



ITB



UAJY



UPH



UNUD



USAkti



UNS



ITENAS



UNTAR



UNIKA
SOEGIJAPRANATA



UNSYIAH

P R O S I D I N G

SEMINAR ONLINE

ONTREKS · 14

Konferensi Nasional Teknik Sipil ke-14

6-7 Oktober 2020

Daring dari Kampus ITB

Proud to be a **CIVIL ENGINEER**



TAHUN ITB
&
Pendidikan Tinggi Teknik
di Indonesia

Peringatan 100 Tahun
Pendidikan Teknik Sipil di Indonesia

DIDUKUNG OLEH



BMPTSSI
(BICEHEC)



fib
Indonesian
Federation
of
Bridges
Engineers



ITB
Press

P R O S I D I N G

SEMINAR ONLINE



Proud to be a **CIVIL ENGINEER**



Peringatan 100 Tahun Pendidikan Teknik Sipil di Indonesia

6-7 Okt 2020
Daring dari Kampus ITB



SEMINAR
ONLINE



Proud to be a **CIVIL ENGINEER**



Peringatan 100 Tahun Pendidikan Teknik Sipil di Indonesia

6-7 Okt 2020, Daring dari Kampus ITB

PROSIDING

Editor

Dr. Florentina Pungky Pramesti, S.T., M.T. UNS
Dr. Senot Sangadji, S.T., M.T. UNS
Ir. Muhammad Abduh, M.T., Ph.D. ITB
Ir. Harijanto Setiawan, M.Eng., Ph.D. UAJY
Dr. Hermawan, S.T.M.T. UNIKA Soegijapranata
Ferianto Raharjo, S.T., M.Eng UAJY

Desain sampul, isi dan tata letak

Dr. Chandra Tresnadi, M.Ds.

Alamat

Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan
Institut Teknologi Bandung
Jl. Ganesha No. 10, Bandung 40132, Jawa Barat, Indonesia.
Telepon. +62-22-2504556

Website. <http://konteks.site>
Email. konteks14@gmail.com

Nara Hubung

Sekretaris Dr. Hermawan +62 895641304529
Komite Ilmiah Harijanto, Ph.D. +62 8122720865

Penerbit

Penerbit ITB
Gedung Perpustakaan Pusat Lantai Basement
Jl. Ganesa No. 10 Bandung 40132
Telepon. +62-22-2504257
E-mail. itbpress@penerbit.itb.ac.id

@2020

Hak Cipta Dilindungi oleh Undang-undang

ISBN

978-623-297-033-5



PRAKATA EDITOR

Perkembangan jaman saat ini sedemikian pesat ditandai dengan perubahan yang cepat di banyak sektor. Disatu sisi perkembangan ini memberikan dampak positif bagi peningkatan kesehatan masyarakat, pertumbuhan ekonomi, perluasan akses informasi dan teknologi, dan perkembangan kesejahteraan sosial. Disisi lain ledakan pertumbuhan penduduk tak terhindarkan. Di tahun 2050 diperkirakan penduduk dunia akan menjadi 9 milyar jiwa dengan 7 dari 10 penduduk tinggal di kota. Laju urbanisasi ini akan meningkatkan intensifikasi ekonomi dikota sekaligus meningkatkan pula resiko kota terhadap bencana.

Situasi ini menantang para ilmuwan, akademisi, dan insinyur teknik sipil untuk memikirkan solusi yang lebih baik tetapi sekaligus ramah lingkungan dan *sustainable*. Para ilmuwan, akademisi, dan insinyur teknik sipil saat ini dihadapkan pada situasi dan masalah yang kompleks, berskala besar, *interconnected*, dan jarang mempunyai solusi yang tunggal. Di sisi lain muncul pula banyak teknologi yang potensial membantu mengatasi masalah, misalnya *building information modelling*, *big data and data science*, *machine learning* dan kecerdasan buatan, *internet of things*.

Ini semua menghadapkan para ilmuwan, akademisi, dan insinyur teknik sipil pada tantangan untuk terus belajar dan mengembangkan pengetahuan dan teknologi yang berkontribusi positif bagi masyarakat. Konferensi Nasional Teknik Sipil (KoNTeKS) yang konsisten hadir setiap tahun hingga penyelenggaraan yang ke-14 tahun 2020 ini, menyediakan sarana dan forum yang tepat untuk belajar dan saling bertukar pengetahuan terkini antar ilmuwan, akademisi, dan insinyur teknik sipil, pendidik dan pelaku industri jasa konstruksi.

Konteks 14 tahun 2020 ini juga menandai 100 tahun pendidikan tinggi teknik (rekayasa) sejak jurusan sipil jalan dan keairan (*Weg en Waterbouwkunde*) didirikan di *Technische Hoogeschool te Bandoeng (THS Bandoeng)*, yang sekarang bernama ITB. Maka, sangatlah bijaksana, Konteks 14 juga merefleksikan sejarah evolusi perkembangan pendidikan tinggi teknik sipil dan arah perkembangan pengetahuan, teknologi, dan pendidikan teknik sipil ke depan.

Prosiding Konteks 14 ini menjadi sarana untuk merekam pengetahuan para ilmuwan, akademisi, dan insinyur teknik sipil Indonesia menanggapi masalah dalam spektrum keahlian teknik sipil, Geoteknik, Rekayasa Lingkungan, Keairan, Manajemen Konstruksi, Material, Struktur, dan Transportasi. Didalam prosiding ini akan dapat dibaca hasil penelitian, pemikiran, dan inovasi yang mencoba mengajukan berbagai alternatif solusi penyelesaian masalah konkrit dan teoretik yang akan memberikan kontribusi positif.

Editor telah berusaha dengan seksama memastikan bahwa susunan tulisan dalam prosiding ini mengikuti kaidah tata tulis ilmiah yang tepat. Akan tetapi kandungan isi dan keakuratan hasil sepenuhnya menjadi kewenangan para penulis. Para pembaca diharapkan melakukan korespondensi lebih lanjut dengan para penulis untuk semakin mendapatkan kajian yang mendalam.

Harapan utama prosiding ini adalah semakin maraknya kajian ilmiah dan bertumbuhnya *critical mass* yang membawa perubahan baik, ilmiah dan bertanggungjawab bagi perkembangan dunia teknik sipil di Indonesia.

Editor.

**KONSORSIUM
PENYELENGGARA**



ITB



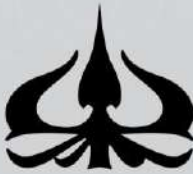
UAJY



UPH



UNUD



USAkti



UNS



ITENAS



UNTAR



**UNIKA
SOEGIJAPRANATA**



UNSYIAH

**DIDUKUNG
OLEH**



**BMPTTSSI
(BICEHEC)**



KEPANITIAAN

Panitia Pelaksana

Ketua	Ir. Muhamad Abduh, M.T., Ph.D.	ITB
Sekretaris	Dr. Hermawan, S.T, M.T.	UNIKA Soegijapranata
Bendahara	Dr. techn. Indra N. Hamdhan, S.T., M.T.	ITENAS
Sie Makalah & Percetakan	Dr. Senot Sangadji, S.T., M.T.	UNS
Buku Acara & Abstrak	Dr. Florentina Pungky Pramesti, S.T., M.T.	UNS
Sie Acara (Sesi Utama)	Ir. Sih Andayani, Dipl. H.E. Sugeng Krisnanto, S.T., M.T., Ph.D. Dr. Iris Mahani, S.T., M.T. Erwin Lim, S.T., M.S., Ph.D. Dr. Lisa Oksri Nelfia, S.T., M.T., M.Sc.	USAkti ITB ITB ITB USAkti
Sie Persidangan	Dr. A.A. Gde Agung Yana, S.T., M.T. Prasanti Widyasih S., S.T., M.T., Ph.D. Asrini Chrysanti, S.T., M.T. Dr. Widodo Kushartomo, S.Si., M.Si.	UNUD ITB ITB UNTAR
Sie Dokumentasi	Meifrinaldi, S.T., M.T.	ITB
Sie Desain	Dr. Chandra Tresnadi, M.Ds.	ITB

Komite Ilmiah

Ketua	Ir. AY. Harijanto Setiawan, M.Eng., Ph.D.	UAJY
Sekretaris	Ferianto Raharjo, S.T., M.T.	UAJY

STEERING COMMITTEE

Ir. **Muhammad Abduh**, M.T., Ph.D.

Sekjen Badan Musyawarah Pendidikan Tinggi Teknik
Sipil Seluruh Indonesia (BMPTTSSI)

Prof. Dr. Ir. **Han Ay Lie**, M.Eng.

Ketua umum *fib* Indonesia,
*The International Federation for Structural Concrete
Indonesia*

Joko Nugroho, S.T., M.T., Ph.D.

Institut Teknologi Bandung

Ir. **A.Y. Harijanto Setiawan**, M.Eng., Ph.D.

Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Dr. **A.A. Gde Agung Yana**, S.T., M.T.

Universitas Udayana

Daniel Hartanto, ST., MT.

Universitas Katolik Soegijapranata

Dr. **Niken Silmi Surjandari**, S.T., M.T.

Universitas Sebelas Maret

Dr. **Widodo Kushartomo**, S.Si., M.Si.

Universitas Tarumanegara

Sadvent M. Purba, S.T., M.Sc.

Universitas Pelita Harapan

Ir. **Kamaludin**, M.T., M.KOM.

Institut Teknologi Nasional

Ir. **Sih Andayani**, Dipl. H.E.

Universitas Trisakti

Dr. **Renny Anggraini**, S.T., M.Eng.

Universitas Syiah Kuala

DAFTAR REVIEWER

Prof. Dr. Ir. Han Ay Lie, M.Eng.	fib-Indonesia, UNDIP
Prof. Dr. Ir. Munirwansyah, M.Sc.	UNSYIAH
Prof. Dr. Ir. Wiryanto Dewobroto	UPH
Prof. Dr. Manlian Ronald A. Simanjuntak, S.T., M.T.	UPH
Prof. Ir. Leksmono S. Putranto, M.T., Ph.D.	UNTAR
Prof. Yusep Muslih Purwana, S.T., M.T., Ph.D.	UNS
Alfred J. Susilo, S.T., M.Sc., Ph.D.	UNTAR
D.M. Priyantha W., S.T., M.T., M.Sc., Ph.D.	UNUD
Dr. Aksan Kawanda, S.T., M.T.	USAKTI
Dr. Bambang Endro Yuwono	USAKTI
Dr. Benazir, S.T., M.Eng.	UNSYIAH
Dr. Dewi Handayani, S.T., M.T.	UNS
Dr. Eng. Halwan Alfisa Saifullah, ST, M.T.	UNS
Dr. Eng. Widyarini Weningtyas, S.T., M.T.	ITB
Dr. Hermawan, S.T., M.T.	UNIKA Soegijapranata
Dr. Ir. A.M. Ade Lisantono, M.Eng.	UAJY
Dr. Ir. Djoko Suwarno, M.Si	UNIKA Soegijapranata
Dr. Ir. Dwi Prasetyanto, M.T.	ITENAS
Dr. Ir. Herman, M.T.	ITENAS
Dr. Ir. Imam Basuki, M.T.	UAJY
Dr. Ir. Junaedi Utomo, M. Eng.	UAJY
Dr. Ir. Rintis Hadiani, M.T.	UNS
Dr. Ir. Wati A. Pranoto, M.T.	UNTAR
Dr. Ir. Trihono Kadri, M.S.	USAKTI
Dr. Lisa Oksri Nelfia, S.T., M.T., M.Sc.	USAKTI
Dr. Mawiti Infantri Yekti, S.T, M.T.	UNUD
Dr. Renni Anggraini, S.T., M.Eng.	UNSYIAH
Dr. Widodo Kushartomo	UNTAR
Dr. Yuki Achmad Yakin, M.T.	ITENAS
Dr.-Ing. Teuku Budi Aulia, S.T., Dipl.-Ing.	UNSYIAH
Dr.-Ing. Agustina Kiky Anggraini, S.T., M.T.	UAJY
Dr.-Ing. Jack Widjajakusuma	UPH
Erwin Lim, S.T., M.S., Ph.D.	ITB
G.A.P. Candra Dharmayanti, S.T, M.Sc., Ph.D.	UNUD
Ida Bagus Rai Widiarsa, S.T., M.A.Sc., Ph.D.	UNUD
Ir. Muhamad Abduh, M.T., Ph.D.	ITB
Prasanti Widyasih S, S.T, M.T., Ph.D.	ITB
Sugeng Krisnanto, S.T., M.T., Ph.D.	ITB
Yessi Nirwana Kurniadi, Ph.D.	ITENAS
Dr. Bagus Hario Setiadji, S.T., M.T.	UNDIP
Dr. Ir. Maria Wahyuni, M.T.	UNIKA Soegijapranata

DAFTAR ISI

EDITOR PROSIDING		2
PRAKATA EDITOR		3
KONSORSIUM PENYELENGGARA		4
KEPANITIAAN		5
STEERING COMMITTEE		6
DAFTAR REVIEWER		7
DAFTAR ISI		8
FEATURED PRESENTATION & PEMBICARA KUNCI		9
	<i>The Shared History of TU Delft and Bandung Institute of Technology</i> Abel Streefland , M.Sc.	10
1	Pendidikan Rekayasa dan Teknologi Sipil di Indonesia Prof. Ir. Mohamad Sahari Besari , M.Sc., Ph.D.	11
2	Sejarah Pendidikan Keinsinyuran Dr. Wim Ravesteijn	20
3	Tantangan Profesi Pendidik Teknik Prof. Ir. Sudjarwadi , M.Eng., Ph.D.	21
4	Teknik Sipil dalam Pembangunan Berkelanjutan Prof. Dr. Shunji Kusayanagi	24
5	Profil Lulusan dan SDM Konstruksi Ir. Hadjar Seti Adji , M.Eng.Sc.	26
6	Tantangan Teknologi Big Data Konstruksi Zafira Nadia Maaz , Ph.D.	27
DAFTAR MAKALAH		30
A	GEOTEKNIK	30
B	INFRASTRUKTUR DAN LINGKUNGAN	31
C	KEAIRAN	32
D	MANAJEMEN KONSTRUKSI	33
E	MATERIAL	35
F	STRUKTUR	36
G	TRANSPORTASI	37
MAKALAH	A. GEOTEKNIK	38
	B. INFRASTRUKTUR DAN LINGKUNGAN	115
	C. KEAIRAN	183
	D. MANAJEMEN KONSTRUKSI	286
	E. MATERIAL	482
	F. STRUKTUR	566
	G. TRANSPORTASI	630

372 - MT

Pengaruh Kadar *Accelerating Admixture* terhadap Kuat Tekan Beton untuk Perkerasan Jalan dengan Kontruksi Perkerasan Kaku

Dony Asprilla Arnanda¹, Evan Urianda Putra², Yohanes Yuli Mulyanto², dan Widija Suseno Widjaja²

^{1,2}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Unika Soegijapranata, Semarang
Dosen Program Studi Teknik Sipil, Unika Soegijapranata, Semarang
e-mail: widija@unika.ac.id

ABSTRAK

Pada saat pelaksanaan pembangunan jalan menggunakan perkerasan kaku (*rigid pavement*) di Indonesia sering kali menimbulkan kemacetan, maka pada penelitian ini digunakan suatu bahan *accelerating admixture* yang akan diterapkan dalam pembuatan benda-uji silinder beton. Dengan penggunaan bahan *accelerating admixture* (AA) ini, maka suatu perkerasan kaku dapat dibuka untuk umum sebelum waktu umur beton mencapai 28 hari. Agregat halus digunakan 2 jenis, yaitu pasir Muntilan dan *Manufactured Sand*. Pada kedua varian menggunakan kadar AA merk "X" yang diberikan kepada Pasir Muntilan dan *Manufactured Sand* masing - masing 0% dan 1%. Angka modulus kehalusan pada *Manufactured Sand* yaitu 3,25 mm dikategorikan sebagai pasir kasar. Angka modulus kehalusan pasir Muntilan yaitu 2,50 mm dapat dikategorikan sebagai pasir halus. Untuk perhitungan *mix design* berat isi agregat halus M-Sand rata-rata 1716 Kg/m³, sedangkan pada agregat halus Pasir Muntilan memiliki berat isi rata - rata 1691 Kg/m³. Agregat kasar split 1:2 memiliki keausan 33,35% melalui uji abrasi Los Angeles. Air yang digunakan adalah air yang diambil dari sumur artesis laboratorium mix design Jati Kencana Beton. Untuk uji kuat tekan beton digunakan mesin UTM (*Universal Testing Machine*). Dari pengujian, diperoleh hasil kuat tekan beton tidak memenuhi standar ACI 318 yaitu 45 kg/cm² atau 4,4 MPa, namun berdasarkan acuan SNI T-15-1991-03 pada umur 56 hari kuat tekan ini terpenuhi.

Kata Kunci: *accelerating admixture*, Pasir Muntilan, *M-Sand*, kadar AA, Kuat tekan Beton.

1. PENDAHULUAN

Salah satu penggunaan bahan beton dalam bidang teknik sipil adalah untuk perkerasan jalan menggunakan perkerasan kaku (*rigid pavement*). Perkerasan jalan ini terdiri dari plat beton semen *portland* dan lapis pondasi di atas dasar tanah. Lapisan pondasi pada perkerasan jalan kaku kadang-kadang tidak ada karena perkerasan kaku memiliki modulus elastisitas yang tinggi sehingga kekuatan perkerasan diperoleh dari lapisan slab beton itu sendiri, Sedangkan beban yang diterima oleh perkerasan langsung didistribusikan ke tanah di bawah area slab beton.

Pelaksanaan konstruksi perkerasan kaku sering menimbulkan kemacetan dan gangguan pada lalu lintas di kota kota besar di Indonesia, untuk itu suatu bahan *accelerating admixture* perlu ditambahkan pada campuran beton perkerasan kaku tersebut. Dengan penggunaan bahan *accelerating admixture* ini diharapkan perkerasan kaku dapat dibuka untuk umum sebelum umur beton 28 hari.

Pertanyaan selanjutnya adalah bagaimana pengaruh bahan *accelerating admixture* terhadap campuran beton? Untuk menjawab pertanyaan ini, penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi pengaruh bahan *accelerating admixture* terhadap kuat tekan beton perkerasan kaku (*rigid pavement*), disamping untuk mengidentifikasi komposisi penambahan bahan *accelerating admixture* hingga memiliki beton kuat tekan optimum.

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini terbagi dalam manfaat teoritis dan manfaat praktis. Secara teoritis, hasil penelitian diharapkan dapat memberikan wawasan kepada masyarakat pada umumnya dan dunia konstruksi teknik sipil pada khususnya mengenai berbagai macam bahan *accelerating admixture* dan pengaruh penambahan bahan *accelerating admixture* untuk campuran beton perkerasan kaku. Sedangkan secara praktis, penelitian diharapkan dapat memberikan alternatif komposisi bahan *accelerating admixture* yang dapat digunakan di lapangan untuk mempersingkat waktu pelaksanaan konstruksi *rigid pavement* serta dapat mengoptimalkan pemanfaatan bahan *accelerating admixture* dalam komposisi bahan beton,

2. METODE PENELITIAN

Tahapan penelitian

Penelitian ini terdiri dari beberapa tahap. Tahap-tahap penelitian tersebut dijelaskan pada poin-poin berikut:

Tahap I

Tahap ini dimulai dari persiapan material dan pada tahap akhir adalah perencanaan *mix design*. Penjelasan untuk masing-masing tahap adalah sebagai berikut:

a. Studi Literatur

Literatur yang digunakan pada penelitian ini adalah jurnal yang diunduh dari internet, buku yang terdapat di perpustakaan, dan tugas akhir. Literatur yang digunakan berhubungan dengan penelitian ini.

b. Pengadaan Material

Material-material yang digunakan adalah pasir Muntilan dan *Manufacture Sand* (agregat halus), dan split 1x2 (agregat kasar), *Accelerating Admixture*, semen, dan air yang berasal dari sumur artesis Laboratorium Jati Kencana Beton.

c. Pengujian Material

Pengujian material yang dilakukan adalah:

c.1. Analisis saringan agregat halus dan agregat kasar.

Pengujian ini dilakukan dengan berdasarkan SNI 03-1968-1990. Tujuan pengujian ini adalah mengetahui pembagian gradasi butiran agregat halus dan kasar, dan modulus kehalusan. Gradasi dan modulus merupakan acuan tingkat kemudahan pengerjaan beton.

c.2. Analisis agregat keausan agregat kasar dengan mesin abrasi Los Angeles.

Pengujian ini mengacu mengacu SNI 03-2417-2008. Tujuan dari uji ini adalah menemukan ketahanan agregat kasar terhadap keausan dengan menggunakan mesin abrasi los angeles dan mengetahui nilai keausan agregat kasar yang dinyatakan dengan lolos saringan no 12 (diameter 1,7 mm) terhadap berat semula (dalam persen).

c.3. Analisis kadar air agregat kasar dan halus.

Peraturan yang digunakan sebagai acuan adalah SNI 03-1970-1990. Tujuan pengujian ini adalah mengetahui kadar air yang dapat diserap oleh material agregat kasar dan halus yang digunakan.

c.4. Analisis berat jenis dan penyerapan agregat halus.

Pengujian ini mengacu pada peraturan SNI 1970:2008. Pengujian ini dilakukan dengan cara menghitung berat benda uji dibagi dengan selisih dari berat air dan berat pasir di dalam air.

c.5. Pengujian jenis kandungan AA (*Accelerating Admixture*) ini dapat dibagi menjadi beberapa jenis kandungan yaitu Calcium Chlorida, Alumunium Cholrida, Natrium Sulfat, dan Alumunium Sulfat. Tabel 1 berikut menunjukkan hasil pengujian *Accelerating Admixture* yaitu:

Table 1. Hasil uji kandungan AA (*Accelerating Admixture*)

Parameter	Satuan	Hasil Uji	Metode
Alumunium Chloride	%	0,04	AAS
Natrium Sulfat	%	0,52	AAS

Dari table 1 dapat disimpulkan bahwa kadar AA Viscocrete 3115 N adalah Natrium Sulfat.

d. Persiapan Benda Uji

Alat-alat yang digunakan untuk melakukan penelitian ini adalah silinder dengan diameter 10 cm dan tinggi 20 cm, *concrete mixer*, satu set alat yang digunakan dalam uji *slump test*.

Tahap II

Pada tahap ini dimulai dengan pembuatan benda uji dan tahap terakhir adalah pembahasan dari data-data yang didapatkan. Berikut adalah pembahasan dari masing-masing tahap:

a. Pembuatan benda uji terdiri dari pembuatan campuran beton (*mixing*), uji *slump test*, dan perawatan beton (*curing*). Langkah-langkah pencampuran beton sesuai standard yang berlaku.

b. Pengujian Benda Uji dilakukan pada saat beton berumur 7, 14, 28, dan 56 hari. Pengujian dilakukan di Laboratorium Jati Kencana Beton.

- c. Analisis data yang dilakukan adalah dengan cara melihat hasil pengujian kuat tekan beton sudah sesuai dengan yang direncanakan dalam penelitian atau tidak.

Tahap III

Tahap ini merupakan tahap pengambilan data dan penyusunan kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan serta pembahasan data. Selain ketiga hal tersebut, pada tahap ini terdapat saran yang bertujuan untuk menunjang penelitian yang akan datang.

3. ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian bahan

Pengujian bahan dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kualitas bahan yang akan digunakan sebagai campuran pembuatan beton. Pengujian yang dilakukan pada bahan-bahan tersebut mengacu pada standar-standar yang berlaku yaitu ASTM dan SNI. Berikut akan dijelaskan mengenai hasil dari masing-masing pengujian.

- a. Analisis saringan agregat halus

Modulus kehalusan agregat halus (pasir pantai) dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{Rumus Modulus Kehalusan} = \frac{\sum \% \text{ Tertahan Kumulatif (no } \frac{3}{8} - 200)}{100} \quad (i)$$

Hasil pengujian analisis saringan agregat halus dapat dilihat pada Tabel 2 dan 3.

Tabel 2. Hasil Analisis Saringan Agregat Halus (*M-Sand*)

Ukuran ayakan	Berat tertahan (gr)	Kumulatif rata rata			Gradasi	
		Tertahan (gr)	% Tertahan (%)	% Lolos	Minimum (%)	Maksimum (%)
9,5 mm	3/8"	0	0	100	100	100
4,75 mm	No. 4	4	0.2	99.8	95	100
2,36 mm	No. 8	293	14.85	85.15	80	100
1,18 mm	No. 16	772	53.45	46.55	50	85
0,6 mm	No. 30	447	75.8	24.2	25	60
0,3 mm	No. 50	191	85.35	14.65	5	30
0,15 mm	No. 100	196	95.15	4.85	0	10
0,075 mm	No. 200	62	98.25	1.75	0	0
PAN	No. 500	35	100	0	0	0
Modulus kehalusan		3,25				

Tabel 3. Hasil Analisis Saringan Agregat Halus (Pasir Muntilan)

Ukuran ayakan	Berat tertahan (gram)	Kumulatif rata rata			Gradasi	
		Tertahan (gram)	% Tertahan (%)	% Lolos	Minimum (%)	Maksimum (%)
9,5 mm	3/8"	17	0.85	99.15	100	100
4,75 mm	No. 4	18	1.75	98.25	95	100
2,36 mm	No. 8	60	4.75	95.25	80	100
1,18 mm	No. 16	465	28	72	50	85
0,6 mm	No. 30	533	54.65	45.35	25	60
0,3 mm	No. 50	303	69.8	30.2	5	30
0,15 mm	No. 100	405	90.05	9.95	0	10
0,075 mm	No. 200	136	96.85	3.15	0	0
PAN	No. 500	63	100	0	0	0
Modulus kehalusan		3,25				

- b. Analisis kadar air agregat halus dan agregat kasar
 Hasil kadar air yang dimiliki agregat halus adalah:

Tabel 4 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus Pasir Muntilan

A	Berat Wadah	355 gr
B	Berat Wadah + Benda Uji	855 gr
C	Berat Benda Uji	500 gr
D	Berat Benda Uji Kering	450 gr
E	Kadar Air	11,1%

 Tabel 5 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus *M-sand*

A	Berat Wadah	355 gr
B	Berat Wadah + Benda Uji	855 gr
C	Berat Benda Uji	500 gr
D	Berat Benda Uji Kering	480 gr
E	Kadar Air	4,1%

Hasil kadar air yang dimiliki agregat kasar adalah:

Tabel 6 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

A	Berat Wadah	355 gr
B	Berat Wadah + Benda Uji	855 gr
C	Berat Benda Uji	500 gr
D	Berat Benda Uji Kering	485 gr
E	Kadar Air	3,09%

- c. Analisis Keausan Agregat Kasar Dengan Mesin Los Angeles
 Hasil pengujian analisis keausan agregat kasar dengan mesin Los Angeles

Tabel 7. Hasil Analisis Keausan Agregat Kasar Dengan Mesin Los Angeles

A	Benda Uji	647,5 gr
B	Benda Uji Sesudah Diuji	431,5 gr
C	Keausan	33,35%

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan di atas dapat diketahui bahwa keausan total dari agregat kasar sebesar 33,35%. Berdasarkan PUBLI (Persyaratan Umum Bahan Bangunan Indonesia) 1982 Pasal 12 "Syarat fisik kerikil bagian yang hancur bila diuji memakai mesin los Angeles tidak lebih dari 50% berat" jadi agregat kasar (karang) diatas memenuhi syarat sebagai bahan bangunan.

Perhitungan campuran beton

Pada perhitungan *mix design* ini langkah perencanaan dalam pencampuran beton pada yang dibahas pada sub bab ini. Untuk perhitungannya ini menggunakan metode sesuai dengan perhitungan SNI 7656:2012 dan dimodifikasi oleh CV.Jati Kencana Beton selaku pembimbing lapangan saat melakukan mix design di Laboratorium Jati Kencana beton. Berikut langkah langkah perhitungan perencanaan mix design ini yang direncanakan seperti berikut ini:

1. Menetapkan mutu beton pada penelitian ini yang direncanakan.
 Mutu beton yang ini rencanakan = f_c 35 Mpa

$$\text{Konversi ke } K = \frac{(35 \times 10)}{0,83} = 421,68 \text{ kg/cm}^2$$

2. Menetapkan nilai standar deviasi
 Pada perencanaan mix design beton yang ini lakukan menggunakan jumlah data produksi setiap m^3 yang dianggap mencukupi menurut tabel 8

Tabel 8 Standar Deviasi dan Nilai Tambah

Jumlah Data Produksi (m3)	Faktor Cacat (%)	Faktor Cacat (Desimal)	Faktor Cacat (Bilangan)
Sempurna	0,00	0,75	0,00
Sangat Baik	1,00	1,34	40,00
Baik	2,50	1,45	47,33
Cukup	5,00	1,64	60,00
Kurang Baik	7,50	1,96	78,55
Tidak Baik	10,00	2,33	100,00

Perawatan benda uji

Acuan yang digunakan untuk *curing* benda uji adalah (SNI) 2493:2011. Tujuan *curing* adalah menghindari efek samping panas hidrasi yaitu *crack* pada beton atau biasa disebut dengan keretakan pada beton. Benda uji dibuka setelah 24 jam \pm 8 jam setelah pencetakan. Setelah dibuka benda uji harus dirawat basah dengan temperatur $23^{\circ}\text{C} \pm 1,7^{\circ}\text{C}$.

Pengujian kuat tekan beton

Uji kuat tekan beton yang dilakukan pada penelitian ini dilakukan pada saat beton (benda uji) berumur 7, 14, 28, dan 56 hari di Laboratorium Jati Kencana Beton.

Berat massa volume beton benda uji silinder

Berat massa volume beton dapat diartikan sebagai perbandingan antara berat benda uji beton yang ditimbang pada saat beton berumur 7, 14, 28, dan 56 hari. Rumus perhitungan berat massa volume beton dengan benda uji silinder adalah sebagai berikut:

$$\text{Volume benda uji silinder} = \pi \times r^2 \times t \quad (2)$$

$$\text{Berat massa volume beton} = \frac{\text{berat benda uji silinder}}{\text{volume benda uji silinder}} \quad (3)$$

Berdasarkan perhitungan berat massa volume beton tersebut, maka untuk perhitungan lainnya dapat dilihat pada Table 9

Tabel 9 Rata-Rata Berat Massa Volume Beton

No	Umur beton (Hari)	Normal/Viscocrete	Berat benda Uji (kg)	Volume Benda Uji (m ³)	Berat Massa Beton (Kg/m ³)	Berat Massa Volume Beton Rata rata (Kg/m ³)
1	28	Normal 1 (MU)	12.9	0.0053	2433.962	2423.899
2		Normal 2 (MU)	12.87	0.0053	2428.302	
3		Normal 3 (MU)	12.77	0.0053	2409.434	
4		Normal 4 (MS)	13.07	0.0053	2466.038	
5		Normal 5 (MS)	13.1	0.0053	2471.698	
6		Normal 6 (MS)	12.99	0.0053	2450.943	
7		Normal 1 (MU)	13.7	0.0053	2584.906	2552.83
8		Normal 2 (MU)	13.5	0.0053	2547.17	
9		Normal 3 (MU)	13.39	0.0053	2526.415	
10		Normal 4 (MS)	13.19	0.0053	2488.679	
11		Normal 5 (MS)	13.1	0.0053	2471.698	
12		Normal 6 (MS)	12.9	0.0053	2433.962	

Hasil pengujian kuat tekan beton

Dari hasil pengujian kuat tekan yang dilakukan dengan menggunakan mesin *Universal Testing Machine* (UTM) didapatkan beban maksimum (pada saat benda uji mengalami keruntuhan akibat menerima beban) (P_{\max}).

Perhitungan kuat tekan beton

Rumus yang digunakan untuk menghitung kuat tekan beton sebagai berikut:

a. Perhitungan luas penampang benda uji silinder (A)

$$A = \pi \times r^2 \tag{4}$$

Keterangan:

A = luas penampang benda uji (cm²)

π = konstanta (3,14)

r = jari-jari benda uji silinder (cm)

b. Perhitungan kuat tekan benda uji silinder

$$\text{Kuat tekan} = \frac{\text{gaya tekan maksimum} \times 100}{A} \tag{5}$$

c. Pengkonversian kuat tekan benda uji silinder ke benda uji kubus:

$$\text{Kuat tekan silinder kubus} = \frac{\text{Kuat tekan silinder}}{0,83} \tag{5}$$

d. Prediksi konversi kuat tekan benda n hari ke 28 hari

$$\text{Kuat tekan n hari ke 28} = \frac{\text{Kuat tekan kubus 7 hari}}{\text{koefisien}} \tag{6}$$

Data hasil uji kuat tekan beton rata-rata dapat dilihat pada data Tabel 9.

Analisis kuat tekan beton

Dari hasil pengujian kuat tekan dalam penelitian ini menggunakan alat Universal Testing Machine yang dilakukan di Laboratorium Jati Kencana Beton. Pada kuat tekan beton ini didapatkan beban maksimum yaitu pada saat benda uji mengalami keruntuhan akibat penerimaan beban

Tabel 10. Perbandingan Kuat Tekan Rata-Rata Pasir *M-Sand*

Jenis beton	Luas (cm ²)	Ukuran Silinder	Umur	Berat (kg)	Gaya Tekan (kN)	Kuat Tekan	
						Silinder (Kg/cm ²)	Kubus (Kg/cm ²)
M-Sand (0%)	176,71	Ø 15, t = 30	7 hari	12,750	526,667	298,040	359,084
M-Sand (0%)	176,71	Ø 15, t = 30	14hari	12,733	563,333	318,790	384,084
M-Sand (0%)	176,71	Ø 15, t = 30	28 hari	13,053	673,333	381,039	459,083
M-Sand (0%)	176,71	Ø 15, t = 30	56 hari	13,543	736,667	416,879	502,264
M-Sand (1%)	176,71	Ø 15, t = 30	7 hari	12,873	433,333	245,223	295,449
M-Sand (1%)	176,71	Ø 15, t = 30	14hari	13,033	523,333	296,154	356,812
M-Sand (1%)	176,71	Ø 15, t = 30	28 hari	13,063	533,333	301,813	363,630
M-Sand (1%)	176,71	Ø 15, t = 30	56 hari	13,087	521,667	295,211	355,675

Tabel 11 Perbandingan Kuat Tekan Rata-Rata Pasir Muntilan.

Jenis beton	Luas (cm ²)	Ukuran Silinder	Umur	Berat (kg)	Gaya Tekan (kN)	Kuat Tekan	
						Silinder (Kg/cm ²)	Kubus (Kg/cm ²)
Pasir Muntilan (0%)	176,71	Ø 15, t = 30	7 hari	12,533	403,333	228,246	274,995
Pasir Muntilan (0%)	176,71	Ø 15, t = 30	14hari	12,770	463,333	262,200	315,903
Pasir Muntilan (0%)	176,71	Ø 15, t = 30	28 hari	12,847	366,667	264,086	318,176
Pasir Muntilan (0%)	176,71	Ø 15, t = 30	56 hari	12,963	533,333	301,813	363,630
Pasir Muntilan (1%)	176,71	Ø 15, t = 30	7 hari	12,940	623,333	352,744	424,992
Pasir Muntilan (1%)	176,71	Ø 15, t = 30	14hari	12,847	626,667	354,630	427,265
Pasir Muntilan (1%)	176,71	Ø 15, t = 30	28 hari	13,530	683,333	386,698	465,901
Pasir Muntilan (1%)	176,71	Ø 15, t = 30	56 hari	12,927	706,667	399,902	481,810

Berdasarkan tabel 10 dan 11, dapat diketahui bahwa jika mengejar beton percepatan, pada penelitian ini yang menggunakan ACI 318, maka tidak memenuhi 45 kg/cm² atau 4,4 Mpa. Tetapi jika memakai SNI T-15-1991-03 maka pada 56 hari memenuhi 45 kg/cm² atau 4,4 Mpa.

Pola retak pada benda uji silinder

Pada pengujian kuat tekan beton dapat diketahui pola retak yang terjadi pada beton akibat gaya tekan aksial. Berdasarkan pengujian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa pola keretakan yang terjadi hampir seragam pada bagian samping atas lalu secara diagonal membelah beton menjadi dua. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa beton mengalami retak geser.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini didapat dari kajian kuat tekan beton (umur 7, 14, 28, dan 56 hari), agregat halus (Semen, pasir Muntilan dan *M-sand*), agregat kasar (*split*), dan kadar AA (*Accelerating Admixture*) terhadap kuat tekan beton yaitu:

- a. Pengujian ini didasarkan pada kuat tekan rencana f'_c 35
- b. Agregat halus mempunyai modulus kehalusan 3,25 untuk pasir *M-Sand* termasuk jenis pasir kasar dan 2,50 untuk pasir Muntilan yang termasuk kategori pasir halus.
- c. Agregat halus *M-Sand* memiliki kadar air sebesar 4,1 % dan Pasir Muntilan sebesar 11,1%
- d. Agregat halus pasir *M-Sand* dapat digunakan sebagai agregat halus pada beton akan tetapi pasir *M-Sand* memiliki modulus kehalusan 3,25 sehingga termasuk jenis pasir kasar yang memiliki daya lekat antar butir yang sangat lemah yang menyebabkan berkurangnya kuat hancur beton.
- e. Agregat halus pasir Muntilan juga dapat digunakan sebagai agregat halus pada beton dengan modulus kehalusan sebesar 2,50 yang termasuk pasir halus. Namun menyebabkan bertambahnya kuat hancur beton.
- f. Agregat kasar memiliki keausan 33,35% pada uji *Los Angeles* yang artinya memenuhi syarat fisik kerikil menurut PUBLI (Persyaratan Umum Bahan Bangunan Indonesia) 1982 pasal 12 yaitu tidak lebih dari 50% dan bisa digunakan sebagai agregat kasar bangunan.
- g. Penggunaan AA (*Accelerating Admixture*) untuk agregat halus Pasir Muntilan dan Pasir *M-Sand* pada penelitian ini menghasilkan:
 - i. Pasir muntilan yang menggunakan 1% *accelerating admixture* dapat digunakan untuk percepatan pada perkerasan kaku dalam kasus perkerasan jalan raya karena sudah mencapai umur 100% pada umur 7 hari.
 - ii. Untuk pasir *M-Sand* 1% terjadi *bleeding* dan *segregasi* dalam pelaksanaan pembuatan beton, sehingga untuk percepatan *M-sand* 1% tidak memenuhi.
 - iii. Pada umur beton 56 hari Pasir Muntilan 0%, 1% dan *M-Sand* 0% mengalami kenaikan, tetapi pada *M-Sand* 1% mengalami penurunan karena terjadi *bleeding* dan *segregasi* sehingga kuat tekan menurun pada 56 hari.
- h. Pada hasil konversi dari kuat tekan ke kuat lentur memiliki hasil sebagai berikut:
 - i. Pada umur 7 hari kuat tekan tertinggi (Pasir Muntilan 1%)
 $Flt = 0,62 \cdot 34,5 = 3,64 < 4,4$ (belum memenuhi)
 - ii. Pada umur 14 hari kuat tekan tertinggi (Pasir Muntilan 1%)
 $Flt = 0,62 \cdot 34,7 = 3,65 < 4,4$ (belum memenuhi)
 - iii. Pada umur 28 hari kuat tekan tertinggi (Pasir Muntilan 1%)
 $Flt = 0,62 \cdot 37,8 = 3,81 < 4,4$ (belum memenuhi)
 - iv. Pada umur 56 hari kuat tekan tertinggi (*M-Sand* 0%)
 $Flt = 0,62 \cdot 40,7 = 3,9 < 4,4$ (belum memenuhi)

Jadi, jika mengejar beton percepatan, pada penelitian ini yang menggunakan ACI 318, maka tidak memenuhi 45 kg/cm² atau 4,4 MPa. Tetapi jika memakai SNI T-15-1991-03 maka pada 56 hari memenuhi 45 kg/cm² atau 4,4 MPa.

Saran

Dari kesimpulan diatas, dapat dikatakan bahwa dalam pembuatan beton, pemilihan agregat, baik kasar maupun halus, air, semen, dan jenis *admixture* yang digunakan harus tepat dan sesuai. Karena jika pemilihan bahan pada proses pembuatan beton tidak di persiapkan dengan matang dan perhitungan yang baik, maka akan susah untuk mendapatkan f'_c 35 atau kuat tekan yang sesuai kita inginkan, terutama untuk beton mutu tinggi. Pada penelitian

ini, penulis juga menyadari masih perlunya beberapa perbaikan untuk mendapatkan hasil yang lebih baik. Adapun saran penelitian selanjutnya yaitu:

- a. Agregat kasar dan halus sebenarnya sudah memiliki kualitas dan mutu yang baik, namun diperlukan juga takaran dan perhitungan yang benar agar mencapai mutu beton yang tinggi.
- b. Kadar AA 1% sudah sangat baik dan terbukti untuk mengejar percepatan dan kekuatan pada pasir muntlan, namun untuk pasir *M-sand* sebaiknya tidak dicampur dengan *Accelerating Admixture* dengan kadar berapapun karena terjadinya *bleeding* pada saat pembuatan campuran beton.
- c. Untuk penggunaan pasir *M-sand*, sebaiknya digunakan untuk campuran dengan pasir biasa seperti muntlan, karena *M-sand* termasuk jenis pasir kasar sehingga tidak cocok digunakan dengan AA yang digunakan dalam penelitian ini.

Dalam penelitian ini apabila perhitungan kuat lentur mengacu pada ACI 318 tidak memenuhi 45 kg/cm² atau 4,4 Mpa, jika pada penelitian selanjutnya menginginkan kuat lentur yang diharapkan, maka mutu beton harus dinaikkan.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM C33-39 *Standart test method for materials, Spesific gravity and absorbtion of coarse aggregate*, Annual Books of ASTM Standarts, USA, 2002.
- ASTM C136 *Standart test method for materials, Spesific gravity and absorbtion of coarse aggregate*, Annual Books of ASTM Standarts, USA, 2002.
- ASTM C33-74a *Standart test method for materials, Spesific gravity and absorbtion of coarse aggregate*, Annual Books of ASTM Standarts, USA, 2002.
- ASTM C 142 *Standart test method for materials, Spesific gravity and absorbtion of coarse aggregate*, Annual Books of ASTM Standarts, USA, 2002.
- Barnabas, Peter L. 2005. *Pelaksanaan Pembangunan Jalan Beton Semen (Rigid Pavement) Di Palu - Sulawesi Tengah*. http://www.hpji.or.id/majalah/mjt_0701.pdf. (diakses pada 28 Juni 2019 pukul 20.30 WIB).
- BSN, 2008. *Cara Uji Slump Beton*, SNI 1972:2008, Badan Standadisasi Nasional, Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum, Badan Penelitian dan Pengembangan PU, Standar Nasional Indonesia, Metode Pengujian Keausan Agregat dengan Mesin Los Angeles, SNI 03-2417-2008.
- Dipohusodo.1994. *Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SK SNI S-36-1990-03*. Departemen Pekerjaan Umum RI. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Krisbiyanto, Bambang. 2005. *Tinjauan Permeabilitas dan Shrinkage Beton Mutu Tinggi dengan Bahan Tambah Mineral Metakaolin dan Superplasticizer*. Tugas Akhir. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- L.J. Murdock dan K.M. Brook (Alih bahasa Stepanus Hendarko). 1991. *Bahan dan Praktek Beton*. Jakarta: Erlangga.
- Nawy, E.G. 1996. *Reinforcement Concrete a Fundamental Approach (Third Edition)*. Preintice Hall, Upper Saddle River, New Jersey.
- Nugroho, Eko Hindaryanto. 2010. *Analisa Porositas dan Permaebilitas Beton dengan Bahan Tambah Fly Ash Untuk Perkerasan kaku (Rigid Pavement)*. Tugas Akhir. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Paul Nugraha, Antoni. 2007. *Teknologi Beton, dari material, Pembuatan, ke Beton Kinerja Tinggi*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Riduan, dkk. *Studi Kuat Tekan Lentur Beton Pada Perkerasan Kaku Terhadap Variasi Saringan Agregat Kasar*. <https://media.neliti.com/media/publications/192943-ID-studi-kuat-tekan-dan-kuat-lentur-beton-p.pdf>. (Diunduh pada 28 Oktober 2019, Pukul 20:08 WIB)
- Saifudidin, Muhammad Ikhsan. 2012. *"Pengaruh Penambahan Campuran Serbuk Kayu Terhadap Kuat Tekan Beton"*. Tugas Akhir, Universitas Pasir Pengaraian, Riau.
- SNI 15-2049-2004. 2004. *Semen Portland*. Bandung. Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 2493-2011. *Tentang Tata Cara Pembuatan dan Perawatan Beton Uji di Laboratorium*.
- SNI 2847: 2013 - Peraturan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung
- Tjokrodumuljo, Kardiyono. 1996. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Biro Penerbit Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil, Universitas Gadjah Mada.
- Wicaksono, Imam Agung. 2005. *Tinjauan Permeabilitas Beton Kedap Air Sistem Integral dengan Bahan Tambah Cebex-031 dan Conplast-X421M*. Tugas Akhir. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.