

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Penggunaan *paving block* sebagai lapisan atas struktur jalan memiliki keuntungan diantaranya karena sifatnya yang ramah lingkungan dengan tidak mengganggu siklus air yang terjadi dilingkungan dan membantu proses konservasi air tanah. Selain itu, penerapan *paving block* juga lebih cepat dan mudah dalam pemasangan maupun perawatannya dengan bentuk yang bervariasi dan bernilai estetis karena itu, tak heran penggunaan *paving block* semakin diminati masyarakat dimasa ini selagi harganya yang terjangkau. Berbagai penelitian dalam pembuatan *paving block* pun sering dilakukan agar *paving* lebih ramah lingkungan dalam pembuatan dan penerapannya. Peningkatan kebutuhan *paving* ini memerlukan efisiensi dan inovasi dari bahan- bahan penyusunan agar diperoleh *paving* dengan harga yang murah tetapi tidak mengurangi kekuatannya dengan memodifikasi bentuk *paving block*.

Modifikasi dan pemodelan penampang *paving block* menciptakan komponen *paving block* yang jauh lebih efisien dari segi biaya serta tetap memperhatikan kemampuan dan daya dukung yang lebih baik pada saat mengalami pembebanan. Selain itu *paving block* ini juga

Bata Beton (*Paving block*) merupakan salah satu elemen bahan bangunan yang banyak digunakan sebagai pelapis perkerasan jalan. Pada umumnya dipakai

untuk perkerasan halaman, tempat parkir atau untuk jalan lingkungan. Dimasa yang akan datang, tidak menutup kemungkinan *Paving block* digunakan untuk lapangan parkir di Pelabuhan atau untuk jalan menuju pelabuhan. Untuk maksud tersebut diatas *Paving block* harus memenuhi kualitas sebagai bahan bangunan yang akan digunakan sebagai pelapis perkerasan jalan. Salah satu karakteristik kualitas yang harus dimiliki *Paving block* adalah kekuatan tekan. Kualitas *Paving block* akan semakin baik jika memiliki kuat tekan yang semakin tinggi.

Agregat adalah salah satu bahan material pembentuk beton yang mempunyai komposisi terbesar dalam campuran beton, banyaknya jumlah penggunaan beton di dalam konstruksi mengakibatkan adanya peningkatan kebutuhan material beton, hingga memicu penambangan batuan sebagai salah satu bahan pembentuk beton secara besar-besaran. Hal ini menyebabkan turunnya jumlah sumber alam yang tersedia bagi keperluan pembetonan.

Kapasitas suatu *paving block* akan sangat dipengaruhi oleh rasio tinggi terhadap lebar penampangnya. Dimana Semakin besar nilai sebuah inersia penampang maka akan menambah nilai kapasitas dari pembebeanannya dia mampu memikul beban yang lebih besar ketika inersianya semakin besar. Namun belum diketahui secara pasti apakah variasi dari bentuk *paving block* tersebut berpengaruh terhadap kuat tekan masing-masing variasi bentuk. Dari beberapa uraian yang telah dibahas diatas, Melatar belakangi penulis untuk mengambil penelitian mengenai **Pengaruh geometrik penampang terhadap kapasitas kuat tekan *paving block*.**

B. Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang menjadi acuan dalam penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana pengaruh modifikasi geometrik penampang terhadap perilaku kuat tekan *paving block*
2. Bagaimana pengaruh modifikasi geometrik penampang terhadap luas bidang kontak *paving block*

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Menganalisis kuat tekan *paving block* berdasarkan variasi geometrik penampang
2. Menganalisis pengaruh modifikasi geometrik penampang terhadap luas bidang kontak *paving block*

D. Batasan Masalah

Agar penelitian ini dapat terarah dan sesuai dengan tujuan, maka diperlukan pembatasan masalah, yaitu sebagai berikut:

1. Benda uji yang akan dibuat sebanyak 9 sampel yaitu *paving block* Normal 3 sampel, *paving block* modifikasi I 3 sampel, *paving block* modifikasi II 3 sampel.
2. Pembuatan sampel dilakukan secara manual dan diuji dengan analisa saringan agregat halus (SNI 03-1968-1990) Jumlah variasi yang digunakan ada 3 (tiga) yaitu *paving block* normal, *paving block* modifikasi I, *paving block* modifikasi II

3. Uji Kuat Tekan menggunakan standar ACI (*American concrete institute*) Pada Umur 28 Hari
4. Proses Pembuatan *Paving Block* Menggunakan Alat Modifikasi Secara Manual Untuk Pemadatan Pada Cetakan.
5. Pembuatan benda ini dengan metode konvensional.
6. Material dalam *paving block* terdiri dari :
 - a. Semen yang digunakan adalah semen portland (PC)
 - b. Pasir diambil dari Kecamatan Duampanua, Kabupaten Pinrang Sulawesi Selatan.
 - c. air bersih
7. Pembuatan, perawatan dan pengujian akan dilakukan di Laboratorium Bahan Universitas Muhammadiyah Parepare.
8. Pengujian benda uji pada umur 28 hari.

E. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) terutama dalam bidang konstruksi.
2. Dapat digunakan sebagai salah satu referensi untuk acuan penelitian yang berkaitan dengan pengaruh geometric penampang kapasitas terhadap kuat tekan *paving block* selanjutnya.
3. Menambah wawasan dan keterampilan dengan bidang ilmu keteknik sipil

F. Sistematika Penulisan

Secara garis besar sistematika penulisan yang dapat disajikan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menguraikan tentang teori-teori yang menyangkut tentang penelitian ini.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini menguraikan mengenai metode metode yang akan digunakan dalam penelitian baik dari jenis penelitiannya, tahapan, bagan alir serta lain sebagainya.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang hasil yang telah dicapai dari penelitian yang telah dilakukan dari hasil uji laboratorium.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dari seluruh penulisan, serta saran-saran yang dikemukakan berupa sumbangan pemikiran penulis tentang permasalahan tersebut diatas

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Kuat Tekan

Pengertian kuat tekan beton adalah besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan. Kuat tekan beton merupakan sifat terpenting dalam kualitas beton dibanding dengan sifat-sifat lain. Kekuatan tekan beton ditentukan oleh pengaturan dari perbandingan semen, agregat kasar dan halus, air. Perbandingan dari air semen, semakin tinggi kekuatan tekannya. Suatu jumlah tertentu air diperlukan untuk memberikan aksi kimiawi dalam pengerasan beton, kelebihan air meningkatkan kemampuan pekerjaan akan tetapi menurunkan kekuatan (Wang dan Salmon, 1990).

Cara menentukan nilai kuat tekan beton:

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

Dimana:

f'_c = Kuat tekan beton (MPa)

A = luas penampang benda uji (mm²)

P = beban maksimum (N)

Pada dasarnya, kuat tekan beton menjadi sifat yang paling penting dalam kualitas beton dibandingkan dengan sifat lainnya. Hal ini karena banyak sifat-sifat fisik utama beton bisa ditentukan dari berbagai kuat tekan beton seperti kuat geser

beton, modulus elastisitas beton, kuat tarik belah beton, syarat kedap air, syarat keawetan beton dan lain sebagainya.

1. Faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton

Faktor yang berpengaruh terhadap kuat tekan beton adalah:

a. Umur beton

Karena semakin lama umur beton maka peningkatan kuat tekannya pun akan semakin menurun, hal ini tidak dapat dilihat pada umur beton muda seperti 28 hari karena biasanya pada umur tersebut beton masih mengalami peningkatan, tetapi jika beton sudah berumur 360 hari ke atas baru akan terlihat penurunan tersebut.

b. Workability pada saat pengerjaan beton

Karena biasanya pada beton normal beton yang memiliki workability yang tinggi akan cenderung mengalami segregasi dan bleeding yang menyebabkan nilai kuat tekannya pun menurun.

c. Gradasi butiran

Pada saat pembuatan sampel beton tentu dibutuhkan gradasi yang tidak seragam dari gradasi yang paling kecil hingga besar untuk mengisi rongga-rongga atau celah pada saat pembuatan cetakan/silinder beton. Hal ini sangat berpengaruh karena jika jumlah gradasi agregat kasar yang seragam terlalu besar maka rongga-rongga pada beton tidak akan tertutup sempurna dan mengakibatkan terjadinya lubang-lubang atau keropos pada bagian beton yang akan berakibat pada kekuatan beton yang menurun.

d. Perawatan beton (*curing*)

Perawatan beton adalah proses yang bertujuan untuk menjaga suhu pada saat proses hidrasi.

e. Kadar semen

Karena semakin tinggi kadar semen dalam beton, Maka semakin tinggi kuat tekan yang dihasilkan.

f. *Admixture*

Penggunaan bahan tambah seperti *pozzolan* dan *Superplasticizer* yang membantu meningkatkan workabilitas dan proses hidrasi semen dapat meningkatkan kuat tekan beton.

g. Porositas

Beton yang memiliki porositas tinggi akan memiliki kuat tekan yang rendah, sebaliknya beton yang lebih padat akan memiliki kuat tekan yang lebih tinggi.

B. Material Penyusun Paving Block

1. Agregat

Agregat adalah butiran mineral yang merupakan hasil disintegrasi alami batu-batuan atau juga hasil mesin pemecah batu dengan memecah batu alami. Agregat merupakan salah satu bahan pengisi pada beton, namun demikian peranan agregat pada beton sangatlah penting. Kandungan agregat dalam beton kira-kira mencapai 70%-75% dari volume beton. Agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat beton sehingga pemilihan agregat merupakan suatu bagian yang penting dalam pembuatan beton.

Agregat dibedakan menjadi 2 (dua) macam, yaitu agregat halus dan agregat kasar yang di dapat secara alami atau buatan.

a. Agregat halus

Agregat sebagai bahan pengisi yang memberikan sifat kaku dan stabilitas dimensi dari beton. Agregat halus sebaiknya berbentuk bulat dan halus dikarenakan untuk mengurangi kebutuhan air. Agregat halus yang pipih akan membutuhkan air yang lebih banyak dikarenakan luas permukaan agregat (*surface area*) akan lebih besar. Gradasi agregat halus sebaiknya sesuai dengan spesifikasi ASTM C-33, yaitu:

- a. Mempunyai butiran yang halus.
- b. Tidak mengandung lumpur lebih dari 5%.
- c. Tidak mengandung zat organik lebih dari 0,5%. Untuk beton mutu tinggi dianjurkan dengan modulus kehalusan 3,0 atau lebih.

Gradasi yang baik dan teratur (diambil dari sumber yang sama)

Tabel 2. 1 Batas Gradasi Agregat Halus (Sumber: SNI 03-2834-2000)

Lubang Ayakan (mm)	Persen Butiran Yang Lewat Ayakan			
	Zona I (Pasir Kasar)	Zona II (Pasir Agak Kasar)	Zona III (Pasir Agak Halus)	Zona IV (Pasir Halus)
9,6	100	100	100	100
4,8	90-100	90-100	90-100	90-100
2,4	60-95	75-100	85-100	95-100
1,2	30-70	55-90	75-100	90-100
0,6	15-34	35-59	60-79	80-100
0,3	5-20	8-30	12-40	5-50
0,15	0-10	0-10	0-10	0-15

2. Semen Portland

Semen Portland adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis dengan gips sebahagi bahan tambahan. Fungsi semen ialah untuk merekatkan butir-butir agregat agar terjadi suatu massa yang kompak atau padat, selain itu juga untuk mengisi rongga diantara butiran-butiran agregat.

Tabel 2.2 Susunan oksida semen Portland (sumber: Tjakrodimuljo, 1996)

No.	Oksida	Persentase
1	Kapur (CaO)	60 – 65
2	Silika (SiO_2)	17 – 25
3	Alumina (Al_2O_3)	3 – 8
4	Besi (Fe_2O_3)	0,5 – 6
5	Magnesia (MgO)	0,5 – 4
6	Sulfur (SO_3)	1 – 2
7	Soda / Portash ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$)	0,5 – 1

Menurut SII 0031-81 (Tjakrodimulyo, 1996), semen Portland dibagi menjadi lima jenis, namun untuk penggunaan umum biasanya hanya digunakan jenis semen tipe 1 (satu) karena tidak memerlukan persyaratan khusus terhadap panas hidrasi dan kekuatan tekan awal serta cocok dipakai pada tanah dan air yang mengandung sulfat antara 0-0,1%.

- a. Tipe I: Semen portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan persyaratan khusus.
- b. Tipe II: Semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang.

- c. Tipe III: Semen portland yang dalam penggunaannya menuntut kekuatan awal yang tinggi.
- d. Tipe IV: Semen Portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan panas hidrasi rendah.
- e. Tipe V: Semen portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan sangat tahan terhadap sulfat.

Untuk keperluan campuran pembuatan beton, semen harus memenuhi syarat-syarat sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) sebagai berikut:

- a. Waktu pengikatan awal untuk segala jenis semen tidak boleh kurang dari 1jam (60 menit).
- b. Pengikatan awal semen normal 60 – 120 menit.
- c. Air yang digunakan memenuhi syarat air minum, yaitu bersih dari zat organis yang dapat mempengaruhi proses pengikatan awal.
- d. Suhu ruangan 23° c.

3. Air

Air adalah bahan yang diperlukan untuk proses reaksi kimia dengan semen untuk membentuk pasta semen. Air juga dipakai untuk pelumas antara butiran dalam agregat agar mudah dikerjakan dan dipadatkan. Air dalam campuran beton menyebabkan terjadinya proses hidrasi dengan semen. Jumlah air yang berlebihan akan menurunkan kekuatan beton. Namun air yang terlalu sedikit akan menyebabkan proses hidrasi yang tidak merata.

Faktor air sangat mempengaruhi dalam pembuatan beton, karena air dapat bereaksi dengan semen yang akan menjadi pasta pengikat agregat. Air juga

berpengaruh terhadap kuat tekan beton, karena kelebihan air akan menyebabkan penurunan kekuatan beton itu sendiri. Selain itu, kelebihan air akan menurunkan mutu dan mengakibatkan beton mengalami bleeding, yaitu air akan bergerak ke atas permukaan adukan beton segar yang baru saja dituang. Hal ini akan menyebabkan kurangnya lekatan antara lapis-lapis beton dan mengakibatkan beton menjadi lemah. Air pada campuran beton akan berpengaruh pada:

- a. Mutu beton.
- b. Sifat workability adukan beton.
- c. Besar kecilnya nilai susut beton.
- d. Kelangsungan reaksi hydrasi semen portland.
- e. Perawatan keras adukan beton guna menjamin pengerasan yang baik

Air adalah bahan untuk mendapatkan kelecakan yang perlu untuk penggunaan beton. Jumlah air yang digunakan tentu tergantung pada sifat material yang digunakan. Air yang mengandung kotoran yang cukup banyak akan mengganggu proses pengerasan atau ketahanan beton. Pengaruh kotoran secara umum dapat menyebabkan:

- a. Gangguan pada hidrasi dan pengikatan.
- b. Gangguan pada kekuatan dan ketahanan.
- c. Perubahan volume yang dapat menyebabkan keretakan.
- d. Korosi pada tulangan baja maupun kehancuran beton.
- e. Bercak-bercak pada campuran beton.

Air untuk pembuatan beton minimal memenuhi syarat sebagai air minum yang tawar, tidak berbau, dan tidak mengandung bahan-bahan yang dapat

merusak beton, seperti minyak, asam, alkali, garam atau bahan-bahan organik lainnya yang dapat merusak beton atau tulangnya (SNI 03-2847-2019).

Selain untuk reaksi pengikatan, dapat juga untuk perawatan sesudah beton dituang. Air untuk perawatan (*curing*) harus memiliki syarat-syarat yang lebih tinggi dari air untuk pembuatan beton. Keasamannya tidak boleh PHnya > 6 , juga tidak dibolehkan terlalu sedikit mengandung kapur.

Jenis-jenis air untuk campuran beton:

a. Air hujan

Air hujan menyerap gas dan udara pada saat jatuh ke bumi. Biasanya air hujan mengandung unsur oksigen, nitrogen dan karbon dioksida.

b. Air permukaan

Terdiri dari air sungai, air danau, air genangan, dan air reservoir. Air sungai atau danau dapat digunakan sebagai air pencampuran beton asal tidak tercemar limbah industri. Sedangkan air rawa atau genangan yang mengandung zat-zat alkali tidak dapat digunakan.

c. Air tanah

Biasanya mengandung unsur kation dan anion. Selain itu juga kadang-kadang terdapat unsur CO_2 , H_2S dan NH_3 .

d. Air laut

- 1) Air laut mengandung 30.000–36.000 mg/liter gram (3 %-3,6 %) dapat digunakan sebagai air campuran beton tidak bertulang.
- 2) Air laut yang mengandung garam diatas 3% tidak boleh digunakan untuk campuran beton.

- 3) Untuk beton pratekan, air laut tidak diperbolehkan karena akan mempercepat korosi pada tulangnya.

Air yang dipergunakan harus memenuhi syarat sebagai berikut:

- a. Tidak mengandung lumpur dan benda melayang lainnya yang lebih dari 2 gram/liter.
- b. Tidak mengandung garam atau asam yang dapat merusak beton, zat organik dan sebagainya lebih dari 15 gram/liter
- c. Tidak mengandung *klorida* (C1) yang lebih dari 1 gram/liter.
- d. Tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gram/liter.

C. Paving Block

Paving block adalah suatu komposisi bahan bangunan yang terbuat dari campuran semen portland atau bahan perekat hidraulis lainnya, air dan agregat dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya yang tidak mengurangi mutu beton tersebut (SNI 03-0691-1996). *Paving block* adalah bahan bangunan yang dibuat dari campuran semen, pasir dan air, sehingga karakteristiknya hampir mendekati dengan karakteristik mortar. Mortar adalah bahan bangunan yang dibuat dari pencampuran antara pasir dan agregat halus lainnya dengan bahan pengikat dan air yang didalam keadaan keras mempunyai sifat-sifat seperti batuan (Smith, 1979 dalam Malawi, 1996 dalam Artiyani 2010).

Paving block adalah material yang serba guna, menarik secara estetika, fungsional, efektif, dan tidak memerlukan atau sedikit pemeliharaan jika diproduksi dan dipasang dengan benar. Kebanyakan *paving block* beton juga sudah mampu berperan dengan baik dalam pembangunan, namun ada dua

perhatian utama dalam penggunaannya yaitu kegagalan di permukaan karena pemakaian berlebih dan juga variasi dari kekuatan *paving block* beton. Sumber daya alam secara global sedang mengalami penurunan dan di saat yang sama limbah dan sampah yang dihasilkan oleh industri dan rumah tangga semakin meningkat. Pengembangan berkelanjutan di bidang konstruksi salah satunya adalah dengan menggunakan bahan yang nonkonvensional dan inovatif, dan juga daur ulang dari bahan limbah serta sampah untuk mengurangi penggunaan sumber daya alam dan menemukan alternatif dalam melestarikan alam.

Pada saat ini *paving block* banyak digunakan masyarakat sebagai konstruksi bangunan, khususnya untuk perkerasan jalan lingkungan, pekarangan, trotoar, tempat parkir dan lain-lain. *Paving block* banyak digunakan karena dapat menahan beban dalam batasan tertentu dan mudah dalam pekerjaan pemasangan. Selain keuntungan tersebut, *paving block* lebih baik dibandingkan perkerasan lainnya ditinjau dari segi ekonomis pemeliharannya, segi artistik eksterior sebuah bangunan, tidak memerlukan alat berat, serta dapat diproduksi secara massal, juga bila dipandang dari segi kelestarian lingkungan sebagai sistem penyerapan air. Struktur *paving block* dewasa ini sudah mengalami perubahan yang cukup signifikan pada awalnya *paving block* hanya berbentuk persegi panjang, namun sekarang sudah banya variasi pembuatan *paving blok* mulai dari *dekopave*, *diamond*, *interpave*, *dogbone*, *siera*, *quatro*, dan lain lain.

Paving block adalah suatu elemen bahan yang dibuat dari campuran semen hidroulis atau sejenisnya, agregat halus dan air dengan atau dengan bahan tambahan lainnya yang tidak mengurangi mutu bata beton (*paving block*) tersebut.

Paving block disebut juga *interblock concrete*, sejak tahun 1950-a telah dipakai secara luas di Negera Belanda sebagai pengganti batu bata konvensional untuk pekerjaan jalan. Karena kebutuhan yang terus meningkat sedangkan produksi batu bata tidak dapat mengimbangi akhirnya *paving block* menggantikan seluruh fungsi batu bata tradisional karena kelebihanannya.

Adapun kekuatan fisik *paving block* ini dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2. 3 Kekuatan fisik *paving block* (Sumber: SNI03-0691-1996)

Kekuatan (kg/Cm ²)	Ketahanan Aus (mm/menit)			Penyerapan air rata- rata (%)
	Terendah	Rata-rata	Terendah	
400	350	0,090	0,103	3
200	170	0,130	0,149	6
150	125	0,160	0,184	8
100	85	0,219	0,251	10

1. Kelebihan *paving block*

Kelebihan pemakaian *paving block* dibandingkan dengan batu bata adalah sebagai berikut:

- Mudah dalam pemeliharaan dan pemasaran.
- Kualitas beton lebih baik dari tanah liat.
- Dapat diproduksi secara mekanis, semi mekanis, maupun dicetak tangan.
- Ukuran lebih terjamin.
- Tidak mudah rusak oleh kendaraan.
- Faktor anti slip (*skidding Resistance*) pada *paving block* lebih besar sehingga aman untuk lalu lintas.

- g. Tahan terhadap cuaca.

Paving block adalah komposisi bahan bangunan yang dibuat dari campuran semen portland atau bahan perekat hidrolis sejenis, air, dan agregat halus dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya yang tidak mengurangi mutu bata beton tersebut.

Ketebalan *paving block* yang sering digunakan:

- a. Ketebalan 6 cm Untuk beban lalu lintas ringan yang frekuensinya terbatas, misalnya pejalan kaki, sepeda motor
- b. Ketebalan 8 cm. Untuk beban lalu lintas berat yang padat frekuensinya, misalnya sedan, pick up, bus dan truck.
- c. Ketebalan 10 cm atau lebih untuk beban lalu lintas super berat misalnya crane, loader.

Selain aspal atau beton, *paving block* juga dapat digunakan sebagai bahan perkerasan jalan. Konstruksi perkerasan dengan *paving* merupakan konstruksi yang ramah lingkungan, dimana *paving* sangat baik dalam membantu konservasi air tanah, pelaksanaanya yang lebih cepat, mudah dalam pemasangan dan pemeliharaan, memiliki aneka ragam bentuk yang menambah nilai estetika, serta harganya yang mudah dijangkau dapat meningkatkan tingginya minat konsumen terhadap *paving* dibandingkan perkerasan lainnya.

Akan tetapi tingginya minat konsumen terhadap perkerasan *paving*, tidak diimbangi dengan ketersediaan kualitas paving yang memadai baik dari segi kekuatan, umur pakai, *durability paving*. Banyak *paving* yang dijumpai di daerah trotoar, parkir atau permukaan jalan yang retak-retak, mudah patah bahkan

ditumbuhi oleh lumut, khususnya paving dihadapkan terhadap areal khusus seperti pelabuhan peti kemas, lokasi pabrik yang sering terjadi beban kejut yang berulang-ulang akibat lintasan roda kendaraan, membuat *paving* cepat aus dan retak hingga hancur.

Berdasarkan cara pembuatannya *Paving block* dapat digolongkan dalam beberapa jenis yaitu:

a. *Paving Block* Press Manual / Tangan.

Paving block Press Manual/ Tangan diproduksi secara manual dengan tangan. *Paving block* jenis ini termasuk jenis beton kelas D (K 50- 100). *Paving block* press manual umumnya digunakan untuk perkerasan non struktural, seperti halaman rumah, trotoar jalan, dan perkerasan lingkungan dengan daya beban rendah.

b. *Paving Block* Press Mesin Vibrasi / Getar.

Paving block jenis ini diproduksi dengan mesin press sistem getar dan umumnya memiliki mutu beton kelas C-B (K150-250). Dalam pemakaiannya *Paving Block* Press Mesin Vibrasi ini banyak digunakan sebagai alternatif perkerasan di pelataran garasi rumah dan lahan parkir.

d. *Paving Block* Press Mesin Hidraulis.

Paving jenis ini diproduksi dengan cara dipress menggunakan mesin press hidraulis dengan kuat tekan diatas 300 kg/cm². *Paving block* press hidraulis dapat dikategorikan sebagai paving block dengan mutu beton kelas B-A (K 300-450). Pemakaian paving jenis ini dapat digunakan untuk keperluan non struktural maupun untuk keperluan struktural yang berfungsi untuk menahan beban yang

berat yang dilalui diatasnya, seperti: areal jalan lingkungan hingga sebagai perkerasan lahan pelataran terminal peti kemas di pelabuhan (Wintoko, 2007).

2. **Klasifikasi *Paving Block***

a. *Kepadatan Paving Block*

Pemadatan yang tidak baik akan menyebabkan menurunnya kekuatan *paving block*, karena tidak terjadinya pencampuran bahan yang homogen. Selain itu, kekuatan *paving block* juga dipengaruhi oleh faktor air semen karena air yang terlalu sedikit memberikan penampilan rapuh atau gampang pecah dengan sebagian besar butiran tidak diliputi oleh semen. Sedangkan air yang terlalu banyak menyebabkan adukan semen” berlarian” dan terpisah dari agregatnya.

b. *Kualitas Paving Block*

yang dihasilkan Untuk kualitas *paving block* yang menggunakan metode mekanis akan menghasilkan kuat tekan yang lebih tinggi dibandingkan kuat tekan *paving block* dengan metode konvensional

c. *Kuantitas paving block*

yang dihasilkan Jumlah yang dihasilkan dalam satu hari untuk metode konvensional dapat mencapai 8 m² per alat untuk *paving block*, sedangkan untuk metode mekanis dapat mencapai 125 - 150 m² per alat.

d. *Syarat mutu paving block*

Berdasarkan SNI 03-0691-1996 syarat dan mutu *paving block* adalah sebagai berikut:

- 1) Sifat tampak *paving block* harus mempunyai permukaan yang rata. Tidak terdapat retak-retak dan cacat, bagian sudut dan rusuknya tidak mudah dipecahkan dengan kekuatan jari tangan.
- 2) *Paving block* harus mempunyai ukuran tebal nominal minimum 60 mm dengan toleransi $\pm 8\%$.
- 3) *Paving block* harus mempunyai sifat-sifat fisika.

Tabel 2. 4 Sifat-sifat fisika *paving block* (Sumber: SNI03-0691-1996)

Mutu	Kegunaan	Kuat tekan (Kg/Cm ²)			Ketahanan Aus (mm/menit)	Penyerapan rata-rata maks (%)
		Rata2	Min	Rata2	Min	
A	Perkerasan jalan	400	350	0,0090	0,103	3
B	Tempat parkir mobil	200	170	0,1300	1,149	6
C	Pejalan kaki	150	125	0,1600	1,184	8
D	Taman kota	100	85	0,2190	0,251	10

Pengelompokan *Paving block* berdasarkan mutu SNI-03-0691-1996 Hlm.1

- a. *Paving block* mutu A - memiliki tekan minimal 35 MPa dan rata – rata 40 MPa (setara dengan K430 sampai K490) dan penyerapan air maksimal 3% umumnya digunakan untuk jalan, perkerasan terminal peti kemas, kebutuhan non struktur dan struktur
- b. *Paving block* mutu B – memiliki tekan minimal 20 MPa dan rata-rata 20 MPa (setara dengan K208 hingga K245) dan penyerapan air maksimal 6% umumnya digunakan untuk parkir mobil.
- c. *Paving block* mutu C – memiliki tekan minimal 12,5 MPa dan rata-rata 15 MPa setara dengan (K153 hingga K184) dan penyerapan air maksimal 8%

Paving block texture ini digunakan untuk perkerasan garasi rumah, sirkulasi lahan parker dan pejalan kaki

- d. *Paving block* mutu D – memiliki tekan minimal 8,5 MPa dan rata-rata 10 PMA (setara dengan K104 hingga K122) dan penyerapan air maksimal 10% untuk digunakan perkerasan non struktur, seperti misalnya, trotoar perkerasan lingkungan dan taman, halaman rumah dan perkerasan lainnya dengan daya beban rendah

- e. komposisi campuran paving block

komposisi bahan pembuat paving block secara umum memakai perbandingan 1:3, 1:4, dan 1:5 untuk semen banding pasir

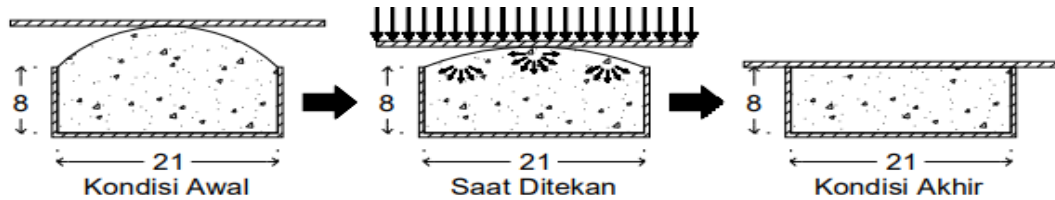
E. Metode Pembuatan *Paving block*

Ditinjau dari cara pembuatan *Paving block* yang biasanya digunakan dalam masyarakat dapat diklasifikasikan menjadi dua metode, yaitu:

- a. Metode konvensional.

Pembuatan *Paving block* cara konvensional dilakukan dengan menggunakan alat press manual/tangan dengan beban pemadatan yang berpengaruh terhadap tenaga orang yang mengerjakan. Metode konvensional banyak digunakan oleh masyarakat sebagai industri rumah tangga karena selain alat yang digunakan sederhana, juga mudah dalam proses pembuatannya sehingga dapat dilakukan oleh siapa saja. Semakin kuat tenaga orang yang mengerjakan maka akan semakin padat dan kuat *Paving block* yang dihasilkan. Dilihat dari cara pembuatannya, akan mengakibatkan pekerja cepat kelelahan karena proses

pemadatan dilakukan dengan menghantamkan alat pemadat pada adukan yang berada dalam cetakan.

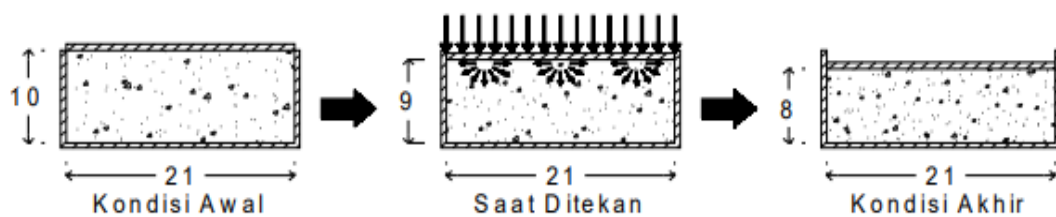


Gambar 2.1 Prinsip kerja metode konvensional

Sumber : Pamungkas, Bambang dan Hairunnisa, Sefa 2007

b. Metode Mekanis.

Metode mekanis di dalam masyarakat biasa disebut metode press. Metode ini masih kurang digunakan karena untuk pembuatan *Paving block* dengan metode mekanis membutuhkan alat yang harganya tergolong mahal. Metode mekanis biasanya digunakan oleh pabrik dengan skala industri sedang atau besar. Pembuatan *Paving block* cara mekanis dilakukan dengan menggunakan mesin (*Compression Aparatus*).



Gambar 2.2 Prinsip kerja metode mekanis

Sumber: Pamungkas, Bambang dan Hairunnisa, Sefa 2007

F. Kajian Hasil Penelitian Terdahulu

1. Arie Putra (2014) melakukan penelitian tentang Pengaruh variasi bentuk *paving block* terhadap kuat tekan. Berdasarkan Dari Hasil Penelitian Yang

Dilakukan Dapat Ditarik Kesimpulan Sebagai Berikut: 1. Dalam penelitian ini, penulis menggunakan metode proktor dalam merencanakan campuran paving block, karena prinsip pembuatan sampel *paving block* sama dengan prinsip kepadatan tanah yang ada pada metode proktor. Dari pengujian proktor didapatkan perbandingan antara semen dan agregat halus (pasir dan abu batu) adalah 1: 2,857 dengan kadar air 10,9%. 2. Nilai kuat tekan rata-rata dari pengujian UPV pada sampel uji *paving block* balok, kubus standar SNI (sampel balok), segi enam, kubus standar SNI (sampel segi enam) masing-masing adalah 23,48 MPa; 27,94 MPa; 24,83 MPa dan 23,45 MPa. 3. Nilai kuat tekan rata-rata dari pengujian dengan compression machine pada sampel uji *paving block* balok, kubus standar SNI (sampel balok), segi enam, kubus standar SNI (sampel segi enam) masing-masing adalah 39,58 Mpa; 34,22 MPa; 53,50 MPa dan 32,89 MPa. 4. Nilai kuat tekan rata-rata dari pengujian UPV dan pengujian compression machine pada penelitian ini tidak memenuhi standar mutu A yang digunakan untuk jalan yang ditetapkan dalam SNI 03-0691-1996 yaitu nilai kuat tekannya minimal 35 MPa dan rata-rata 40 MPa. Sedangkan nilai penyerapan air paving block pada penelitian ini memenuhi standar mutu A yang digunakan untuk jalan yang ditetapkan dalam SNI 03-0691-1996 yaitu kecil dari 3%. 5. Khususnya untuk pengujian kuat tekan dengan compression machine didapat nilai kuat tekan yang cukup berbeda antara paving block yang diuji dalam bentuk asli dan bentuk kubus standar SNI, untuk itu apabila pengujian paving block diuji dalam bentuk asli maka dibutuhkan nilai faktor konversi bentuk untuk

mendapatkan nilai kuat tekan sesuai pengujian dengan standar SNI. 6. Faktor konversi bentuk yang didapat untuk *paving block* bentuk balok dimensi $20 \times 10 \times 8$ cm adalah 0,86 dan faktor konversi bentuk untuk *paving block* segi enam dengan sisi 10 cm dan tebal 8 cm adalah 0,61. 7. Penyerapan air rata-rata yang diperoleh untuk benda uji balok dan segi enam adalah masing-masing sebesar 2,66 dan 2,62%.

2. Andi rahmat (2013) melakukan penelitian tentang Pengaruh geometrik penampang terhadap kapasitas lentur pelat tipis beton bertulang. Berdasarkan Dari Hasil Penelitian Yang Dilakukan Dapat Ditarik Kesimpulan Sebagai Berikut: 1. Dari hasil pengujian beban lentur maksimum yang dapat ditahan oleh pelat tipis model pelat normal adalah 8 KN, model pelat modifikasi I adalah 13 KN, model pelat modifikasi II adalah 7,67 KN, model pelat modifikasi III adalah 10,33 KN, sedangkan untuk model pelat modifikasi IV adalah 12 KN. Olehnya itu pelat modifikasi I adalah model yang paling kuat menahan beban lentur dibandingkan dengan pelat model lainnya. 2. Dari hasil perhitungan mommen inersia tiap model penampang didapatkan bahwa momen inersia penampang pelat normal sebesar $65,10 \text{ mm}^4$, pelat modifikasi I sebesar $107,29 \text{ mm}^4$, pelat modifikasi II sebesar $34,12 \text{ mm}^4$, pelat modifikasi III sebesar $93,84 \text{ mm}^4$ dan pelat modifikasi IV sebesar $96,16 \text{ mm}^4$. olehnya itu maka model pelat modifikasi I adalah model yang besar besar momen inersianya dibandingkan dengan pelat model lainnya.
3. Aidil Untari (2022) melakukan penelitian tentang analisis uji kuat tekan paving block segi empat berbahan dasar plastic dengan campuran abu sekam

padi 0%,5%,10%. Berdasarkan dari hasil penelitian yang dilakukan dapat ditarik kesimpulan bahwa pembuatan paving block menggunakan limbah plastic PET, PP cup dan Kantong Plastik dapat memenuhi syarat mutu penggunaan paving block. Dengan hasil penelitian sebagai berikut: a. Sampel A1. 1.929 Mpa, A2. 1.754 Mpa, A3. 1.771 Mpa. b. Sampel B1.0.898 Mpa, B2. 0,914 Mpa, B3. 872 Mpa. c. Sampel C1. 1.771 Mpa, C2. 1,771 Mpa, C3. 1.829 Mpa. Dimana sampel A masuk kedalam mutu B dan Sampel B masuk kedalam mutu D dan Sampel C masuk kedalam mutu B.

4. Muhammad Yasin melakukan penelitian tentang nilai konversi uji kuat tekan variasi bentuk paving block terhadap bentuk sampel uji sni 03-0691-1996. Dari hasil analisis dan pembahasan ddiperoleh kesimpulan penelitian sebagai berikut:1. Faktor konversi kuat tekan berbagai bentuk *paving block* terhadap kuat tekan *paving block* bentuk SNI 03-0691-1996 dengan penggunaan *fly ash* 15% pada umur 28 hari adalah Untuk *paving block* bentuk persegi panjang (21x10,5x8 cm) adalah 1,06, Untuk *paving block* bentuk segi enam (S = 11,5 cm, t = 6 cm) adalah 1,32, Untuk *paving block* bentuk topi uskup (30x21x8 cm) adalah 1,13. 2. Pengaruh penggunaan *fly ash* sebanyak 15% pada *paving block* menunjukkan nilai kuat tekan yang lebih rendah dibandingkan *paving block* tanpa *fly ash*. Dengan penurunan nilai kuat tekan pada *paving block* bentuk persegi panjang, segi enam, dan topi uskup berturut-turut sebesar 14,27% (4,24 MPa), 2,87% (0,62 MPa), 6,47% (1,20 MPa). 3. Dari hasil pengujian penyerapan air pada *paving block* bentuk persegi panjang, segi enam, dan topi uskup dengan penggunaan *fly ash* 15%,

diperoleh nilai penyerapan air berturut-turut sebesar 2,92%, 2,79%, 2,96%. 4. Perbandingan perhitungan biaya pada penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan *fly ash* sebagai pengganti semen pada pembuatan *paving block* lebih murah dibandingkan dengan *paving block* normal tanpa *fly ash*. Dengan selisih biaya sebesar 0,64% dari total biaya pembuatan *paving block* tanpa *fly ash*.

BAB III

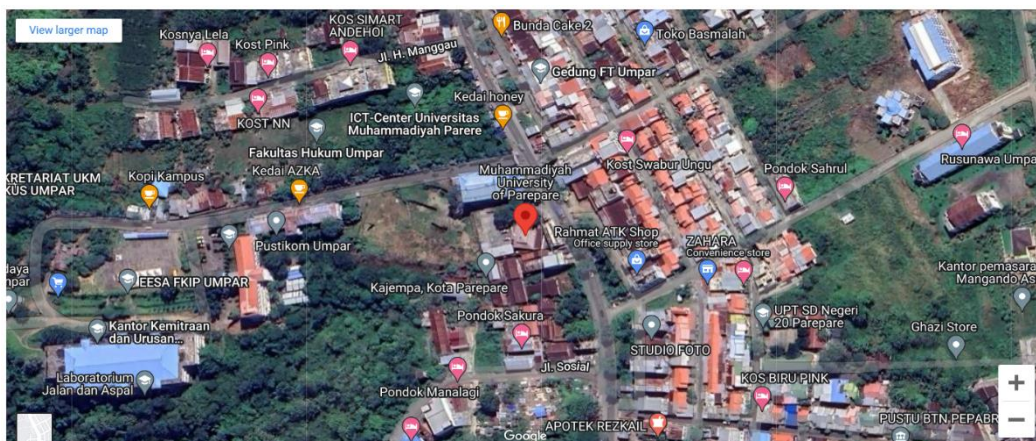
METODOLOGI PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian kuantitatif yang merupakan metode penelitian yang banyak menuntut penggunaan angka, mulai dari pengumpulan data, penafsiran terhadap data tersebut, serta penampilan dari hasilnya disertai gambar, tabel, atau grafik. Kemudian data hasil penelitian dianalisis sesuai dengan prosedur pengujian laboratorium. Metode penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimental yaitu dengan membandingkan antara 3 (tiga) bentuk variasi *paving block* untuk mengetahui bagaimana kuat tekan.

B. Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi pembuatan benda uji, pemeliharaan, dan pengujian dilaksanakan di Laboratorium Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Parepare dan waktu penelitian dilakukan selama 2 bulan mulai pada bulan oktober sampai desember 2023.



Tabel 3. 1 Jadwal Pelaksanaan Penelitian

No	Jenis Kegiatan	Oktober				November				Desember			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Studi literatur												
2	Persiapan laboratorium												
3	Pengujian bahan dasar												
4	Pembuatan benda uji												
5	Uji kuat tekan <i>paving block</i>												
6	Analisa hasil pengujian												

C. Alat dan Bahan Penelitian

1. Adapun bahan yang diperlukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

a. Agregat

Agregat yang digunakan dalam penelitian ini adalah agregat halus (Pasir)

b. Semen

Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah Semen Portland (PC)

c. Air

Air yang digunakan dalam penelitian ini air dari Laboratorium Struktur dan Bahan Universitas Muhammadiyah Parepare

2. Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Gelas Ukur

Gelas ukur berfungsi untuk mengukur banyaknya air yang digunakan pada pembuatan *paving block*

b. Oven

Oven digunakan untuk mengeringkan agregat pada pengujian kadar dan berat jenis

c. Timbangan

Timbangan difungsikan untuk menimbang bahan-bahan benda uji

d. Cetakan *paving block*

Cetakan *paving block* yang digunakan adalah cetakan ukuran 200 mm x 100 mm

e. *Universal Testing Machine*

Digunakan untuk menguji kuat tekan benda uji beton

f. *Concrete mixer*/mesin pencampur

Digunakan untuk mencampur semua bahan-bahan benda uji

D. Prosedur Standar Penelitian

1. Pemeriksaan Berat Jenis Agregat

Pengujian ini dilakukan guna mengetahui berat jenis agregat serta tingkat penyerapan air. Jumlah berat jenis yang diperiksa adalah untuk agregat dalam keadaan kering, berat kering permukaan (*Saturated Surface Dry*), berat jenis semu (*Apparent*). Adapun keterangan dari berat jenis yang diperiksa adalah sebagai berikut:

a. Berat jenis kering permukaan (*Bulk Specific Gravity*)

Berat jenis kering permukaan (*Bulk Specific Gravity*) yaitu perbandingan antara berat agregat kering dan berat air yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu

b. Berat jenis permukaan (SSD)

Berat jenis permukaan (*SSD*) yaitu perbandingan antara berat agregat kering permukaan jenuh dan berat air yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu.

c. Berat jenis semu (*Apparent Specific Gravity*)

Berat jenis semu (*Apparent Specific Gravity*) yaitu perbandingan antara berat agregat kering permukaan jenuh dan berat air yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu

d. Penyerapan

Penyerapan adalah persentase berat air yang dapat diserap pori terhadap berat agregat kering

Adapun prosedur percobaan adalah sebagai berikut:

- a. Cuci benda uji untuk menghilangkan debu atau bahan-bahan lain yang melekat pada permukaan
- b. Keringkan benda uji dalam oven pada suhu 105° C sampai berat tetap
- c. Dinginkan benda uji pada suhu kamar selama satu jam, kemudian menimbang dengan ketelitian 0,5 gram (*B_k*)
- d. Rendam benda uji dalam air pada suhu kamar
- e. Keluarkan benda uji dari dalam air, lap dengan kain penyerap sampai selaput air pada permukaan hilang (*SSD*), untuk butiran yang besar pengering harus satu persatu
- f. Timbang benda uji kering permukaan jenuh (*B_j*)
- g. Letakkan benda uji dalam keranjang, guncangkan batunya untuk mengeluarkan udara yang tersekap dan menentukan beratnya dalam air (*B*

- h. Ukur suhu air untuk penyesuaian perhitungan kesuhu standar (25° C)

Berikut adalah perhitungan yang digunakan dalam menentukan berat jenis agregat:

$$1. \text{ Berat jenis (Bulk Specify Gravity)} = \frac{Bk}{(Bj - Ba)} \dots\dots\dots (3)$$

$$2. \text{ Berat jenis SSD} = \frac{Bk}{(Bj - Ba)} \dots\dots\dots (4)$$

$$3. \text{ Berat jenis semu} = \frac{Bk}{(Bk - Ba)} \dots\dots\dots (5)$$

$$4. \text{ Penyerapan (Arbsorpsi)} = \frac{(Bj - Bk)}{Bk} \times 100 \% \dots\dots\dots (6)$$

Dimana:

Bk = Berat benda uji kering oven (gram)

Bj = Berat benda uji kering permukaan jenuh (gram)

Ba = Berat benda uji kering permukaan jenuh di dalam air (gram)

2. Perkiraan Kadar Agregat

- a. Perkiraan kadar agregat halus

Prosedur yang dapat digunakan untuk menentukan agregat halus adalah metoda berdasarkan berat atau metoda berdasarkan volume absolut. Bila berat per satuan volume beton dapat dianggap atau diperkirakan dari pengalaman, maka berat agregat halus yang dibutuhkan adalah perbedaan dari berat beton segar dan berat total dari bahan-bahan lainnya. Umumnya, berat satuan dari beton telah diketahui dengan ketelitian cukup dari pengalaman sebelumnya yang memakai bahan yang sama. Dalam hal informasi semacam ini tidak diperoleh, Tabel 3.2 dapat digunakan untuk perkiraan awal. Sekalipun bila perkiraan berat beton per

m³ tadi adalah perkiraan cukup kasar, proporsi campuran akan cukup tepat untuk memungkinkan penyesuaian secara mudah berdasarkan campuran percobaan.

Tabel 3. 2 Perkiraan awal berat beton segar (*Sumber: SNI 7656:2012*)

Ukuran nominal maksimum agregat (mm)	Perkiraan awal berat beton, kg/m ³	
	Beton tanpa tambahan udara	Beton dengan tambahan udara
9,5	2280	2200
12,5	2310	2230
19	2345	2275
25	2380	2290
37,5	2410	2350
50	2445	2345
75	2490	2405
150	2530	2435

Untuk mendapatkan volume agregat halus yang disyaratkan, satuan volume beton dikurangi jumlah seluruh volume dari bahan-bahan yang diketahui, yaitu air, udara, bahan yang bersifat semen, dan agregat kasar. Volume beton adalah sama dengan berat beton dibagi densitas bahan

E. Teknik Pengumpulan Data

1. Data Primer

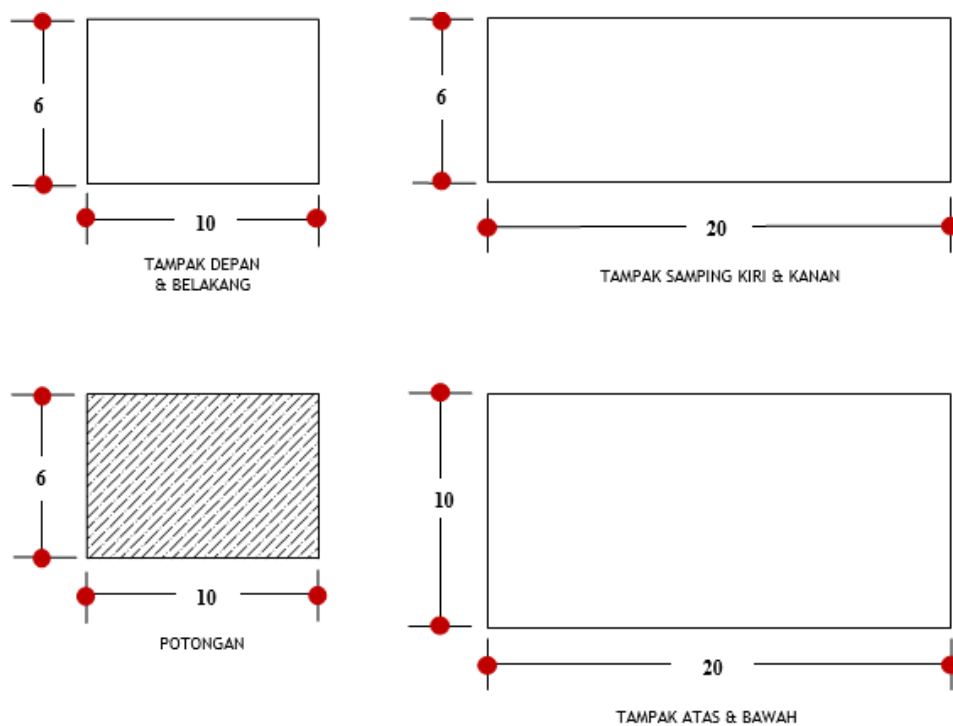
Data yang diperoleh melalui eksperimen di Laboratorium Struktur dan Bahan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Parepare. Penelitian ini berfokus pada pengaruh geometrik penampang terhadap kapasitas kuat tekan paving block dari berbagai bentuk paving block. Jumlah sampel yang dibutuhkan pada setiap variasi adalah:

- a. Variasi benda uji

Benda uji untuk pengujian paving block memiliki Panjang sama yakni 20 cm, terdiri atas model penampang yaitu *Paving Block* normal, *Paving Block* Modifikasi I, *Paving Block* Modifikasi II.

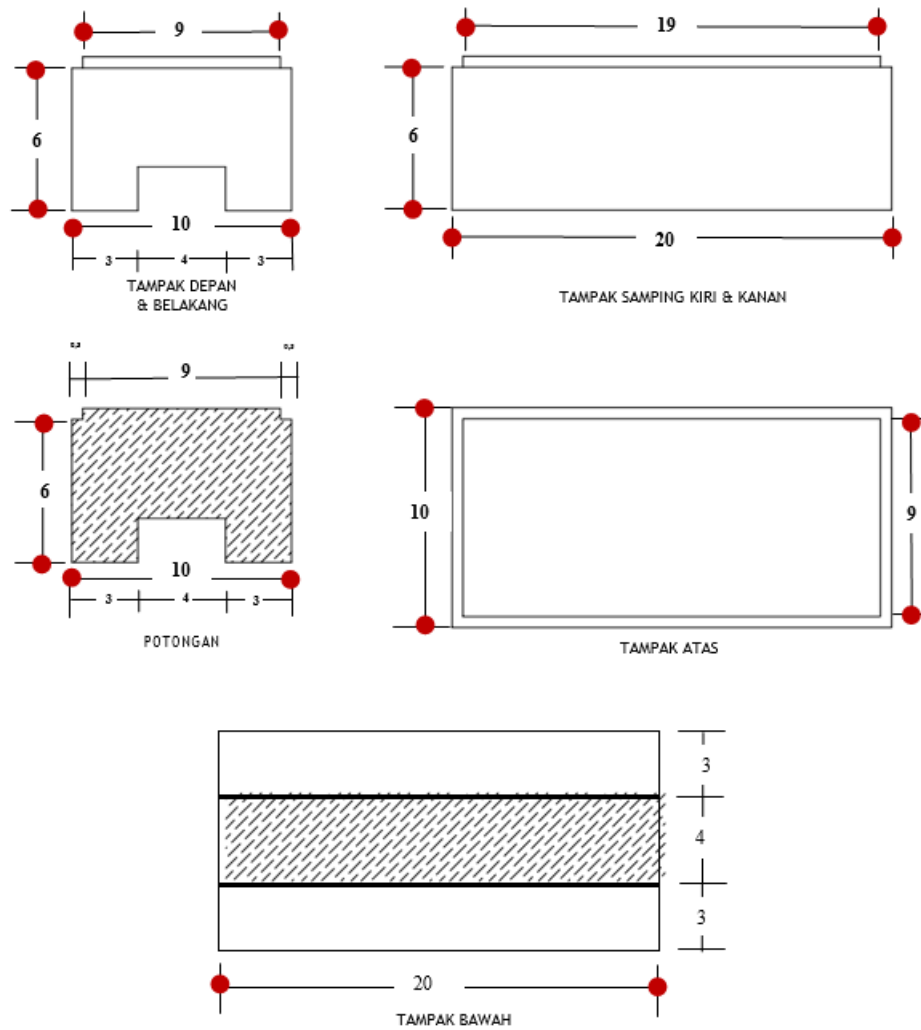
Berikut gambar pemodelan paving block yang akan dibuat:

1. Pemodelan penampang *Paving Block* Normal seperti pada gambar



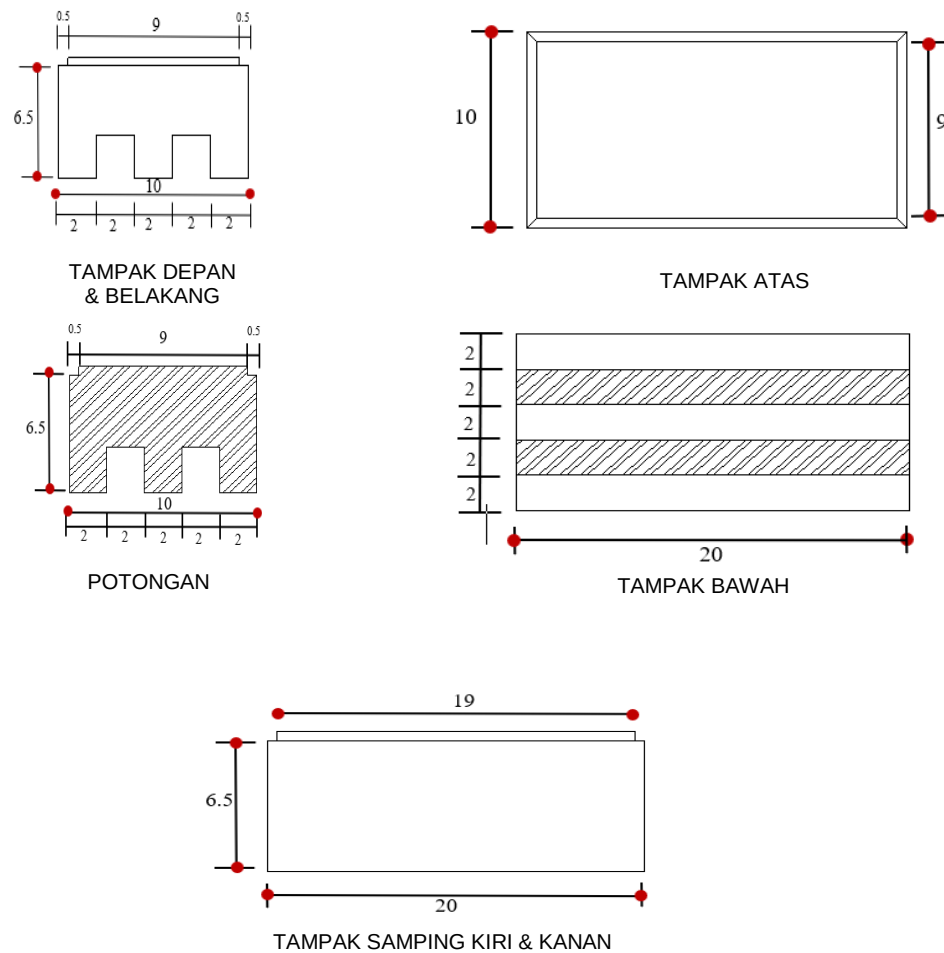
Gambar 3. 1 *paving block* normal

2. Pemodelan penampang *paving block* modifikasi I seperti pada gambar



Gambar 3.2 *paving block* modifikasi I

3. Pemodelan penampang paving block modifikasi II seperti pada gambar



Gambar 3. 3 paving block modifikasi II

Tabel 3.3 Jumlah Variasi Benda Uji

Variasi benda uji	Umur Kuat tekan <i>paving block</i>	Jumlah
	28	
<i>Paving Block Normal</i>	3	3
<i>paving block modifikasi I</i>	3	3
<i>paving block modifikasi II</i>	3	3
Total		9

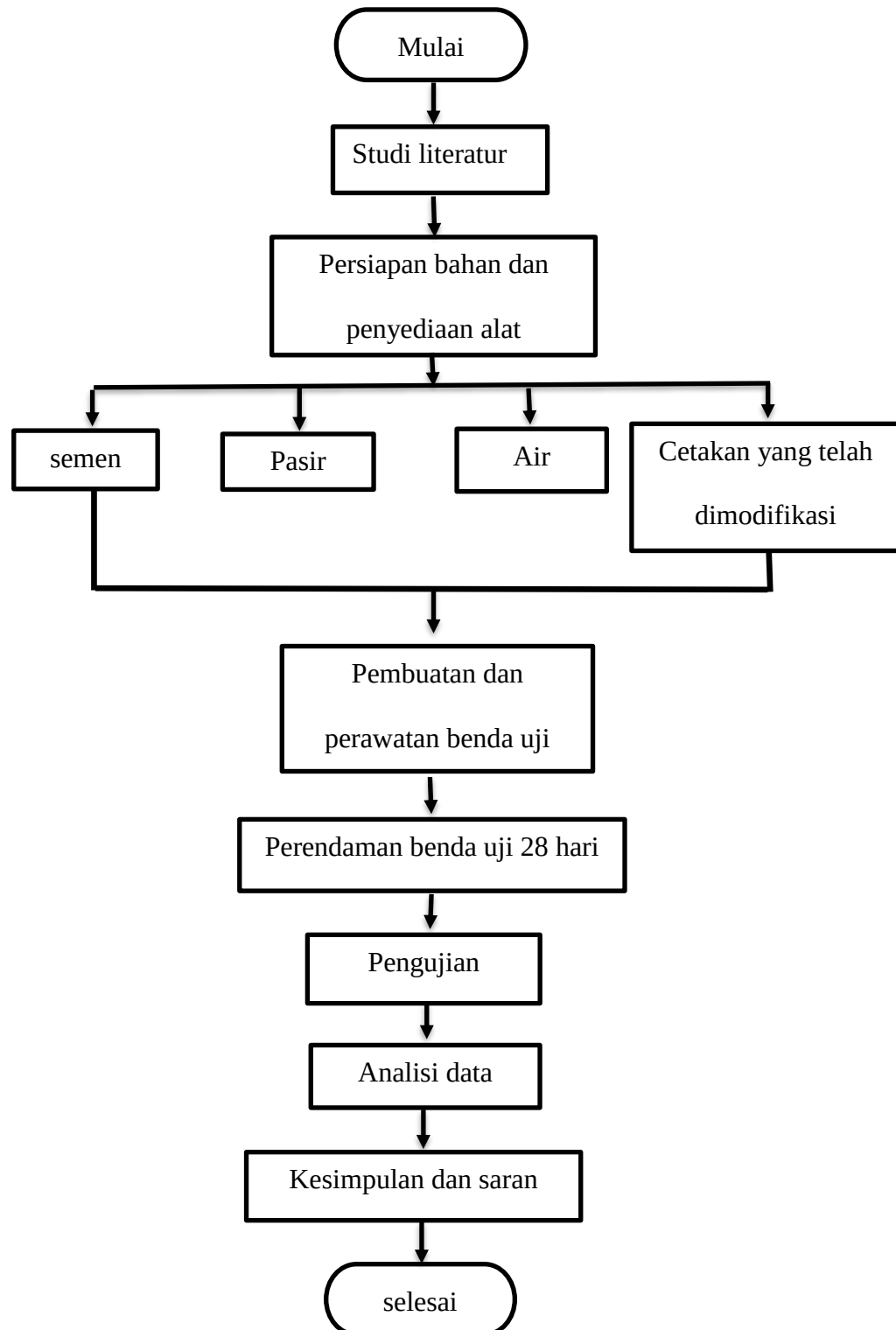
2. Data sekunder

Data sekunder sebagai pendukung merupakan gambaran pada daerah studi. Pengumpulan data sekunder merupakan pengumpulan data secara tidak langsung dari sumber/objek. Data diperoleh dari tulisan seperti buku teori, buku laporan, peraturan-peraturan, dan dokumen baik yang berasal dari instansi terkait maupun hasil kajian literature

F. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang dipakai pada penelitian ini menggunakan analisa parametrik deskriptif. Data hasil uji kuat tekan beton diperoleh dari pembagian antara beban maksimum benda uji dengan luas penampang benda uji, selanjutnya data akan disajikan dalam bentuk tabel maupun grafik. Langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Mengukur luas permukaan kuat tekan benda uji sebelum pengujian dilakukan.
2. Menimbang berat benda uji sebelum pengujian dilakukan.
3. Meletakkan benda uji pada *Universal Testing Machine*.
4. Menghidupkan *Universal Testing Machine* dan benda uji akan mengalami penambahan beban sehingga dapat dibaca besarnya kekuatan tekan yang ditunjukkan dengan manometer.
5. Benda uji akan retak apabila beban yang diberikan telah mencapai batas maksimum dari beban yang mampu ditahan benda uji. Pada saat retak, jarum manometer akan berhenti pada titik maksimum yang mampu ditahan oleh benda uji.

G. Diagram Alur Penelitian**Gambar 3. 4** Bagan alir penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengujian Agregat

Pengujian agregat berdasarkan pada SNI (Standar Nasional Indonesia) dilakukan terhadap agregat kasar, agregat halus dan agregat. Hasil pengujian agregat ditunjukkan pada rekapitulasi dari percobaan-percobaan yang dilakukan di Laboratorium, yaitu sebagai berikut:

1. Agregat Halus

Tabel 4. 1 Rekapitulasi pengujian agregat halus (*sumber: hasil olah data*)

NO .	KARAKTERISTIK AGREGAT	INTERVAL	HASIL PENGAMATAN		NILAI RATA - RATA	KETERANGAN
			I	II		
1	Kadar lumpur	Maks 5%	3,2%	3,0%	3,10%	Memenuhi
2	Kadar organic	< No. 3	No. 1	No. 1	1	Memenuhi
3	Kadar air	2% - 5%	1,83%	5,04 %	3,44%	Memenuhi
4	Berat volume					
	a. Kondisi lepas	1,4 - 1,9 kg/liter	1,52	1,69	1,60	Memenuhi
	b. Kondisi padat	1,4 - 1,9 kg/liter	1,65	1,73	1,69	Memenuhi
5	Absorpsi	0,2% - 2%	2%	1,63 %	1,83%	Memenuhi
6	Berat jenis spesifik					
	a. Bj. Nyata	1,6 - 3,3	2,05	2,69	2,37	Memenuhi
	b. Bj. dasar kering	1,6 - 3,3	1,97	2,58	2,27	Memenuhi
	c.Bj.kering permukaan	1,6 - 3,3	2,01	2,62	2,31	Memenuhi
7	Modulus kehalusan	1,50 - 3,80	3,49	2,95	3,22	Memenuhi

Dari pengujian agregat halus diatas didapatkan hasil sebagai berikut.

a. Kadar lumpur agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian kadar lumpur agregat halus diatas yaitu 3,10%, hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi yaitu lebih kecil dari 5% yang menunjukkan bahwa material agregat halus tersebut dapat digunakan untuk campuran beton tanpa melalui proses pencucian terlebih dahulu.

b. Kadar organik agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian kadar organik agregat halus diatas sampel menunjukkan warna kekeruhan di angka No.1 pada standar warna yang menunjukkan bahwa material agregat halus tersebut memiliki tingkat kadar organik terbilang rendah sehingga dapat digunakan dalam campuran beton tanpa perlu dicuci terlebih dahulu.

c. Kadar air agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian kadar air agregat halus di atas yaitu 3,44%, hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi yaitu berada diantara interval 2,00%-5,00% yang menandakan bahwa material agregat halus (pasir) tersebut dapat digunakan untuk campuran beton.

d. Berat volume agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian berat volume agregat halus kondisi lepas diatas yaitu 1,52 sedangkan pengujian berat volume agregat halus kondisi padat yaitu 1,65, dari ke 2 (dua) hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi yaitu berada diantara interval 1,4-1,9 kg/liter yang menandakan bahwa material agregat halus (pasir) tersebut dapat digunakan untuk campuran beton.

e. Penyerapan air agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian penyerapan air agregat halus di atas yaitu 1,83%, hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi yaitu berada diantara interval dari 0,2%-2% yang menandakan bahwa material agregat halus (pasir) tersebut dapat digunakan untuk campuran beton.

f. Berat jenis agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian berat jenis nyata diatas yaitu 2,37, berat jenis kering yaitu 2,27, dan berat jenis kering permukaan yaitu 2,31, dari ke 3 (tiga) hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi yaitu berada diantara interval 1,6-3,3 kg/liter yang menandakan bahwa material agregat halus (pasir) tersebut dapat digunakan untuk campuran beton.

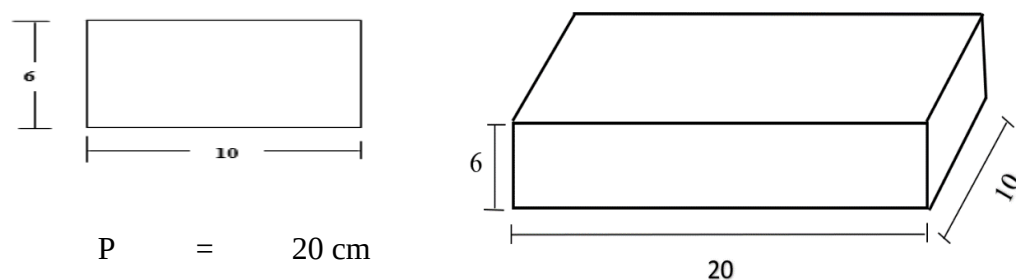
g. Modulus kehalusan agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian modulus kehalusan agregat halus diatas yaitu 3,22, hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi yaitu berada diantara interval 1,50-3,80 yang menandakan bahwa material agregat halus (pasir) tersebut dapat digunakan untuk campuran beton.

A. Perencanaan Campuran *Paving Block* (Mix Design)

Perencanaan campuran *paving block* dengan data sebagai berikut:

1. Volume cetakan *Paving Block* Normal



$$L = 10 \text{ cm}$$

$$T = 6 \text{ cm}$$

$$\text{volume} = P \times l \times t$$

$$= 20 \times 10 \times 6$$

$$= 1200 \text{ cm}^3$$

komposisi campuran pada penelitian ini adalah 1 bagian semen : 3 bagian pasir,

dengan asumsi factor air semen sebesar 0,35

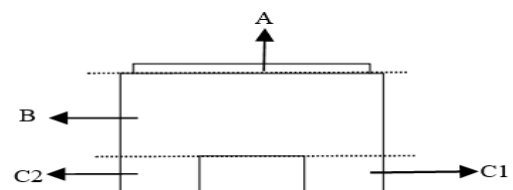
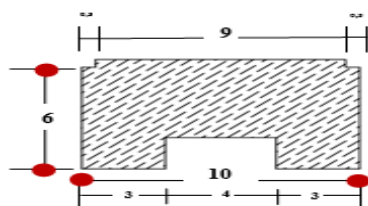
$$\text{semen} = \frac{1}{(1+3)} \times 1200 = 300 \text{ cm}^3 = 0,30 \text{ liter}$$

$$\text{semen} = \frac{3}{(1+3)} \times 1200 = 900 \text{ cm}^3 = 0,9 \text{ liter}$$

untuk paving block normal

Bahan	Berat volume (kg/liter)	Kebutuhan tiap benda uji (liter)	Kebutuhan tiap benda uji (kg)
Semen	1.21	0.30	0.365
Pasir	1.69	0.90	1.519
Air			

2. volume cetakan paving block modifikasi I



Segmen : segmen A = 4.5 cm²

Segmen B = 40 cm²

Segmen C = 14 cm²

A = 58.5 cm²

$$L = 20 \text{ cm}$$

$$\text{Volume} = 1170 \text{ cm}^3$$

Penentuan factor air semen

Menentukan factor air semen pada campuran paving block diketahui berdasarkan mutu tinggi nilai fas berisar 0.3-0.5. untuk mutu sedang 0.6 – 0.8. dan mutu rendah semakin besar nilai factor air smen. Umumnya di Indonesia penggunaan factor air semen pada paving block biasanya berkisar dibawah 0.4.

Komposisi campuran pada penelitian ini adalah 1 bagian semen : 3 bagian pasir, dengan asumsi factor air semen sebesar 0,35

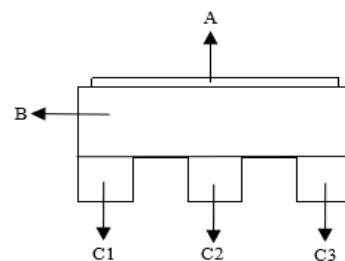
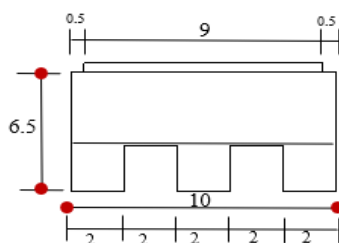
$$\text{semen} = \frac{1}{(1+3)} \times 1170 = 292.5 \text{ cm}^3 = 0,29 \text{ liter}$$

$$\text{semen} = \frac{1}{(1+3)} \times 1170 = 877.5 \text{ cm}^3 = 0,8775 \text{ liter}$$

untuk paving block modifikasi I

Bahan	Berat volume (kg/liter)	Kebutuhan tiap benda uji (liter)	Kebutuhan tiap benda uji (kg)
Semen	1.21	0.29	0.353
Pasir	1.69	0.88	1.481
Air			

3. Volume cetakan paving block modifikasi 2



Segmen : segmen A = 4.5 cm^2

Segmen B = 30 cm^2

$$\text{Segmen C} = 21 \text{ cm}^2$$

$$A = 55.5 \text{ cm}^2$$

$$L = 20 \text{ cm}$$

$$\text{Volume} = 1110 \text{ cm}^3$$

Komposisi campuran pada penelitian ini adalah 1 bagian semen : 3 bagian pasir, dengan asumsi factor air semen sebesar 0,35

$$\text{semen} = \frac{1}{(1+3)} \times 1110 = 277.5 \text{ cm}^3 = 0,28 \text{ liter}$$

$$\text{semen} = \frac{1}{(1+3)} \times 1110 = 832.5 \text{ cm}^3 = 0,8325 \text{ lit}$$

untuk paving block modifikasi 2

Bahan	Berat volume (kg/liter)	Kebutuhan tiap benda uji (liter)	Kebutuhan tiap benda uji (kg)
Semen	1.21	0.28	0.335
Pasir	1.69	0.83	1.405
Air			

C. Kuat Tekan

Setelah melakukan pembuatan dan perawatan benda uji, selanjutnya dilakukan pengujian kuat tekan benda uji tersebut. Pengujian kuat tekan dilakukan pada saat benda uji berumur 28 hari, dengan sebanyak 9 sampel yang terdiri dari 3 bentuk variasi yaitu *paving block normal*, *paving block modifikasi I*, *paving block modifikasi 2*. Untuk masing-masing bentuk variasi dibuat 3 sampel untuk kuat tekan *paving block normal* dengan ukuran 20 x 10 x 6, *paving block modifikasi I* ukuran 20 x 10 x 6,5, *paving block modifikasi 2* ukuran 20 x 10 x 7. Sebelum melakukan uji kuat tekan beton terlebih dahulu melakukan penimbangan benda uji untuk setiap variasi yang akan dijadikan sampel uji.

Adapun hasil pengujian kuat tekan yang terdiri dari paving block normal, paving block modifikasi I, paving block modifikasi 2, dengan 28 hari perawatan sebagai berikut:

Tabel 4.2 Rekap hasil kuat tekan *Paving block* normal

No	Umur	Berat (kg)	Beban (KN)	Kuat tekan f'_c (Mpa)	Rata-rata
1	28 hari	2950	610	30.500	30.500
2	28 hari	2130	620	31.000	
3	28 hari	1955	600	30.000	

Pada pengujian sampel uji kuat paving block normal dengan ukuran 20 x 10 x 6 dengan jumlah sampel 3 buah didapat kuat tekan rata-rata 30.50 mpa.

Tabel 4.3 Rekap hasil kuat tekan *paving block* modifikasi I

No	Umur	Berat (kg)	Beban (KN)	Kuat tekan f'_c (Mpa)	Rata-rata
1	28 hari	2950	160	11.073	11.073
2	28 hari	2130	165	11.419	
3	28 hari	1955	155	11.727	

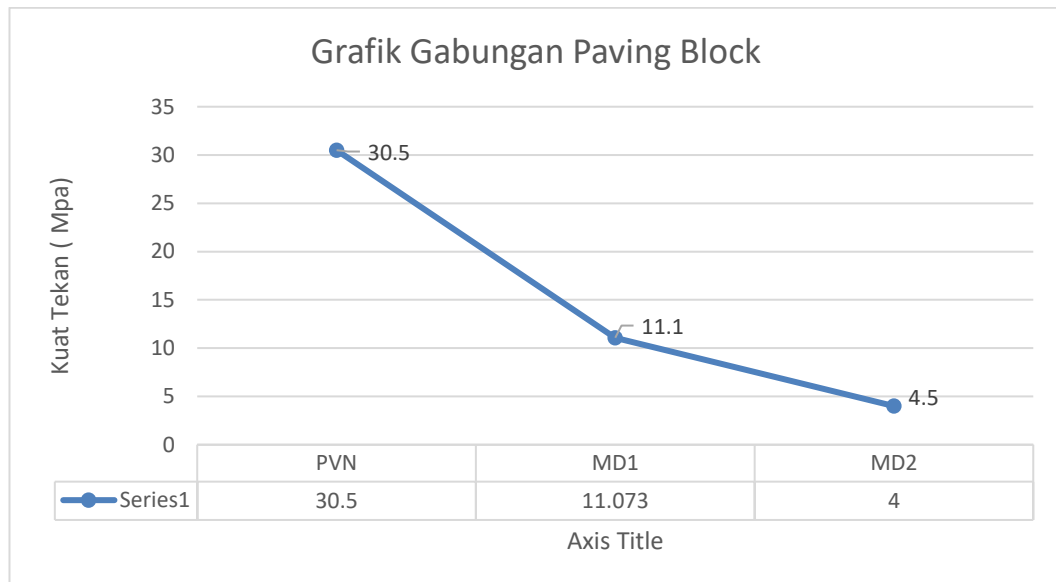
Pada pengujian sampel uji kuat paving block normal dengan ukuran 20 x 10 x 6 dengan jumlah sampel 3 buah didapat kuat tekan rata-rata 11.073 mpa.

Tabel 4.4 Rekap hasil kuat tekan *paving block* modifikasi I

No	Umur	Berat (kg)	Beban (KN)	Kuat tekan f'_c (Mpa)	Rata-rata
1	28 hari	2950	65	4.467	4.5
2	28 hari	2130	55	3.780	
3	28 hari	1955	50	4.436	

Pada pengujian sampel uji kuat *paving block* normal dengan ukuran 20 x 10 x 6 dengan jumlah sampel 3 buah didapat kuat tekan rata-rata 4 mpa.

Berikut adalah gambar grafik gabungan *paving block* normal, *paving block* modifikasi I, *paving block* modifikasi 2 :



Gambar 4.1 Grafik Gabungan Pengujian *Paving Block*

Pada grafik diatas dapat dilihat bahwa kuat tekan *paving block* normal sebesar 30.50 Mpa mengalami penurunan pada *paving block* modifikasi I sebesar 8 Mpa dan *paving block* modifikasi 2 sebesar 3 Mpa.

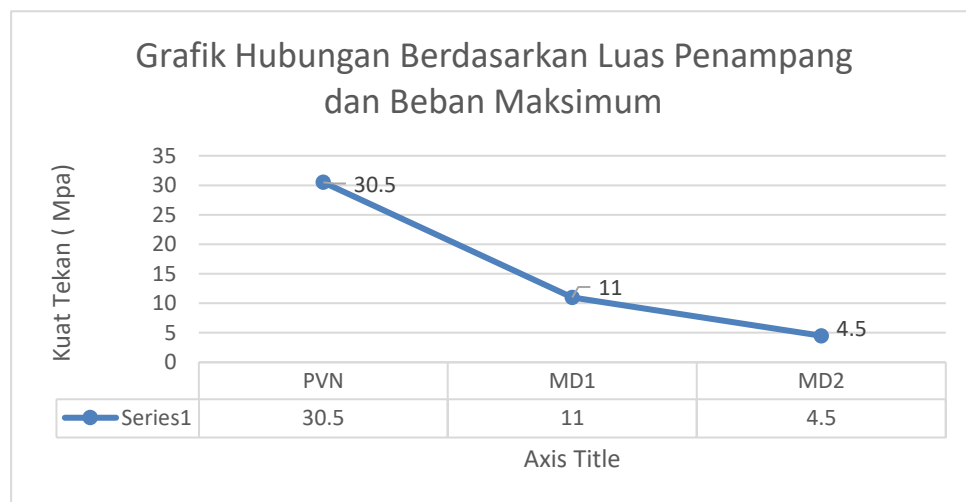
Adapun hasil perhitungan berdasarkan luas penampang dan luas bidang kontak sebagai berikut:

Table 4.5 Hasil perhitungan berdasarkan luas penampang dan luas bidang kontak

No	Umur	Berat (kg)	Beban (KN)	Luas Penampang	Kuat tekan f'_c (Mpa)
1	28 hari	200	610	60	30.5
2	28 hari	145.5	160	59	11
3	28 hari	145.5	65	56	4.5

Berdasarkan table diatas dapat dilihat hasil perhitungan luas penampang dan luas bidang kontak pada paving block normal sebesar 30.5Mpa, paving block modifikasi I sebesar 11Mpa, dan paving block modifikasi II sebesar 4.5 Mpa

Berikut adalah gambar grafik hubungan berdasarkan luas penampang dan luas bidang kontak pada *paving block*.



Gambar 4.2 Grafik Hubungan Berdasarkan Luas penampang dan Beban Maksimum

Pada grafik diatas dapat dilihat bahwa kuat tekan *paving block* normal sebesar 30.5 Mpa mengalami penurunan pada paving block modifikasi I sebesar 11 Mpa dan paving block modifikasi 2 sebesar 4.5Mpa.

Tabel 4.6 sifat-sifat fisika paving block (Sumber: SNI103-0691-1996)

Mutu	Kegunaan	Kuat tekan (Kg/Cm ²)			Ketahanan Aus (mm/menit)	Penyerapan rata-rata maks (%)
		Rata2	Min	Rata2	Min	
A	Perkerasan jalan	400	350	0,0090	0,103	3
B	Tempat parkir mobil	300	200	0,1300	1,149	6
C	Pejalan kaki	150	125	0,1600	1,184	8
D	Taman kota	100	85	0,2190	0,251	10

Pada table diatas dapat dilihat bahwa paving block normal paving block normal dapat digunakan sesuai standar SNI103-0691-1996 mutu B dimana memiliki kuat tekan minimal 20 mpa yang umumnya digunakan untuk parkiran, paving block modifikasi I dapat digunakan sesuai standar SNI103-0691-1996 mutu D yang memiliki kuat tekan minimal 8.5 mpa

BAB IV

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Dari hasil pengujian kuat tekan *paving block* berdasarkan variasi geometrik penampang yang dibuat sebanyak 9 sampel *paving block* normal 3 sampel didapatkan kuat tekan rata-rata sebesar 30.5 mpa, *paving block* modifikasi I 11.1 sampel didapatkan kuat tekan rata-rata sebesar 8 mpa, *paving block* modifikasi II 3 sampel didapatkan kuat tekan rata-rata sebesar 4.5 mpa.
2. Dari hasil perhitungan pengaruh modifikasi geometric penampang terhadap luas bidang kontak pada *paving block* normal 3 sampel didapatkan kuat tekan rata-rata sebesar 30.5Mpa, *paving block* modifikasi I 3 sampel sebesar 11 Mpa, *paving block* modifikasi II 3 sampel sebesar 4.5 Mpa. maka dapat disimpulkan bahwa paving block normal dapat digunakan sesuai standar SNI-03-0691-1996 mutu B yang memiliki tekan minimal 17 Mpa dan rata-rata 20 MPa (setara dengan K208 hingga K245) umumnya digunakan untuk parkir mobil, paving block modifikasi I dapat digunakan sesuai standar SNI-03-0691-1996 mutu D yang memiliki tekan minimal 8.5 Mpa dan rata-rata 10 Mpa (setara dengan K104 hingga K122) yang umumnya digunakan perkerasan non structural seperti trotoar, taman dan halaman rumah dengan daya beban rendah, dan paving block modifikasi II tidak dapat digunakan karena tidak sesuai standar mutu yang ada.

B. Saran

Berdasarkan hasil eksperimen yang telah dilakukan maka dapat disarankan beberapa hal yaitu:

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan modifikasi penampang yang berbeda.
2. Perluh dilakukan penelitian lebih lanjut dengan benda uji yang sama namun menggunakan bahan tamb ah untuk menambah kekuatan paving block

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, (2017). *Kuat Tekan Paving Block Segi Enam Dengan Variasi Jumlah Semen Dengan Bahan Tambah Kalsit Seacara Konvensional*. Skripsi Tidak di Publikasikan. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Djamaluddin, R., Akkas, M.ABD., Rahmat, A. (2013). *Pengaruh Geometrik Penampang Terhadap Kapasitas Lentur Pelat Tipis Beton Bertulang*.
- Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Parepare. (2021). *Panduan penulisan proposal & skripsi*. Parepare: Universitas Muhammadiyah Parepare
- Jhohansyah yoga. (2018). *Momen Inersia Penampang* <https://www.scribd.com/document/391047462/MOMEN-INERSIA-PENAMPANG-docx>. (Diakses 09 aAgustus 2023)
- Mulyono, T, 2013. *Teknologi Beton*. Jurusan Teknik Sipil Universitas Gadjah Mada, Andi Yogyakarta.
- Mulyono, T. (2004). *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Andi
- Mulyono, T. (2005). *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Andi
- Nuraisyah, Siti., *Silabus Mata Kuliah Mekanika Teknik III*. Bandung: Departemene Pendidikan Teknik sipil FPTK UPI
- Paul, Antoni Nugraha. 2007. *Teknologi Beton, dari Material, pembuatan, ke Beton Kinerja Tinggi*. Yogyakarta: Andi.
- Pramono, D., dan Suryadi HS. 1998. *Bahan Konstruksi Teknik*. Jakarta: Gunadarma
- Pratama, M.R., Kusuma, H., Efendi, R. (2019). *Analisi Pengaruh Penggunaan Zeolit Sebagai Pengganti Sebagian Semen Terhadap Kuat Tekan Paving Block*. Prosiding Seminar Nasional Teknologi dan Riset Terapan (SEMNASTERA), Diselenggarakan oleh Program Studi Teknik Sipil Politeknik: Sukabumi.
- Putra, A. Kurniawandy, A., dan Azhari. 2015. *Pengaruh Variasi Bentuk Paving Block Terhadap Kuat Tekan*. Pekanbaru: Universitas Riau.
- SK SNI, T-15-1990-03 “Tata Cara Pembuatan Campuran Beton Normal”. Yayasan LPMB. Bandung.
- SNI 03-0691-1996. Bata Beton (*Paving block*).

- SNI 03-1968-1990. Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar. Bandung: Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 03-1974-1990 "*Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*". Puslitbang Jalan dan Jembatan. Jakarta.
- SNI 03-2493-1991 "*Metode Pembuatan dan Perawatan Benda Uji Beton di Laboratorium*". Yayasan LPMB. Bandung.
- SNI 03-2834-1993 "*Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*". Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- SNI 03-6815-2002 "*Tata Cara Mengevaluasi Hasil Uji Kekuatan Beton*". Pusat Litbang Pemukiman. Jakarta.
- SNI 15-2049-2004. Semen Portland.
- SNI 15-7064-2004 "*Semen Portland Komposit*". Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- SNI-03-2847-2002. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (Beta Version)*.
- Tjokrodimulyo, K. (1996). *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Nafiri
- Untari, A., Harahap, S., Pakpahan, A. (2022). Analisa Uji Kuat Tekan Paving Block Segi Empat Berbahan Dasar Plastik Dengan Campuran Abu Sekam Padi 0%,5%,10%. <https://jurnal.ugm.ac.id/index.php/statistika>. 5(1): 89-95.
- Yanita, R. 2017. *Manfaat Faktor Konversi untuk Pengujian Kuat Tekan Paving Block*. Tangerang: Institut Teknologi Indonesia.