

SKRIPSI

**PEMANFAAATAN AIR LAUT SEBAGAI MATERIAL PEMBUATAN
PAVING BLOCK UNTUK PARKIRAN**

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Untuk Mencapai Derajat
Sarjana S1 Pada Program Studi Teknik Sipil.



Disusun Oleh:

RISKI ARDIMAN AKSIN DJ

D01 20 386

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SULAWESI BARAT

MAJENE 2024

LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR
PEMANFAATAN AIR LAUT SEBAGAI MATERIAL PEMBUATAN
PAVING BLOCK UNTUK PARKIRAN

Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil (ST)
Pada Program Strata Satu (S1) Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Sulawesi Barat.

Oleh:

RISKI ARDIMAN AKSIN DJ

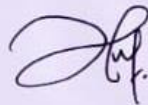
D0120386

Telah diperiksa dan disetujui untuk memenuhi syarat mendapatkan gelar Sarjana
Teknik (ST)

Menyetujui,

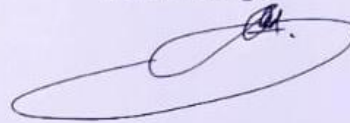
Tim Pembimbing,

Pembimbing 1



Herni Survani, S.T., M.Eng
NIP. 19861009 202203 2 003

Pembimbing 2



Ir. Ali Fauzi Mahmuda, S.T., M.T
NIP. 19870624 202203 1 005

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik




Dr. Ir. Hafsah Nirwana, M.T.
NIP. 19640405 199003 2 002

Koordinator Program Studi




Amalia Nurdin, S.T., M.T.
NIP. 19871212 201903 2 017

ABSTRAK

PEMANFAAATAN AIR LAUT SEBAGAI MATERIAL PEMBUATAN *PAVING BLOCK* UNTUK PARKIRAN

Riski Ardiman Aksin Dj
Teknik Sipil, Fakultas Teknik
Universitas Sulawesi Barat (2024)
ardimandrisky2@gmail.com

Paving block (bata beton) merupakan komoditas bangunan yang banyak digunakan sebagai perkerasan jalan, trotoar, parkir atau halaman rumah. *Paving block* mulai dikenal dan dipakai di Indonesia terhitung sejak tahun 1977/1978. Di daerah yang berada di pesisir serta sulit untuk mencari air bersih memerlukan suatu terobosan agar dapat memanfaatkan air laut, salah satunya sebagai bahan campuran dalam pembuatan *paving block* atau *conblock*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pasir mapilli pada *paving block* dengan pencampuran air tawar dan air laut terhadap kuat tekan, daya serap, *electrical resistivity* dan ketahanan acid.

Dalam penelitian ini menggunakan dua pencampuran dan perawatan yaitu air tawar dan air laut. Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 28 dan 91 hari menurut (SNI-03-0691-1996), pengujian daya serap dan porositas dilakukan pada umur 91 hari menurut (SNI-03-0691-1996), pengujian *electrical resistivity* dilakukan pada umur 28 dan 91 hari menurut (ASTM-B193-20) dan pengujian ketahanan acid dilakukan pada umur 91 hari menurut (ASTM-C1898-20). Dengan target mutu *paving block* yang direncanakan adalah mutu B.

Adapun variasi yang memiliki nilai kuat tekan tertinggi yaitu AT-AT dengan nilai 21.06 MPa, daya serap air 12.44% serta nilai resiko kerusakan rendah, sedangkan untuk ketahanan acid variasi AT-AT memiliki kuat tekan yang tinggi dengan nilai 21.51 MPa. Untuk resistivitas listrik pada penelitian ini memiliki rata-rata resistivitas listrik yang tinggi sehingga dapat disimpulkan bahwa tingkat korosi pada *paving block* sangat rendah.

Kata Kunci: *Paving Block*, *Electrical Resistivity*, Kerikil Anato, Kuat Tekan, Daya Serap, Ketahanan Acid.

ABSTRACT

UTILIZATION OF SEAWATER AS A MATERIAL FOR PAVING BLOCK PRODUCTION FOR PARKING AREAS

Riski Ardiman Aksin Dj
Civil Engineering, Faculty of Engineering
West Sulawesi University (2024)
ardimanrisky2@gmail.com

Paving blocks (concrete bricks) are a widely used building commodity for road pavements, sidewalks, parking lots, or house yards. Paving blocks began to be known and used in Indonesia starting from 1977/1978. In coastal areas where it is difficult to find clean water, innovations are needed to utilize seawater, one of which is as a mixing material in the production of paving blocks or conblocks. This study aims to determine the effect of Mapilli sand on paving blocks with the mixing of freshwater and seawater on compressive strength, absorption capacity, electrical resistivity, and acid resistance.

This study used two types of mixing and curing methods: freshwater and seawater. Compressive strength testing was carried out at the ages of 28 and 91 days according to (SNI-03-0691-1996), water absorption and porosity testing at 91 days according to (SNI-03-0691-1996), electrical resistivity testing at 28 and 91 days according to (ASTM-B193-20), and acid resistance testing at 91 days according to (ASTM-C1898-20). The planned target quality of the paving blocks is grade B.

The variation with the highest compressive strength is AT-AT, with a value of 21.06 MPa, water absorption of 12.44%, and low risk of damage. In terms of acid resistance, the AT-AT variation also shows high compressive strength with a value of 21.51 MPa. The electrical resistivity in this study has a high average value, leading to the conclusion that the corrosion level of the paving blocks is very low.

Keywords: Paving block, Beach Sand, Compressive Strength, Water Absorption, Acid Resistance, Electrical Resistivity

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Paving block (bata beton) merupakan komoditas bangunan yang banyak digunakan sebagai perkerasan jalan, trotoar, parkir atau halaman rumah. *Paving block* mulai dikenal dan dipakai di Indonesia terhitung sejak tahun 1977/1978. Saat ini *paving block* sudah tersebar pemakaiannya hampir di seluruh kota besar di Indonesia, dimana *paving block* adalah suatu komposisi bahan bangunan yang terbuat dari campuran semen portland atau bahan perekat hidrolis lainnya, air dan agregat dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya, (SNI 03-0691-1996).

Di daerah yang berada di pesisir serta sulit untuk mencari air bersih memerlukan suatu terobosan agar dapat memanfaatkan air laut, salah satunya sebagai bahan campuran dalam pembuatan *paving block* atau *conblock*.

Pencampuran *paving block* yang baik umumnya menggunakan air bersih yang tidak mengandung bahan-bahan kimia. Di sisi lain keterbatasan pasokan air tawar pun kadang menjadi masalah untuk wilayah yang berada di daerah pantai. Jarak yang jauh antara lokasi proyek dengan sumber air bersih menyebabkan pasokan air bersih menjadi terhambat, yang akhirnya dalam penelitian ini, proses pencampuran *paving block* menggunakan air laut sehingga akan mempengaruhi kekuatan *paving block*, air laut berfungsi untuk mengganti penggunaan air bersih.

As'at Pujianto dkk, (2019) dalam jurnalnya menjelaskan bahwa penelitian mengenai pengaruh jenis air pada perawatan beton terhadap kuat tekan beton, melalui penelitian ini menjelaskan bahwa beton dengan perawatan air tawar menghasilkan kuat tekan lebih kecil dari pada menggunakan perawatan air laut.

Dari penelitian (Patah, D., & Dasar, A. (2023, September) hasil penelitian tentang benda uji yang di campur dengan pasir laut dengan air ledeng, pasir laut dan penambahan RHA 5% yang secara efektif mampu menahan korosi

yang serupa dengan beton normal. Kadar garam air laut rata-rata sebesar 35/1000, berarti bahwa satu meter kubik air laut dikeringkan, akan diperoleh garam sebanyak 35 kg. Dari sekian banyaknya garam yang terkandung dalam air laut tidak seluruhnya terdiri dari garam dapur (Na CL).

Perawatan *paving block* adalah proses yang bertujuan untuk menjaga kelembapan *paving block* agar *paving block* tidak terlalu cepat kehilangan air. Dalam penelitian ini, dilakukan variasi perawatan penyiraman dan perendaman dengan menggunakan air tawar dan air laut sebagai perbandingan, dengan mutu *paving block* yang direncanakan adalah *paving block* mutu B untuk parkir.

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, maka dalam penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana perbandingan menggunakan air tawar dan air laut sebagai pencampuran dan perawatan dalam pembuatan *paving block*. Sehingga, dalam penelitian ini peneliti tertarik untuk meneliti hal ini dengan mengangkat judul **“PEMANFAATAN AIR LAUT SEBAGAI MATERIAL PEMBUATAN PAVING BLOCK UNTUK PARKIRAN”**

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh *paving block* dengan menggunakan pencampuran air laut dan air tawar untuk mencapai target mutu B berdasarkan SNI 03-0691-1996?
2. Bagaimana pengaruh pencampuran serta perawatan air tawar dan air laut terhadap kuat tekan?
3. Bagaimana pengaruh pencampuran serta perawatan air tawar dan air laut terhadap daya serap dan porositas?
4. Bagaimana pengaruh pencampuran serta perawatan air tawar dan air laut terhadap *electrical resistivity*?
5. Bagaimana pengaruh pencampuran serta perawatan air tawar dan air laut terhadap ketahanan Acid setelah perendaman 91 hari?

1.3 Tujuan penelitian

Pada penelitian Pemanfaatan air laut sebagai material pembuatan *Paving block* untuk parkir ini, bertujuan untuk:

1. Untuk mengetahui pengaruh *paving block* dengan menggunakan pencampuran dan perawatan air laut dan air tawar untuk mencapai target mutu B berdasarkan SNI 03-0691-1996
2. Untuk mengetahui pengaruh pencampuran serta perawatan air tawar dan air laut terhadap kuat tekan
3. Untuk mengetahui pengaruh pencampuran serta perawatan air tawar dan air laut terhadap daya serap dan porositas
4. Untuk mengetahui pengaruh pencampuran serta perawatan air tawar dan air laut terhadap *electrical resistivity*
5. Untuk mengetahui pengaruh pencampuran serta perawatan air tawar dan air laut terhadap ketahanan Acid setelah perendaman 91 hari

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini sangat diperlukan untuk mempermudah arah dan pembagian masalah dalam penelitian ini, yang mana dalam penelitian ini mempunyai batasan masalah sebagai berikut:

1. Semen yang digunakan adalah semen *Portland Composit*
2. Agregat halus yang digunakan adalah pasir yang berasal dari Mapilli Kecamatan Mapilli, Kabupaten Polewali Mandar yang lolos saringan No.4
3. Kerikil yang digunakan berasal dari CV. Anato, dengan split 5-12 mm.
4. Air laut yang digunakan diambil dari Lingkungan Pangali-ali, Kecamatan Banggae, Kabupaten Majene. Sedangkan, air tawar yang juga digunakan dari sumur bor yang ada dikampus Universitas Sulawesi Barat, Parang-parang.
5. Target mutu yang direncanakan yaitu Mutu beton kelas B dengan kuat tekan rata-rata 20 Mpa.
6. Target FAS (Faktor Air Semen) maksimal 0,39.

7. Benda uji yang digunakan untuk kuat tekan adalah benda uji berbentuk persegi panjang dengan ukuran panjang 20 cm, Lebar 10cm, tinggi 8 cm.
8. Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 28 hari, dan 91 hari berdasarkan SNI 1974-2011.
9. Pengujian daya serap dan porositas pada umur 91 hari berdasarkan SNI 03-0692-1996.
10. Pengujian ketahanan acid dilakukan pada umur 91 hari berdasarkan ASTM C1898-20.
11. Pengujian *electical resistivity* dilakukan pada umur 28 dan 91 hari ASTM B193-20.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian yang diharapkan dapat diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. Manfaat teoritis dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan masukan dan bahan pertimbangan bagaimana pemanfaatan pasir pantai dan air laut terhadap kuat tekan, daya serap, dan Acid Resistance pada *paving block*.
2. Manfaat praktis dari penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai pedoman atau referensi bagi pembaca yang akan menggunakan metode penelitian maupun tema penelitian yang sama.

1.6 Sistematika Penulisan

Dalam proses penyusunan proposal penelitian sistematika penulisan sangat dibutuhkan agar penulis dapat menyelesaikan dengan terstruktur. Dalam penulisan proposal penelitian ini ada beberapa tahap sistematika penulisan diantaranya sebagai berikut:

BAB I: PENDAHULUAN

Bab ini berisikan tentang:

- a. Latar Belakang
- b. Rumusan Masalah
- c. Tujuan Penelitian

d. Batasan Masalah

e. Manfaat Penelitian

BAB II: TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi tentang apa saja yang terkait dengan penelitian ini baik itu literatur penelitian seperti teori-teori tentang bahan, metode penelitian serta hal-hal lain yang bersangkutan dengan penelitian

BAB III: METODE PENELITIAN

Bab ini berisi tentang hal-hal yang berkaitan dengan tahap-tahap penelitian seperti Studi Kepustakaan tempat dan waktu penelitian alat dan bahan yang digunakan bagan alur penelitian prosedur penelitian, metode pengumpulan data serta timeline penelitian.

BAB IV: HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang hasil dari penelitian, dan di bahas secara terperinci.

BAB V: KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dan saran dari tujuan penelitian ini dilaksanakan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Hasil penelitian ini tentu tidak terlepas dari penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, dimana dalam mendukung penulisan penelitian ini, penulis membaca beberapa tulisan yang telah ada sebelumnya untuk dijadikan referensi. Berikut beberapa penelitian terkait penelitian yang akan dilakukan:

1. (Etri Suhelmidawati dkk, 2021) Pemanfaatan Pasir/Kerikil Sisa Penambangan Batu Kapur Pada Campuran *Paving Block*

Penggunaan limbah pasir dan kerikil dari penambangan batu kapur dalam campuran paving block merupakan salah satu inovasi dalam pemanfaatan bahan limbah. Penelitian ini diharapkan menjadi salah satu solusi dalam memanfaatkan bahan limbah yang memiliki nilai ekonomi dan sesuai dengan standar paving block. Dalam pembuatan sampel paving block dengan menggunakan studi literatur, persiapan material, pengujian sifat material, perencanaan campuran beton, uji kuat tekan, dan analisis data yang diperoleh. Standar yang digunakan berdasarkan SNI 03 – 0691 – 1996. Tujuan pembuatan paving block dengan pasir dan kerikil silika dari penambangan batu kapur adalah untuk menciptakan produk inovatif yang dapat diproduksi massal dan memiliki nilai jual ekonomi. Penelitian ini dapat dilakukan oleh masyarakat sebagai bentuk usaha skala kecil, yang juga dapat meningkatkan pendapatan masyarakat. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen, yang dilakukan di laboratorium beton Politeknik Negeri Padang, dengan melalui serangkaian

uji material untuk setiap agregat kasar dan halus, baik pasir silika dan kerikil silika, maupun pasir alami dan kerikil alami. Berdasarkan hasil uji kuat tekan, pada usia 21 hari, diperoleh kuat tekan tertinggi sebesar 15.134 MPa.

2. (Dera Anggun Saputri dkk, 2023) Pengaruh Variasi Komposisi Agregat Kasar Terhadap Kuat Tekan dan Penyerapan Air *Paving Block*

Menurut SNI 03-0691-1996, paving block adalah suatu komposisi bahan bangunan yang dibuat dari campuran semen portland atau bahan perekat hidrolis sejenisnya, air dan agregat dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya. Konstruksi beton di Indonesia umumnya menggunakan agregat alam atau batu pecah yang memiliki permukaan kasar dan bersudut sehingga memiliki daya lekat yang sangat baik terhadap beton. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengevaluasi pengaruh penambahan batu pecah terhadap kuat tekan dan penyerapan air paving block beton, dibandingkan dengan paving block campuran mortar. Benda uji paving block dibuat dengan 5 variasi komposisi semen:pasir:batu pecah yaitu 1:4:0, 1:4:1, 1:4:2, 1:4:3 dan 1:4:4. Masing-masing komposisi dibuat benda uji berbentuk balok dengan ukuran 20 cm × 10 cm × 6 cm. Hasil dari pengujian kuat tekan rata-rata paving block dengan komposisi 1:4:0, 1:4:1 dan 1:4:4 didapatkan kuat tekan kurang dari 8,5 MPa dan penyerapan air lebih dari 10%, sehingga tidak tergolong mutu paving block kelas D. Sedangkan, paving block dengan komposisi 1:4:2 dan 1:4:3 tergolong mutu paving block kelas D.

3. (Rusli, 2023) Efek Pencampuran, Perawatan Air Laut Dan Variasi Jenis Perawatan Pada Pembuatan *Paving block*.

Paving block adalah suatu komposisi bahan bangunan yang dibuat dari campuran semen portland, air, dan agregat dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya yang tidak mengurangi mutu *paving block*. Majene merupakan salah satu wilayah yang terletak di daerah pesisir dan sulit untuk mencari air bersih, untuk mengatasi masalah tersebut penelitian dilakukan dengan menggunakan pencampuran dan perawatan air laut

dalam pembuatan *paving block*. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar efek pencampuran, perawatan air laut dan variasi perawatan pada pembuatan *paving block* melalui pengujian kuat tekan, daya serap air dan ketahanan sulfat.

Dalam penelitian ini memiliki variasi perawatan yaitu penyiraman, perendaman dan karung goni dengan melakukan pengujian sampel pada umur 7 hari dan 28 hari dan mutu *paving block* yang direncanakan pada target mutu B. Kuat tekan optimum yang didapatkan pada perawatan karung goni dengan perawatan air laut Adapun variasi memiliki yang memiliki nilai kuat tekan optimum yaitu benda uji N-S3-SS-G dengan nilai kuat tekan sebesar 17,49 Mpa, Daya serap air sebesar 12,157% dan ketahanan sulfat sebesar 1,997 sehingga nilai Resiko kerusakan rendah.

4. (Firman Sanjaya Putra, 2024) Pemanfaatan Air Laut dalam Pembuatan *Paving Block* Untuk Parkiran

Paving block merupakan suatu komposisi bahan bangunan yang dibuat dari campuran semen potrand atau bahan perekat hidrolis sejenisnya, air dan agregat halus dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya. Seiring meningkatnya kebutuhan pasar dan bahan bangunan yang cukup marak dipergunakan saat ini seperti perkotaan serta daerah pesisir menyebabkan meningkatnya penggunaan material seperti semen, pasir dan air bersih.

Pada penelitian ini, Pemanfaatan air laut dalam pembuatan *paving block* untuk parkiran terhadap kinerja *paving block* meliputi kekuatan tekan, penyerapan dan porositas serta ketahanan *Acid* (H_2SO_4) diteliti. Campuran *paving block* dibuat dengan komposisi semen terhadap pasir sebesar 1:4. FAS maksimal 0,37 dengan menggunakan air laut variasi abu batu sebagai pengganti pasir 15%, 25%, dan 35% pada *paving block* dikondisi suhu laboratorium yang tidak di terkontrol.

Hasil penelitian menunjukkan nilai kuat tekan tertinggi pada penggunaan air laut (umur 91 hari) sebesar 18,13 MPa tipe A-PM-AL, sedangkan pada penggunaan air tawar sebesar 17,65 MPa tipe B-PM-AT.

Untuk nilai optimum pada pembuatan *paving block* dengan menggunakan air laut terdapat pada sampel tipe A-PM-AL sebesar 18,13 MPa (mutu B) untuk parkir. Pada umur 91 hari nilai daya serap air dan porositas pada penggunaan air laut dalam pembuatan *paving block* rata-rata terendah berturut-turut sebesar 6,26% dan 12,52% tipe A-PM-AL, sedangkan pada penggunaan air tawar dalam pembuatan *paving block* berturut-turut sebesar 6,58% dan 11,88% A-PM-AT. Pada pengujian ketahanan *acid* diperoleh benda uji yang berisiko mengalami kerusakan paling rendah terdapat pada tipe sampel A-PM-AL dengan kuat tekan rata-rata sebesar 17,90 MPa (mutu B) untuk parkir. Maka tipe sampel A-PM-AL cocok untuk daerah yang lembap (basah).

5. (Dwi Putri Agung, 2024) Pemanfaatan Pasir Pantai dan Air Laut dalam Pembuatan *Paving Block* Untuk Parkiran

Paving block (bata beton) merupakan komoditas bangunan yang banyak digunakan sebagai perkerasan jalan, trotoar, parkir atau halaman rumah. Daerah Majene merupakan salah satu wilayah yang berada di daerah pesisir dan sulit untuk mencari air bersih. Untuk mengatasi hal tersebut perlu suatu terobosan agar dapat memanfaatkan pasir dan air laut, salah satunya sebagai bahan campuran dalam pembuatan *paving block* atau *conblock*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pasir pantai pada *paving block* dengan pencampuran air tawar dan air laut terhadap kuat tekan, daya serap, dan ketahanan *acid*.

Dalam penelitian ini pasir yang digunakan adalah pasir pantai dengan dua pencampuran yaitu air tawar dan air laut. Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 28 dan 91 hari, pengujian daya serap dilakukan pada umur 28 dan 91 hari dan pengujian ketahanan *acid* dilakukan pada umur 91 hari. Dengan target mutu *paving block* yang direncanakan adalah mutu B.

Adapun variasi memiliki yang memiliki nilai kuat tekan optimal untuk pencampuran air tawar yakni variasi F-PP-AT dengan kerapatan partikel yang baik, nilai kuat tekan tertinggi 12.69 Mpa, Daya serap air

9.54% serta nilai resiko kerusakan rendah, sedangkan untuk pencampuran air laut yakni variasi A-PP-AL dengan kerapatan partikel yang baik, nilai kuat tekan tertinggi 11.67 Mpa, Daya serap air 9.62% serta nilai resiko kerusakan rendah

2.2 Paving block

2.2.1. Definisi *Paving block*

Paving block juga dikenal sebagai *interblock concrete*. Sejak 1950-an telah banyak digunakan di Belanda sebagai alternatif batu bata tradisional untuk pekerjaan jalan beton. *Paving block* adalah suatu komposisi bahan bangunan yang terbuat dari campuran semen portland atau bahan pengikat hidrolis sejenis, air dan agregat dengan atau tanpa bahan tambahan lain yang tidak menurunkan mutu beton. *Paving block* yang dipasang dengan jarak bebas pada setiap *paving block* dapat melewatkan 30 hingga 50 persen air, menjaga ketersediaan air di dalam tanah. Selain itu, *paving block* memiliki banyak variasi dalam bentuk, ukuran, warna, pola, tekstur permukaan, dan kekuatan. Selain itu, pemasangan *paving block* lebih mudah, cepat, dan tidak memerlukan alat khusus untuk pemasangannya. *Paving block* dibuat dari campuran semen Portland atau pengikat hidrolis seperti air dan agregat.

Ketebalan *paving block* yang sering digunakan (*specifications for Precast Concrete Paving block*, 1980) yaitu:

- a. Ketebalan 6 cm, digunakan untuk beban lalu lintas ringan yang frekuensinya terbatas, seperti pejalan kaki, sepeda motor.
- b. Ketebalan 8 cm, digunakan untuk beban lalu lintas yang frekuensinya padat, seperti sedan, pick up, bus dan truk.
- c. Ketebalan 10 cm atau lebih, digunakan untuk beban lalu lintas yang superberat seperti *crane*, *loader*.

2.2.2. Klasifikasi *Paving block*

Berdasarkan SK SNI T-04-1990-F, Klasifikasi *paving block* didasarkan atas bentuk, tebal, kekuatan, dan warna. Klasifikasi tersebut antara lain:

a. Klasifikasi Berdasarkan Bentuk

Bentuk *paving block* secara garis besar terbagi atas dua macam, yaitu:

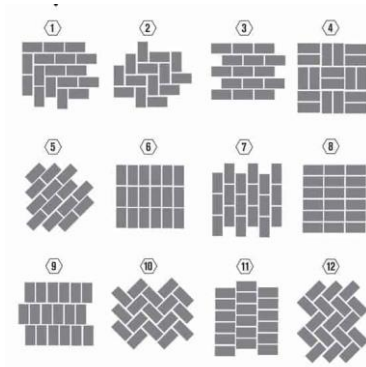
1) *Paving block* segi banyak



Gambar 2. 1 Jenis-jenis *Paving block*

Pola pemasangan sebaiknya disesuaikan dengan tujuan penggunaannya. Pola yang umum dipergunakan ialah susun bata (*Stretcher*), anyaman tikar (*Basket weave*), dan tulang ikan (*Haerring bone*). Untuk perkerasan jalan diutamakan pola tulang ikan karena mempunyai kuncian yang baik. Dalam proses pemasangannya, *paving block* harus berpinggul dan pada tepi susunan *paving block* biasanya dirurup dengan pasak yang berbentuk topi uskup.

Beberapa pola pemasangan *paving block* untuk lapisan perkerasan yang sering digunakan antara lain.



Gambar 2. 2 Macam-macam Pemasangan *Paving block*

b. Klasifikasi berdasarkan ketebalannya Ketebalan *paving block* ada tiga macam, yaitu:

1. *Paving block* dengan ketebalan 60 mm
2. *Paving block* dengan ketebalan 80 mm
3. *Paving block* dengan ketebalan 100 mm

Pemilihan bentuk dan ketebalan dalam pemakaian harus disesuaikan dengan rencana penggunaannya dan kuat tekan *paving block* tersebut juga harus diperhatikan.

c. Klasifikasi berdasarkan warna

Warna yang tersedia dipasaran antara lain abu-abu, hitam, dan merah. *Paving block* yang berwarna kecuali menambah keindahan juga dapat digunakan untuk memberi batas pada perkerasan seperti tempat parkir, tali air, dan lain-lain.

d. Klasifikasi berdasarkan kekuatan

Klasifikasi *paving block* berdasarkan kekuatan terdapat pada SNI 03-0691-1996 berdasarkan mutu pada *paving block*, yaitu sebagai berikut:

- a. Mutu A dengan kuat tekan rata-rata = 40 MPa, dan kuat tekan minimal = 35 MPa.
- b. Mutu B dengan kuat tekan rata-rata = 20 MPa, dan kuat tekan minimal = 17 MPa.
- c. Mutu C dengan kuat tekan rata-rata = 15 MPa, dan kuat tekan minimal = 12,5 MPa.
- d. Mutu D dengan kuat tekan rata-rata = 10 MPa, dan kuat tekan minimal = 8,5 MPa.

2.2.3. Mutu *Paving block*

Adapun syarat yang harus diperhatikan dalam menentukan mutu *paving block* dimana harus memenuhi syarat (SNI-03-0691-1996) diantaranya sebagai berikut:

a. Sifat tampak

Bata beton harus mempunyai permukaan yang rata, tidak terdapat retak retak dan cacat, bagian sudut dan rusuknya tidak mudah dirapuhkan dengan kekuatan jari tangan.

b. Ukuran

Bata beton (*paving block*) harus mempunyai tebal nominal minimum 60 mm dengan toleransi $\pm 8\%$.

c. Sifat fisik

Bata beton (*paving block*) harus mempunyai sifat-sifat fisika seperti pada tabel 2.1 dibawah ini:

Tabel 2. 1 Sifat-sifat fisika bata beton (*paving block*)

Mutu	Kuat Tekan (MPa)		Ketahanan Aus (mm/menit)		Penyerapan Air Rata-rata maks.
	Rata-rata	Min.	Rata-rata	Maks.	%
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

Sumber: Bata beton (*paving block*), SNI 03-0691-1996

Klasifikasi bata beton (*paving block*):

- Paving block* mutu A: digunakan untuk jalan
- Paving block* mutu B: digunakan untuk pelataran parkir
- Paving block* mutu C: digunaka untuk pejalan kaki
- Paving block* mutu D: digunskan untuk taman dan lainnya

Menurut *British Standar Institution 6717 part I 1986* tentang *Precast Concrete Paving block*. Persyaratan untuk *paving block* antara lain:

- a. *Paving block* sebaiknya mempunyai ketebalan tidak kurang dari 60 mm
- b. Ketebalan *paving block* yang baik yaitu 60 mm, 65 mm, 80 mm, dan 100mm
- c. *Paving block* dengan bentuk persegi panjang sebaiknya mempunyaipanjang 200 mm dan lebar 100 mm.
- d. Lebar tali air yang gterdapat pada badan *paving* sebaiknya lebih dari 7 mm
- e. Teloransi dimensi pada *paving* yang diijinkan yaitu:
 - 1) Panjang ± 2 mm.
 - 2) Lebar ± 2 mm.
 - 3) Tebal ± 3 mm

2.3 Material Penyusun *Paving block*

2.3.1. Semen PCC

Semen Portland adalah suatu bahan yang mempunyai sifat kohesif dan adhesive apabila bahan ini dicampurkan dengan bahan yang lain maka akan memungkinkan menyatukan menjadi satu kesatuan yang padat seperti batu. Sehingga didalam membangun bangunan/konstruksi banyak menggunakan semen portland sebagai bahan pekerjaan *paving block* atau beton. Bahan utamapembentuk semen adalah Kapur (CaO) yang berasal dari batu kapur; Silika (SiO₂) yang berasal dari lempung alumina (Al₂ O₃) yang berasal dari lempung, sedikit magnesium (MgO) dan terkadang sedikit 1 alkali. Untuk mengontrol komposisi ditambahkan oksida besi dan untuk mengatur waktu ikat semen ditambahkan gypsum (CaSO₄.2H₂O).

2.3.2. Agregat Halus

Pasir merupakan agregat halus dengan ukuran butiran antara 0,15 mm

dan 5 mm. Pasir yang baik digunakan untuk pengecoran adalah pasir dengan kandungan lumpur yang sedikit. Pasir umumnya berasal dari kawah gunung dan aliran sungai. Besaran percepatan maksimum pasir yang ditetapkan adalah 4,7 mm sesuai standarisasi SNI 02-68202002. Tidak boleh lebih dari 5 mm.

Menurut SNI 03-6821-2002 terdapat beberapa persyaratan agregat halus yang harus dipenuhi sesuai standar prosedur, sebagai berikut:

- 1) Pasir terdiri dari butir-butir tajam dan keras.
- 2) Butir-butir halus bersifat kekal artinya tidak mudah lapuk oleh pengaruh cuaca, seperti terik matahari dan hujan. Sifat kekal agregat halus dapat diujidengan larutan jenuh garam. Jika dipakai natrium sulfat maksimum bagian yang hancur adalah 10%.
- 3) Agregat halus tidak mengandung lumpur lebih dari 5%. Apabila kadar lumpur lebih dari 5%, maka harus dicuci. Khususnya pasir untuk bahan pembuat beton.

Gradasi pasir adalah distribusi ukuran pasir. Bila butir-butir pasir mempunyai ukuran yang sama (seragam) volume pori akan besar. Sebaliknya bila ukuran butirnya bervariasi akan terjadi volume pori kecil. Hal ini karena butiran yang mengisi pori diantara butir yang lebih besar, sehingga pori porinya menjadi lebih sedikit, dengan kata lain kemampatannya tinggi. Untuk menyatakan gradasi pasir, dipakai nilai presentasi berat butiran yang tertinggal atau lewat dalam susunan ayakan, susunan ayakan pasir yang dipakai adalah 9,60 mm, 4,80 mm, 2,40 mm, 0,60 mm, 0,30 mm, dan 0,15 mm. Hasil yang diperoleh dari hasil gradasi pasir berupa modulus halus butir (mhb) dan tingkat kekasaran pasir. Mhb menunjukkan ukuran kehalusan dan kekasaran butir-butir agregat yang dihitung dari presentase kumulatif butiran yang tertahan dibagi 100. Semakin kecil nilai mhb menunjukkan semakin halus atau kecil butiran agregatnya.

2.3.3. Air Laut

Air laut adalah air yang terdapat di laut dan samudra, yang memiliki ciri khas kandungan garam yang tinggi. Air laut mengandung berbagai macam garam mineral, dengan natrium klorida (garam dapur) sebagai komponen utama. Rasa asin pada air laut disebabkan oleh konsentrasi garam yang larut di dalamnya.

(Gustofa. I, 2022) menyebutkan bahwa fungsi air pada campuran *paving block* adalah untuk membantu reaksi kimia yang menyebabkan berlangsungnya proses pengikatan. Air laut mengandung 3,5% garam, pada umumnya dapat digunakan sebagai campuran untuk beton tidak bertulang, pemakaian air laut pada pembuatan campuran harus pas karena pemakaian air yang terlalu berlebihan akan menyebabkan banyaknya gelembung air setelah proses hidrasi selesai dan hal tersebut akan mengurangi kekuatan *paving block* yang dihasilkan. Sedangkan jika terlalu sedikit air akan menyebabkan proses hidrasi tidak mencapai seluruhnya, sehingga dapat mempengaruhi kekuatan *paving block* yang dihasilkan.

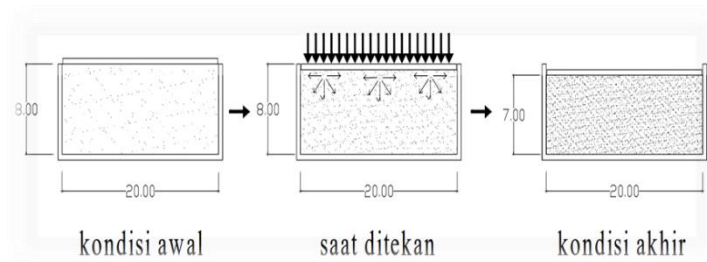
2.4 Metode Pembuatan *Paving block*

Masyarakat biasanya menggunakan 2 metode dalam cara pembuatan *paving block* metode yang digunakan, yaitu:

2.3.4. Metode konvensional

Metode ini merupakan metode yang paling banyak digunakan oleh masyarakat Indonesia dan lebih dikenal dengan metode gobloman. Cara konvensional dalam pembuatan *paving block* dilakukan dengan menggunakan alat gobloman dengan beban pemadatan yang berpengaruh terhadap tenaga pekerjanya. Metode konvensional banyak digunakan oleh masyarakat sebagai *industry* rumah tangga karena selain alat yang digunakan sederhana, juga mudah dalam.

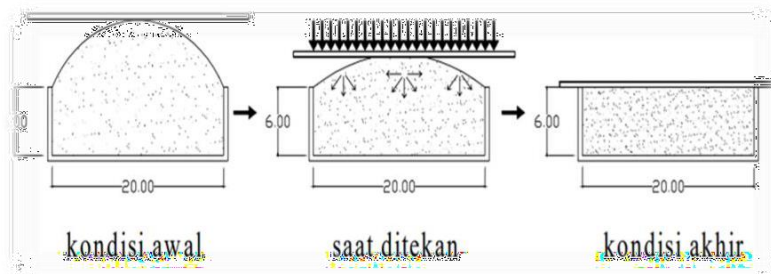
Dilihat dari cara pembuatannya, akan mengakibatkan pekerja cepat kelelahan karena proses pemadatan dilakukan dengan menghantam alat pemadat pada adukan yang berada dalam cetakan.



Gambar 2. 3 Metode Konvensional

2.3.5. Metode mekanis

Metode mekanis didalam masyarakat biasanya disebut metode press. Metode ini masih jarang digunakan karena untuk pembuatan *paving block* dengan metode mekanis membutuhkan alat yang relative mahal. Metode mekanis biasanya membutuhkan alat yang digunakan oleh pabrik dengan skala industri sedang atau besar. Pembuatan *paving block* cara mekanis dilakukan dengan menggunakan mesin (*compression apparatus*).



Gambar 2. 4 Metode Mekanis

2.5 Perawatan Paving block

Metode perawatan benda uji mengacu pada SNI-2493-2011. Setelah pembuatan sampel benda uji selesai, maka akan dilakukan perawatan (*curing*) dengan metode penyiraman seluruh permukaan *paving block* dengan menggunakan air tawar (*freshwater*) dengan menyimpan *paving block* di tempat yang aman dan hindari langsung dari terik matahari karena akan mempengaruhi mutu dari *paving block*. Dari perawatan *paving block* sendiri itu paving hanya direndam di kolam selama 3 hari setelah itu *paving block* akan dirawat dengan cara dipercik dengan air hingga 91 hari, akan tetapi pada umur 28 hari beberapa sampel *paving block* direndam dalam larutan H_2SO_4 hingga mencapai umur 91 hari.

2.6 Pengujian Paving block

Pengujian yang akan dilakukan di laboratorium meliputi pengujian kuat tekan dan daya serap air pada *paving block*. Berikut penjelasan masing-masing pengujian:

2.3.6. Kuat tekan *paving block*

Kuat tekan *paving block* adalah besaran beban yang mampu ditahan per satuan luas sebuah *paving block* sehingga *paving block* tersebut hancur akibat gaya tekan yang dihasilkan oleh mesin tekan. Menurut (SNI-03-0691-1996), Rumus yang digunakan untuk menghitung kuat tekan/kuat desak adalah sebagai berikut:

$$\sigma = P/A \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana:

σ = Kuat tekan/kuat desak *paving block* (kg/cm²)

P = Beban maksimum (kg)

A = Luas penampang benda uji (cm²)

Kuat tekan rata-rata *paving block* didapat dari perhitungan jumlah kuat tekan *paving block* dibagi dengan jumlah sampel yang diuji. Umur benda uji yang akan dilakukan pada umur 91 hari.

2.3.7. Daya serap air

Daya serap air adalah ukuran kemampuan suatu beton berpori (*reservoir*) untuk mengalir fluida permeabilitas berpengaruh terhadap besarnya kemampuan produksi (laju air) pada sumur-sumur penghasilnya.

1. Berat basah (C)

Paving block direndam dalam keadaan bersih selama ± 24 jam, kemudian diangkat dari air dan air sisanya dibiarkan menetes ± 1 menit, lalu *paving* diseka permukaan dengan kain untuk menghilangkan kelebihan air masih tertinggal.

2. Berat kering (A)

Setelah itu *paving block* dikeringkan dalam dapur pengeringan pada suhu ± 105 C sampai beratnya 2 kali penimbangan tidak berselisih lebih dari 0,2% dari penimbangan yang terdahulu (B). Selisih penimbangan (A) dan (B) adalah jumlah penyerapan air dan harus dihitung berdasarkan persen berat

$$\text{Penyerapan air} = \frac{(C-A)}{A} \times 100\% \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana:

C = Berat Penimpah sebelum dikeringkan

A = Berat penimpah setelah dikeringkan

2.3.8. Porositas

Porositas didefinisikan sebagai perbandingan volume pori (volume yang ditempati oleh fluida) terhadap volume total *paving block* (volume benda uji). Jarak pori pada *paving block* umumnya terjadi akibat kesalahan dalam pelaksanaan seperti faktor air semen yang berpengaruh pada letakan antara pasta semen dan agregat. Semakin tinggi tingkat kepadatan pada *paving block* maka semakin besar kuat tekan atau mutu *paving block*, sebaliknya semakin besar porositas *paving block*, maka kekuatan beton akan semakin kecil. Menurut (SNI-03-0691-1996), Rumus yang digunakan untuk menghitung porositas adalah sebagai berikut:

$$n = \frac{C-A}{C-D} \times 100\% \dots \dots \dots (2.3)$$

Keterangan:

n = Porositas benda uji (%)

A = Berat kering oven (kg)

C = Berat beton jenuh air setelah pendidihan (kg)

D = Berat beton dalam air (kg)

Porositas juga dapat diakibatkan adanya partikel-partikel bahan penyusun *paving block* yang relative besar, sehingga tidak maksimal. Porositas beton juga menggambarkan besar kecilnya kekuatan *paving block* dalam menyangga suatu konstruksi. Semakin padat *paving block*, maka

kekuatannya juga akan semakin besar sehingga dapat menyangga konstruksi yang lebih berat. Sebaliknya semakin renggang *paving block*, maka kekuatannya juga akan semakin lemah sehingga hanya bias menyangga konstruksi yang ringan dan ketahanannya juga tidak terlalu lama.

Porositas dengan kuat tekan *paving block* mempunyai hubungan yang sangat erat. Porositas adalah persentase pori-pori pada agregat maupun pada *paving block* porositas dapat mempengaruhi kuat tekan, dimana presentase pori-pori dapat mengakibatkan penurunan kuat tekan pada *paving block*. Hubungan atau kolerasi antara porositas dan kuat tekan beton yaitu semakin besar porositas pada benda uji maka semakin rendah kekuatannya. Peningkatan persentase porositas memiliki keterkaitan terhadap penurunan kuat tekan maupun kuat tarik *paving block*. Porositas *paving block* adalah tingkatan yang menggambarkan kepadatan konstruksi *paving block*. Semakin tinggi tingkat kepadatan pada *paving block* maka semakin besar kuat tekan atau mutu *paving block*, sebaliknya semakin besar porositas *paving block*, maka kekuatan *paving block* akan semakin kecil.

2.3.9. Ketahanan Acid

Pada penelitian ketahanan acid mengacu pada ASTM-C1898-20 (*Paving*) rumus yang digunakan untuk menghitung ketahanan acid adalah sebagai berikut:

$$\sigma = P/A \text{ (sama dengan persamaan 2.1)}$$

Dimana:

$$\sigma = \text{Kuat tekan/kuat desak } \textit{paving block} \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

$$P = \text{Beban maksimum (kg)}$$

$$A = \text{Luas penampang benda uji (cm}^2\text{)}$$

2.3.10. *Electrical Resistivity*

Electrical Resistivity mengacu pada ASTM B193-20 adalah sifat spesifik dari suatu bahan untuk mengukur resistansi listrik atau seberapa kuat bahan tersebut menahan arus listrik. Resistivitas yang rendah artinya bahan yang mudah mengalirkan arus listrik.

Nilai *Electrical Resistivity* dapat dihitung menggunakan rumus:

$$\rho = \frac{R.A}{L} \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana:

ρ = resistivitas bahan (Ωm)

R = resistansi (Ω)

A = luas penampang (m^2)

L = panjang (m)

Tabel 2.2 Kisaran Resistivitas terkait resiko korosi

Resistivity (k Ω -cm)	Risk level
> 100 - 200	Very low corrosion rate even if chloride contaminated
50 - 100	Low corrosion rate
10 - 50	Moderate to high corrosion rate
<10	High corrosion rate; Resistivity is not the controlling parameter

DAFTAR PUSTAKA

- Agung, D.P. (2024) Pemanfaatan pasir Pantai dan Air Laut dalam Pembuatan Paving Block Untuk Parkiran. Skripsi. Universitas Sulawesi Barat
- ASTM C1898-20. Standart Test Methods for Determining the Chemical Resistance of Concrete Products to Acid Attack.
- ASTM C138/138M-01a. Standart Test Method for Density (Unit Weight), Yield and Air Content (Gravimetric) of Concrete.
- Badan Standarisasi Nasional 03-0691-1996. Bata Beton (Paving block), Indonesia.
- Badan Standarisasi Nasional, 2015. SNI 2049:2015, Semen Portland Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional, 1990. SNI 03-1968-1990, Metode pengujian tentang analisis saringan agregat halus dan kasar. Jakarta, BSN
- Badan Standarisasi Nasional, 2089. SNI 03-1971-1990, Metode pengujian kadar air agregat. Jakarta, BSN.
- Badan Standardisasi Nasional 1987, SNI 03-0028-1987 metode pengujian daya serap dan porositas Badan Standardisasi Nasional 1996,
- Dasar, A., Patah, D., Hamada, H., Sagawa, Y., & Yamamoto, D. (2020). Applicability of seawater as a mixing and curing agent in 4-year-old concrete. *Construction and Building Materials*, 259, 119692.
- Dasar, A., Patah, D., Hamada, H., Yamamoto, D., & Sagawa, Y. (2022, December). Life performance of 40-year-old RC beams with different concrete covers and bar diameters in natural corrosion environments. In *Structures* (Vol. 46, pp. 2031-2046). Elsevier.
- Dasar, A., Patah, D., & Apriansyah, A. (2022, November). Effect of limestone as coarse aggregate and seawater as mixing water on half-cell potential of steel bar in concrete. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 2543, No. 1). AIP Publishing.
- Dasar, A., Patah, D., Okviyani, N., Nurdin, A., Apriansyah, A., Yusman, Y., ... & Mahmuda, A. F. (2024). Produksi Batu Bata Tanah Liat Yang Ramah Lingkungan Menggunakan Palm Oil Fuel Ash (POFA). *JTT (Jurnal Teknologi Terpadu)*, 12(1), 72-79.

- Nautika (2009) Sifat-sifat Fisik Kimia Air Laut. Dilihat pada 26 Juni 2024. <https://jenieb-nautika.blogspot.com/2009/10/sifat-sifat-fisik-serta-kimia-air-laut.html>.
- Patah, D., & Dasar, A. (2023). BETON BERPORI DENGAN VARIASI UKURAN AGREGAT KASAR. *JTT (Jurnal Teknologi Terpadu)*, 11(2), 206-212.
- Patah, D., Dasar, A., & Hamada, H. (2022, November). Electrochemical consideration on corrosion performance of steel bar embedded in SCMs mortar with initial chloride contaminated. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 2543, No. 1). AIP Publishing.
- Patah, D., Dasar, A., Suryani, H., & Okviyani, N. (2023). Paving Block Mutu B Untuk Infrastruktur Jalan Menggunakan Material Sulawesi Barat. *Bandar: Journal Of Civil Engineering*, 5(2), 23-28.
- Patah, D., & Dasar, A. (2024). Produksi Paving Block Ramah Lingkungan Menggunakan Candlenut Shells (CNS) Sebagai Pengganti Sebagian Abu Batu. *Borneo Engineering: Jurnal Teknik Sipil*, 8(1), 95-104.
- Patah, D., Dasar, A., Apriansyah, A., & Caronge, M. A. (2023, July). Strength development of seawater mixed and cured concrete with various replacement ratios of fly ash. In *Materials Science Forum* (Vol. 1091, pp. 111-118). Trans Tech Publications Ltd.
- Patah, D., Dasar, A., & Indrayani, P. (2022). The Effect of Different Curing Methods on Concrete Strength. *BANDAR: JOURNAL OF CIVIL ENGINEERING*, 4(1), 1-9.
- Patah, D., & Dasar, A. (2023, September). The Impact of using Rice Husks Ash, Seawater and Sea Sand on Corrosion of Reinforcing Bars in Concrete. In *Journal of the Civil Engineering Forum* (pp. 251-262).
- Permadi, Y. D., & Patah, D. (2022). Paving Block Abu Sekam Padi Untuk Infrastruktur Desa dan Pesisir Sulawesi Barat. *Jurnal Penelitian Enjiniring*, 26(1), 18-28.
- Pujianto, A. dkk (2019) Kuat Tekan Beton Dan Nilai Penyerapan Dengan Variasi Perawatan Perendaman Air Laut Dan Sungai. *Smesta Teknika*. Vol. 22 No. 2. 33
- Putra, F.S. (2024) Pemanfaatan Air Laut Dalam Pembuatan Paving Block Unntu Parkiran. Skripsi. Universitas Sulawesi Barat.

- Ridhayani, I., Dasar, A., Mahmuda, A. F., Manaf, A., & Patah, D. (2023). Perbandingan Kinerja Bata Beton Menggunakan Abu Cangkang Sawit, Abu Sekam Padi Dan Abu Serat Sagu. *Jtt (Jurnal Teknologi Terpadu)*, 11(2), 241-248.
- Rusli (2023) Efek Pencampuran, Perawatan Air Laut Dan Variasi Jenis Perawatan Pada Pembuatan Paving Block. Skripsi. Universitas Sulawesi Barat.
- Saputri, D. A. dkk (2023) Pengaruh Variasi Komposisi Agregat Kasar Terhadap Kuat Tekan Dan Penyerapan Air Paving Block. *Jurnal Sains Dan Teknologi*. Vol. 2 No. 5.
- SNI 03-0691-1996 Bata Beton (*Paving Block*).
- SK Standar Nasional Indonesia T-04-1990-F. Klasifikasi Paving block didasarkan atas bentuk, tebal, kekuatan dan warna
- Suhelmidawati, E. et al (2021) Pemanfaatan Pasir/Kerikil Sisa penambangan Batu Kapur pada campuran Paving Block. *Jurnal Ilmiah Poli Rekayasa*, Vol. 17, No. 1
- パタダリア, 濱田秀則, & 山本大介. (2019). The Effect Of Seawater Mixing On Corrosion Of Steel Bar In 36-Years Old Rc Beams Under Marine Tidal Environment. *Proceedings of the Japan Concrete Institute*, 41(1), 791-796.