal.

Kata Kunci : Beton, Pasir laut, kuat tekan

PENDAHULUAN

Beton merupakan bahan struktur yang paling banyak digunakan dalam pembangunan khususnya bangunan gedung, dermaga, dan jembatan, dikarenakan beton termasuk bahan yang mempunyai kuat tekan tinggi, tahan terhadap kebakaran dan keausan, tahan cuaca, dan harganya relatif murah, karena menggunakan bahan-bahan dasar dari lokal, dapat diangkut maupun dicetak sesuai keinginan, biaya perawatan relatif murah, serta dapat direncanakan kualitas mutu betonnya sesuai dengan kebutuhan.

Pasir laut merupakan pasir yang terdapat di pantai, pasir ini muncul akibat arus laut yang artinya di waktu gelombang pasir ini terbawa oleh arus gelombang dan mengendap di tepi laut yang biasa kita sebut pantai. Yang mana dalam kenyataan pasir laut/pantai sudah dimanfaatkan oleh masyarakat disekitarnya sebagai bahan bangunan untuk suatu konstruksi tembok penahan tanah. Ini merupakan kebiasaan masyarakat setempat mencoba mencampur sebagian pasir kali/gunung dengan pasir laut/pantai. Karena masyarakat pada umumnya belum begitu memahami dan yakin untuk menggunakan pasir laut sebagai bahan bangunan untuk konstruksi maka harus diadakan penelitian sebelum digunakan. Kemudian apakah pasir laut tersebut dapat digunakan sebagai konstruksi dalam suatu bangunan yang telah mencapai atau memenuhi syarat ASTM.

Tujuan Penelitian ini yaitu untuk mengetahui sifat dan gradasi dari pasir laut, Kuat Tekan Beton yang dicapai serta besarnya persentase pasir laut yang layak digunakan untuk campuran beton.

LANDASAN TEORI

Beton

Beton adalah campuran dengan komposisi bahan-bahan antara semen portland atau sembarang hidraulik yang lain, agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil) dan air atau tanpa bahan campuran tambahan (*Adinixture/Additiv*) yang menyebabkan terjadinya suatu hubungan yang erat antara bahan-bahan tersebut (Subakti, 1989). Bahan-bahan air dan semen bereaksi secara kimiawi, kemudian mengikat butiran-butiran menjadi satu kekuatan. Keawetan dan sifat-

sifat lain dari beton tergantung pada bahan-bahan dasar. Beton juga boleh dikatakan sebagai batu buatan dimana rongga-rongga agregat kasar (kerikil) diisi dengan agregat halus pasir dan rongga-rongga pasir diisi dengan semen.

Adapun sifat beton adalah plastis pada waktu dibuat kemudian berubah menjadi keras dan kaku setelah mengeras. Beton harus dirancang proporsi campurannya agar menghasilkan suatu mutu yang memenuhi syarat.

Bahan-Bahan Dasar Pembuatan Beton

a. Semen

Semen yang boleh digunakan untuk pembuatan beton adalah Semen Portland yaitu semen hidraulis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klingker yang terutama terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidraulis bersama bahan tambahan, yang biasanya digunakan gips (*gipsyum*).

b. Air

Air yang akan dipakai untuk membuat campuran beton dan juga untuk pemeliharaan beton yang telah mengeras harus memenuhi persyaratan sebagai berikut: 1) Air tawar yang dapat diminum, 2) Air yang bersih dan tidak mengandung: minyak, asam, garam, zat organik, bahan lain yang dapat merusak beton atau tulangan, 3) Air yang bereaksi netral terhadap lakmus. Maksud dan pengaruh penggunaan air pada beton adalah pembuatan pasta semen yang sangat berpengaruh pada sifat-sifat yang dikerjakan yaitu: adukan beton, kekuatan susut, dan keawetan.

c. Agregat

Agregat adalah salah satu dari bahan untuk membuat beton yang jumlahnya 66% - 78% dari volume beton. Agregat yang baik adalah agregat yang keras kuat dan ulet. Untuk mendapat sifat keawetan yang diharapkan, maka agregat:

1. Dapat menahan permukaan (tahan terhadap cuaca).
2. Tidak akan terjadi reaksi-reaksi antara mineral-mineral agregat dengan senyawa dari semen.
3. Agregat tidak mengandung *impurities* yang mempengaruhi kekuatan betonnya.

Fungsi agregat adalah: sebagai bahan pengisi (paling sedikit $\frac{3}{4}$ volume beton), yang mana mutu dan kondisi agregat sangat berpengaruh pada kekuatan (*strength*) dan keawetan (*durability*). Agregat dapat dibagi menjadi:

a. Agregat Halus (Pasir).

Pasir untuk beton bisa berupa pasir hasil disintegarasi alami dari batu-batuan atau berupa pasir buatan yang dihasilkan oleh mesin pemecah batu.

Pasir harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut:

1. Terdiri dan butir-butir yang tajam, keras, tidak tercampur butir dari batuan yang rendah kualitasnya, dan bersifat kekal yang artinya tidak akan pecah dan hancur ataupun lapuk oleh pengaruh cuaca seperti terik matahari atau hujan.
2. Berbutir aneka ragam (*gradasi*).
3. Bersih, tidak mengandung kotoran, butir-butir halus, zat-zat organik, garam, kimia.
4. Ukuran butir maximum 2 mm.

b. Agregat Kasar (kerikil).

Kerikil atau split untuk beton dapat berupa kerikil alam sebagai hasil disintegrasi alami dan batu-batuan atau berupa kerikil buatan atau batu pecah yang dihasilkan oleh mesin pemecah batu.

Kerikil atau split harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

1. Butir-butir tidak mengandung serat-serat atau bidang-bidang lapukan.
 2. Tidak tercampur butiran-butiran dari batuan yang rendah kualitasnya (batu kapur, cadas dan lain-lain).
 3. Perbandingan butiran dengan diameter tertentu harus baik.
 4. Tidak boleh terlalu banyak mengandung butiran-butiran pipih (maximum 20% saja).
 5. Tidak berpori.
 6. Besar butiran berkisar antara 5 – 40 mm.
 7. Bersih dan kotoran lumpur (< 1%) dan juga dan zat-zat organik atau kimia.
-

Kuat Tekan Beton

Kekuatan beton dinyatakan dengan harga kuat tekan suatu benda uji berbentuk kubus atau silinder. Adapun kekuatan tekan beton tersebut dipengaruhi oleh: Faktor air semen (w/c), Kekuatan agregat halus dan kasar, Umur beton, Prosedur pemeriksaan mutu untuk pengecoran dan pengangkutan serta pemadatan di lapangan, serta Mutu bahan-bahan dasar.

Selain beberapa faktor yang telah disebutkan diatas, ada juga faktor-faktor lain yang juga mempengaruhi mutu beton, yaitu: Bentuk benda uji, Type semen atau admixture, Cuaca, Kualitas pencampuran, pengangkutan, pemadatan, perawatan.

1. Faktor Air Semen (w/c)

Yang disebut faktor air semen adalah perbandingan air terhadap berat semen dalam campuran beton dengan faktor air semen yang tertentu, beton diharapkan dapat dibuat secara baik dimana tiap-tiap butiran agregat halus dan kasar seluruhnya dapat dilapisi oleh pasta semen. Makin besar faktor air semen mengakibatkan makin kecilnya kekuatan tekan beton.

2. Kekuatan Agregat Halus dan Kasar

Penggunaan agregat halus dan kasar dalam campuran beton haruslah memenuhi persyaratan agregat untuk campuran beton melalui pemeriksaan awal di Laboratorium.

3. Umur Beton

Makin lama umur beton maka makin besar kekuatan tekan beton pada kondisi dan temperatur yang sama.

Untuk mengetahui kuat tekan beton dilakukan dengan pengujian sejumlah benda uji. Pengujian dilakukan dengan mesin desak setelah umur tertentu. Kuat tekan beton sama dengan gaya maximum dibagi dengan luas permukaan benda uji yang terkena gaya desakan.

Berdasarkan ACI/318-1999, kuat tekan beton yang diperoleh dan benda uji silinder dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm (f^c) sehingga persamaan ini menjadi:

$$f^c = P/A \quad (1)$$

Dimana:

f^c = kuat tekan beton (Mpa)

P = beban maximum (N)

A = luas penampang (mm^2)

Sedangkan kuat tekan beton yang diperoleh dan benda uji kubus dengan dimensi 150 mm x 150 mm (f^{ck}) sehingga persamaan ini menjadi:

$$f^{ck} = P/A \dots\dots\dots (1)$$

Dimana:

f^{ck} = kuat tekan beton (Mpa)

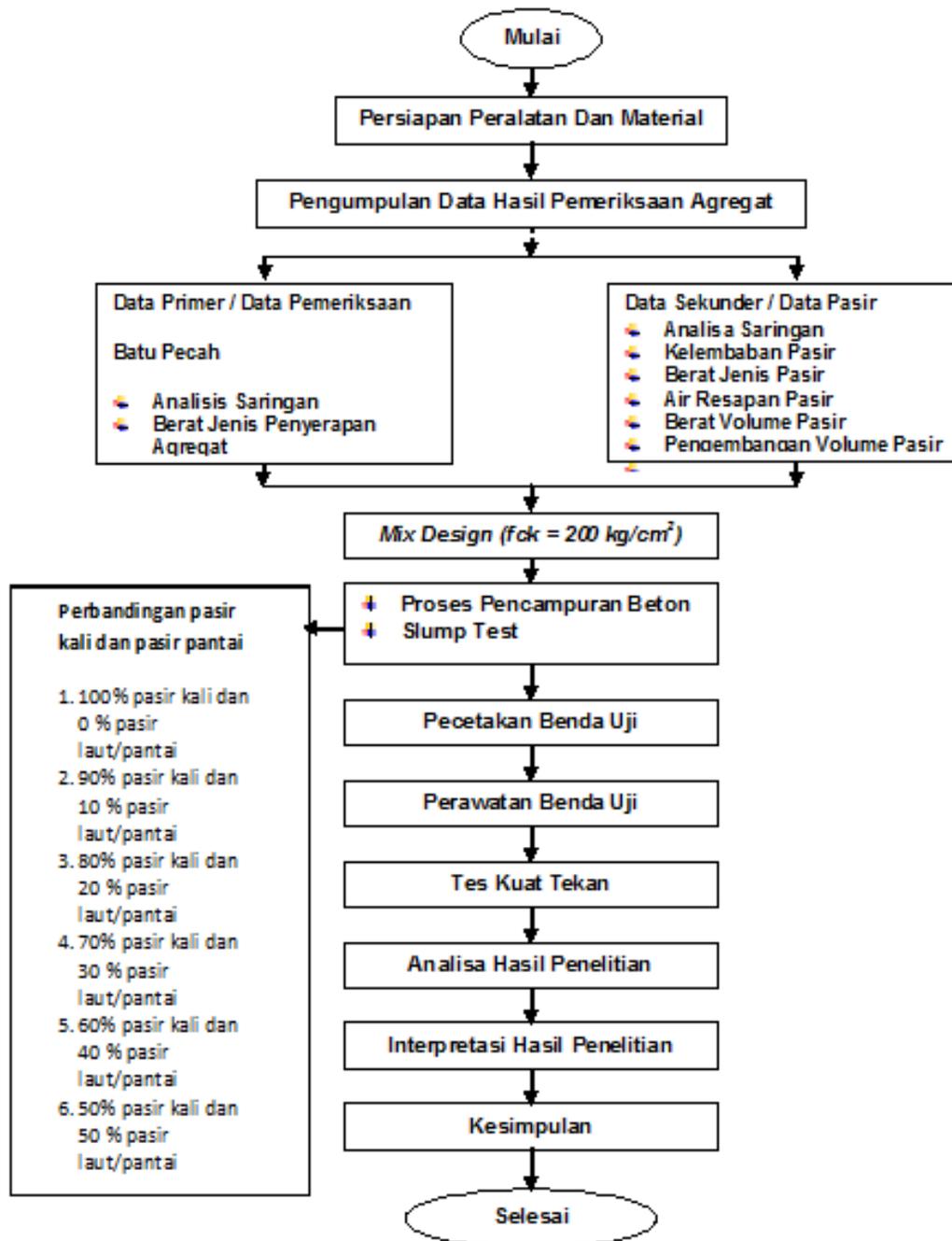
P = beban maximum (N)

A = luas penampang (mm^2)

METODE PENELITIAN

Pelaksanaan penelitian ini diawali dengan persiapan bahan dan alat-alat, dilanjutkan dengan pengujian bahan. Setelah bahan yang diuji memenuhi syarat dilanjutkan dengan perhitungan campuran beton untuk memperoleh kebutuhan masing-masing bahan adukan. Sebelum adukan dituangkan kedalam cetakan yang berbentuk kubus, terlebih dahulu diuji kekentalannya dengan slump test. Cetakan kubus akan dilepas setelah benda uji berumur 24 jam dan direndam dalam air sesuaikan dengan umur test yang direncanakan dan harus diangkat sehari sebelum melakukan tes tekan (lihat bagan alir).

Metode Pelaksanaan penelitian dapat dilihat pada bagan alir dibawah ini.



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Karakteristik Material

Agregat Halus

Setiap material mempunyai ciri-ciri fisik, demikian pula halnya dengan pasir yang menjadi obyek penelitian tentunya mempunyai ciri-ciri atau kondisi fisik suatu material terhadap material lainnya berbeda-beda, kondisi fisik obyek penelitian (pasir kali dan pasir laut) melalui pengamatan langsung yang dilakukan oleh peneliti adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Data Hasil Penelitian (Pemeriksaan Bahan) Terhadap Dua Jenis Pasir

No	Jenis Pemeriksaan/percobaan	Pasir Kali Mau Paka	Pasir Laut Pantai Ndao
1.	Analisa Saringan (gradasi pasir)	Zone II	Zone III
2.	Air resapan pasir	5,37%	4,93%
3.	Kelembaban pasir	5,38%	4,93%
4.	Berat volume pasir	1,7411 g/cm ³	2,0237 g/cm ³
5.	Pengembangan volume pasir	5,576%	5,840%
6.	Kadar lumpur	7,38%	3,62%
7.	Berat jenis pasir	2,66	3,07

Tabel 2. Data Hasil Penelitian (Pemeriksaan Bahan) Terhadap Dua Jenis Pasir

No	Jenis ciri-ciri fisik	Pasir kali Mati	Pasir laut
1.	Bentuk	Butiran-butiran halus dan bulat	Tercampur antara butiran pipih dan bulat Halus
2.	Warna	Hitam kecoklatan	Hitam

Agregat Kasar (Batu Pecah)

Agregat kasar yang digunakan berupa batu pecah yang diambil dari Ndao dan batu pecah tersebut telah diperiksa atau diuji melalui proses pengujian di Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Flores dengan hasil sebagai berikut:

- i. Analisa saringan (gradasi kerikil) : 2,36 – 50,8
- ii. Air resapan kerikil : 3,66%
- iii. Kelembaban kerikil : 0,4%
- iv. Berat volume kerikil : 1,335 gram/cm³
- v. Kadar keausan : 35,37%
- vi. Kadar Lumpur : 0,5%
- vii. Berat jenis pasir : 2,503%

Semen

Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen Tipe I Merk Tonasa yang umumnya digunakan tanpa persyaratan-persyaratan khusus atau semen yang telah memenuhi Standar Nasional Indonesia (SI.U IS-2049 -1994), tentang mutu dan cara uji semen portland yang pengujiannya telah dilakukan oleh KAN (Komite Akreditasi Nasional) Laboratorium Penguji (LP 007.IDN) dan dari data hasil pengujian yang diperoleh ialah data hasil pengujian kimia dan fisika semen Portland.

Air

Air yang digunakan adalah air dari PDAM yang dijamin tidak mengandung banyak mineral, bersih, dan dapat diminum atau yang telah memenuhi ketentuan yang berlaku.

Mix Design Beton

Dari hasil analisa rencana campuran beton (Mix Design) diperoleh komposisi material yang akan digunakan pada campuran beton untuk dua lokasi pengambilan contoh pasir untuk 1 m³ dan untuk 20 sampel benda uji (20 kubus) sebesar 0,0675 m³ dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 3. Hasil Mix Design Beton (K-200)

Banyak Bahan	Semen (kg)	Air (kg)	Agregat Halus (kg)	Agregat Kasar (kg)
Tiap m ³	341,67	205	601	1402,43
Tiap campuran uji m ³ (untuk 20 benda uji)	23,06	13,83	40,56	94,66

Hasil pengukuran slump

- a. Campuran Beton Normal nilai slump diperoleh sebesar 6,25 cm.
- b. Campuran beton dengan pasir laut 10%, nilai slump diperoleh sebesar 6,80 cm.
- c. Campuran beton dengan pasir laut 20%, nilai slump diperoleh sebesar 7,25 cm.
- d. Campuran beton dengan pasir laut 30%, nilai slump diperoleh sebesar 8,65 cm.
- e. Campuran beton dengan pasir laut 40%, nilai slump diperoleh sebesar 9,15 cm.
- f. Campuran beton dengan pasir laut 50%, nilai slump diperoleh sebesar 10,25 cm.

Kekuatan Benda Uji

Hasil kuat tekan yang diperoleh masing-masing umur beton (3, 7, 14, 21 dan 28 hari) sebagai berikut:



Gambar 1. Grafik hubungan antara kuat tekan terhadap umur beton dengan menggunakan pasir laut 0% dan pasir kali 100%

Gambar 1. dapat menunjukkan bahwa pada umur 3 hari kekuatan tekan beton sudah mencapai 140 kg/cm², umur 7 hari kekuatan tekan beton sudah mencapai 196,67 kg/cm², umur 14 hari kekuatan beton sudah mencapai 237, 78 kg/cm², umur 21 hari kekuatan tekan beton mencapai 247,78 kg/cm², dan pada umur 28 hari kekuatan tekan mencapai 261,11 kg/cm². Hal ini menunjukkan bahwa naik kurva dari dari beton berumur 3 hari sampai dengan beton berumur 28 hari, sehingga dapat disimpulkan bahwa peningkatan kekuatan beton tergantung pada umur beton.



Gambar 2. Grafik hubungan antara kuat tekan terhadap umur beton dengan menggunakan pasir laut 10% dan pasir kali 90%

Gambar 2. dapat menunjukkan bahwa pada umur 3 hari kekuatan tekan beton sudah mencapai 186,67 kg/cm², umur 7 hari kekuatan tekan beton sudah mencapai 248,33 kg/cm², umur 14 hari kekuatan beton sudah mencapai 278,89 kg/cm², umur 21 hari kekuatan tekan beton mencapai 306,67 kg/cm², dan pada umur 28 hari kekuatan tekan mencapai 317,78 kg/cm². Hal ini menunjukkan bahwa naik kurva dari dari beton berumur 3 hari sampai dengan beton berumur 28 hari, sehingga dapat disimpulkan bahwa peningkatan kekuatan beton tergantung pada umur beton.



Gambar 3. Grafik hubungan antara kuat tekan terhadap umur beton dengan menggunakan pasir laut 20% dan pasir kali 80%

Gambar 3. menunjukkan bahwa pada umur 3 hari kekuatan tekan beton sudah mencapai 195,56 kg/cm², umur 7 hari kekuatan tekan beton sudah mencapai 234,44 kg/cm², umur 14 hari kekuatan beton sudah mencapai 260 kg/cm², umur 21 hari kekuatan tekan beton mencapai 282,22 kg/cm², dan pada umur 28 hari kekuatan tekan mencapai 321,11 kg/cm². Hal ini menunjukkan bahwa naik kurva dari dari beton berumur 3 hari sampai dengan beton berumur 28 hari, sehingga dapat disimpulkan bahwa peningkatan kekuatan beton tergantung pada umur beton.



Gambar 4. Grafik hubungan antara kuat tekan terhadap umur beton dengan menggunakan pasir laut 30% dan pasir kali 70%

Berdasarkan Gambar 4. menunjukkan bahwa pada umur 3 hari kekuatan tekan beton sudah mencapai 180 kg/cm², umur 7 hari kekuatan tekan beton sudah mencapai 206,67 kg/cm², umur 14 hari kekuatan beton sudah mencapai 248,89 Mpa, umur 21 hari kekuatan tekan beton mencapai 277,78 kg/cm², dan pada umur 28 hari kekuatan tekan mencapai 286,67 kg/cm². Hal ini menunjukkan bahwa naik kurva dari dari beton berumur 3 hari sampai dengan beton berumur 28 hari, sehingga dapat disimpulkan bahwa peningkatan kekuatan beton tergantung pada umur beton.



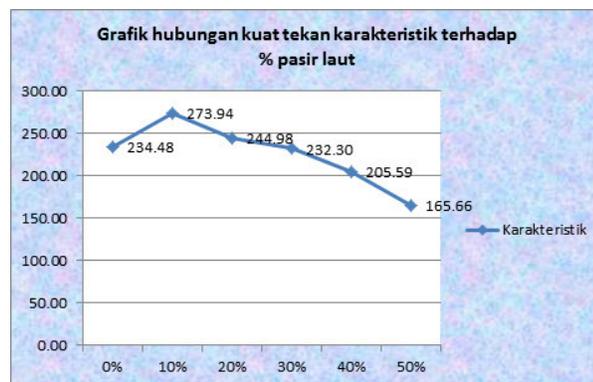
Gambar 5. Grafik hubungan antara kuat tekan terhadap umur beton dengan menggunakan pasir laut 40% dan pasir kali 60%

Gambar 5. dapat menunjukkan bahwa pada umur 3 hari kekuatan tekan beton sudah mencapai $135,56 \text{ kg/cm}^2$, umur 7 hari kekuatan tekan beton sudah mencapai $171,11 \text{ Mpa}$, umur 14 hari kekuatan beton sudah mencapai $207,78 \text{ kg/cm}^2$, umur 21 hari kekuatan tekan beton mencapai $226,67 \text{ Mpa}$, dan pada umur 28 hari kekuatan tekan mencapai $234, \text{ kg/cm}^2 \text{ Mpa}$. Hal ini menunjukkan bahwa naik kurva dari dari beton berumur 3 hari sampai dengan beton berumur 28 hari, sehingga dapat disimpulkan bahwa peningkatan kekuatan beton tergantung pada umur beton.



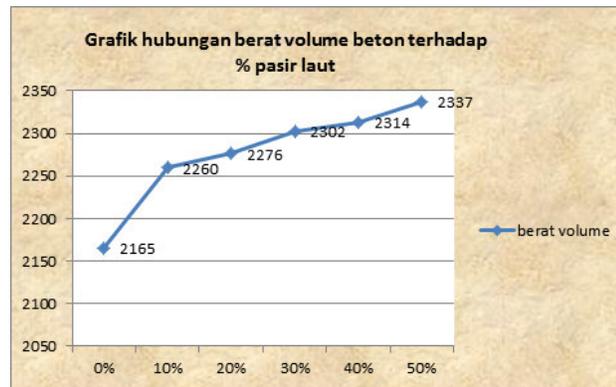
Gambar 6. Grafik hubungan antara kuat tekan terhadap umur beton dengan menggunakan pasir laut 50% dan pasir kali 50%

Gambar 6. menunjukkan bahwa pada umur 3 hari kekuatan tekan beton sudah mencapai $94,44 \text{ kg/cm}^2$, umur 7 hari kekuatan tekan beton sudah mencapai $136,67 \text{ kg/cm}^2$, umur 14 hari kekuatan beton sudah mencapai 160 kg/cm^2 , umur 21 hari kekuatan tekan beton mencapai $185,56 \text{ kg/cm}^2$, dan pada umur 28 hari kekuatan tekan mencapai $205,56 \text{ kg/cm}^2$. Hal ini menunjukkan bahwa naik kurva dari dari beton berumur 3 hari sampai dengan beton berumur 28 hari, sehingga dapat disimpulkan bahwa peningkatan kekuatan beton tergantung pada umur beton.



Gambar 7. Grafik hubungan antara kuat tekan karakteristik terhadap kadar pasir laut

Gambar 7. menunjukkan bahwa pada beton yang tidak dicampur dengan pasir laut kekuatan tekan yang diperoleh sebesar $234,48 \text{ kg/cm}^2$, campur dengan pasir laut 10% kekuatan tekan yang diperoleh sebesar $273,94 \text{ kg/cm}^2$, campur dengan pasir laut 20% kekuatan tekan yang diperoleh sebesar $244,98 \text{ kg/cm}^2$, campur dengan pasir laut 30% kekuatan tekan yang diperoleh sebesar $232,30 \text{ kg/cm}^2$, campur dengan pasir laut 40% kekuatan tekan yang diperoleh sebesar $205,59 \text{ kg/cm}^2$, dan campur dengan pasir laut 50% kekuatan tekan yang diperoleh sebesar $165,66 \text{ kg/cm}^2$. Dari hasil kurva tersebut dapat disimpulkan bahwa pasir laut dapat digunakan sebagai bahan pengganti agregat halus berkisar dari 10% - 20%, karena ada peningkatan kekuatan dari beton normal sekitar 4,5% - 16,8%.



Gambar 8. Grafik hubungan antara berat volume terhadap % pasir laut

Gambar 8. menunjukkan bahwa pada beton yang tidak dicampur dengan pasir laut berat volumenya diperoleh sebesar 2.165 kg/m^3 , campur dengan pasir laut 10% berat volume menjadi 2.260 kg/m^3 , campur dengan pasir laut 20% berat volume menjadi 2.276 kg/m^3 , campur dengan pasir laut 30% berat volume menjadi 2302 kg/m^3 , campur dengan pasir laut 40% berat volume menjadi 2.314 kg/m^3 , dan campur dengan pasir laut 50% berat volume menjadi 2.337 kg/m^3 . Berdasarkan hasil volume semakin meningkat ketika penggunaan pasir laut semakin banyak, maka dapat diduga bahwa pasir laut tersebut mengandung kadar besi.

KESIMPULAN

1. Hasil penelitian atau pemeriksaan bahan terhadap pasir kali Mau Paka, pasir laut Pantai Ndao, dan kerikil Pantai Ndao yang telah dilakukan di Laboratorium Bahan dan Konstruksi Fakultas Teknik Universitas Flores diperoleh data atau hasil penelitian yang berbeda antara satu dan yang lainnya.
 - a. Pasir kali Mau Paka
Hasil penelitian dari obyek penelitian diperoleh kadar lumpur yang terkandung 8,72% dari yang ditentukan < 5%, berat jenis $2,66 \text{ kg/cm}^3$ dari yang disyaratkan $2,50 \text{ kg/cm}^3$ dan masuk dalam zona gradasi II sehingga untuk campuran beton obyek penelitian ini memenuhi persyaratan agregat halus untuk suatu konstruksi.
 - b. Pasir laut Pantai Ndao Ende
Hasil penelitian dari obyek penelitian diperoleh kadar lumpur yang terkandung 3,9% dari yang ditentukan < 5%, berat jenis pasir $3,07 \text{ kg/cm}^3$ dari yang disyaratkan $2,50 \text{ kg/cm}^3$ dan masuk dalam zona III sehingga untuk campuran beton obyek penelitian ini memenuhi persyaratan agregat halus untuk suatu konstruksi.
2. Kuat tekan beton yang dihasilkan ke (6) contoh sampel melebihi dari kuat tekan karakteristik beton yang direncanakan, yang dalam penelitian ini direncanakan sebesar $K 200 \text{ kg/cm}^2$. Hasil kuat tekan dari masing-masing contoh sampel adalah sebagai berikut:
 - a. Kuat tekan dengan menggunakan pasir laut 0%, maka hasil kuat tekan yang dicapai sebesar $261,11 \text{ kg/cm}^2$ dan karakteristik $234,48 \text{ kg/cm}^2$.
 - b. Kuat tekan dengan menggunakan pasir laut 10%, maka hasil kuat tekan yang dicapai sebesar $317,78 \text{ kg/cm}^2$ dan karakteristik $273,94 \text{ kg/cm}^2$.
 - c. Kuat tekan dengan menggunakan pasir laut 20%, maka hasil kuat tekan yang dicapai sebesar $321,11 \text{ kg/cm}^2$ dan karakteristik $244,98 \text{ kg/cm}^2$.
 - d. Kuat tekan dengan menggunakan pasir laut 30%, maka hasil kuat tekan yang dicapai sebesar $286,67 \text{ kg/cm}^2$ dan karakteristik $232,30 \text{ kg/cm}^2$.
 - e. Kuat tekan dengan menggunakan pasir laut 40%, maka hasil kuat tekan yang dicapai sebesar $234,44 \text{ kg/cm}^2$ dan karakteristik $205,59 \text{ kg/cm}^2$.
 - f. Kuat tekan dengan menggunakan pasir laut 50%, maka hasil kuat tekan yang dicapai sebesar $205,56 \text{ kg/cm}^2$ dan karakteristik $165,66 \text{ kg/cm}^2$.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. (2001). Buku Pedoman Pengujian Laboratorium Beton. Bekasi : DEP. Pemukiman dan Prasarana Wilayah – Balitbang Kimpraswil.
Ilmu Bahan Bangunan.
(1997). Laporan Pratikum Pelatihan Teknis Laboratorium Quality Control. Jakarta : Pusat Pelatihan MBT.
(1997). Pelatihan Quality Control of Civil Work. Jakarta : Pusat Pelatihan MBT.
(1971). Peraturan Beton Bertulang Indonesia. Bandung : DPU dan Tenaga Listrik.
(1989). Perhitungan Konstruksi Beton Bertulang Berdasarkan Pedoman Beton. Surabaya : ITS.
(1991). Tata Cara Pembuatan Beton Normal SK SNI T – 1991 – 03. Bandung : DPU, Yayasan LPM.
Honing, J. (1982). Konstruksi Beton. Jakarta : Pratnya Paramita.
Murdock. (1986). Teknologi Beton. Surabaya : ITS.
Rahmadiyanto dan Samekto, W. (2001). Teknologi Beton. Yogyakarta : Kanisius.
Subakti, A. (1995). Teknologi Beton Dalam Praktek. Surabaya : ITS.
Kanseryani, Y. (2004). Analisis Kuat Tekan Beton Dengan Menggunakan Pasir Sedimen Sebagai Agregat Halus Di Kota Ende. Ende : Skripsi Fakultas Teknik Universitas Flores.