

OPTIMALISASI PASIR MALANU KOTA SORONG SEBAGAI MATERIAL BETON

Johanes Eudes Ola¹, Exsel Rino Lisan²

^{1,2} Program Studi Diploma Empat (D4) Teknik Sipil, Politeknik Saint Paul Sorong
Email: eudesola@yahoo.co.id

Abstrak

Salah satu lokasi pasir yang sering digunakan sebagai material beton, di kota Sorong, Papua Barat adalah wilayah Malanu Kampung. Diketahui bahwa pengolahan bahan baku menjadi pasir dilakukan secara manual, sehingga hasil produksinya memiliki sifat yang tidak seragam, tanpa standar mutu yang pasti. Akibatnya mutu struktur yang dihasilkan menjadi rendah. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis sifat pasir Malanu setelah dioptimalkan menjadi material yang memenuhi syarat pembuatan beton, dan pencapaian mutu beton maksimum dari penggunaannya.

Dengan metode deskriptif - kualitatif, hasil analisis menunjukkan bahwa bahan baku pasir Malanu dengan proses pencucian dan penyaringan, diperoleh kadar lumpur 2,8 %, berat jenis 2,564 gr/cm³, berat volume 1,592 gr/cm³, dan masuk pada gradasi zona 1. Sedangkan kuat tekan yang dihasilkan untuk target mutu $f_c' 20$ MPa, $f_c' 25$ MPa, $f_c' 30$ MPa, masing diperoleh 71%, 65%, dan 67% dari target mutu yang direncanakan.

Kata kunci: Pasir, kadar lumpur, gradasi pasir, mutu beton

1. PENDAHULUAN

Ditinjau dari jenis bahan yang digunakan dalam konstruksi bangunan sipil, dikenal 3 (tiga) jenis struktur yaitu struktur kayu, struktur beton, dan struktur baja. Sampai saat ini, struktur beton masih menjadi pilihan utama dalam pembuatan struktur karena mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan konstruksi, tahan terhadap temperatur yang tinggi, dan juga mudah dalam mendapatkan material penyusunnya (Mulyono, 2003).

SNI 03-2834-2000 tentang tata cara pembuatan rencana campuran beton normal (Kementerian Pekerjaan Umum, 2000) menjelaskan bahwa, material penyusun beton pada dasarnya terdiri atas air, semen, dan agregat.

Agregat halus (pasir) yang merupakan salah satu bahan utama dari beton harus memiliki syarat tertentu agar dapat menghasilkan mutu beton yang diharapkan.

Diketahui bahwa salah satu sumber pasir untuk mayoritas pembangunan di kota Sorong, berasal dari daerah Malanu Kampung. Bahan baku pasir di lokasi ini berasal dari bukit yang materialnya merupakan campuran dari pasir, batu dan tanah. Proses pengolahan bahan baku menjadi pasir, masih sangat manual, yaitu pasir disemprot dengan air, menggunakan tenaga manusia dengan peralatan slang air dan pompa air. Kondisi ini menyebabkan hasil produksi pasir Malanu sangat heterogen dari sisi kadar lumpur dan gradasi.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perlakuan khusus yang dapat diterapkan pada pasir Malanu agar dapat memenuhi syarat sebagai material beton normal, serta mengetahui mutu beton maksimum yang dapat dicapai dengan pemanfaatan pasir Malanu sebagai material beton, setelah memenuhi syarat sebagai material beton.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Beton

Beton adalah suatu komposisi bahan yang terdiri terutama dari media pengikat yang didalamnya tertanam partikel atau pigmen agregat. Pada beton dengan semen hidraulis, pengikat terbentuk oleh campuran semen hidraulis dan air. Beton yang merupakan campuran dari semen, air, agregat kasar dan agregat halus serta bahan tambah jika diperlukan dengan perbandingan tertentu, bersifat plastis pada saat pertama dibuat dan kemudian secara perlahan-lahan akan mengeras seperti batu. Seiring dengan penambahan umur, beton akan semakin mengeras dan akan mencapai kekuatan rencana (f_c') pada usia 28 hari.

Proses awal terjadinya beton adalah pasta semen yaitu proses hidrasi antara air dan semen, jika ditambahkan dengan agregat halus akan menjadi mortar, dan jika ditambah lagi dengan agregat kasar akan menjadi beton. penambahan material lain akan membedakan jenis beton, misalnya

penambahan tulangan baja akan menjadi beton bertulang.

2.2. Sifat Beton Segar

Beton segar adalah campuran beton setelah selesai diaduk hingga beberapa saat, dengan karakteristik belum berubah. Sifat-sifat yang dimiliki saat beton dikategorikan sebagai beton segar adalah sebagai berikut :

1. Kemudahan Pengerjaan (Workability)

Workability sering diartikan sebagai tingkat kemudahan pengerjaan campuran beton untuk diaduk, dituang, diangkut, dan dipadatkan.

2. Segregation (Pemisahan Kerikil)

Kecenderungan butir-butir kasar untuk lepas dari campuran beton dinamakan segregasi. Hal ini menyebabkan sarang kerikil yang akhirnya terjadi keropos pada beton. Segregasi disebabkan karena campuran kurus atau kurang, terlalu banyak air, dan besar ukuran agregat maksimum lebih dari 40 mm.

3. Bleeding (Pemisahan Air)

Kecenderungan air untuk naik ke permukaan pada beton yang baru dipadatkan dinamakan bleeding. Air yang naik ke permukaan membawa semen dan butir-butir halus pasir, yang pada saat beton mengeras nantinya akan membentuk selaput (*laitance*).

2.3. Sifat Beton Setelah Mengeras

Beton keras dapat dikatakan berkualitas baik jika mempunyai sifat-sifat seperti :

1. Kuat Tekan Beton

Kekuatan tekan adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan per satuan luas dan merupakan salah satu kinerja utama beton. Pada umumnya apabila kuat tekan beton tinggi, maka sifat-sifat yang lain juga lebih baik.

2. Kuat Tarik Beton

Kuat tarik beton jauh lebih kecil dari pada kuat tekannya, yaitu sekitar 10% - 15% dari kuat tekannya. Kuat tarik beton merupakan sifat yang penting untuk memprediksi retak dan defleksi balok.

3. Kedap Air

4. Tahan Lama (durability)

Merupakan kemampuan beton bertahan seperti kondisi yang direncanakan tanpa terjadi korosi dalam jangka waktu yang direncanakan.

5. Rangkak dan Susut

Rangkak merupakan salah satu sifat dimana beton mengalami deformasi permanen akibat adanya beban yang bekerja dan susut merupakan perubahan volume yang tidak berhubungan dengan pembebanan.

6. Modulus Elastisitas

Modulus elastisitas adalah suatu ukuran dari kekakuan atau daya tahan bahan terhadap deformasi. Modulus elastisitas ditentukan perubahan tegangan terhadap regangan dalam batas elastisitasnya.

2.4. Semen Portland

Semen portland adalah bahan konstruksi yang paling banyak digunakan dalam pekerjaan beton (Mulyono, 2003). Menurut ASTM C-150,1985, semen portland didefinisikan sebagai semen hidrolik yang dihasilkan dengan menggiling klinker yang terdiri dari kalsium silikat hidrolik, yang umumnya mengandung satu atau lebih bentuk kalsium sulfat sebagai bahan tambahan yang digiling bersama-sama dengan bahan utamanya. Semen merupakan bahan campuran yang secara kimiawi aktif setelah berhubungan dengan air dan berfungsi untuk mengikat butir-butir agregat hingga membentuk suatu massa padat dan mengisi rongga-rongga udara di antara butir-butir agregat.

2.5. Agregat Kasar

Disebut agregat kasar apabila partikel agregat lebih besar dari 4.75 mm (ayakan no. 4). Agregat yang ukuran butirannya lebih besar dari 40 mm digunakan untuk pekerjaan sipil lainnya seperti pekerjaan jalan, tanggul-tanggul penahan tanah, bronjong, atau bendungan. Sifat dari agregat kasar mempengaruhi kekuatan akhir beton keras dan daya tahannya terhadap disintegrasi beton, cuaca, dan efek-efek perusak lainnya. Syarat-syarat

agregat kasar (batu pecah) yang harus dipenuhi adalah :

1. Terdiri dari butir-butir keras dan tidak berpori bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca, seperti terik matahari dan hujan.
2. Tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1% yang ditentukan terhadap berat kering. Apabila kadar lumpur melampaui 1% maka agregat kasar harus dicuci.
3. Tidak boleh mengandung zat-zat yang dapat merusak beton, seperti zat-zat yang reaktif alkali.

2.6. Agregat Halus

Agregat halus (pasir) adalah mineral alami yang memiliki ukuran partikel agregat lebih kecil dari 4.75 mm tapi lebih besar 0.75 mm (ayakan no. 200) dan berasal dari hasil disintegrasi alami dari batuan alam atau pasir buatan yang dihasilkan dari alat pemecah batu (*stone crusher*). Dalam pemilihan agregat halus harus benar-benar memenuhi persyaratan yang telah ditentukan. Karena sangat menentukan dalam hal kemudahan pengerjaan (*workability*), kekuatan (*strength*), dan tingkat keawetan (*durability*) dari beton yang dihasilkan. Agregat halus sebagai bahan pembentuk mortar bersama semen dan air, berfungsi mengikat agregat kasar menjadi satu kesatuan yang kuat dan padat. Syarat-syarat agregat halus yang harus dipenuhi sebagai berikut :

1. Terdiri dari butiran-butiran tajam dan keras, bersifat kekal dalam arti tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca, seperti panas matahari dan hujan.
2. Tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% terhadap jumlah berat agregat kering. Apabila kandungan lumpur lebih dari 5%, agregat halus harus dicuci terlebih dahulu.
3. Tidak boleh mengandung bahan-bahan organik terlalu banyak. Hal demikian dapat dibuktikan dengan percobaan warna dari *Abrams Header* dengan menggunakan larutan NaOH.

SK. SNI T-15-1990-03 memberikan syarat-syarat untuk agregat halus yang diadopsi dari *British Standard*. Agregat halus dikelompokkan dalam empat zona (daerah) seperti dalam tabel 2.1 mengenai batas gradasi agregat halus dan ditunjukkan dalam grafik-grafik untuk mempermudah pemahaman.

Tabel 1. Batas Gradasi Agregat Halus (BS) (Mulyono)

Besar Lubang Ayakan (mm)	Persen Berat Butir yang Lewat Ayakan			
	Zona I	Zona II	Zona III	Zona IV
10	100	100	100	100
4,8	90 - 100	90 - 100	90 - 100	95 - 100
2,4	60 - 95	75 - 100	85 - 100	95 - 100
1,2	30 - 70	55 - 90	75 - 100	90 - 100
0,6	15 - 34	35 - 59	60 - 79	80 - 100
0,3	5 - 20	8 - 30	12 - 40	15 - 50
0,15	0 - 10	0 - 10	0 - 10	0 - 15

2.7. Bahan Tambah (*Admixture*)

Bahan tambah (*admixture*) adalah bahan-bahan yang ditambahkan ke dalam campuran beton pada saat atau selama pencampuran berlangsung yang berfungsi untuk memodifikasi sifat dan karakteristik dari beton seperti kemudahan pengerjaan, penghematan, atau untuk tujuan lain seperti penghematan energi. Bahan tambah diberikan dalam jumlah yang relatif sedikit, dan harus dengan pengawasan yang ketat agar tidak berlebihan dan memperburuk sifat beton.

Secara umum bahan tambah yang digunakan beton dapat dibedakan menjadi dua yaitu bahan tambah yang bersifat kimiawi (*chemical admixture*) dan bahan tambah yang bersifat mineral (*additive*).

3. METODELOGI

Proses penelitian dilakukan dengan melakukan perencanaan campuran untuk pembuatan beton yaitu sebagai berikut ini :

1. Kuat Tekan Rencana (Mpa)

Beton yang direncanakan harus memenuhi persyaratan kuat tekan rata-rata yang

memenuhi syarat berdasarkan data deviasi standar hasil uji kuat tekan yang lalu (umur 28 hari) unuk kondisi dan jenis konstruksi yang sama. Persyaratan kuat tekan didasarkan pada hasil uji kuat tekan silinder. Jika menggunakan hasil uji kuat tekan kurang dari 28 hari, maka hasilnya harus dikonversi untuk umur 28 hari berdasarkan tabel dibawah ini.

2. Pemilihan Proporsi Campuran Beton

Pemilihan proporsi campuran beton harus dilaksanakan sebagai berikut :

- Rencana campuran beton ditentukan berdasarkan hubungan antara kuat tekan dan faktor air semen;
- Untuk beton dengan nilai f'_c lebih dari 20 MPa proporsi campuran coba serta pelaksanaan produksinya harus didasarkan pada perbandingan berat bahan;
- Untuk beton dengan nilai f'_c hingga 20 MPa pelaksanaan produksinya boleh menggunakan perbandingan volume. Perbandingan volume bahan ini harus didasarkan pada perencanaan proporsi campuran dalam berat yang dikonversikan ke dalam volume melalui berat isi rata-rata antara gembur dan padat dari masing-masing bahan.

Prosedur perhitungan proporsi campuran dilakukan dengan cara sebagai berikut:

- Menetapkan kuat tekan beton yang diisyaratkan pada umur 28 hari (f'_c)
- Menetapkan nilai deviasi standar (S) (Mpa)
- Menghitung nilai tambah atau *margin* (M)
- Menetapkan kuat tekan rata-rata yang direncanakan (f'_{cr})
- Menetapkan jenis semen
- Menentukan jenis agregat
- Menentukan Faktor Air Semen
- Menetapkan faktor air semen maksimum
- Menetapkan slump
- Menetapkan besar butir agregat maksimum
- Kadar air bebas

- Kebutuhan Semen Minimum
- Persen Berat Agregat Halus
Persen berat agregat halus diperoleh dari grafik-grafik di bawah ini.
- Berat jenis relative agregat
- Berat isi beton
- Proporsi campuran
- koreksi proporsi campuran

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Perbaikan dan Sifat-Sifat Pasir Malanu

Perlakuan khusus pasir Malanu yang dimaksud adalah perbaikan gradasi dan kadar lumpur, dengan proses sebagai berikut:

- Pengambilan bahan baku yang belum diolah berupa material gunung.
- Pengujian kadar lumpur bahan baku dengan hasil pada Tabel 2.

Tabel 2. Kadar Lumpur Bahan Baku

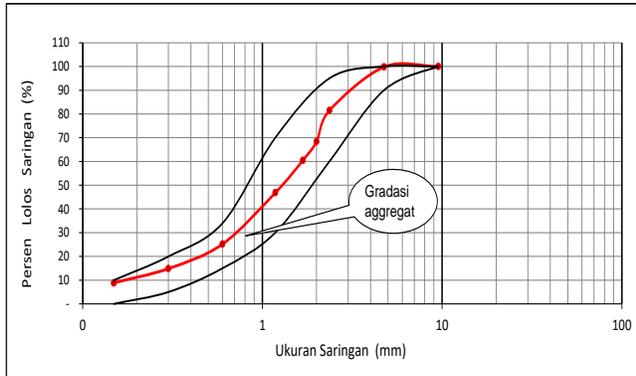
URAIAN	1	2
Pembacaan Lempung (A)	5.80	5.75
Pembacaan Pasir (B)	4.90	4.80
Kadar Lumpur	$\frac{(A-B) \times 100}{A} \%$	15.52 16.52
Rata - Rata (%)	16.02	

- Pencucian bahan baku sampai kadar lumpur mencapai syarat material beton yaitu < 5%, pada Tabel 3.

Tabel 3. Kadar Lumpur Agregat Halus Setelah Dicuci

URAIAN	1	2
Pembacaan Lempung (A)	5.10	5.50
Pembacaan Pasir (B)	5.00	5.30
Kadar Lumpur	$\frac{(A-B) \times 100}{A} \%$	1.96 3.64
Rata - Rata (%)	2.80	

4. Penyaringan material yang telah dicuci, agar terpisah bongkahan-bongkahan batu berbagai ukuran. Proses ini dilakukan untuk mencapai syarat gradasi untuk material beton.
5. Pengujian gradasi pasir yang telah disaring dengan hasil, seperti pada Gambar 1. Gambar tersebut menunjukkan agregat halus masuk zona I.



Gambar 1. Grafik Gradasi pasir

6. Pengujian berat jenis, dengan hasil seperti pada Tabel 4.

Tabel 4. Berat Jenis Agregat Halus

Bulk Specific Gravity (gr)	Specific Gravity of SSD (gr)	Apperent Specific Gravity (gr)	Absorption (%)
2.526	2.564	2.627	1.525

7. Pengujian berat volume dengan hasil pada Tabel 5.

Tabel 5. Berat Volume Agregat Halus

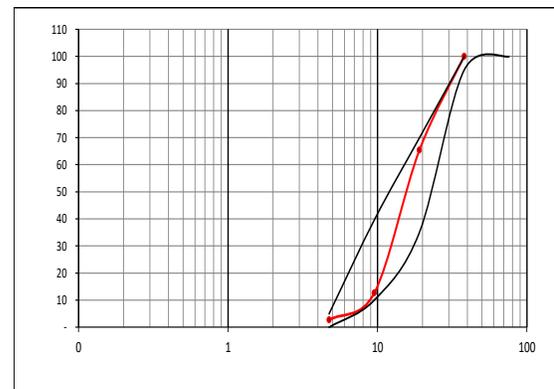
Uraian		Nilai	
Volume Wadah	cm ³	2.250	2.250
Berat Wadah	gr	0	0
Berat Agg. Lepas + Wadah	gr	3.350	3.570
Berat Agg. Padat + Wadah	gr	3.720	3.690
Berat Agg. Lepas	gr	3.350	3.570
Berat Agg. Padat	gr	3.720	3.690

Uraian		Nilai	
Berat Volume Lepas	gr/cm ³	1.489	1.587
Berat Volume Padat	gr/cm ³	1.653	1.640
Berat Volume Rata-Rata Lepas + Padat	gr/cm ³	1.571	1.613
Berat Volume Rata-Rata	gr/cm ³	1.592	

Agregat Kasar

Agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari Quarry PT. Bagus Jaya Abadi, Saoka – Kota Sorong, dengan sifat-sifat sebagai berikut:

1. Gradasi Campuran Batu Pecah 1-2 dan Batu Pecah 2-3, yang dilakukan dengan presentase masing-masing adalah batu pecah 1-2 sebesar 60% dan batu pecah 2-3 sebesar 40%, dengan nilai presentase tertahan maksimum sebesar 12.66% pada saringan No. 3/8 (9.52mm) dan ukuran butiran 40 mm, yang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2.

Grafik Gradasi Campuran Batu 1-2 dan 2-3

2. Berat jenis digunakan untuk menentukan volume yang diisi oleh aggregate yang dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Hasil Berat Jenis Agregat Kasar

No.	Material	Bulk Specific Gravity (gr)	Specific Gravity of SSD (gr)	Apperent Specific Gravity (gr)	Absorption (%)
1.	Batu 1-2	2.640	2.708	2.832	2.564
2.	Batu 2-3	2.787	2.844	2.955	2.041

3. Berat volume adalah perbandingan berat agregat terhadap isi. Pengujian ini dibagi menjadi 2 kondisi yaitu berat volume gembur dan berat volume padat. Hasil dari pengujian berat volume dapat dilihat pada Tabel 7 dan Tabel 8.

Tabel 7. Berat Volume Agregat Kasar 1-2

Uraian	Nilai	Nilai	
Volume Wadah	cm ³	2.250	2.250
Berat Wadah	gr	0	0
Berat Agg. Lepas + Wadah	gr	3.545	3.725
Berat Agg. Padat + Wadah	gr	4.040	4.050
Berat Agg. Lepas	gr	3.545	3.725
Berat Agg. Padat	gr	4.040	4.050
Berat Volume Lepas	gr/cm ³	1.576	1.656
Berat Volume Padat	gr/cm ³	1.796	1.800
Berat Volume Rata-Rata Lepas + Padat	gr/cm ³	1.686	1.728
Berat Volume Rata-Rata	gr/cm ³	1.707	

Tabel 8. Berat Volume Agregat Kasar 2-3

Uraian	Nilai	Nilai	
Volume Wadah	cm ³	2.250	2.250
Berat Wadah	gr	0	0
Berat Agg. Lepas + Wadah	gr	3.740	3.645
Berat Agg. Padat + Wadah	gr	4.105	3.975
Berat Agg. Lepas	gr	3.740	3.645

Uraian	Nilai	Nilai	
Berat Agg. Padat	gr	4.105	3.975
Berat Volume Lepas	gr/cm ³	1.662	1.620
Berat Volume Padat	gr/cm ³	1.824	1.767
Berat Volume Rata-Rata Lepas + Padat	gr/cm ³	1.743	1.693
Berat Volume Rata-Rata	gr/cm ³	1.718	

4.2. Komposisi Campuran Beton

Perancangan campuran beton dilakukan dengan berpedoman pada SNI 03-2834-2000, tentang Tata Cara Pembuatan Campuran Beton Normal. Komposisi campuran untuk setiap mutu ditunjukkan pada Tabel 9.

Tabel 9. Komposisi Campuran Beton

Mutu	Berat total (Kg)	Air (ltr)	Semen (Kg)	Pasir (Kg)	Batu 1-2 (kg)	Batu 2-3 (kg)
f'c 20 MPa	2425	185	331	888	613	409
f'c 25 MPa	2425	185	365	853	613	409
f'c 30 MPa	2425	185	401	818	612	408

4.3. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Hasil pengujian kuat tekan beton untuk umur 28 hari untuk masing-masing perencanaan yaitu: fc'20, fc'25 dan fc'30 ditunjukkan pada Tabel 10.

Tabel 10. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

No	Target Mutu	Berat (Kg)	Kuat Tekan (N/mm ²) (Mpa)	% dari Target Mutu
1	f'c 20	12,9	17,37	69%
2	f'c 20	12,66	18,50	74%
3	f'c 20	12,83	16,80	67%

No	Target Mutu	Berat (Kg)	Kuat Tekan (N/mm ²) (Mpa)	% dari Target Mutu
4	f'c 20	12,74	17,37	69%
5	f'c 20	12,92	18,84	75%
6	f'c 20	12,77	17,48	70%
7	f'c 25	12,9	20,59	69%
8	f'c 25	12,46	18,95	63%
9	f'c 25	13,04	19,74	66%
10	f'c 25	12,98	20,65	69%
11	f'c 25	12,73	17,31	58%
12	f'c 25	12,79	19,46	65%
13	f'c 30	12,76	23,25	66%
14	f'c 30	12,95	22,34	64%
15	f'c 30	12,69	23,42	67%
16	f'c 30	12,77	22,00	63%
17	f'c 30	13,00	22,40	64%
18	f'c 30	12,61	26,30	75%

4.4. Interpretasi Hasil Pengujian Kuat Tekan

Tabel 10. menunjukkan hasil pengujian kuat tekan sampel beton untuk mutu Fc' 20 MPa, Fc' 25 MPa, Fc' 30 Mpa, yang dapat disimpulkan bahwa rata-rata prosentasi pencapaian mutu beton dari target mutu seperti pada Tabel 11.

Tabel 11. Prosentasi Rata-rata Pencapaian Mutu Beton

No	Mutu	% Rata-rata dari Target Mutu
1	f'c 20 MPa	71 %
2	f'c 25 MPa	65 %
3	f'c 30 MPa	67 %

Untuk perhitungan rata-rata kuat tekan beton dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Kuat Tekan Rata-rata Hasil Pengujian

No	Mutu	Kuat Tekan Rata-rata	% dari Target Mutu
1	f'c 20 MPa	16,59 MPa	83 %
2	f'c 25 MPa	17,64 MPa	71 %
3	f'c 30 MPa	20,98 MPa	70 %

5. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis dan pembahasan atas data yang telah disajikan, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Bahan baku pasir Malanu dengan proses pencucian yang maksimal dapat mencapai kadar lumpur 2,8 %, yang memenuhi syarat untuk material beton < 5 %.
2. Dengan proses penyaringan, pengujian gradasi menunjukkan hasil yang dapat memenuhi syarat sebagai material beton dan masuk pada gradasi zona 1.
3. Optimalisasi bahan baku pasir Malanu sebagai material beton, belum mendapatkan hasil kuat tekan beton sesuai mutu yang ditargetkan.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Aji, Pujo dan Purwono. 2010. Pengendalian Mutu Beton : Sesuai SNI, ACI, ASTM. Surabaya, ITS Press
- Anonim, 2000, Tata cara Pembuatan Campuran Beton Normal, Departemen Pekerjaan Umum yang tertuang dalam SK. SNI. T-03-2834-2000, Jakarta
- Badan Standarisasi Nasional, 2011. Cara Uji Kuat Tekan Beton Dengan Benda Uji Silinder Menurut SNI 1974 : 2011. Jakarta
- Badan Standarisasi Nasional, 1990. Metode Pengujian Kuat Tekan Beton Menurut SNI 03-1974-1990. Jakarta
- Mulyono, Try, 1992. Teknologi Beton, Andi, Jakarta.
- Mulyono, Tri. 2003. Teknologi Beton, Andi, Yogyakarta