

SUBSTITUSI AGREGAT HALUS BETON MENGGUNAKAN KAPUR ALAM DAN MENGGUNAKAN PASIR LAUT PADA CAMPURAN BETON

(Studi Analisis Bahan Kapur Alam dan Pasir Laut Dari Kabupaten Sumba Barat Daya Provinsi Nusa Tenggara Timur)

Yufiter Silas Kandi(yufiter_fly@yahoo.co.id) ¹⁾

Ruslan Ramang ²⁾

Remigildus Cornelis ³⁾

ABSTRACT

The limited of material that occur in Sumba Barat Daya district cause the used of natural limestone and sea sand as a substitute for fine aggregate that is scientifically unknown quality, so it needs to do a study of the material. The purpose of this research is to determine the percentage of natural limestone and sea sand that can be used and to determine the quality of the resulting concrete. Specimens used in this research is concrete cylinder (diameter 15 cm and high 30 cm). The methods used for data analysis was descriptive statistics. Based on the results obtained that the percentage that can be used for sea sand is 100% and for natural limestone is 25%. The result of Quality test obtained that the concrete with natural limestone have compressive strength and split tensile strength is smaller than the normal concrete and do not reach the compressive strength of the plan. While the concrete using sea sand is concrete which produces compressive strength and split tensile strength greater than normal concrete.

ABSTRAK

Keterbatasan material pasir yang terjadi di Kabupaten Sumba Barat Daya menyebabkan digunakannya kapur alam dan pasir laut sebagai bahan pengganti agregat halus yang secara ilmiah belum diketahui kualitasnya, sehingga perlu dilakukan kajian tentang bahan tersebut. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui persentase kapur alam dan pasir laut yang dapat digunakan dan untuk mengetahui kualitas beton yang dihasilkan. Benda uji yang digunakan adalah beton silinder (diameter 15 cm dan tinggi 30 cm). Metode yang digunakan untuk analisa data adalah statistik deskriptif. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh bahwa persentase yang dapat digunakan untuk pasir laut adalah 100% dan untuk kapur alam adalah 25%. Hasil uji kualitas diperoleh bahwa beton yang menggunakan kapur alam memiliki kuat tekan dan kuat tarik belah yang lebih kecil dari beton normal dan tidak mencapai kuat tekan rencana. Sedangkan beton yang menggunakan pasir laut menghasilkan kuat tekan dan kuat tarik belah yang lebih besar dari beton normal.

1. PENDAHULUAN

Beton merupakan konstruksi yang sangat penting dan paling dominan digunakan pada struktur bangunan. Berbagai bangunan didirikan dengan menggunakan beton sebagai konstruksi utama, baik bangunan gedung, bangunan air, bangunan sarana

^{*1.)} Mahasiswa Teknik Sipil FST Undana

^{*2,3)} Dosen Teknik Sipil FST Undana

transportasi dan bangunan-bangunan yang lainnya. Beton merupakan konstruksi yang mempunyai banyak kelebihan antara lain, kuat menahan gaya tekan, tahan terhadap perubahan cuaca, lebih tahan terhadap suhu tinggi, mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan dan mudah dikerjakan dengan cara mencampur semen, agregat, air, dan bahan tambahan lain bila diperlukan.

Penggunaan beton sebagai konstruksi bangunan tentunya tidak terlepas dari ketersediaan material beton seperti kerikil, pasir dan semen. Namun pada kenyataannya pada beberapa daerah mengalami keterbatasan material, seperti yang terjadi di Kabupaten Sumba Barat Daya, di mana keterbatasan material khususnya material pasir disebabkan karena mahalnya harga material akibat jauhnya sumber material tersebut. Hal ini disebabkan karena tidak adanya sumber atau penambangan pasir kali/biasa di wilayah Kabupaten Sumba Barat Daya.

Pasir laut menjadi pilihan yang banyak digunakan oleh masyarakat Wewewa sebagai bahan pengganti agregat halus beton. Meski pemakaian pasir laut ini memiliki beberapa kekurangan seperti dapat menyebabkan korosi pada tulangan, namun masyarakat pada umumnya tetap memilih untuk menggunakannya. Selain itu, perbandingan mutu beton yang dihasilkan antara penggunaan pasir laut dan penggunaan pasir biasa belum diketahui. Dengan demikian pergantian agregat halus dengan menggunakan pasir laut ini belum bisa memberikan jaminan terhadap kualitas beton yang dihasilkan. Pemakaian pasir laut ini dikarenakan sumber material yang cukup dekat, sehingga dapat diperoleh dengan mudah.

Penggunaan pasir laut ini juga belum menjamin ketersediaan agregat pasir tersebut karena harga pasir laut masih tergolong mahal sehingga sulit dijangkau oleh masyarakat. Kapur alam merupakan alternatif lain yang banyak digunakan sebagai bahan pengganti sebagian pada agregat halus beton. Penggunaan kapur alam ini dikarenakan harganya relatif lebih murah jika dibandingkan dengan pasir biasa dan sumbernyapun dapat dikatakan melimpah sehingga mudah didapatkan.

Pergantian agregat halus dengan pasir laut dan kapur alam ini tentunya membutuhkan penelitian secara ilmiah untuk mengetahui pengaruh pergantian agregat halus tersebut dan perbandingan mutu struktur beton yang dihasilkan, dibandingkan dengan penggunaan agregat biasa.

^{*1.)} Mahasiswa Teknik Sipil FST Undana

^{*2,3)} Dosen Teknik Sipil FST Undana

2. TINJAUAN PUSTAKA

A. Beton

Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI 03-2847-2002), beton adalah campuran antara semen portland atau semen hidraulik lain, agregat halus, agregat kasar dan air dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk massa padat. Material pembentuk beton tersebut dicampur merata dengan komposisi tertentu menghasilkan suatu campuran yang homogen sehingga dapat dituang dalam cetakan untuk dibentuk sesuai keinginan. Campuran tersebut bila dibiarkan akan mengalami pengerasan sebagai akibat reaksi kimia antara semen dan air yang berlangsung selama jangka waktu panjang atau dengan kata lain campuran beton akan bertambah keras sejalan dengan umurnya. Beton normal adalah beton yang mempunyai berat satuan 2200 Kg/m^3 sampai 2500 Kg/m^3 dan dibuat menggunakan agregat alam yang dipecah maupun tidak dipecah.

Kualitas atau mutu dari suatu beton sangat bergantung kepada komponen penyusun atau bahan dasar beton, bahan tambahan, cara pembuatan dan alat yang digunakan. Semakin baik bahan yang digunakan, campuran direncanakan dengan baik, proses pembuatan dilaksanakan dengan baik, dan alat-alat yang digunakan baik maka akan menghasilkan kualitas beton yang baik pula. Bahan-bahan pokok dari beton adalah semen, agregat yang terdiri dari agregat halus dan agregat kasar dan air serta bahan tambahan yang digunakan dengan keperluan tertentu.

B. Pasir Laut

Pasir laut ialah pasir yang diambil dari pantai. Butirannya halus dan bulat karena gesekan. Pasir ini merupakan pasir yang paling jelek karena kandungan garam-garamnya. Garam ini menyerap air dari udara dan ini menyebabkan pasir selalu agak basah dan menyebabkan pengembangan bila sudah menjadi bangunan (Anonim, 2012)

Pasir laut ini pada dasarnya tidak berbeda secara fisik dengan pasir biasa pada umumnya. Penggunaan pasir laut sebagai bahan bangunan dapat diterima jika bahan ini dikerjakan sesuai dengan persyaratan yang telah ditetapkan oleh lembaga terpercaya. Kelemahan utama dari pasir laut ini adalah tidak dapat digunakan pada beton bertulang, karena dapat menyebabkan korositas pada baja tulangan. Hal ini karena pasir laut

^{*1.)} Mahasiswa Teknik Sipil FST Undana

^{*2,3)} Dosen Teknik Sipil FST Undana

mengandung banyak garam sulfat yang mampu memberikan korositas pada besi tulangan.

British Code CP 110:1972 memberikan batasan maksimum kandungan garam CaCl (*Calcium Chloride*) dari agregat laut sebesar 1% dari berat semen yang digunakan, bahkan untuk penggunaan semen alumina atau beton prategang hanya 0,1%. Hal ini disebabkan kandungan garam yang ada bila berhubungan dengan udara akan menimbulkan *efflorescence* (Siregar, dkk. 2008).

C. Kapur Alam

Kapur alam merupakan bahan bangunan yang di peroleh dari galian alam. Kapur alam ini berwarna putih atau putih kekuningan dan memiliki butiran yang mirip dengan pasir. Kapur alam ini sudah digunakan sejak lama oleh masyarakat sebagai bahan bangunan. Penggunaan kapur alam ini adalah sebagai bahan substitusi parsial pada agregat halus beton karena karakteristik butirannya mirip dengan pasir pada umumnya.

Pada dasarnya kapur terbentuk dari bahan dasar batu kapur. Batu kapur mengandung kalsium karbonat (CaCO_3). Susunan kimia dan sifat bahan yang mengandung kapur ini berbeda dari satu tempat ke tempat yang lain, bahkan dalam suatu tempat yang samapun belum tentu memiliki sifat yang sama (Anonim, 2012)

Kapur alam ini merupakan bahan lokal yang berdasarkan data Dinas Pertambangan Kabupaten Sumba Barat Daya belum terdapat penelitian sebelumnya, sehingga referensi tentang keberadaan kapur alam ini masih sangat terbatas. Berdasarkan peraturan Bupati Sumba Barat Daya, lokasi penyebaran dari kapur alam ini adalah di Desa Pelli kecamatan Wewewa Timur Kabupaten Sumba Barat Daya. Namun berdasarkan pengamatan penulis, kapur alam ini tersebar hampir di seluruh Kecamatan Wewewa Timur sehingga sumbernya dapat dikatakan melimpah.

3. METODE PENELITIAN

A. Alat dan Bahan Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain 1 set ayakan standar ASTM, Timbangan, oven, bak perendaman beton, cetakan silinder, alat uji kuat tekan dan alat penunjang lainnya.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

^{*1.)} Mahasiswa Teknik Sipil FST Undana

^{*2,3)} Dosen Teknik Sipil FST Undana

1. Pasir normal merupakan pasir yang diambil dari pasir lamboya Kabupaten Sumba Barat.
2. Pasir laut, diambil dari pasir laut katewel Sumba Barat Daya
3. Kapur alam, diambil dari Wewewa Kabupaten Sumba Barat Daya.
4. Agregat kasar, diambil dari batu pecah Takari
5. Semen Portland tipe I

B. Pelaksanaan Penelitian

Secara garis besar langkah-langkah yang ditempuh dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Melakukan pemeriksaan terhadap bahan-bahan penelitian
2. Merencanakan proporsi campuran yang akan digunakan dalam pembuatan benda uji
3. Pembuatan benda uji silinder
4. Melakukan perawatan benda uji sampai mencapai umur rencana
5. Melakukan pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah beton.
6. Menganalisis data hasil pengujian yang diperoleh dari hasil uji kuat tekan dan kuat tarik belah beton.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pemeriksaan Bahan

1. Semen portland

Tidak terdapat gumpalan sehingga dapat digunakan.

2. Pasir Normal (pasir Lamboya)

Karakteristik	Nilai	Syarat
Kadar Lumpur (%)	0.73	$\leq 5\%$
Berat Jenis	2.51	-
Penyerapan Air (%)	6,270	-
Modulus Halus Butir	2,566	1,5 - 3,8
Berat Volume (kg/m ³)	1588,710	-
Kadar Air (%)	2,92	-

^{*1.)} Mahasiswa Teknik Sipil FST Undana

^{*2,3)} Dosen Teknik Sipil FST Undana

Hasil pengujian gradasi dari pasir ini adalah masuk dalam Zona 2 atau pasir agak kasar.

3. Kapur Alam

Karakteristik	Nilai	Syarat
Kadar Lumpur (%)	20,022	$\leq 5\%$
Berat Jenis	2.390	-
Penyerapan Air (%)	14,029	-
Modulus Halus Butir	2,795	1,5-3,8
Berat Volume (kg/m ³)	1476,452	-
Kadar Air (%)	2,67	-

Kapur alam ini tidak memenuhi syarat kadar lumpur agregat dan hasil pengujian gradasi dari kapur alam adalah tidak memenuhi syarat gradasi agregat halus.

4. Pasir laut

Karakteristik	Nilai	Syarat
Kadar Lumpur (%)	0.290	$\leq 5\%$
Kadar Garam (%)	0,236	$\leq 1\%$
Berat Jenis	2.522	-
Penyerapan Air (%)	4,932	-
Modulus Halus Butir	2,452	1,5-3,8
Berat Volume (kg/m ³)	1594,677	-
Kadar Air (%)	3,730	-

Hasil pengujian gradasi pasir ini adalah masuk dalam Zona 2 atau pasir agak kasar dan pengujian kadar garam diperoleh kadar garam CaCl sebesar 0,236% dari berat semen sehingga dengan demikian pasir laut ini dapat digunakan.

^{*1.)} Mahasiswa Teknik Sipil FST Undana

^{*2,3)} Dosen Teknik Sipil FST Undana

5. Agregat kasar

Karakteristik	Nilai	Syarat
Kadar Lumpur (%)	0.104	$\leq 1\%$
Berat Jenis	2.672	-
Penyerapan Air (%)	1,030	-
Modulus Halus Butir	6,330	5 - 8
Berat Volume (kg/m ³)	1600,323	-
Kadar Air (%)	0,610	-

B. Penentuan Persentase Penggantian Agregat Halus

Pada kapur alam untuk memenuhi syarat gradasi dan kadar lumpur agregat halus maka kapur alam ini digunakan sebagai agregat pengganti sebagian pada pasir normal. Berdasarkan hasil pengujian, pada persentase 20%, 25% dan 30% penggantian pasir normal dengan kapur alam diperoleh bahwa untuk persentase penggantian yang memenuhi syarat gradasi dan kadar lempung adalah 25% dari total kebutuhan agregat halus. Sedangkan pada pasir laut persentase penggantian yang memenuhi syarat adalah 100% dari total kebutuhan agregat halus beton.

C. Perencanaan Campuran Beton

Dalam pengujian ini perencanaan campuran yang ini dilakukan pada masing-masing material adalah sama, yaitu dengan kuat rencana 25 MPa dan FAS 0,5. Hasil perencanaan campuran beton dengan FAS 0,5 diperoleh perbandingan sebagai berikut :

1. Beton normal : 1 PC : 1,87 Pasir Normal : 2,69 Kerikil
2. Beton dengan 25% kapur alam : 1 PC : 1,86 (25% kapur alam + 75% pasir normal) : 2,68 Kerikil
3. Beton dengan 100% kapur alam : 1 PC : 1,84 Kapur alam : 2,65 Kerikil
4. Beton dengan 100% pasir laut : 1 PC : 1,88 Pasir laut : 2,70 Kerikil

D. Pengujian Slump

^{*1.)} Mahasiswa Teknik Sipil FST Undana

^{*2,3)} Dosen Teknik Sipil FST Undana

Tabel Hasil pengujian slump beton

Jenis Pengujian Beton	Slump
	(mm)
Beton normal	80 - 100
Beton dengan 25% kapur alam	85 - 100
Beton dengan 100% kapur alam	90 - 110
Beton dengan 100% pasir laut	95 - 105

E. Pengujian Beton

1. Pengujian kuat tekan Beton

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan diperoleh kuat tekan beton pada umur 7 hari, 14 hari dan 28 hari, seperti yang ditabulasikan dalam tabel berikut :

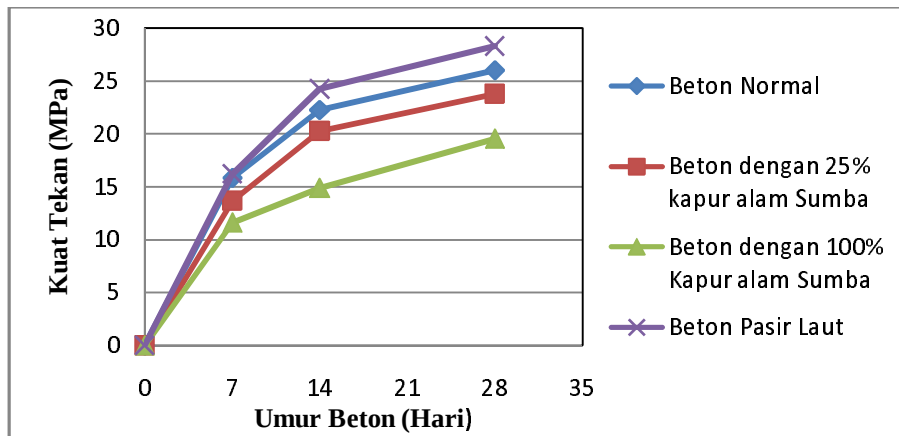
Tabel hasil pengujian kuat tekan beton silinder

Jenis Beton	FAS	Umur	Luas	Berat rata-rata	Gaya Tekan Rata-rata	Kuat Tekan Rata-rata
		hari	mm ²	kg	kN	Mpa
Beton Normal	0,5	7	17678,57	12,35	280,00	15,84
		14		12,36	393,33	22,25
		28		12,33	460,00	26,02
Beton dengan 25% Kapur alam	0,5	7	17678,57	12,20	241,67	13,67
		14		12,20	358,33	20,27
		28		12,18	420,00	23,76
Beton dengan 100% Kapur alam	0,5	7	17678,57	11,91	205,00	11,60
		14		11,98	263,33	14,90
		28		11,92	345,00	19,52
Pasir laut	0,5	7	17678,57	12,44	286,67	16,22
		14		12,64	428,33	24,23
		28		12,65	500,00	28,28

*1.) Mahasiswa Teknik Sipil FST Undana

*2,3) Dosen Teknik Sipil FST Undana

Perbandingan kuat tekan untuk masing-masing beton ditampilkan dalam grafik berikut :



Grafik perbandingan kuat tekan untuk masing-masing beton

Berdasarkan tabel 4.3 dan gambar 4.4 kuat tekan beton di atas terlihat bahwa meskipun didesain dengan kuat tekan rencana dan FAS yang sama, kuat tekan yang dihasilkan terjadi perbedaan untuk masing-masing substitusi agregat. Untuk pengujian pada umur 28 hari beton yang menggunakan pasir laut sebagai agregat halus merupakan beton yang menghasilkan kuat tekan rata-rata terbesar, yaitu 28,28 MPa. Untuk beton yang menggunakan 100% kapur alam sebagai agregat pengganti agregat halus merupakan beton yang menghasilkan kuat tekan rata-rata yang paling kecil, yaitu 19,52 MPa

Pada penggantian agregat halus dengan menggunakan kapur alam kekuatan beton mengalami pengurangan jika dibandingkan dengan beton normal baik penggantian agregat halus beton dengan 25% kapur alam dan 100% kapur alam. Kekuatan yang dihasilkan dengan penggunaan material tidak hanya mengalami pengurangan kekuatan, melainkan kuat tekan beton yang dihasilkan tidak mencapai kuat tekan rencana $f'c$.

Penyebab dari peningkatan dan pengurangan kuat tekan yang dihasilkan adalah dilihat dari penyerapan masing-masing material. Dimana kapur alam memiliki penyerapan yang paling besar, yaitu sebesar 14,09% sehingga dengan demikian material ini akan meninggalkan volume pori yang besar pada saat beton kering yang menyebabkan mudah hancurnya beton. Pada pasir laut besar penyerapan adalah sebesar

^{*1.)} Mahasiswa Teknik Sipil FST Undana

^{*2,3)} Dosen Teknik Sipil FST Undana

4,932%. Nilai ini lebih kecil dari penyerapan agregat halus normal (pasir Lamboya) yaitu sebesar 6,27% sehingga dengan demikian material pasir Lamboya memiliki volume pori yang lebih besar dari pada pasir laut.

Kadar lempung agregat merupakan salah satu penyebab lainnya di mana kadar lempung ini memungkinkan menurunnya ikatan antara semen dan agregat sehingga akan berpengaruh pada kualitas beton yang dihasilkan. Pada penggunaan 25% kapur alam sebagai bahan pengganti agregat halus memiliki kandungan lempung sebesar 4,45% dan pada penggunaan 100% kapur alam sebagai bahan pengganti agregat halus memiliki kandungan lempung sebesar 20,022%. Peningkatan kandungan lempung ini berbanding lurus dengan penurunan kualitas beton yang dihasilkan, sehingga dengan demikian semakin besar kandungan lempung agregat semakin besar pula penurunan kualitas beton yang dihasilkan.

2. Pengujian kuat tarik belah beton

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan diperoleh kuat tekan beton pada umur 7 hari, 14 hari dan 28 hari, seperti yang ditabulasikan dalam tabel berikut :

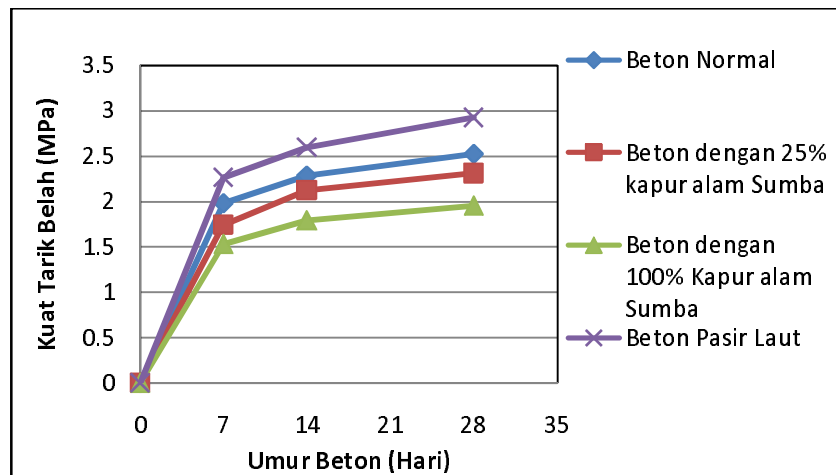
Tabel hasil pengujian Kuat tarik belah beton

Jenis Beton	FAS	Umur	Berat rata-rata	$\square$ D L	Gaya Tekan Rata-rata	Kuat Tekan Belah Rata-rata
		Hari	Kg	mm ²	KN	MPa
Beton Normal	0,5	7	12,35	141428,57	140,00	1,980
		14	12,27		161,67	2,29
		28	12,33		178,33	2,52
Beton dengan 25% Kapur alam	0,5	7	12,13	141428,57	123,33	1,74
		14	12,21		150,00	2,12
		28	12,18		163,33	2,31
Beton dengan 100% Kapur alam	0,5	7	11,90	141428,57	108,33	1,532
		14	11,89		126,67	1,79
		28	12,00		138,33	1,96
Pasir laut	0,5	7	12,49	141428,57	160,00	2,26
		14	12,70		183,33	2,59
		28	12,57		206,67	2,92

*1.) Mahasiswa Teknik Sipil FST Undana

*2,3) Dosen Teknik Sipil FST Undana

Perbandingan kuat tekan untuk masing-masing beton ditampilkan dalam grafik berikut :



Grafik perbandingan kuat tarik belah untuk masing-masing beton

Sama halnya dengan kuat tekan beton, kuat tarik belah beton yang menggunakan pasir laut merupakan beton yang memiliki kuat tarik belah paling besar dan beton yang menggunakan 100% kapur alam merupakan beton yang menghasilkan kuat tarik belah yang paling kecil.

Menurut Dipohusodo,1994: 10 dalam Kasno, 2006 nilai kuat tarik bahan beton normal hanya berkisar antara 9%-15% dari kuat tekannya, sehingga secara keseluruhan kuat tarik belah beton di atas masuk dalam batasan tersebut. Persentase kuat tarik belah beton dari beton normal adalah 9,69% dari kuat tekannya, beton dengan 25% kapur alam adalah 9,72 dari kuat tekannya, beton dengan 100% kapur alam adalah 10,02% dari kuat tekannya dan beton dengan pasir laut adalah sebesar 10,33% dari kuat tekannya.

Penggunaan pasir laut ini pada dasarnya masih memiliki banyak kekurangan, dimana beton yang dihasilkan meskipun memiliki kekuatan awal yang besar dari beton biasa, setelah umur 28 hari kekuatannya akan lebih rendah (Nugraha dan Antoni, 2007). Dengan demikian penggunaan pasir laut ini perlu peninjauan lebih lanjut terhadap efek jangka panjang yang dihasilkan.

Meski pasir laut dikuatirkan penggunaannya, karena kadar garamnya yang tinggi namun berdasarkan hasil penelitian ini, kadar garam pasir laut yang berasal dari hasil penambangan dalam hal ini pasir yang sudah tercuci secara alami oleh air hujan

*1.) Mahasiswa Teknik Sipil FST Undana

*2,3) Dosen Teknik Sipil FST Undana

mengandung garam yang sedikit yaitu sebesar 0,236% dari jumlah semen yang digunakan. Nilai ini lebih kecil dari batasan maksimum kandungan garam pada agregat laut yang ditetapkan menurut *British Code CP 110:1972* yang memberikan batasan maksimum kandungan garam CaCl pada agregat laut sebesar 1% dari berat semen yang digunakan atau dalam penelitian ini 0,545% dari berat pasir laut yang digunakan.

5. KESIMPULAN

1. Berdasarkan hasil pengujian dalam penelitian ini, persentase kapur alam yang dapat digunakan sebagai bahan pengganti agregat halus yang memenuhi syarat gradasi dan modulus kehalusan butiran adalah sebesar 25%. Sedangkan persentase pasir laut yang memenuhi syarat sebagai bahan pengganti agregat halus adalah sebesar 100%.
2. Kualitas beton yang dihasilkan dengan menggunakan kapur alam sebagai pengganti agregat halus beton lebih kecil dari beton normal dan tidak mencapai kuat tekan rencana yang telah ditetapkan ($f'_c = 25$ MPa). Kualitas beton pada umur 28 hari yang dihasilkan beton dengan 25% kapur alam, yaitu kuat tekan sebesar 23,76 MPa dan kuat tarik belah sebesar 2,31 MPa. Sedangkan beton dengan 100% kapur alam menghasilkan kuat tekan sebesar 19,52 MPa dan kuat tarik belah sebesar 1,96 MPa.
3. Berdasarkan hasil penelitian ini kualitas yang dihasilkan beton dengan menggunakan pasir laut, dalam hal ini pasir laut yang diambil dari hasil penambangan yang telah melalui pencucian secara alami oleh air hujan, baik kuat tekan maupun kuat tarik belah beton memiliki nilai yang lebih besar jika dibandingkan dengan beton normal. Kualitas beton pada umur 28 hari yang dihasilkan beton dengan pasir laut, yaitu kuat tekan sebesar 28,28 MPa dan kuat tarik belah sebesar 2,92 MPa, Sedangkan beton beton normal menghasilkan kuat tekan sebesar 26,02 MPa dan kuat tarik belah sebesar 2,52 MPa.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, *Batuan*, Universitas Guna Darma, http://elearning.gunadarma.ac.id/bahan_konstruksi_teknik/bab4_bantan.pdf. Diakses pada tanggal 25 Pebruari 2012.
- Depertemen P.U., 1968, *SNI-03-1968-1990 (Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar)*, LPMB: Bandung.

^{*1.)} Mahasiswa Teknik Sipil FST Undana

^{*2,3)} Dosen Teknik Sipil FST Undana

- Depertemen P.U., 1970, *SNI-03-1970-1990 (Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus)*, LPMB: Bandung.
- Depertemen P.U., 1989, *SK SNI-S-04-1989-F (Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A (Bahan Bangunan Bukan Logam))*, LPMB: Bandung.
- Depertemen P.U.,1990, *SK SNI T-15-1990-03 (Proses Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal)*, LPMB : Bandung
- Depertemen P.U.,1990, *SNI-03-1971-1990 (Prosedur Pengujian Kadar Air Agregat)*, LPMB : Bandung
- Depertemen P.U.,1996, *SNI 03-4154-1996 (Metode Pengujian Kuat Lentur Beton Dengan Balok Uji Sederhana Yang Dibebani Terpusat Langsung)* LPMB : Bandung
- Depertemen P.U., 2002, *SNI-03-6669-2002 (Penentuan Kadar Lempung Bahan Pasir)*, LPMB : Bandung
- Depertemen P.U., 1998, *SNI-03-4804-1998 (Metode Bobot Isi dan Rongga Udara dalam Agregat)*, LPMB : Bandung
- Kasno. 2006. *Pengaruh Penambahan Serat Kawat Bendirat Pada Campuran Beton*. Skripsi. Universitas Negeri Semarang. Semarang
- Komaruddin, 1974, *Metode Penulisan Skripsi dan Tesis*, Angkasa : Bandung
- Nugraha, Paul dan Antoni, 2007, *Teknologi Beton*, Andi : surabaya.
- Purnomo, R. Dkk, 2007, *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2002) dilengkapi penjelasan*, itsprees. Surabaya
- Sina, Dantje, 2010, *Pedoman Praktikum Beton*, Laboratorium Beton Jurusan Teknik Sipil Universitas Nusa Cendana : Kupang
- Siregar, A. Husin dkk. 2008, *Pemanfaatan Pasir Pantai Sepempang dan Batu Pecah Asal Ranai Sebagai Bahan Pembuatan Beton Normal*, Forum Teknik Sipil No. XVIII/1-Januari 2008. Universitas Gadjah Mada : Yogyakarta
- Surdia, T. dan Saito S. 2005, *Pengetahuan Bahan Teknik*, Prandnya Paramita : Jakarta

^{*1.)} Mahasiswa Teknik Sipil FST Undana

^{*2,3)} Dosen Teknik Sipil FST Undana