

ANALISA BIAYA PEMBUATAN *PAVING BLOCK* MUTU K-200 DENGAN POTONGAN KAWAT BENDRAT SEBAGAI BAHAN TAMBAH

Agus Juara

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer
Universitas Sains Al-Qur'an, Jl. KH. Hasyim Asy'ari Km. 03, Kalibeber, Mojotengah, Wonosobo
Email : agusjuara182@gmail.com

Alvo Budi Setiawan

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer
Universitas Sains Al-Qur'an, Jl. KH. Hasyim Asy'ari Km. 03, Kalibeber, Mojotengah, Wonosobo
Email : alsetiawan1821@gmail.com

Abstrak

Perkembangan pengetahuan dan teknologi untuk beton juga terus berkembang, produk ini memiliki beberapa struktur dari paving block pembuatannya meliputi hasil campur dari agregat kasar (kerikil), agregat halus (pasir), semen, air, dan juga bahan tambah sesuai keinginan. Penambahan paving block berupa potongan kawat bendrat dimana salah satu permasalahannya terjadinya pecah atau retak yang disebabkan oleh tegangan tarik dan desak akibat beban yang melebihi kemampuannya. Penambahan ini diharapkan mampu berpengaruh dalam sifat mekanik campurannya. Dengan prinsip untuk mengikat antar agregat pada paving block tersebut sehingga membentuk ikatan yang lebih baik dari komponen penyusun paving block pada umumnya.

Pada penelitian yang akan dilakukan ini bahan paving block yang digunakan adalah agregat kasar ukuran 5 mm yang seragam, agregat halus, semen, prosentase kawat bendrat 5 gr, 10 gr dan 15 gr dan prosentase air yang dapat digunakan untuk mencapai mutu beton K-200. Analisis biaya merupakan perkiraan pada saat kita pembuatan sebuah atau beberapa paving block dengan harga yang relatif rendah dengan kualitas baik.

Dari hasil pengujian kuat tekan paving beton, trial and error (normal) di dapatkan kuat tekan paving sebesar 17.64 MPa (K-212), maka memenuhi kuat tekan rencana, akan tetapi secara waktu untuk produksi paving block membutuhkan waktu yang lebih panjang, sehingga tidak menguntungkan. Dicoba dari jobmix di atas, proporsi kebutuhan air di gunakan 30% dari jobmix. Dari trial and error ke dua dengan proporsi air 30% dari jobmix di dapatkan nilai kuat tekan sebesar 16,64 MPa (K-200). Dengan hasil ini jobmix yang digunakan memenuhi syarat dan waktu yang dibutuhkan lebih pendek sehingga dapat digunakan untuk produksi paving. Dari hasil uji tekan paving block yang dilakukan menunjukkan nilai prosentasi penambahan potongan kawat bendrat semakin besar semakin tinggi nilai kuat tekannya, maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang penggunaan potongan kawat bendrat dengan prosentasi yang lebih tinggi dari 15%. Agar diperoleh benda uji yang baik perlu diperhatikan pada saat pengadukan dan pemadatan, karena apabila dalam pemadatan tidak baik, benda uji akan keropos sehingga mempengaruhi hasil uji kuat tekan.

Kata-kata Kunci: *Paving Block. Kawat Bendrat. Uji Kuat Tekan*

Abstract

The development of knowledge and technology for concrete also continues to grow, this product has several structures from paving blocks which include a mixture of coarse aggregate (gravel), fine aggregate (sand), cement, water, and additional materials as desired. The addition of paving blocks in the form of pieces of bendrat wire where one of the problems is the occurrence of breaks or cracks caused by tensile and compressive stresses due to loads that exceed their capabilities. This addition is expected to have an effect on the mechanical properties of the mixture. With the principle of binding between the aggregates on the paving block so as to form a better bond than the components that make up paving blocks in general.

In this research, the paving block materials used are uniform 5 mm coarse aggregate, fine aggregate, cement, the percentage of wire bendrat 5 gr, 10 gr and 15 gr and the percentage of water that can be used to achieve K-200 concrete quality. . Cost analysis is an estimate when we manufacture one or several paving blocks at a relatively low price with good quality.

From the results of testing the compressive strength of concrete paving, trial and error (normal) obtained a

paving compressive strength of 17.64 MPa (K-212), then it meets the compressive

strength of the plan, but in time for the production of paving blocks it takes a longer time, so it does not profitable. Tried from the jobmix above, the proportion of water requirements used is 30% of the jobmix. From the second trial and error with 30% water proportion from jobmix, the compressive strength value is 16.64 MPa (K-200). With this result, the jobmix used meets the requirements and the time required is shorter so that it can be used for paving production. From the results of the paving block compression test conducted, it shows that the percentage value of the addition of bendrat wire pieces is greater the higher the compressive strength value, it is necessary to do further research on the use of bendrat wire pieces with a percentage higher than 15%. In order to obtain a good test object, it is necessary to pay attention to when mixing and compacting, because if the compaction is not good, the test object will be porous so that it affects the results of the compressive strength test.

Keywords: *Paving Block. Bendrat Wire. Compressive Strength Test*

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Paving block atau bata beton merupakan komposisi bahan bangunan yang terbuat dari campuran semen

suatu bidang Kontruksi yang salah satu alternatif untuk perkerasan suatu permukaan tanah. Sering kita jumpai pada perkerasan di pedesaan, perkampungan bahkan suatu perkotaan, juga area khusus seperti pelabuhan, lahan parker, area terbuka dan area industri. Kemudahan dalam proses pemasangan, perawatan yang relatif murah serta pula dilihat dari aspek keindahan mengakibatkan *paving block* ini banyak yang menyukai.

Penambahan *paving block* berupa potongan kawat bendrat dimana salah satu permasalahannya terjadinya pecah atau retak yang disebabkan oleh tegangan tarik dan desak akibat beban yang melebihi kemampuannya. Penambahan ini diharapkan mampu berpengaruh dalam sifat mekanik campurannya. Dengan prinsip untuk mengikat antar agregat pada *paving block* tersebut sehingga membentuk ikatan yang lebih baik dari komponen penyusun *paving block* pada umumnya.

Kawat bendrat (*Fibre Concrete*) merupakan bagian komposit yang terdiri dari beton biasa dan bahan yang berupa serat, serat yang digunakan pada umumnya berupa batangandengan diameter 5-500 μm (Mikro Meter) dan panjang sekitar 2,5 cm sampai 10 cm. (S.Pratiwi: 2016)

Paving block serat disini diartikan sebagai beton dimana yang dibuat dari campuran semen, agregat kasar (ukuran 5mm yang seragam), agregat halus, air dan sejumlah fiber (bendrat) yang disebarkan secara acak pada saat pencetakan di alat cetak betonya itu silinder dan kubus, supaya serat bendrat bisa disebar secara merata dibandingkan langsung dicampur pada

saat adukan beton. Pada penelitian yang akan dilakukan disebar secara merata dibandingkan langsung dicampur pada saat adukan beton.

Pada penelitian nyang akan dilakukan ini bahan paving block yang digunakan adalah agregat kasar ukuran 5 mm yang yang seragam, agregat halus, semen, prosentase kawat bendrat 5 gr, 10 gr dan 15 gr dan prosentase air yang dapat digunakan untuk mencapai mutu beton K-200. Analisis biaya merupakan perkiraan pada saat kita pembuatan sebuah atau beberapa paving block dengan harga yang relatif rendah dengan kualitas baik.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan sebelumnya, rumusan masalah adalah sebagai berikut :

- Bagaimanakah pengaruh mutu *paving Block* K-200 dengan menggunakan campuran serat bendrat pada umur 28 hari (variasi serat bendrat 5gr, 10 gr dan 15 gr) dan penggunaan agregat kasar ukuran 5mm?
- Berapakah nilai kuat tekan *paving block* optimum setelah penambahan serat bendrat dengan variasi tertentu pada umur 28 hari?
- Berapakah analisa biaya pembuatan mutu *paving block* K-200 dengan campuran kawat bendrat yang sudah di variasikan?

1.3 Maksud dan Tujuan

Maksud dan tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Untuk mengetahui pengaruh mutu *paving block* K-200 dengan menggunakan campuran potongan kawat bendrat pada umur 28 hari (variasi serat bendrat 5 gr, 10 gr dan 15 gr) dan agregat kasar ukuran 5mm.
- Untuk mengetahui hasil nilai kuat tekan beton optimum setelah penambahan serat bendrat beton dengan variasi tertentu pada umur 28 hari.

- c. Untuk mengetahui analisa biaya pembuatan mutu paving block K-200. lalu uji perhitungan pembuatan paving block dihitung dengan hasil nilai dari beton serat yang hasilnya baik

	Rata-rata	Minimum	Rata-rata	Maksimum	panair, rata-rata (%)
A	40	35	0,09	0,103	3
B	20	17	0,13	0,149	6
C	15	12,5	0,16	0,184	8
D	10	8,5	0,219	0,251	10

(Sumber : SNI SNI-03-0691-1996, Bata Beton Paving)

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Pengertian *paving blok*

Paving block merupakan komposisi bahan bangunan yang dibuat dari campuran semen Portland atau bahan perekat hidrolis sejenisnya, air dan agregat dengan atau tanpa campuran bahan tambah lainnya yang tidak mengurangi mutu paving beton itu sendiri. (SNI 03-0691-1886)

Paving block mulai dikenalkan di suatu Negara yaitu Belanda pada awal tahun 1950 untuk menggantikan perkerasan jalan (Perdana, 2012). Paving block dikenal juga dengan sebutan bata beton, dimana agregat yang digunakan dalam campurannya adalah agregat halus berupa pasir. Paving block dapat diwarnai seperti aslinya atau diberi warna pada komposisinya lalu digunakan untuk halaman baik didalam maupun di luar bangunan (Pribadi, 2011).

2.1.1. Syarat Mutu dan Klasifikasi *Paving Block*

Paving block yang diproduksi secara umum mempunyai ketebalan 60 mm, 80 mm, dan 100 mm. Dalam penggunaannya dari masing-masing ketebalan *paving block* dapat disesuaikan dengan kebutuhan sebagai berikut:

- Paving block* dengan ketebalan 60 mm, diperuntukkan bagi beban lalu lintas ringan yang frekuensinya terbatas pada pejalan kaki dan kadang-kadang sedang.
- Paving block* dengan ketebalan 80 mm, diperuntukkan bagi beban lalu lintas sedang yang frekuensinya terbatas pada pick up, truck, dan bus.
- Paving block* dengan ketebalan 100 mm, diperuntukkan bagi beban lalu lintas berat seperti: crane, loader, dan alat berat lainnya. *Paving block* dengan ketebalan 100 mm ini sering dipergunakan di kawasan industri dan pelabuhan.

2.2. Bahan Penyusun Paving Blok

Menurut SNI 03-691- 1996, bahan penyusun *paving block* terdiri dari :

Tabel 1. Kekuatan Fisika *Paving block* Berdasarkan Mutu

Mutu	Kuat Tekan (Mpa)	Ketahanan Aus (mm/menit)	Penyera
------	------------------	--------------------------	---------

2.2.1. Semen Portland

Semen merupakan bahan penyusun utamanya paving beton. Semen adalah bahan yang mempunyai sifat adhesive, yaitu bahan pengikat. Menurut Standar Industri Indonesia, SII 0013-1981, definisi semen Portland yaitu semen hidraulis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang terutama terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidraulis bersama bahan-bahan yang biasa digunakan yaitu gypsum (Nugraha dan Antoni, 2007).

Tabel 2. Komposisi umum oksida semen portland

Oksida	Nama Umum	Berat (%)
CaO	Kapur	31 – 57
SiO ₂	Silika	22 – 29
Al ₂ O ₃	Alumina	5,2 – 8,8
Fe ₂ O ₃	Oksida Besi	1,5 – 3,2
MgO	Magnesia	1,5 – 2,2

(Sumber : Teknologi Beton, Mulyono 2004)

2.2.2. Agregat Halus (Pasir)

Manurut PBI 1971, agregat halus untuk beton dapat berupa pasir alam sebagai hasil desintegrasi alami dari batuan-batuan atau berupa pasir buatan yang dihasilkan oleh alat pemecah batu. Agregat halus harus terdiri dari butiran yang tajam dan keras. Butiran agregat halus ini harus bersifat kekal, yang artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca, seperti terik matahari dan hujan.

Syarat mutu agregat halus menurut SII.0052 dalam Mulyono (2004) adalah sebagai berikut :

- Modulus halus butir 1,5 sampai 3,8.
- Kadar lumpur atau bagian yang lebih kecil dari 70

mikron (0,074 mm) maksimum 5%.

- Kadar zat organik yang terkandung ditentukan dengan mencampur agregat halus dengan larutan natrium sulfat (NaSO₄) 3%, jika dibandingkan dengan warna standar tidak lebih dari pada warna standar.
- Kekerasan butir jika dibandingkan dengan kekerasan butir pasir perbandingannya yang berasal dari pasir kwarsa Bangka memberikan angka tidak lebih dari 2,20.
- Kekekalan, jika diuji dengan natrium sulfat bagian yang hancur maksimum 10%, jika magnesia sulfat maksimum 15%..

2.2.3. Air

Air diperlukan pada pembuatan beton dan *paving block* untuk memicu proses kimiawi semen Portland dan sebagai bahan pelican antara semen dengan agregat agar mudah dikerjakan (Tjokrodinuljo, 2007). Air yang digunakan untuk campuran adukan mortar semen paling baik adalah yang memenuhi syarat air bersih. Air yang mengandung senyawa-senyawa seperti garam, minyak, gula atau bahan kimia lainnya, bila dipakai dalam campuran adukan mortar semen akan menurunkan kualitas dan kekuatannya, jika air yang digunakan terlalu sedikit maka akan menyebabkan beton sulitdikerjakan namun jika air yangdigunakan terlalu banyak maka kekuatan akan berkurang dan terjadi penyusutan setelah betonkering atau mengeras.

Menurut (Tjokrodinuljo, 1992) bahwa dalam pemakaian air untuk beton atau *paving block* seharusnya memenuhi syarat sebagai berikut :

- Tidak mengandung lumpur (benda melayang lainnya) lebih dari 2 gr/liter.
- Tidak mengandung garam-garam yang dapat merusak beton lebih dari 15 gr/liter.
- Tidak mengandung klorida(Cl) lebih dari 0,5 gr/liter.
- Tidak mengandung senyawasulfat lebih dari 1 gr/liter.

2.2.4. Bahan tambah kawat bendrat

Kawat bendrat merupakan bahan bangunan yang pada umumnya digunakan sebagai bagian dari pengikat rangka tulangan antar sambungan atau tulangan dengan tulangan rangka yang lainnya baik untuk kolom, balok, sloof, kolom praktis, atau rangkaian tulangan lainnya sehingga membentuk suatu rangkaian elemen struktur yang siap dicor.

Kelemahan yang dimiliki kawat bendrat ini adalah apabila kawat bendrat tidak dalam posisi terlindung dalam beton, maka akan timbul resiko terjadinya korosi. Hal lain juga dapat berpengaruh adalah penambahan kawat bendrat akan menambah berat betonnya.

2. 3. Pengujian Paving Block

2.3.1. Kadar Lumpur

Kadar lumpur yang terlalu banyak akan menyebabkan kerusakan sehingga bangunan tidak mampu bertahan lama. Untuk mengetahui seberapa banyak kadar lumpur maka bisa ditempuh dengan melakukan percobaan yang bertujuan untuk menentukan berapa persen lumpur dalam agregat halus. Kandungan lumpur yang berlebihan pada unsur bahan paving block dapat mempengaruhi kualitas.

Kadar lumpur adalah bahan-bahan yang terdapat di dalam pasir dan menimbulkan efek kerugian terhadap beton/paving block.

2.3.2. Kuat Tekan Paving Block

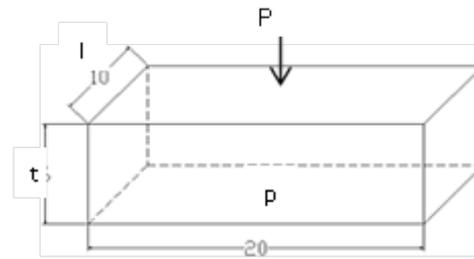
Dalam pembuatan *paving block*, perlu dilakukan pengujian agar dihasilkan *paving block* yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan lapis perkerasan. Adapun *paving block* yang akan diuji harus memenuhi beberapa syarat agar memenuhi standar bahan bangunan Indonesia.

Kuat tekan adalah kemampuan beton untuk *menerima* gaya tekan persatuan luas. Kuat tekan beton mengidentifikasi mutu dari sebuah struktur. Semakin tinggi kekuatan struktur yang dikehendaki, semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan (Mulyono, 2004).

Kuat tekan *paving block* dianalogikan sama seperti kuat tekan silinder pada beton, *sehingga* besarnya beban yang dapat ditahan oleh silinder beton persatuan luas yang menyebabkan benda uji silinder beton hancur karena gaya yang dihasilkan oleh mesin tekan dapat diartikan sebagai nilai kuat tekan *paving block*.

Nilai kuat tekan *paving block* didapat dari pengujian standar dengan benda uji yang *digunakan* berbentuk persegi panjang dengan panjang 20 cm, lebar 10 cm dan tinggi 6 cm. kuat tekan benda uji masing-masing ditentukan oleh tegangan tekan

tertinggi ($f'c$) yang dicapai benda uji umur 28 hari akibat beban tekan selama percobaan (Dipohusodo, 1996).



Gambar 2.1. Banda Uji *PavingBlock*

Dengan :

P = Beban (N)

p = Panjang *Paving block* (mm)

l = Lebar *Paving block* (mm)

t = Tinggi *Paving block* (mm)

Rumus untuk mendapatkan nilai kuat tekan beton dilaboratorium adalah :

$$f'c = \frac{P}{A}$$

Dengan :

$f'c$ = Kuat Tekan (Mpa)

P = Beban Tekan (N)

A = Luas Penampang Banda Uji (mm²)

3. Metodologi

Pada penelitian ini pembuatan *paving block* dilakukan dengan penambahan kawat bendrat yang di potong sesuai variasi yang diinginkan yaitu 5gr, 10gr, dan 15 gr dengan dimensi hasil cetak 20cm x 10cm x 6cm sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI). Untuk bahan yang digunakan adalah semen merk tiga roda kemasan 50 kg, pasir dari lokal wonosobo (pasir krokos) serta air bersih PDAM kabupaten wonosobo.

3.1 Peralatan dan Bahan Penelitian

3.1.1 Peralatan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- Timbangan
- Cetok
- Saringan atau Ayakan
- Oven
- Alat pematik
- Cetakan *paving block* dengan ukuran 20 x 10 x 6 cm
- Alat Uji Kuat Tekan

3.1.2 Bahan

Bahan yang akan digunakan untuk pembuatan *Paving Block* adalah :

- a. Potongan Kawat Bendrat
- b. Semen *Portland*
- c. Agregat kasar 5mm
- d. Agregat Halus
- e. Air

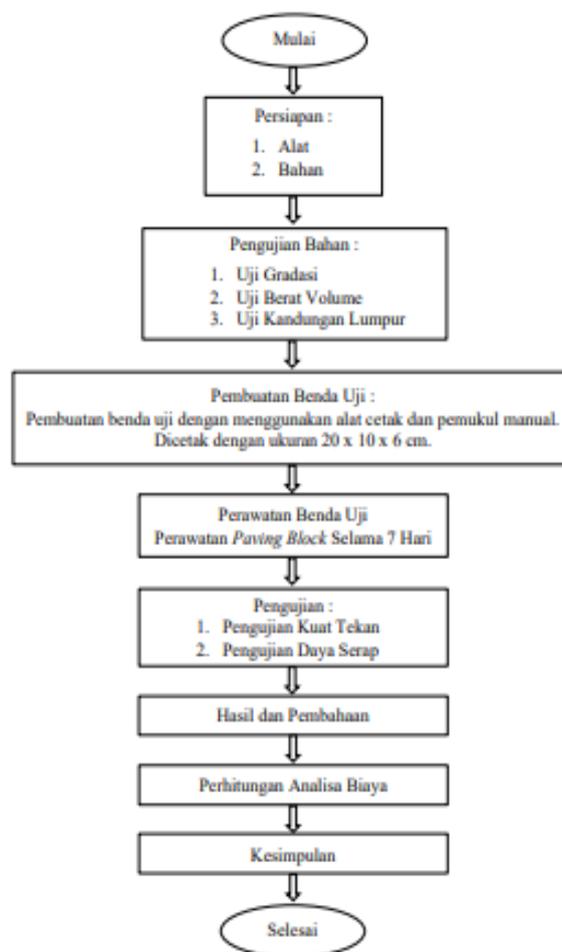
3.2. Pembuatan benda uji, perawatan dan pengujian

1.. Proses pembuatan atau pencetakan benda uji dilakukan dengan alat pencetak paving secara manual. Alat ini buatan sendiri yaitu 1 alat dapat menghasilkan 4 cetakan *paving block* dengan ukuran dalam 20 x10 x 6cm. Bersamaan dengan pembuatan proses pemadatan pun dilakukan secara manual dengan alat pukul cetakan sehingga membantu saat proses pemadatan campuran bahannya. Maka dari itu, metode ini diharapkan dapat memberikan hasil atau kekuatan tekan yang maksimal.

Untuk perawatan benda uji, Perawatan dilakukan setelah satu hari dari pencetakan *paving block*. Pada umur satu hari atau benda uji cukup keras dilakukan penyiraman untuk menjaga kelembabannya selama 21 hari.

Dan setelah benda uji berumur 21 hari dilakukan pengujian *paving block*, dengan maksud untuk mengetahui karakteristik dan kualitas paving block yang dihasilkan.

3.3. Diagram alir



Gambar 1. Diagram alir penelitian

4. Hasil Penelitian

4.1. Pengolahan data

4.1.1 Uji Kadar Lumpur Pada Pasir

Hasil pengujian kadar lumpur yang terkandung pada pasir yang akan digunakan sebagai bahan paving block adalah sebesar 0,4%. Nilai ini masih lebih kecil dari persyaratan yang ditetapkan oleh SK SNI S-04-1998-F (1998) yaitu senilai 5% dan masuk dalam persyaratan yang ditetapkan.

4.1.2 Uji Kadar Organik

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, menghasilkan warna air warna muda, dimana warna tersebut termasuk dalam golongan warna nomor 1. Menurut SNI 2816:2014 tentang uji bahan organik dalam agregat halus untuk beton, warna yang digunakan sebagai standar adalah warna nomor 3. Jadi pada pasir Merapi yang digunakan sebagai bahan uji lolos tahap uji kandungan organik dan tidak memerlukan

pencucian ulang pada pasir.

4.1.3 Pengujian Kadar Air

Dari hasil pengamatan dan pengujian kadar air berdasarkan volume, didapat data sebagai berikut:

Tabel 3. Analisa data kadar air

Penelitian	Simbol	Notasi	Nomor Contoh				
			1	2	3	4	5
Berat cawan + tanah basah	W1	gram	92,6	94,7	102,2	103,3	107,2
Berat cawan + tanah kering	W2	gram	83,45	84,5	91	92,25	95,9
Berat cawan	W3	gram	14,15	14,95	12,85	12,5	13,75

Sumber : Hasil Uji Laboratorium

4.1.4 Uji Gradasi

Tabel 4. Mengalisis ayakan halus

Diameter (mm)	Berat Saringan (gr)	Berat Kerikil (gr)		Kumulatif Tinggal	Persen Tinggal (%)	% Kumulatif	
		Brutto	Netto			Tinggal	Lolos
40	440,2	440,2	0	0	0,00	0,00	100,00
20	427,2	427,2	0	0	0,00	0,00	100,00
10	353,4	357	3,6	3,6	0,36	0,36	99,64
4,8	272	303	31	34,6	3,10	3,46	96,54
2,4	248,4	370,4	122	156,6	12,2	15,66	84,34
1,2	248	530	282	438,6	28,2	43,86	56,14
0,6	288,8	574,2	285,4	724	28,54	72,40	27,60
0,3	244,4	392,8	148,4	872,4	14,84	87,24	12,76
0,15	243,4	350,4	107	979,4	10,7	97,94	2,06
PAN	339,2	359,8	20,6	1000	2,06		
TOTAL			1000		100	320,92	

Sumber : Hasil Uji Laboratorium

Modulus Halus Butir(MHB) gradasi halus (1,5-3,8) MHB gradasi halus = $320,92/100 = 3,2092$

Tabel 5. Menentukan gradasi halus

Lubang Ayakan (mm)	Persen Tembus Kumulatif	Masuk	Daerah I
10	99,64		100
4,8	96,54		90-100
2,4	84,34		60-100
1,2	56,14		30-90
0,6	27,6		15-59
0,3	12,76		5-30
0,15	2,06		0-10

Sumber : Hasil Uji Laboratorium

Gambar 2. Grafik Presentase Pengujian Kuat Tekan

4.1.5. Perhitungan Mix Design / Jobmix

Tabel 6. Mix Design

No	Uraian	Jumlah
1.	Kuat tekan rencana benda uji (f'c)	16,6 MPa
2.	Deviasi Standar (S)	-
3.	Nilai Tambah (M)	7,0 MPa
4.	Kuat tekan rata-rata yang direncanakan (f'cr)	23,6 MPa
5.	Jenis Semen	Semen tipe I
6.	Jenis Agregat Halus	Alami, KrokosWsb
	Jenis Agregat Kasar	Batu pecah Ø 20 mm
7.	Faktor Air Semen (Lihat Gb. 4.5 Grafik)	37 MPa
8.	Faktor air semen maksimum (ditetapkan)	0,55 (nilai terendah)
9.	Nilai Slump	50 ± 20 mm
10.	Ukuran Maksimum Agregat Kasar	5 mm
11.	Jumlah Kebutuhan Air (Tabel 4.9)	207 liter
12.	Jumlah Semen	375,72 Kg
13.	Jumlah Semen Minimum (Tabel 4.10)	300 Kg
14.	Jumlah Semen yang Dipakai	375,72 Kg (Yang Terbesar)
15.	Penyesuaian FAS	-
16.	Daerah Gradasi Agregat Halus	Masuk Zona I
17.	Persen Agregat Halus (Lihat Gb. 4.7 Grafik)	46 %
18.	Berat Jenis Agregat Campuran	2,7 Kg/m ³
19.	Berat Jenis Beton (Gb. 4.8 Grafik)	2401 Kg/m ³
20.	Kebutuhan Agregat (Langkah 19-11-14)	1818,63 Kg/m ³
21.	Kebutuhan Agregat Halus (Langkah 17-20)	837 Kg/m ³
22.	Kebutuhan Agregat Kasar (Langkah 20-21)	981,63 Kg/m ³

Sumber :Uji Laboratorium

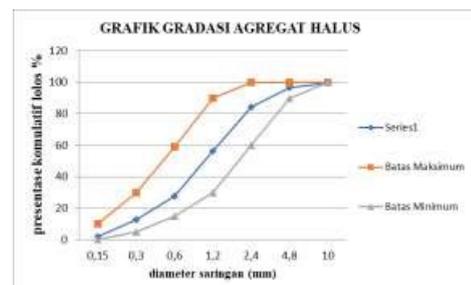
4.1.6. Pengujian Kuat Tekan

Hasil pengujian kuat tekan pada benda uji dapat dilihat pada tabel 9 dan gambar 3.

Tabel 6. Hasil pengujian benda uji

Benda Uji	FC	K
NORMAL	15,2279	183,469
B1	19,6771	237,074
B2	8,0502	96,9904
B3	20,6116	248,332
C1	25,0572	301,894
C2	25,3252	305,123
C3	31,6957	381,876

Sumber : Laboratorium





Gambar 3. Hasil uji kuat tekan sampel dengan variasi campuran kawat bendrat

Berdasarkan tabel 6 dan gambar 3 menunjukkan, bahwa hasil pengujian kuat tekan paving beton berbentuk kubus berukuran 10 cm x 20 cm x 6 cm pada usia 21 hari, pada kondisi normal menghasilkan rata-rata kuat tekan 15,22 MPa, penambahan serat bendrat 5 gr ukuran 2,5 cm potongan bendratnya menghasilkan 19,67 MPa, selanjutnya dengan penambahan serat bendrat 10 gr ukuran 2,5 cm potongan bendratnya menghasilkan 8,09 MPa, selanjutnya dengan penambahan serat bendrat 15 gr ukuran 2,5 cm potongan bendratnya menghasilkan 20,61 MPa, selanjutnya dengan penambahan serat bendrat 5 gr ukuran 5,5 cm potongan bendratnya menghasilkan 25,05 MPa, selanjutnya dengan penambahan serat bendrat 10 gr ukuran 5,5 cm potongan bendratnya menghasilkan 25,32 MPa, dan selanjutnya dengan penambahan serat bendrat 15 gr ukuran 5,5 cm potongan bendratnya menghasilkan 31,69 Mpa.

Tabel 7. Data kuat tekan paving block umur 28 hari

No	Kombinasi	Benda Uji Paving	H (cm)	Hs (cm)	H-Hs (cm)
1	Normal	4	30	22	8,0 cm
2	Serat Bendrat 2,5 5gr	4	30	22	8,0 cm
3	Serat Bendrat 2,5 10gr	4	30	22	8,0 cm
4	Serat Bendrat 2,5 15gr	4	30	22	8,0 cm
5	Serat Bendrat 5,5 5gr	4	30	22	8,0 cm
6	Serat Bendrat 5,5 5gr	4	30	22	8,0 cm
7	Serat Bendrat 5,5 15gr	4	30	22	8,0 cm
Jumlah		28			

Perhitungan kebutuhan sampel paving block :
Trial and Error :

Tabel 8. Kebutuhan sampel paving block

No	Sampel	Beret Beton	Air	Semen	Pasir	Kerikil
1	Paving	-	0.19	0.34	0.75	0.88

Dari hasil pengujian kuat tekan paving beton, trial and error (normal) didapatkan kuat tekan paving sebesar 17.64 MPa (K-212), maka memenuhi kuat tekan rencana, akan tetapi secara waktu untuk produksi paving block membutuhkan waktu yang lebih panjang, sehingga tidak menguntungkan. Dicoba dari jobmix di atas, proporsi kebutuhan air di gunakan 30% dari jobmix. Maka proporsi campurannya menjadi :

Tabel 8. Kebutuhan sampel paving block proporsi Air 30%

No	Sampel	Beret Beton	Air	Semen	Pasir	Kerikil
1	Paving	-	0.06	0.34	0.75	0.88

Dari trial and error ke dua dengan proporsi air 30% dari jobmix di dapatkan nilai kuat tekan sebesar 16,64 MPa (K-200). Dengan hasil ini jobmix yang digunakan memenuhi syarat dan waktu yang dibutuhkan lebih pendek sehingga dapat digunakan untuk produksi paving.

1. 4.2. Pembahasan

2. 4.2.1. Perhitungan Benda Uji

Pada tabel dibawah ini adalah hasil perhitungan benda uji paving Normal tanpa adanya tambahan campuran serat bendrat.

Tabel 9. Benda uji paving block normal

NO	Bentuk	Dimensi	Umur	P (N)	A (mm ²)	Fc 21 Hari	Fc 28 hari	(fc - fc'r)	(fc - fc'r) ²
1	Paving	150/100	21	570000	15000	38	39,58	6,25	39,0625
2	Paving	150/100	21	500000	15000	33,33	34,72	1,38889	1,92901
3	Paving	150/100	21	410000	15000	27,33	28,47	-4,8611	23,6304
4	Paving	150/100	21	440000	15000	29,33	30,55	-2,7778	7,71605
						Jumlah	133,33	Jumlah	72,338
						Fcr	33,33	S	8,32694
								Fe	19,6771
								K	237,074

4.2.2. Analisa Biaya

Analisis ekonomi dilakukan untuk mengetahui seberapa panjang potongan kawat bendrat yang digunakan dalam pembuatan paving block. Analisis ekonomi dikalkulasi dengan cara membandingkan jumlah biaya produksi paving block yang dibuat dengan metode standar dan jumlah biaya produksi paving block.

Perbedaan harga yang dianalisa adalah pembuatan paving beton dengan bahan standar dibandingkan

dengan penambahan komposisi jumlah gram potongan kawat bendrat. hal ini dilakukan karena untuk mengetahui seberapa kuat tekan yang dihasilkan setelah ditambahkan potongan kawat bendrat.

4.2.3. Anggaran Biaya

Tabel 10. Anggaran biaya pembuatan *paving block* 1 m²

NO	Kebutuhan	Satuan	Volume	Harga Satuan	Total Harga
1	Alat	-	1	Rp.2.800,-	Rp.2.800,-
2	Tenaga Kerja (OH)	m ²	1	Rp.11.500,-	Rp.11.500,-
3	Bahan				
a.	Air	lt	1	Rp.3.000,-	Rp.3.000,-
b.	Semen	kg	17	Rp.1.080,-	Rp.18.360,-
c.	Pasir	m ³	0,0375	Rp.170.000,-	Rp.6.375,-
d.	Kerikil	m ³	0,044	Rp.250.000,-	Rp.11.000,-
e.	Kawat Bendrat	kg	0,015	Rp.16.500,-	Rp.16.500,-
				Total Harga/m ²	Rp.69535,-
				Harga 1 Biji	Rp.1.390,-

Dari proses produksi *paving block* berdasarkan penggunaan bahan dan pemeliharaan alat, diperlukan biaya pembuatan untuk 1 buah *paving block* sebesar Rp. 1.390,- dan untuk biaya 1 m² sebesar Rp.69.535,-. Adapun untuk nilai penjualan sebagai berikut :

- Untuk nilai jual 1 buah *paving block* ditambah keuntungan 10 % menjadi Rp.1530,- dan ditambahkan biaya pengiriman.
- Untuk nilai jual 1m² *paving block* ditambah keuntungan 10% menjadi Rp.76.500,- dan ditambahkan biaya pengiriman.

Kesimpulan

Berdasarkan analisa dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- Dari hasil uji kuat tekan *paving block* bendrat dan penggunaan batu pecah ukuran 5mm dengan proporsi air 30% dari kebutuhan air pada perhitungan jobmix menghasilkan nilai kuat tekan semakin besar serta proses pencetakan dan melepas alat cetak membutuhkan waktu yang relatif singkat, sehingga dalam 1 hari dapat membuat lebih dari 100 buah *paving block*.

b. Nilai kuat tekan *paving block* setelah dilakukan perawatan selama 21 hari didapatkan pada prosentase penambahan potongan kawat bendrat yang paling besar, yaitu 15gr dengan nilai kuat tekan sebesar 31,6 MPa atau 322,23 kg/cm² setandar dengan K-300 serta masuk kategori *paving block* mutu A yaitu untuk jalan.

- Proses pembuatan *paving block* dari persiapan bahan, alat kerja dan biaya tenaga kerja dalam pembuatan *paving block* 1m² membutuhkan biaya sebesar Rp. 69.535,- dibulatkan menjadi Rp.70.000,-

5.2 Saran

Berdasarkan analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang perlu menjadi perhatian dalam melaksanakan penelitian, yaitu sebagai berikut:

- Hasil penelitian ini dapat dikembangkan produksinya untuk memenuhi kebutuhan proyek jalan.
- Dari hasil uji tekan *paving block* yang dilakukan menunjukkan nilai prosentasi penambahan potongan kawat bendrat semakin besar semakin tinggi nilai kuat tekannya, maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang penggunaan potongan kawat bendrat dengan prosentasi yang lebih tinggi dari 15%.
- Agar diperoleh benda uji yang baik perlu diperhatikan pada saat pengadukan dan pemadatan, karena apabila dalam pemadatan tidak baik, benda uji akan keropos sehingga mempengaruhi hasil uji kuat tekan.

Daftar Pustaka

- A, B, 2009, „*Studi peningkatan mutu paving block dengan penambahan abu sekam padi*“, Jurnal portal, Vol. 1 No. 2, hh. 77-80.
- ACI Committee 544.1R-96, 2002, *State of the art Report on Fiber Reinforced Concrete*.
- Fauna Adibroto, 2014 (*Jurnal Rekayasa Sipil ISSN : 1858-2133*).
- Giwangkara Ricky Perdana, 2012, “*Studi sifat mekanik paving block terbuat dari campuran limbah adukan beton dan bahan tambahan serat ijuk*”, Teknik Sipil, Universitas Indonesia, Depok.
- Jurusan Teknik Sipil. *Pedoman Praktikum*

Laboratorium Material. Politeknik Negeri Bali SK SNI T-15-1990-03.

Lukito, Ivan Christian, 2011. *Studi Perilaku Kuat Geser Beton Dengan Menggunakan Serat Kawat Bendrat*. Skripsi Teknik Sipil, Universitas Indonesia Jakarta

Mulkan Hambali. 2013. *Pengaruh Komposisi Kimia Bahan Penyusun Paving Block Terhadap Kuat Tekan Dan Daya Serap Airnya*. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya Inderalaya Ogan Ilir (OI) 30662.

Mulyono, T., 2003, *Teknologi Beton*. Andi, Yogyakarta.

Muttaqin Fauzin Istighfarin (*Jurnal Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Lamongan, 2018*)

SNI (1969:2008). *Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta

SNI 1974, 2011, *Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder*, Jakarta, Badan Standarisasi Nasional.

SNI ASTM C (136:2012). *Metode Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta

Suhendro, B. 2000. *Beton Fiber Konsep, Aplikasi dan Permasalahannya*, Universitas Gajah Mada: Yogyakarta.

Syukur Sebayang. 2011. *Perbandingan Mutu Paving Block Produksi Manual Dengan Produksi Masinal*. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung. Bandar Lampung.

Widodo Aris, *Pengaruh potongan kawat bendrat pada campuran beton dengan konsentrasi serat panjang 4 cm*. Universitas Negri Semarang