

**PERENCANAAN KUAT TEKAN BETON RAMAH LINGKUNGAN
DENGAN MENGGUNAKAN AGREGAT LOKAL LEBAK CILONG
DAN ABU SEKAM PADI*****THE PLANNING OF SUSTAINABLE CONCRETE COMPRESSIVE
STRENGTH USING LOCAL AGGREGATE LEBAK CILONG AND
ABU RICE HUSK***

Shelly Puspita Ayu Wardhani ¹⁾, Sujiati Jepriani ²⁾, Tommy Ekamitra Sutarto ³⁾
shelly.puspita@gmail.com ¹⁾, sujiati_jepriani@polnes.ac.id ²⁾,
tommysutarto@gmail.com ³⁾

^{1,2,3} Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Samarinda

^{1,2,3} Jl. Cipto Mangunkusumo Kampus Gunung Panjang, Kota Samarinda 75131
Kalimantan Timur

Korespondensi Naskah : Sujiati Jepriani

INTISARI

Penggunaan agregat kasar Palu di Kalimantan Timur khususnya di Samarinda sudah sering terlambat penerimaannya oleh karena itu peneliti mengganti agregat kasar dengan menggunakan material yang berasal dari Desa Lebak Cilong, Kecamatan Muara wis Kabupaten Kutai Kartanegara Kalimantan Timur, kemudian penggantian sebagian semen menggunakan abu sekam padi karena material tersebut sering dianggap limbah dari penggilingan padi. Sekam padi di Indonesia yang dihasilkan selama ini melimpah, sayangnya material tersebut umumnya hanya digunakan untuk bahan bakar pembakaran batu bata merah.

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan komposisi campuran beton acuan dengan kuat tekan $f_c' 30$ MPa menggunakan agregat kasar Palu, agregat halus Palu, dan semen sebagai bahan pengikat, membandingkan kuat tekan beton menggunakan agregat kasar Palu dan agregat kasar Lebak Cilong pada komposisi yang sama, jika kuat tekan agregat kasar Lebak Cilong tidak tercapai maka merubah komposisi agregat kasar Lebak Cilong hingga mendapatkan kuat tekan mencapai $f_c' \geq 30$ MPa, menambahkan abu sekam padi pada campuran beton untuk mengetahui persentase optimal abu sekam padi sebagai pengganti sebagian semen terhadap kuat tekan beton. penelitian ini dilakukan di Laboratorium Bahan Jurusan Teknik Sipil dengan bahan agregat kasar Palu, agregat kasar Lebak Cilong dan Abu Sekam Padi dengan pengujian sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI).

Hasil uji menunjukkan bahwa beton dengan komposisi agregat kasar Palu mendapatkan kuat tekan $f_c' 47,16$ MPa, penggantian agregat kasar Palu dengan agregat kasar Lebak Cilong tidak dapat menghasilkan mutu beton $f_c' 30$ MPa namun dengan mengganti komposisi pada agregat kasar Lebak Cilong dapat mencapai mutu beton $f_c' 30,35$ MPa, penambahan abu sekam padi 5% - 25% tidak dapat meningkatkan kuat tekan beton, kuat tekan beton tertinggi terjadi pada persentase abu sekam 5% dan hanya mendapatkan kuat tekan $f_c' 28,66$ MPa sedangkan beton normal tanpa abu sekam padi kuat tekan yang diperoleh $f_c' 30,35$ MPa.

Kata kunci: Agregat Kasar Lebak Cilong, Abu Sekam Padi, Kuat Tekan Beton

ABSTRACT

The use of coarse aggregate Palu in East Kalimantan , especially in Samarinda has often late acceptance therefore researchers mengganti coarse aggregate by using material from the village of Lebak Cilong , Muara wis Kutai regency in East Kalimantan , and replacement Part of cement using rice husk ash as material the often considered waste from rice mills . Rice husk in Indonesia produced during this abundant , unfortunately, the material is generally only used for fuel burning red bricks which are then discarded in vain.

This study aims is to determine the composition of the concrete mix reference compressive strength f_c '30 MPa using coarse aggregate Palu, fine aggregate Palu, and cement as a binder, to compare the strength of concrete using coarse aggregate Palu and coarse aggregate Lebak Cilong the same composition, if compressive strength of coarse aggregate Lebak Cilong not reached then change the composition of coarse aggregate Lebak Cilong to get compressive strength reached $f_c \geq 30$ MPa, add the rice husk ash in the concrete mix to determine the optimal percentage of rice husk ash as a partial replacement of compressive strength of cement . This research is done in the Department of Civil Engineering materials Laboratory with coarse granular aggregate Palu, coarse aggregate Lebak Cilong and Rice Husk with the test according to the Indonesian National Standard (SNI).

The test results showed that the composition of coarse aggregate concrete with compressive strength f_c Palu get f_c ' 47.16 MPa, the replacement of coarse aggregate coarse aggregate Palu Lebak Cilong can not produce the quality of concrete f_c ' 30 MPa but by changing the composition of the coarse aggregate Lebak Cilong can achieve quality concrete f_c '30.35 MPa, the addition of rice husk ash 5% - 25% can not improve the strength of concrete, the concrete compressive strength is highest in the percentage of rice husk ash 5% and only get a compressive strength f_c ' 28.66 MPa whereas normal concrete without rice husk ash obtained compressive strength f_c '30.35 MPa.

Keyword: Agregat Course Lebak Cilong, Abu Rice Husk, Concrete Compressive Strength

PENDAHULUAN

Pada era globalisasi kebutuhan manusia akan teknologi semakin besar, termasuk teknologi beton. Hal ini tidak terlepas dari tuntutan dan kebutuhan masyarakat terhadap fasilitas infrastruktur yang semakin maju, seperti jembatan bentang panjang, bangunan gedung bertingkat tinggi, gorong-gorong dan fasilitas lainnya. Infrastruktur tersebut pada umumnya perlu direncanakan dengan menggunakan beton yang mencakup kekuatan, ketahanan (keawetan) masa layan dan efisiensi. Berdasarkan spesifikasi 2010 revisi 3 divisi 7 tetang struktur jalan dan jembatan persyaratan untuk penggunaan mutu beton f_c ' 20 – \geq 45 MPa ini dapat digunakan untuk pelat lantai jembatan , gelagar beton bertulang , diafragma , gorong – gorong beton bertulang , bangunan bawah

jembatan dan perkerasan semen (*rigid pavement*).

Perkembangan dunia teknologi beton saat ini mengarah pada beton yang ramah lingkungan, baik dari segi material maupun dari sifat beton itu sendiri. Secara umum, material-material penyusun beton hingga saat ini masih menggunakan bahan-bahan yang sulit untuk diperbaharui, seperti agregat kasar dan semen. Sudah seharusnya penggunaan material ini dikurangi, karena penggunaan agregat kasar Palu di Kalimantan Timur khususnya di Samarinda sudah sering terlambat penerimaannya dan penggunaan semen yang banyak dapat menimbulkan dampak yang negatif terhadap lingkungan, yaitu menyebabkan emisi gas CO₂ (karbon dioksida) dan tidak ekonomis.

Abu sekam merupakan bahan tambah untuk menghemat pemakaian semen. Pemakaian abu sekam padi dianggap hemat karena material tersebut adalah limbah dari penggilingan padi. Sekam padi di Indonesia yang dihasilkan selama ini melimpah, tetapi material tersebut umumnya hanya digunakan untuk bahan bakar pembakaran batu bata merah.

Dalam penelitian ini, batu Palu akan diganti dengan material yang berasal dari Desa Lebak Cilong, Kecamatan Muara wis Kabupaten Kutai Kartanegara Kalimantan Timur lokasi pengambilan agregat kasar / batu Lebak Cilong dapat dilihat pada Gambar 1. Untuk mendapatkan beton yang ramah lingkungan dan ekonomis, penggunaan batu Palu dapat digantikan dengan batu lokal, Selain itu penggunaan sebagian semen dapat dikurangi dan dapat digantikan dengan bahan tambah penghemat semen yang ramah lingkungan.



Gambar 1. Lokasi pengambilan agregat kasar / batu Lebak Cilong

LANDASAN TEORI

Beton

Beton hingga saat ini masih menjadi bahan bangunan yang paling banyak digunakan dibandingkan dengan bahan lainnya. Berdasarkan SNI-03-2847-2013. beton didefinisikan sebagai campuran antara semen Portland atau semen hidraulik lainnya, agregat halus, agregat kasar, dan air. Kekuatan beton yang dapat dicapai dengan campuran beton biasa pada umumnya berkisar antara 20-40 MPa, yang biasa disebut sebagai beton normal. Pada beberapa penelitian yang dilakukan pada beberapa beton, berbagai macam jenis bahan tambah digunakan sebagai kombinasi maupun sebagai pengganti sebagian bahan

penyusun beton. Tujuannya yaitu untuk mendapatkan beton yang lebih padat dan lebih kuat sekaligus untuk menjaga agar beton tetap mudah dikerjakan.

Abu sekam padi merupakan bahan tambah berupa pozzollan termasuk bahan tambah mineral digunakan untuk memperbaiki kinerja beton. Bahan tambah yang digunakan dalam penelitian ini adalah abu sekam padi dimana abu sekam padi didapatkan dari pembakaran batu bata di Sempaja (Bayur) - Samarinda. Sekam padi dibakar pada suhu ± 500 °C sehingga menghasilkan Abu. Dari hasil pengujian abu sekam padi yang dilakukan di laboratorium Dinas Pertambangan Dan Energi Sumatera Selatan didapat hasil pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengujian kandungan abu sekam padi

No	Jenis Pengujian	Satuan	Hasil
1	SiO ₂	%	89,64
2	Al ₂ O ₃	%	0,73
3	Fe ₂ O ₃	%	0,06
4	CaO	%	3,56

Sumber : Dinas pertambangan dan energi Sumatra selatan

Abu sekam padi yang digunakan pada penelitian ini ialah abu sekam padi dari limbah pembakaran batu bata yang telah disaring dengan ayakan no. 200 abu sekam padi dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Abu Sekam Padi

Perancangan Beton

Merupakan perencanaan campuran semen, air, agregat kasar dan agregat halus sesuai dengan Standar Nasional Indonesia 03-2834-2000.

Slump

Tingkat kemudahan pengerjaan berkaitan erat dengan tingkat kelecakan atau keenceran adukan beton. Makin cair adukan maka makin mudah cara pengerjaanya. Untuk mengetahui kelecakan suatu adukan beton biasanya dengan dilakukan pengujian *slump*. Semakin tinggi nilai *slump* berarti adukan beton makin mudah dikerjakan.

Kuat Tekan Beton

Nilai kuat tekan beton didapatkan melalui tata cara pengujian standar, menggunakan mesin uji dengan cara memberikan beban tekan bertingkat dengan kecepatan peningkatan beban tertentu dengan benda uji berupa silinder dengan ukuran diameter 100 mm dan tinggi 200 mm. Berikut merupakan rumus yang digunakan pada pengujian kuat tekan beton :

$$f_c' = \frac{P}{A} \tag{1}$$

Keterangan:

f_c' = Kuat tekan beton (Mpa)

P = Beban maksimum (kN)

A = Luas penampang benda uji (mm)

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Bahan Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Samarinda. Pelaksanaan penelitian meliputi :

1. pemeriksaan bahan susun agregat halus, meliputi pemeriksaan gradasi (SK SNI 03-1968-1990), berat jenis dan penyerapan (SK SNI 03-1970-1990), kadar air (SK SNI 03-1971-1990), kadar lumpur,
2. pemeriksaan bahan susun agregat kasar, meliputi pemeriksaan gradasi (SK SNI 03-1968-1990), berat jenis dan penyerapan (SK SNI 03-1969-1990), keausan (SK SNI 03-2417-1991), kadar air (SK SNI 03-1971-1990), kadar lumpur,
3. pemeriksaan berat jenis dan penyerapan abu sekam padi,
4. perancangan beton dengan menggunakan SNI 03-2864-2000,
5. Pengujian slump beton segar SNI 03-1972-1990.

Jumlah benda uji yang dilakukan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Jumlah Benda uji

No	Eksperimen	Jumlah Benda Uji
1	Eksperimen I	30
2	Eksperimen II	25
3	Eksperimen III	25
Jumlah Total Benda Uji		80

Keterangan:

Eksperimen I merupakan beton dengan 2 campuran beton, campuran 1 beton dengan menggunakan agregat kasar palu.

Eksperimen II merupakan beton dengan variasi agregat Kasar Lebak Cilong.

Eksperimen III merupakan beton dengan variasi abu sekam padi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemeriksaan Bahan Penyusun

Bahan penyusun atau material yang digunakan dalam penelitian ini pada tahap awal harus melalui pemeriksaan terlebih dahulu. Hasil uji pemeriksaan bahan penyusun beton yang digunakan untuk mengetahui propertisnya ditampilkan dalam Tabel 3 hingga Tabel 6.

Tabel 3. Hasil pemeriksaan Semen

No	Pengujian	Standar SNI 15-7064-2004	Hasil	Keterangan
1	Berat Jenis Semen	3,00 - 3,20	3,03	Memenuhi
2	Konsistensi Normal	24% - 30%	30%	Memenuhi
3	Analisa Seting Time Pengikatan Awal Pengikatan Akhir	Min 45 Menit	83 Menit	Memenuhi
		Maks. 375 Menit	150 Menit	Memenuhi

Tabel 4. Hasil pemeriksaan Agregat Kasar Palu

No	Karakteristik	Standar SK SNI S-04-1989-F	Hasil	Keterangan
1	Analisa Saringan			
	Sisa diatas ayakan Ø31,5 mm	0% berat	0 %	Memenuhi
	Sisa diatas ayakan Ø 4,0 mm	90% - 98 % berat	100 %	Tidak memenuhi
2	Kadar lumpur	0,2%-1,0%	0,7 %	Memenuhi
3	Bobot Isi	Min 1,3 gram/cm ³	1,6 gram/cm ³	Memenuhi
4	Berat Jenis	Min 2,54	2,53	Memenuhi
5	Penyerapan	0,2%-4%	1,87%	Memenuhi
6	Kadar Air	Maks 1,3%	0,80%	Memenuhi
7	Keausan	< 40%	16,8 %	Memenuhi

Tabel 5. Hasil pemeriksaan Agregat Halus Palu

No	Karakteristik	Standar SK SNI S-04-1989-F	Hasil	Keterangan
1	Analisa Saringan			
	Sisa diatas ayakan Ø 4 mm	min 2% berat	0 %	Memenuhi
	Sisa diatas ayakan Ø 1 mm	min 10 % berat	27 %	Memenuhi
	Sisa diatas Ayakan Ø 0,25 mm	80% - 95 % berat	91,2 %	Memenuhi
2	Kadar lumpur	Maks 5 %	2,2 %	Memenuhi
3	Bobot Isi	Min 1,3 gram/cm ³	1,6 gram/cm ³	Memenuhi
4	Berat Jenis	Min 2,50	2,5	Memenuhi
5	Penyerapan	0,2%-2%	1,4%	Memenuhi
6	Kadar Air	Maks 6%	1,3%	Memenuhi

Tabel 6. Hasil pemeriksaan Agregat Kasar Lebak Cilong

No	Karakteristik	Standar SK SNI S-04-1989-F	Hasil	Keterangan
1	Analisa Saringan			
	Sisa diatas ayakan Ø31,5 mm	0% berat	0 %	Memenuhi
	Sisa diatas ayakan Ø 4,0 mm	90% - 98 % berat	100 %	Tidak memenuhi
2	Kadar lumpur	0,2%-1,0%	0,6 %	Memenuhi
3	Bobot Isi	Min 1,3 gram/cm ³	1,5 gram/cm ³	Memenuhi
4	Berat Jenis	Min 2,54	2,55	Memenuhi
5	Penyerapan	0,2%-4%	1,8%	Memenuhi
6	Kadar Air	Maks 1,3%	0,80%	Memenuhi
7	Keausan	< 40%	29,6 %	Memenuhi

Secara umum dapat disimpulkan bahwa bahan penyusun tersebut memenuhi syarat untuk pembuatan beton.

Hasil Perencanaan Campuran Beton

Kuat tekan beton direncanakan 30 MPa, beton dengan menggunakan agregat kasar Palu mendapatkan kuat tekan 47,16 MPa, beton dengan menggunakan agregat kasar Lebak Cilong mendapatkan kuat tekan 27,44 MPa, karena beton dengan komposisi agregat kasar Lebak Cilong tidak dapat mencapai kuat tekan beton f_c' 30 MPa, maka komposisi agregat kasar Lebak Cilong divariasikan adapun hasil kuat tekan dari variasi agregat kasar Lebak Cilong dapat dilihat pada Tabel 7 dan Gambar 4.

Tabel 7. Hasil kuat tekan beton dengan komposisi agregat kasar Lebak Cilong

NO.	Sampel	% Agregat Halus	% Agregat Kasar	f_c
				(MPa)
1	VARIASI 1	48,00	52,00	23,82
2	VARIASI 2	46,00	54,00	24,75
3	VARIASI 3	45,00	55,00	30,35
4	VARIASI 4	44,00	56,00	25,65
5	VARIASI 5	42,00	58,00	24,66

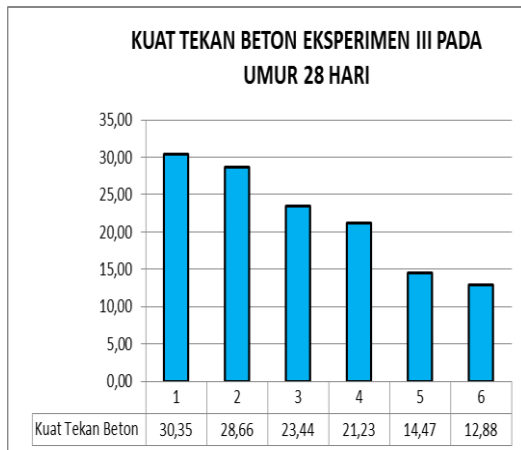


Gambar 4. Grafik hubungan antara Hasil kuat tekan beton Eksperimen II dengan komposisi agregat kasar Lebak Cilong

Setelah diperoleh kuat tekan tertinggi dari variasi beton dengan komposisi agregat kasar Lebak Cilong maka komposisi tersebut digunakan untuk eksperimen berikutnya yaitu memvariasikan abu sekam padi sebagai pengganti semen. Hasil kuat tekan beton dengan variasi abu sekam padi dapat dilihat pada Tabel 7 dan Gambar 5.

Tabel 7. Hasil kuat tekan beton dengan variasi abu sekam padi

NO.	Sampel	% Abu Sekam Padi	f_c
			(MPa)
1	NORMAL	0	30,35
2	VARIASI 1	5	28,66
3	VARIASI 2	10	23,44
4	VARIASI 3	15	21,23
5	VARIASI 4	20	14,47
6	VARIASI 5	25	12,88



Gambar 5. Grafik Hubungan antara Persentase Abu Sekam Padi dan Kuat Tekan Beton Eksperimen III

Berdasarkan Gambar 5 dan Tabel 7, penambahan abu sekam padi sebagai pengganti sebagian semen dengan persentase 5% sampai dengan 25% tidak dapat meningkatkan kuat tekan beton berbanding terbalik dengan penelitian yang dilakukan oleh Lakum K, C yang dari hasil penelitiannya menunjukkan bahwa penggunaan abu sekam padi dengan kadar 5% dan 10% dari jumlah semen, dapat meningkatkan kuat tekan beton sebesar 28,48% dan 47,25%, dari kuat tekan beton normal.

Namun jika ditinjau dari spesifikasi 2010 revisi 3 divisi 7 tentang struktur persyaratan untuk penggunaan mutu beton $f_c' 20 - \geq 45$ MPa dapat digunakan untuk pelat lantai jembatan, gelagar beton bertulang, diafragma, gorong – gorong, beton bertulang, bangunan bawah jembatan dan perkerasan semen (*rigid pavement*). Berdasarkan persyaratan mutu beton tersebut, maka beton dengan penambahan abu sekam padi persentase 5% hingga 15% dapat digunakan sebagai konstruksi struktur karena kuat tekan atau mutu beton yang diperoleh untuk beton dengan penambahan abu sekam padi 5% ialah 28,66 MPa penambahan abu sekam padi 10% ialah 23,44 MPa dan penambahan abu sekam padi 15% ialah 21,23 MPa. Pengaruh abu sekam padi sebagai bahan pengganti sebagian semen dalam penelitian ini abu sekam padi dapat menghemat semen sebanyak 10% dari penggunaan semen.

KESIMPULAN

Dari penelitian perancangan kuat tekan beton ramah lingkungan dengan menggunakan agregat lokal Lebak Cilong dan abu sekam padi yang dilakukan di laboratorium bahan Politeknik Negeri Samarinda, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Komposisi berat penyusun beton dengan agregat kasar Palu dengan kuat tekan rencana $f_c' 30$ MPa sebagai berikut :

- Semen : 11,19 kg / 16 %
- Air : 5,67 kg / 8%
- Agregat Halus : 26 kg / 38%
- Agregat Kasar : 26 kg / 38 %
- Total : 68,42 / 100 %

Dengan komposisi diatas diperoleh kuat tekan $f_c' 47,16$ MPa.

2. Penggantian agregat kasar Palu dengan agregat kasar Lebak Cilong menggunakan komposisi seperti diatas tidak dapat menghasilkan mutu beton ≥ 30 MPa namun dengan mengubah komposisi seperti berikut ini :

- Semen : 4,2 kg / 16 %
- Air : 2,1 kg / 8%
- Agregat Halus : 8,7 kg / 38%
- Agregat Kasar : 10,5 kg / 38 %
- Total : 25,5 / 100 %

mutu beton dapat mencapai 30,35 MPa.

3. Penambahan abu sekam padi 5% – 25% tidak dapat meningkatkan kuat tekan beton. Kuat tekan tertinggi terjadi pada penambahan abu sekam padi 5% dan hanya mendapatkan kuat tekan 28,66 MPa sedangkan beton normal tanpa abu sekam padi kuat tekan yang di peroleh ialah 30,35 MPa.

DAFTAR PUSTAKA

Badan Standarisasi Nasional. (1990). Standar Nasional Indonesia 03-1968-1990. *Metode Pengujian Analisis Saringan Agregat Halus Dan Kasar*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.

Badan Standarisasi Nasional. (1990). Standar Nasional Indonesia 03-1969-1990. *Metode Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Kasar*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.

Badan Standarisasi Nasional.(1990). Standar Nasional Indonesia 03-1970-1990.

- Metode Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus.* Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional.(1990). Standar Nasional Indonesia 03-1971-1990. *Metode Pengujian Kadar Air Agregat.* Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. (1990). Standar Nasional Indonesia 03-1972-1990. *Metode Pengujian Slump Beton.* Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. (1990). Standar Nasional Indonesia 03-1974-1990. *Metode Pengujian Kuat Tekan Beton.* Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. (1991). Standar Nasional Indonesia 03-2417-1991. *Metode Pengujian Keausan Agregat Dengan Mesin Abrasi Los Angeles.* Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional.(1991). Standar Nasional Indonesia 15-2531-1991. *Metode Pengujian Berat Jenis Semen.* Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. (1996). Standar Nasional Indonesia 03-4141-1996. *Metode Pengujian Gumpalan Lempung dan Butir-Butir Mudah Pecah dalam Agregat.* Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. (1998). Standar Nasional Indonesia 03-4804-1998. *Metode Pengujian Bobot Isi Dan Rongga Udara Dalam Agregat.* Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. Spesifikasi Umum.(2010). Revisi 3. *Divisi 7 tentang struktur.* Jakarta. Ditjen Bina Marga
- Lakum, K,C.__(2009). *Pemanfaatan Abu Sekan Padi Sebagai Campuan Untuk Peningkatan Kekuatan Beton.* Universitas Sumatera Utara . Medan.
- Tjokrodinuljo, K. (1996). *Buku Ajar : Teknologi Beton.* Jurusan. Teknik Sipil. Fakultas Teknik. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.