

# PASIR PANTAI SELATAN JAWA TIMUR DALAM MORTAR

M. Pujo Siswoyo

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang (UNNES)  
Gedung E4, Kampus Sekaran Gunungpati Semarang 50229, Telp/fax. (024) 8508102

**Abstract** There were houses near to the beach, they were built with fine agregat around the beach beside other materials. This paper discusses about compressing strength mortar containing coastal sand and river sand, with pozzolan portland cement (PPC) and portland cement (PC). The sand took at the beach of at Pacitan, Tulungagung, Malang, Jember, and Banyuwangi. Sand observation was taken place at laboratory of UMM. The specimens were cubical of  $5 \times 5 \times 5 \text{ cm}^3$ . Mix design of mortar were 1Portland Cement : 3 Fine Aggregate (sand of the beach-SB of 0, 20, 40, 60, 80, 100% combined by river sand-RS of 100, 80, 60, 40, 20, 0%), there were two kind of cement Portland and Pozzolan Portland on that mixture, and the cement water ratio was 0,465. The result showed that finess modulus of beach sand were 2.34-3.52. The specific gravity of fine aggregates of Puger beach was the greates of  $2,873 \text{ gram/cm}^3$  and the lowest was Sukamade beach sand of  $2,314 \text{ gram/cm}^3$ , and Brantas river sand was  $2,57 \text{ gram/cm}^3$ . The clay lump of sand took at Puger beach, Sukamade, Brantas river was 0.74, 0.76, and 0.68. The compressive strength on 14 days test of control mortar of 1 PC : 3 river sand was 1.7% lower than mortar containing 20% of beach sand and 80% of river sand. The compressive strength of mortar 40% beach sand : 60% river sand and mortar with pure beach sand were 91% and 17% of the controll. On 28 days test showed that compressive strength of mortar of 1 PC : 3 of pure beach fine aggregates; 1PC:40% of beach sand and 60% river sand; 1PC:20% of beach sand and 80% river sand, were 16%, 75%, and 82% of compressive strength of normal mortar.

**Key words:** beach sand, compressive strength, mortar, river sand

**Abstrak:** Penelitian ini bertujuan untuk memberikan gambaran pemanfaatan pasir pantai sebagai alternatif bahan pengisi mortar. Penilaiannya dilakukan dengan membandingkan nilai kuat tekan mortar. Pengamatan di lapangan telah menunjukkan bahwa masyarakat pesisir pantai telah menggunakan pasir pantai dalam mortar untuk membangun rumah atau bangunan lainnya. Pasir pantai diambil di : Pacitan, Tulungagung, Malang, Jember, dan Banyuwangi. Pemeriksaan karakteristik pasir dilakukan tanpa mencuci pasir. Perbandingan berat campuran mortar 1 semen : 3 pasir, dengan faktor air semen 0,46. Jenis semen PC dan PPC, selanjutnya persentase pasir pantai menggantikan pasir sungai Brantas meningkat yaitu 100% pasir pantai (pp) : 0% pasir sungai (ps), 2) 80% pp : 20% ps, 3) 60% pp : 40% ps, 4) 50% pp : 50% ps, 5) 40% pp : 60% ps, 6) 20% pp : 80% ps, dan 7) 0% pp : 100% ps; Faktor air semen 0,465. Spesimen berukuran  $5 \times 5 \times 5 \text{ cm}^3$ . Pengujian tekan mortar dilakukan pada umur spesimen 14 hari dan 28 hari. Hasil pemeriksaan menunjukkan bahwa butiran pp termasuk daerah 4, butiran ps Brantas di Tulungagung daerah 1. Berat jenis ps  $2,57 \text{ gr/cm}^3$ , berat jenis pp Puger terbesar  $2,873 \text{ gram/cm}^3$  dan terendah pp Sukamade yaitu  $2,314 \text{ gram/cm}^3$ . Kuat tekan umur 14 hari kubus mortar ps lebih rendah 1,7% daripada mortar 20% pp : 80% ps, lalu kuat tekan rata-rata kubus mortar 40% pp : 60% ps sebesar 91% dari kuat tekan mortar ps. Pada umur 28 hari, kuat tekan mortar ps memiliki kekuatan tertinggi, selanjutnya menurun pada mortar 20% pp : 80% ps menjadi 82%, dan menjadi 75% pada mortar 40% pp : 60% ps Nilai kuat tekan terkecil adalah mortar pp sebesar 16% dari kuat tekan mortar pasir sungai.

**Kata Kunci:** pasir pantai, kuat tekan, mortar, pasir sungai

## PENDAHULUAN

Tulisan ini bertujuan untuk memberikan informasi tentang penggunaan pasir pantai selatan Jawa Timur sebagai bahan pengganti (*replacement*) pasir sungai dalam spesi. Penulisan karya ini belum mengungkap secara

lengkap kerugian dan keuntungan pemakaian pasir pantai, tetapi sebagai langkah awal untuk memanfaatkan sumber daya pantai. Pemanfaatan melalui bidang teknik sipil untuk kesejahteraan masyarakat sangat diharapkan (Suhendro B., 2003), demikian juga pasir pantai.

Penerapan teori untuk memprediksi kekuatan beton, serta terobosan baru dalam dunia teknik sipil masih dibutuhkan (Besari, M.S., 2007).

Pasir sebagai salah satu bahan bangunan diperlukan oleh masyarakat. Permintaan masyarakat untuk memiliki tempat tinggal cukup tinggi, seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk. Penggunaan pasir pantai sebagai mortar atau spesi, beton, plasteran pada bangunan rumah tinggal, gudang, atau bangunan lainnya dijumpai di sepanjang pantai utara Jawa Timur dari Muncar sampai Rembang di pantai utara Jawa Timur (Husaini M. dan Dwi,M.R., 2004), dan di pesisir pulau Madura, serta pantai selatan Jawa Timur, seperti di Kecamatan Popoh Kabupaten Tulungagung (Wahyudi, Y., 2006).

Penambangan pasir dari dasar sungai (misalnya: Brantas, Bengawan Solo), atau gunung (misalnya: Merapi, Semeru), atau dari lahan terbuka dilakukan untuk memenuhi permintaan masyarakat. Aktifitas penambangan dilakukan terus menerus, bila tidak memperhatikan aturan atau pertimbangan yang bijaksana dapat menimbulkan dampak yang merugikan. Kerugian bisa berakibat langsung, atau di masa depan, misalnya keseimbangan alam terganggu, longsor, dan berkurangnya kestabilan bangunan sipil di sepanjang aliran sungai. Manusia dan lingkungannya berada dalam keadaan seimbang, maka keduanya berada dalam keadaan sehat. Tetapi karena sesuatu sebab sehingga keseimbangan terganggu atau mungkin tidak dapat tercapai, maka dapat menimbulkan dampak yang merugikan bagi kesehatan, atau sisi lainnya (Eddie W.S., 2006). Pengolahan sumber daya alam yang memperhatikan keseimbangan lingkungan sangat dibutuhkan untuk

meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Salah satu alternatif untuk menguranginya yaitu menemukan bahan baru yang berfungsi sama dengan pasir, atau mencari lahan pasir baru misalnya di daerah pesisir atau pantai.

## **KAJIAN TEORI**

### **Mortar**

Spesi atau mortar sebagai perekat diantara bata merah dalam pembuatan dinding di dalam rumah atau di luar rumah, lapisan plasteran, atau yang lain. Campuran ini tersusun atas semen, pasir, air, dalam waktu tertentu akan mengeras seperti batuan (Murdock, 1980). Adukan mortar dapat juga ditambahkan bahan tambah untuk mempercepat pengerasan atau tujuan yang lain (Tjokrodinuljo, 1996). Ciri spesi yang baik yaitu murah, kuat atau tahan lama, mudah dikerjakan (diaduk, diangkat, dipasang, dan diratakan), merekat dengan baik dengan bata, batu, dan sebagainya, cepat kering atau keras, tahan terhadap rembesan air, dan tidak timbul retak-retak setelah dipasang (Trimulyono, 2004).

### **Semen portland**

Semen dalam mortar adalah dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang terutama terdiri dari silikat kalsium yang bersifat hidraulis dengan gips sebagai bahan tambahan (PUBI-1982). Pasta semen berfungsi sebagai perekat agregat dan mengisi ruang antar agregat agar menjadi massa yang kompak atau padat. Unsur semen yaitu : kalsium disilikat, kalsium trisilikat, kalsium tri-aluminat, dan kalsium tetra aluminoforit berreaksi dengan air membentuk kalsium silikat hidrat yang keras (Neville, 1982).

Reaksi unsur semen dan air membentuk kalsium silikat hidrat yang keras. Waktu pengikatan yang diperlukan digolongkan menjadi dua bagian yaitu ikat awal (*initial time*) yaitu waktu dari pencampuran semen dan air sampai saat sifat plastis akan hilang, dan waktu ikatan akhir (*final setting time*) yaitu lama pasta menjadi massa yang keras (Tjokrodimulyo, K., 1996).

Berat jenis semen dari semen pada umumnya berkisar antara 3,10 sampai 3,30, berat jenis rata-rata digunakan 3,15, dan berat isi (berat satuan) semen sangat tergantung pada cara pengisian semen ke dalam takaran (Wuryati S dan Candra R, 2001).

Tabel 1. Spesifikasi teknis pengujian fisika semen *portland*

Jenis Pengujian	SNI 15-0302-94		ASTM C595-00a	
	PC	PPC	PC	PPC
Kehalusan :				
- Alat blaine (m <sup>2</sup> /Kg)	>280	>280	>280	-
Waktu ikat : Vicat tes				
- Awal (menit)	> 45	> 45	> 45	> 45
- Akhir (menit)	<375	<420	<370	<420
Kekekalan:Autoclave tes				
- Pemuai (%)	< 0.8	< 0.5	< 0.8	< 0.8
- Penyusutan (%)	-	< 0.2	-	< 0.2
Kuat Tekan :				
- 3 hari (Kg/cm <sup>2</sup> )	>125	>125	>122	>133
- 7 hari (Kg/cm <sup>2</sup> )	>200	>200	>194	>204
- 28 hari (Kg/cm <sup>2</sup> )	-	>250	-	>255
Ikatan Semu ( <i>false set</i> )				
- penetrasi akhir (%)	>50	-	>50	-
Panas Hidrasi				
- 7 hari (cal/gr)	-	< 70	-	< 70
- 28 hari (cal/gr)	-	< 80	-	< 80

PC :*Portland Cement*, Semen *Portland*

PPC:*Pozzolan Portland Cement*, Semen

*Portland Pozzolan*

Sumber : Wuryati, S. dan Candra, R. (2001)

*Portland Cement* (PC) untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan khusus, dan *Portland Pozzolan Cement* (PPC) berfungsi untuk menghasilkan panas hidrasi lebih sedikit dari pada PC, dan tahan terhadap kotoran. Semen PPC acapkali dipakai untuk bangunan pengairan, dan beton massa (Tjokrodimulyo, 1996). Collepardi, M. et.

al. (1994) menyebutkan bahwa penggunaan pozzolan dalam semen mengurangi kekuatannya karena butiran pozzolan menaikkan faktor air semen. Pada sisi lain Zhang, M.H. dan Malhotra, V.M. (1995) mengatakan bahwa beton dengan kandungan pozzolan tinggi dan *superplastisizer* mampu meningkatkan kualitasnya, *setting time* lebih pendek, kuat tekan tinggi (sebelum usia 28 hari, kuat lentur lebih tinggi, kuat tarik tinggi, modulus elastisitas rendah, retak *shrinkage* lebih kecil, dibanding dengan beton dengan *silica fume*.

### Agregat

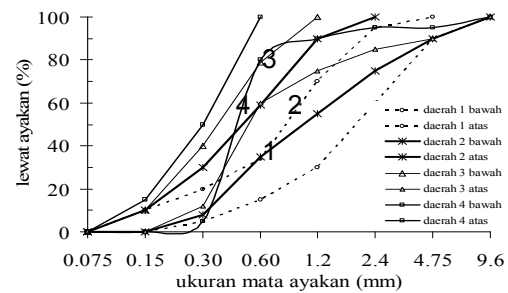
Agregat digolongkan menjadi : batu besar yang berdiameter lebih dari 40 mm, kerikil yang bergaris tengah butiran antara 5 mm sampai 40 mm, dan pasir untuk diameter antara 0.15 mm dan 5 mm. Agregat yang baik memiliki bentuk bulat atau mendekati kubus, bersih, keras, kuat, dan bergradasi heterogen, susunan kimia stabil, dan dalam hal-hal tertentu harus tahan aus dan tahan cuaca (*Murdock, L.J, 1980*). Agregat berasal dari sumber daya alam yang telah mengalami pengecilan ukuran secara alamiah (misalnya kerikil), atau dengan cara memecah batu alam, atau menggali tanah, atau menambang di dasar sungai, atau dari tepi laut. Pasir galian, diperoleh langsung dari permukaan tanah atau dengan cara menggali terlebih dahulu. Pasir galian biasanya tajam, bersudut, berpori dan bebas dari kandungan garam, tetapi biasanya harus dibersihkan dari kotoran tanah dengan cara dicuci. Pasir sungai yang berbutir lebih kecil dan berbentuk bulat, akibat gesekan. Pasir pantai berasal dari gerusan atau gesekan batuan di laut. Butiran lebih halus daripada pasir sungai, bentuk bulat karena gesekan, mengandung garam. Garam mengikat air dari

udara sehingga butiran pasir agak basah, dan mengembang bila sudah menjadi mortar bangunan (Tjokrodimuljo, K, 1996).

Hampir semua faktor yang berkenaan dengan kelayakan suatu agregat endapan (deposit) berhubungan dengan sejarah geologi dari daerah sekitarnya. Proses geologis yang membentuk deposit, atau modifikasi dengan berurutan, seperti ukuran, bentuk, lokasi, jenis, keadaan dari batuan, serta gradasi, kebulatan, dan derajat informitasnya. Kekuatan hancur butiran atau ketahanan terhadap gesekan atau benturan berpengaruh pada kekuatan ikatan dengan pasta semen. Porositas, dan nilai penyerapan air berpengaruh pada daya tahan butiran agregat terhadap proses pembekuan material pembentuknya di saat musim dingin, dan agresi larutan kimia, serta ketahanan terhadap penyusutan (Murdock L.J., 1980).

Agregat halus adalah agregat lolos saringan diameter 0,15 mm - 4,80 mm. British Standard (BS 1881) menyebutkan bahwa distribusi butiran agregat halus dibagi menjadi 4 daerah gradasi seperti dalam gambar di bawah, dari kiri daerah berbutir sangat kecil atau halus, daerah 3 untuk butiran agak halus, daerah 2 butiran sedang, dan paling kanan daerah 4 yaitu pasir kasar. Jika ukuran sama atau seragam, maka volume pori akan besar. Sebaliknya bila ukuran bervariasi menghasilkan volume pori yang lebih kecil, karena butiran yang kecil mengisi pori diantara butiran yang lebih besar, sehingga pori menjadi sedikit, dengan kata lain kemampuan massa tinggi. Pasir sebagai bahan pengisi dalam adukan berfungsi untuk mengurangi penyusutan, butiran yang cukup keras dan gradasi yang bervariasi, menghasilkan spesi yang tahan pengaruh cuaca

serta tahan juga pengaruh lain (Supribadi, 1986).



Gambar 1. Daerah gradasi pasir

Syarat agregat halus sesuai dengan PBI 1971 (Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971) dan PUBI 1982 (Peraturan Bahan Bangunan Indonesia 1982) pasal 3.3 adalah pasir dari batuan. Ciri pasir yang baik terdiri dari: 1)butiran yang tajam dan keras, 2)kandungan lumpur atau bagian yang lebih kecil dari 70 mikron (ditentukan terhadap berat kering) tidak lebih dari 5 %; Apabila kadar lumpur melampaui 5 % maka harus dicuci; Kandungan ditentukan dengan mencampur pasir (agregat halus) dengan larutan Natrium Sulfat ( $\text{NaSO}_4$ ) 3%, jika dibandingkan dengan warna standar/pembanding tidak lebih tua dari warna standar.3)Tidak boleh mengandung bahan-bahan organis, 4)Gradasi butiran beraneka ragam. Sisa (tak tembus) ayakan 4 mm minimum 2% berat, sisa ayakan 1 mm minimum 10%, sisa ayakan 0.25 mm berkisar antara 80% dan 90% (PBI-1971 pasal 3.5 ayat 1). 5)Pasir laut tidak boleh dipakai sebagai agregat halus kecuali dengan petunjuk dari lembaga pemeriksaan bahan-bahan yang diakui.

## METODE

Pengambilan sejumlah pasir pantai dilakukan di pantai selatan Jawa Timur, yakni pantai di Kabupaten Pacitan : Teleng Ria dan Lorok (Pacitan), Kabupaten Tulungagung :

Bandung dan Popoh, Kabupaten Malang : Ngliyep, Balekambang, dan Sendang Biru, Kota administratif Jember : Puger dan Watuulo, Kabupaten Banyuwangi : Grajagan dan Sukamade. Tempat pengambilan kira-kira berjarak 10 m dari garis air laut pada saat surut. Pasir dimasukkan ke dalam kantong anyaman, sehingga air laut keluar.

Pemeriksaan karakteristik pasir dilakukan tanpa mencuci pasir. Demikian juga halnya untuk campuran mortar segar. Harapan penulis perilaku pemakaian pasir di masyarakat tepi pantai yaitu pasir didiamkan dapat digambarkan, walaupun tidak sempurna. Pemeriksaan yang dilakukan seperti :

1. analisis gradasi butiran dengan saringan yang tersusun pada mesin penggetar.
2. berat isi pasir terdiri atas berat isi lepas yaitu perbandingan berat pasir dalam tempat dengan volumenya, berat isi padat dengan pemadatan tusukan, berat isi padat dengan pemadatan getaran. berat jenis.
3. berat jenis,
4. penyerapan air. Nilai yang tertera diperoleh dari rata-rata 3 kali pengujian.

Perbandingan berat campuran mortar adalah 1 semen : 3 pasir, dengan faktor air semen 0,465. Jenis semen yang dipakai yaitu jenis PC dan PPC, selanjutnya persentase pasir pantai menggantikan pasir sungai Brantas meningkat. Komposisi pasir terdiri atas : 1) 100% pasir pantai (pp) dan 0% pasir sungai (ps), 2) 80% pp dan 20% ps, 3) 60% pp dan 40% ps, 4) 50% pp dan 50% ps, 5) 40% pp dan 60% ps, 6) 20% pp dan 80% ps, dan 7) 0% pp dan 100% ps. Ada 14 jenis campuran mortar dengan kandungan pasir pantai daerah tertentu, jumlah keseluruhan  $11 \times 14 = 154$  jenis campuran mortar. Pengujian tekan mortar dilakukan pada

umur spesimen 14 hari dan 28 hari, total jenis mortar  $154 \times 2 = 308$ , masing-masing terdiri atas 10 kubus.

Pencampuran bahan dilakukan dengan *mixing machine*. Tahap awal yaitu pencampuran kering, berikutnya dilakukan penambahan air, dan pencampuran agar homogen pada tahap akhir. Berat dari setiap campuran mortar 5 kg menggunakan semen (sm) jenis PC atau PPC 1,991 kg, pasir pantai 3,009 kg (untuk 100% pp : 0% ps), air 925,815 kg, untuk campuran semen PC : pasir pantai 80% dan pasir sungai 20% = 2.047 kg : 2.3624 kg : 0.5906 kg, untuk campuran semen PPC : pasir pantai 80% dan pasir sungai 20% = 2.045 kg : 2.364 kg : 0.591 kg, dan campuran semen PC : pasir sungai 100% = 1.986 kg : 3.014kg, untuk campuran semen PPC : pasir sungai 100% = 2.002kg : 2.998kg.

Mortar segar dari mesin campur dituangkan ke dalam cetakan baja. Setelah 24 jam dalam cetakan benda uji dilepas dari cetakan. Mortar berbentuk kubus  $5 \times 5 \times 5 \text{ cm}^3$  direndam dalam air, tanpa memperhitungkan nilai keasaman air selama 28 hari. Kemudian dikeringkan selama 24 jam sebelum dilakukan pengujian tekan. Pengujian kuat tekan pada spesimen kubus mortar dilakukan pada umur 14 hari dan 28 hari.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Semen

Hasil pemeriksaan semen merek Semen Gresik yang dibeli di toko bahan bangunan di Landungsari Malang, menyatakan bahwa berat jenis sebesar 3.166, kehalusan butiran semen : 90,8 %, uji konsistensi semen : 24,5 %, dan nilai pengikatan semen awal : 135 menit serta akhir 170 menit. Nilai-nilai tersebut

sesuai dengan standar SNI 15-0302-94, dan ASTM C 595-00a. Semen dalam kondisi baik dan dapat digunakan dalam campuran mortar.

Hasil pengujian pada semen jenis PPC menunjukkan berat jenis semen merek Semen Gresik jenis PPC sebesar 3.153, kehalusan semen yaitu 92,74 %, konsistensi semen sebesar 26 %, dan pengikatan semen awal 150 menit serta akhir 210 menit. Waktu ikatan awal dan ikat akhir semen jenis PPC lebih lama daripada PC. Pemeriksaan sifat fisik semen PPC menunjukkan bahwa semen yang digunakan dalam kondisi baik dan layak digunakan dalam campuran mortar.

### Pasir pantai

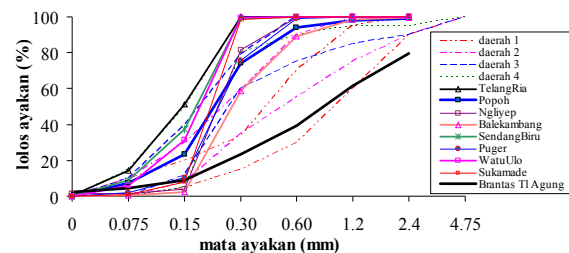
Pengamatan di lapangan menunjukkan jumlah pasir cukup banyak, Misalnya di pantai Popoh, kira-kira sejauh 400 m dari garis laut saat surut ke arah daratan, sepanjang pantai, dan pada kedalaman 2 m mungkin juga lebih terkandung butiran pasir; Pantai Pacitan, kira-kira 200 m dari garis laut saat surut ke arah daratan di sepanjang pantai dan kedalaman 2 m; Di pantai Grajagan Banyuwangi lebar daerah yang berpasir kurang dari 200 m, untuk mencapai bibir pantai harus melewati bukit-bukit yang cukup tinggi dan kira-kira 10 km dari kecamatan.

### Analisis gradasi

Pengamatan dengan penglihatan mata menunjukkan bahwa besar butiran pp lebih kecil daripada ps. Hasil pengamatan yang mungkin kurang valid dengan genggam jari-jari tangan, ternyata pasir sungai memiliki nilai ketajaman atau kekasaran permukaan butiran yang lebih daripada pasir pantai. Mestinya kekasaran butiran agregat halus dapat diukur,

sebagaimana kekasaran butiran kelereng kaca yang dinyatakan dalam putaran/menit drum pada mesin Los Angelos (Nurwidayati, R. dalam Besari M.S., 2007).

Hasil pemeriksaan gradasi pasir menunjukkan bahwa butiran berdiameter kecil diantara 0,075 mm – 1,2 mm, atau berbutir lembut. Persentase butiran yang tertahan pada ayakan nomer 50 (0,3mm) berjumlah terbesar daripada persentase butiran yang tertahan ayakan nomor lain. Berikut ini adalah nama pantai dan besar persentase butiran tertahan ayakan nomer 50 : Teleng Ria, 48,72%, Pacitan (Lorok), 49,72%, Popoh, 50,4%, Bandung, 56,33%, Ngliyep 77,69%, Balekambang 56,1%, Sendangbiru 61,95%, Puger 65,12%, Watuulo 67,87%, Grajagan, 74,55%, dan Sukamade 90,38%.



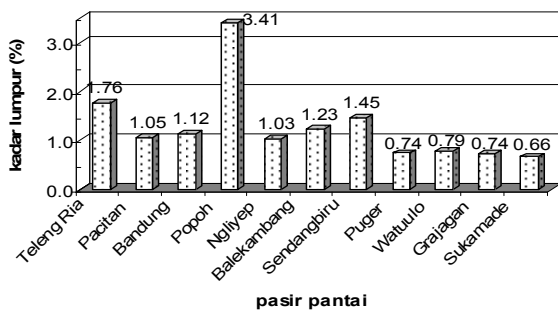
Gambar 2. Hasil Analisa Gradasi Pasir

Hasil pemeriksaan gradasi pasir pantai dan pasir sungai Brantas di daerah Tulungagung telah sesuai syarat SK-SNI-T-15-1990-13 tentang agregat halus, yaitu butiran yang lolos saringan diameter 4,80 mm. Nilai modulus halus butiran ( $m_{hb} = \text{fine modulus}, fm$ ) dan gambar di atas tampak urutan gradasi butiran dari terkecil dan nilai  $m_{hb}$  adalah : pasir pantai Teleng Ria 2,34, kemudian Pacitan (Lorok) 2,51, Sendang biru 2,55, Watuulo 2,63, Grajagan, Sukamade 2,92, Popoh 3,04, Bandung 3,1, Ngliyep 3,12, Puger 3,13, Grajagan 3,47, dan Balekambang 3,52.

Sedangkan pasir sungai Brantas di Tulungagung berbutir kasar dengan mhb 4,8.

### kadar kotoran atau lumpur

Pola gambar kadar kotoran atau lumpur rata-rata tertinggi sebesar 3,41%, pada pasir pantai sisi barat. Pasir pantai selatan sisi timur relatif lebih bersih, kadar kotoran rata-rata terkecil 0,66% dengan tempat pengambilan di pantai Sukamade. Sedangkan kadar lumpur pasir sungai Brantas di Tulungagung 1,424%. Pemakaian pasir pantai untuk bahan bangunan tidak perlu dicuci, karena telah memenuhi yang disyaratkan dalam PUBI 1982 pasal 3.3 ayat 3, yaitu kandungan lumpur pada agregat halus harus lebih kecil dari 5 %.



Gambar 3. Kadar lumpur rata-rata pasir pantai selatan Jawa Timur

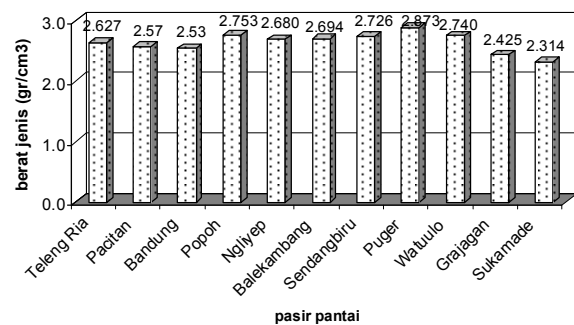
Pasir pantai Popoh mengandung kotoran tertinggi, salah satunya karena lokasi pengambilan berada di kawasan wisata pada hari minggu di siang hari. Debu atau kotoran kemungkinan berasal dari mobilitas pengunjung yang relatif lebih tinggi daripada hari kerja. Lokasi pengambilan mestinya lebih dekat dengan air laut, atau butiran pasir yang baru saja terkena air laut (mengalami proses pencucian alami).

Pantai Sukamade yang berpasir dengan kadar lumpur rata-rata 80% lebih rendah daripada pasir pantai Popoh, jarang dikunjungi wisatawan. Pantai ini dibalik hutan yang

berbukit, jalan menuju tempat pengambilan di pantai Sukamade cukup jauh 58 km selatan kota Banyuwangi dan relatif sulit ditempuh. Demikian juga tempat pengambilan pasir pantai yang berkadar lumpur rendah, seperti pantai Bandung Kabupaten Tulungagung, Balekambang, Puger, Watuulo, dan Grajagan.

### Berat jenis

Hasil pengujian berat jenis menunjukkan nilai rata-rata yang hampir sama, seperti gambar berikut ini. Nilai terbesar 2,873 gram/cm<sup>3</sup> untuk pasir pantai Puger, nilai tersebut lebih tinggi 0,223 atau 7,763% dari berat jenis pasir sungai Brantas di Tulungagung (2,57 gr/cm<sup>3</sup>), dan nilai terendah berasal dari pasir pantai Sukamade yaitu 2,314 gram/cm<sup>3</sup>.



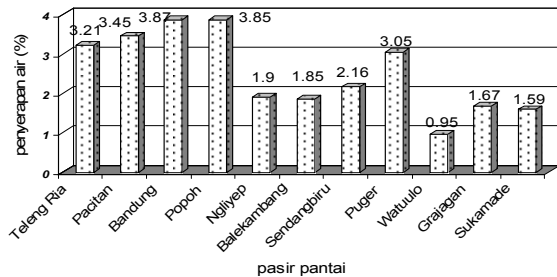
Gambar 4. Berat jenis rata-rata pasir pantai selatan Jawa Timur

Berat jenis pasir pantai Grajagan 2,425 dan Sukamade 2,314 tidak termasuk agregat halus normal, karena syarat berat jenis agregat normal antara 2,5 – 2,7 (Tjokrodimulyo, 1996). Berat jenis pasir sungai Brantas di Tulungagung sebesar 2,65.

### Penyerapan air

Nilai penyerapan air oleh butiran pasir pantai selatan Jawa Timur ditunjukkan pada gambar berikut. Pasir pantai Bandung di Tulungagung bernilai tertinggi 3,87, kemudian 3,85 untuk pantai Popoh, kemudian nilai terkecil 0,95 untuk pasir pantai Watuulo. Penyerapan air pasir sungai Brantas sebesar 2,89. Nilai

penyerapan air pasir pantai selatan Jawa Timur sisi barat (di pantai Kabupaten Pacitan) lebih besar daripada sisi timur (pantai di Kabupaten Banyuwangi). Sama juga halnya dengan nilai berat jenis butiran pasir, seperti Gambar 4.

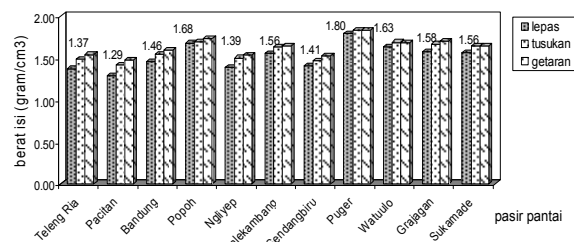


Gambar 5. Penyerapan air rata-rata pasir pantai selatan Jawa Timur

Apabila massa butiran pasir terbuat dari bahan yang sama, mestinya kedua pernyataan berlawanan, yaitu pasir dengan berat jenis besar memiliki nilai penyerapan air yang kecil (Wahyudi, Y. 2000). Massa butiran yang lebih padat relatif sedikit menyerap air. Sayangnya keterbatasan yang ada pada penelitian ini, sehingga belum mampu mengungkapkan lebih detail.

### Berat isi

Histogram berat isi rata-rata ditampilkan semua dalam gambar berikut, tetapi yang diperlihatkan hanya nilai rata-rata berat isi lepas saja. Berat isi dengan pemadatan ditusuk serta digetar tetap dilakukan dan menghasilkan nilai rata-rata yang berpola hampir sama. Berat isi pasir pantai selatan Jawa Timur sisi barat lebih kecil daripada sisi timur. Nilai rata-rata terbesar 1,8 pada pasir pantai Puger, dan 1,29 untuk pasir pantai Pacitan. Berat isi lepas rata-rata lebih kecil 5,375% dari berat isi dengan pemadatan tusukan, dan lebih kecil 7,4265% dari berat isi dengan pemadatan bergetar.



Gambar 6. Berat isi rata-rata pasir pantai selatan Jawa Timur

Pemeriksaan pasir sungai Brantas di Tulungagung menunjukkan berat isi lepas rata 1,7226, berat isi rata-rata dengan pemadatan ditusuk sebesar 1,7912 ton/m<sup>3</sup>, dan berat isi rata-rata dengan pemadatan getaran sebesar 1,8077 ton/m<sup>3</sup>. Berat isi rata-rata pasir sungai adalah 1,7739 ton/m<sup>3</sup>.

Berat isi pasir pantai selatan Jawa Timur lebih kecil daripada berat isi pasir sungai Brantas di Tulungagung. Butiran pasir pantai yang relatif lebih kecil daripada pasir sungai memiliki berat yang lebih ringan daripada pasir sungai. Jadi sepertinya butiran pasir sungai lebih padat lebih keras daripada butiran pasir sungai.

### Konsistensi mortar

Hasil pengujian konsistensi mortar seperti yang tertera dalam Tabel 2. menunjukkan bahwa nilai sebaran setelah digetar *D* lebih besar daripada nilai sebelum digetar *D'*. Setiap jenis campuran mortar dengan PC memiliki nilai *D* lebih kecil daripada *D* pada mortar PPC, pola ini ternyata diikuti juga oleh nilai *D'*. Nilai konsistensi setiap campuran mortar PC dan PPC memiliki persentase yang sama. Jadi konsistensi adukan saat basah kandungan pasir pantai pada uji ini sama dengan sifat pasir sungai.

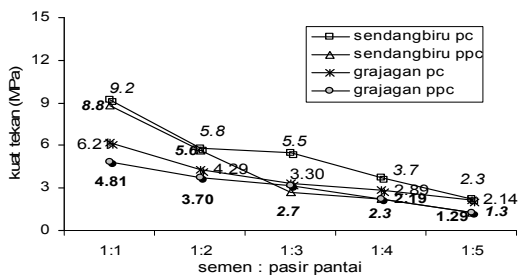


Tabel 2. Hasil uji konsistensi mortar 1 : 3

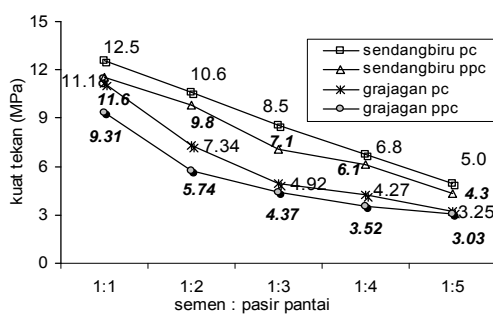
Jenis semen	pp	ps	D	D'	a=D/Dx100%
		%	(mm)	(mm)	%
PC	100	0	113,5	112,9	100,53
PPC			113,6	113	100,53
PC	80	20	114,6	114	100,53
PPC			114,8	114,2	100,53
PC	60	40	114,3	113,7	100,53
PPC			114,5	113,9	100,53
PC	50	50	114,2	113,5	100,62
PPC			114,4	113,8	100,53
PC	40	60	114	113,4	100,53
PPC			114,2	113,6	100,53
PC	20	80	113,7	113,1	100,53
PPC			113,9	113,3	100,53
PC	0	100	114,7	114,1	100,53
PPC			114,9	114,3	100,52

**Kuat tekan mortar**

Hasil pengujian kuat tekan mortar dengan berbagai perbandingan semen dan pasir pantai Grajagan dan Sendangbiru, pada umur 14 dan 28 hari ditunjukkan pada gambar berikut :



Gambar 7. Hubungan semen dan pasir pantai dengan kuat tekan umur 14 hari



Gambar 8. Hubungan semen dan pasir pantai dengan kuat tekan umur 28 hari

Kuat tekan mortar umur 14 hari, dengan campuran 1 sm PC: 1 pp Sendangbiru (sb) 9,2 MPa, peningkatan jumlah pasir pada campuran mortar menjadi 2, 3, 4, dan 5 kalinya akan

menurunkan kekuatan tekan menjadi 63,16%, 59,64%, 40,35%, dan 24,56% dari kuat tekan mortar 1 sm PC : 1 pp. Penggantian jenis semen PC dengan PPC pada mortar dengan komposisi yang sama menghasilkan kuat tekan yang lebih kecil. Untuk mortar 1 sm PPC : 1 pp dan 1 sm PPC : 2 pp rata-rata lebih kecil 5%, dan campuran 1:3, 1:4, dan 1,5 rata-rata 40 % lebih kecil daripada mortar dengan sm PC. Kinerja mortar umur 14 hari berpasir pantai Grajagan terlihat lebih rendah rata-rata 26,6% daripada mortar berpasir pantai Sendangbiru, dengan rincian 35%, 26%, 40, 25%, dan 7% pada perbandingan sm PC dan pp : 1:1; 1:2; 1:3; 1:4; dan 1:5.

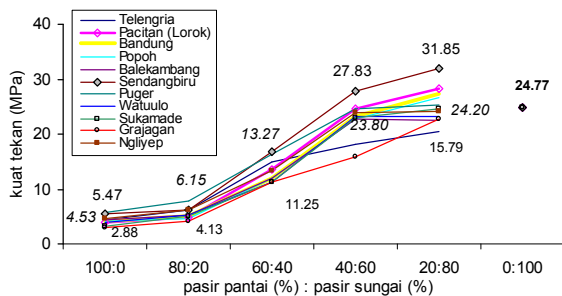
Kuat tekan umur 28 hari mortar 1 sm PC: 1 pp Sendangbiru (sb) sebesar 12,5 MPa, peningkatan jumlah pasir pada campuran mortar menjadi 2, 3, 4, dan 5 kalinya akan menurunkan kekuatan tekan menjadi 84%, 68%, 54%, dan 40% dari kuat tekan mortar 1 sm PC : 1 pp Sendangbiru. Penggantian jenis semen PC dengan PPC pada mortar dengan komposisi yang sama menghasilkan kuat tekan yang lebih kecil rata-rata 11%. Kekuatan mortar berpasir pantai Grajagan rata-rata berkurang 31% daripada mortar dengan pasir pantai Sendangbiru.

Kinerja semen jenis PPC dalam mortar berpasir laut umur 14 dan 28 hari lebih rendah daripada semen PC. Kuat tekan mortar PPC lebih rendah dari semen PC pada umur 14 dan 28 hari, kekuatan akan meningkat pada umur di atas 28 hari (SNI 15-0302-94 dan ASTM C 595-00a).

Jumlah semen dalam campuran mortar menentukan kinerja mortar. Semen jenis PC memiliki kinerja yang lebih baik daripada PPC.

Terbukti semen pozzolan tidak bisa meningkatkan kuat tekan mortar berpasir pantai pada umur 28 hari. Hasil pengujian ini sesuai dengan pendapat Colleparidi, M., S. Monosi, P. Piccioli, (1994) dan Tjokrodimuljo (1996).

Sedangkan pada umur mortar 14 hari. Pola grafik kuat tekan mortar umur 14 hari dengan berbagai komposisi semen dan pasir ternyata menurun sesuai dengan bertambahnya jumlah pasir, pola ini tidak jauh berbeda dengan hasil pengujian tekan pada umur 28 hari. Berdasarkan hal itu, maka uji kuat tekan untuk mortar berpasir pantai daerah lain dilaksanakan pada umur 28 hari dan tanpa mempergunakan semen jenis PPC.

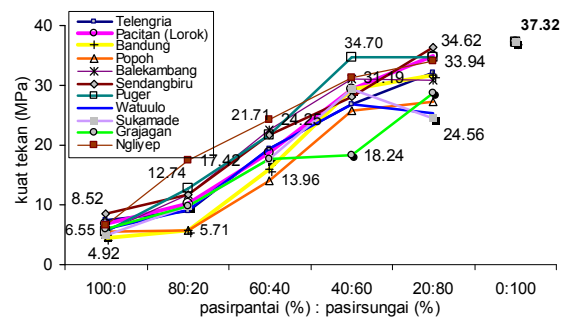


Gambar 9. Hubungan mortar berpasir pantai dan sungai dengan kuat tekan, pada umur 14 hari

Pada Gambar 9., mortar pp Sendangbiru memiliki kekuatan tertinggi pada setiap kolom komposisi pp:ps. Selanjutnya pp Puger, Pacitan (Lorok), Bandung, Popoh, Sukamade, Telengria, dan Grajanan. Kuat tekan mortar berpasir pantai tertinggi yakni dari pasir pantai Sendangbiru sebesar 5,47 MPa, sedangkan yang terendah yaitu mortar berpasir pantai Grajanan 2,88 MPa. Kuat tekan mortar dengan susunan pasir pantai dan pasir sungai 40% : 60% dan 60% : 40% sama dengan mortar dengan pasir sungai 24,77MPa, bahkan pasir pantai Puger, Sendangbiru, Popoh, Bandung, Pacitan (Lorok) lebih tinggi 5%.

Kuat tekan mortar 1 sm PC dan 3 pasir, komposisi pasir tersusun atas pasir pantai dan pasir sungai dengan nilai persentase yang berlawanan. Persentase pasir pantai dari 100 bergerak turun ke 0, sebaliknya pasir sungai dari 0 naik ke 100.

Tampak gambar di bawah, trend kurva hampir sama dengan gambar sebelumnya, yaitu kuat tekan mortar pp umur 14 hari, kuat tekan terkecil pada mortar dengan pasir laut saja (100% pp : 0% ps), kemudian ada peningkatan 30%, 60%, 30%, dan 5% pada pp:ps 80%:20%; 60%:40%, 40%:60%, dan 20%:80%. Pada sumbu absis 40:60 dan 20:80 menunjukkan daerah kuat tekan mortar optimal, nilai tertinggi untuk pp Puger 34,7 MPa dan 34,62 MPa, selanjutnya pp Balekambang, Sendangbiru, Pacitan (Lorok), Bandung, Popoh, Sukamade, Telengria, serta nilai terendah pp Grajanan yaitu 18,24 MPa dan 28,6 MPa. Nilai tertinggi dari kuat tekan mortar gabungan pp dan ps tersebut ternyata 10% lebih rendah dari kuat tekan mortar berpasir sungai Brantas Tulungagung 37,32 MPa.



Gambar 10. Hubungan mortar berpasir pantai dan sungai dengan kuat tekan, pada umur 28 hari

Kuat tekan mortar berpasir pantai tertinggi yakni dari pasir pantai Sendangbiru sebesar 8,52 MPa, sedangkan yang terendah yaitu mortar berpasir pantai Sukamade 4,92 MPa. Mortar pp Puger memiliki kekuatan

tertinggi pada kolom komposisi pp:ps. dan Grajagan.

Butiran pp termasuk daerah 4 yang berdiameter lebih kecil dari butiran ps Brantas di Tulungagung (daerah 1). Urutan mhb dari nilai kecil adalah pp Pacitan (Lorok) 2,51, pp Sendangbiru 2,55, pp Popoh 3,04, pp Puger 3,13, pp Bandung 3,1, dan ps Brantas Tulungagung 4,80. Berat jenis ps 2,57 gr/cm<sup>3</sup> lebih kecil dari 2,726 gr/cm<sup>3</sup> berat jenis pp Sendangbiru, 2,753 gr/cm<sup>3</sup> berat jenis pp Popoh, berat jenis pp Bandung 2,873 gr/cm<sup>3</sup>. Kekuatan yang tinggi pasti dihasilkan oleh massa mortar yang lebih padat (Tjokrodimuljo, 1996; Suprpto, 2001). Pada kuat tekan umur 14 hari kubus mortar ps lebih rendah 1,7% daripada mortar 20% pp : 80% ps, lalu kuat tekan rata-rata kubus mortar 40% pp : 60% ps sebesar 91% dari kuat tekan mortar ps. Pada umur 28 hari, kuat tekan mortar ps memiliki kekuatan tertinggi, selanjutnya menurun pada mortar 20% pp : 80% ps menjadi 82%, dan, menjadi 75% pada mortar 40% pp : 60% ps Nilai kuat tekan terkecil terjadi pada mortar berpasir pantai.

Butiran pp yang lebih kecil nampaknya tidak memberikan kepadatan kubus mortar yang baik, kubus mortar yang berpasir gabungan pp dan ps pun masih menghasilkan kekuatan di bawah kubus mortar ps. Berat jenis ps yang relatif lebih tinggi memperlihatkan kepadatan yang lebih tinggi pula, kepadatan boleh jadi identik dengan kekerasan. Kekerasan butiran ps terjadi akibat proses kikisan alami pada batuan dari hulu sungai ke daerah hilir. Selain itu nilai penyerapan air yang kecil memberikan kontribusi positif pada kuat tekan mortar.

## SIMPULAN

1. Kuat tekan rata-rata mortar dengan 1semen PC : 3 pasir sungai lebih tinggi daripada mortar dengan 1semen PPC : 3 pasir sungai, demikian juga pada mortar berpasir pantai.
2. Pemakaian pasir pantai untuk bahan bangunan seperti mortar dapat dilakukan dengan komposisi 1semen PC : 3 pasir yang tersusun atas 20% pasir pantai dan 80% pasir sungai, Kuat tekan rata-rata mortar tersebut umur 14 hari lebih tinggi 1,7% daripada mortar dengan pasir sungai. Kuat tekan tersebut menurun menjadi 82% pada umur 28 hari.
3. Berat jenis pasir pantai lebih tinggi daripada pasir sungai, tetapi berdiamater lebih kecil daripada pasir sungai.
4. Kandungan kotoran pada butiran pasir pantai di bawah 5% standar PUBI, namun demikian pemakaiannya sebagai bahan bangunan perlu dikaji lebih lanjut.
5. Penyerapan air, berat jenis, kadar lumpur, ukuran diameter, kekasaran permukaan, kadar air semen, jenis semen, dan berpengaruh pada kuat tekan mortar, selain itu diperhatikan juga kandungan unsur kimia dalam butiran pasir.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonimous, 1982, *Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia* (PUBBI 1982), Pusat Penelitian dan Pengembangan Pemukiman Badan Penelitian dan Pengembangan PU, Bandung
- Anonimous, ASTM Designation C157 – 75. *Standard Test. Method for Length Change of Hardenend Cement. Mortar and Concrete*, ASTM Standard, part 14 : 1976,p 111
- Besari, Muhammad Sahari, 2007, Review Some Physical and Mechanical Parameters of

- Concrete, *Proceeding of International Conference on Material Development in The Construction Industri* on November 21, 2007, Four Season Hotel Jakarta
- Collepari, M., S. Monosi, P. Piccioli, 1994, The Influence of Pozzolanic Materials on The Mechanical Stability of Aluminous Cement, *Cement and Concrete Research*, Vol. 25. NO. 5, pp. 961-968.
- Dwi, M.R, 2004, *Pemanfaatan Pasir Pantai Utara Jawa Timur Sebagai Spesi*, Skripsi Tidak Dipublikasikan, Surabaya : Jurusan Sipil FT UNESA
- Husaini M. dan Dwi, M.R, 2004, *Profil Pasir Pantai Lamongan dan Gresik*, Laporan Penelitian, Tidak Dipublikasikan Surabaya : Lembaga Penelitian UNESA
- Murdock L.J dan Brook K.M., 1980, alih bahasa Hindarko Stepanus, *Bahan dan Praktek Beton*, Jakarta : Erlangga
- Neville, A.M, 1981, *Properties of Concrete*, Longman Scientific and Technical, New York
- Nurwidayati, R., 1998, *Pengaruh Kekasaran Permukaan Agregat Kasar pada Beton dengan Sistem Grouting*, Tesis Magister Tidak Dipublikasikan, Program Pascasarjana, Institut Teknologi Bandung.
- Suhendro, Bambang, 2003, *Pengembangan Teknik Sipil-Struktur Masa Depan dan Kaitannya dengan Bidang-bidang Lain*, Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar pada Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- Supribadi, I Ketut, 1996, *Ilmu Bangunan Gedung*, Bandung : ARMICO
- Suprpto, 2002, *Kuat tekan mortar beragregat pecahan kerang*, Laporan Penelitian tidak dipublikasikan, Surabaya : Lembaga Penelitian UNESA
- Tim Penyusun Departemen Pekerjaan Umum, 1990, *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Spesi Normal SKSNI 1 – 15 – 1990 – 03*, Bandung : Yayasan LPMB
- Tjokrodimuljo, Kardiono. (1996), *Teknologi Beton*, Yogyakarta : Nafiri
- Trimulyono, Ir, MT. (2004), *Teknologi Beton*, Yogyakarta : Andy
- Zhang, M.H. dan V.M. Malhotra, 1995, Characteristics of a Thermally Activated Alumino-Silicate Pozzolanic Material and its Use in Concrete, *Cement and Concrete Research*, Vol. 25. No. 8. pp. 1713-1725.
- Wahyudi, Yusuf, 2000, Ketahanan Mortar dan Beton dengan Abu Sekam dalam Serangan Chlorida, Tesis Magister, Tidak Dipublikasikan, Universitas Gadjah Mada
- Wahyudi, Yusuf, 2006, Pasir Pantai sebagai bahan Pengisi Spesi? *Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil di Universitas Muhammadiyah Malang 9 Desember 2006*. Malang : UMM press
- Wuryati, S. dan Candra, R., 2001, Beton dan Karakteristiknya, Bandung
- [http://www.menlh.go.id/i/art/pdf\\_1038897326.pdf](http://www.menlh.go.id/i/art/pdf_1038897326.pdf), Wijanto Sigit Eddie, 2006, Limbah B3 dan Kesehatan