

Utilitas Limbah Merang sebagai Pengganti Agregat pada Paving Block

Dwi Kurniati ¹, Imam Trianggoro Saputro ²

Universitas Teknologi Yogyakarta¹, Politeknik Saint Paul Sorong²

*E-mail: dwi.kurniati@staff.uty.ac.id

Abstract

Bata beton (paving block) merupakan pilihan lain sebagai bahan penyusun lapis perkerasan yang ramah lingkungan. Dikatakan ramah lingkungan karena bata beton (paving block) dapat meresapkan air di atasnya dari sela-sela susunannya. Bahan tambahan lain untuk melakukan inovasi pada penelitian bata beton (paving block) ini adalah limbah abu sekam padi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hasil pengujian tampak, dimensi (ukuran), dan kuat tekan dari pembuatan bata beton (paving block) dengan campuran abu sekam padi. Pengujian bahan tambahan abu sekam padi ini menggunakan persentase 2,5%, 3,5%, 4%, 5%, 6%, 7%, 7,5%, 8%, dan 10,5%. Metode yang digunakan dengan mix design dan pembuatannya dengan cara manual sesuai pada peraturan SNI 03-0691-1996. Pengujian dari bata beton (paving block) dengan bahan tambahannya adalah abu sekam padi yang persentasenya sebesar 2,5%, 3,5%, 4%, 5%, 6%, 7%, 7,5%, 8%, dan 10,5% dihasilkan tampak yang baik dengan sedikit kerusakan serta tebalnya sesuai peraturan SNI 03-0691-1996 yaitu 6 cm dengan toleransi 8%. Kuat tekan tertinggi yang dihasilkan tiap persentase adalah 2,5% sebesar 15,56 MPa, 3,5% sebesar 17,88 MPa, 4% sebesar 14,21 MPa, 5% sebesar 14,97 MPa, 6% sebesar 12,69 MPa, 7% sebesar 12,69 MPa, 7,5% sebesar 13,72 MPa, 8% sebesar 9,67 MPa, dan 10,5% sebesar 14,76 MPa. Kesimpulan dari hasil pengujian yang dilakukan bahwa bata beton (paving block) dengan campuran abu sekam padi persentase 2,5%, 3,5%, 4%, 5%, 7,5%, dan 10,5% termasuk mutu kelas C untuk pejalan kaki dan 6%, 7%, dan 8% masuk kelas D untuk taman.

Keywords: bata beton (paving block), abu sekam padi, kuat tekan



Licensees may copy, distribute, display and perform the work and make derivative works and remixes based on it only if they give the author or licensor the credits (attribution) in the manner specified by these. Licensees may copy, distribute, display, and perform the work and make derivative works and remixes based on it only for non-commercial purposes.

Pendahuluan

Perkembangan infrastruktur yang berada di Indonesia dari wilayah yang agraria berubah menjadi industri. Pergeseran fungsi ini terlihat dengan berubahnya persawahan menjadi jalan, rumah tinggal, gudang dan infrastruktur pendukung lainnya, namun Indonesia masih merupakan negara agraris dengan hasil panen yang tinggi. Sekam padi adalah hasil sampingan yang melimpah dari proses penggilingan padi, dan selama ini hanya digunakan sebagai bahan bakar untuk membakar batu merah, memasak, atau dibuang begitu saja.

Jumlah sekam padi dilingkungan masyarakat yang tidak sedikit, diperlukan penelitian untuk memanfaatkan limbah sekam padi. Pemanfaatan limbah sekam padi terus dikembangkan dalam bidang teknologi beton. Alasan selain untuk meningkatkan kualitas beton, penggunaan sekam padi dapat mengurangi limbah sekam padi. Abu sekam padi berguna sebagai bahan pozzolanyang sangat reaktif untuk meningkatkan mikrostruktur di zona transisi antara campuran semen dan agregat beton mutu tinggi. Penggunaan abu sekam padi dalam komposit semen dapat menawarkan beberapa keuntungan seperti peningkatan kekuatan dan daya tahan, pengurangan biaya material, pengurangan dampak lingkungan dari limbah dan pengurangan emisi karbon dioksida (Bui et al,

2005). Abu sekam padi terdiri dari Opaline Silika yang ada dalam jaringan selulosanya, sedangkan bahan anorganik yang ada dalam sisa pembakaran sekam padi sebesar 65 % - 95% silica (SiO_2) sebagai komponen utama dan sekitar 10% - 15% adalah karbon (C).

Bata beton (paving block) adalah suatu komposisi bahan bangunan yang terdiri dari campuran semen portland atau pengikat hidrolis sejenisnya, air dan agregat dengan atau tanpa bahan tambahan lain yang tidak menurunkan mutu bata beton tersebut (SNI 03-0691-1996). Berdasarkan mutunya bata beton (paving block) dapat digunakan sebagai jalan, perlatan parkir, pejalan kaki, dan taman serta kegunaan lain. Fungsi lain dari penggunaan bata beton (paving block) lebih baik dari perkerasan lainnya dalam hal ekonomis pemeliharaan, segi artistik eksterior sebuah bangunan, tidak memerlukan alat berat dalam pengerjaan/pemasangannya, dan dapat diproduksi secara masal. Secara struktural, bata beton (paving block) memiliki kekuatan yang cukup besar, terutama dalam hal kekuatan tekannya, tetapi sebagai bata beton (paving block) biasa memiliki kelemahan dari kekuatan lentur dan kerapuhannya yang rendah serta bersifat getas (brittle) dan mudah retak atau hancur (Sofian, 2010). Penambahan bahan adiktif merupakan salah satu cara untuk menghasilkan beton dengan sifat tertentu, seperti workability, strength, dan setting time.

Bata beton (paving block) memiliki acuan, yaitu peraturan SNI 03-0691-1996, dengan ketentuan $f'c$ yang berbeda menurut kalsifikasi bata beton (paving block) itu. Cara pelaksanaan pembuatannya dibagi menjadi metode 2, yang pertama metode konvensional yang dilakukan dengan menggunakan alat geblok yang beban tekannya dipengaruhi oleh kekuatan orang yang mengerjakan. Selanjutnya metode mekanis atau dengan cara press yang dilakukan oleh mesin (compression apparatus). Pembuatannya cukup mudah dan bahannya tidak terlalu sulit ditemukan, sehingga bata beton (paving block) banyak diproduksi oleh pabrik dan home industry. Pemasangannya juga relatif mudah dibandingkan dengan pelapis permukaan tanah lainnya seperti aspal dan beton. Bata beton (paving block) mempunyai berbagai bentuk seperti: persegi, persegi panjang, segitiga, segi lima, segi enam dan banyak lagi.

Mutu bata beton (paving block) dapat dibedakan menjadi 3 jenis, seperti: bata beton (paving block) yang di buat manual atau dengan tangan termasuk kelas D sekitar K50 hingga K100, bata beton (paving block) diproduksi dengan mesin vibrasi atau press getar termasuk kelas C sampai B sekitar K150-K250, dan yang terakhir diproduksi menggunakan mesin hidrolik atau press hidrolik biasanya memiliki kuat tekan sebesar 300kg/cm² mungkin bisa lebih dari itu, maka dapat dikategorikan kelas B hingga A dengan nilai berkisar K300-K500.

Bakthiar A (2019), Sekam padi merupakan suatu limbah pengolahan padi yang umum dijumpai di Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan abu sekam padi (ASP) untuk semen portland (Tipe I) terhadap kuat tekan paving block. Perlakuan khusus terhadap abu sekam padi dengan melakukan pembakaran secara terkontrol pada suhu kurang lebih 7000°C pada mesin pembakarannya. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan unsur kimia silika dalam abu sekam padi. Setelah dilakukan penelitian diketahui bahwa penambahan persentase abu sekam padi pada campuran paving block di bawah 8% menyebabkan peningkatan kuat tekan paving block sedangkan penambahan persentase abu sekam padi pada campuran paving block yang lebih besar dari 8% menyebabkan penurunan kuat tekan paving block. Besarnya kuat tekan masing-masing paving block dengan rasio campuran ASP 5 % sebesar 9,47 MPa; ASK 10% sebesar 9,64 MPa; ASK 15% sebesar 8,29 Mpa sedangkan pada paving block yang tidak dicampur dengan ASP sebesar 8,45 Mpa.

Pencampuran bahan tambahan lainnya pada pembuatan bata beton (paving block) dengan limbah abu sekam padi yang akan dilakukan sebanyak 9 percobaan. Setiap percobaan akan mempunyai persentase 2,5%, 3,5%, 4%, 5%, 6%, 7%, 7,5%, 8%, dan 10,5%. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui hasil pengujian tampak, dimensi (pengukuran), dan nilai kuat tekan pada setiap hasil percobaan yang didapat serta akan disimpulkan sesuai klasifikasinya sesuai peraturan SNI 03-0691-1996.

Landasan Teori

Bata Beton (*Paving Block*)

Pengertian bata beton (*paving block*) menurut SNI 03-0691-1996 adalah suatu komposisi bahan bangunan yang terdiri dari campuran semen portland atau pengikat hidrolis sejenisnya, air dan agregat dengan atau tanpa bahan tambahan lain yang tidak menurunkan mutu bata beton tersebut. Bata beton (*paving block*) merupakan pilihan lain sebagai bahan penyusun lapis perkerasan yang ramah lingkungan. Dikatakan ramah lingkungan karena bata beton (*paving block*) dapat meresapkan air di atasnya dari sela-sela susunannya. Fungsi lain dari penggunaan bata beton (*paving block*) lebih baik dari perkerasan lainnya dalam hal ekonomis pemeliharaan, segi artistik eksterior sebuah bangunan, tidak memerlukan alat berat dalam pengerjaan/pemasangannya, dan dapat diproduksi secara masal. Bentuk bata beton (*paving block*) rata-rata berbentuk segi empat (*holand*), segi enam (*hexagonal*), dan lain sebagainya dengan ketebalan yang berbeda-beda sesuai permintaan. Seiring dengan perkembangan permintaan pasar, maka bentuk dan variasi bata beton (*paving block*) mulai dikembangkan dan dijual di pasaran (Nugroho, 2013).

Klasifikasi bata beton (*paving block*), berdasarkan peraturan SNI 03-0691-1996 ada 4 berdasarkan kelas mutu dan fungsinya, yaitu: 1) Bata beton (*paving block*) mutunya kelas A difungsikan untuk jalan; 2) Bata beton (*paving block*) mutunya kelas B difungsikan untuk tempat parkir; 3) Bata beton (*paving block*) mutunya kelas C difungsikan untuk pejalan kaki; 4) Bata beton (*paving block*) mutunya kelas D difungsikan untuk taman kota dan penggunaan lain.

Pengelompokan bata beton (*paving block*) dapat dilakukan berdasarkan ketebalannya, sebagai berikut: 1) Ketebalan bata beton (*paving block*) 6 cm berfungsi untuk lalu lintas ringan dan terbatas pada pejalan kaki; 2) Ketebalan bata beton (*paving block*) 8 cm berfungsi untuk beban lalu lintas sedang dan terbatas pada jenis transportasi mobil, truk hingga bus; 3) Ketebalan bata beton (*paving block*) 10 cm berfungsi untuk beban lalu lintas berat. Biasanya dipergunakan pada kawasan industri serta pelabuhan, karena transportasi yang berat.

Syarat yang berlaku menurut peraturan SNI 03-0691-1996 tentang bata beton (*paving block*) ada 3, antara lain: 1) Sifat Tampak, Bata beton (*paving block*) harus memiliki permukaan yang rata, tidak terdapat retak-retak dan cacat, bagian sudut dan rusuknya tidak mudah dirapuhkan dengan kekuatan jari tangan; 2) Dimensi (Ukuran), Bata beton (*paving block*) harus mempunyai ukuran tebal nominal minimum sebesar 60 mm dengan toleransi $\pm 8\%$; 3) Sifat Fisika, Bata beton (*paving block*) harus mempunyai sifat-sifat fisika berikut ini. Dapat dilihat pada tabel 1.

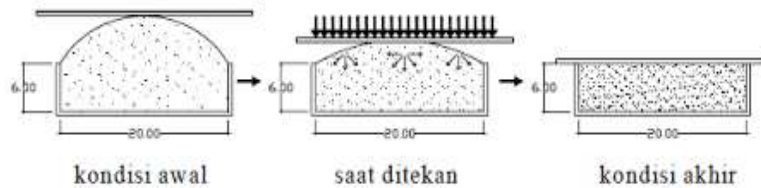
Tabel 1.
Sifat-sifat fisika

Mutu	Kuat Tekan (MPa)		Ketahanan aus (mm/menit)		Penyerapan air rata-rata maks.
	Rata-rata	Min.	Rata-rata	Min.	(%)
A	40	35	0,090	0,103	3
B	20	17	0,130	0,149	6
C	15	12,5	0,160	0,184	8
D	10	8,5	0,219	0,251	10

Menurut SNI bata beton (*paving block*) ketahanan terhadap natrium sulfat pada apabila diuji dengan cara seperti pada butir tidak boleh cacat, dan kehilangan berat yang diperkenankan maksimum 1 %.

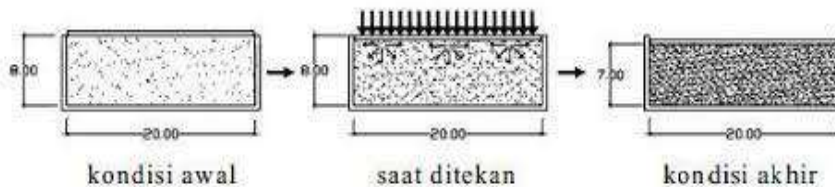
Metode Pembuatan Bata Beton (*Paving Block*)

Pembuatan bata beton (*paving block*) dibagi menjadi 2 metode, metode konvensional dan metode mekanis, berikut penjelasannya: 1) Metode Konvensional, Metode ini yang paling sering digunakan oleh masyarakat kita dan lebih dikenal dengan cara geblokan. Pembuatan bata beton (*paving block*) dilakukan dengan menggunakan alat geblokan yang beban tekannya dipengaruhi oleh kekuatan orang yang mengerjakan. Metode ini banyak digunakan oleh masyarakat sebagai industri rumah tangga (*home industry*) karena selain alat yang digunakan sederhana, juga mudah dibuat sehingga siapa saja dapat melakukannya. Pembuatan bata beton (*paving block*) manual dilakukan dengan mencampur bahan yaitu semen, pasir dan air dengan tambahan komposisi tertentu. Kemudian, jika adonan sudah homogen, tuangkan adonan ke dalam cetakan bata beton (*paving block*).



Gambar 1. Metode Konvensional

2) Metode Mekanis, Metode mekanis umumnya diketahui dengan metode press. Metode ini jarang digunakan karena untuk memproduksi bata beton dengan cara mekanis membutuhkan alat yang relatif mahal. Metode mekanis umumnya digunakan oleh pabrik industri menengah dan besar. Bata beton (*paving block*) dibuat secara mekanis dengan mesin (*compression apparatus*). Pembuatan bata beton (*paving block*) dengan cara mekanis atau mekanis dilakukan dengan memasukkan bahan penyusunnya seperti semen, pasir dan air ke dalam molen. Kemudian molen akan mengaduk bahan-bahan tersebut hingga tercampur rata. Setelah bahan tercampur dengan baik, mesin secara otomatis mengirimkan adukannya ke mesin cetak. Setiap mesin cetak mampu menghasilkan 10 bata beton (*paving block*).



Gambar 2. Metode Mekanis

Pada kedua metode di atas terdapat kelebihan dan kekurangan masing-masing metode, yang dapat dilihat pada tabel 2.

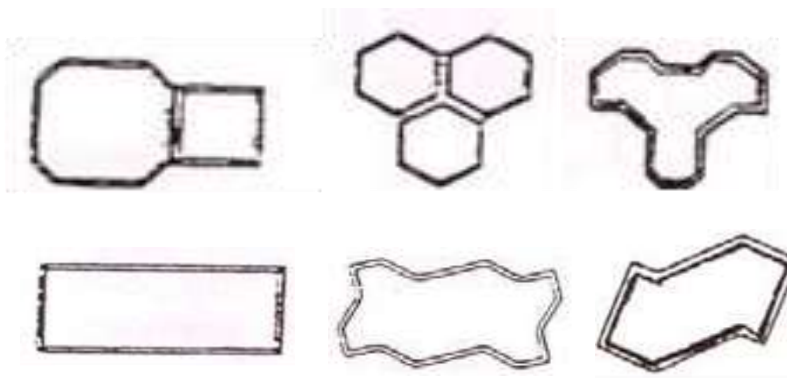
Tabel 2.
Keuntungan dan Kerugian Metode Mekanis dan Konvensional

Metode	Keuntungan	Kerugian
Konvensional	1. Dapat dilakukan oleh pemodal kecil. 2. Alat cetak relatif murah. 3. Dapat dilakukan di mana dan oleh siapa saja (<i>home industry</i>).	1. Kuat tekan umumnya rendah dan tidak stabil. 2. Dalam sekali cetak hanya satu buah <i>paving block</i>. 3. Tidak dapat diproduksi secara massal.
Mekanis	1. Kuat tekan yang dihasilkan relative stabil sesuai <i>mix design</i>. 2. Dalam sekali cetak, lebih dari satu <i>paving block</i> tergantung jumlah alat cetak. 3. Dapat diproduksi secara massal.	1. Hanya bisa dilakukan oleh pemodal besar. 2. Alat cetak relatif mahal. 3. Tidak dapat dilakukan disembarang tempat (<i>home industry</i>).

(Sumber: Abdurrohman N. 2019)

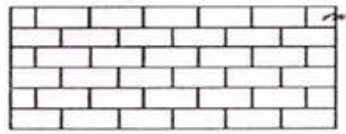
Klasifikasi Bata Beton (Paving Block)

Menurut SNI T-04-1990-F, klasifikasi bata beton (paving block) berdasarkan pada bentuk, tebal, kekuatan, dan warna. Klasifikasi tersebut antara lain, berdasarkan bentuk secara garis besar terbagi atas dua macam, yaitu: 1) Bata Beton (Paving Block) berbentuk segi empat; 2) Bata Beton (Paving Block) berbentuk segi banyak.

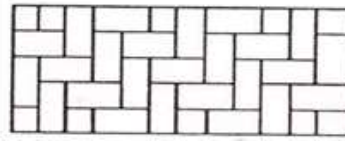


Gambar 3. Bentuk bata beton (Paving Block)

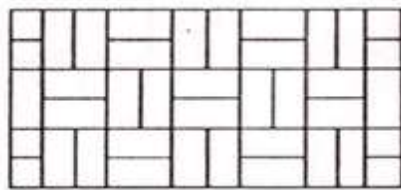
Model pemasangan harus sesuai dengan tujuan penggunaan. Desain yang umum digunakan adalah susunan bata (stretcher), anyaman tikar (basket weave), dan tulang ikan (herring bone). Untuk perkerasan, pola tulang ikan karena mempunyai kuncian yang baik. Selama pemasangan, bata beton (paving block) harus dijepit dan ujung-ujungnya biasanya ditutup dengan pasak yang berbentuk topi uskup (Ragil P, 2013).



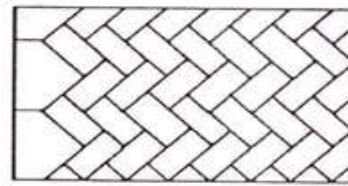
Pola Susun Bata Penguncian Paling Rendah



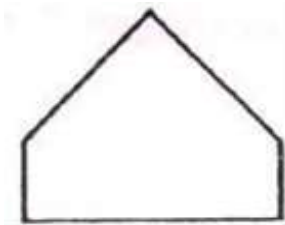
Pola Susun Bata Penguncian Sedang



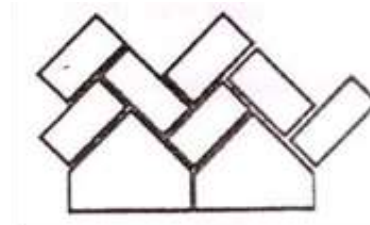
Pola Tulang Ikan 90° Penguncian Paling Baik



Pola Tulang Ikan 45° Penguncian Paling Baik



PolaTopi Uskup



Penguncian dengan TopiUskup

Gambar 4. Pola Pemasangan bata Beton

Pengujian Bata Beton (*Paving Block*)

Pengujian bata beton (*paving block*) dilakukan sesuai dengan SNI 03-0691-1996 yang menjelaskan 3 hal yang akan di uji, seperti: 1) Pengujian Tampak Bata Beton, SNI 03-0691 tahun 1996 menjelaskan dalam pengujian tampak atau fisik bata beton (*paving block*) di laksanakan dengan cara bata diletakkan di atas permukaan datar seperti pemasangan yang sebenarnya dengan mengacu pada butir 5. 1. khususnya sifat tampak dengan syarat mutu tampak bata beton harus memiliki permukaan yang rata; 2) Pengujian Ukuran Bata Beton, SNI 03-0691 tahun 1996 menjelaskan dalam pengujian ukuran bata beton (*paving block*) menggunakan peralatan kaliper atau sejenisnya dengan ketelitian 0,1 mm dengan pengukuran ketebalannya dilakukan pada tiga tempat yang berbeda dan diambil nilai rata-ratanya. Pengujian ukuran Bata Beton dilakukan terhadap 10 buah contoh uji dengan ketentuan dimensi nominal minimum Bata Beton sebesar 60 mm dengan toleransi + 8%; 3) Pengujian Kuat Tekan

Bata Beton, Kuat tekan benda percobaan dapat dihitung dengan cara hasil bagi antara benda tekan maksimum dan luas permukaan benda uji. Berdasarkan dari Departemen Pekerjaan Umum, SNI-03-0691-1996, nilai dari pengujian kuat tekan beton dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$f'_c = \frac{P}{A} \dots \dots \dots (1)$$

dengan:

f'_c = kuat tekan beton, (MPa)

P = beban tekan maksimum, (N)

A = luas permukaan benda uji yang tertekan, (mm²)

Limbah Merang (ASP)

Penambahan bahan tambah ke dalam campuran beton atau mortartidak boleh secara signifikan mengubah komposisibahan lain, karena penggunaan bahan tambahan ini cenderung menggantikan campuran beton secara internal, sehingga kecenderungan untuk mengubah komposisiberat atau volume tidak langsung terasa dalam kaitannya dengan komposisi campuran beton. Komposisi awal beton tanpa penambahan bahan (Teknologi Beton; Tri Mulyono, 2004).

Sekam padi merupakan bahan lignoselulosa seperti biomassa lainnya tetapi memiliki kandungan silika yang tinggi. Komposisi kimia sekam padi adalah 50% selulosa, 25-30% lignin, dan 15-20% silika (Ismail dan Waliuddin, 1996). Saat ini sekam padi telah dikembangkan sebagai bahan baku produksi abu yang dikenal dunia sebagai RHA (sekam padi). Abu sekam padi yang dihasilkan dari sekam padi yang dibakar pada suhu 400 °C sampai 500 °C akan menjadi silika amorf dan pada suhu di atas 1000 °C akan menjadi silika kristalin (Bakri, 2008). Silika amorphous yang dihasilkan dari abu sekam padi diduga sebagai sumber penting untuk menghasilkan silikon murni, karbid silikon, dan tepung nitrid silikon (Katsuki et al. , 2005).

Penggunaan abu sekam padi yang dikombinasikan dengan campuran semen yang tepat akan menghasilkan semen yang lebih baik (Singh et al. , 2002). Mengubah sekam padi menjadi abu silika setelah mengalami proses karbonisasi juga merupakan sumber pozzolan potensil seperti SCM (Supplementary Cementitious Material) Abu sekam padi memiliki aktivitas pozzolanic yang sangat tinggi, sehingga lebih unggul dari SCM lainnya seperti fly ash, slag dan silica fume (Bakri, 2008).

Abu sekam padi (ASP) merupakan limbah pada proses pembakaran batu bata yang berpotensi sebagai adsorben karena memiliki kandungan silika yang tinggi. Dengan penelitian lebih lanjut, maka dihasilkan kandungan pada abu sekam padi yang dapat dilihat pada tabel 1.3.

Tabel 3. Kandungan kimia pada abu sekam padi

Kandungan	Kadar%
SiO₂	90,38
K₂O	3,18
P₂O₅	1,61
CaO	1,24
SO₃	1,02
Al₂O₃	0,88
Cl	0,76
MnO	0,40
Fe₂O₃	0,40
TiO₂	0,05
ZnO	0,02
Rb₂O	0,01

Mix Design adalah pekerjaan merancang dan memilih bahan berkualitas tinggi untuk kepentingan produksi beton dan menentukan kualitas dan kekuatan beton itu sendiri. Mix Design bata beton (paving block) dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

Volume Benda Uji

$$p \times l \times t \dots\dots\dots(2)$$

Dengan:

p = panjang (m)

l = lebar (m)

t = tinggi (m)

Volume kebutuhan semen

$$\frac{1}{8} \times Vol. Benda Uji \dots\dots\dots(3)$$

Berat Jenis Pasir

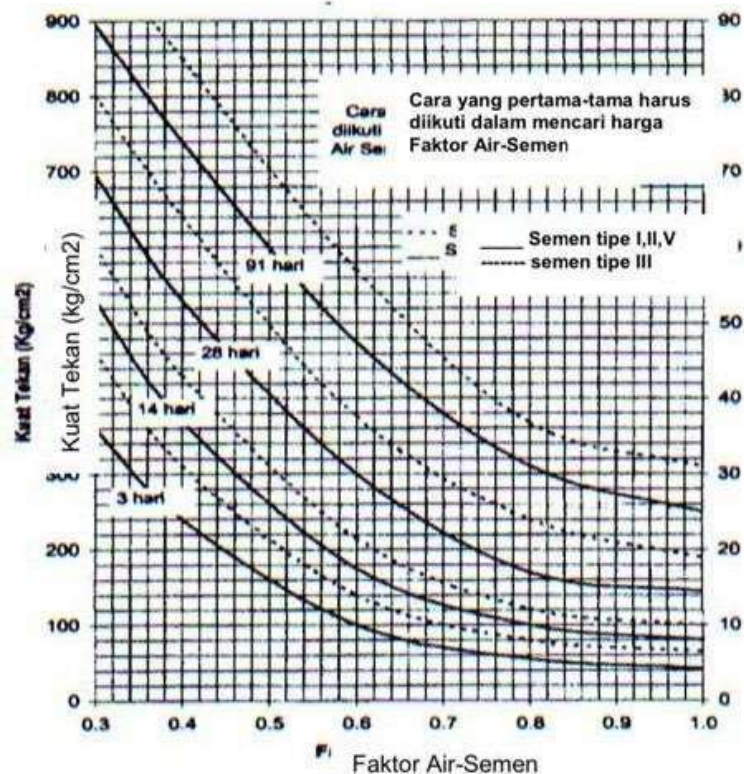
$$Bj = \frac{Berat Pasir (kg)}{Volume} \dots\dots\dots(4)$$

Berat Jenis Semen

$$Bj = \frac{Berat Semen (kg)}{Volume} \dots\dots\dots(5)$$

Faktor Air Semen (fas)

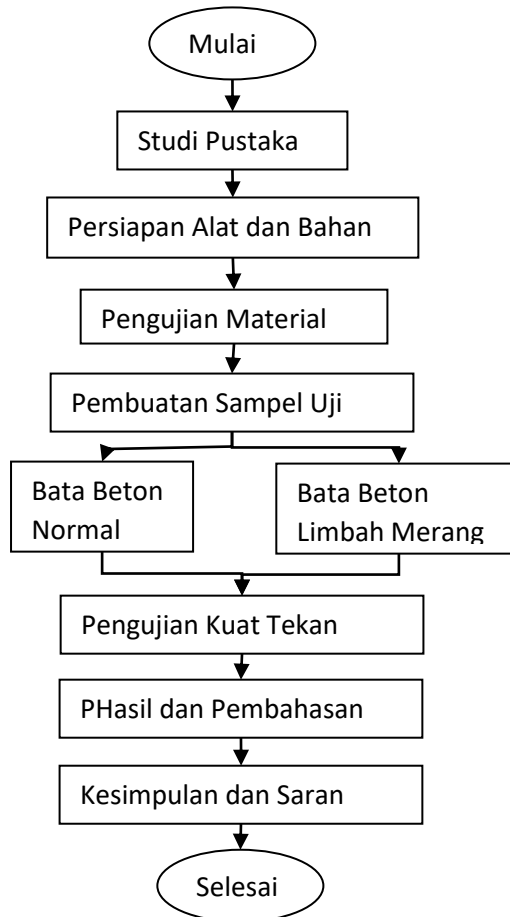
$$fas = \frac{air}{semen} \dots\dots\dots(6)$$



Gambar 5. Grafis FAS

Metode

Bagan alir penelitian merupakan diagram yang menjelaskan tentang langkah-langkah penelitiannya. Bagan alir dapat di lihat pada gambar 6.



Gambar 6. Bagan Alir Penelitian

Hasil dan Pembahasan

1. Hasil

Analisi Data

Penelitian ini melakukan analisa terhadap pengaruh bahan tambahan abu sekam padi pada bata beton (paving block). Analisis data penelitian meliputi analisis bahan utama campuran beton, bahan tambahan, perencanaan kuat tekan, kebutuhan bahan untuk setiap benda uji, dan analisis uji kuat tekan. Pengujian bahan dilakukan peneliti untuk memperoleh data-data bahan yang dibutuhkan dalam proses menyusun mix design.

Perencanaan Mix Desain

Perencanaan campuran (mix design) adalah kegiatan melakukan merancang dan memilih material bermutu tinggi untuk kepentingan produksi beton serta menentukan dalam mutu dan kekuatan beton itu sendiri. Perencanaan mix design meliputi perhitungan kebutuhan material (pasir, semen, air dan tambahan abu sekam padi) yang akan digunakan untuk membuat campuran mortar. Metode mix design yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode analisis lapangan.

Pengujian Bata Beton

Pada penelitian ini dilakukan 3 macam pengujian bata beton (paving block) sesuai dengan SNI 03-0691-1996. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian sifat tampak, pengujian dimensi (ukuran), dan pengujian kuat tekan; 1) Pengujian sifat tampak dimaksudkan untuk mengetahui pengaruh penambahan abu sekam padi terhadap sifat tampak bata beton (paving block); 2) Pengujian dimensi (ukuran) dimaksudkan untuk mengetahui pengaruh penambahan abu sekam padi terhadap ukuran bata beton (paving block); 3) Pengujian kuat tekan bertujuan untuk mengetahui hasil mengetahui daya tahan beban yang akan diterima saat digunakan sesuai klasifikasinya.

2. Pembahasan

Pengujian bata beton (paving block) pada penelitian ini adalah pengujian sifat tampak, pengujian dimensi (ukuran), dan pengujian kuat tekan yang sesuai dengan SNI 03-0691-1996. Hasil yang didapat juga, harus disesuaikan dengan klasifikasi yang tertulis pada SNI 03-0691-1996; 1) Pembahasan Pengujian Sifat Tampak Bata Beton (Paving Block), Pengujian tampak dalam SNI 03-0691-1996 ditentukan dengan bata beton (paving block) harus mempunyai permukaan yang rata, tidak terdapat retak-retak dan cacat, bagian sudut dan rusuknya tidak mudah dirapuhkan dengan kekuatan jari tangan. Hasil dari pengujian tampak yang dilaksanakan di permukaan rata didapatkan hasil yang baik sesuai dengan peraturan SNI 03-0691-1996 serta setiap permukaan bata beton (paving block) mempunyai kerataan yang baik; 2) Pembahasan Pengujian Dimensi Bata Beton (Paving Block), Menurut SNI 03-0691-1996 pada pengujian dimensi bata beton (paving block) ditentukan bahwa harus mempunyai ukuran tebal nominal minimum 60 mm dengan toleransi $\pm 8\%$. Berikut pembahasan di buat pada tabel 4 serta diuraikan. Pengujian ini setiap persentasenya melakukan percobaan pada 10 benda uji, maka total yang di uji adalah 90 benda uji didapat nilai: a) Pengujian Dimensi Bata Beton (Paving Block) dengan persentase campuran abu sekam padi 2,5 % didapatkan hasil 60,8 mm, sehingga memenuhi syarat yang berlaku pada SNI 03-0691-1996; b) Pengujian Dimensi Bata Beton (Paving Block) dengan persentase campuran abu sekam padi 3,5 % didapatkan hasil 60,5 mm, sehingga memenuhi syarat yang berlaku pada SNI 03-0691-1996; c) Pengujian Dimensi Bata Beton (Paving Block) dengan persentase campuran abu sekam padi 4 % didapatkan hasil 61,3 mm, sehingga memenuhi syarat yang berlaku pada SNI 03-0691-1996; d) Pengujian Dimensi Bata Beton (Paving Block) dengan persentase campuran abu sekam padi 5 % didapatkan hasil 61,3 mm, sehingga memenuhi syarat yang berlaku pada SNI 03-0691-1996; e) Pengujian Dimensi Bata Beton (Paving Block) dengan persentase campuran abu sekam padi 6 % didapatkan hasil 61,5 mm, sehingga memenuhi syarat yang berlaku pada SNI 03-0691-1996; f) Pengujian Dimensi Bata Beton (Paving Block) dengan persentase campuran abu sekam padi 7 % didapatkan hasil 61,5 mm, sehingga memenuhi syarat yang berlaku pada SNI 03-0691-1996; g) Pengujian Dimensi Bata Beton (Paving Block) dengan persentase campuran abu sekam padi 7,5 % didapatkan hasil 61,8 mm, sehingga memenuhi syarat yang berlaku pada SNI 03-0691-1996; h) Pengujian Dimensi Bata Beton (Paving Block) dengan persentase campuran abu sekam padi 8 % didapatkan hasil 61,4 mm, sehingga memenuhi syarat yang berlaku pada SNI 03-0691-1996; i) Pengujian Dimensi Bata Beton (Paving Block) dengan persentase campuran abu sekam padi 10,5 % didapatkan hasil 61,6 mm, sehingga memenuhi syarat yang berlaku pada SNI 03-0691-1996.

Tabel 4. Hasil Pengujian Dimensi

Persentase	Hasil Kuat Tekan	Keterangan
2,5 %	60,8 mm	Memenuhi
3,5 %	60,5 mm	Memenuhi
4 %	61,3 mm	Memenuhi
5 %	61,3 mm	Memenuhi
6 %	61,5 mm	Memenuhi
7 %	61,5 mm	Memenuhi
7,5 %	61,8 mm	Memenuhi
8 %	61,4 mm	Memenuhi
10,5 %	61,6 mm	Memenuhi

1) Pembahasan Pengujian Kuat Tekan Bata Beton (Paving Block), Pengujian kuat tekan bata beton (paving block) dalam SNI 03-0691-1996 ditentukan berupa bentuk kubus dengan jumlah 10 benda uji. Pada penelitian ini dilakukan pengujian kuat tekan terhadap 10 benda uji pada setiap presentase substitusi limbah abu sekam padi. Pengujian kuat tekan ini membutuhkan total sebanyak 90 benda uji mendapatkan nilai: a) Pengujian kuat tekan bata beton (paving block) dengan persentase campuran abu sekam padi 2,5 % mendapatkan hasil tertinggi sebesar 15,56 MPa pada benda uji No. 2. Memiliki rata-rata uji kuat tekannya sebesar 14,44 Mpa; b) Pengujian kuat tekan bata beton (paving block) dengan persentase campuran abu sekam padi 3,5 % mendapatkan hasil tertinggi sebesar 17,88 MPa pada benda uji No. 1. Memiliki rata-rata uji kuat tekannya sebesar 11,19 Mpa; c) Pengujian kuat tekan bata beton (paving block) dengan persentase campuran abu sekam padi 4 % mendapatkan hasil tertinggi sebesar 14,21MPa pada benda uji No. 6. Memiliki rata-rata uji kuat tekannya sebesar 10,36 Mpa; d) Pengujian kuat tekan bata beton (paving block) dengan persentase campuran abu sekam padi 5 % mendapatkan hasil tertinggi sebesar 14,97 MPa pada benda uji No. 1. Memiliki rata-rata uji kuat tekannya sebesar 14,02 Mpa; e) Pengujian kuat tekan bata beton (paving block) dengan persentase campuran abu sekam padi 6 % mendapatkan hasil tertinggi sebesar 12,69 MPa pada benda uji No. 9. Memiliki rata-rata uji kuat tekannya sebesar 9,69 Mpa; f) Pengujian kuat tekan bata beton (paving block) dengan persentase campuran abu sekam padi 7 % mendapatkan hasil tertinggi sebesar 12,69 MPa pada benda uji No. 9. Memiliki rata-rata uji kuat tekannya sebesar 10,35 Mpa; g) Pengujian kuat tekan bata beton (paving block) dengan persentase campuran abu sekam padi 7,5 % mendapatkan hasil tertinggi sebesar 13,72 MPa pada benda uji No. 9. Memiliki rata-rata uji kuat tekannya sebesar 13,06 Mpa; h) Pengujian kuat tekan bata beton (paving block) dengan persentase campuran abu sekam padi 8 % mendapatkan hasil tertinggi sebesar 9,67 MPa pada benda uji No. 6. Memiliki rata-rata uji kuat tekannya sebesar 8,72 Mpa; i) Pengujian kuat tekan bata beton (paving block) dengan persentase campuran abu sekam padi 10,5 % mendapatkan hasil tertinggi sebesar 14,76 MPa pada benda uji No. 8. Memiliki rata-rata uji kuat tekannya sebesar 9,78 MPa.

Tabel 5. Hasil Pengujian Kuat Tekan

Persentase	Kuat Tekan Maksimal	Benda Uji	Kuat Tekan Rata-Rata
2,5 %	15,56 MPa	Nomor 2	14,44 MPa
3,5 %	17,88 MPa	Nomor 1	11,19 MPa
4 %	14,21 MPa	Nomor 6	10,36 MPa
5 %	14,97 MPa	Nomor 1	14,02 MPa
6 %	12,69 MPa	Nomor 9	9,69 MPa
7 %	12,69 MPa	Nomor 9	10,35 MPa
7,5 %	13,72 MPa	Nomor 9	13,06 MPa
8 %	9,67 MPa	Nomor 6	8,72 MPa
10,5 %	14,76 MPa	Nomor 8	9,78 MPa

Conclusion

Hasil dari penelitian yang telah dilakukan dan analisis data terhadap pengujian kuat tekan bata beton (paving block) dengan persentase 2,5%, 3,5%, 4%, 5%, 6%, 7%, 7,5%, 8%, dan 10,5%, maka dapat disimpulkan sebagai berikut: 1) Pengujian tampak menghasilkan bahwa pada bata beton (paving block) memperoleh tampak yang rata dengan muka air, tidak terdapat lubang, dan tidak terdapat retak rambut sehingga sesuai dengan ketentuan SNI 03-0691-1996; 2) Pengujian Dimensi (Ukuran) pada bata beton (paving block) mendapatkan hasil dengan ketebalan bata beton (paving block) yang memenuhi syarat dari ketentuan SNI 03-0691-1996, yaitu 60 mm dengan toleransi $\pm 8\%$; 3) Pengujian Kuat Tekan bata beton (paving block) yang dilakukan didapatkan kuat tekan maksimum pada setiap persentase campuran abu sekam padi 2,5% sebesar 15,56 MPa, 3,5% sebesar 17,88 MPa, 4% sebesar 14,21 MPa, 5% sebesar 14,97 MPa, 6% sebesar 12,69 MPa, 7% sebesar 12,69 MPa, 7,5% sebesar 13,72 MPa, 8% sebesar 9,67 MPa, dan 10,5% sebesar 14,76 MPa. Dengan hasil yang didapat, maka bata beton (paving block) yang dicampur bahan tambahan abu sekam padi persentase 6%, 7%, dan 8% termasuk mutu kelas D biasanya difungsikan untuk taman kota tetapi tidak direkomendasikan untuk perkerasan jalan. Jika klasifikasi dengan persentase 2,5%, 3,5%, 4%, 5%, 7,5%, dan 10,5% termasuk pada mutu kelas C dapat difungsikan pada trotoar atau untuk pejalan kaki. Tetapi rata-rata dari semua pengujian disimpulkan bahwa mutu bata beton (paving block) termasuk kelas D.

References

- Badan Standarisasi Nasional. (1996). Bata Beton (Paving Block) nomor 03-0691-1996. Jakarta.
- Badan Standar Nasional Indonesia (1990). Metode Pengujian Kuat Tekan Beton nomor 03-1974-1990. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. (1981). SII 0013-1981: Mutu Dan Cara Uji Semen Portland. Jakarta.
- Bakthiar A . (2019). Studi Peningkatan Mutu Paving Block Dengan Penambahan Abu Sekam Padi. Jurnal Teknik Sipil is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4. 0 International License.
- Bimo P. (2018). Pengaruh Penambahan Fly Ash Dan Abu Sekam Padi Terhadap Kuat Tekan Bata Merah Pejal Konvensional. Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Bengkulu. Jln. W. R. Supratman, Kandang Limun, Bengkulu.
- Dwi Deshariyanto, (2017). Pengaruh Komposisi Campuran Terhadap Kuat Tekan Paving Block. Tugas Akhir. Yogyakarta
- D Kurniati. (2018). Penguatan Kapasitas Lentur Beton Dengan Pemanfaatan Limbah. Jurnal media Teknik Sipil Vol. 16 No. 2. (86-91). <https://doi.org/10.22219/jmts.v16i2.6522>. Universitas Muhammadiyah Malang. Malang. Jawa Timur.
- Indra Basuki, et al. (2019). Paving Block Berbasis Abu Gosok. Tugas Akhir. Medan.
- Maji. 2021. Pengaruh Substitusi Limbah Abu Sekam Padi Terhadap Bata Beton Dengan Persentase 3,5%, 7% Dan 10,5%. Tugas Akhir.

- Nugroho. 2021. Pengaruh Substitusi Limbah Abu Sekam Padi Terhadap Bata Beton Dengan Presentase 4%, 6% Dan 8%. Tugas Akhir.
- Dimas. 2021. Pengaruh Substitusi Limbah Abu Sekam Padi Terhadap Bata Beton Dengan Persentase 2,5%, 5% Dan 7,5%. Tugas Akhir.
- Ragil, P. (2013). Analisis Kuat tekan paving block dengan campuran Minarex H. Skripsi. Fakultas Teknik. Universitas Muhammadiyah Purwokerto. Jawa Tengah
- Samsudin, Sugeng Dwi Hartantyo (2017). Studi Pengaruh Penambahan Abu Sekam Padi Terhadap Kuat Tekan Beton.
- Sherliana, et al. (2016). Studi Kuat Tekan Paving Block dari Campuran Tanah, Semen, dan Abu Sekam Padi Menggunakan Alat Pemadat Modifikasi. Program Studi Teknik Sipil. Fakultas Teknik. Universitas Negeri Lampung. Bandar Lampung.
- Syukur Sebayang, et al. (2011). Perbandingan Mutu Paving Block Produksi Manual Dengan Produksi Masinal. Bandar Lampung.